

# Guide d'Ondes à Fentes et Radar ULB pour la Détection de Chutes sur les Voies Ferroviaires

Mroué Ali, Heddebaut Marc, Elbahhar Fouzia

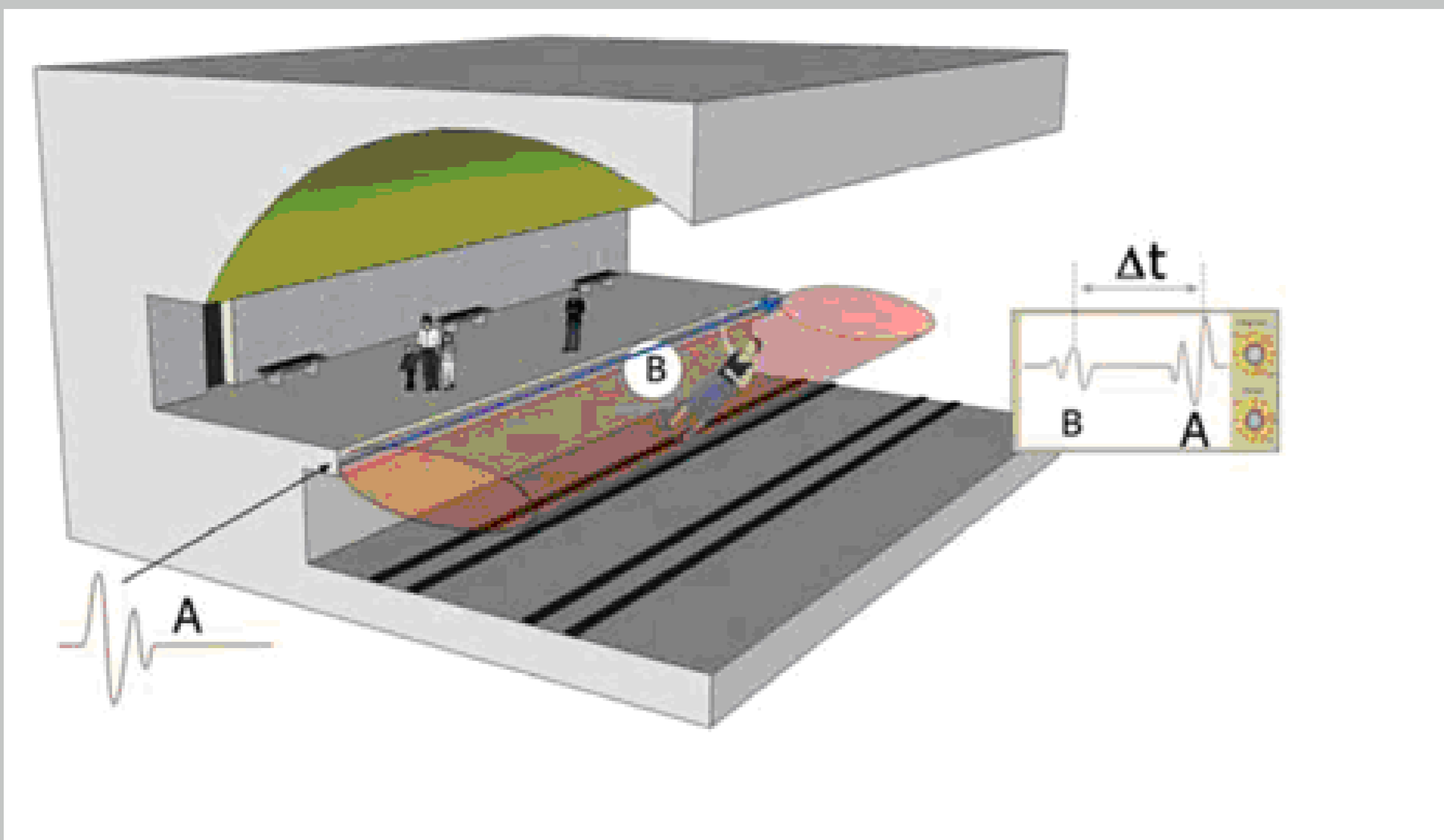
Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, BP 317, 20 rue Elisée Reclus 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France



