
Un prix Nobel de Physique français en 2018 pour les lasers femto

Frédéric Druon
Laboratoire Charles Fabry

- Mme Dona Strickland
- M Gérard Mourou



Pour l'amplification à
dérive de fréquence

CPA

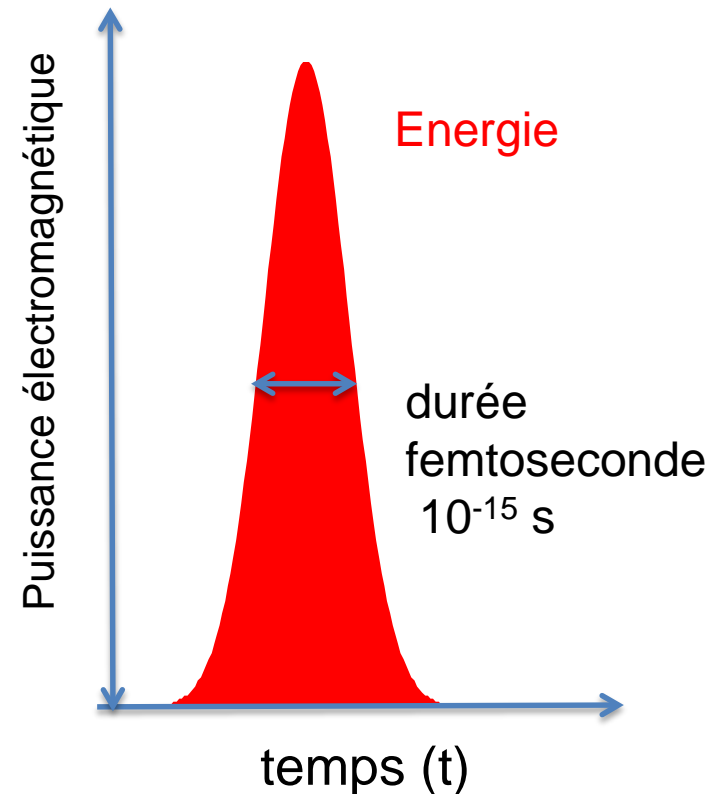
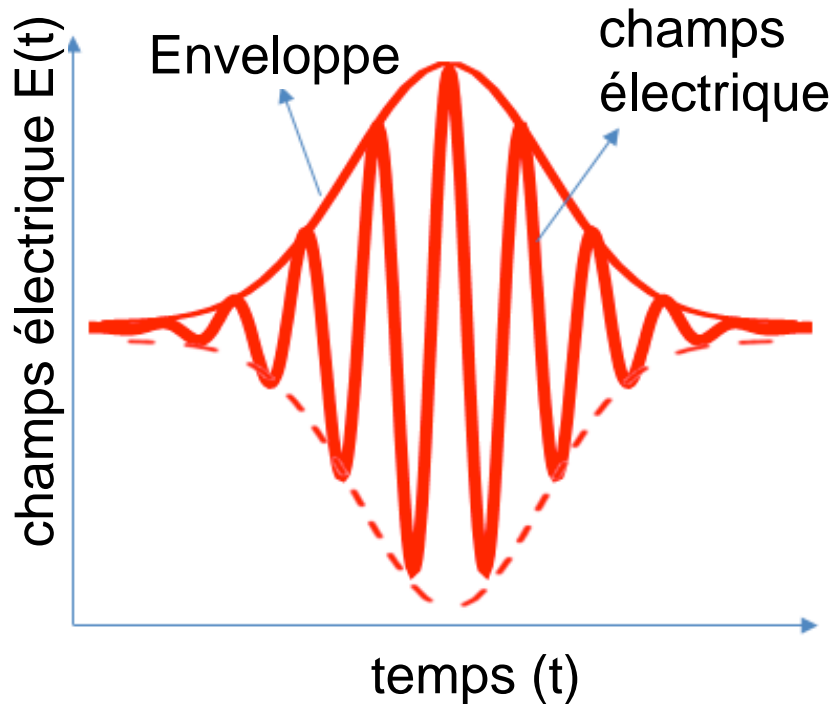
“Chirped Pulse
Amplification”



Un prix Nobel pour une rupture technologique

- Le CPA et la femto?
- Une invention techno
- Des exemples d'amélioration techno
- Des applications phares

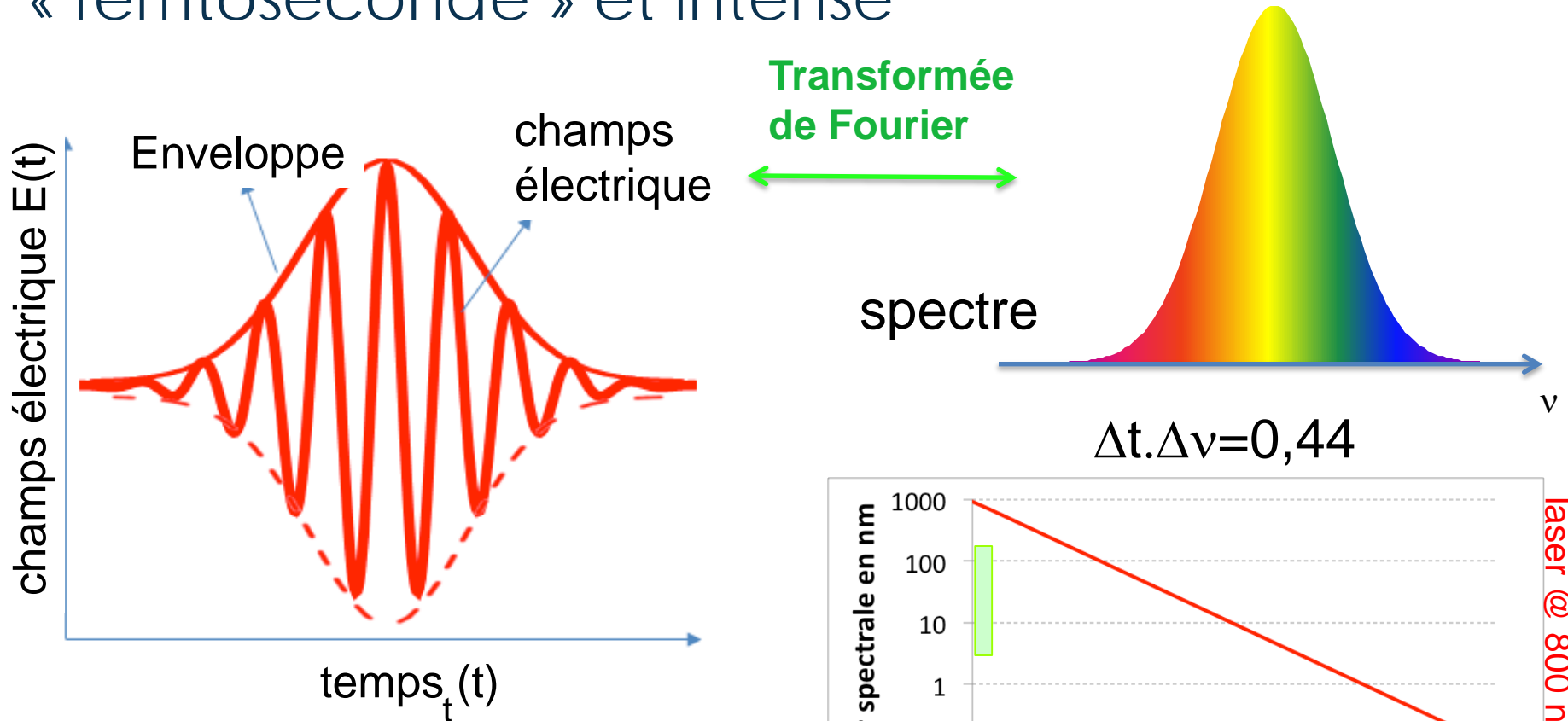
- Différentes manières de décrire une impulsion « femtoseconde » et intense



