



École des Ponts  
ParisTech

**COURS DE DYNAMIQUE AVANCÉE**

2016-2017

## Table des matières

2.1	Le vent dans la couche limite atmosphérique.....	1
2.1.1	Vitesse moyenne et turbulence.....	1
2.1.2	Modèle de vitesse moyenne.....	2
2.1.2.1	Influence de la rugosité.....	3
2.1.2.2	Influence de la topographie.....	3
2.1.3	Modèles de turbulence.....	5
2.1.3.1	Intensité.....	5
2.1.3.2	Modèles de densité spectrale.....	5
2.1.3.3	Corrélation spatiale et échelles de turbulence.....	8
2.1.3.4	Exemple d'application : effet statique des turbulences sur un fléau de pont en construction.....	10
2.1.3.5	Fonctions de cohérence.....	12
2.1.3.1	Exemple d'application : effet dynamique des turbulences sur un fléau de pont en construction.....	13
2.1.3.2	Rafales et vitesses de pointe.....	13
2.1.4	Exemple de modèles de vent.....	13
2.1.4.1	étude numérique de vent sur un site.....	14
2.1.4.2	étude en soufflerie atmosphérique d'une maquette topographique.....	20
2.1.4.3	Autres exemples de modèles de vent.....	31
2.2	Notions d'aérodynamique.....	32
2.2.1	Rappels de mécanique des fluides.....	32
2.2.1.1	Equations de Navier-Stokes.....	32
2.2.1.2	Equation de Bernoulli.....	32
2.2.1.3	Paramètres adimensionnels.....	33
2.2.1.4	Classement des écoulements.....	34
2.2.2	Forces aérodynamiques.....	35
2.2.2.1	Actions de pression et de frottement.....	35
2.2.2.2	Forces et moments aérodynamiques, coefficients stationnaires.....	37
2.2.2.3	Exemple d'un tablier profilé : Pont de la Grande Ravine (Île de la Réunion).....	38
2.2.2.4	Exemple d'un tablier moins profilé : Viaduc de Saint Paul (Île de la Réunion).....	39
2.2.3	Les différentes actions instationnaires du vent.....	42
2.2.4	Effets de signature - détachements tourbillonnaires.....	43
2.2.4.1	Phénomène.....	43
2.2.4.2	Nombre de Strouhal.....	44
2.2.4.3	Influence du profil.....	45
2.2.5	Influence du nombre de Reynolds et de la turbulence.....	46
2.2.5.1	Effet du nombre de Reynolds sur la couche limite.....	46
2.2.5.2	Effet de la turbulence du vent incident.....	47
2.2.6	Principe de dimensionnement.....	47
2.3	Phénomènes aéroélastiques.....	48
2.3.1	Fréquence réduite.....	48
2.3.2	Approche quasi-stationnaire.....	48
2.3.2.1	Mise en équation.....	48
2.3.3	Les flottements à un degré de liberté.....	49
2.3.3.1	Divergence en torsion.....	49
2.3.3.2	Galop.....	49
2.4	Aéroélasticité.....	50
2.4.1	Limites de l'hypothèse quasi-stationnaire.....	50
2.4.2	Coefficients aéroélastiques.....	50
2.4.3	Mesure des coefficients aéroélastiques.....	51
2.4.4	Utilisation des coefficients aéroélastiques.....	54
2.4.4.1	Mise en équation.....	54
2.4.4.2	Instabilité aéroélastique en flexion-torsion.....	55

2.4.4.3	Instabilité aéroélastique en flexion pure (galop) .....	55
2.4.4.4	Instabilité aéroélastique en torsion pure .....	56
2.4.4.5	Etude directe sur maquettes en soufflerie et sur maquettes taut-strip .....	57
2.4.4.6	Coefficients d'amortissement aérodynamique .....	57
2.5	Réponse d'un pont à un vent turbulent.....	58
2.5.1	Principes de la méthode.....	58
2.5.2	Modélisation des forces aérodynamiques.....	58
2.5.3	Densité spectrale de la force généralisée.....	60
2.5.4	Densité spectrale de la coordonnée généralisée .....	61
2.5.5	Ecart-type de la coordonnée généralisée .....	62
2.5.5.1	Réponse quasi-statique .....	63
2.5.5.2	Réponse résonante .....	64
2.5.6	Estimation du maximum de la coordonnée généralisée .....	64
2.5.7	Estimation des accélérations.....	65
2.5.8	Retour sur l'admittance aérodynamique.....	65