



# Récupération d'énergie par radiofréquences

« *Vers l'autonomie des objets connectés* »

*Ludivine FADEL : Maître de Conférences, UB*

*ludivine.fadel@ims-bordeaux.fr*

Laboratoire de l'Intégration du  
Matériau au Système



# LE GROUPE « ONDES »

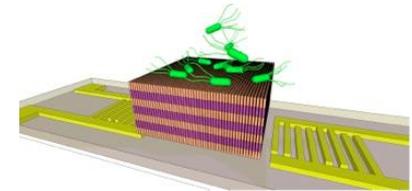
## « 3 ÉQUIPES »

### → Structure

*Permanents : 5 Prof, 9 MCF, 1 CR, 3 Ingénieurs*

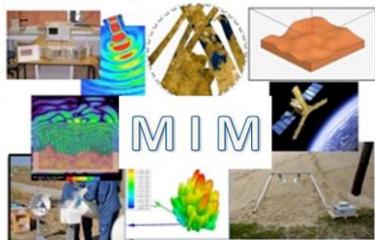
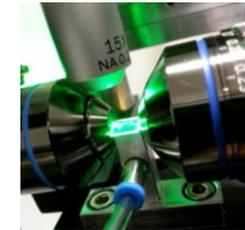
#### ➤ MDA « Microsystèmes de Détection à ondes Acoustiques et alternatives »

- Dispositifs résonants – microcapteurs. Prototypes de plateformes de détection
- Propagation des ondes dans les dispositifs, phénomènes dynamiques d'interaction avec un milieu solide, liquide ou gazeux



#### ➤ EDMiNA « Evaluation des Dispositifs Micro et Nano Assemblés »

- Impact sur la fonctionnalité de dispositifs microélectroniques et photoniques :
- Influence de contraintes environnementales - Fiabilité



Matériaux Interactions Micro-Ondes

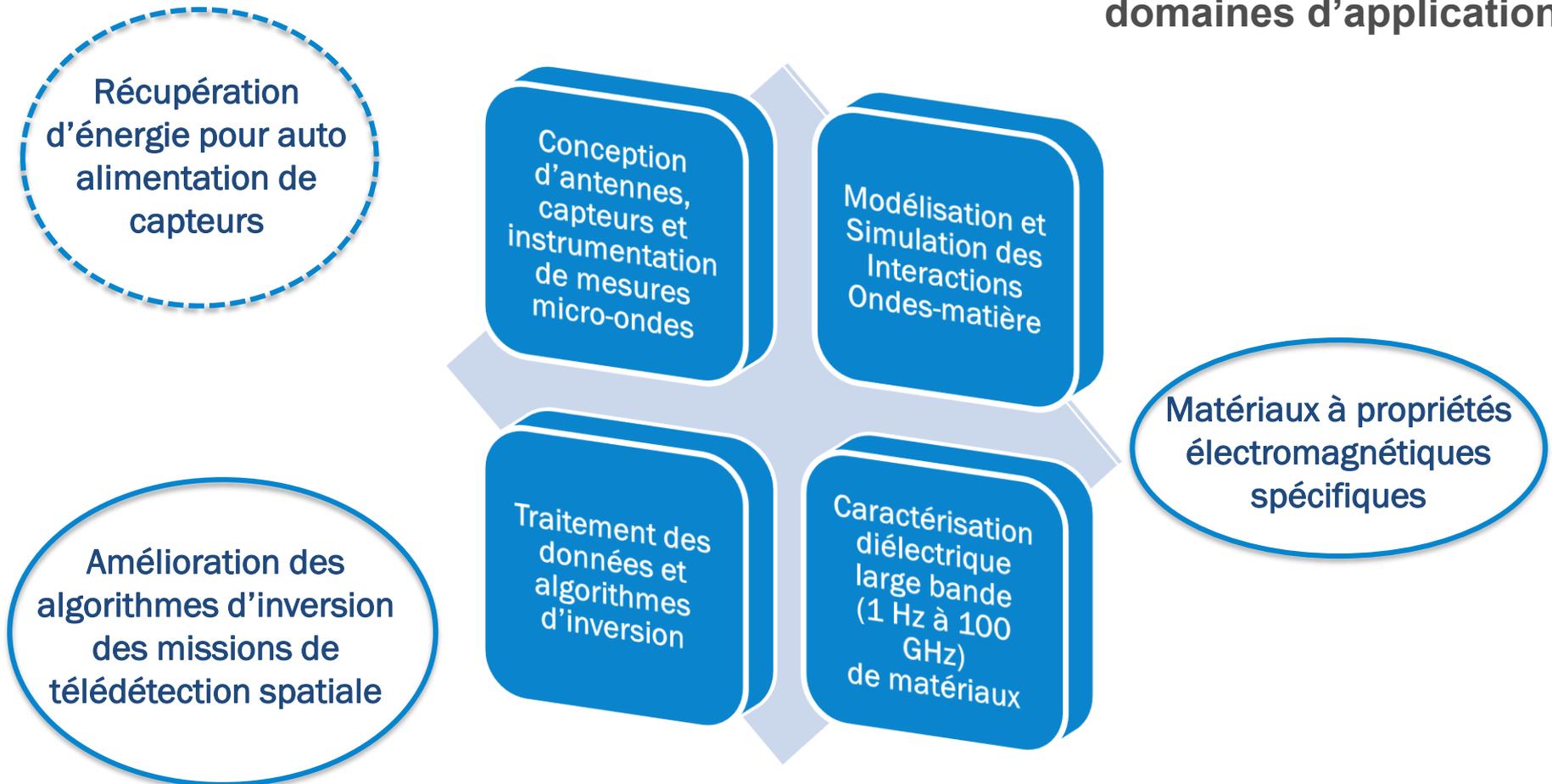
#### ➤ MIM « Matériaux, Interactions, Micro-ondes »

