

T-Waves Technologies

Analyse & Contrôle au cœur de la matière

« JT CND - Tomographie »
26 Mai 2016 – Polytech' Nantes / Précend

Applications :

Mesures
Imagerie 2D, 3D
Spectroscopie
Inspection de défauts
Caractérisation

Secteurs :

Assistance à la R&D
Contrôle qualité
Contrôle non destructif
Monitoring de procédés
Suivi d'exploitation



Nouvelle technologie de contrôle non destructif
pour les matériaux techniques

Tomographie T - par ondes T (Térahertz)

Turning Science into Solutions

présentation

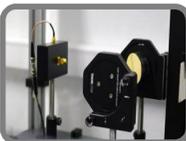
origine et activité

- **Création** : à Montpellier, en 2013
- **Spécialité** : équipements de contrôle END-CND par ondes Térahertz
- **Activité** :



Collaboration R&D

- Caractérisation de nouveaux capteurs et sources
- Comparatif de performances
- Prototypes personnalisés (composants et/ou systèmes)



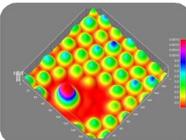
Produits

- Capteurs
- Sources
- Composants opto-mécaniques



Systèmes finalisés

- Mesure d'épaisseurs
- Imagerie, Tomographie
- Spectroscopie



Services

- Analyses de matériaux/produits finis
- Radiographie, tomographie et spectroscopie
- Etudes de faisabilité de systèmes.



en collaboration de
recherche avec



Contact :

Thierry ANTONINI

Directeur des projets et services

Tel : 09.72.44.13.81

Mob : 06.40.21.33.56

thierry.antonini@t-waves-technologies.com

www.t-waves-technologies.com

présentation

Nos offres

À destination des **laboratoires de recherche/expertise**

- analyser les propriétés internes d'éprouvettes
- analyser le procédé de fabrication à partir d'une information en cœur

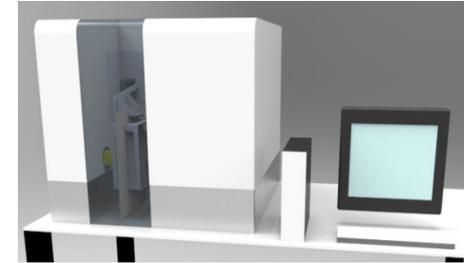
À destination **des chaînes de production**

- contrôler en continu les défauts internes d'un matériau/pièce
- guider le procédé de fabrication à partir d'une information en cœur

À destination **des sites d'exploitation**

- contrôler les défauts ou propriétés internes d'un matériau/pièce en exploitation

