

Expériences de renversement du temps en micro-ondes : description du radar et résultats

L. BELLOMO*, S. PIOCH*, M. SAILLARD*, E. SPANO*,
M. BIANCHERI-ASTIER**

(* LSEET, UMR 6017, Université du Sud Toulon-Var, FRANCE)

(** LATMOS, UMR 8190, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, FRANCE)



Journées scientifiques 2009
" PROPAGATION ET TELEDETECTION "

24 Mars 2009, Paris, FRANCE



LSEET



THALES

Sommaire

- Description du prototype
- Protocoles de mesure et description de l'expérience
- Résultats et interprétations
- Conclusions et perspectives

Description du prototype

Partie RF [2-4] GHz

Analyseur de réseau vectoriel 2 ports :
source RF/enregistre le signal reçu.

Antennes : E.T.S.A. (B.P. [2-18 GHz]
à R.O.S. = 2),

Atténuateurs : dynamique > 30 dB,
précision 0,11 dB/code,

Déphaseurs : dynamique $\approx 360^\circ$,
précision $0,36^\circ$ /code

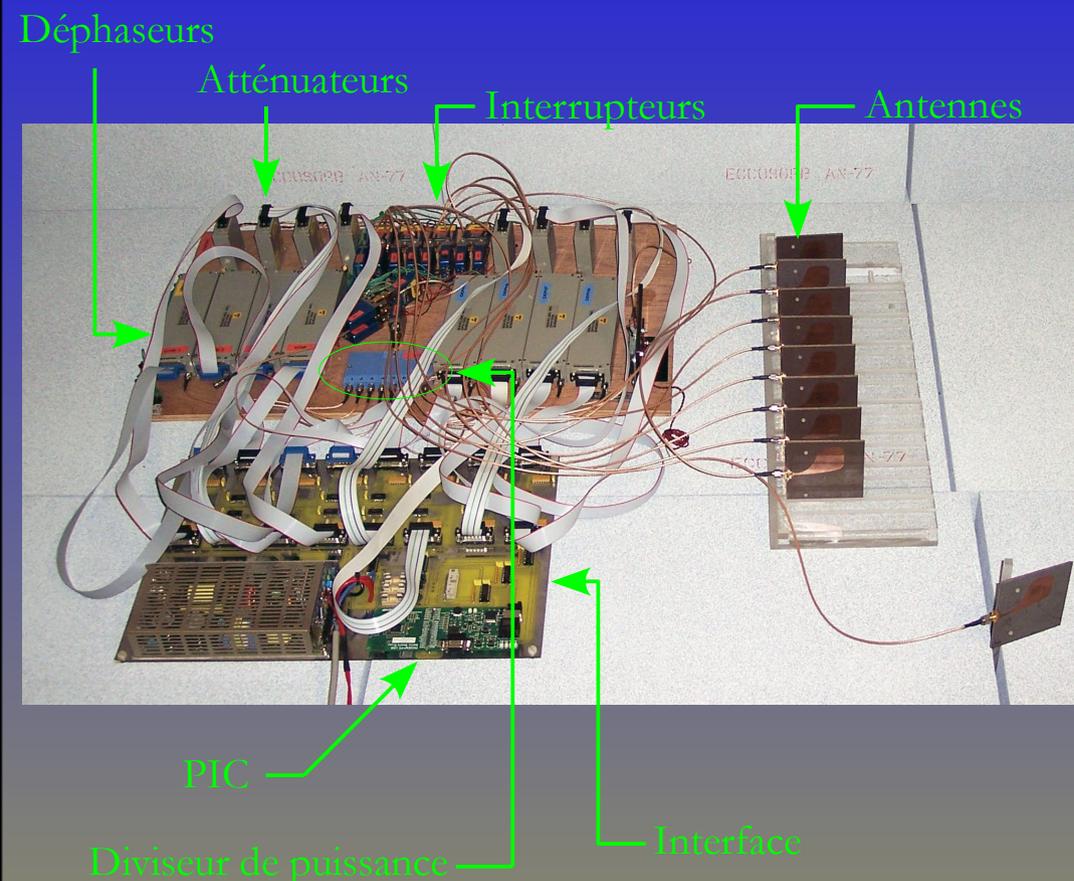
Interrupteurs électromécaniques

Diviseur de puissance

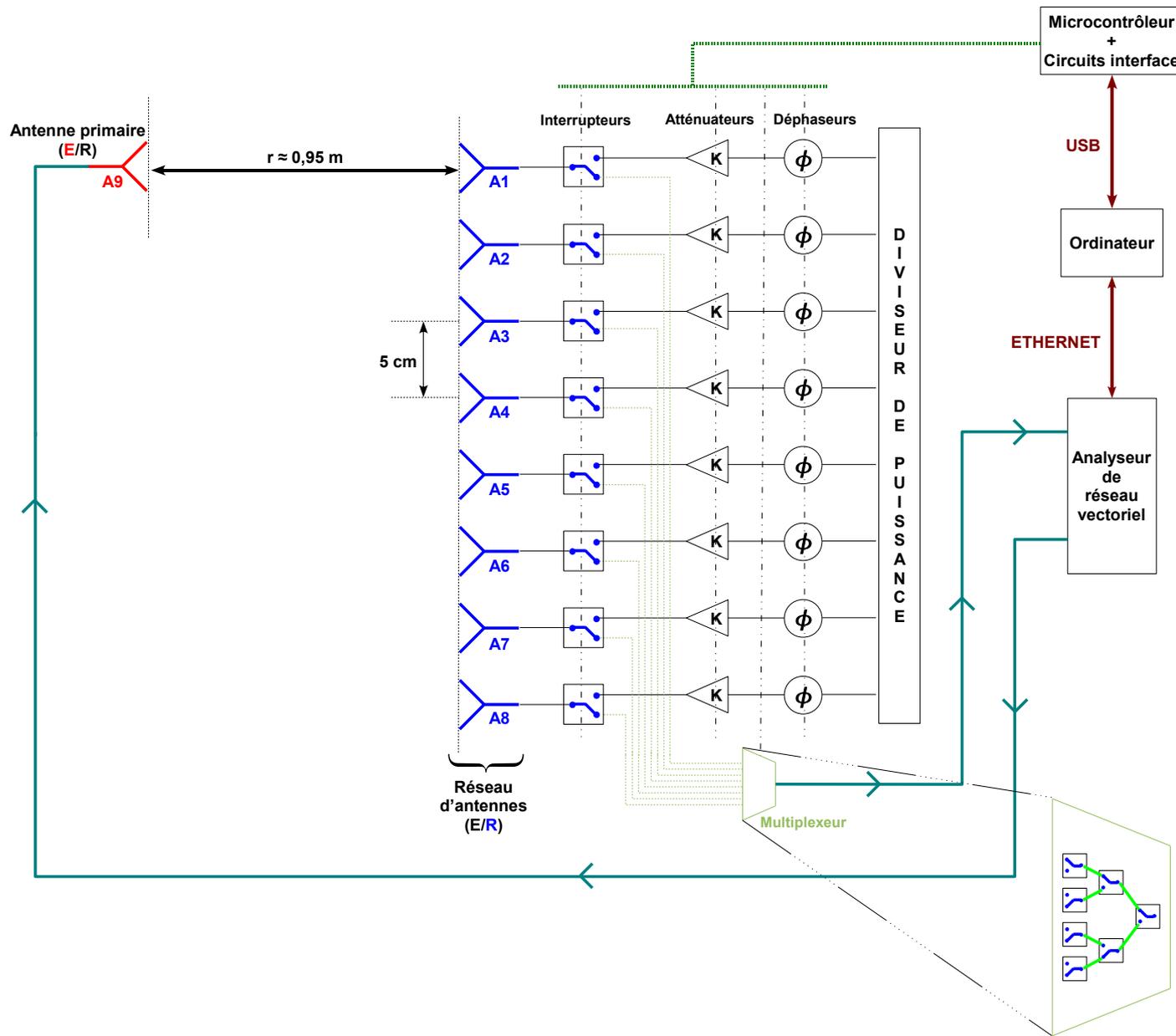
Partie circuits d'interface

P.I.C.

