

# Etude et réalisation de commutateurs RF bistables intégrant des matériaux à changement de phase de type $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$

A. Mennai, A. Bessaudou, F. Cosset, C. Guines, D. Passerieux, P. Blondy, et A. Crunteanu

XLIM UMR 7252 CNRS/Université de Limoges, 123 Avenue Albert Thomas, 87060 Limoges France

## Contexte

- **Besoins** : systèmes de communication multibandes / multimodes (Wifi, GPS, UMTS, LTE...)
- **Solutions** : architectures RF flexibles, systèmes reconfigurables, réseau de commutation RF (sélection de trajet simple et multiple)
- **Solutions actuelles** : FET (SOI/SOS), diodes PIN, MEMS RF

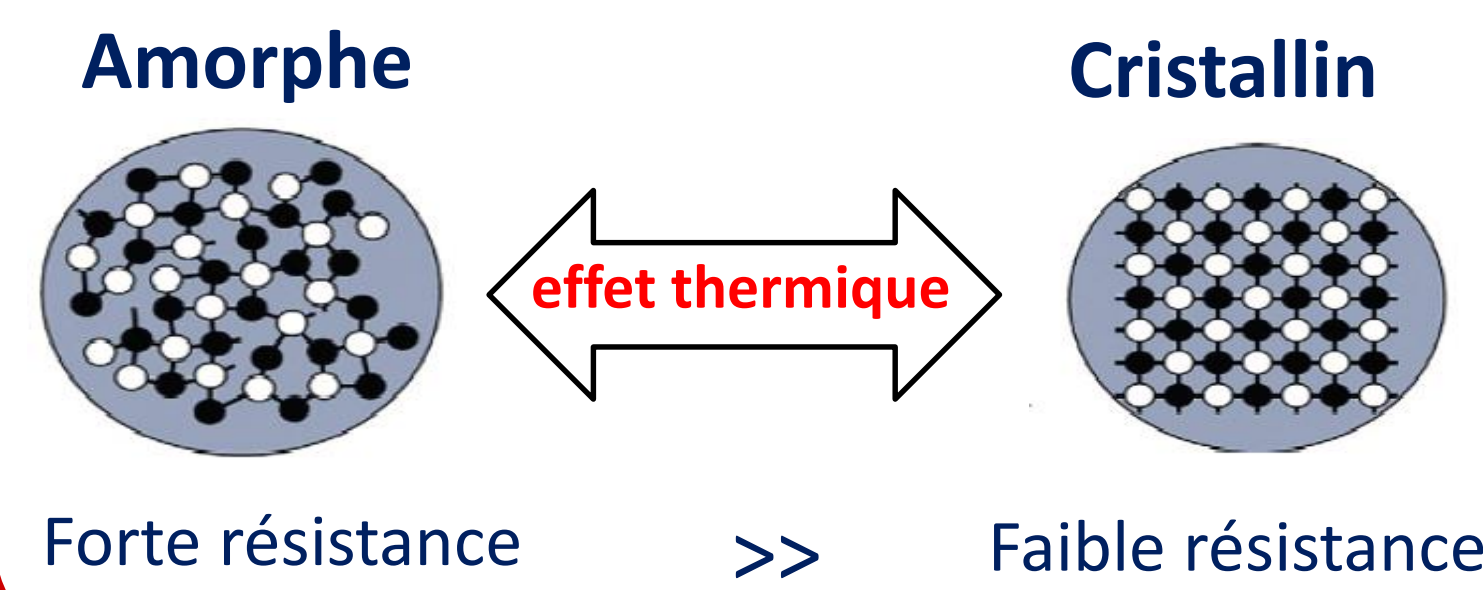
### Nouvelle approche

- Nouveaux matériaux "fonctionnels"
- Nouvelles architectures

## Matériaux à changement de phase (PCM)

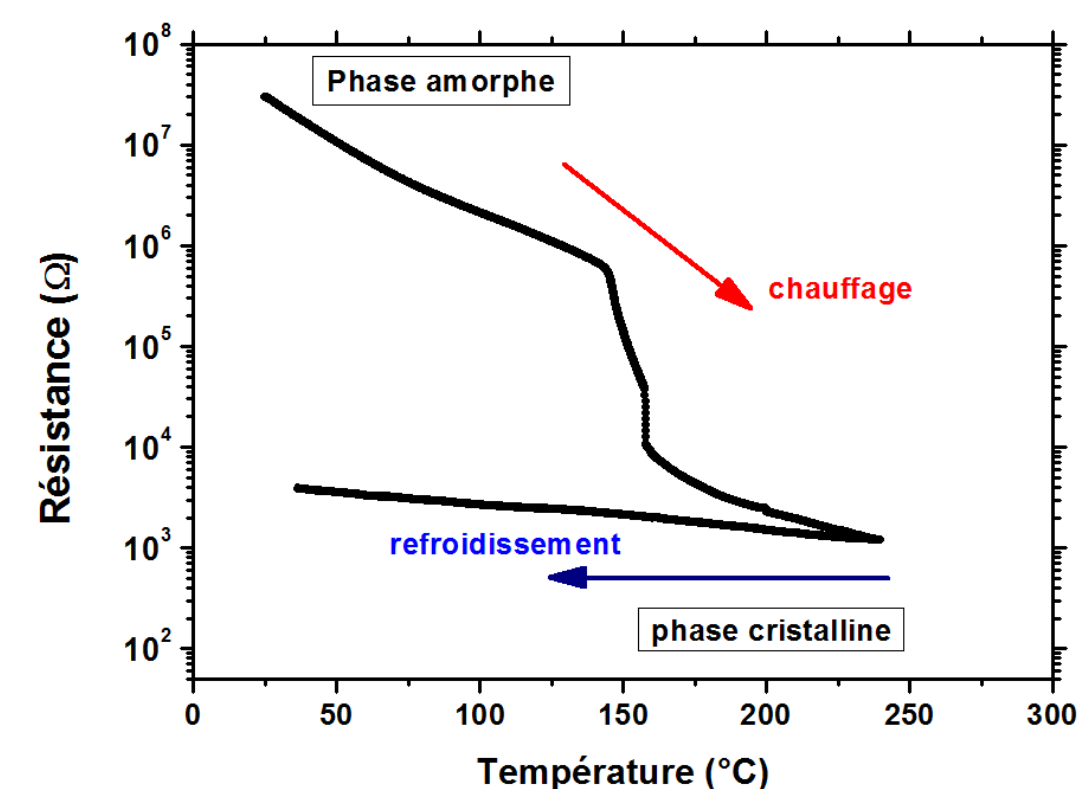
Type de matériaux : chalcogénures

- Alliage binaire : GeTe (GT)
- Alliage ternaire :  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  (GST)

