



**HAL**  
open science

# Etude et contrôle des portraits de phase du processus idéal de mélange à quatre ondes dans les fibres optiques

Anastasiia Sheveleva, Andrei Ermolaev, Pierre Colman, J.M. Dudley,  
Christophe Finot

## ► To cite this version:

Anastasiia Sheveleva, Andrei Ermolaev, Pierre Colman, J.M. Dudley, Christophe Finot. Etude et contrôle des portraits de phase du processus idéal de mélange à quatre ondes dans les fibres optiques. 26ème congrès général de la Société Française de Physique, Jul 2023, Paris, France. hal-04123465

**HAL Id: hal-04123465**

**<https://hal.science/hal-04123465v1>**

Submitted on 9 Jun 2023

**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.

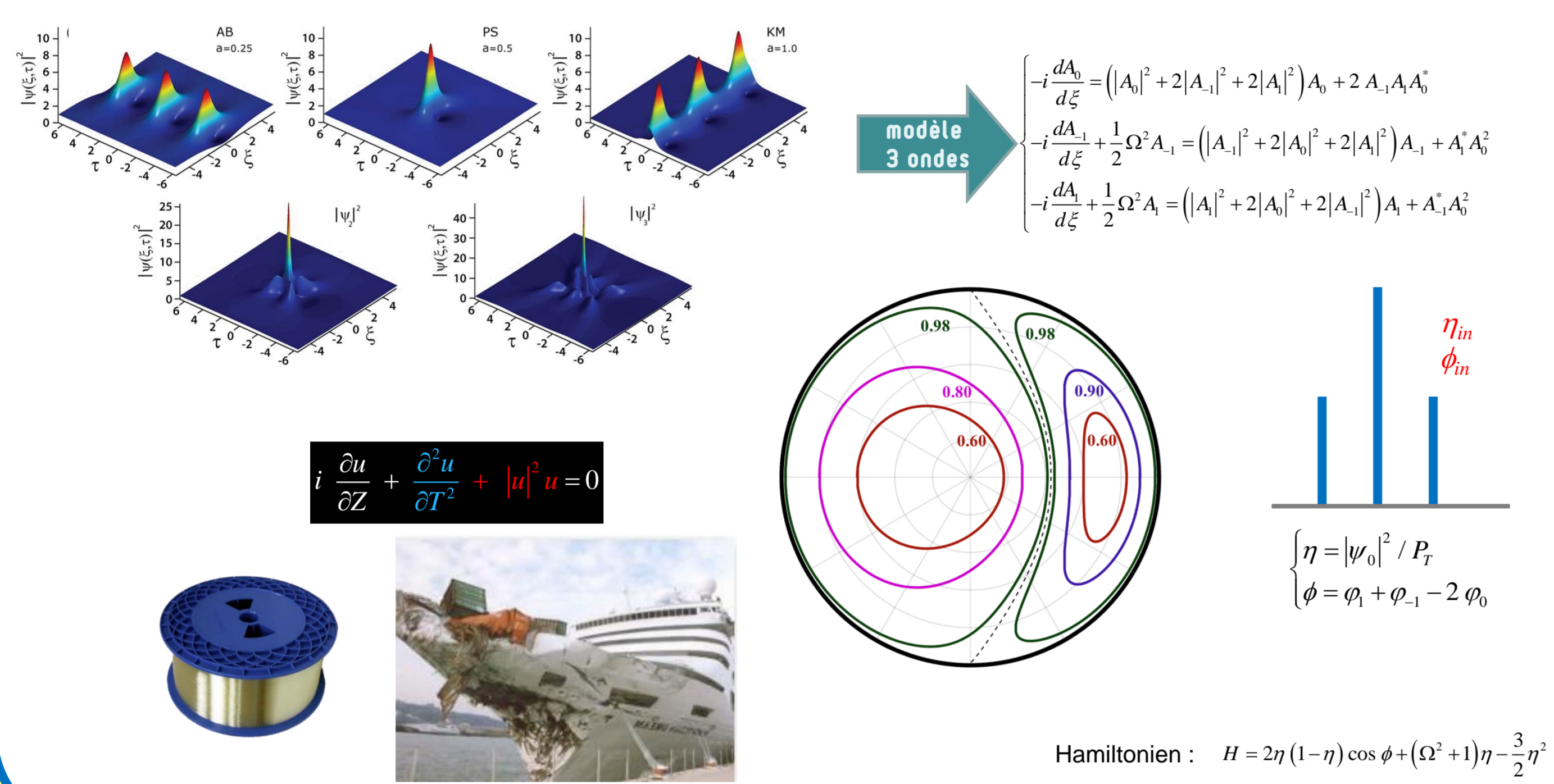


## INTRODUCTION

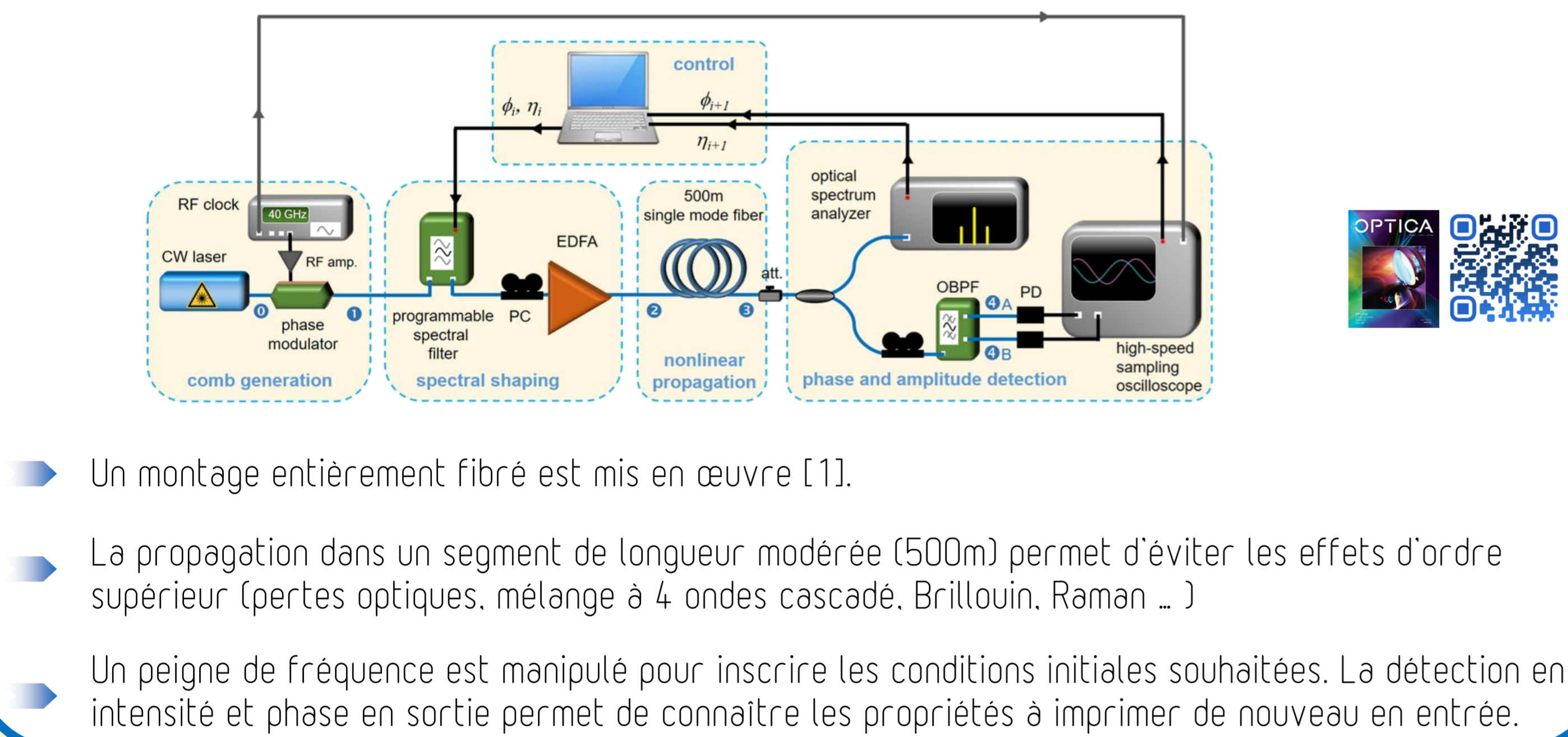
L'équation de Schrödinger non linéaire régit l'évolution des ondes dans de nombreux domaines non linéaires tels que l'hydrodynamique, la physique des plasmas, les condensats de Bose-Einstein et l'optique fibrée. Dans ce dernier cas, l'onde subit des changements dans un milieu dispersif combiné à un déphasage non linéaire dépendant de l'intensité. Le processus clé sous-jacent est le mélange à quatre ondes, qui décrit l'échange d'énergie entre des composantes de fréquence discrètes. En raison de la croissance des bandes latérales additionnelles et des pertes optiques qui limitent la distance d'interaction potentielle, il est notoirement difficile d'observer expérimentalement la dynamique idéale de mélange à quatre ondes. Afin de résoudre ce problème, nous proposons de modifier itérativement les conditions de phase et d'amplitude d'un signal composé de trois raies spectrales également espacées qui est ensuite injecté dans un court segment de fibre optique.