Equipements de laboratoire



Equipements de production

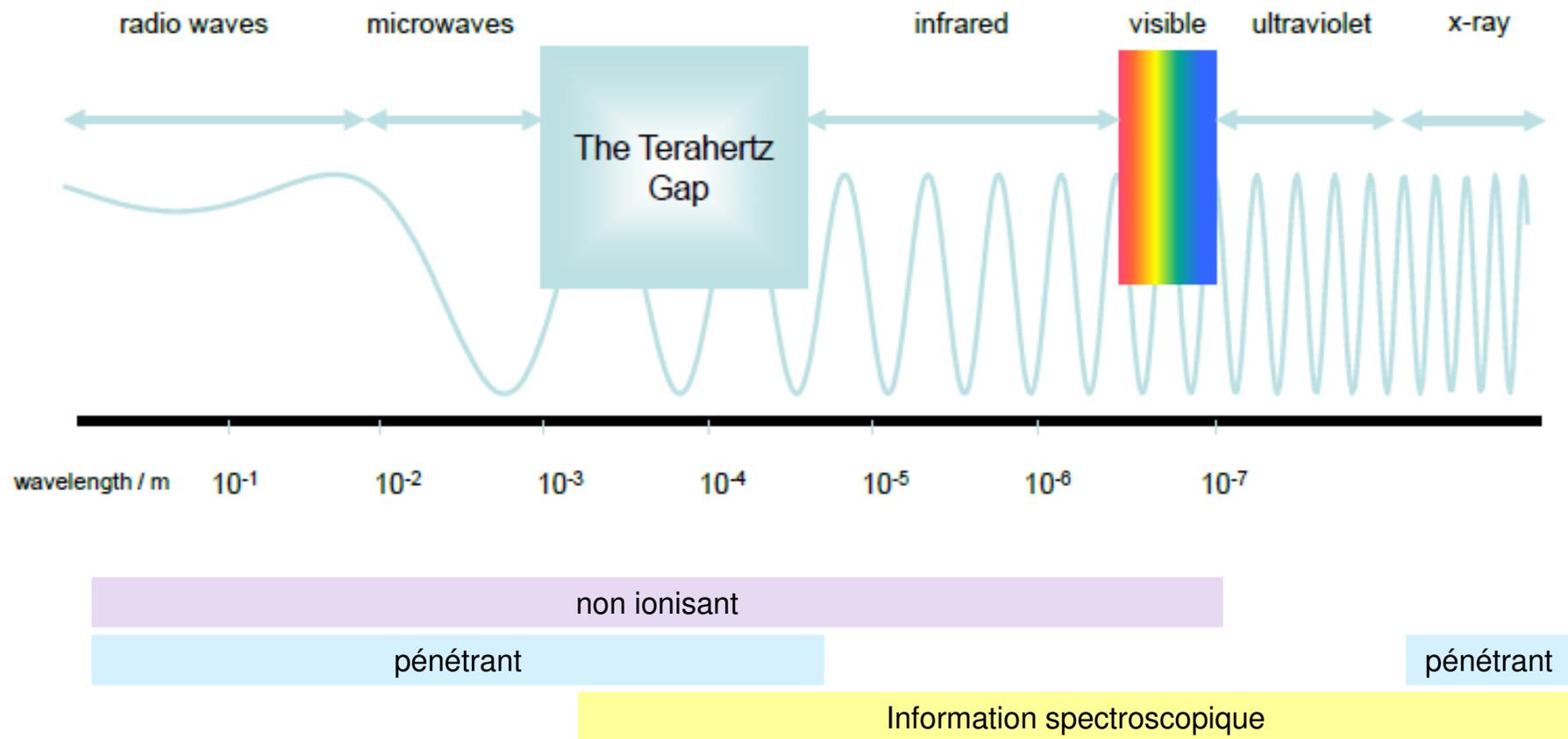


Equipements d'exploitation



Technologies *téra*hertz

Domaine d'ondes électromagnétiques unique

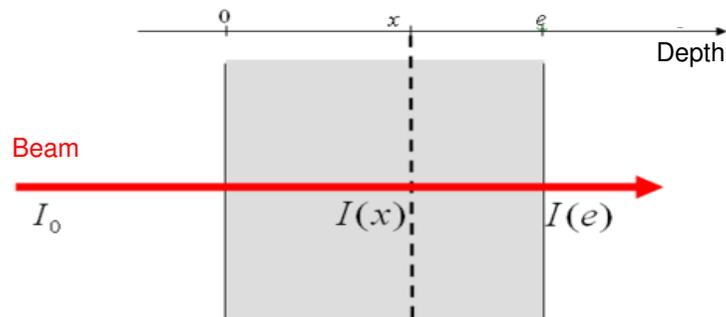
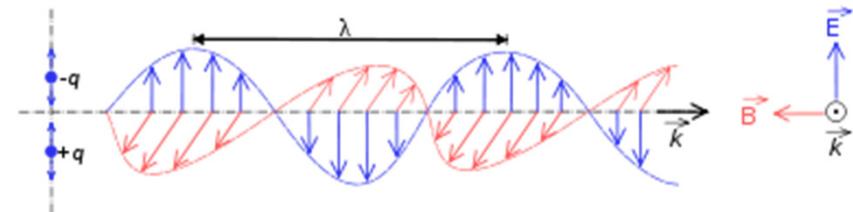
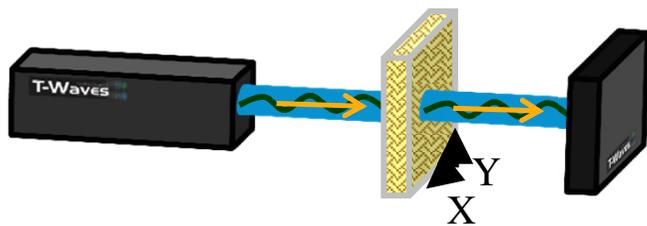


- Domaine TeraHertz 100 GHz – 10 THz (3 mm – 30 micron)
- Jusqu'à récemment– inaccessible par manque de sources et de détecteurs

Technologies *téra*hertz

Aptitudes applicatives < 1 THz

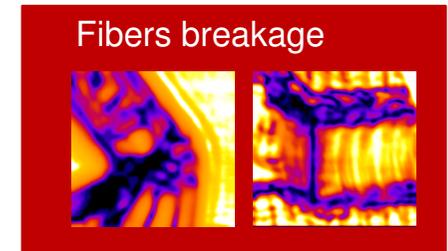
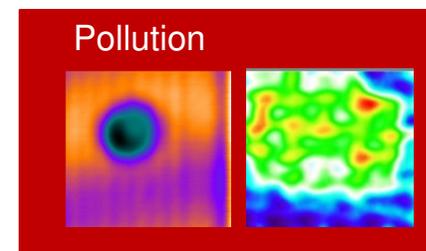
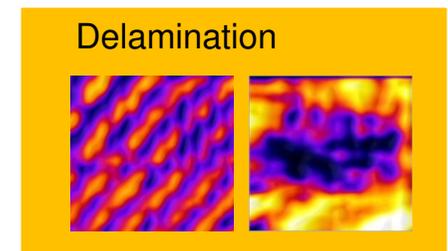
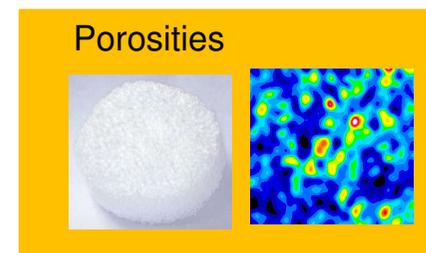
Pénétration dans les matériaux diélectriques Forte sensibilité aux hétérogénéités de la matière



scattering – absorption -
diffraction

$$I(x) = I_0 e^{-\sigma n x}$$

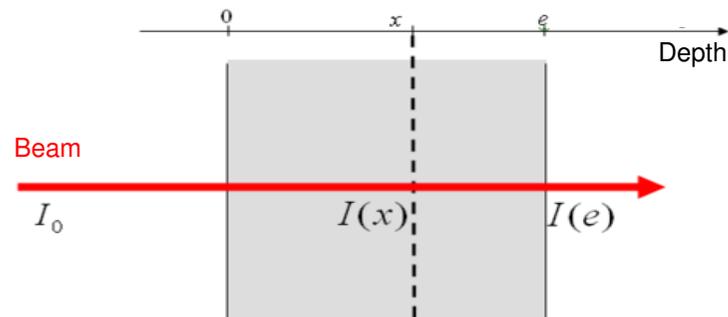
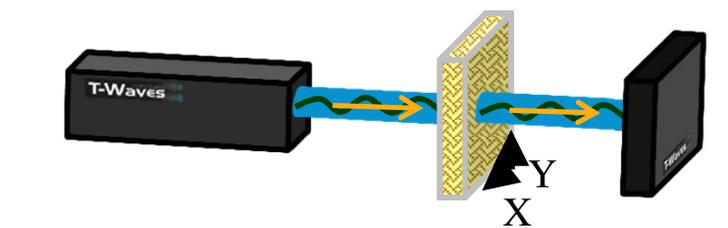
simplified
model