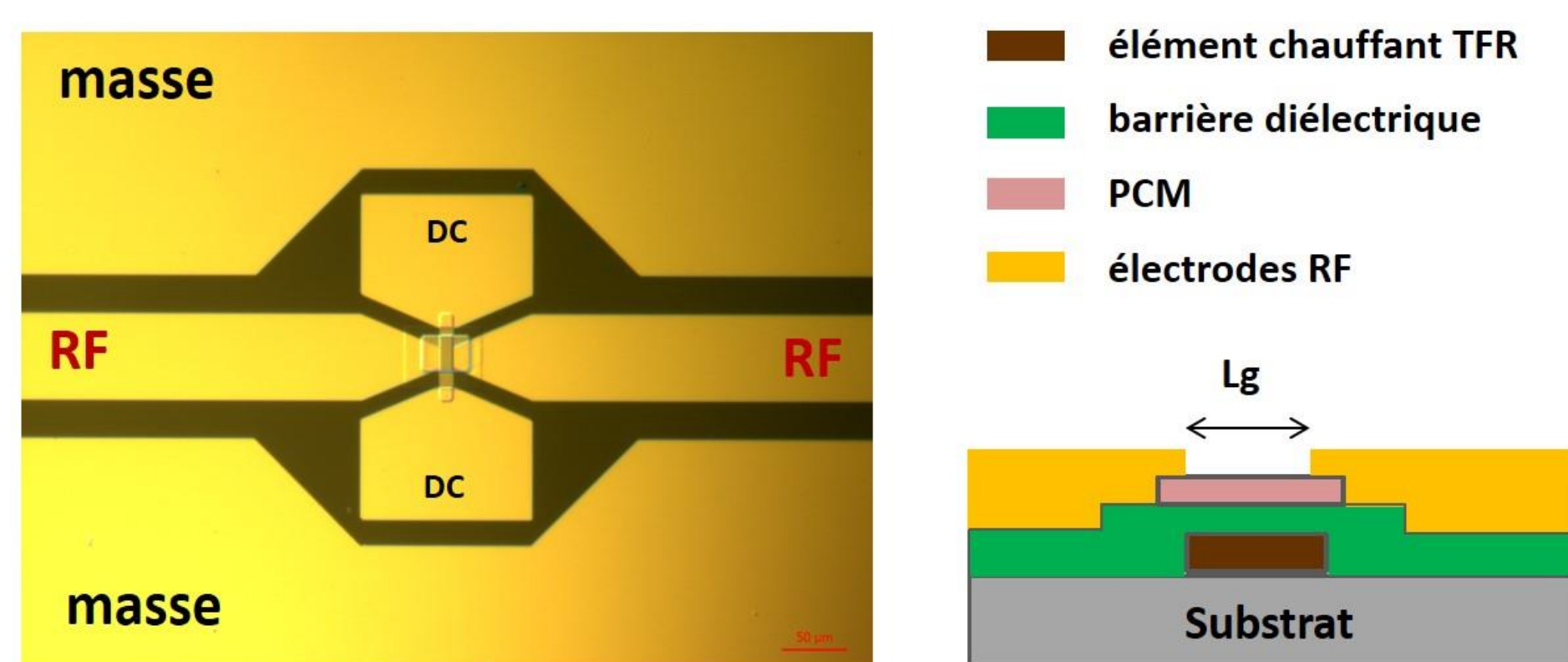


Changement de résistivité

- Réversible
- Rapide ~ ns
- Non volatile (bistable)