## MELANGE A QUATRE ONDES IDEAL

### UN MODELE TRONQUE DE L'ÉQUATION DE SCHRÖDINGER NON-LINÉAIRE

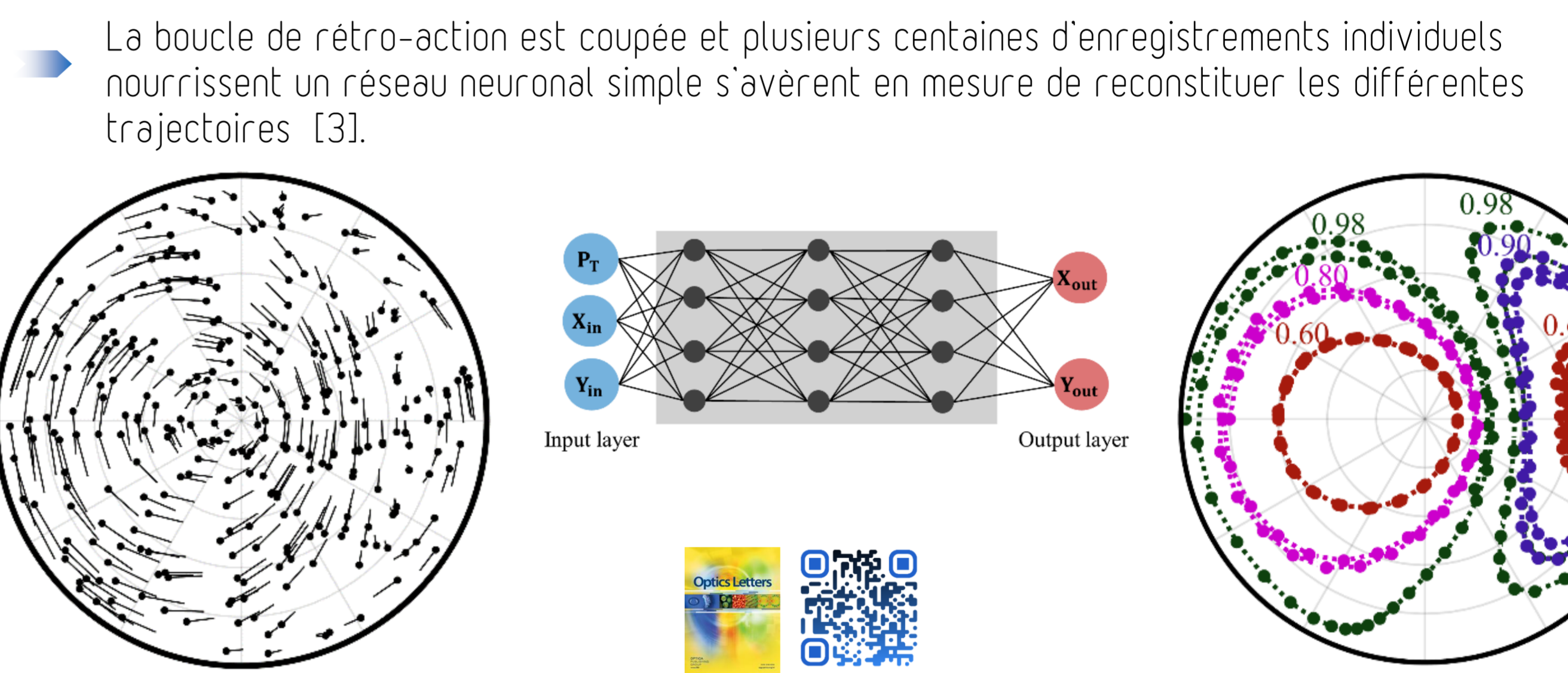


### MONTAGE EXPÉRIMENTAL : CONDITIONS INITIALES SÉQUENTIELLES

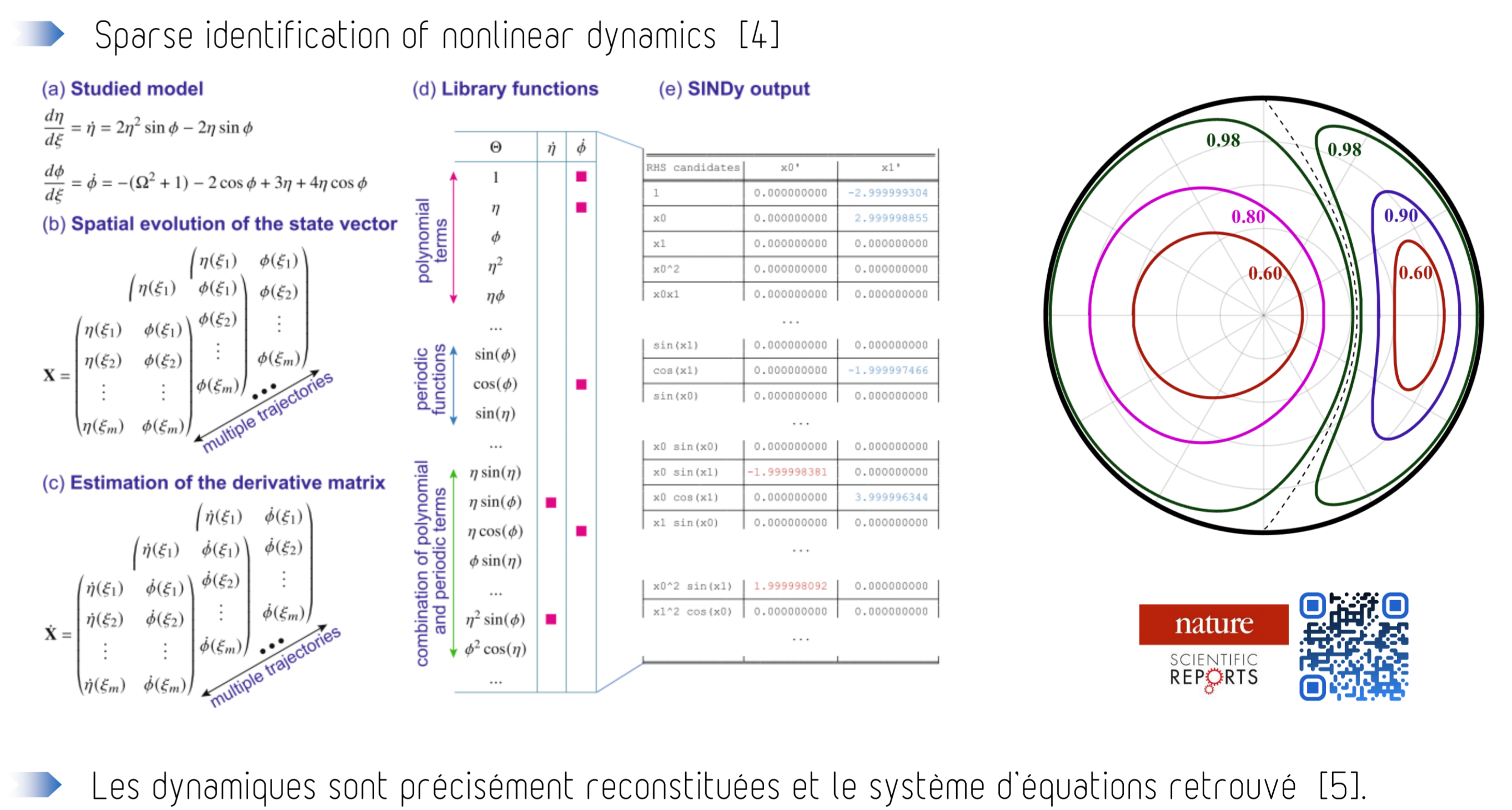


## MÉTHODES D'APPRENTISSAGE MACHINE

### UTILISATION D'UN RÉSEAU NEURONAL

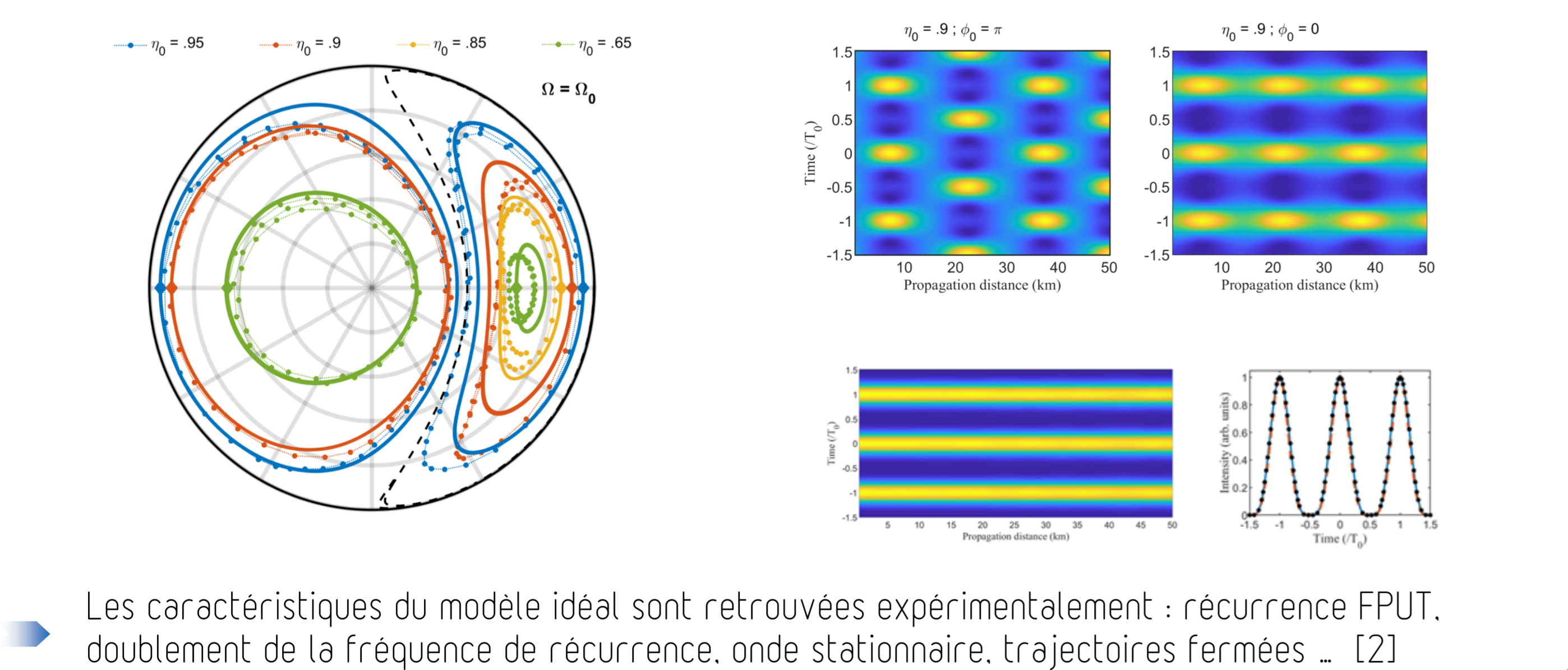


