

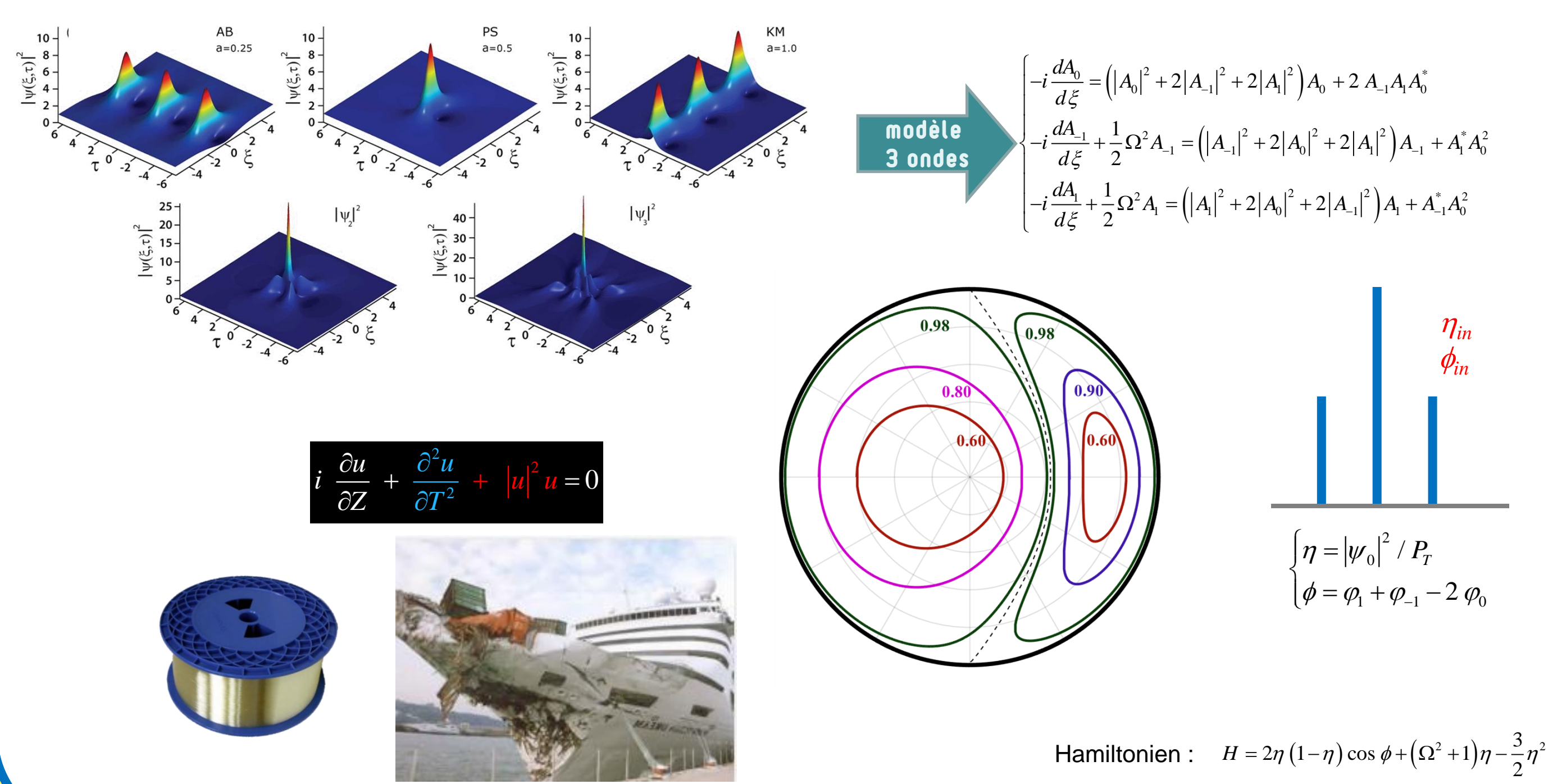


## INTRODUCTION

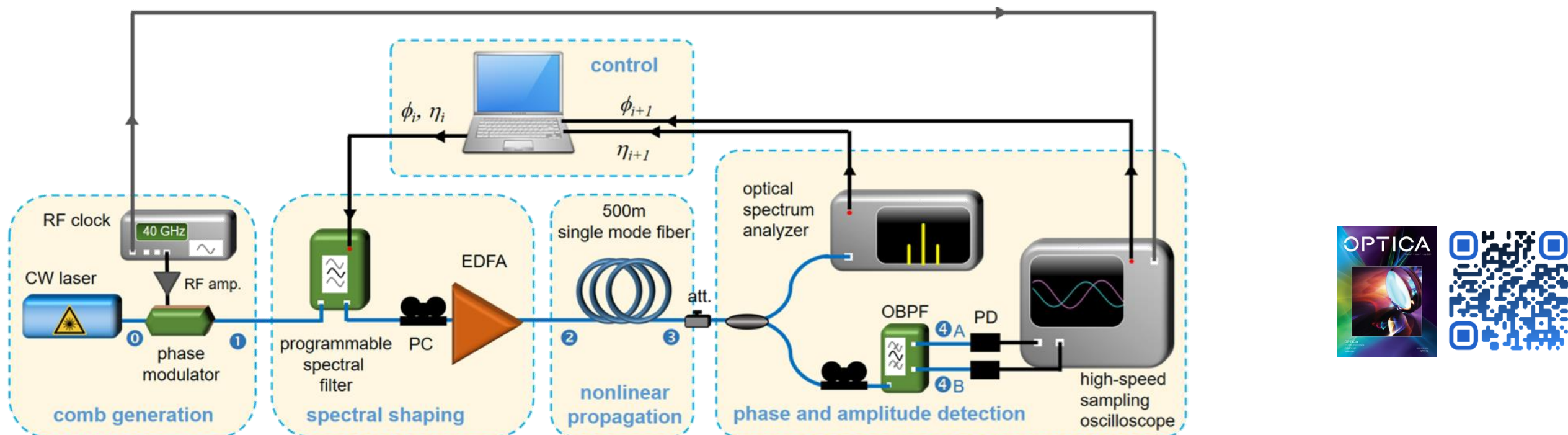
L'équation de Schrödinger non linéaire régit l'évolution des ondes dans de nombreux domaines non linéaires tels que l'hydrodynamique, la physique des plasmas, les condensats de Bose-Einstein et l'optique fibrée. Dans ce dernier cas, l'onde subit des changements dans un milieu dispersif combiné à un déphasage 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'EQUATION DE SCHRÖDINGER NON-LINEAIRE