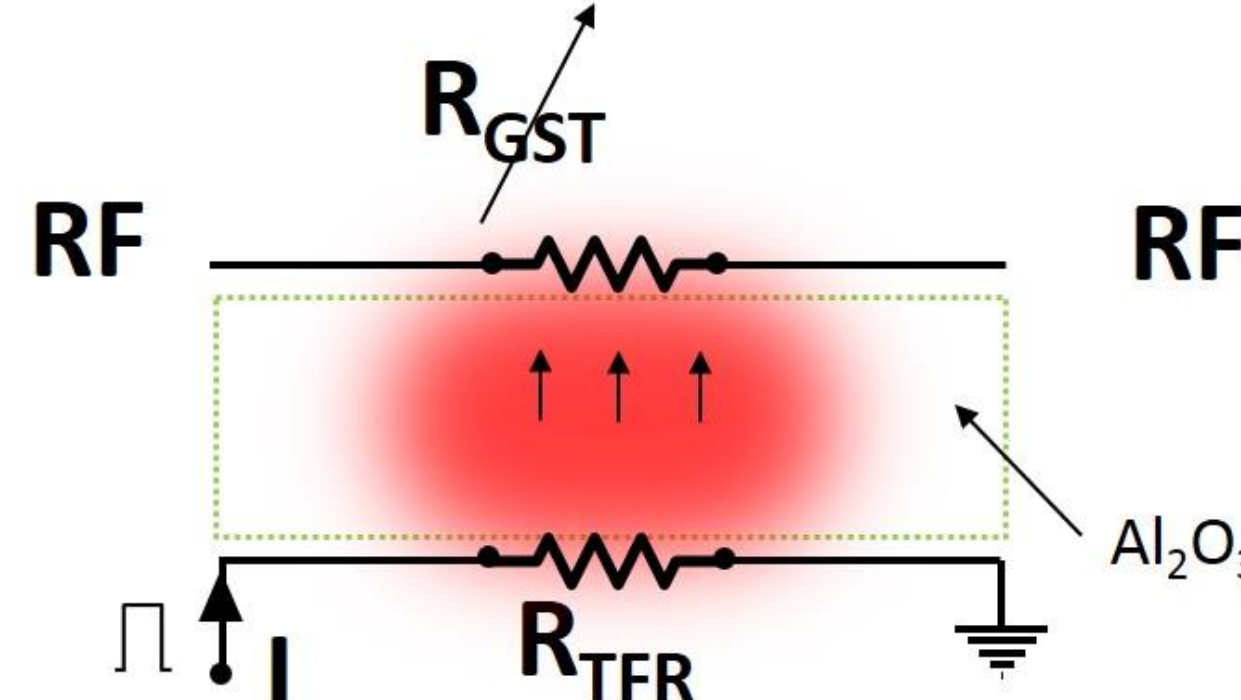


## Conception



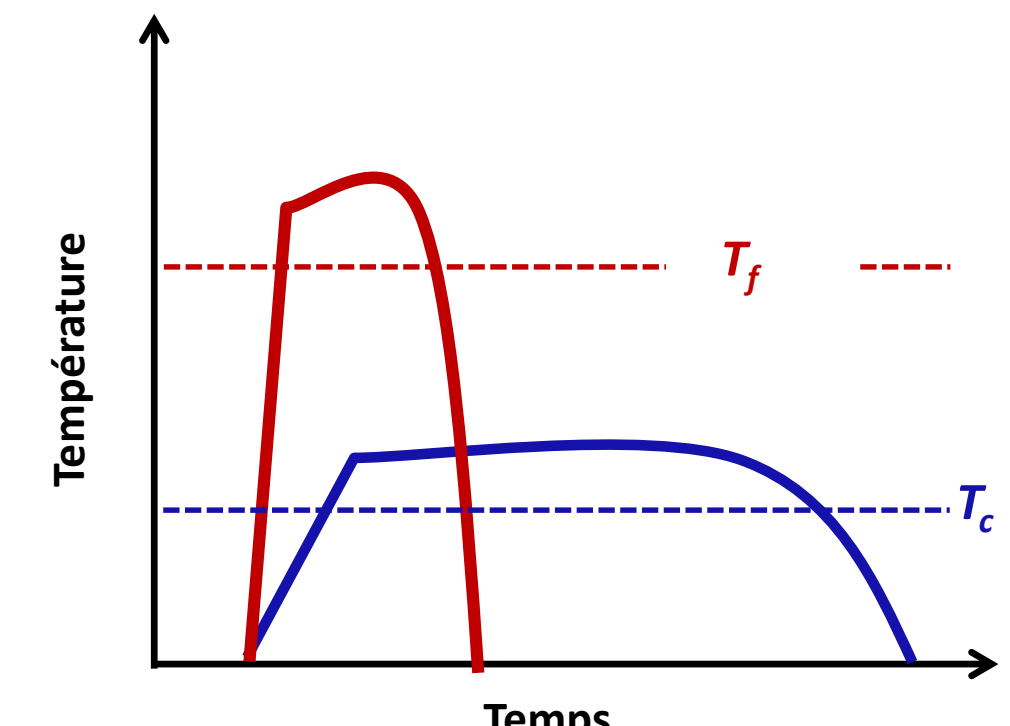
- Configuration planaire
- Système de chauffage indirect
  - TFR : NiCr
  - Diélectrique :  $\text{Al}_2\text{O}_3$
  - PCM : GST

Principe de chauffage indirect



- Application d'une impulsion électrique au niveau du TFR
- Transmission de la chaleur induite par effet Joule vers le GST à travers la couche de diélectrique