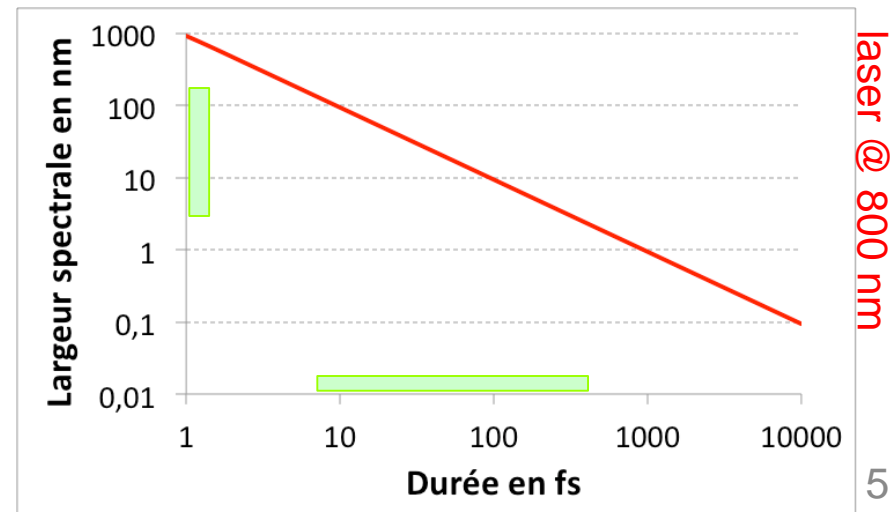
Forte puissance crête
Impulsion Intense

$$P_{\text{crête}} = \frac{E}{\Delta t} \quad I_{\text{crête}} = \frac{E}{S\Delta t}$$

- Différentes manières de décrire une impulsion « femtoseconde » et intense

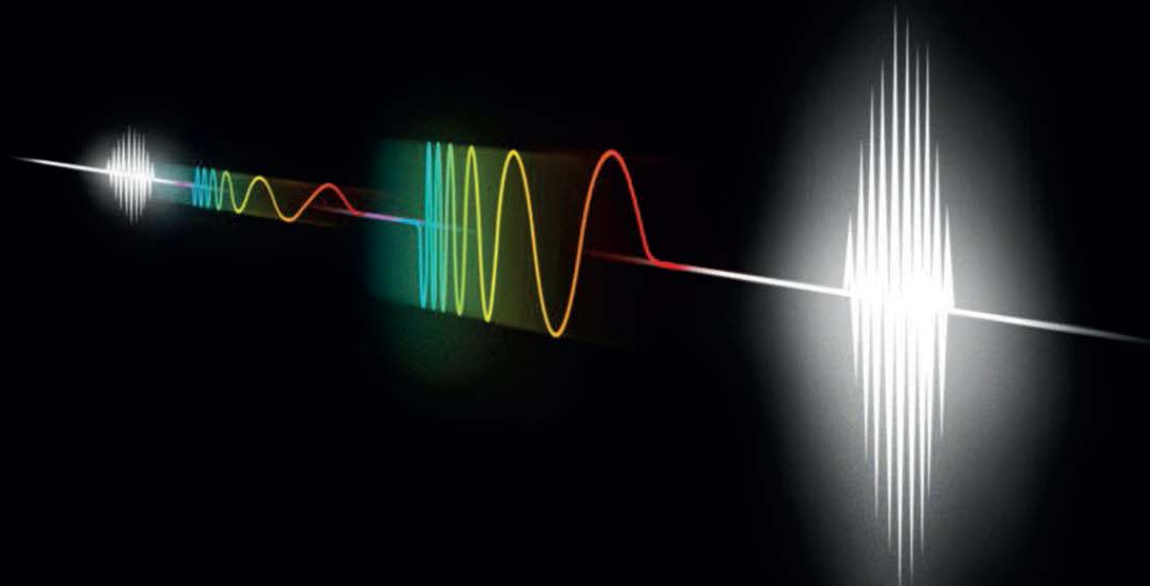


Durée courte \Leftrightarrow spectre large
 donc possibilité de "CHIRP"



