

**Module Description, available in: EN, FR**

# Ordinary Differential Equations and Dynamical Systems

**General Information****Number of ECTS Credits**

3

**Module code**

FTP\_OrdDiff

**Valid for academic year**

2024-25

**Last modification**

2018-11-06

**Coordinator of the module**

Olivier Mermoud (BFH, olivier.mermoud@bfh.ch)

**Explanations regarding the language definitions for each location:**

- Instruction is given in the language defined below for each location/each time the module is held.
- Documentation is available in the languages defined below. Where documents are in several languages, the percentage distribution is shown (100% = all the documentation).
- The examination is available 100% in the languages shown for each location/each time it is held.

|                      | Lausanne |          | Lugano   | Zurich   |  |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|--|
| <b>Instruction</b>   |          | X F 100% | X E 100% | X E 100% |  |
| <b>Documentation</b> |          | X F 100% | X E 100% | X E 100% |  |
| <b>Examination</b>   |          | X F 100% | X E 100% | X E 100% |  |

**Module Category**

FTP Fundamental theoretical principles

**Lessons**

2 lecture periods and 1 tutorial period per week

**Entry level competences****Prerequisites, previous knowledge**

Knowledge and abilities at the level of a completed Bachelor's degree in:

- Differential and integral calculus
- Ordinary differential equations
- Matrix calculus
- Complex numbers

**Brief course description of module objectives and content**

In this module, students learn which class of dynamical phenomena can be described with systems of ordinary differential equations. They learn to recognize the fundamental behavior patterns of these systems and also to develop simulation models for them.

## Aims, content, methods

### Learning objectives and acquired competencies

- Description of dynamical phenomena with differential equations
- Analysis of system behavior
- Knowledge of fundamental behavior patterns, understanding the connection with system structure
- Development and simulation of models for dynamical systems
- Knowledge of numerical methods for solving systems of differential equations

### Contents of module with emphasis on teaching content

- Topic 1: Modeling physical systems with differential equations, analysis of dynamical systems by way of example
- Topic 2: Analytical and numerical methods
- Topic 3: Systems of differential equations, state diagram, block diagrams
- Topic 4: Trajectories, equilibria, linear stability analysis, eigenmodes, the example of linear, time-invariant (LTI) systems
- Topic 5: Non-linear systems, bifurcation, chaos, discrete dynamical systems

### Teaching and learning methods

Lecture units: lecture, working on and discussing short exercises

Tutorial units: working on and discussing set exercises

Private study: study of the literature, working on assignments and exercises

### Literature

[1] Differential Equations, An Introduction to Modern Methods and Applications, J. R. Brannan and W. E. Boyce, John Wiley and Sons, 2015

[2] Nonlinear Dynamics and Chaos, S.H. Strogatz, Westview press, 2014

[3] Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos, M. W. Hirsch, S. Smale, R. L. Devaney. Academic Press, 2012

[4] Differential Equations, A Dynamical Systems Approach, J.H. Hubbard, B.H. West, Springer, 1997

## Assessment

### Certification requirements

Module does not use certification requirements

### Basic principle for exams

**As a rule, all the standard final exams for modules and also all resit exams are to be in written form**

### Standard final exam for a module and written resit exam

Kind of exam

written

Duration of exam

120 minutes

Permissible aids

*Aids permitted as specified below:*

Permissible electronic aids

a pocket calculator (with a CAS and graphics capability)

Other permissible aids

1 formula book

summary on 5 A4 sheets (= 10 A4 pages) compiled by the student

### Special case: Resit exam as oral exam

Kind of exam

oral

**Duration of exam**

30 minutes

**Permissible aids**

No aids permitted

Description du module, disponible en: EN, FR

## Equations différentielles ordinaires et systèmes dynamiques

### Informations générales

Nombre de crédits ECTS

3

Code du module

FTP\_OrdDiff

Valable pour l'année académique

2024-25

Dernière modification

2018-11-06

Coordinateur/coordinatrice du module

Olivier Mermoud (BFH, olivier.mermoud@bfh.ch)