Profil d'impulsions thermiques transmises au PCM

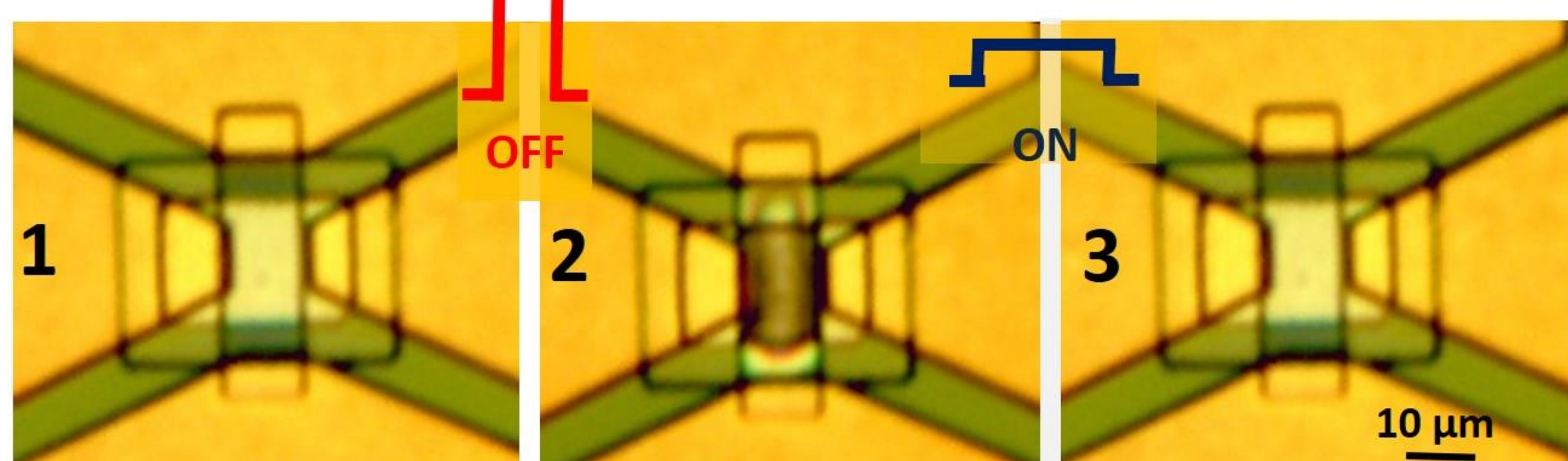


- **Amorphe-Cristallin** : amplitude moyenne ; large durée
  - Température de cristallisation  $T_c \sim 160^\circ\text{C}$
- **Cristallin-Amorphe** : amplitude élevée ; courte durée
  - Température de fusion  $T_f \sim 700^\circ\text{C}$