## Introduction

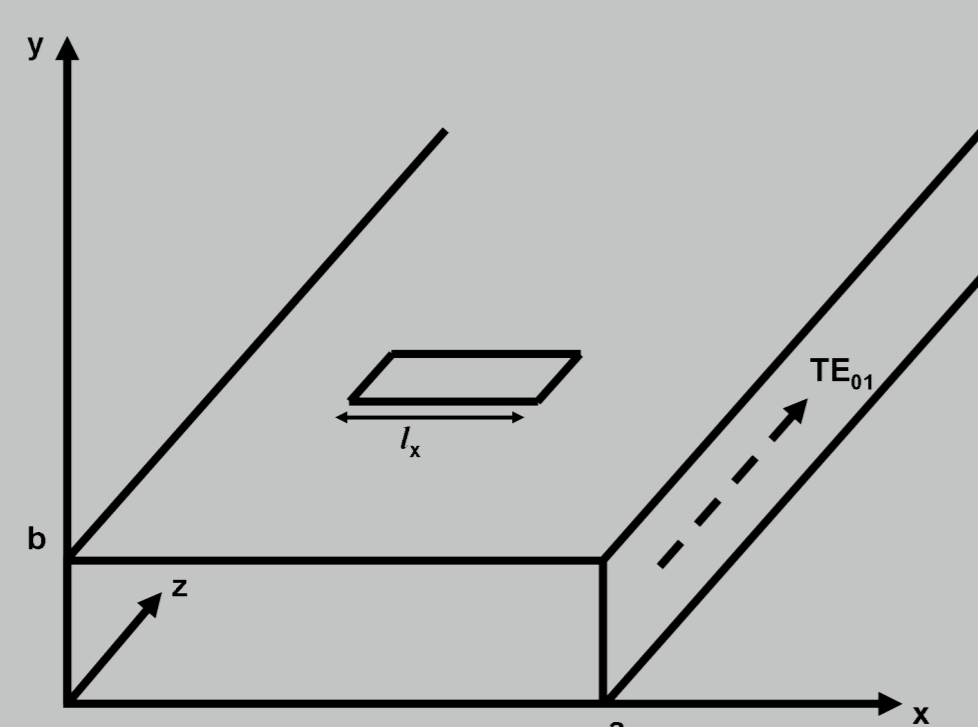
- ▶ Objectifs:
  - ▷ Développer une nouvelle solution permettant à la fois la détection de chutes sur les voies, l'identification et la reconnaissance des objets détectés avec, si possible, des meilleures performances que les systèmes existants (des barrières optiques, des caméras de vidéosurveillance...)