Technologies *téra*hertz

Aptitudes applicatives < 1 THz

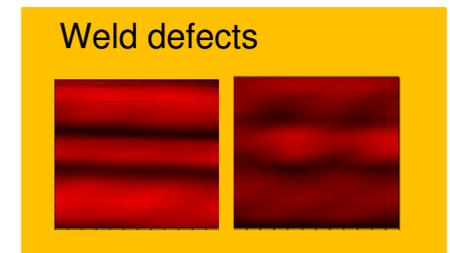
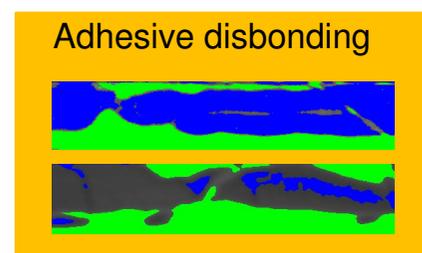
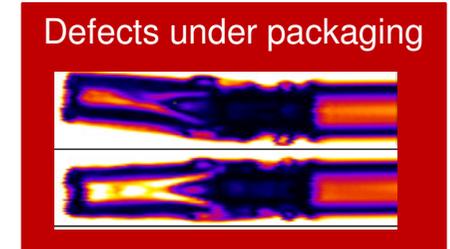
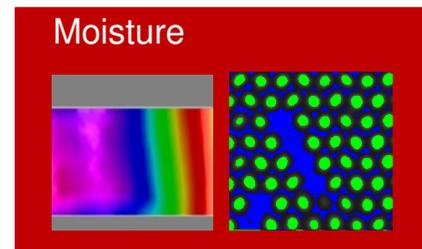
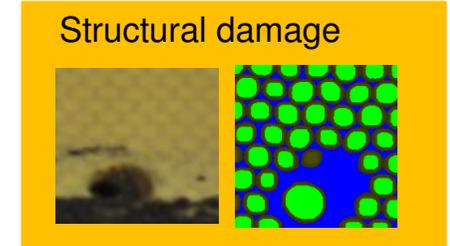
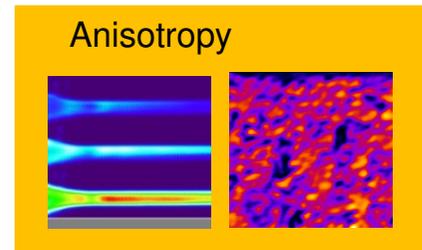
Pénétration dans les matériaux diélectriques Forte sensibilité aux hétérogénéités de la matière