## Application d'un cycle d'impulsions ON/OFF

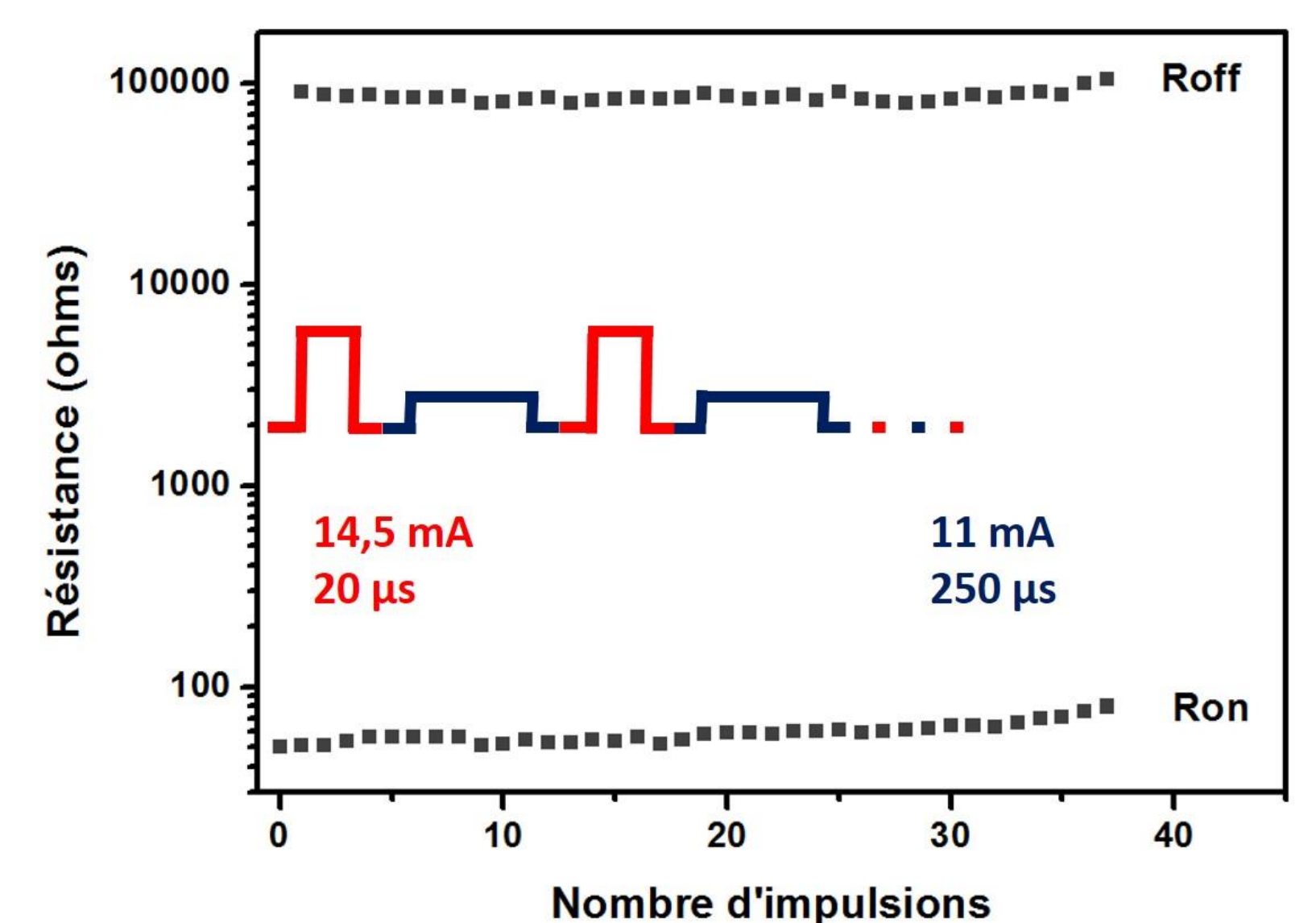
Changement d'état (électrique/ optique) du motif de GST lors du changement de phase

GST initialement à l'état cristallin → GST à l'état amorphe → GST de nouveau à l'état cristallin