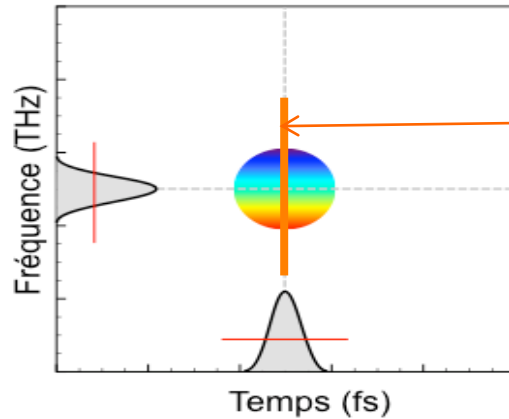
- le gazouillis du CPA

la dérive de fréquence
ou dispersion chromatique



- Le « Pulse » du CPA est femtoseconde

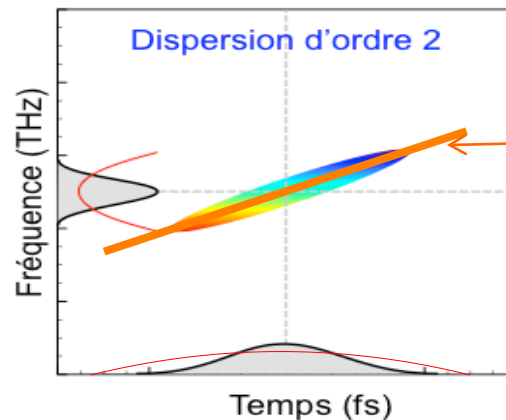
- Sans dérive de fréquence



Dérive de fréquence nulle

- impulsion comprimée courte et intense

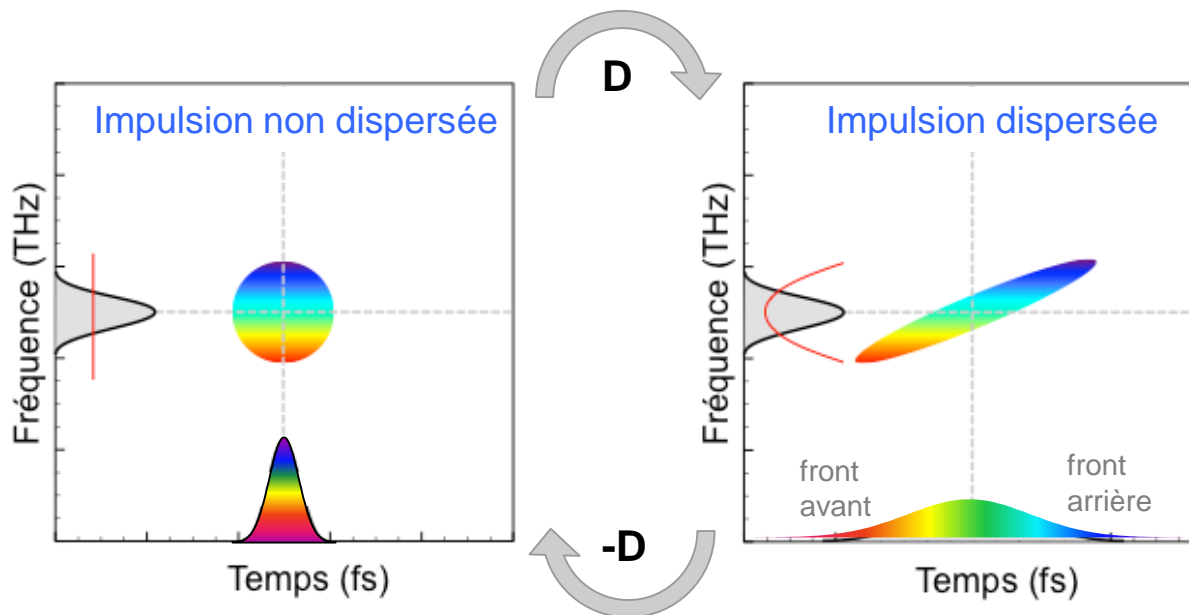
- Avec une dérive de fréquence linéaire



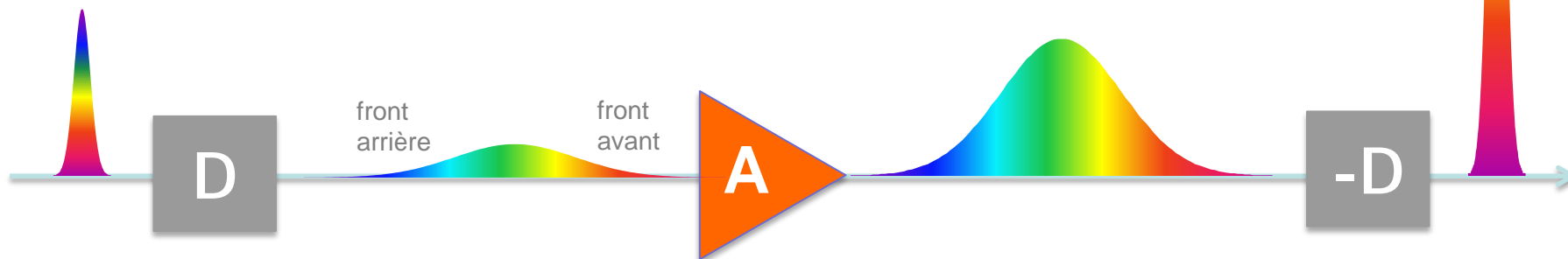
Dérive de fréquence linéaire

- impulsion étirée longue et peu intense

Amplification à dérive de fréquence



Opération réversible



- Le CPA et la femto?
- Une invention techno
- Des exemples d'amélioration techno
- Des applications phares

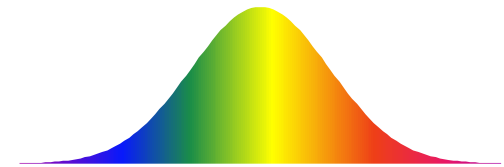
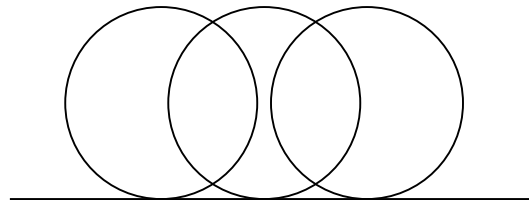
le premier étireur : du verre (une fibre optique)

D

Etireur



**matériaux= dispersion
chromatique**



L'indice de réfraction dépend de la longueur d'onde

La vitesse de propagation aussi

d'où la dispersion chromatique

Comment comprimer une impulsion étirée

1969

Compresseur

-D

IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, VOL. QE-5, NO. 9, SEPTEMBER 1969

