

École doctorale n° 386 : Mathématiques Appliquées

THÈSE

pour obtenir le grade de

Docteur de Sorbonne Université

Spécialité “Mathématiques appliquées”

présentée et soutenue publiquement par

Robin GUEGUEN

le 01 octobre 2018

VIRTUALISATION ARCHITECTURALE VISUELLE ET AUDITIVE DU THÉÂTRE ANTIQUE D'ORANGE

Directeur de thèse : **Pascal FREY**

Co-encadrant de thèse : **Emmanuelle Rosso**

Jury

M. Ilde Fluck,

Professeur Examineur

M. MC Grobi,

Professeur Rapporteur

Mme Dominique de Pégomas,

Professeur Examineur

M. Carton Boy,

Professeur Examineur

Université Pierre et Marie Curie

Institut des Sciences du Calcul et des Données

4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

Remerciements

Table des matières

Introduction	1
I Modélisation du théâtre d'Orange	3
Introduction	5
1 Architecture générale du théâtre d'Orange	7
1.1 Exemple minimal	8
1.2 Deuxième paragraphe	9
2 Modélisation	11
3 Propositions de reconstitution	13
Conclusion	15
Références	17
II Calculs acoustiques	19
Introduction	21
4 Acoustique de salle	23
4.1 Encore un autre exemple	24
4.2 Conclusion	24
5 Logiciel développé	25
6 Logiciel développé	27
Conclusion	29
Références	31
III Analyse acoustique du théâtre d'Orange	33
Introduction	35
6.1 Maillage en test	35
6.2 Matériaux	35

7 Résultats	37
7.1 position des spectateurs	38
7.2 Présence de spectateurs	38
7.3 Présence de velum	38
7.4 Forme et matériaux du toit	38
Conclusion	39
Références	41
A Annexes	I
A.1 Figures annexes	I
A.2 Tableaux annexes	I
B Liste des acronymes	III
C Glossaire	V
D Liste des symboles	VII

Liste des figures

1.1 Légende courte pour la figure	8
---	---

Liste des tableaux

1.1	Légende courte pour l'exemple de tableau	8
-----	--	---

Introduction

Première partie

Modélisation du théâtre d'Orange

Introduction

Chapitre 1

Architecture générale du théâtre d'Orange

*« The thing about quotes on the
internet is that you can not
confirm their validity »*

Abraham Lincoln

1.1 Exemple minimal

1.1.1 Glossaire et citations

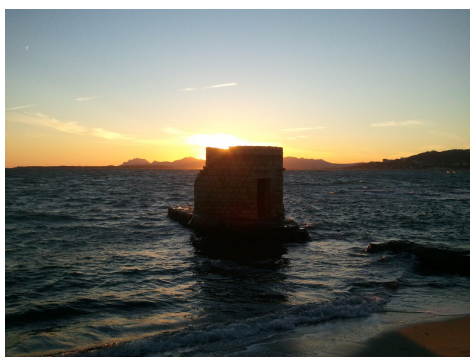
On va raconter n'importe quoi à propos des [bande de cisaillement adiabatique –ou *Adiabatic Shear Band*– \(ASB\)](#), juste pour illustrer à quoi ressemblent les différents glossaires. On pourrait tout aussi bien converser sur la pertinence de l'utilisation des [mailles de coïncidences, ou *Coincidence Site Lattice* \(CSL\)](#) pour caractériser les [macles](#) du [rutile](#). Et pour craner un peu, je vais citer le rapport d'Orange en texte [ALAIN et collab. \[2013b\]](#) de [ALAIN et collab. \[2013b\]](#) et leurs planches [ALAIN et collab. \[2013a\]](#) Maintenant que les [ASB](#) et [CSL](#) ont été définies, plus besoin de détailler leurs significations.

1.1.2 Tableaux et figures

On va ici placer des éléments graphiques (voir tableau 1.1 et figure 1.1), juste pour avoir des entrées dans les listes des figures et des tableaux. On remarquera l'utilisation des sous-figures 1.1a et 1.1b.

