



**HAL**  
open science

## Contrôle des vibrations d'un oscillateur passif : stabilisation en temps fini et par remodelage d'énergie

Marc Wijnand, Brigitte D 'Andréa-Novel, Thomas Hélie, David Roze

### ► To cite this version:

Marc Wijnand, Brigitte D 'Andréa-Novel, Thomas Hélie, David Roze. Contrôle des vibrations d'un oscillateur passif : stabilisation en temps fini et par remodelage d'énergie. 11èmes Journées Jeunes Chercheurs en Audition, Acoustique musicale et Signal audio (JJCAAS), Jun 2018, Brest, France. . hal-01828722

**HAL Id: hal-01828722**

**<https://hal.science/hal-01828722v1>**

Submitted on 3 Jul 2018

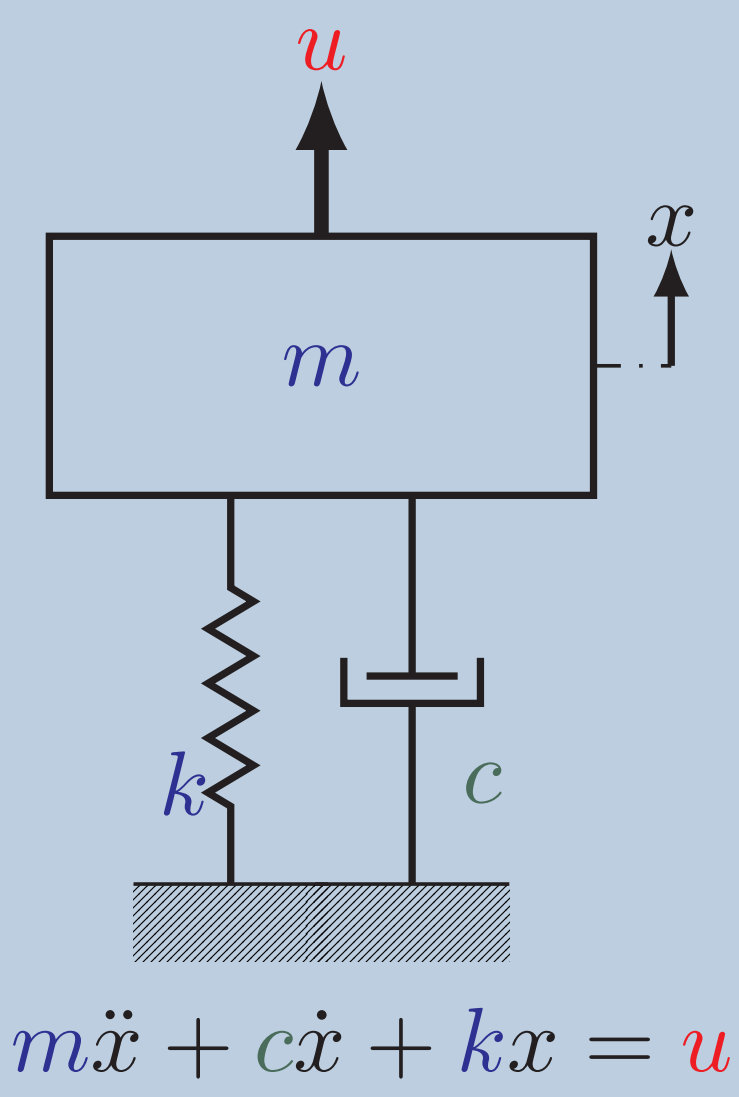
**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## Introduction

But :  
stabilisation d'un oscillateur passif sur un état d'équilibre cible



Deux approches :  
A. Systèmes Hamiltoniens à Ports (SHP)  
B. Contrôle en temps fini

