

Les vagues scélérates en optique

**Etude numérique des événements
extrêmes dans des cavités optiques
non-linéaires étendues**

Les Vagues Scélérates

- Phénomène exceptionnel: ce sont des vagues océanique très hautes, soudaines et ayant une durée d'existence très courte.
- Difficilement observable: leur existence est mise en doute jusqu'au milieu du *XX^{ème}* siècle.

Vague Scélérate vs Tsunami

- Tsunami:

Vague de grande de grande longueur d'onde, qui ne s'élève qu'à l'approche des côtes.

- Vague Scélérate:

Même longueur d'onde que les vagues ordinaires, mais une très grande amplitude.

- Vague Ordinaire: Hauteur de 3m
- Vague de tempête: Hauteur de 10m
- Vague Scélérate: Hauteur de 30m
- Tsunami (au large):
 - Longueur d'onde: 200km
 - Hauteur : quelque dizaine de cm

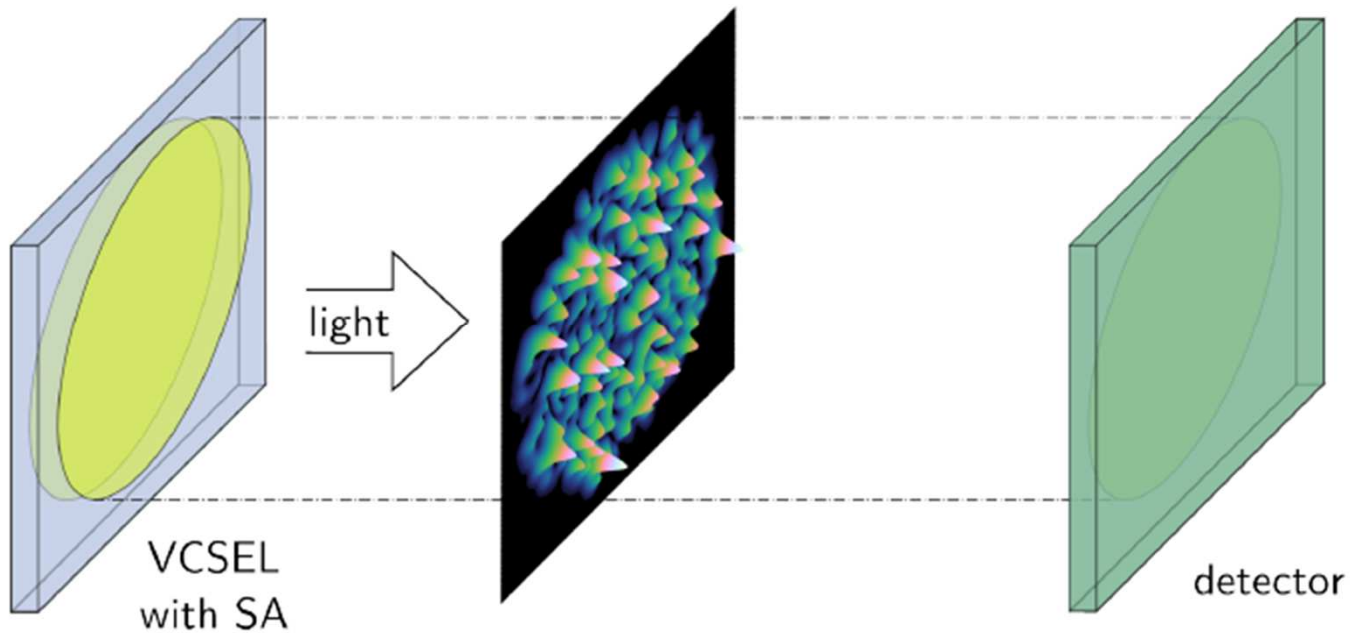
En Optique

- 1^{ère} Observation en 2007 (Solli, Ropers, Koonath, Jalali) :

Dans un système optique constitué d'une fibre optique de microstructure non-linéaire, et proche du palier de génération d'un supercontinuum par fission de soliton.