- Interactions ondes électromagnétiques – matériaux
- Récupération d'énergie par voie électromagnétique

# L'ÉQUIPE MIM

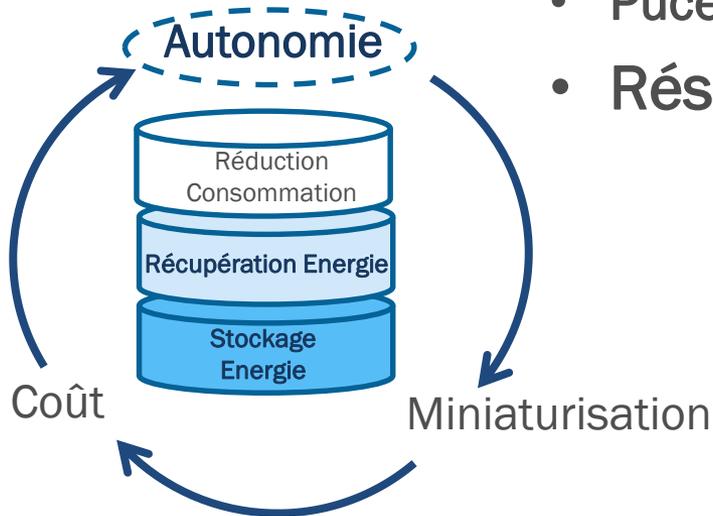
...DU MATÉRIAU AUX APPLICATIONS MICRO-ONDES

→ **Compétences et domaines d'application**



# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

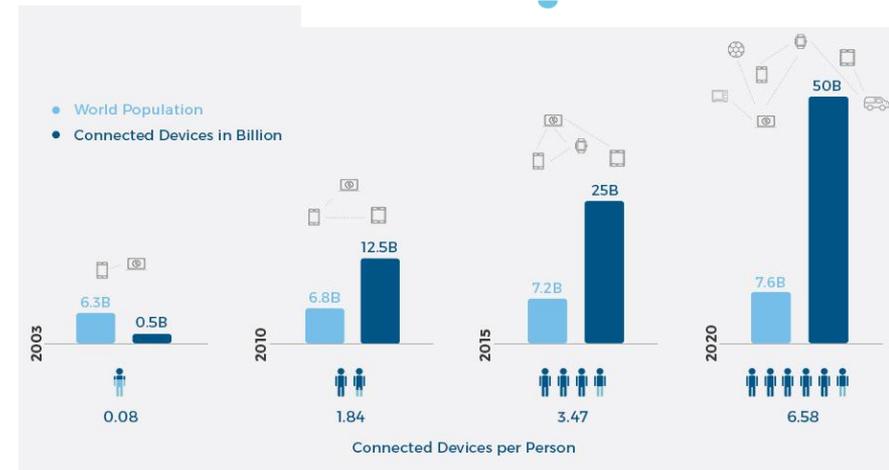
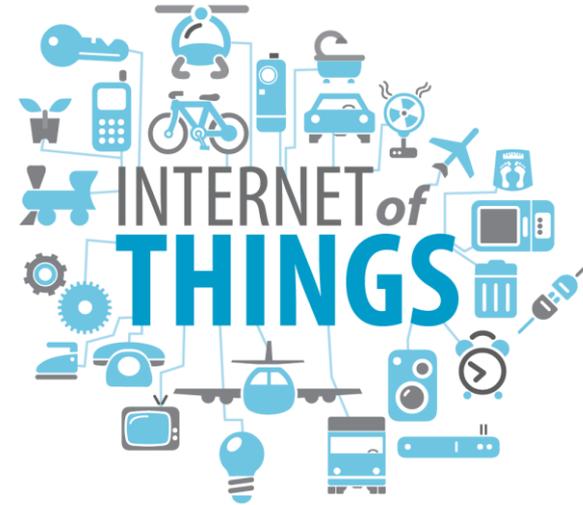
## VERS L'AUTONOMIE DES OBJETS CONNECTÉS