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = u$$

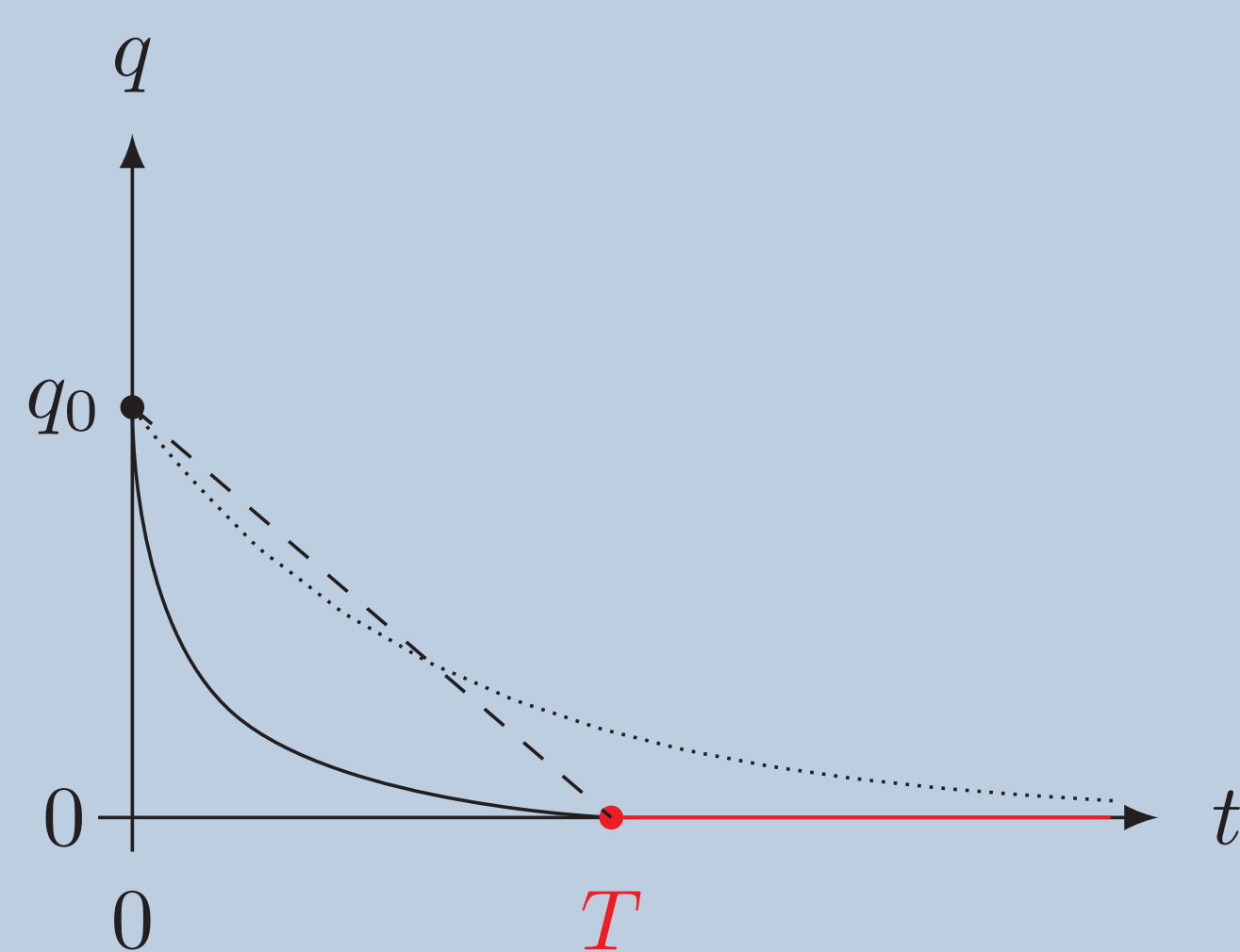
## B. Contrôle en temps fini

### Introduction

But :  
atteindre  $q = 0$  en un temps fini  $T$   
et avec **une pente nulle**

Trois types de contrôle :

- .....  $u = -Kq$
- $u = -\text{sign}(q)U_{\text{cst}}$
- $u = -\text{sign}(q)|q|^\alpha, \alpha \in ]0, 1[$