## Description du Dispositif de Détection [4]



## Caractérisation du Guide d'Onde à Fentes

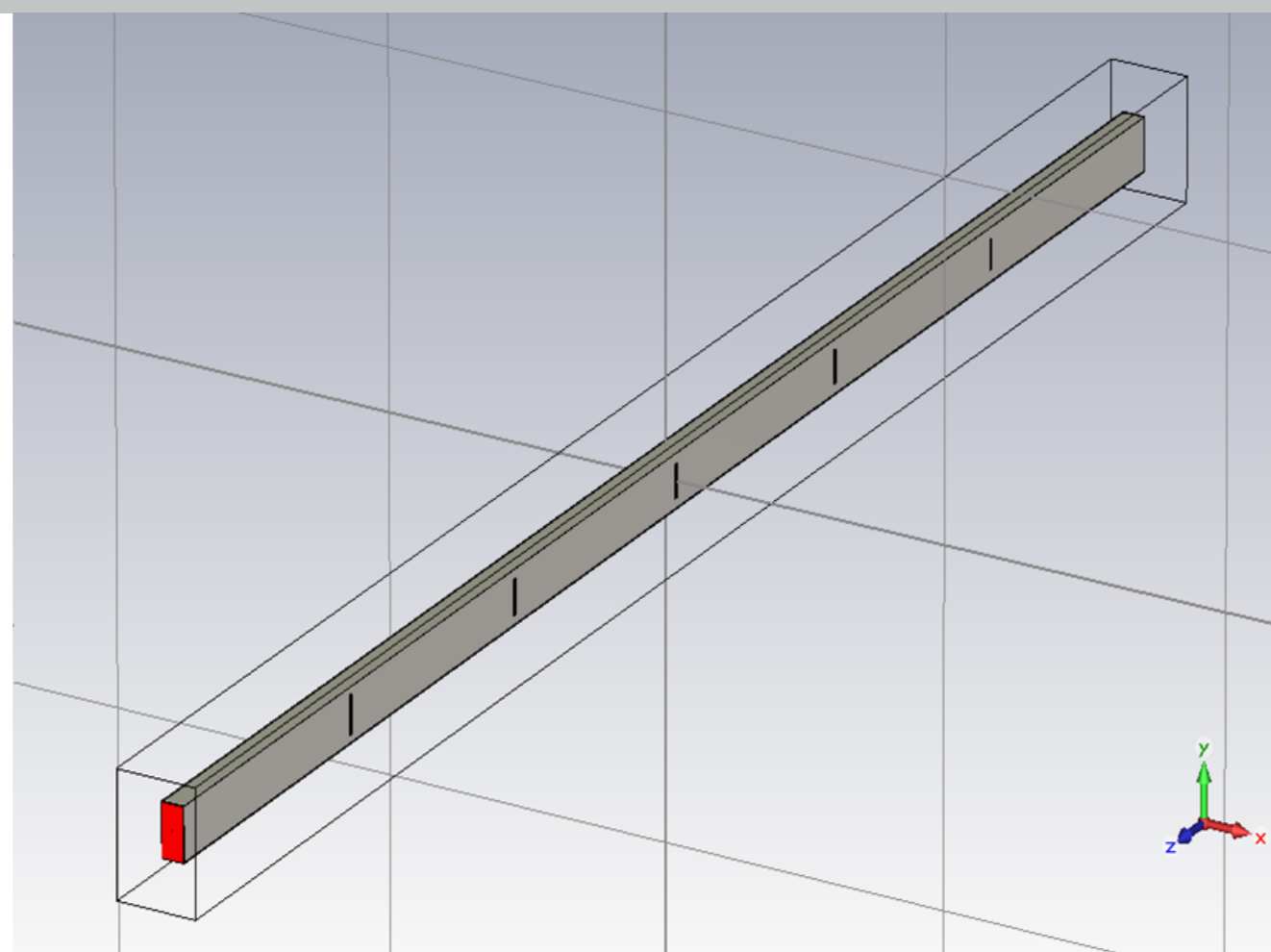
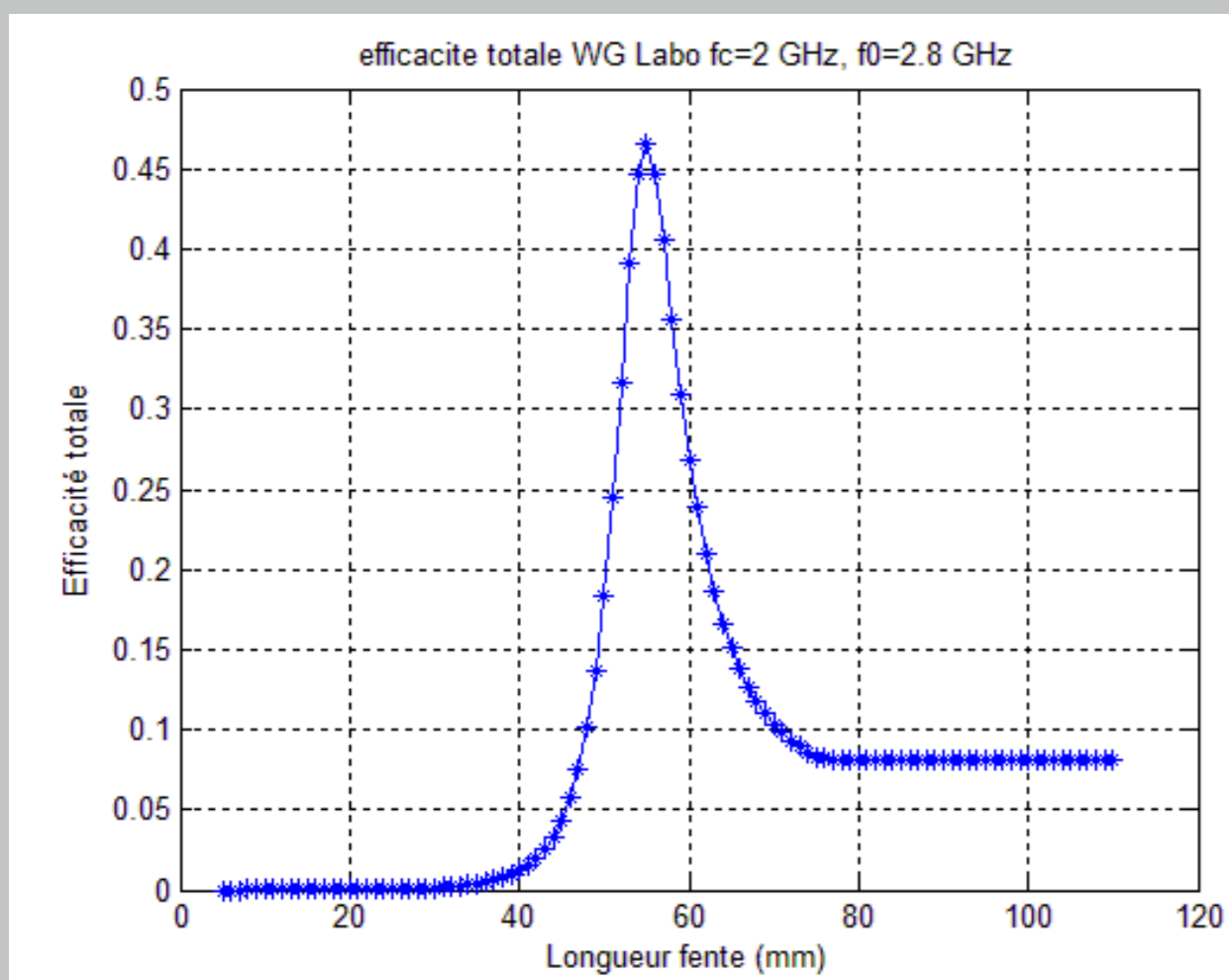
- ▶ Mode établi  $TE_{01}$ 
  - ▷ Rapport hauteur/largeur du guide  $\frac{a}{b}$  est fixé à 2 pour maximiser la bande passante utilisable
  - ▷ Longueur d'onde de coupure  $\lambda_c = 2b$
  - ▷ Largeur de bande :  $1.3 \cdot f_c < f_0 < 0.9 \cdot 2 \cdot f_c$