TABLEAU 1.1 – Un tableau avec une légende tellement longue que ce serait hideux dans la liste des tableaux

Coucou	Au revoir
maman	papa



(a) Photo du Cap d'Antibes



(b) Saint Jeannet, depuis son Baou

FIGURE 1.1 – Exemple d'utilisation des sous-figures. J'utilise ici volontairement une légende longue.

1.1.3 Symboles mathématiques

Rien de spécial à propos des math, hormis l'illustration des symboles listés en fin de document, tels α ou γ , qui peuvent être utilisés indifféremment en mode *in-line* ou dans des équations¹ :

$$\alpha = \gamma/2 \tag{1.1}$$

Les entrées des glossaires peuvent même être appelés dans des figures (PDF avec surcouche \LaTeX , ou $TikZ$).

1. Le lecteur notera que hyperref ajoute un lien cliquable sur chaque entrée des différents glossaires.

1.2 Deuxième paragraphe

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Chapitre 2

Modélisation

« The thing about quotes on the internet is that you can not confirm their validity »

Abraham Lincoln

Chapitre 3

Propositions de reconstitution

« The thing about quotes on the internet is that you can not confirm their validity »

Abraham Lincoln

Conclusion

Références

ALAIN, B., F. MYRIAM, M. JEAN-CHARLES, R. LILIANE, R. EMMANUELLE et T. DOMINIQUE.
2013a, «Le théâtre d'orange - rapport final d'opération - planches», PACA Vaucluse,
Orange Théâtre antique 84 087 0031 - Patriarche 9827 n° 2012-203. [8](#)

ALAIN, B., F. MYRIAM, M. JEAN-CHARLES, R. LILIANE, R. EMMANUELLE et T. DOMINIQUE.
2013b, «Le théâtre d'orange - rapport final d'opération - texte», PACA Vaucluse, Orange
Théâtre antique 84 087 0031 - Patriarche 9827 n° 2012-203. [8](#)

Deuxième partie

Calculs acoustiques

Introduction

Chapitre 4

Acoustique de salle

*« Et c'est là que jadis, à quinze ans
révolus
A l'âge où s'amuser tout seul ne
suffit plus
Je connus la prime amourette
Auprès d'une sirène, une
femme-poisson
Je reçus de l'amour la première
leçon
Avalai la première arête »*

Georges Brassens

4.1 Encore un autre exemple

4.1.1 En plus concis

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

4.2 Conclusion

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Chapitre 5

Logiciel développé

« *Sucette à la viande* »

MC Grobi

Chapitre 6

Logiciel développé

« Areuh »

Ilde Flucki

Sommaire

4.1	Encore un autre exemple	24
4.1.1	En plus concis	24
4.2	Conclusion	24

Conclusion

Références

Troisième partie

Analyse acoustique du théâtre d'Orange

Introduction

6.1 Maillage en test

6.2 Matériaux

Chapitre 7

Résultats

*« Et c'est là que jadis, à quinze ans
révolus
A l'âge où s'amuser tout seul ne
suffit plus
Je connus la prime amourette
Auprès d'une sirène, une
femme-poisson
Je reçus de l'amour la première
leçon
Avalai la première arête »*

Georges Brassens

7.1 position des spectateurs

7.1.1 Devant

7.1.2 Derrière

7.1.3 Jardin

7.1.4 Cours

7.2 Présence de spectateurs

7.3 Présence de velum

7.4 Forme et matériaux du toit

Conclusion

Références

Annexe A

Annexes

A.1 Figures annexes

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. On rappelle que α et γ sont liés par la relation (1.1). Pour plus de détails, voir page 8.

A.2 Tableaux annexes

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Annexe B

Liste des acronymes

ASB bande de cisaillement adiabatique –ou *Adiabatic Shear Band*–. [2](#)

CSL maille de coïncidences, ou *Coincidence Site Lattice*. [2](#)

Annexe C

Glossaire

macle association orientée de deux ou plusieurs cristaux identiques, dits individus, reliés par une opération de groupe ponctuel de symétrie.. [2](#)

rutile Espèce minérale composée de dioxyde de titane (TiO_2) et de traces de fer. [2](#)

Annexe D

Liste des symboles

α Angle de d'attaque de la molette. [2](#), [I](#)

γ Angle de dépouille de la molette. [2](#), [I](#)