Dans le cas de l'oscillateur

- Construction d'une loi de commande en temps fini à partir de cette idée [6]
- Version passive de la loi obtenue, à partir d'une réinterprétation comme SHP

## A. Systèmes Hamiltoniens à Ports

### 1. Modèle [2]

Des composants d'un système peuvent

- (1) stocker de l'énergie
- (2) dissiper de l'énergie
- (3) échanger de l'énergie

$$\text{SHP} \begin{cases} \dot{\mathbf{x}} = (\mathbf{J} - \mathbf{R})\nabla H(\mathbf{x}) + \mathbf{G}\mathbf{u} \\ \mathbf{y} = \mathbf{G}^T \nabla H(\mathbf{x}) \end{cases}$$

avec le Hamiltonien  $H(\mathbf{x}) \succ 0$

la matrice d'interconnexion  $\mathbf{J} = -\mathbf{J}^T$

la matrice de dissipation  $\mathbf{R} = \mathbf{R}^T \succeq 0$

Un SHP satisfait le bilan de puissance.

Dans le cas de l'oscillateur :

$$H(\mathbf{x}) = \frac{1}{2}kx_1^2 + \frac{1}{2m}x_2^2$$

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \left( \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & c \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} kx_1 \\ \frac{1}{m}x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \\ \mathbf{y} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} kx_1 \\ \frac{1}{m}x_2 \end{bmatrix} \end{cases}$$

