

# Missions actuelles de géodésie

## Champ:

mesure GPS 3D de la trajectoire d'une masse test  
limité aux moments d'ordre faible

## GRACE:

2 satellites sur la même orbite (200 km)  
mesure 3D des masses test  
mesure longitudinale par interférométrie RF  
orbite basse, vie limitée

## GOCE:

mesure de gradient (3 masses test dans 1 satellite)  
orbite basse, faible durée de vie

# Appel d'offres ESA 2004

- Objectif : mission “post GOCE”
  - Plusieurs satellites, métrologie optique 3D, résolution axiale nanométrique
  - Haute résolution
  - moments d'ordre élevé ( $> 200$ ) **et** orbite pas trop basse

1<sup>ère</sup> phase: définir les grandes lignes d'un projet adapté et les actions de R&D à soutenir (pour un lancement dans 10 ans)

Puis, R&D et définition du projet

- Candidature Alcatel, ESA choisit ALENIA

# (Mes) conclusions

- Identification de technologies nouvelles ouvrant des perspectives nouvelles
- Des compétences en France  
(OCA , ONERA, SYRTE, GRGS...)

Des efforts à effectuer:

pour rejoindre la mouvance ESA  
pour générer de nouveaux projets  
GRGS, GREX ???

# Technologies d'avenir

Liens lasers cohérents

Mesures de distances

Communications

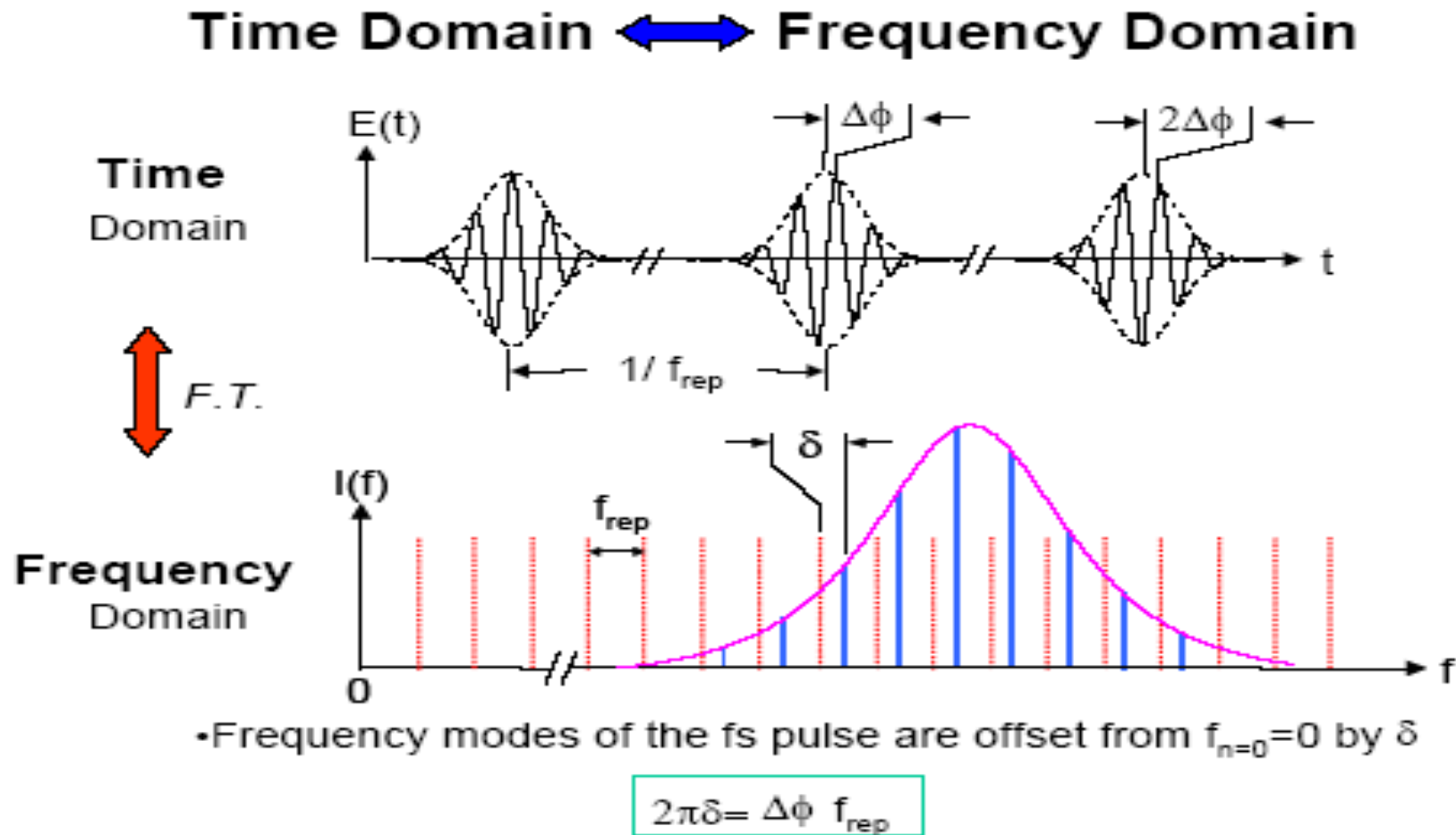
Interférométrie multi longueur d'onde

$\lambda_1, \lambda_2 \rightarrow$  longueur d'onde synthétique

$$\Lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 / (\lambda_1 - \lambda_2)$$

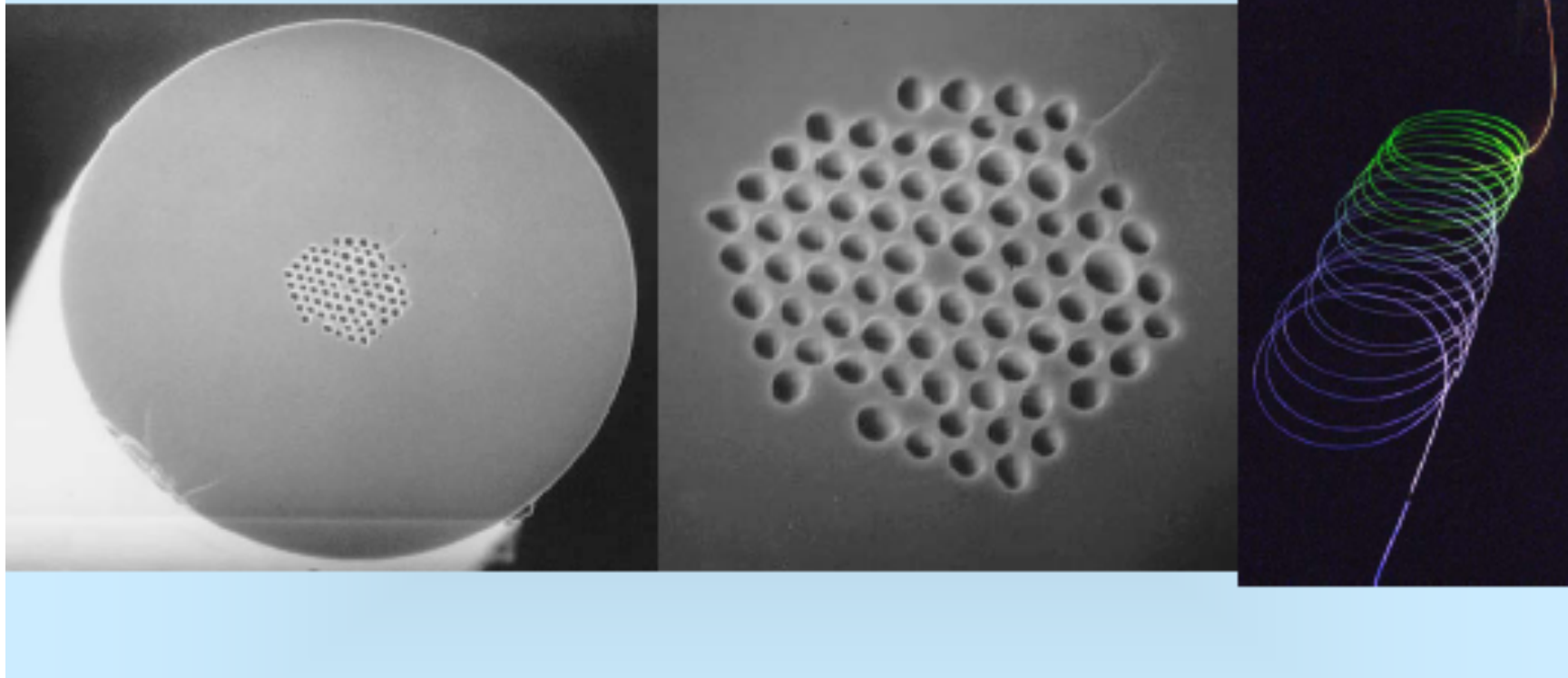
Un outil de base: frequency combs (peignes laser)