Optical Pulse Compression With Diffraction Gratings

EDMOND B. TREACY, MEMBER, IEEE

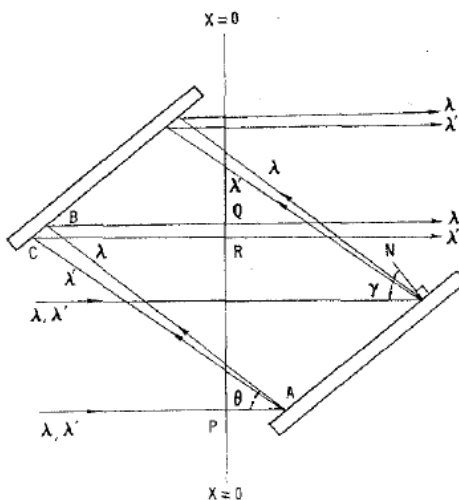
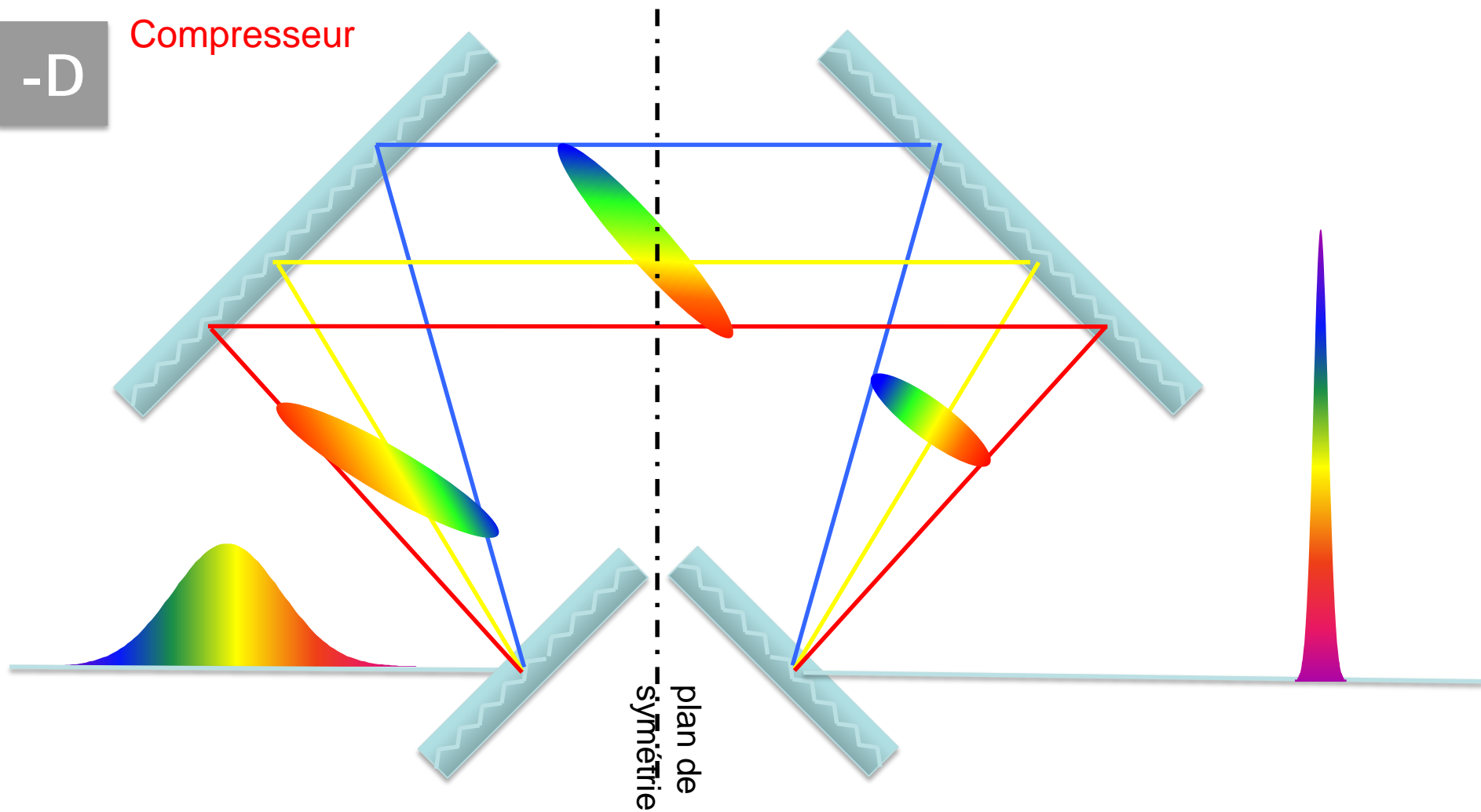


Fig. 1. Geometrical arrangement of diffraction gratings used for pulse compression, etc. The angle of incidence is γ , and θ is the acute angle between the incident and diffracted rays. The ray paths are shown for two wavelength components with $\lambda' > \lambda$. Since the path length for λ' is greater than that for λ , longer wavelength components experience a greater group delay.

Comment comprimer une impulsion étirée

-D

Compresseur



- étireur à fibre+ Nd:verre+compresseur à réseaux

Volume 55, number 6

OPTICS COMMUNICATIONS

15 October 1985

1985

COMPRESSION OF AMPLIFIED CHIRPED OPTICAL PULSES

Donna STRICKLAND and Gerard MOUROU

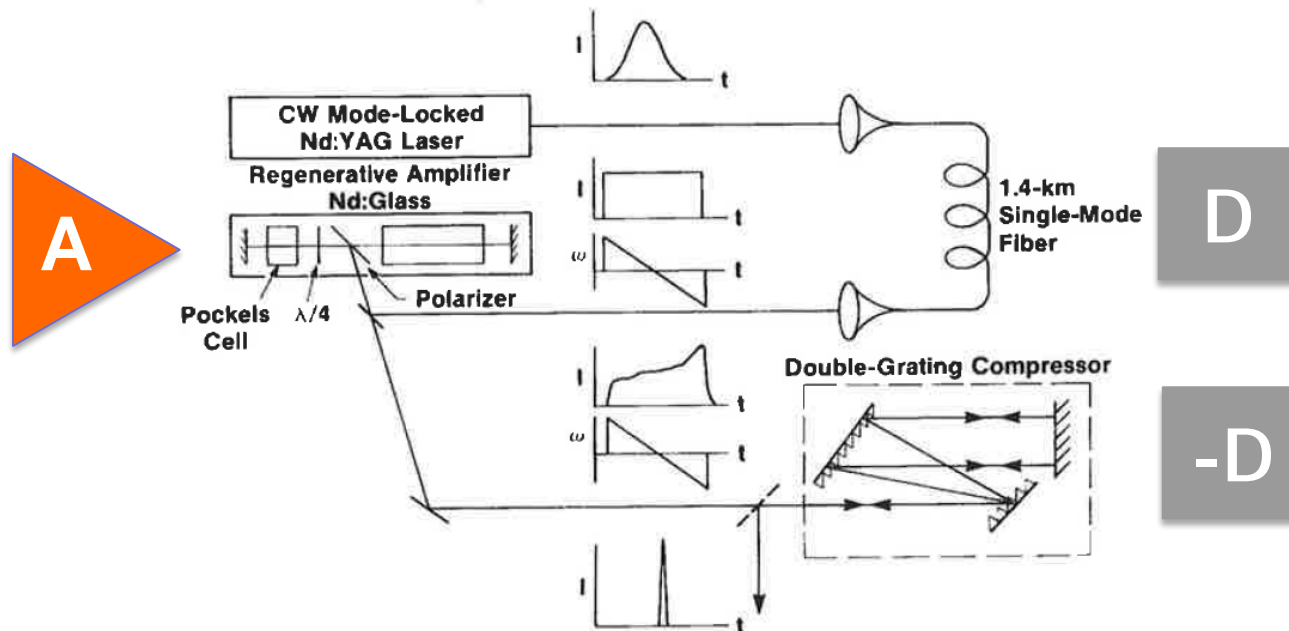


Fig. 1. Amplifier and compression system configuration.