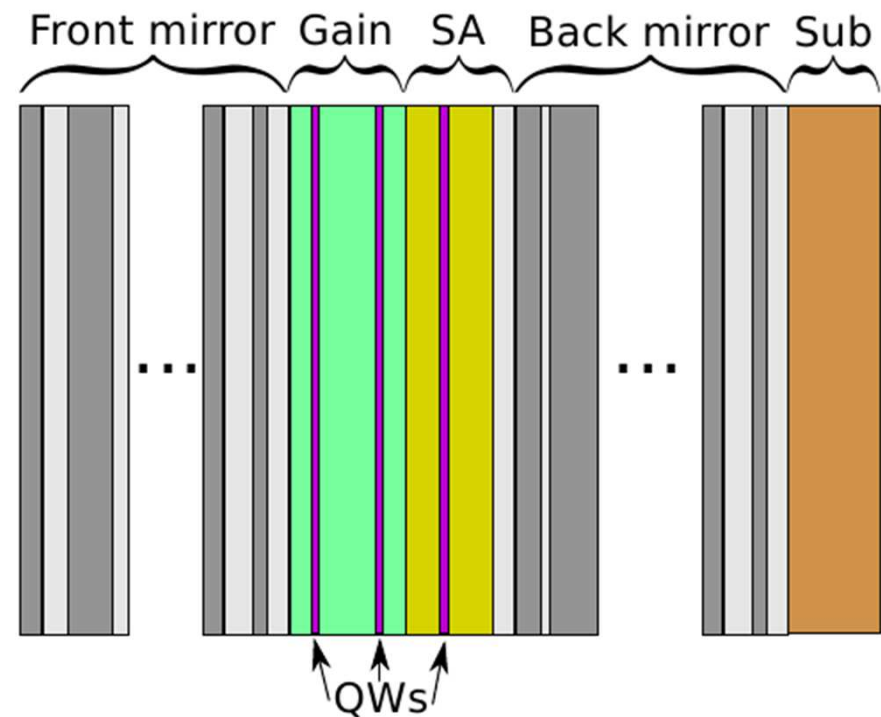
Modèle

- Etude de l'intensité lumineuse émise par un LASER à semi-conducteur (type VCSEL large champ) avec absorbeur saturant.



Structure du LASER

- Deux miroirs
- Un Matériau Actif : 2 puits quantiques (émetteur)
- Un Matériau Passif: 1 puits quantique (absorbeur saturant)



Modèle

- Equations Différentielles décrivant le système:

$$\dot{F} = [(1 - i\alpha)D + (1 - i\beta)d - 1 + (\delta + i)\nabla_{\perp}^2]F$$

$$\dot{D} = b[\mu - D(1 + |F|^2) - BD^2]$$

$$\dot{d} = rb[-\gamma - d(1 + s|F|^2) - Bd^2]$$

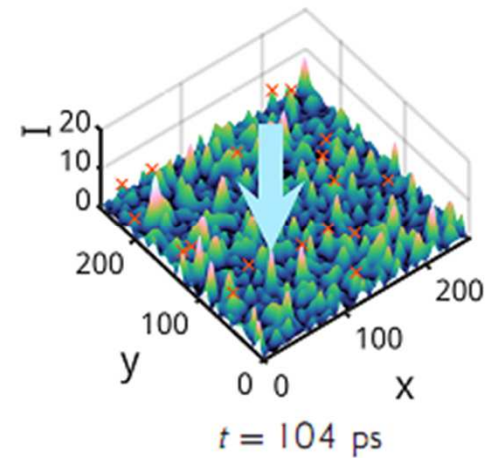
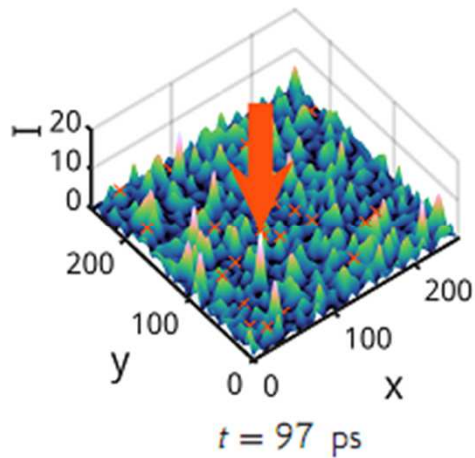
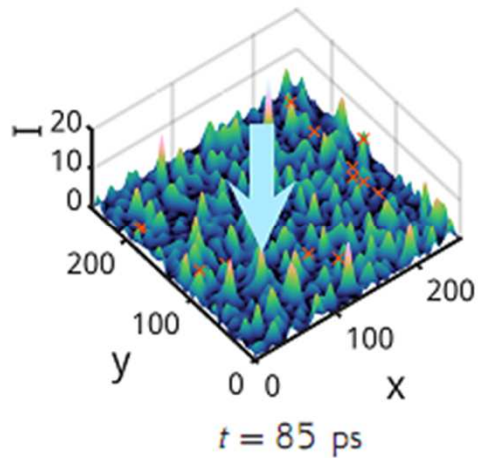
F: Amplitude du champ Electrique.

D: Densité d'atomes émetteurs (inversion de population)

d: Densité d'atomes absorbeurs (dans l'absorbeur saturant)

Modèle

- Simulation Numérique de l'intensité (spatio-temporelle) émise par le LASER.
- Détection des Maxima spatio-temporel d'intensité.



Modèle

- Détection des évènements exceptionnels: les vagues scélérates.
- 2 Critères:

$$I > 2H_s$$

$$I > \langle I \rangle + 8\sigma(I)$$

Avec H_s : Moyenne d'intensité sur le tiers supérieur des maxima spatio-temporels.

$\langle I \rangle$: Intensité moyenne (sur toute les valeurs).

$\sigma(I)$: Dispersion des valeurs d'Intensité.

Modèle

- Analyse Statistique des résultats obtenus.
- Etude pour différents paramètres (r et μ).
- Réduction du modèle à 1 dimension.