- ▶ Caractérisation des fentes
  - ▷ L'efficacité totale de rayonnement est définie par le rapport de la puissance rayonnée à la puissance stimulée.

$$\frac{P_{rad}}{P_{stim}} \quad (1)$$

- ▷ Comparée à la puissance injectée dans le guide d'onde, la puissance stimulée prend en considération les réflexions survenant aux emplacements des fentes
- ▷ Une relation récursive élabore les grandes dimensions transversales successives des fentes permettant de garder un rayonnement constant le long du quai

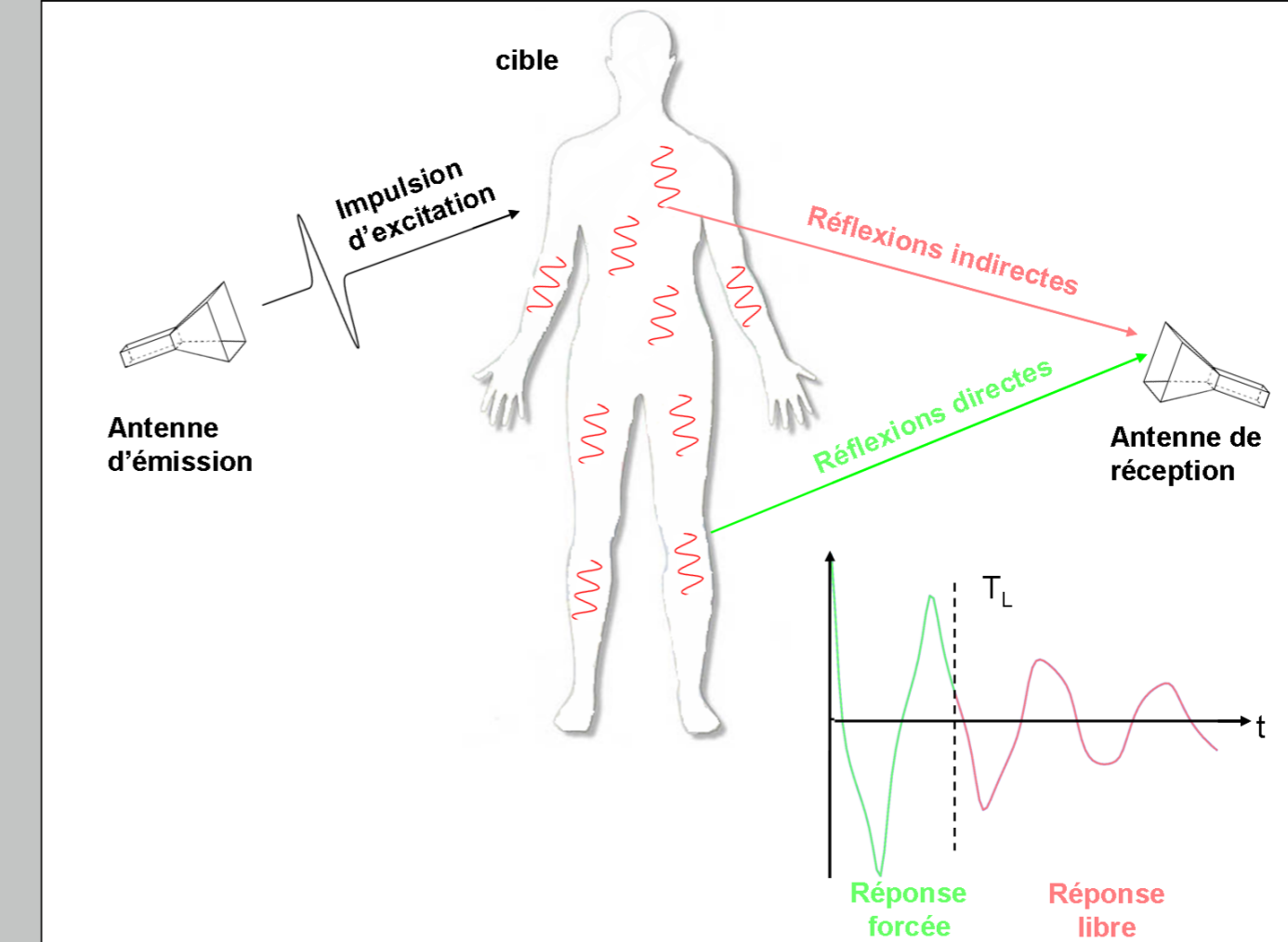


$$e_k = \frac{e_{k+1}e^{-\alpha D}}{1 + e_{k+1}e^{-\alpha D}} \quad k = 1, 2, \dots, N-1 \quad (2)$$