- Limitation en intensité crête:

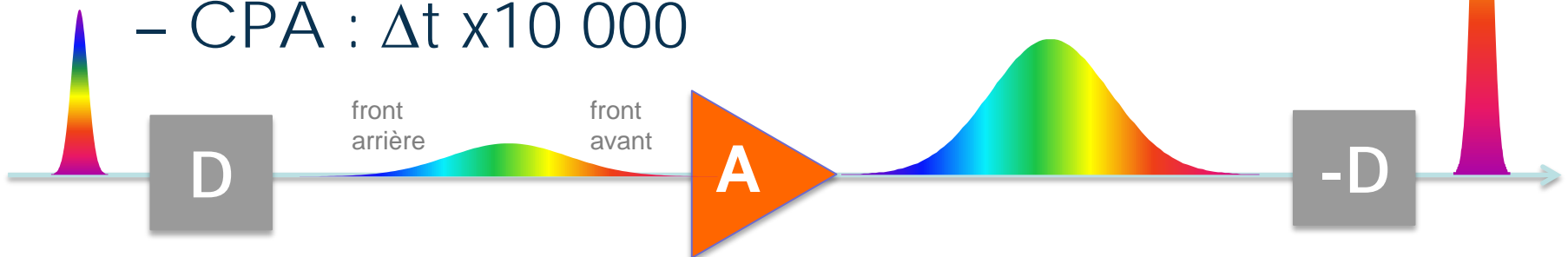
$$I_{\text{crête}} = \frac{E}{S\Delta t}$$

- installation à grande échelle (spatiale)



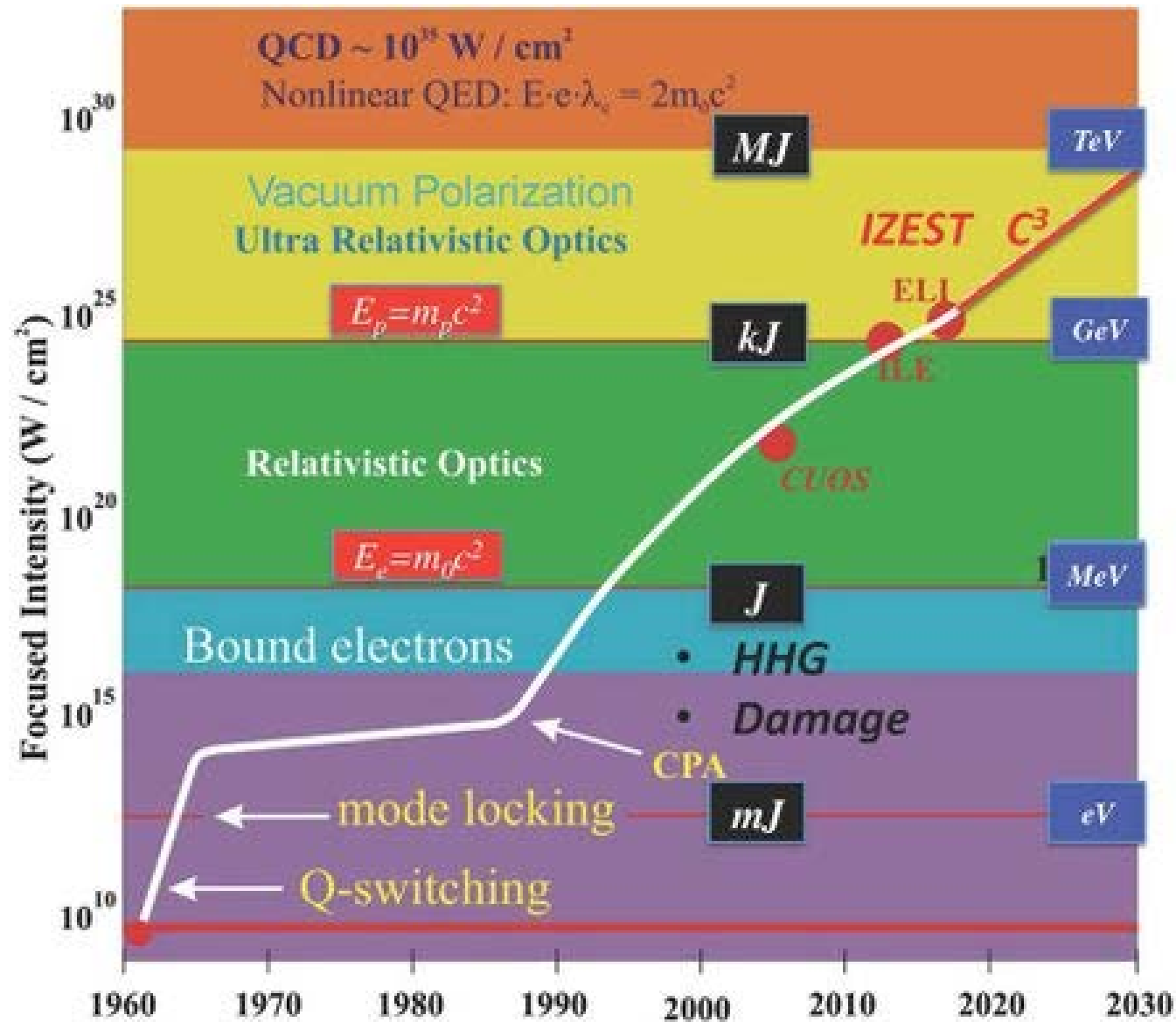
- Utilisation de la dimension temporelle

- CPA : $\Delta t \times 10\ 000$



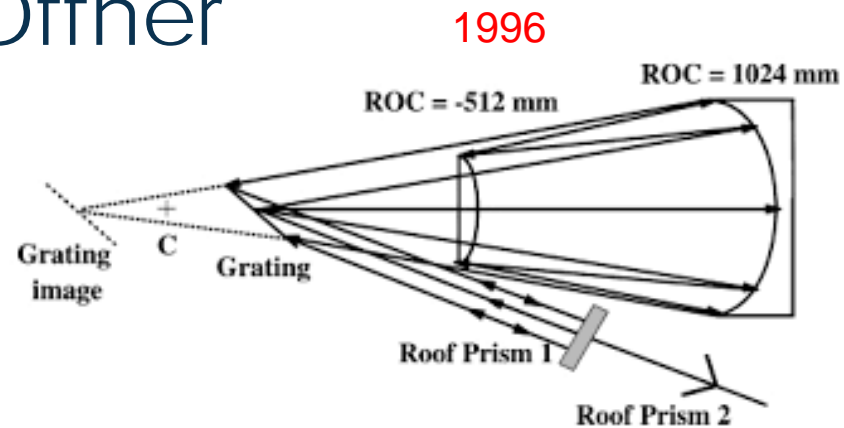
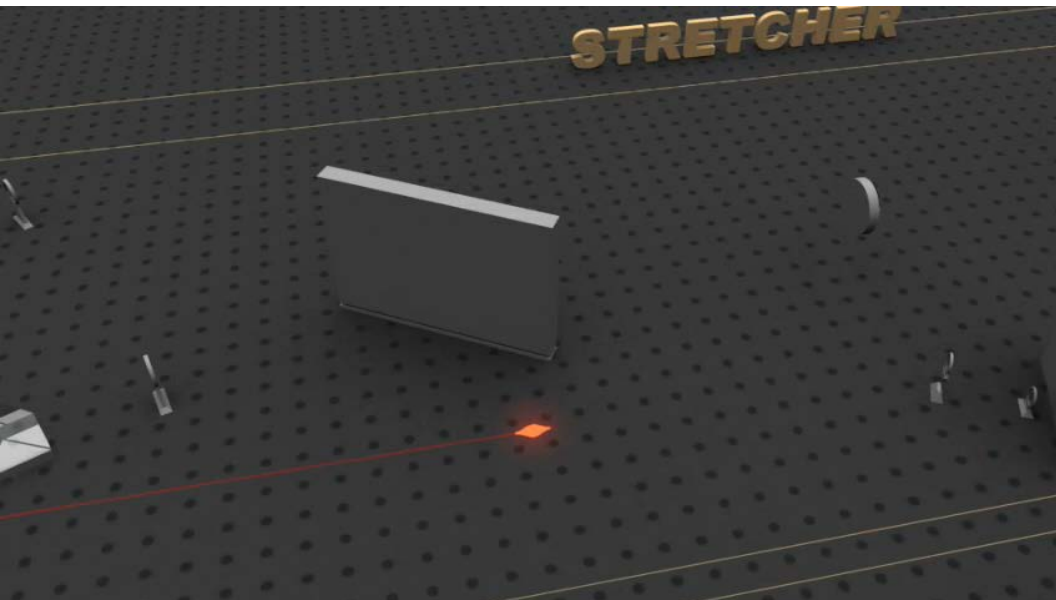
Naissance des T³ lasers : TW Table Top Lasers