Partie commande



Protocoles de mesure et description de l'expérience (1/2)

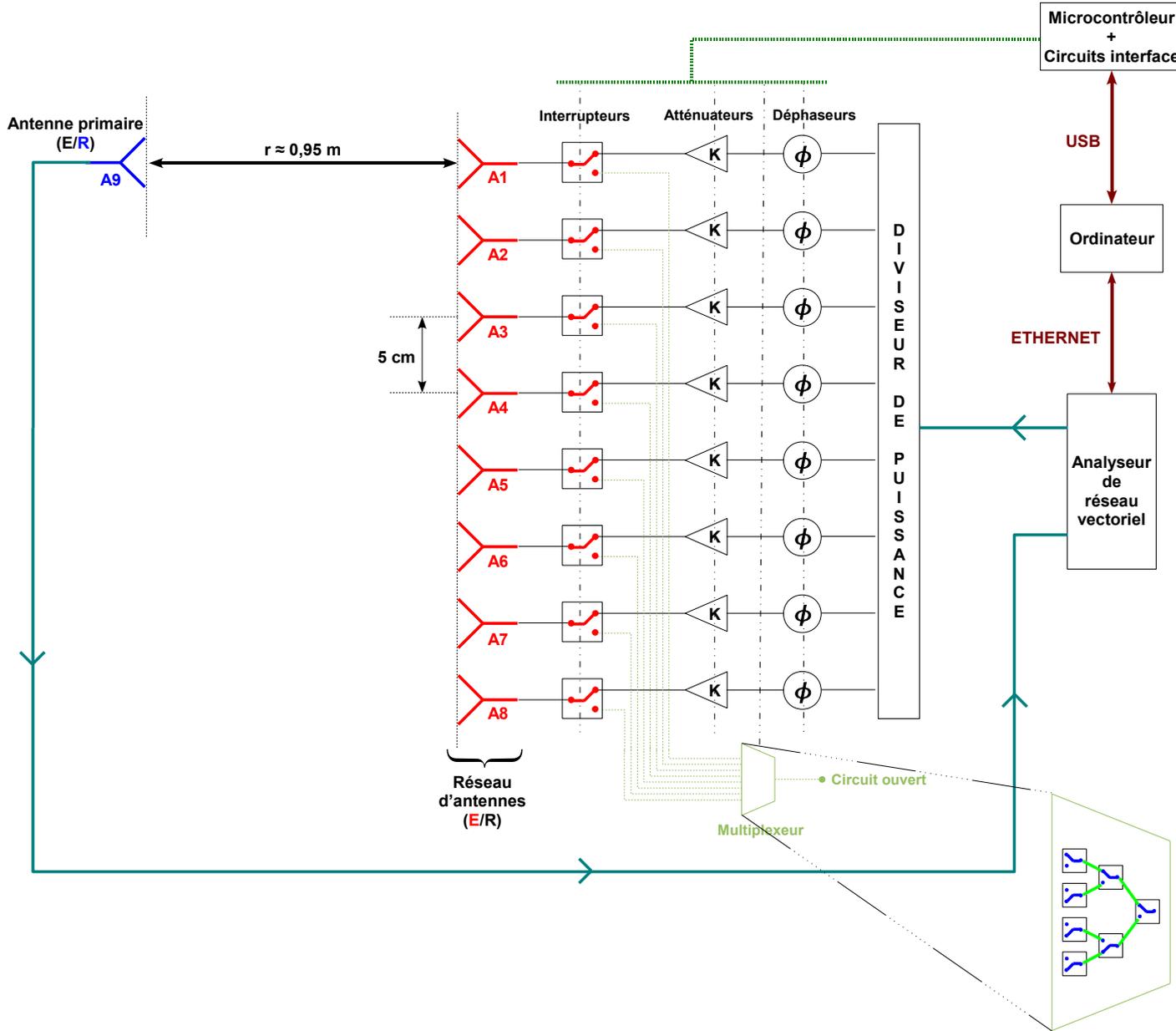


Etape "aller"

↳ enregistrement des S_{j9}

Mesures effectuées en chambre anéchoïque ($2 \times 0,75$ m²) réalisée au moyen de panneaux absorbants