- Puces RFID
- Réseaux de capteurs

*Développement de solutions éco-énergétiques pour rendre tout ou partie autonome les objets connectés*

## → Contexte



# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

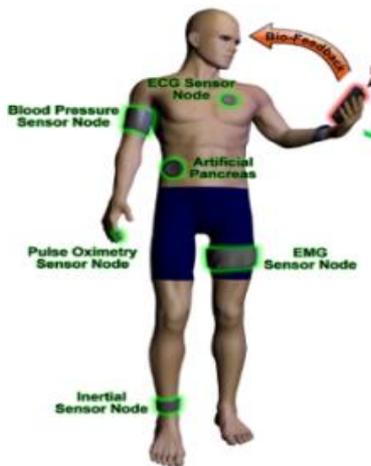
VERS L'AUTONOMIE DES OBJETS CONNECTÉS

→ **Concept**

## Source d'Énergie « rechargeable » à distance

Budget:  $10\mu\text{W} \rightarrow \text{mW}$

BioMédical  
Suivi « embarqué » des  
constantes vitales



Du eHealth au mHealth

Surveillance  
Environnementale

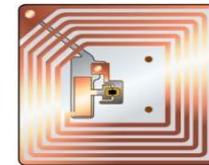


Sites Naturels Sites Industriels

Mesure de  
Température, Pression, Gaz...

Sécurité  
Domotique

Suivi d'objets/Traçabilité



Type RFID

Alimentaire Périssable  
Produit à forte valeur ajoutée  
Géo-localisation

Personne âgées

# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

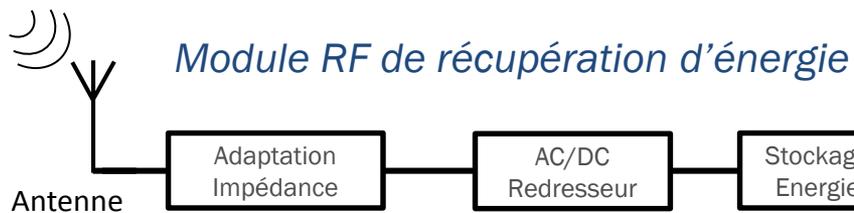
## MODULE DE RÉCUPÉRATION ET DE STOCKAGE D'ÉNERGIE « MORSE »

→ **Projet**

- Utilisation de l'environnement en tant que source d'énergie

*Ondes électromagnétiques*

Projet Transversal – collaboration inter-équipes IMS  
Thèse MNERT, Romain Bergès Oct 2014/2017



Bande de fréquences ISM\*  
900 MHz et 2,4 GHz

\* Industrial, Scientific, Medical

# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

## MODULE DE RÉCUPÉRATION ET DE STOCKAGE D'ÉNERGIE « MORSE »

→ **Projet**

### Deux types de scénarios

Transfert de puissance/énergie sans fil  
( Application dédiée)

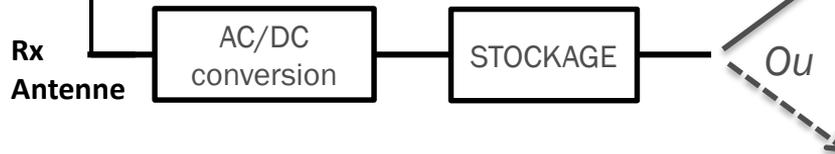
Récupération d'énergie  
opportuniste

#### Source spécifique



Source d'énergie

Module RF de Récupération et  
stockage d'énergie



Horloge  
Capteurs de T°C,  
Mémoire RAM  
....