# Frequency comb (1)

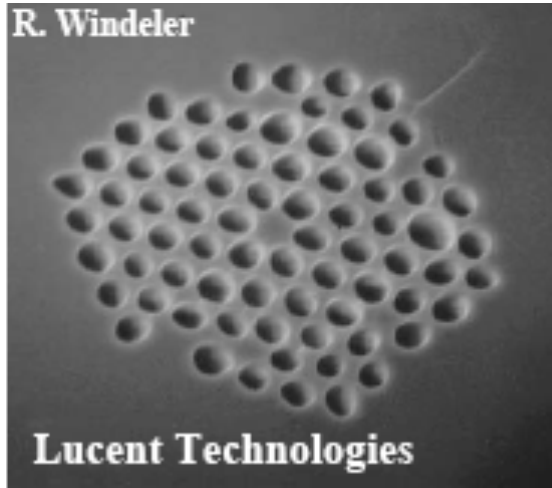


# Frequency comb (2)

## Honeycomb Microstructure Optical Fiber



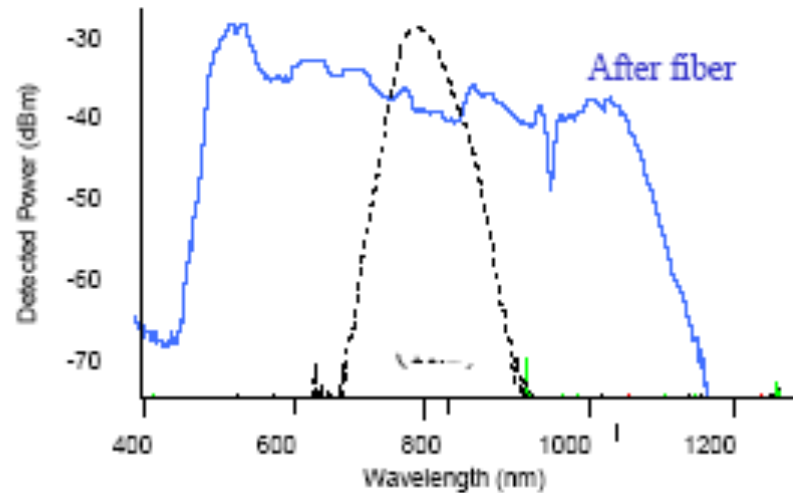
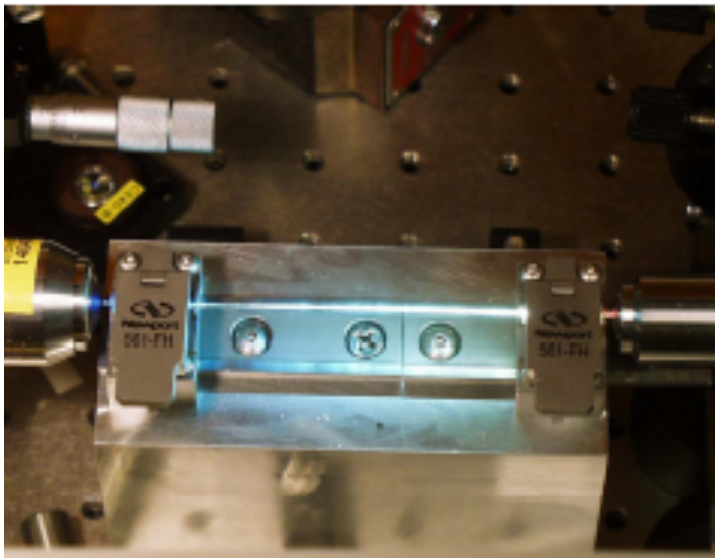
# Frequency comb (3)