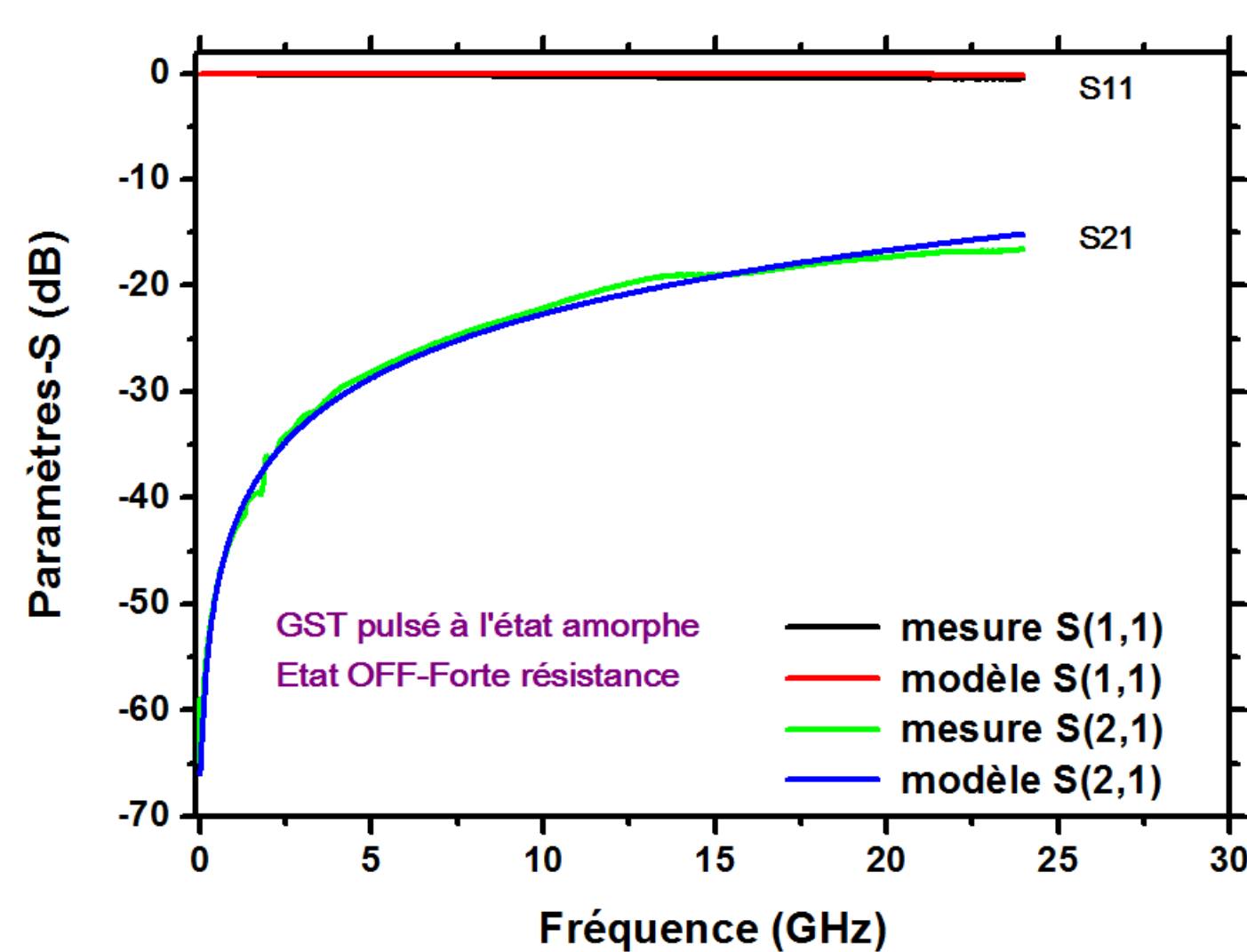
Variation de la résistance DC du commutateur RF