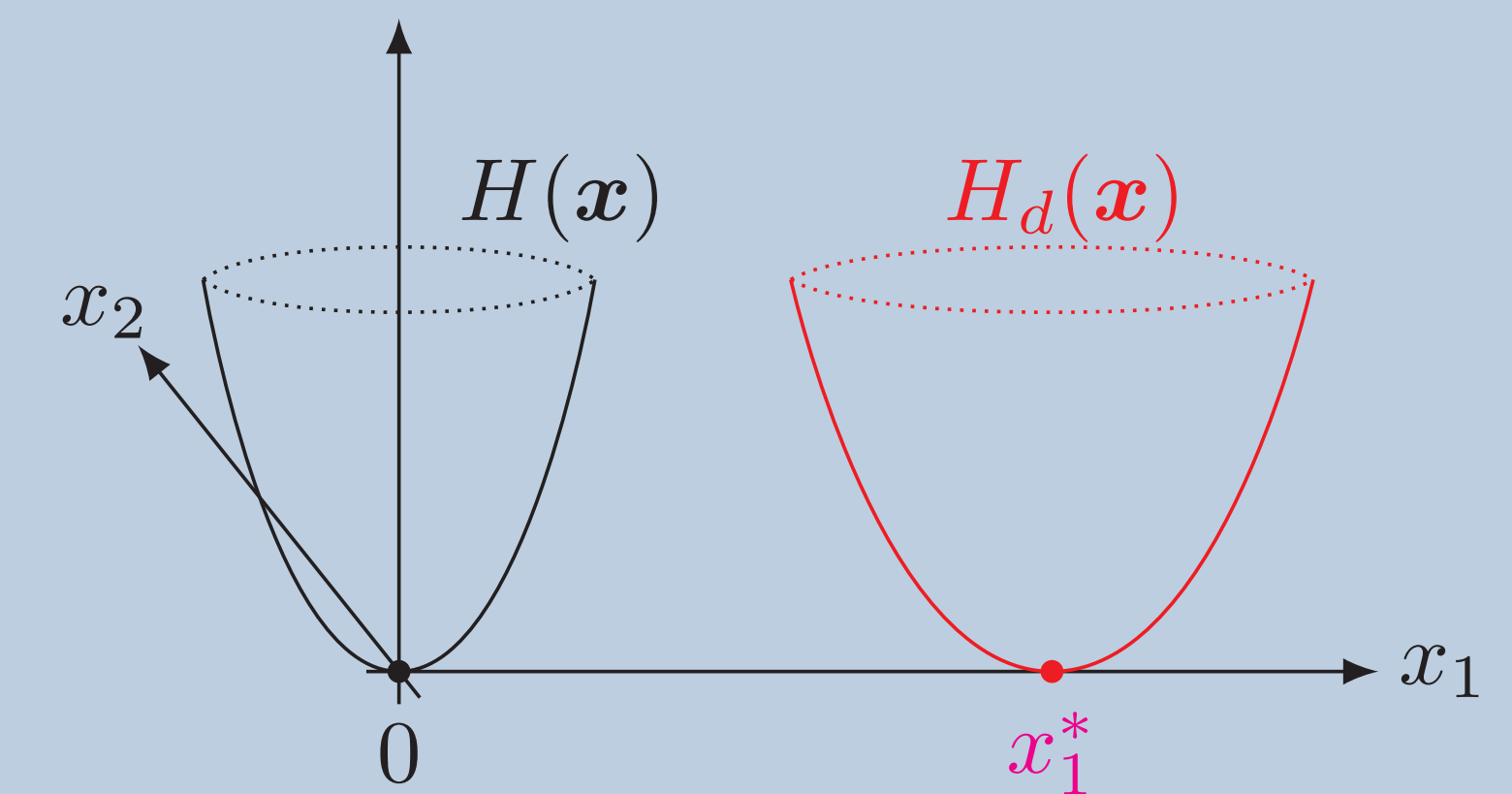
### 2. Contrôle

#### 2.1. Remodelage d'énergie [3]

But : changer le point d'équilibre

$$\dot{\mathbf{x}} = (\mathbf{J} - \mathbf{R})\nabla H(\mathbf{x}) + \mathbf{G}\mathbf{u}$$

$$\dot{\mathbf{x}} = (\mathbf{J} - \mathbf{R})\nabla H_d(\mathbf{x})$$



#### 2.2. IDA-PBC (Interconnection and damping assignment passivity-based control) [4]

But : changer le point d'équilibre et les matrices d'interconnexion et de dissipation

$$\dot{\mathbf{x}} = (\mathbf{J} - \mathbf{R})\nabla H(\mathbf{x}) + \mathbf{G}\mathbf{u}$$

$$\dot{\mathbf{x}} = (\mathbf{J}_d - \mathbf{R}_d)\nabla H_d(\mathbf{x})$$

Un contrôleur passif assure un contrôle robuste.