Explication des définitions de langue par lieu :

- Les cours se dérouleront dans la langue définie ci-dessous par lieu/exécution.
- Les documents sont disponibles dans les langues définies ci-dessous. Pour le multilinguisme, voir la répartition en pourcentage (100% = documents complets)
- L'examen est disponible à 100% dans chaque langue sélectionnée pour chaque lieu/exécution.

|                      | Lausanne |          | Lugano   | Zurich   |  |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|--|
| <b>Leçons</b>        |          | X F 100% | X E 100% | X E 100% |  |
| <b>Documentation</b> |          | X F 100% | X E 100% | X E 100% |  |
| <b>Examen</b>        |          | X F 100% | X E 100% | X E 100% |  |

Catégorie de module

FTP bases théoriques élargies

Leçons

2 leçons et 1 leçon de pratique par semaine

### Compétences préalables

Connaissances préalables, compétences initiales

Connaissances et aptitudes de niveau Bachelor accomplies dans les domaines suivants:

- Calcul différentiel et intégral
- Equations différentielles ordinaires
- Calcul matriciel
- Nombres complexes

### Brève description du contenu et des objectifs

Ce module présente aux étudiants les types de phénomènes dynamiques que les équations différentielles ordinaires (EDO) permettent de décrire. Les étudiants analysent les modèles de comportement élémentaires de ces systèmes pour lesquels ils développent des modèles de simulation.

## Objectifs, contenus, méthodes

### Objectifs d'apprentissage, compétences à acquérir

- Savoir décrire des phénomènes dynamiques à l'aide des EDO
- Savoir analyser le comportement des systèmes
- Connaître les modèles de comportement élémentaires et comprendre le rapport avec la structure du système
- Savoir développer et simuler des modèles de systèmes dynamiques
- Connaître les approches numériques de la résolution de systèmes d'EDO

### Contenu des modules avec pondération du contenu des cours

- Thème 1: Modélisation de systèmes physiques à l'aide des EDO, exemple d'analyse de systèmes dynamiques
- Thème 2: Méthodes analytiques et numériques
- Thème 3: Systèmes d'EDO, diagrammes de phase, histogrammes
- Thème 4: Trajectoires, équilibres, analyse de stabilité linéaire, modes propres, exemple des systèmes linéaires invariants dans le temps
- Thème 5: Systèmes non linéaires, bifurcation, chaos, systèmes dynamiques discrets

### Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

Cours magistral: cours, résolution et discussion d'exercices courts

Séances d'exercices: résolutions et discussions d'exercices

Etude autonome: étude de la littérature, résolutions d'exercices

### Bibliographie

[1] Differential Equations, An Introduction to Modern Methods and Applications, J. R. Brannan and W. E. Boyce, John Wiley and Sons, 2015

[2] Nonlinear Dynamics and Chaos, S.H. Strogatz, Westview press, 2014

[3] Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos, M. W. Hirsch, S. Smale, R. L. Devaney. Academic Press, 2012

[4] Differential Equations, A Dynamical Systems Approach, J.H. Hubbard, B.H. West, Springer, 1997

## Evaluation

### Conditions d'admission

Le module n'utilise pas de conditions d'admission.

### Principe pour les examens

**En règle générale, tous les examens de fin de module réguliers et les examens de rattrapage sont organisés sous la forme écrite**

### Examen de fin de module régulier et examen écrit de répétition

Type de l'examen

écrit

Durée de l'examen

120 minutes

Aides autorisées

*Les aides suivantes sont autorisées:*

**Aides électroniques autorisées**

une calculatrice (graphique, dotée d'un système de calcul formel)

**Autres aides autorisées**

1 formulaire et tables

Résumé personnel de 5 feuilles A4 (=10 pages A4)

### Cas spécial: examen de répétition oral

Type de l'examen

oral

**Durée de l'examen**

**30 minutes**

**Aides autorisées**

**Sans aides**