N, nombre total des fentes  
 $\alpha$ , affaiblissement le long du guide d'onde  
 D, distance entre les fentes, sélectionnée afin d'obtenir une détection effective des cibles critiques (corps humain)

## Extraction des signatures électromagnétiques des cibles

- ▶ Caractérisation des champs primaires et secondaires induits par une onde incidente



- ▷ Réponse impulsionnelle

$$y(t) = r_f(t) + r_L(t) \quad (3)$$

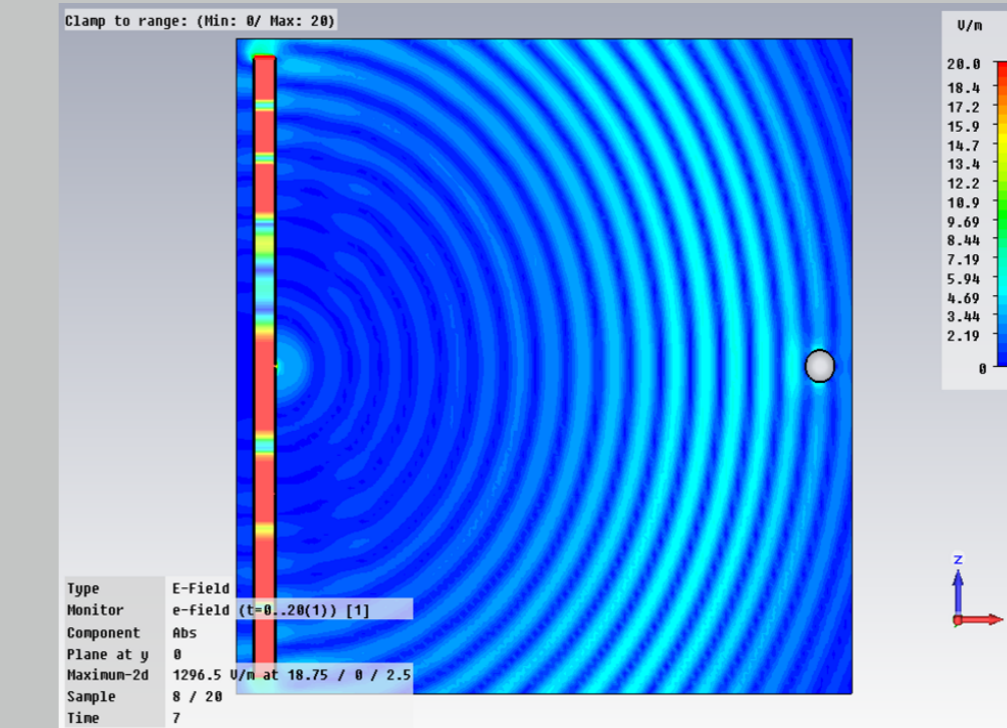
- ▷ SEM (Singularity Expansion Method) [1]