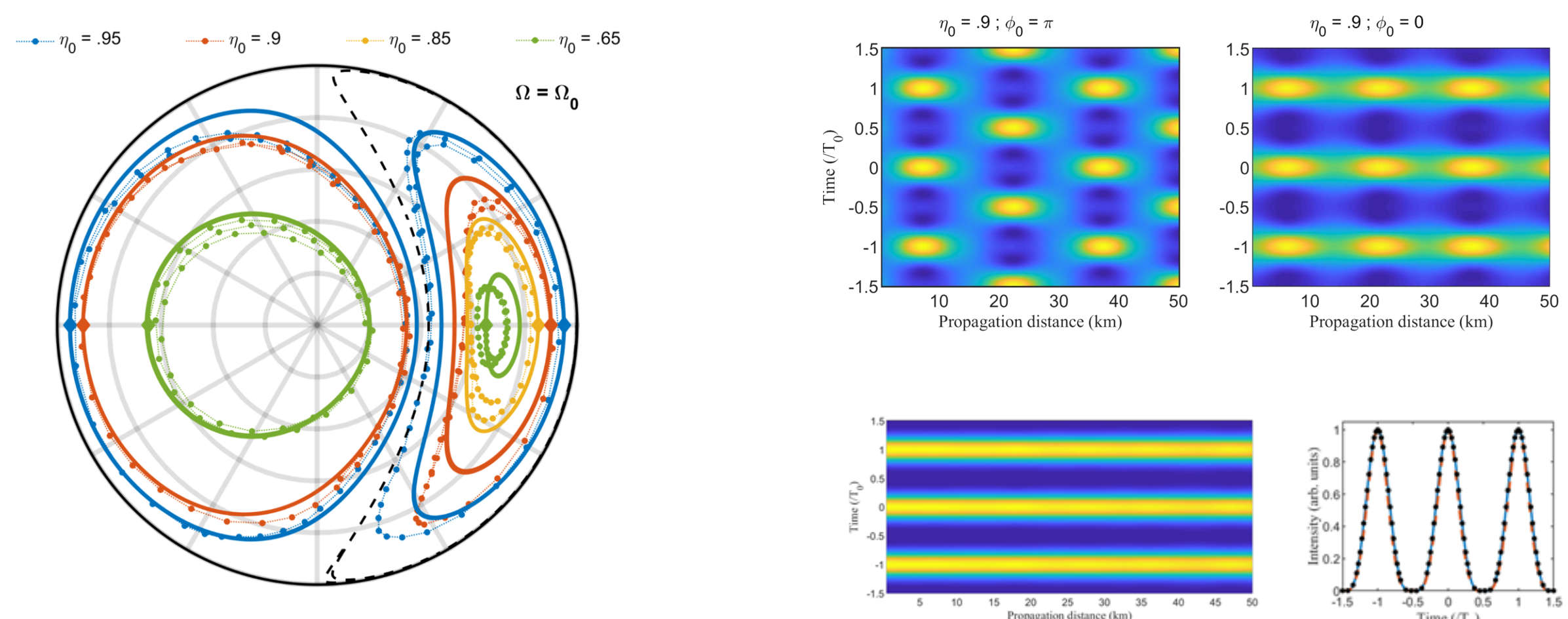


### MONTAGE EXPERIMENTAL : CONDITIONS INITIALES SEQUENTIELLES

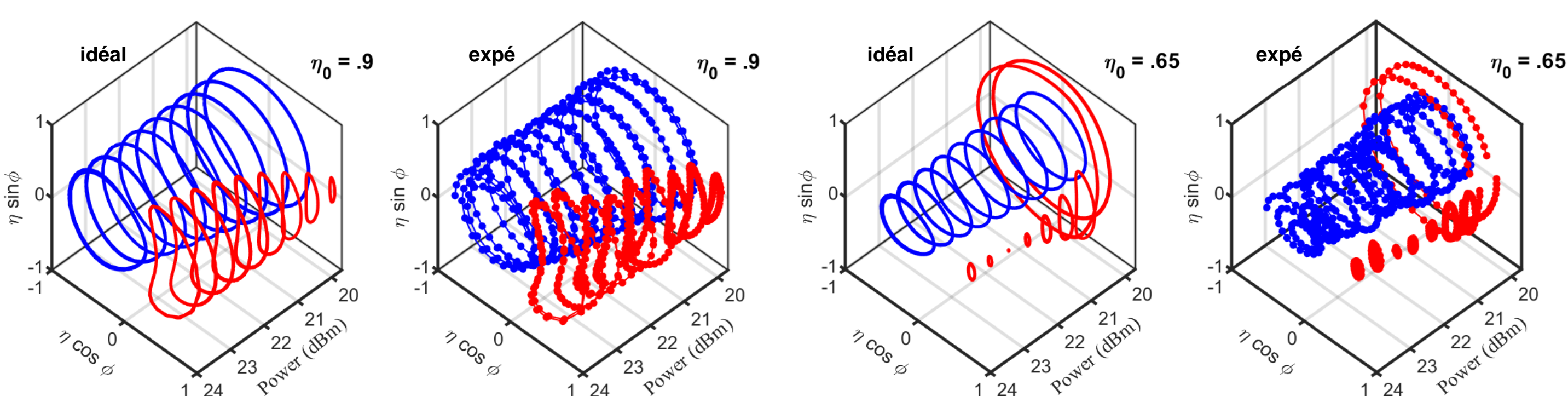


## RÉSULTATS EXPERIMENTAUX

### PORTRAITS DE PHASE, RÉCURRENCE ET ONDE STATIONNAIRE



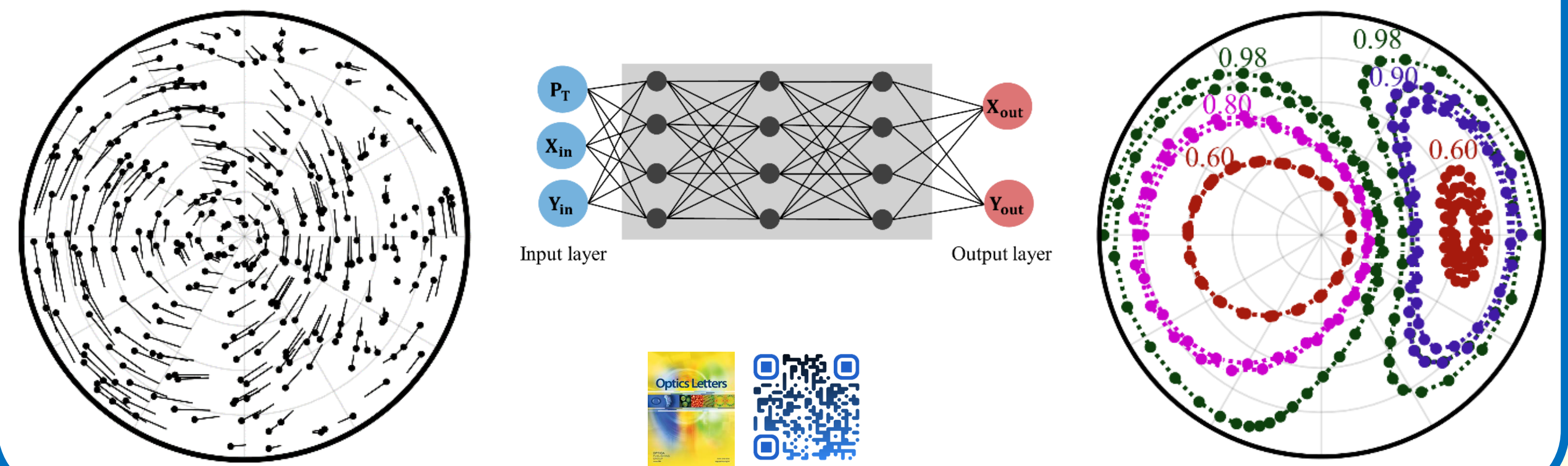