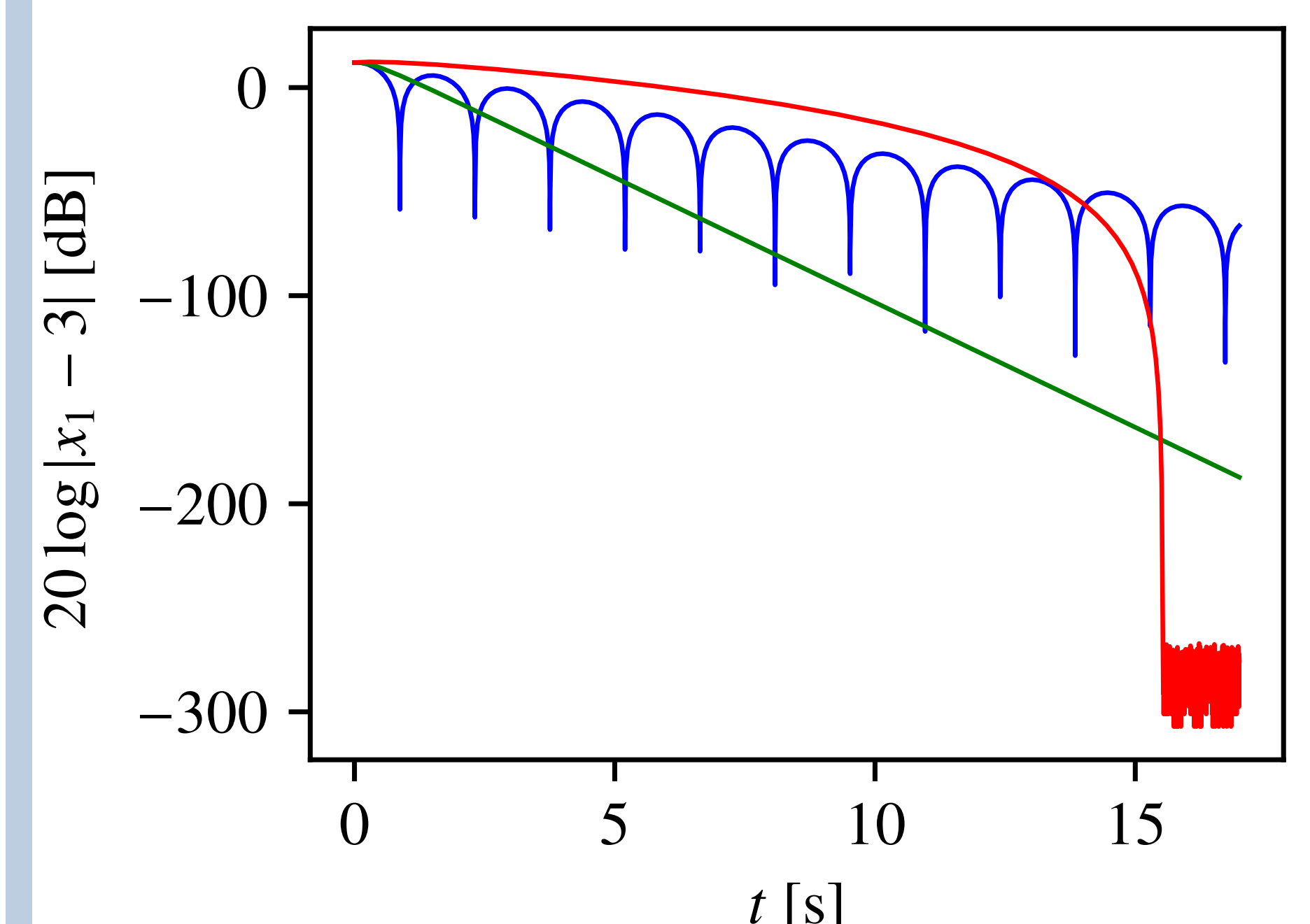
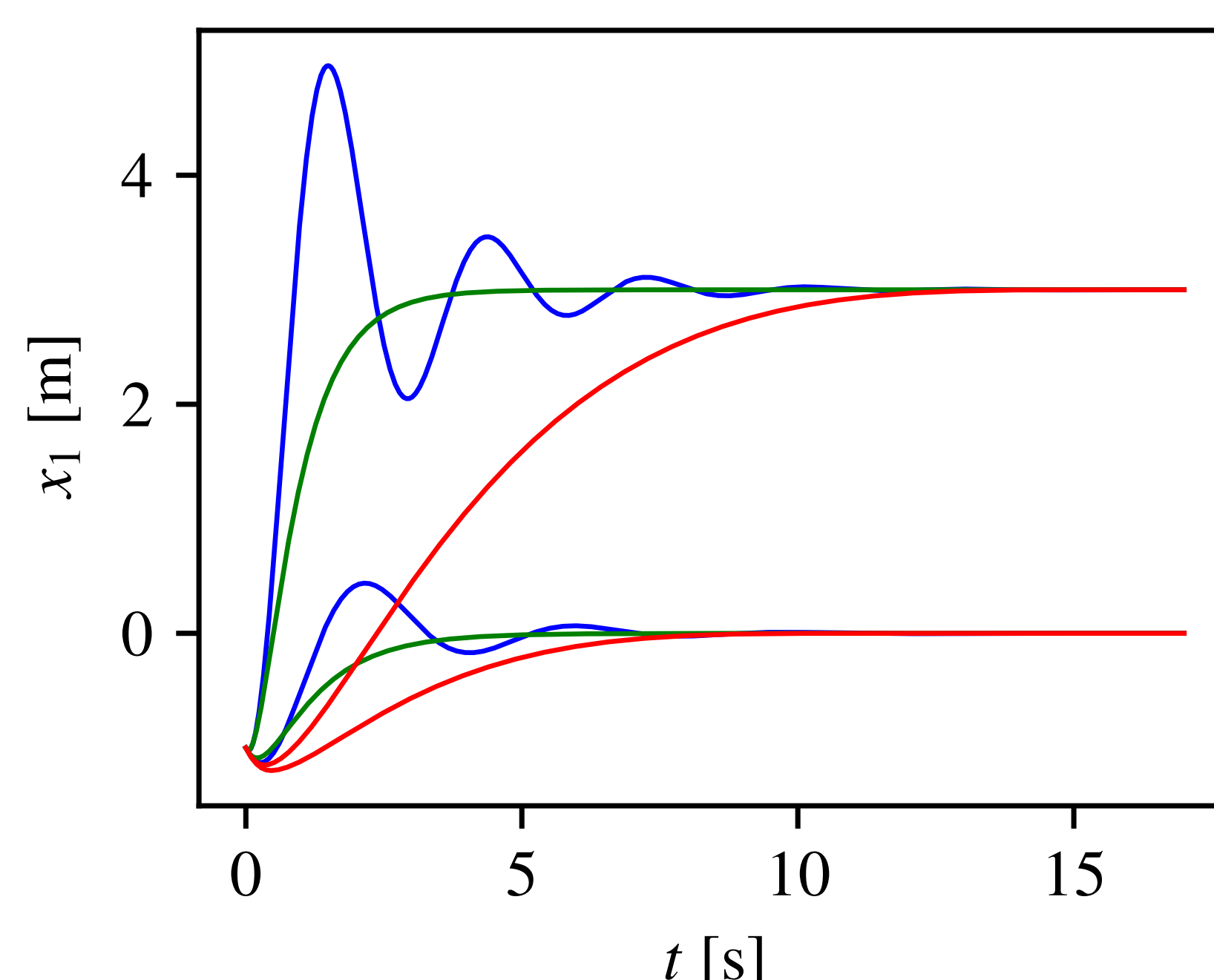