scattering – absorption -
diffraction

$$I(x) = I_0 e^{-\sigma n x}$$

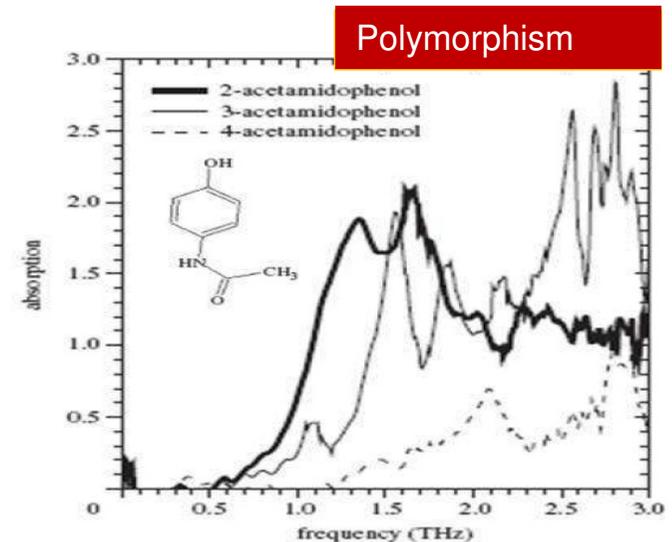
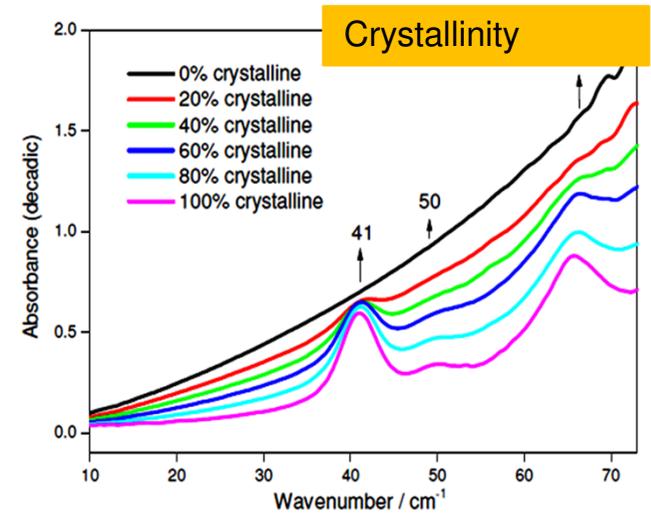
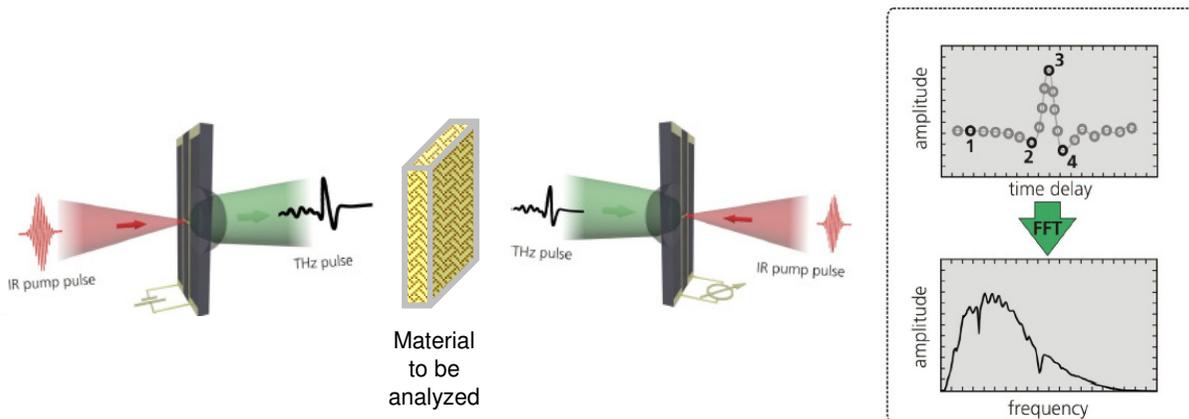
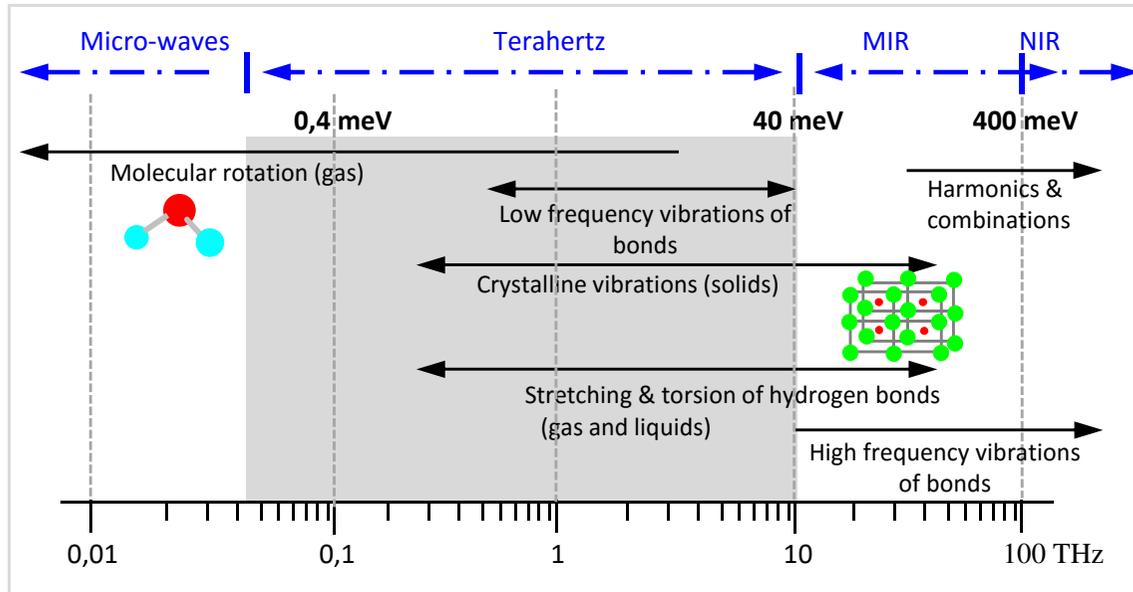
simplified
model



Technologies *téra*hertz

Aptitudes applicatives >1 THz

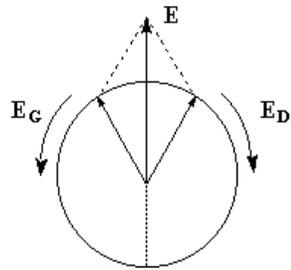
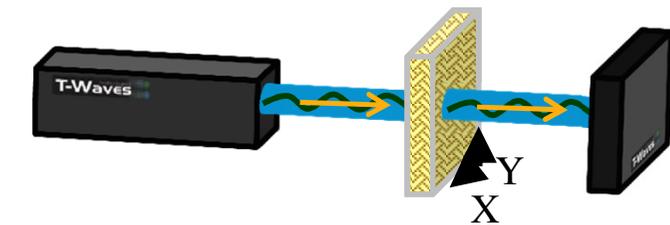
Sensibilité à la nature des arrangements moléculaires :



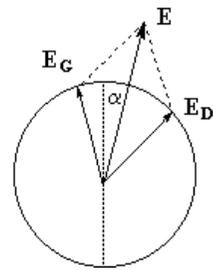
Technologies *téra*hertz

Aptitudes applicatives: activité optique

Sensibilité à l'orientation spatiale des arrangements moléculaires :



Incident polarization

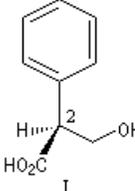
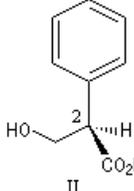