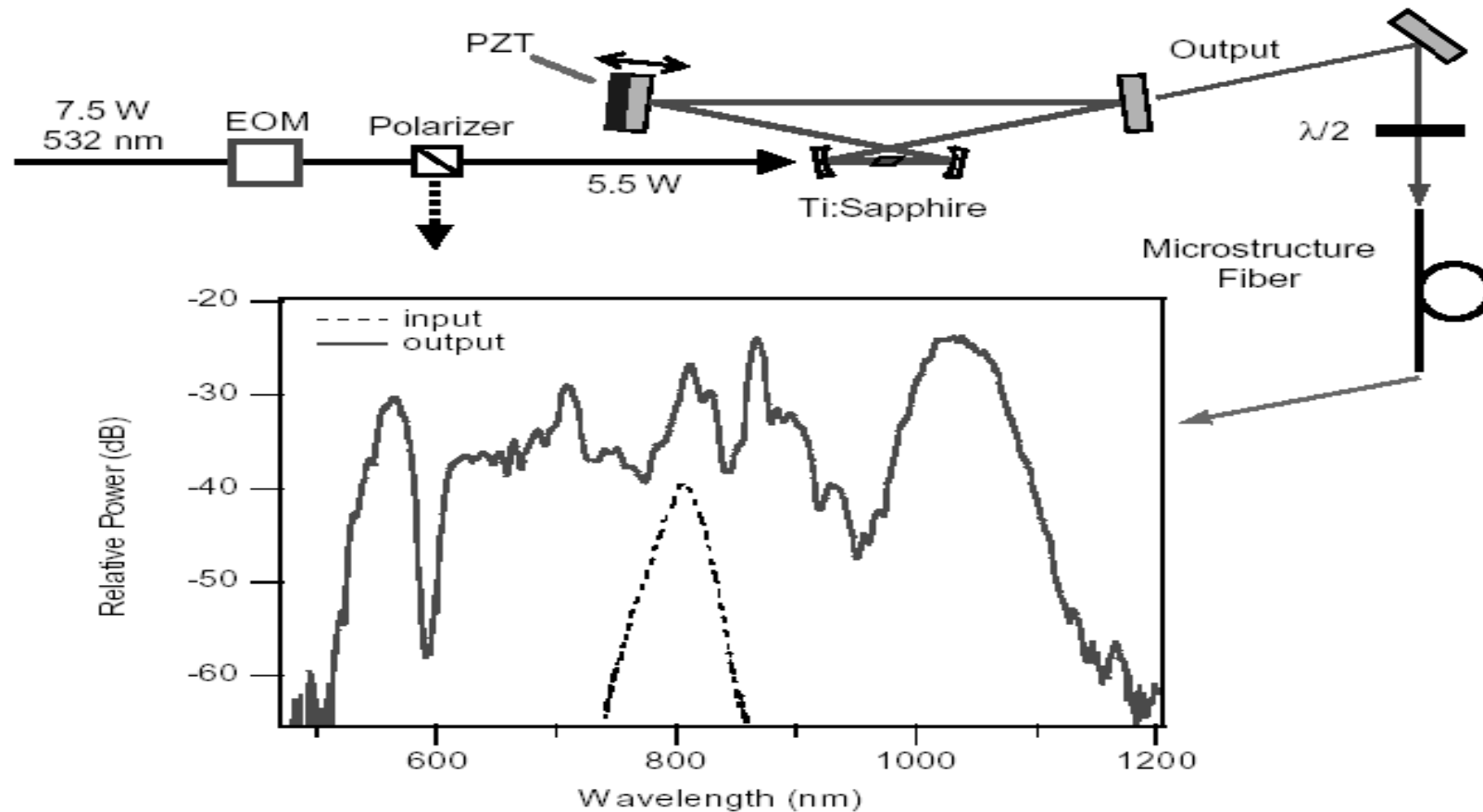
J.K Ranka, R. S. Windeler, A. Stenz, *Opt. Lett.* 25, 25 (Jan. 2000)

## Microstructured fiber

- dispersion zero at  $\sim 800$  nm
- pulses do not spread
- continuum generation via self-phase modulation