Source(s)  
ambiante(s)



Smart Phone



Tablet

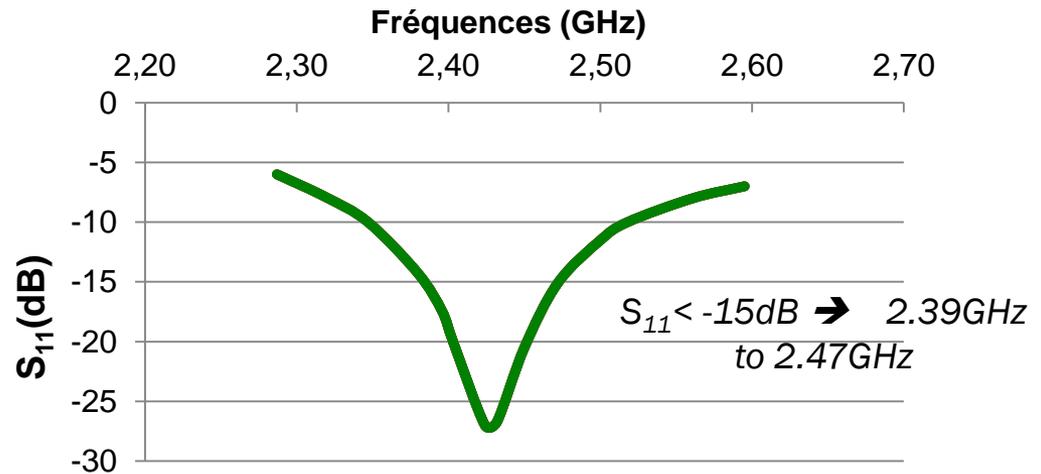
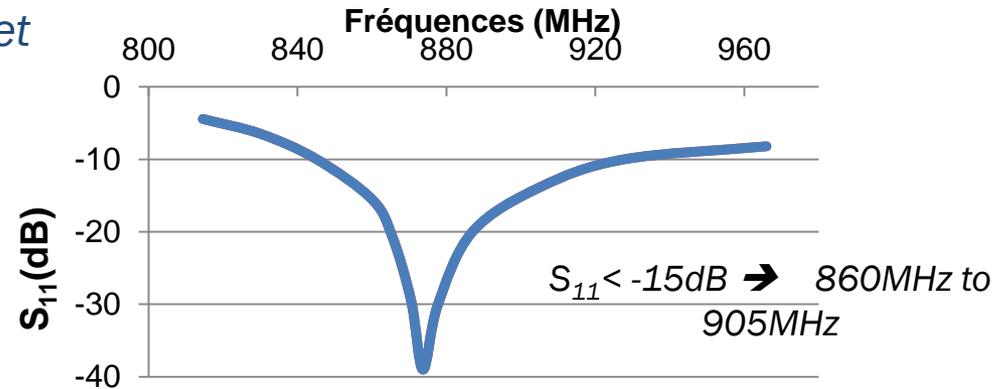
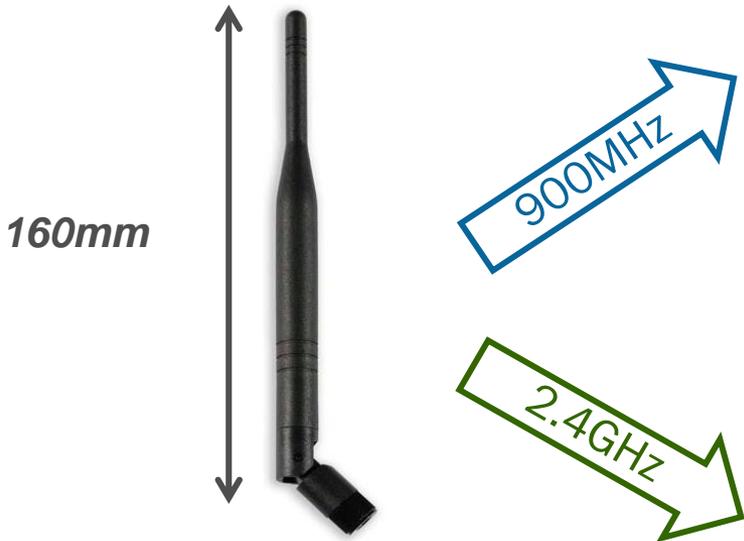
Récupérer un  
maximum  
d'énergie

# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

## ARCHITECTURES DES BLOCS CONSTITUANT LE MODULE

→ Antennes

*Module RF de Récupération et stockage d'énergie*

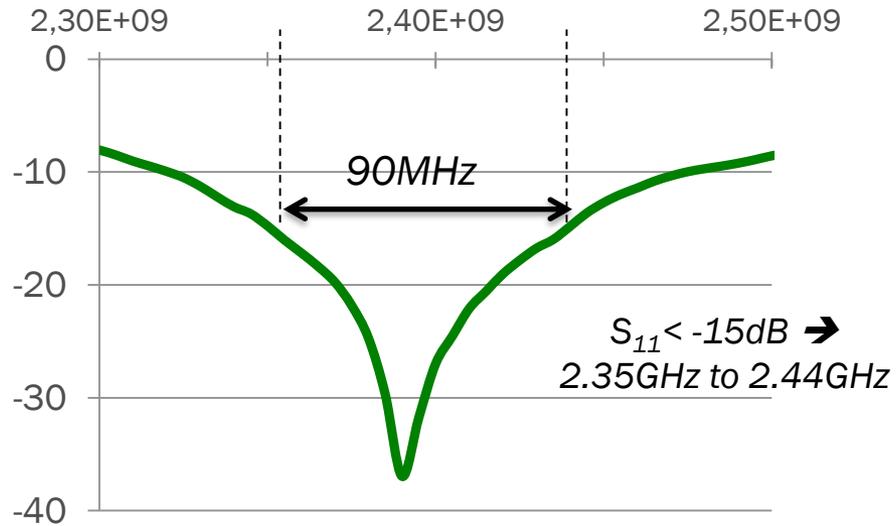
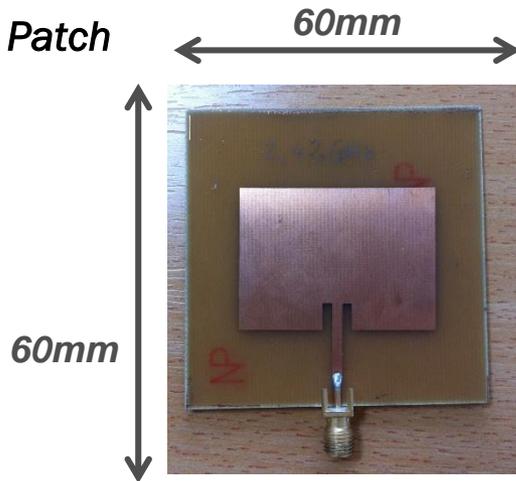


# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

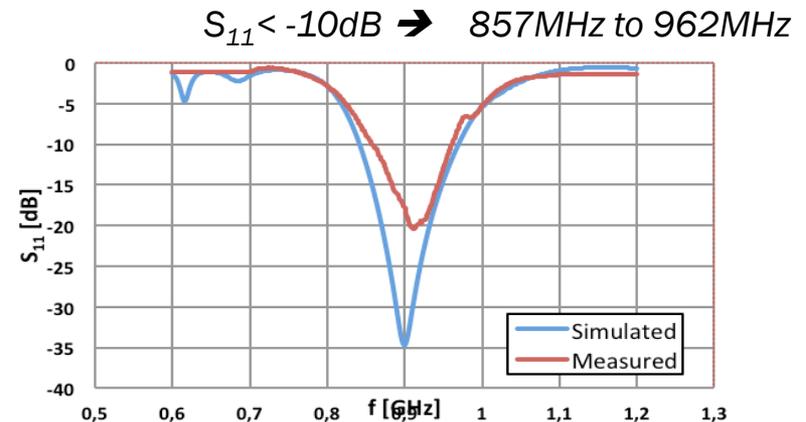
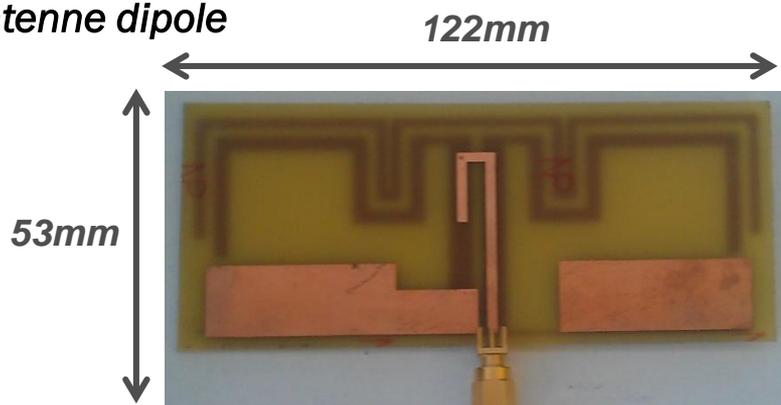
## ARCHITECTURES DES BLOCS CONSTITUANT LE MODULE