Transmitted Polarization

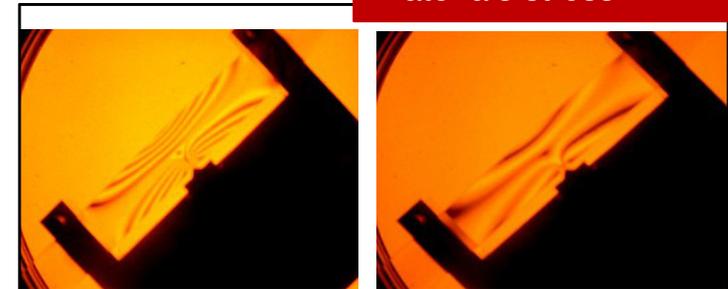
$$\alpha = \pi l \frac{(n_G - n_D)}{\lambda}$$

simplified model

Enantiomeric excess

| α | > 0 | < 0 |
|---|---|---|
| substance | dextrogyre (+) | lévogyre (-) |
|  |  |  |

Materials stress



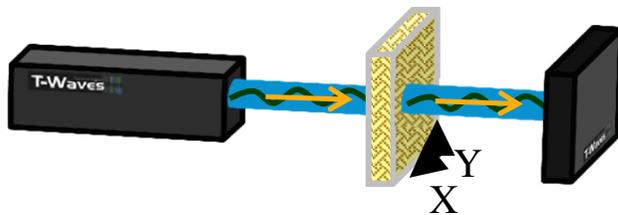
Interferences are created along the lines of constraints and according to the level of constraints

$$I = A^2 \sin^2(2\theta) \sin^2(\alpha/2)$$

Technologies *téra*hertz

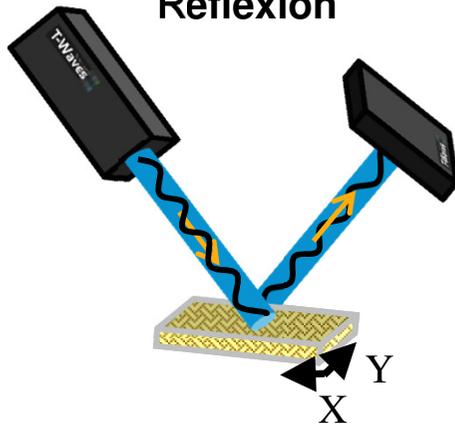
Angle technologique : 2 modes / 2 principes

Transmission

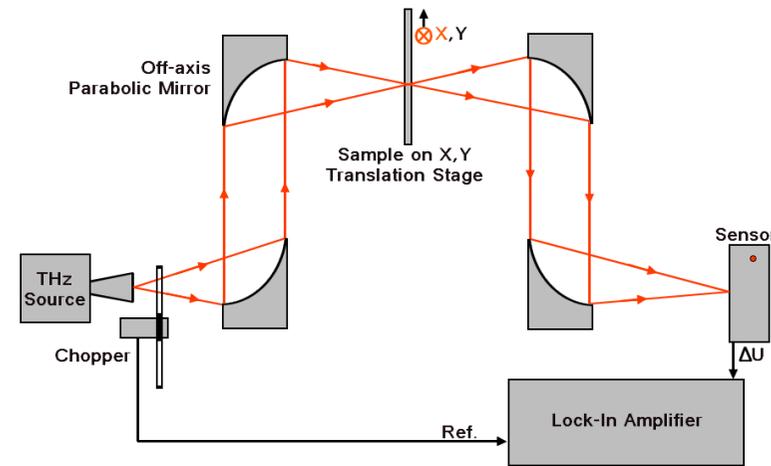


Analyse en volume : densité, hétérogénéité...

Réflexion



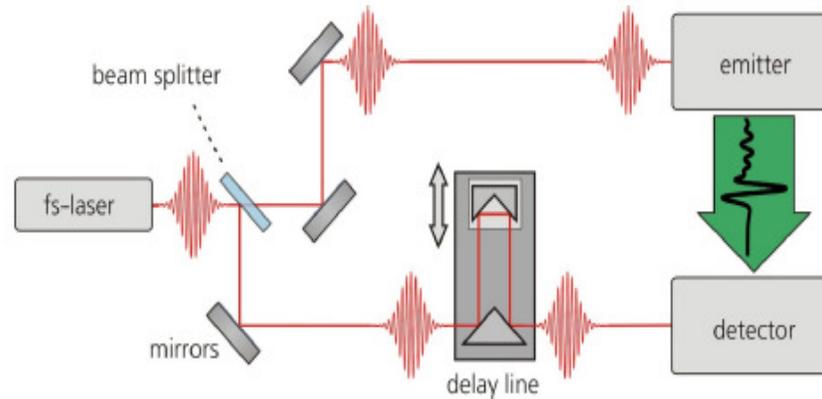
Analyse sub-surfacique, de revêtement



FMCW : Frequency Modulated Continuous Waves

Source continue
Mono/Multi fréquence
Capteur mono/multi pixel
Imagerie 2D/3D
Imagerie polarimétrique

pénétration : qq cm



TDT : Time Domain Terahertz

Source impulsionnelle
Large bande
Capteur mono-pixel
Spectroscopie
Mesure d'épaisseur

pénétration : qq mm

Analyse comparative

Classement des méthodes CND

| Méthode surfacing (1) | Fonction | | Matériaux | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Défecto- logie | Caracté- risation | Métal | Composite | Plastique |
| Visuel, caméra | ● | | ● | ● | ● |
| Ressuage | ● | | ● | | |
| Magnétoscopie | ● | | ● | | |
| ACFM | ● | | ● | | |
| Courants de Foucault | ● | ● | ● | | |
| Thermographie Infrarouge | ● | | ● | ● | ● |
| Bruit ferromagnétique | | ● | ● | | |

| Méthode volumique (1) | Fonction | | Matériaux | | |
|--------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Défecto- logie | Caracté- risation | Métal | Composite | Plastique |
| Radiographie X | ● | | ● | ● | ● |
| Ultrasons | ● | ● | ● | ● | ● |
| Ondes guidées | ● | | ● | ● | ● |
| Impédance, résonance, Tap-test | ● | | ● | ● | ● |