# Génération de Peignes Optiques

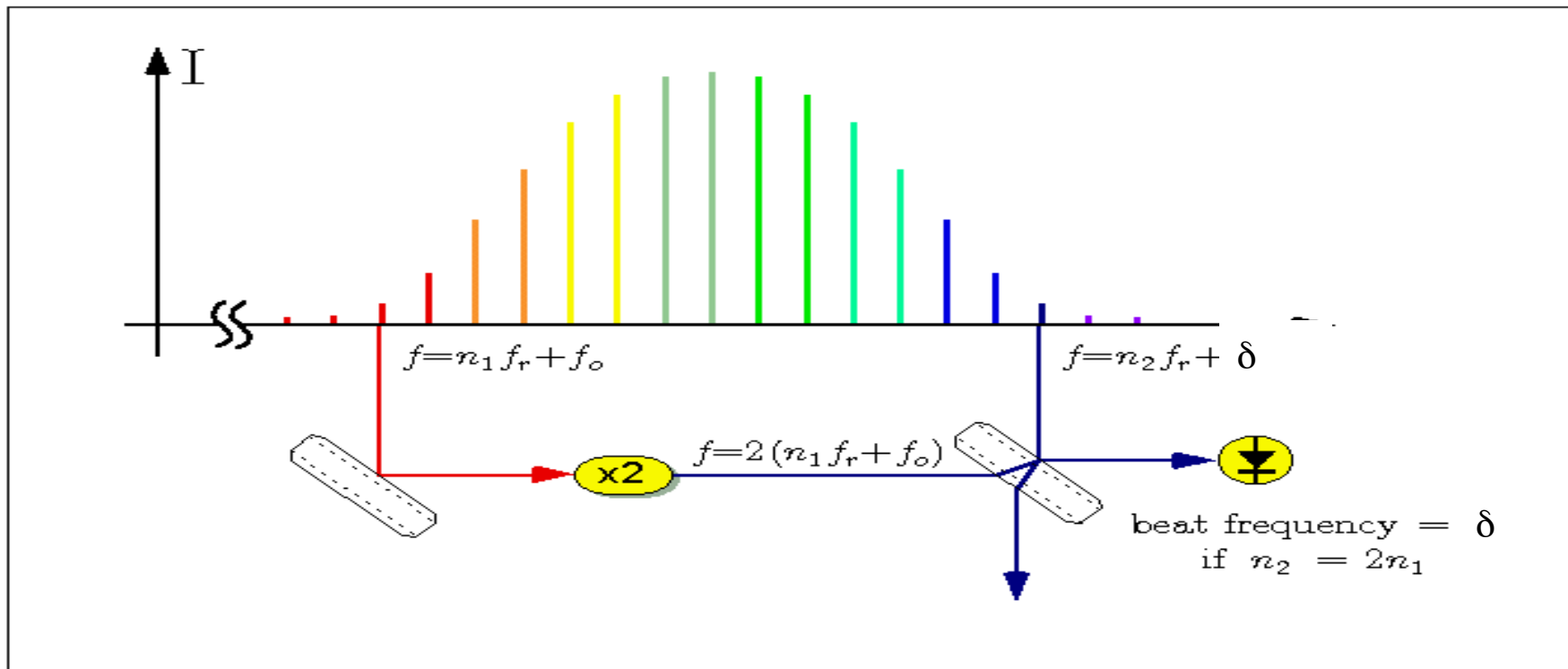


**Figure 1:** Diagram of the 1 GHz femtosecond laser and the octave-spanning spectrum produced by the microstructure optical fiber. The input spectrum to the fiber is shown as a dashed line for comparison.



# Synthétiseur de Fréquences optiques

- $f_{out} = n f_{rep} + f_0$



# Applications

- Mesure des fréquences optiques:  $f = n f_{\text{rep}}$
- Transfert de stabilité  $\delta f/f \rightarrow \delta f_{\text{rep}}/f_{\text{rep}}$
- Mesures de longueur
  - Mesures temporelles  $\rightarrow L = \text{xxxxxx} (3 \text{ mm})$
  - Mesures interférométriques  $\rightarrow L = \text{??????} , (\lambda \cdot N^{-1/2}, \text{ modulo } \lambda )$
  - Peigne de fréquences:  $\rightarrow L = \text{xxxxxxxxxxxx} (\lambda \cdot N^{-1/2}, L \cdot \delta f/f)$
- Ordres de grandeur

Laser stabilisé sur molécule :  $\delta f/f = 10^{-14}$ , fréquence mesurée vs Cs  
Distance  $L = 100 \text{ km}$  mesurable au nanomètre en qqes s, avec 14 chiffres significatifs !!

# Développements à réaliser

Confirmation/définition des besoins

Développement de lasers

(fiabilité, stabilité, simplicité, rendement/puissance, spatialisation)

Développement des méthodes de mesure de distance