



3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

# Stabilité des Constructions

Struct. Iso

Treillis

Force unité

V. Denoël, L. Duchêne, J.-M. Franssen

GERE0021-1 (anc. GERE0003-x)

Année Académique 2014-2015

Last update : 26 avril 2015

# INFORMATIONS GÉNÉRALES

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

Où télécharger les mises à jours de ce document ?

<http://hdl.handle.net/2268/180839>

(cliquez sur l'URL ci-dessus et acceptez la connexion au site ORBi)

Où ? Quand ?

Le cours est organisé sur le site de Gembloux, du 20 avril au 29 mai.

Me contacter ?

Bureau : site du Sart Tilman Liège, B52/3, +1/422

Téléphone : 04/366.29.30

Mail : [v.denoel@ulg.ac.be](mailto:v.denoel@ulg.ac.be)

Objectifs du cours et plan pédagogique ? Examen ?

Cours 36h+36h, valorisation 6 ECTS (plus de détails dans les engagements pédagogiques du cours)

- Exercice personnel à défendre oralement
- Examen écrit portant sur les notions pratiques

# INFORMATIONS GÉNÉRALES

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

Où télécharger les mises à jours de ce document ?

<http://hdl.handle.net/2268/180839>

(cliquez sur l'URL ci-dessus et acceptez la connexion au site ORBi)

Où ? Quand ?

Le cours est organisé sur le site de Gembloux, du 20 avril au 29 mai.

Me contacter ?

Bureau : site du Sart Tilman Liège, B52/3, +1/422

Téléphone : 04/366.29.30

Mail : [v.denoel@ulg.ac.be](mailto:v.denoel@ulg.ac.be)

Objectifs du cours et plan pédagogique ? Examen ?

Cours 36h+36h, valorisation 6 ECTS (plus de détails dans les engagements pédagogiques du cours)

- Exercice personnel à défendre oralement
- Examen écrit portant sur les notions pratiques

# INFORMATIONS GÉNÉRALES

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

Où télécharger les mises à jours de ce document ?

<http://hdl.handle.net/2268/180839>

(cliquez sur l'URL ci-dessus et acceptez la connexion au site ORBi)

Où ? Quand ?

Le cours est organisé sur le site de Gembloux, du 20 avril au 29 mai.

Me contacter ?

Bureau : site du Sart Tilman Liège, B52/3, +1/422

Téléphone : 04/366.29.30

Mail : [v.denoel@ulg.ac.be](mailto:v.denoel@ulg.ac.be)

Objectifs du cours et plan pédagogique ? Examen ?

Cours 36h+36h, valorisation 6 ECTS (plus de détails dans les engagements pédagogiques du cours)

- Exercice personnel à défendre oralement
- Examen écrit portant sur les notions pratiques



# INFORMATIONS GÉNÉRALES

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

Où télécharger les mises à jours de ce document ?

<http://hdl.handle.net/2268/180839>

(cliquez sur l'URL ci-dessus et acceptez la connexion au site ORBi)

Où ? Quand ?

Le cours est organisé sur le site de Gembloux, du 20 avril au 29 mai.

Me contacter ?

Bureau : site du Sart Tilman Liège, B52/3, +1/422

Téléphone : 04/366.29.30

Mail : [v.denoel@ulg.ac.be](mailto:v.denoel@ulg.ac.be)

Objectifs du cours et plan pédagogique ? Examen ?

Cours 36h+36h, valorisation 6 ECTS (plus de détails dans les engagements pédagogiques du cours)

- Exercice personnel à défendre oralement
- Examen écrit portant sur les notions pratiques



# INFORMATIONS GÉNÉRALES

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

Où télécharger les mises à jours de ce document ?

<http://hdl.handle.net/2268/180839>

(cliquez sur l'URL ci-dessus et acceptez la connexion au site ORBi)

Où ? Quand ?

Le cours est organisé sur le site de Gembloux, du 20 avril au 29 mai.

Me contacter ?

Bureau : site du Sart Tilman Liège, B52/3, +1/422

Téléphone : 04/366.29.30

Mail : [v.denoel@ulg.ac.be](mailto:v.denoel@ulg.ac.be)

Objectifs du cours et plan pédagogique ? Examen ?