$$r_L(\theta, t) = \sum_r R_{r,\theta} \cdot e^{s_r(t-T(\theta))} \quad (4)$$

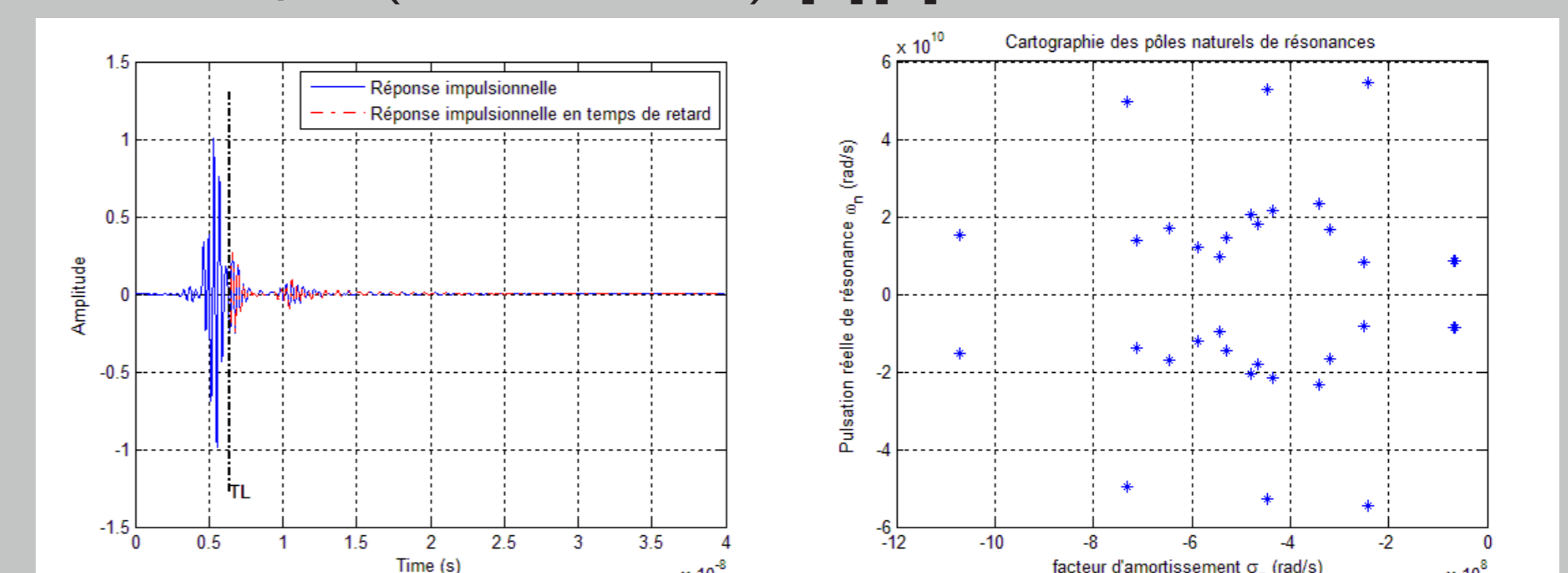
- ▷  $s_r$  est le  $r^{\text{ième}}$  coefficient naturel de résonance (pôle) de la cible:  
 $s_r = \sigma_r + j\omega_r$

## Résultats expérimentaux

- ▶ Simulations sous CST Microwave Studio



- ▶ Réponse impulsionnelle, en présence de la cible, déconvoluée de la réponse impulsionnelle statique (sans la cible) [2][3]



## Conclusions

- ▶ Présentation d'un nouveau dispositif de détection des chutes sur les voies de circulation
- ▶ Présentation et caractérisation d'un guide d'onde à fentes, utilisable comme une succession de radars monostatiques
- ▶ Présentation de la méthode employée pour extraire les signatures électromagnétiques des cibles afin de les utiliser dans un processus de discrimination/classification

## Bibliographie

- [1] C.E. Baum, "The singularity Expansion Method", Chapter 3 in L.B. Felsen (ed.) Transient Electromagnetic Field, Springer - Verlag, Heidelberg, 1976, pp. 571-651
- [2] M.L. Van Blaricum, R. Mittra, "A Technique for Extracting the Poles and Residues of a system Directly from its Transient Response", IEEE Trans. Antennas Propagation, Vol. 23, n°6, pp 777-781, Nov, 1975
- [3] Y. Hua and T.K. Sarkar, "Matrix Pencil method for estimating parameters of exponentially damped/undamped sinusoids in noise", IEEE Trans. on Acoust. Speech. and Sig. Proc., Vol 38, No. 5, May 1990, pp. 814-824.
- [4] Mroue et al. "UWB Radar for Railway fall on Track Object Detection and Identification", 2009 IEEE 69th Vehicular Technology Conference, Barcelona 27-29 April 2009