Protocoles de mesure et description de l'expérience (2/2)



Etape "retour"

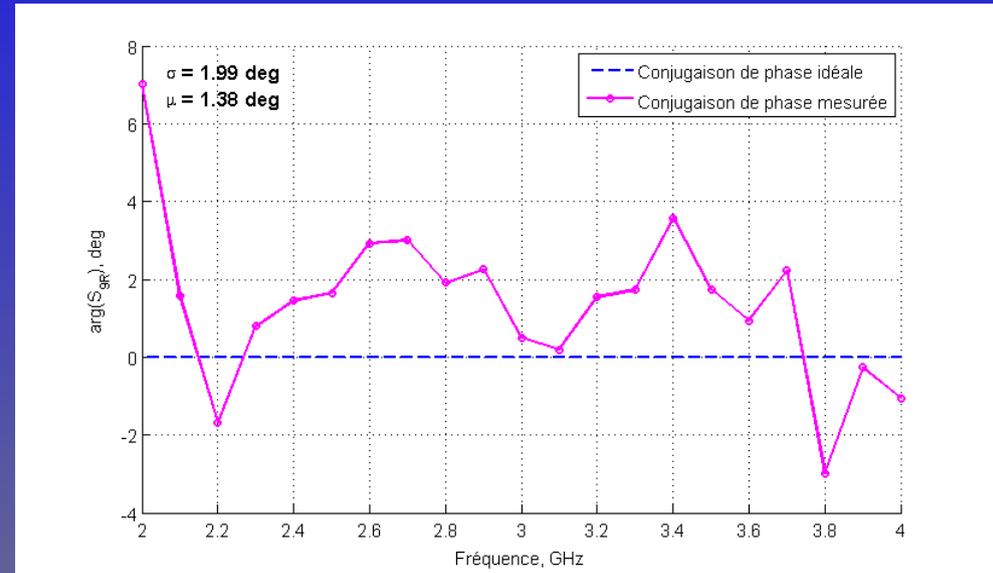
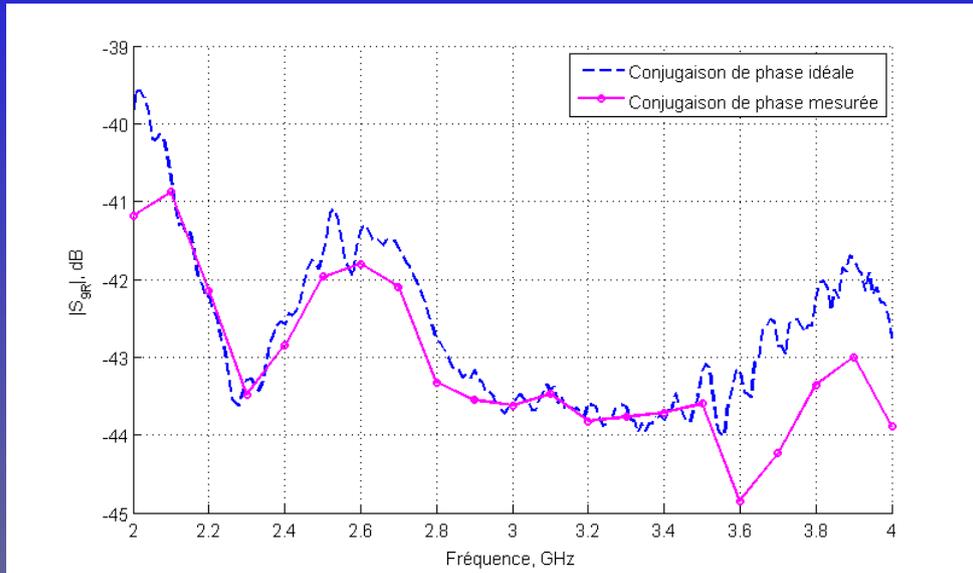
- ↳ conjugue la phase
 $S_{j9} \rightarrow S_{j9}^*$
- ↳ implante loi d'amplitude et de phase
- ↳ réémet avec le réseau
→ "étape retour"
- ↳ mesure $S_{9R}(f_k)$