### APPROCHE NUMÉRIQUE SINDY

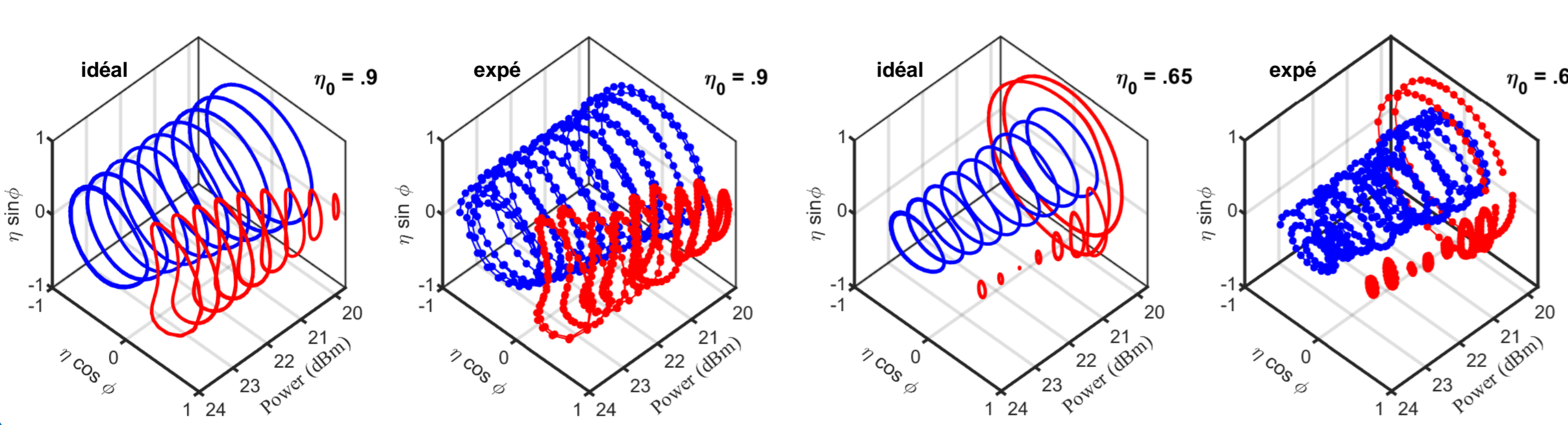


## RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

### PORTRAITS DE PHASE, RÉCURRENCE ET ONDE STATIONNAIRE

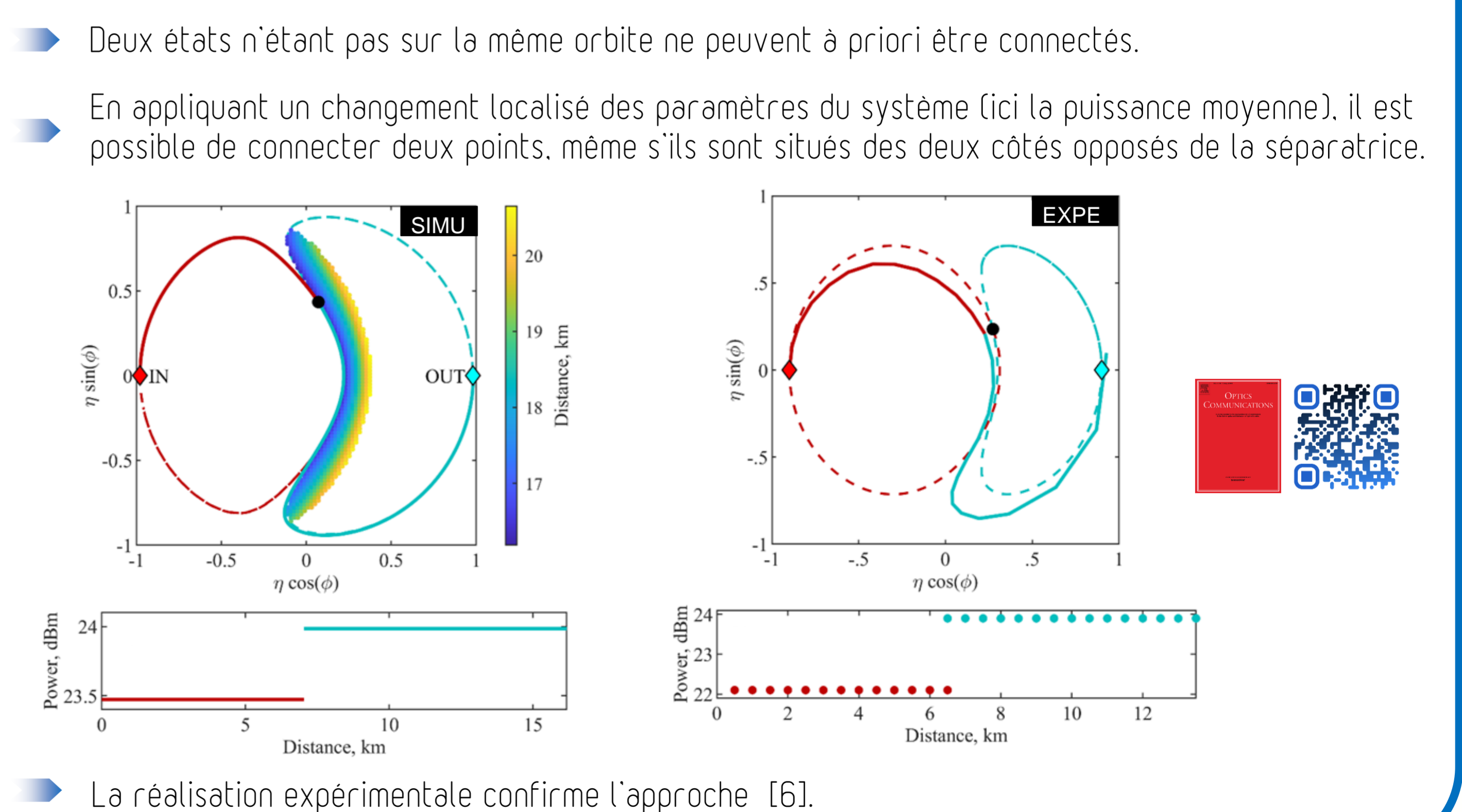


### INFLUENCE DE LA PUISSANCE



## CONTRÔLE DES TRAJECTOIRES

### CONCEPT ET RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX



## RÉFÉRENCES

