

Hydraulique à surface libre

Apprentissage par Problèmes et Projets

Olivier THUAL

Léo GUIOT et Aurélie LOUIS-NAPOLEON

4 mars 2020

UE “Hydrodynamique et ouvrages” (5 ECTS)

Hydraulique à surface libre (40%)

- 11 séances : 4 CM, 3 TD, 2 Amphis inversés.
- 2 Devoirs Maisons.
- 4 créneaux de TP : projet expérimental.
- 2 créneaux de soutenance de projets par groupes
- 1 examen écrit individuel

Modélisation 1D et 2 des écoulements à surface libre (25%)

- Cours TD

Méthodes numériques pour les écoulements surface libre (20%)

- Séances de BE

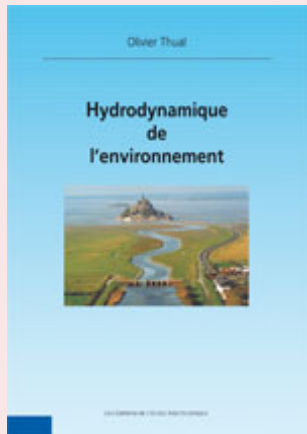
Contrôle de canaux et irrigation (15%)

- CM et TP

À l'issue de ce cours, les étudiants sauront :

- 1 expliquer la forme des lignes d'eau en présence d'un écoulement stationnaire en s'appuyant sur les concepts suivants : charge hydraulique, énergie spécifique, impulsion, loi de frottement et courbes de remous.
- 2 identifier la nature des différents termes des équations de Saint Venant et appliquer la méthode des caractéristiques sur l'exemple de l'approximation des ondes de crues.
- 3 employer avec succès la méthode des caractéristiques pour calculer les solutions des équations de Saint Venant dans les cas d'ondes de détente ou de chocs centrés.
- 4 imaginer, planifier et mettre en oeuvre des expériences illustrant les notions principales du cours.

Livre de cours (en ligne)



Moodle N7

- Polycopié
- Planches du cours
- Devoirs à la maison
- Énoncé du TP
- ...

HYDRODYNAMIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

CHAPITRES 4 À 6 DU LIVRE (2010), par O. THUAL




- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| ① Écoulements incompressibles | ① Incompressible flows |
| ② Écoulements potentiels | ② Potential flows |
| ③ Turbulence et frottement | ③ Turbulence and friction |
| ④ Hydraulique à surface libre | ④ Open channel flows |
| ⑤ Ondes de crues | ⑤ Flood waves |
| ⑥ Intumescences et ressauts | ⑥ Surges and hydraulic jumps |
| ⑦ Ondes de surface | ⑦ Surface waves |
| ⑧ Réfraction de la houle | ⑧ Swell refraction |
| ⑨ Seiches et marées | ⑨ Seiches and tides |

<http://moodle-n7.inp-toulouse.fr>
<http://thual.perso.enseeiht.fr/xsee/>


---< POLYCOPIE DU COURS >---(up)

[Introduction](#) 

I. CHARGE HYDRAULIQUE

1. [Ecoulements incompressibles](#) 
2. [Ecoulements potentiels](#) 
3. [Turbulence et frottement](#) 

II. HYDRAULIQUE FLUVIALE

4. [Hydraulique à surface libre](#) 
5. [Ondes de crues](#)
6. [Intumescences et ressauts](#)

III. HYDRODYNAMIQUE MARINE

7. [Ondes de surface](#)
8. [Réfraction de la houle](#)
9. [Seiches et marées](#)

---< DIAPORAMAS DU COURS >---(up)

[Diaporama : Introduction](#), (print .pdf)

I. CHARGE HYDRAULIQUE

1. Diaporama : [Ecoulements incompressibles](#), (print .pdf)
2. Diaporama : [Ecoulements potentiels](#), (print .pdf)
3. Diaporama : [Turbulence et frottement](#), (print .pdf)

II. HYDRAULIQUE FLUVIALE

4. Diaporama : [Hydraulique à surface libre](#), (print .pdf)
5. Diaporama : [Ondes de crues](#) (print .pdf)
6. Diaporama : [Intumescences et ressauts](#) (print .pdf)