le CPA : une rupture techno



- Le CPA et la femto?
- Une invention techno
- Des exemples d'amélioration techno
- Des applications phares

- Etireur analogue au compresseur : avec des réseaux
- Puis sans aberrations optique de type Offner

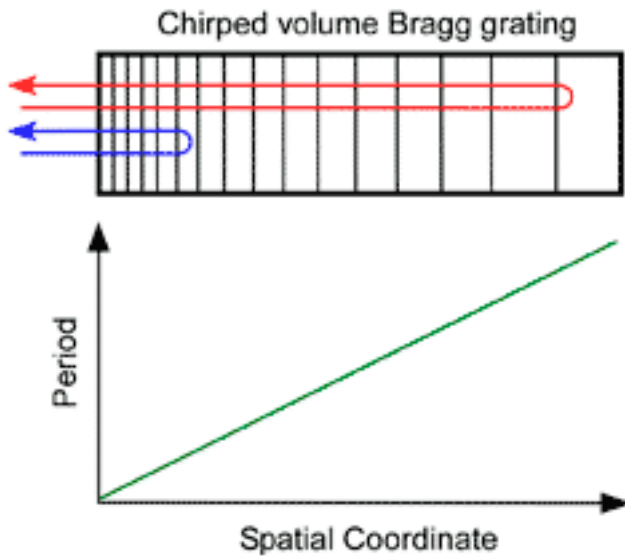


G. Cheriaux, LOA (1996)

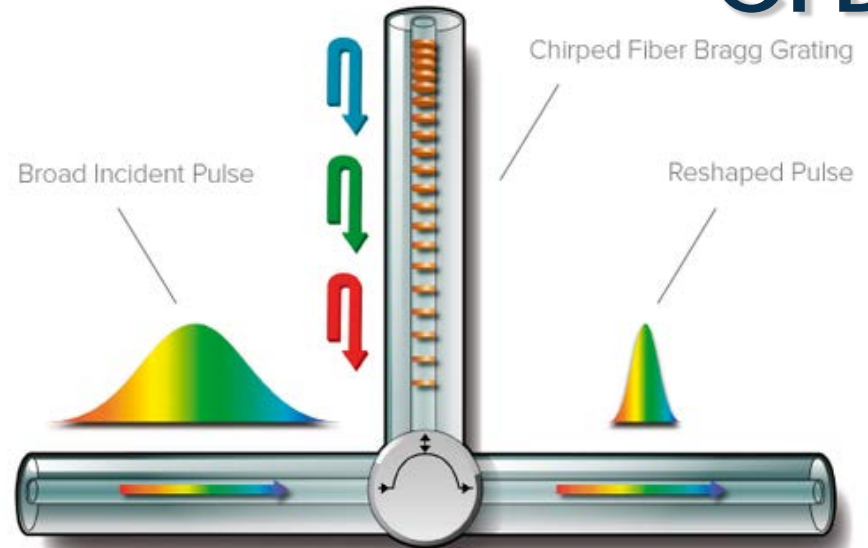
Etireur typique
des lasers PW
actuels

Etireurs à réseaux de Bragg "chirpés"