Résultats et interprétations

- Paramètres $S \rightarrow$ domaine fréquentiel
- Par T.F.I. \rightarrow domaine temporel
- Cartes de champ

Résultats et interprétations (1/3)

→ Paramètres S → domaine fréquentiel



$$E_{A9} \propto \sum_{j=1}^8 \underbrace{S_{j9}^*}_{\text{conjugué du signal reçu}} \underbrace{S_{j9}}_{\text{terme de propagation correspondant à chaque antenne}} = \sum_{j=1}^8 |S_{j9}|^2$$

somme sur les 8 antennes

chaque antenne alimentée par le

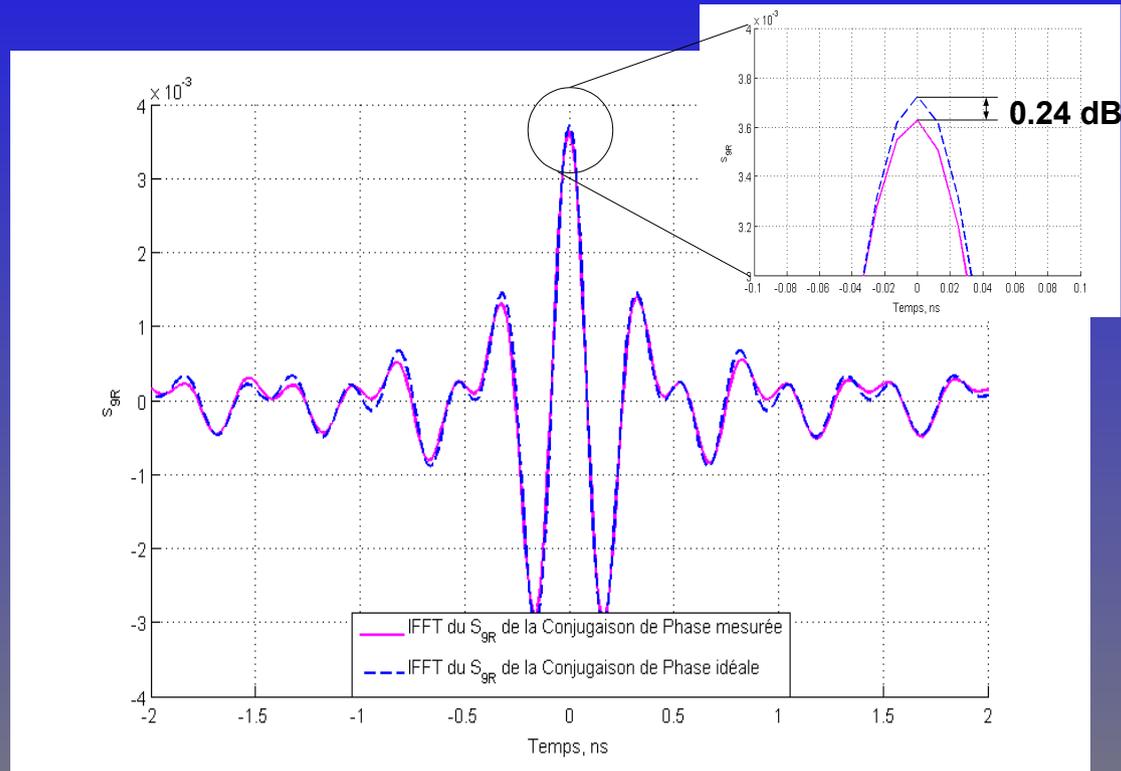
conjugué du signal reçu

terme de propagation correspondant

à chaque antenne

Résultats et interprétations (2/3)