$R_{off}/R_{on} > 10^3$



## Performances RF (impulsions ON/OFF)

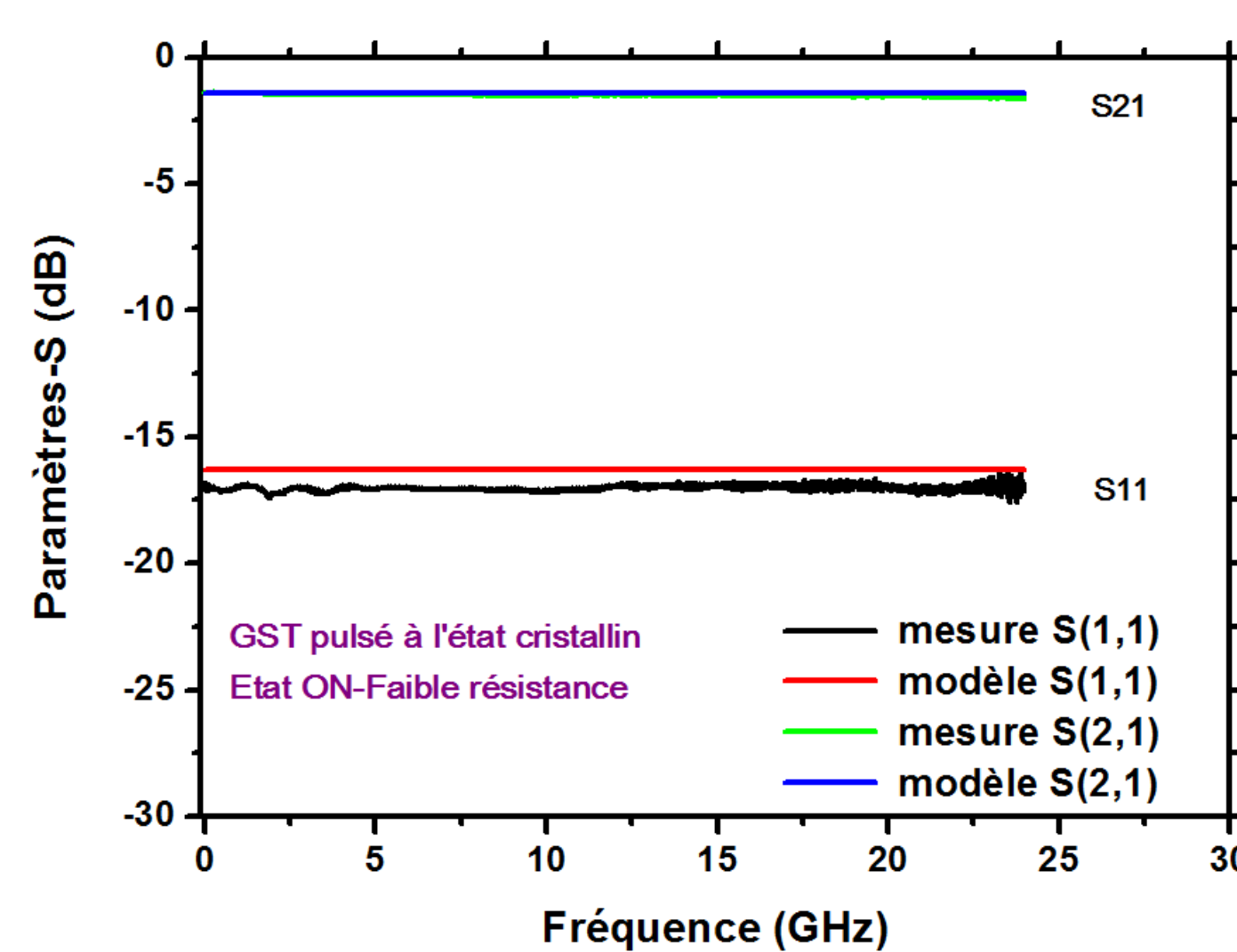
Etat OFF



- Impulsion OFF ~ 13 mA ; 16 μs
- Isolation : 16 dB à 24 GHz
- $C_{off} \sim 30$  fF

FOM =  $R_{on} \times C_{off} \sim 480$  fs  
Energie ~ 200 à 1700 nJ

Etat ON



- Impulsion ON ~ 10 mA ; 250 μs
- Perte d'insertion : 1,4 dB à 24 GHz
- $R_{on} \sim 16 \Omega$

## Conclusions et perspectives

- **Commutateurs RF à base de changement de résistivité du GST**
  - Performances RF au niveau de l'état de l'art
  - Réduction de la consommation en puissance (mode bistable)
- **Evaluation du temps de commutation et la tenue en puissance des commutateurs RF**
- **Optimisation du dispositif**
  - Diminution de la résistance  $R_{on}$
  - Amélioration du transfert d'énergie du TFR vers le PCM
- **Réalisation de dispositifs RF plus complexes** (SPNT, fonctions agiles,...)