### INFLUENCE DE LA PUISSANCE



## MÉTHODES D'APPRENTISSAGE MACHINE

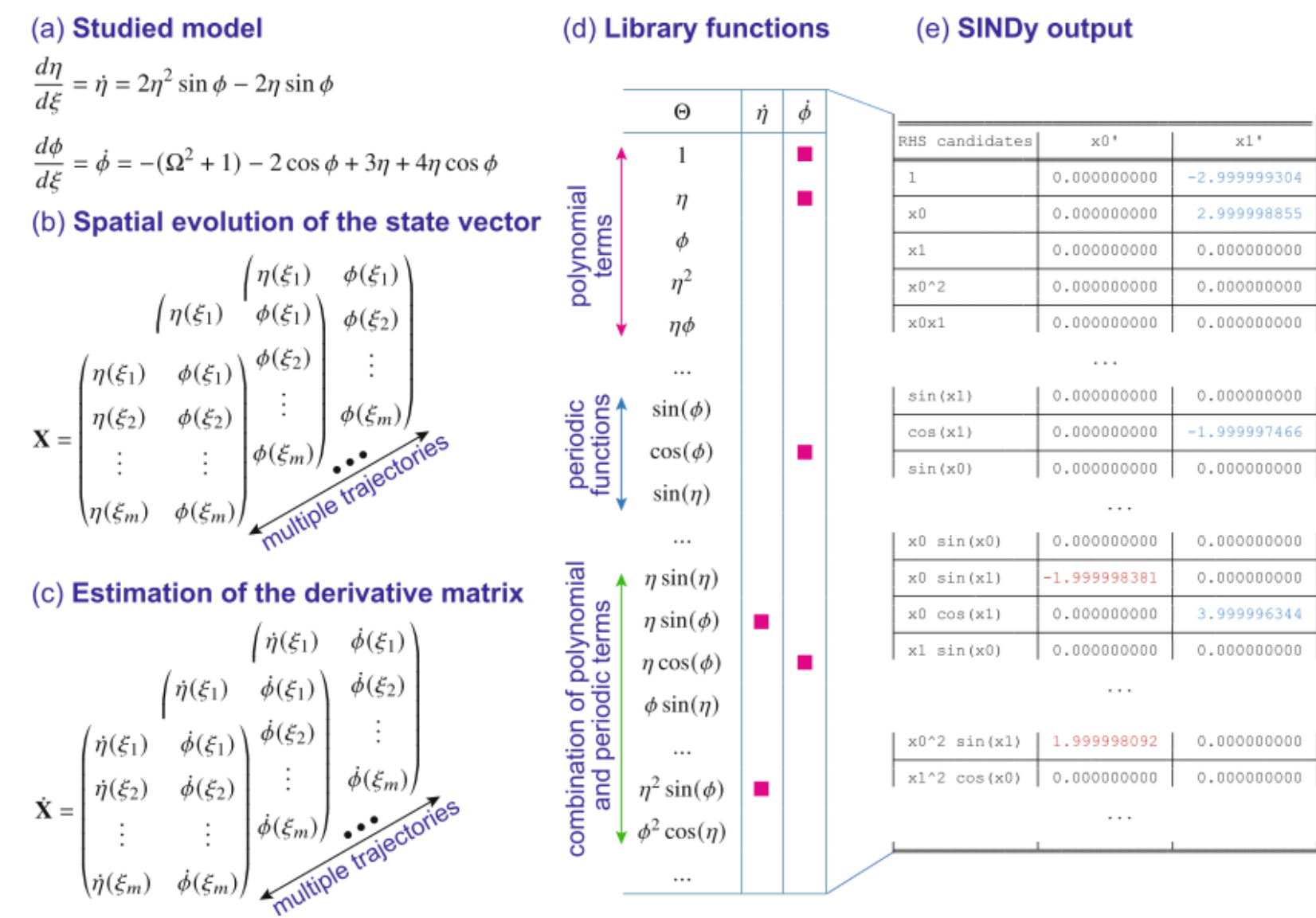
### UTILISATION D'UN RÉSEAU NEURONAL

La boucle de rétro-action est coupée et plusieurs centaines d'enregistrements individuels nourrissent un réseau neuronal simple s'avèrent en mesure de reconstituer les différentes trajectoires [3].