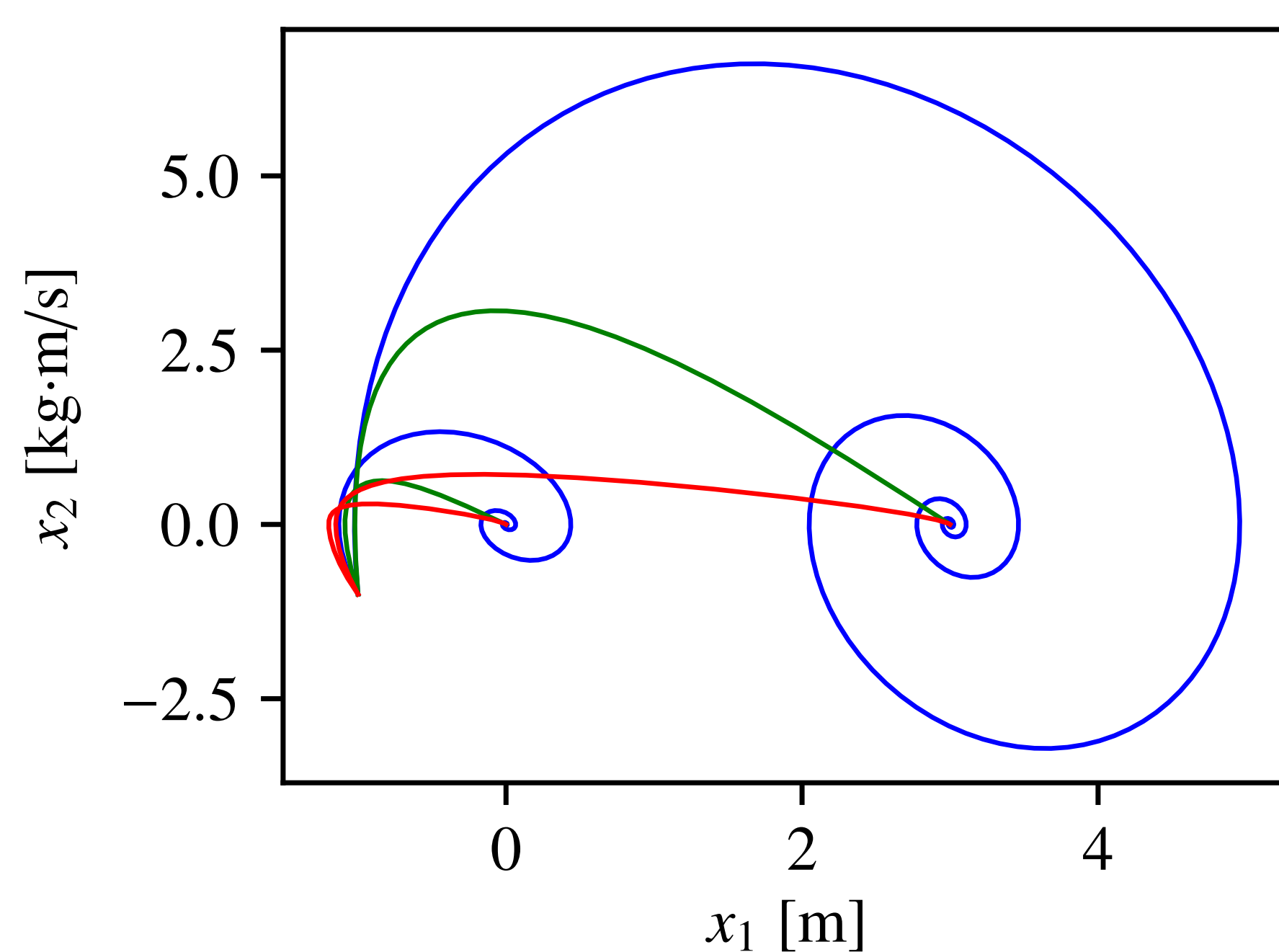
### 3. Simulation