Cours 36h+36h, valorisation 6 ECTS (plus de détails dans les engagements pédagogiques du cours)

- Exercice personnel à défendre oralement
- Examen écrit portant sur les notions pratiques

# CONTENU DU COURS

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

Le cours est calqué sur le bouquin de référence :  
**“Le calcul des structures”**, P. Latteur. Editions Académia - Bruylant, Louvain - la - Neuve, 304 pages, ISBN 2 - 87209 - 483 - 0

## Table des matières :

- Méthodes des forces
  - iso-/hyper- staticité
  - méthode des forces
  - tassements d'appui
  - lignes d'influence
  - arcs et câbles, instabilité, dynamique et vibrations
- Méthode de déplacement
  - développement d'un projet personnel



# PROGRAMME PRÉVISIONNEL

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

disponible sur Hyperplanning



3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

## PARTIE I : RAPPEL D'ANALYSE DE STRUCTURES ISO-STATIQUES

ACQUIS D'APPRENTISSAGE :

- identifier rapidement si une structure simple est isostatique
- être capable d'identifier les diagrammes d'effort interne rapidement pour les structures isostatiques

# ELEMENTS DE BASE I

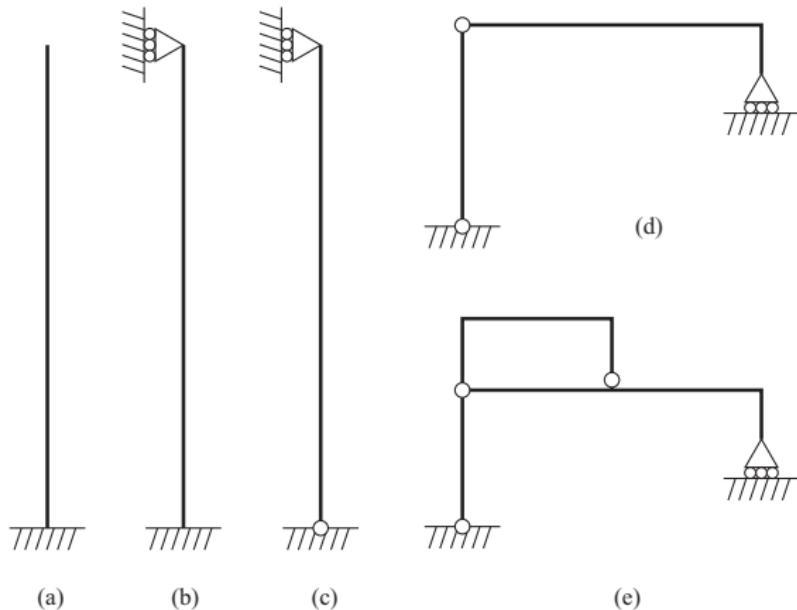
3è Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité



# ELEMENTS DE BASE II

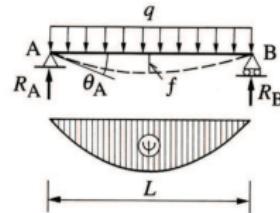
3ème Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