III. HYDRODYNAMIQUE MARINE

7. Diaporama : [Ondes de surface](#), (print .pdf)
8. Diaporama : [Réfraction de la houle](#), (print .pdf)
9. Diaporama : [Seiches et marées](#), (print .pdf)

---< PETITES CLASSES DU COURS >---(up)

I. CHARGE HYDRAULIQUE

- PC1 : [Ecoulements de Poiseuille](#)
PC2 : [Ecoulements en milieux poreux](#)
PC3 : [Applications des modèles de turbulence](#)

II. HYDRAULIQUE FLUVIALE

- PC4 : [Ecoulements sur un obstacle](#)
PC5 : [Ondes de crues](#)
PC6 : [Canal à choc](#)

III. HYDRODYNAMIQUE MARINE

- PC7 : [Ondes de surface](#)
PC8 : [Réfraction de la houle](#)
PC9 : [Seiches et marées](#)

<http://thual.perso.enseeiht.fr>

Articles Pédagogiques Multimedia

thual@imft.fr

- [Dérivation des équations de Saint-Venant](#), *APM-INPT, thu-derisv* (2003), O. Thual
- [Advection d'un scalaire et caractéristiques](#), *APM-INPT, thu-advscs* (2003), O. Thual
- [Ondes de surface 1d, hyperbolique ou dispersives](#), *APM-INPT, thu-surfli* (2003), O. Thual
- [Caractéristiques et chocs](#), *APM-INPT, thu-carcho* (2003), O. Thual

Organisation du cours (version du 4 mars 2020)

CM 0	Présentation générale ... (22 février)
CM 0	...et survol des chapitres 4 à 6 (22 février) Deux Devoirs Maison (DM) à remettre le 1er avril
CM 1	④ Hydraulique à surface libre (7 février)
CM 2	⑤ Ondes de crues (14 février)
CM 3	⑥ Intumescences et ressauts (21 février)
TD 3	⑥ Intumescences et ressauts (4 mars)
TD	Amphi inversé spécial projets (Léo, 6 mars)
TD 1	④ Hydraulique à surface libre (18 mars)
TD	TD sur les devoirs maison (18 mars)
TD 2	⑤ Ondes de crues (25 mars)
TD	TD sur les devoirs maison (25 mars)
TD	Amphi inversé pour les projets (30 mars)
AI	Amphi inversé pour l'examen écrit (1er avril) Remise des deux Devoirs Maison (DM)
Examen	Seul document autorisé : livret de cours Vendredi 3 avril 2020
Oral	Soutenances des projets expérimentaux Lundi 11 mai 2020
TP1	Découverte des installations
TP2	Maturation du projet expérimental
TP3	Finalisation du projet expérimental

Devoirs Maison (15%)

- 1 Ressauts hydrauliques dans un canal
- 2 Tuyère de Laval

Projet expérimental (35%)

- 1 Rapport écrit de groupe d'une quinzaine de page
- 2 Soutenance orale avec tirage au sort des présentateurs

Examen écrit (50%)

- 1 Calculatrices autorisée
- 2 Seul document autorisé : livret d'enseignement avec formulaire

Instructions

- 1 Chaque groupe de TP devra concevoir une série d'expériences permettant d'illustrer les notions abordées dans le cours.
- 2 Une première séance permet de se familiariser avec les installations.
- 3 Les deux séances suivantes débouchent sur un rapport écrit d'une quinzaine de pages
- 4 Une soutenance est organisée, au cours de laquelle les orateurs seront tirés au sort.
- 5 Les protocoles expérimentaux décrits dans le livret d'enseignement sont donnés à titre d'exemple ou de point de départ.
- 6 Les groupes devront faire appel à leur créativité et pourront demander des conseils aux enseignants.

Exemples de protocole expérimentaux

Ressauts hydrauliques dans un canal

En rapport avec le devoir maison éponyme.

Tuyère de la Laval Hydraulique

En rapport avec le devoir maison éponyme.

Seuil épais

Lignes d'eau en aval d'un obstacle.

Vanne de fond

Lignes d'eau autour d'une vanne de fond.