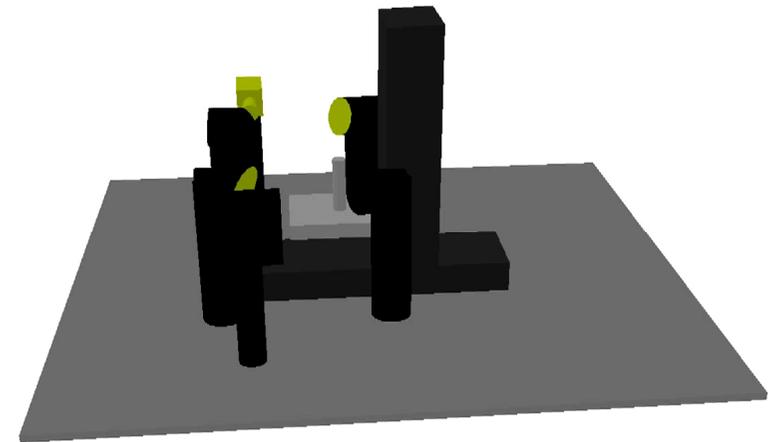
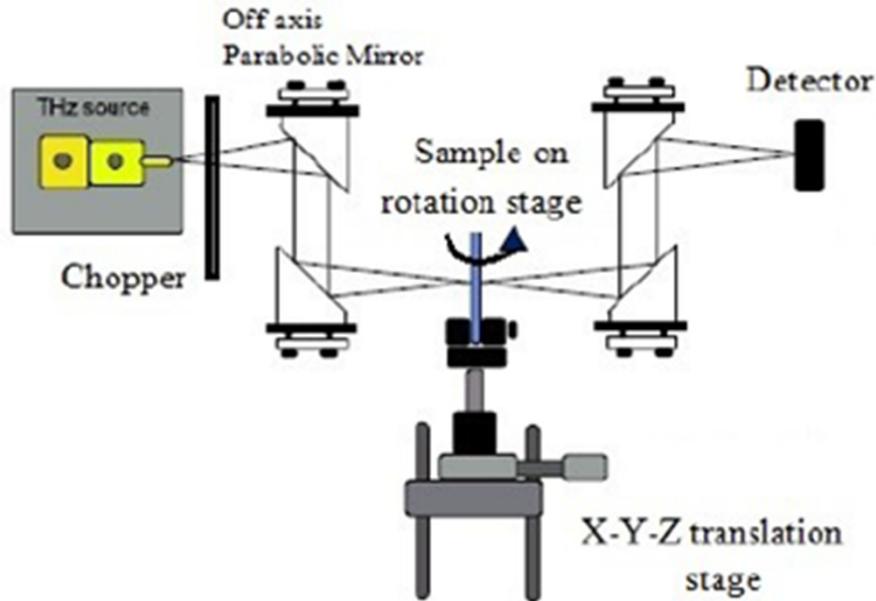
| | | | | | |
|---------------------------------------|---|---|--|---|---|
| Technologies Térahertz (2) | ● | ● | | ● | ● |
|---------------------------------------|---|---|--|---|---|

(2) Dualité : inspection de volume & spectroscopie

(1) Source : présentation JT « CND en Mouvement » du CETIM (26.09.2013) – Expert référent CND Mr Walaszec

Les technologies *téra*hertz

Notre retour d'expérience en Tomographie

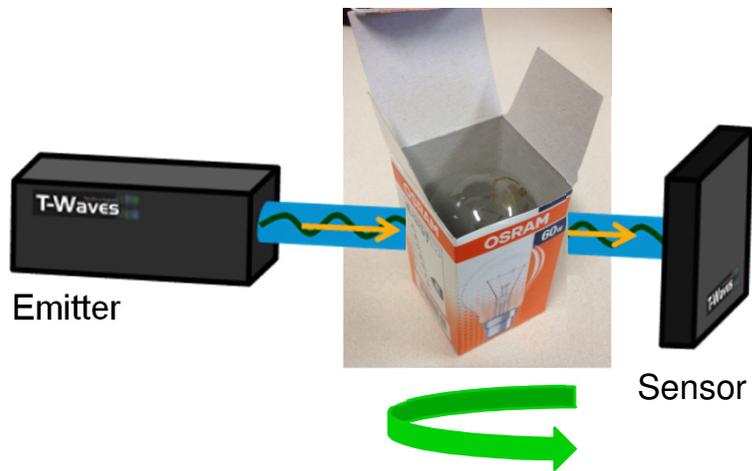


Principes :