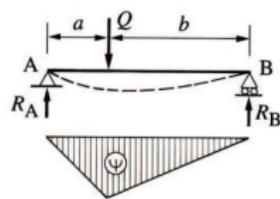


$$R_A = R_B = \frac{qL}{2}$$

$$f_{\max} = \frac{5 q L^4}{384 EI}$$

$$M_{\left(\frac{L}{2}\right)} = \frac{qL^2}{8}$$

$$\theta_A = \theta_B = \frac{qL^3}{24 EI}$$



$$R_A = \frac{Qb}{L}$$

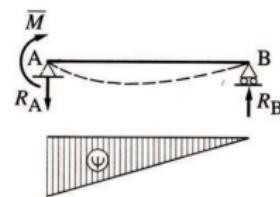
$$R_B = \frac{Qa}{L}$$

$$f_Q = \frac{\frac{Q}{3} a^2 b^2}{EI L} \quad (f_Q \neq f_{\max})$$

$$M_Q = \frac{Q ab}{L}$$

$$\theta_A = \frac{Q ab (L+b)}{6 EI L}$$

$$\theta_B = \frac{Q ab (L+a)}{6 EI L}$$



$$R_A = R_B = \frac{M}{L}$$

$$f_{\max} = \frac{\overline{M} L^2}{9\sqrt{3} EI} \quad x = 0,423 L$$

$$M_A = \overline{M}$$

$$\theta_A = \frac{\overline{M} L}{3 EI}$$

$$\theta_B = \frac{1}{2} \theta_A$$



# ELEMENTS DE BASE III

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

## ELEMENTS DE BASE IV

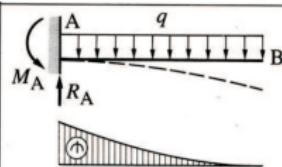
3ème Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Trellis

Force unité

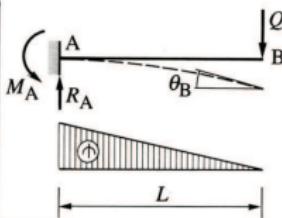


$$R_A = qL$$

$$f_B = \frac{qL^4}{8EI}$$

$$M_A = \frac{qL^2}{2}$$

$$\theta_B = \frac{qL^3}{6EI}$$



$$R_A = Q$$

$$f_B = \frac{QL^3}{3EI}$$

$$M_A = QL$$

$$\theta_B = \frac{QL^2}{2EI}$$

# RÈGLES À RESPECTER I

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

## Equation de l'élastique (théorie de Bernoulli)

$$EI \frac{d^4 v}{dx^4} = p(x) \quad ; \quad M = EI \frac{d^2 v}{dx^2} \quad ; \quad T = \frac{dM}{dx} = EI \frac{d^3 v}{dx^3}$$

### Barres rectilignes

Zones où n'agit aucune force ( $p(x) = 0$ )

Zones où agit une force concentrée perpend. à l'axe de la barre ( $p(x) = 0$ , sauf en un point)

Zones où agit un moment concentré ( $p(x) = 0$ , sauf en un point)

Zones où agit une force répartie perpend. à l'axe de la barre

( $p(x) \neq 0$ )

### Barres non rectilignes

le diagramme des moments ne varie pas linéairement dans les plages où aucune force extérieure n'est appliquée

# EXERCICES I

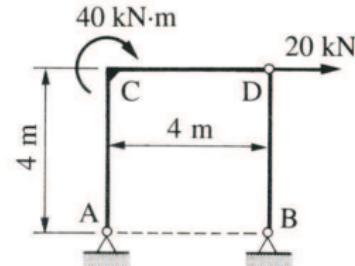
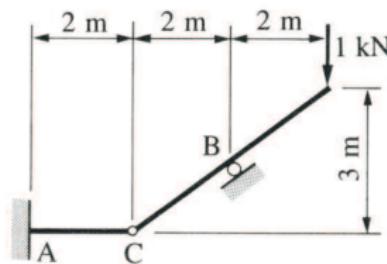
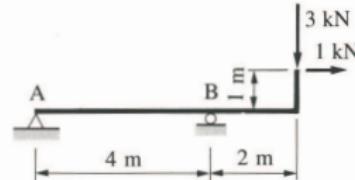
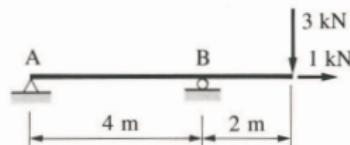
3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité



# EXERCICES II

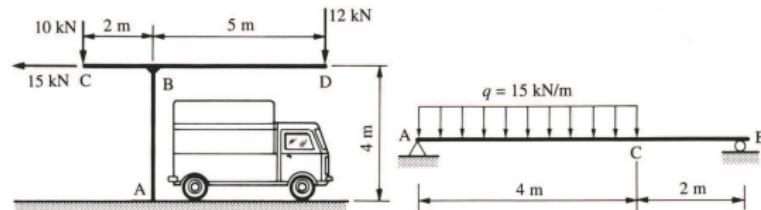
3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité



... tracer les diagrammes d'effort interne dans des structures isostatiques imaginées par les étudiants  
3 structures ont été étudiées et analysées : un mât d'éolienne, un tunnel à batraciens et un butoir pour arrêter un wagon



