

École des Ponts ParisTech

2014-2015

Pierre Cuvilliers

Cours

**Titre**

Table des matières

# Conception des coques et toiles tendues

## Équivalence tension-compression, intérêt de la méthode

## Surfaces minimales, présentation, propriétés

* État de contraintes uniforme
* Courbure moyenne
* Problème de bord type « bulle de savon »

## Forces extérieures

* Pression + Gravité
* Câbles

## Surfaces connues

* PH
* Caténoïde
* Schwartz
* Plat avec câbles
* Coussin gonflé
* Isler, Kapoor, ILEK, Mantra, Tanz-Brunnen

# Recherche de surfaces à courbure constante

## Notations

## Hypothèses de base, justifications

### État de contraintes

* Tension pure + isotrope
* Densité de contrainte

### Discrétisation, maillage

* FEM masquée
* Tension uniforme vs. Taille différente des mailles
* Différentes formes possibles via qs(i)

## Forces sur un élément de surface

## Équilibre d’un nœud dans le repère local

## Équilibre d’un nœud dans le repère global

# Résolution numérique, algorithme

## Point fixe

## Gradient

* Inversion de matrice
* Méthode de Newton ?
* Instable ? Vitesse d’approche

## Convergence

### Justification

* Lemme de Banach
* Dérivée partielle vs dérivée totale (article)

### Critère d’arrêt

* Résidu forces vs déplacement
* Adimensionnement

## Pseudo-inverse

## Remise à jour qs

* Équilibre des tensions

## Implémentation

### Boucles

* Nœuds
* Itérations positions
* Itérations qs

### Erreur numérique

# Forces extérieures

## Câbles

* Intérêt : poutres de rive, fixation toiles
* Force, équilibre repère local, équilibre repère global
* Algo point fixe

## Pression : idem

## Gravité : idem

# Grasshopper

## Images, utilisation générale

* Boîtes, présentation.
* PH
* Itérations
* Vitesse
* Type de maillage admissible

## Entrées

Mesh

Points Fixes

Câbles

Q\_faces

Q\_cables

Fixed\_cables\_ends

Save\_results

Max\_disp

Max\_iter

Max\_iter\_qs

Max\_dev\_sigma

Speed

Method

Pressure

Density

Reference

State

Run

## Sorties

Mesh\_out

Displacements

F\_membrane

F\_cable

F\_pressure

F\_gravity

Stresses

Area

Convergence

## Visualisations

Compare

Colorize mesh

Displacements

## Exemples

Caténoide

Schwartz

Scherk

Coussin

ILEK

Chapeau chinois

Arcora

## Verifications

Schwartz à la main (4 points)

Exemples à solution analytique (Caténoïde, Schwartz, Scherk)

Convergence en densité de maillage