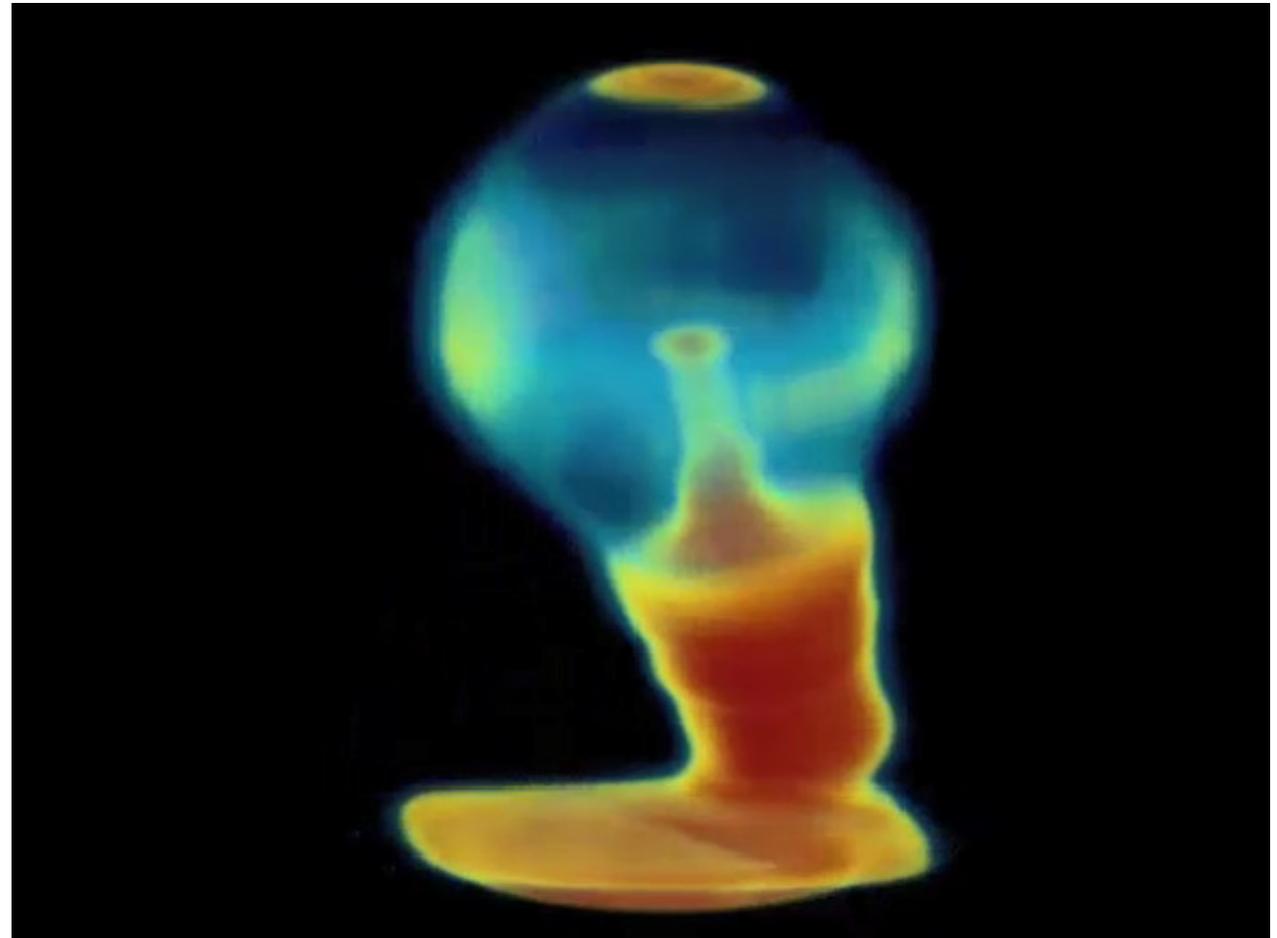
- Capture de signal : pixel / ligne
- Méthodes d'acquisition : raster / spiral scan
- Images 2D de l'objet à analyser suivant 18/36 angles ($d\theta : 10^\circ$)
- Algorithme de reconstruction 3D suivant méthodes analytiques ou itératives basée sur la transformée de Radon
- Optimisation et régularisation pour limiter les artefacts et renforcer le contraste

Les technologies *téra*hertz

Notre retour d'expérience en Tomographie



Ampoule dans son packaging
papier – verre - métal



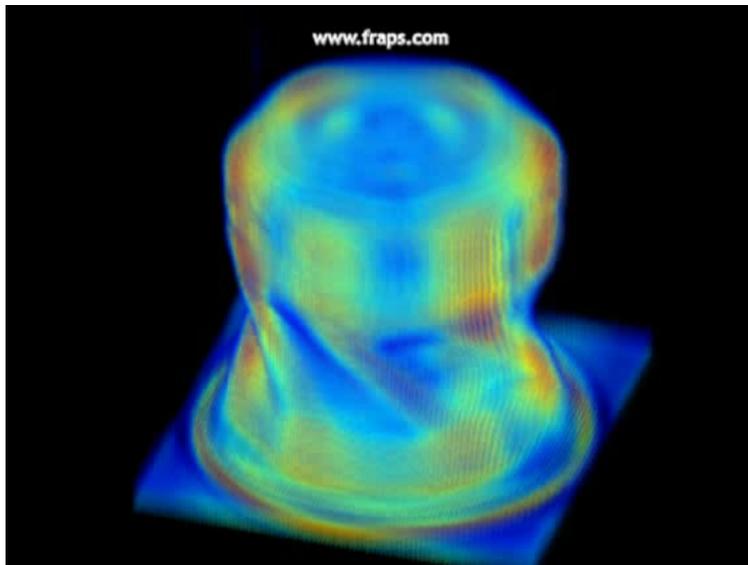
Rendu volumique 3D

Les technologies *térahertz*

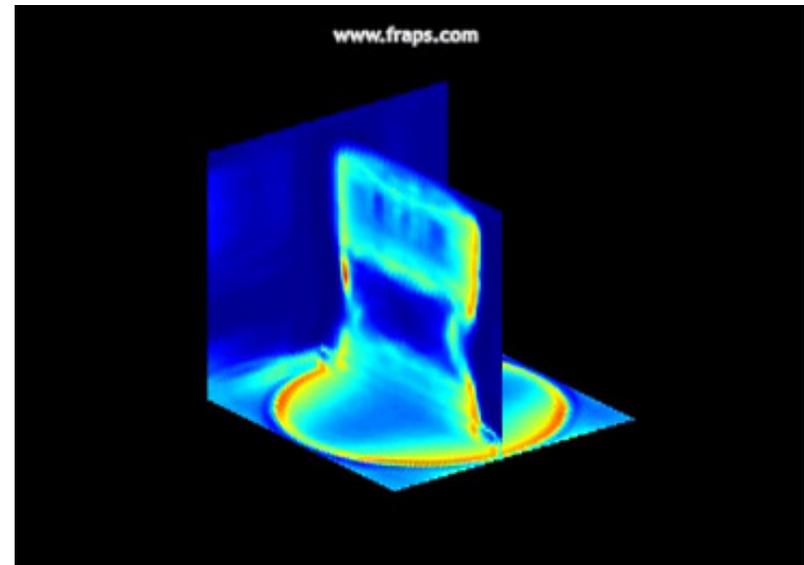
Notre retour d'expérience en Tomographie