Discrétisation de l'équation de système, solution itérative [5]

Une méthode de simulation passive garantit la stabilité numérique.

## Simulation

Contrôle par remodelage d'énergie, IDA-PBC et en temps fini [1]



## Perspectives

Contrôle passif en temps fini

de systèmes **non linéaires**

- de **dimension finie**
- de **dimension infinie**

## Remerciements

Ce travail est financé par le projet ANR Finite4SoS (Finite time control and estimation for systems of systems, ANR 15 CE23 0007, <http://finite4sos.gforge.inria.fr/>).

## Références

- [1] M. Wijnand, B. d'Andréa-Novel, T. Hélie et D. Roze : *Contrôle des vibrations d'un oscillateur passif : stabilisation en temps fini et par remodelage d'énergie*, Congrès Français d'Acoustique (2018).
- [2] B.M. Maschke and A.J. van der Schaft : *Port-controlled Hamiltonian systems: modelling origins and systemtheoretic properties*, IFAC Proceedings Volumes, 25(13) :359-365, 1992.
- [3] R. Ortega, A.J. van der Schaft and B.M. Maschke : *Stabilization of port-controlled Hamiltonian systems via energy balancing*, Stability and stabilization of nonlinear systems (1999), Springer, 239-260.
- [4] R. Ortega, A.J. van der Schaft, B.M. Maschke and G. Escobar : *Interconnection and damping assignment passivity-based control of port-controlled Hamiltonian systems*, Automatica (2002), Elsevier, 38 (4), 585-596.
- [5] T. Hélie, A. Falaize et N. Lopes : *Systèmes Hamiltoniens à Ports avec approche par composants pour la simulation à passivité garantie de problèmes conservatifs et dissipatifs*, Colloque National en Calcul des Structures (2015), 12.
- [6] B. d'Andréa-Novel, J.-M. Coron and W. Perruquetti : *Finite-time control of nonholonomic or underactuated mechanical systems: the examples of the unicycle robot and the slider*, Rapport interne, à paraître en 2018.