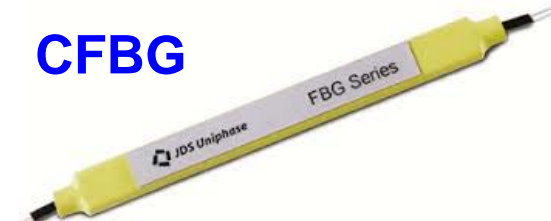
CVBG



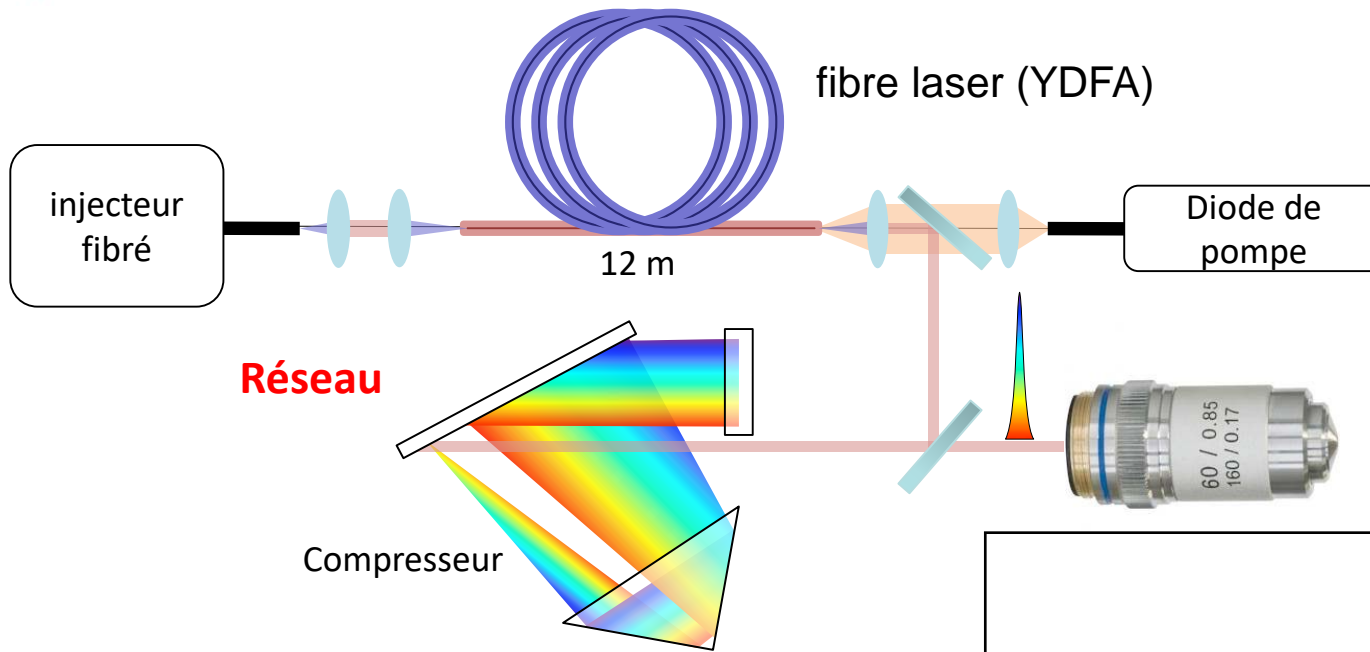
CFBG



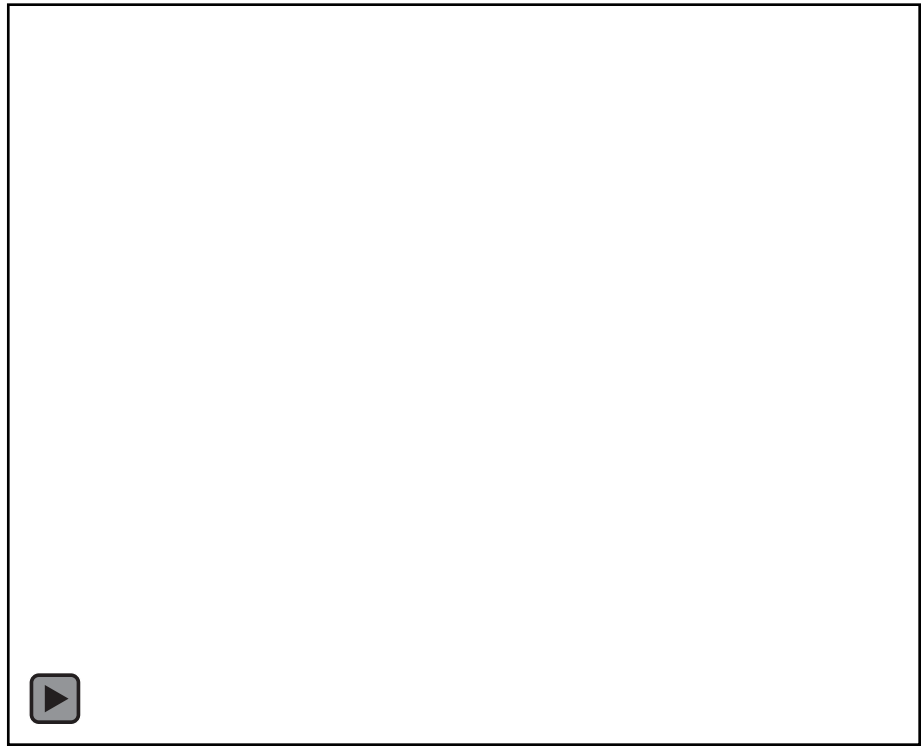
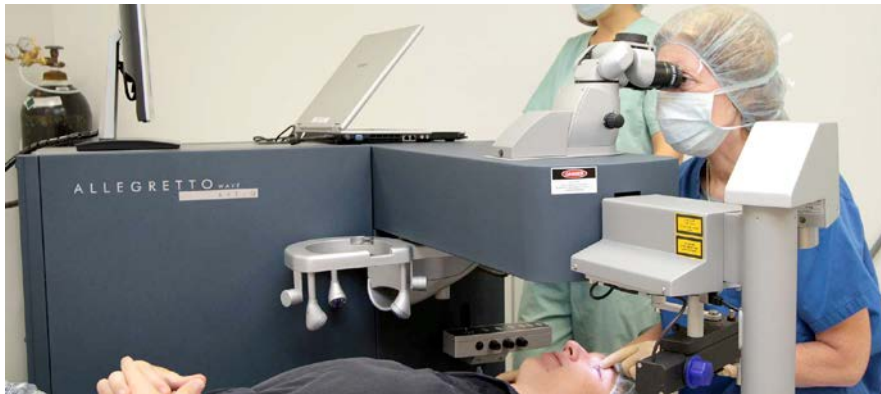
- petit et intégrable



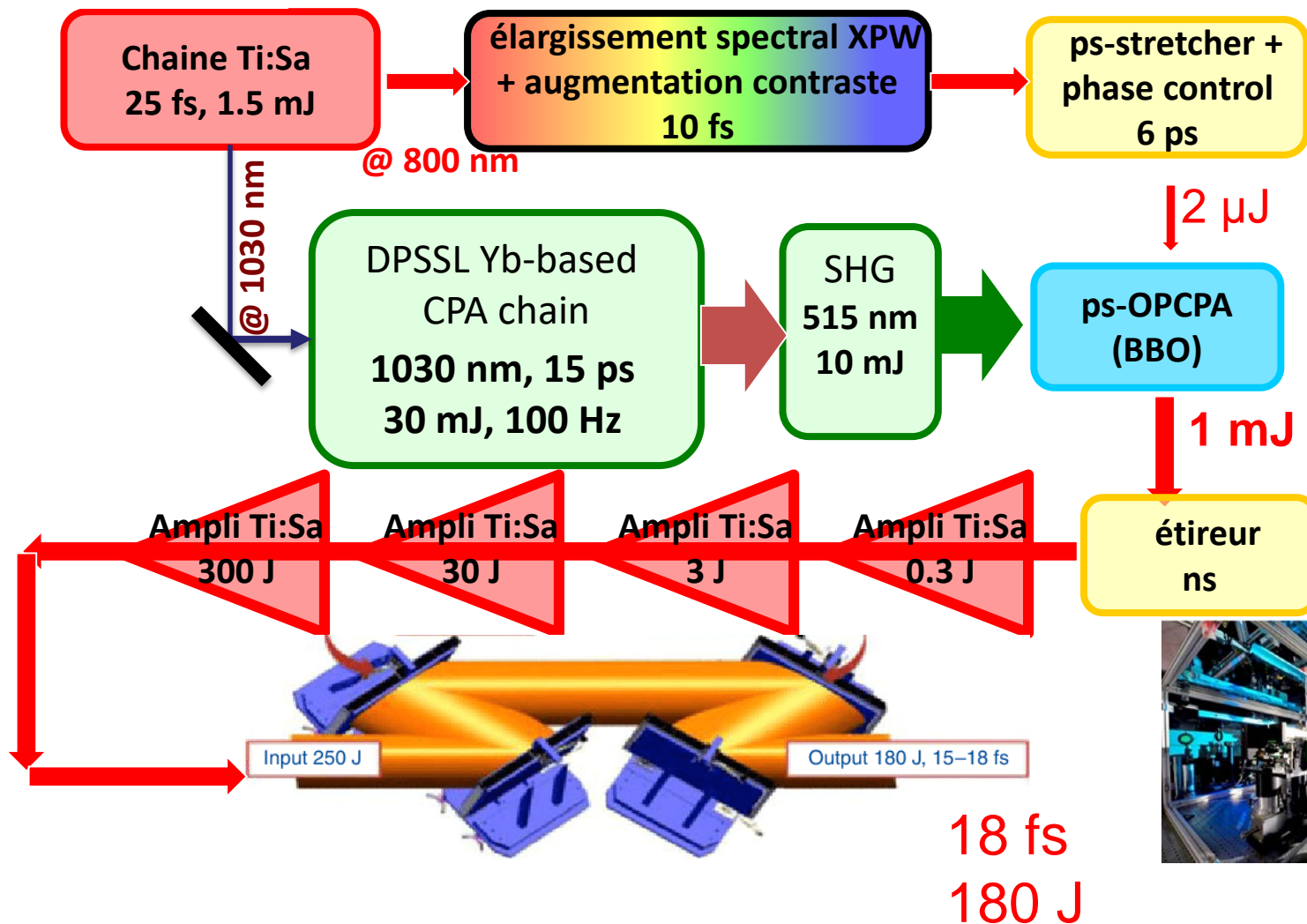
- Le CPA et la femto?
- Une invention techno
- Des exemples d'amélioration techno
- Des applications phares