[1] A. Sheveleva, U. Andral, B. Kibler, P. Colman, J. M. Dudley, and C. Finot, "Idealized Four-Wave Mixing Dynamics in a Nonlinear Schrödinger Equation Fibre System," *Optica* 9, 656-662 (2022).  
[2] G. Cappellini and S. Trillo, "Third-order three-wave mixing in single-mode fibers: exact solutions and spatial instability effects," *J. Opt. Soc. Am. B* 8, 824-838 (1991).  
[3] A. Sheveleva, P. Colman, J. M. Dudley, and C. Finot, "Phase space topology of four-wave mixing reconstructed by a neural network," *Opt. Lett.* 47, 6317-6320 (2022).  
[4] S. L. Brunton, J. L. Proctor, and J. N. Kutz, "Discovering governing equations from data by sparse identification of nonlinear dynamical systems," *Proceedings of the national academy of sciences* 113, 3932-3937 (2016).  
[5] A. V. Ermolaev, A. Sheveleva, G. Genty, C. Finot, and J. M. Dudley, "Data-driven model discovery of ideal four-wave mixing in nonlinear fibre optics," *Scientific Reports* 12, 1-11 (2022).  
[6] A. Sheveleva, P. Colman, J. M. Dudley, and C. Finot, "Trajectory control in idealized four-wave mixing processes in optical fiber," *Opt. Commun.*, 129472 (2023).