**Pièce polymère
3D à symétrie axiale**



Rendu volumique 3D



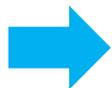
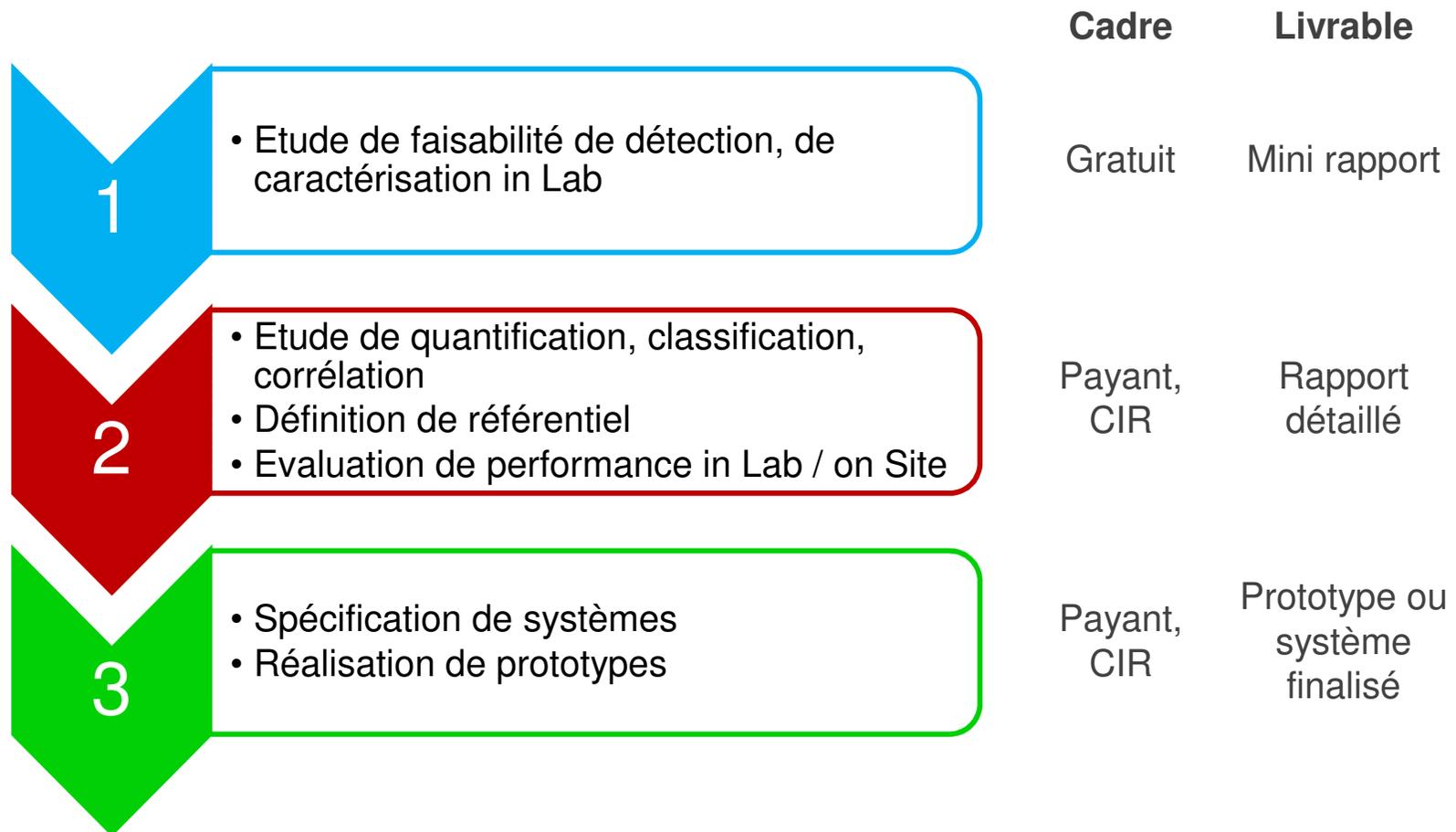
Vues en coupe 2D

Véritable complément à la Tomographie par rayons X:

- Technologie émergente
- Applications aux matériaux diélectriques: plastiques, céramiques, composites...
- Non ionisant
- Résolution spatiale indépendante des dimensions de produits à analyser
- Haute sensibilité aux hétérogénéités (cohésion de la matière)
- Flexibilité d'intégration et d'exploitation
- Coût d'investissement et d'exploitation plus faibles

Les technologies *téra*hertz

Vos problématiques ?



Investissement progressif en fonction de étapes de validation de faisabilité



Merci pour votre attention

Contact :

Thierry ANTONINI

Directeur des projets et services

Tel : 09.72.44.13.81

Mob : 06.40.21.33.56

thierry.antonini@t-waves-technologies.com

www.t-waves-technologies.com

Turning Science into **Solutions**