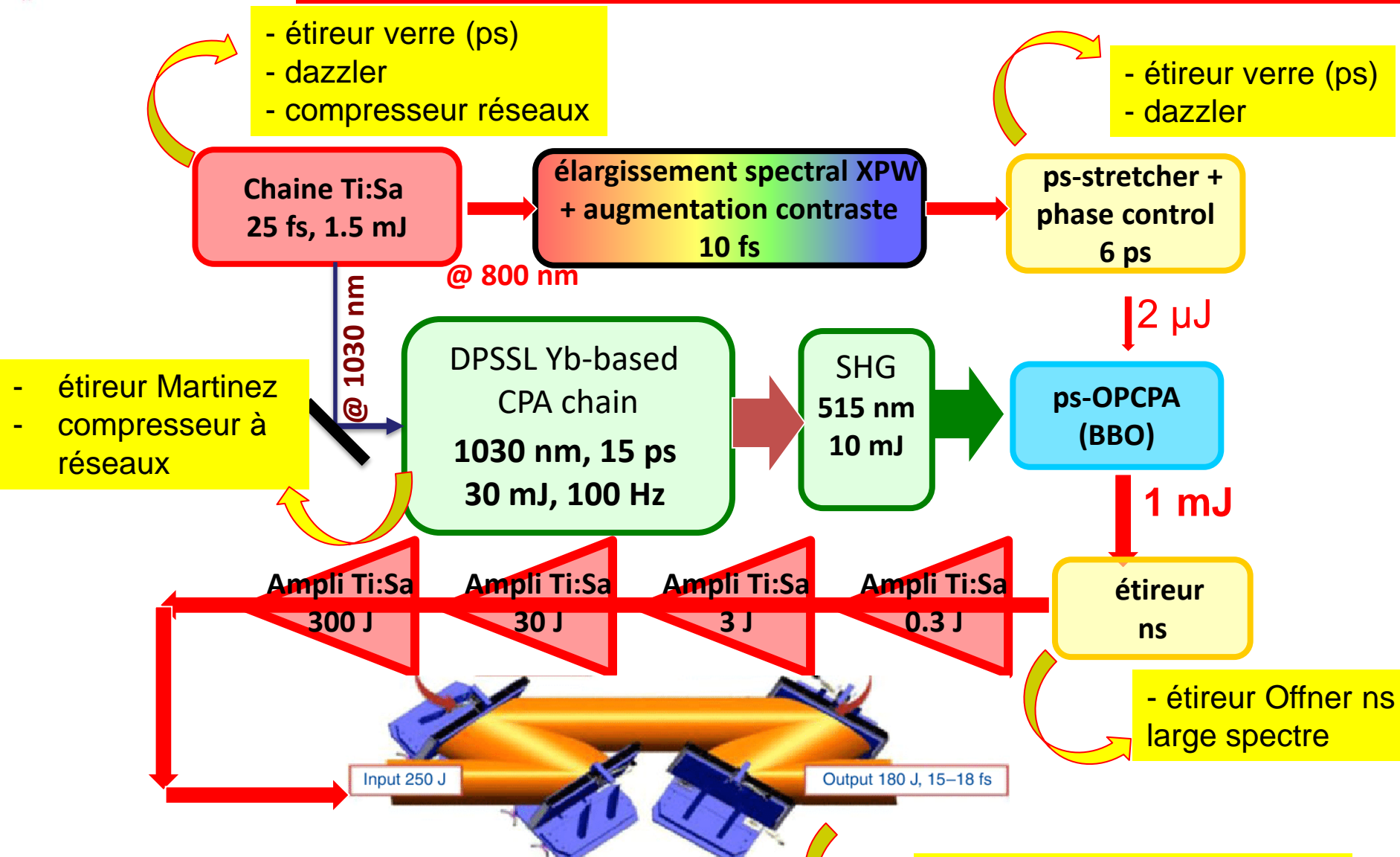


Impulsion intense
puissance crête : **GW**
intensité : **TW/cm²**



Apollon Schéma du laser Apollon 10P (LULI)

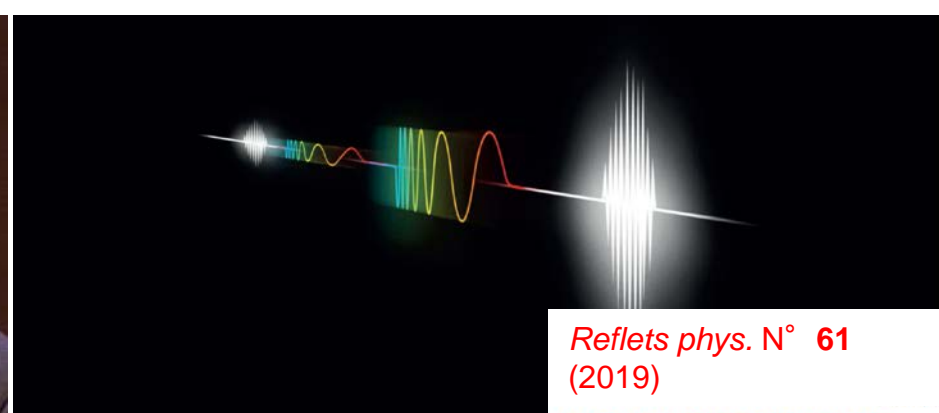




- Une 10 aine d'éléments pour contrôler la dérive de fréquence

- compresseur haute énergie

- Le CPA : une invention technologique
- Fort impact sur les lasers intenses, femto
- Des développements permanents
- Applications sociétales et académiques



Reflets phys. N° 61
(2019)

Générer des impulsions
laser ultra-brèves
de très haute intensité :
la technique du CPA

Chirped pulse amplification ou amplification par dérive de fréquence

Un prix Nobel pour une rupture technologique