### APPROCHE NUMÉRIQUE SINDY

Sparse identification of nonlinear dynamics [4]



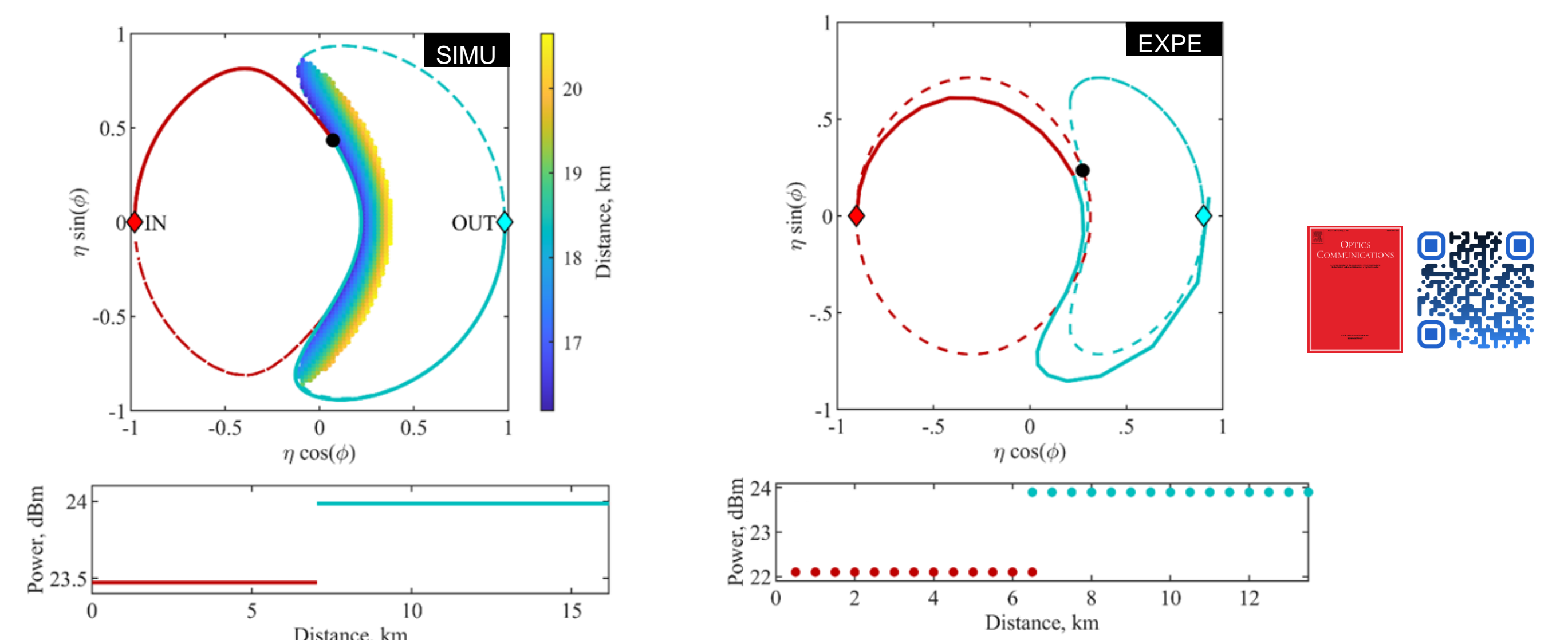
Les dynamiques sont précisément reconstituées et le système d'équations retrouvé [5].

## CONTRÔLE DES TRAJECTOIRES

### CONCEPT ET RÉSULTATS EXPERIMENTAUX

Deux états n'étant pas sur la même orbite ne peuvent a priori être connectés.

En appliquant un changement localisé des paramètres du système (ici la puissance moyenne), il est possible de connecter deux points, même s'ils sont situés des deux côtés opposés de la séparatrice.



## 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).