→ Par T.F.I. → domaine temporel



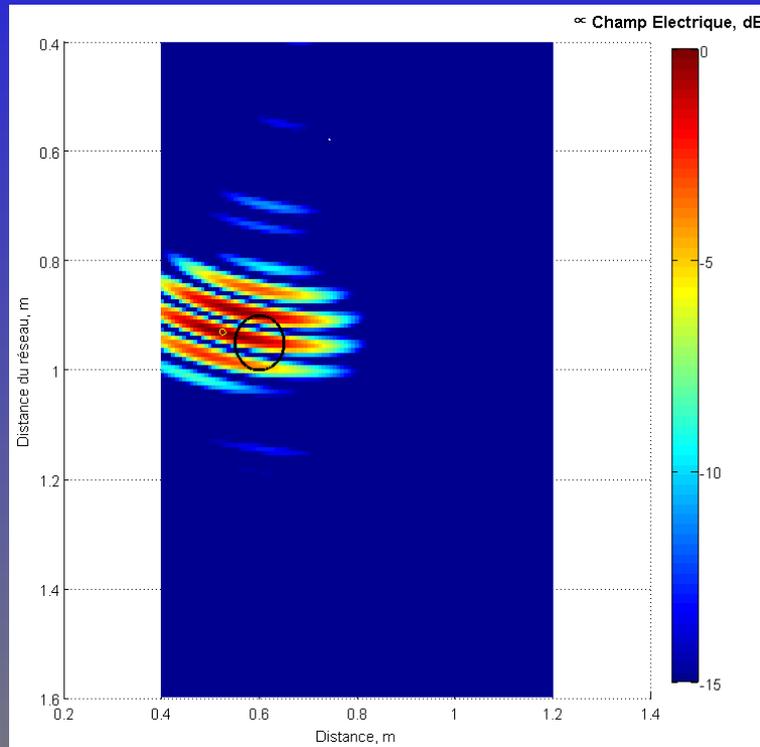
→ Excellent accord entre théorie et mesure

→ Erreurs résiduelles dues à :

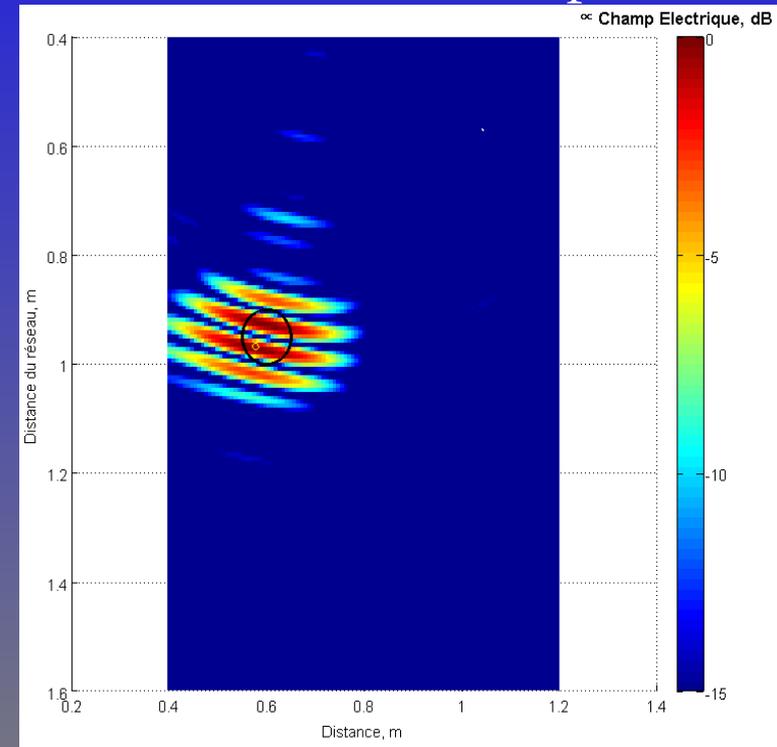
- résolution des composants
- imprécision de l'analyseur de réseau vectoriel
- différence de chemin non parfaitement compensée

Résultats et interprétations (3/3)

→ Cartes de champ
Réseau d'antennes



Antennes non couplées



→ Nécessité d'une modélisation fine des antennes et du couplage pour faire du R.T. numérique

→ Ce problème ne se pose pas lors de la réémission expérimentale

Conclusions

- Protocoles de mesure et méthode d'évaluation établis
- Système validé par une expérience complète de conjugaison de phase sur la bande [2-4] GHz

Perspectives

- Exploiter le RADAR dans des configurations plus complexes (cibles, milieu aléatoire...)
- Appliquer la méthode D.O.R.T. pour faire de la focalisation sélective
- Acquisition d'un second réseau pour la mesure du champ rayonné