3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

## PARTIE II : TREILLIS ISOSTATIQUES

ACQUIS D'APPRENTISSAGE :

- connaitre les différents méthodes pour la détermination des efforts dans les barres d'un treillis
- pouvoir appliquer les différentes méthodes dans le cas de treillis 2-D simples

# GENERALITÉS I

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

## Treillis isostatiques

1. La méthode de Crémona
2. La méthode des coupes
3. La méthode matricielle (2 équations d'équilibre par noeud)
4. La méthode des déplacements (éléments finis)

## Treillis hyperstatiques

1. La méthode des forces ( $\rightarrow$  savoir analyser un treillis isostatique)
2. La méthode des déplacements (éléments finis)

NB : Méthode des coupes - il y a toujours moyen de déterminer l'effort demandé à l'aide d'une seule équation. Truc : équilibre en rotation autour du point à l'intersection entre les vecteurs des efforts internes inconnus non désirés.

# EXERCICES I

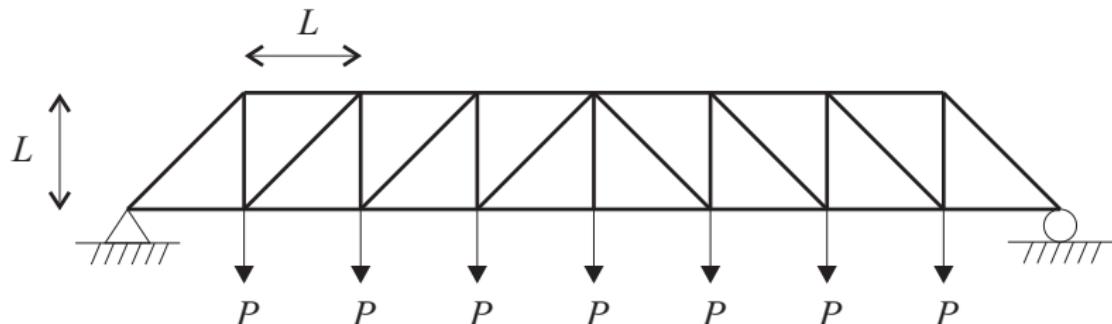
3ème Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité



# EXERCICES II

3ème Bac AR,  
2014-2015

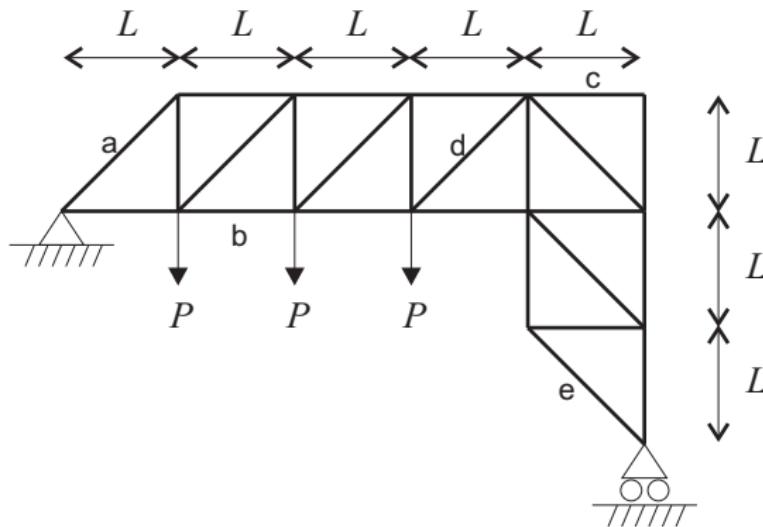
V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

Déterminez, dans la structure en treillis ci-dessous, les efforts dans les barres a, b, c, d et e.





# GENERALITÉS I

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

**Force unité**

Lectures com-  
plémentaires

X



# EXERCICES I

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

**Force unité**

Lectures com-  
plémentaires

X



# Lectures complémentaires I

3<sup>e</sup> Bac AR,  
2014-2015

V. Denoël

Struct. Iso

Treillis

Force unité

Lectures com-  
plémentaires



P. Latteur

*Le calcul des structures*

Academia - Bruylant, Louvain - la - Neuve, 304 pages, ISBN  
2 - 87209 - 483 - 0.