→ Antennes

Antenne Patch



Antenne dipole

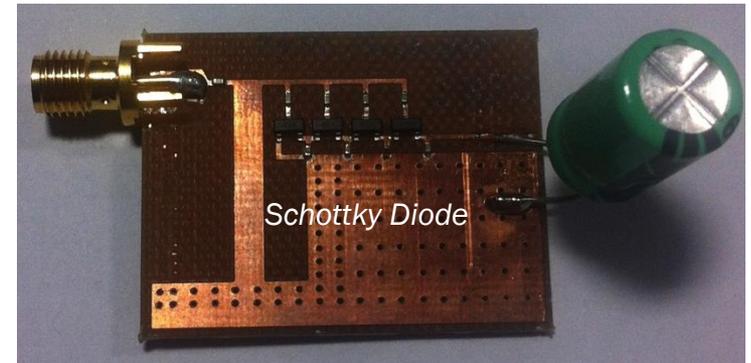
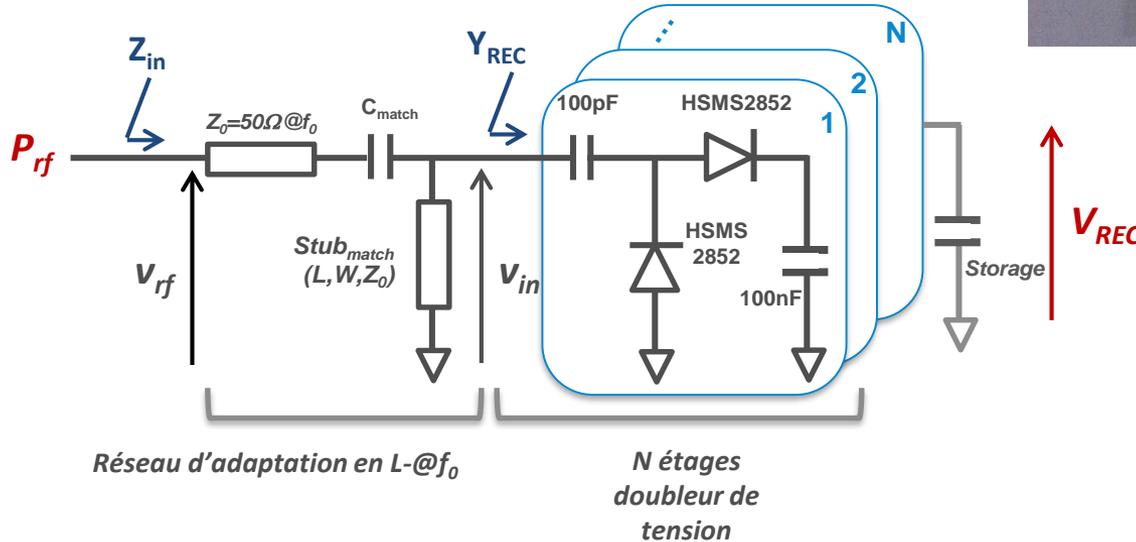
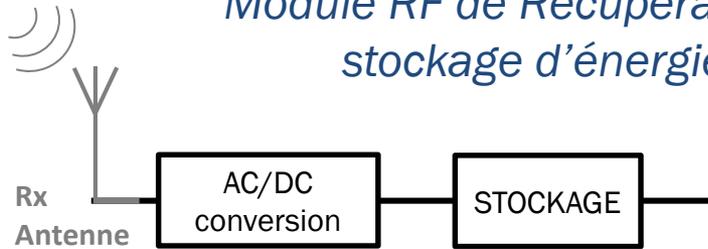


# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

## ARCHITECTURES DES BLOCS CONSTITUANT LE MODULE

→ Circuit de conversion RF/DC

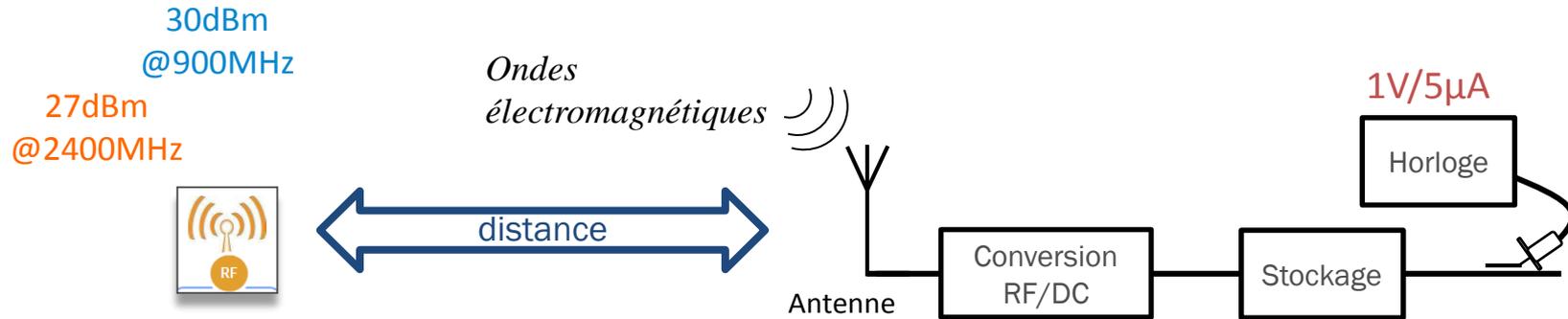
Module RF de Récupération et stockage d'énergie



# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

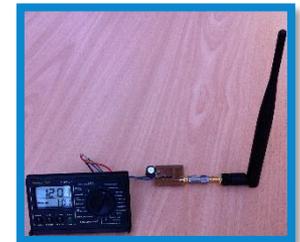
## TRANSFERT DE PUISSANCE SANS FIL OU TÉLÉ-ALIMENTATION

→ Résultats de mesures



Distance 3.5m

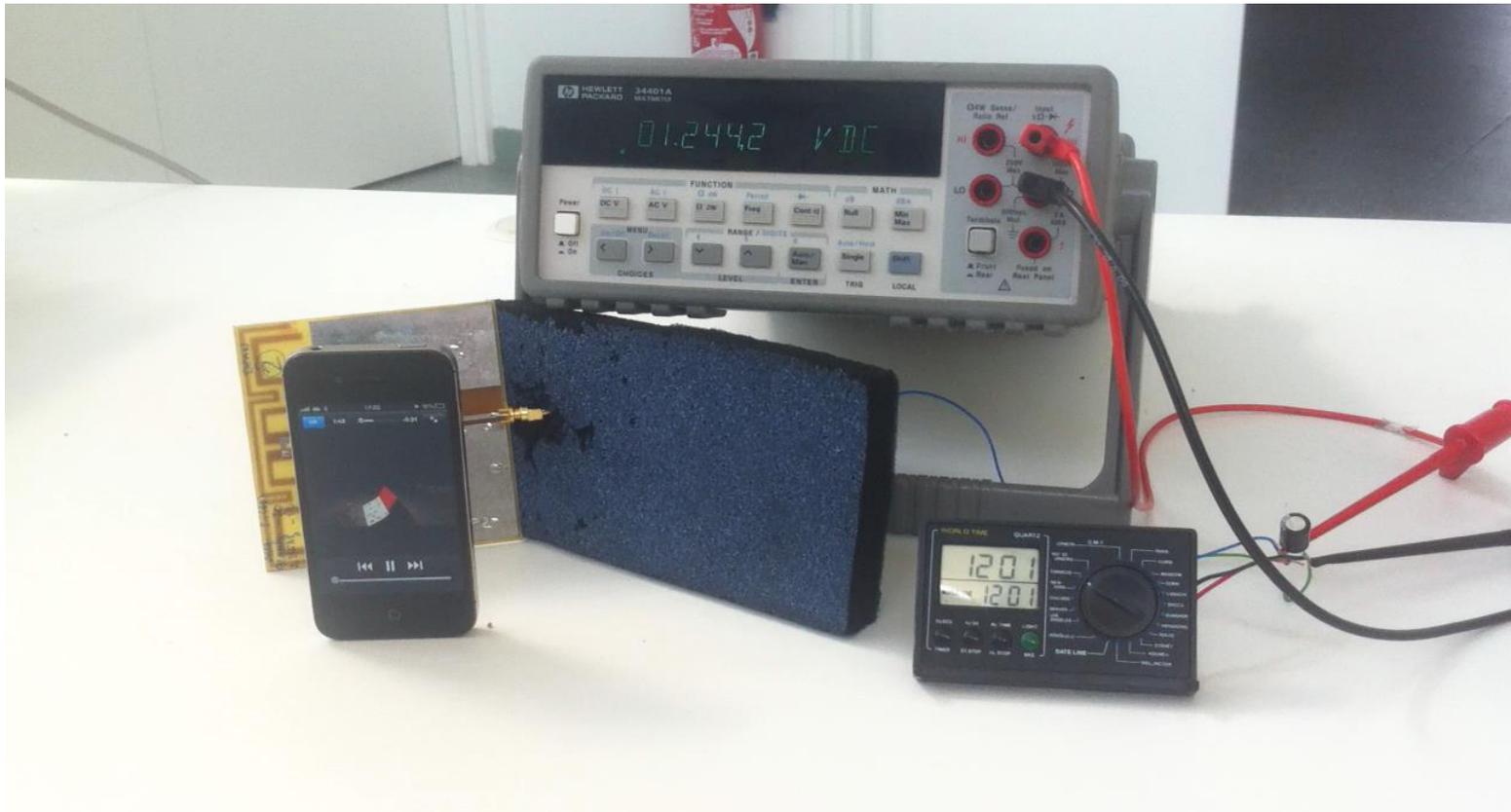
Distance 14m



# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

## RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE OPPORTUNISTE

→ Résultats de mesures



# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

## VERS L'ÉLECTRONIQUE SOUPLE

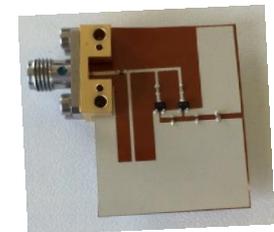
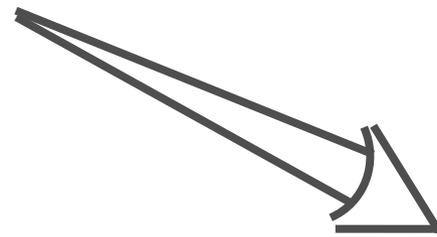
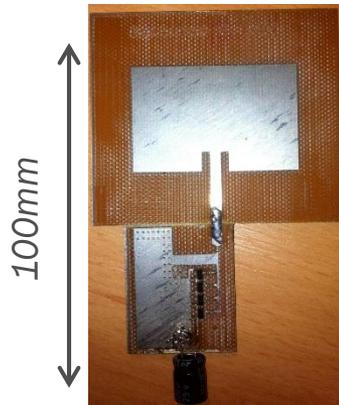
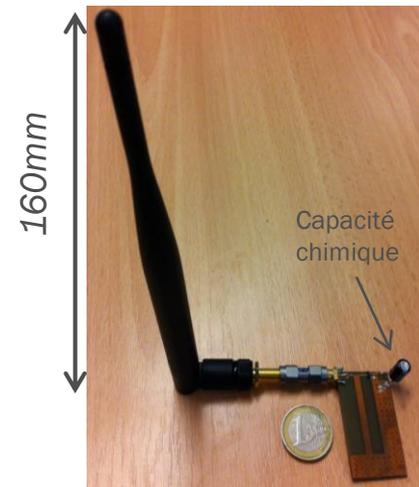
→ **Substrats innovants**

➤ Adaptation à l'environnement d'application

**900 MHz**

**2.4GHz**

**Substrats flexibles**



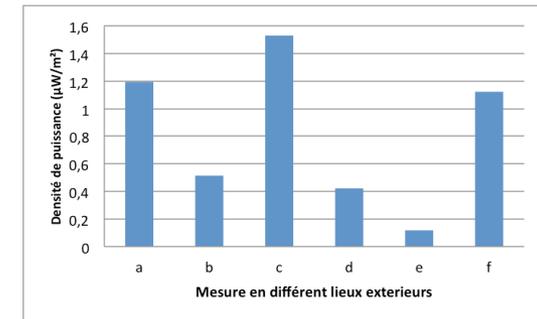
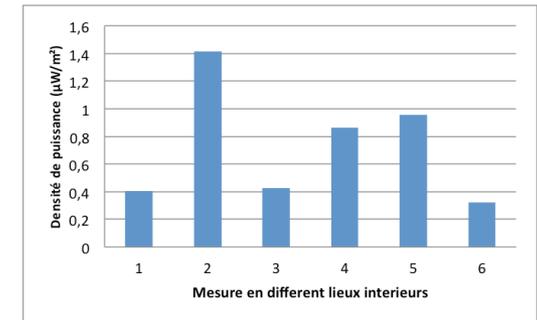
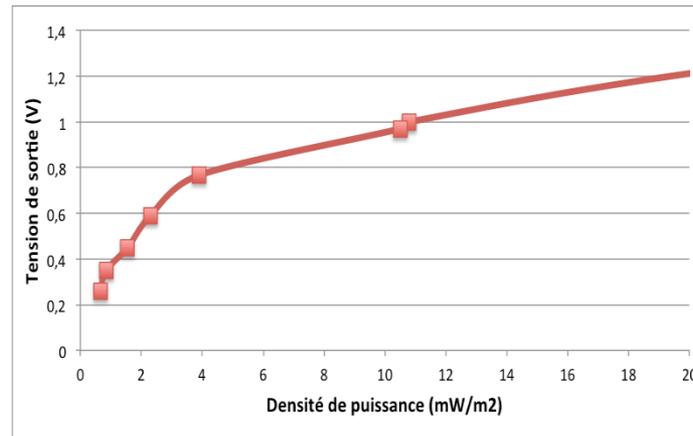
Papier

# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

## VERS L'ÉLECTRONIQUE SOUPLE

### → Mesures

- Application dans des conditions similaires au milieu urbain



Densité de puissance en agglomération bordelaise (AFNR)

# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

POTENTIALITÉS DE COLLABORATION

→ Mesures