



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 »

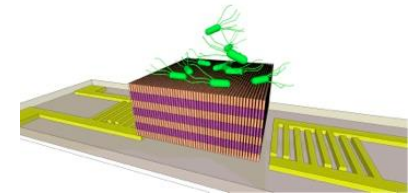
« 3 ÉQUIPES »

→ Structure

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

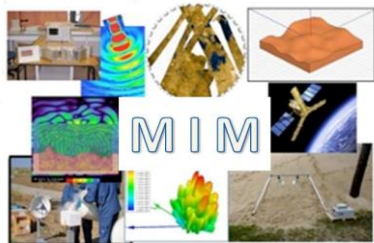
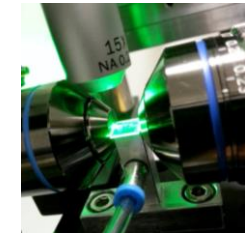
➤ MDA « Microsystèmes de Détection à ondes Acoustiques et alternatives »

- 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

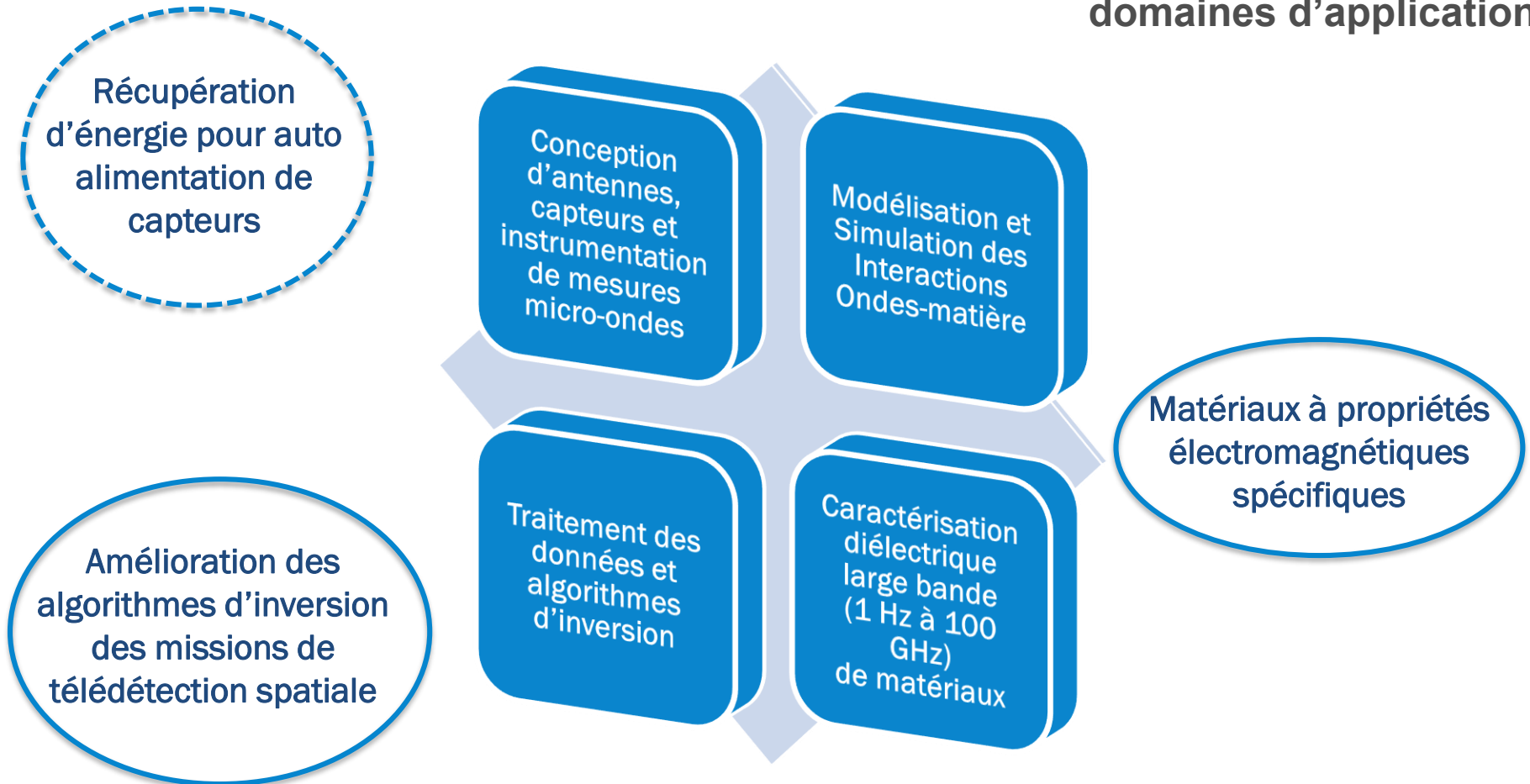
➤ MIM « Matériaux, Interactions, Micro-ondes »

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

L'ÉQUIPE MIM

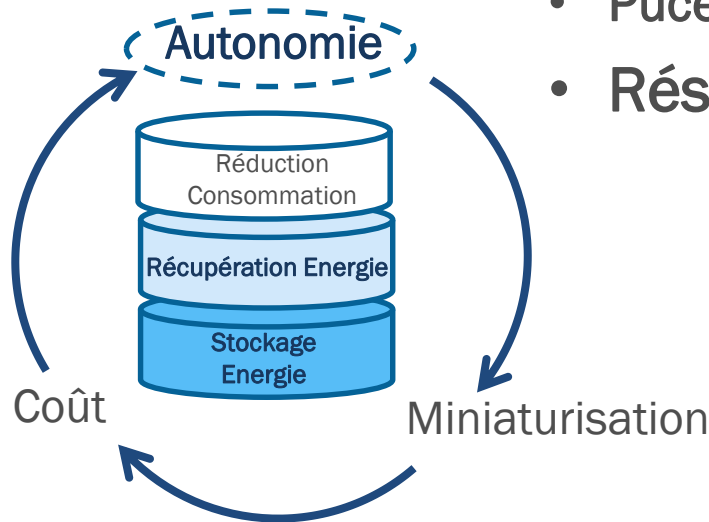
...DU MATÉRIAU AUX APPLICATIONS MICRO-ONDES

→ **Compétences et domaines d'application**



RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

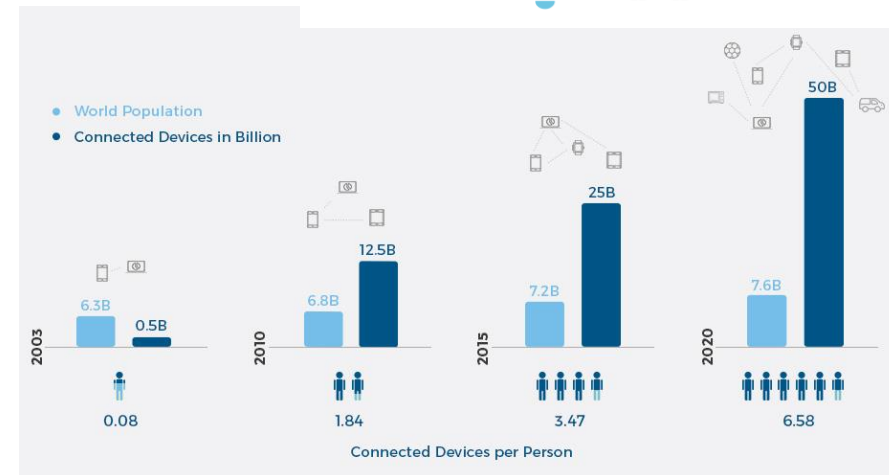
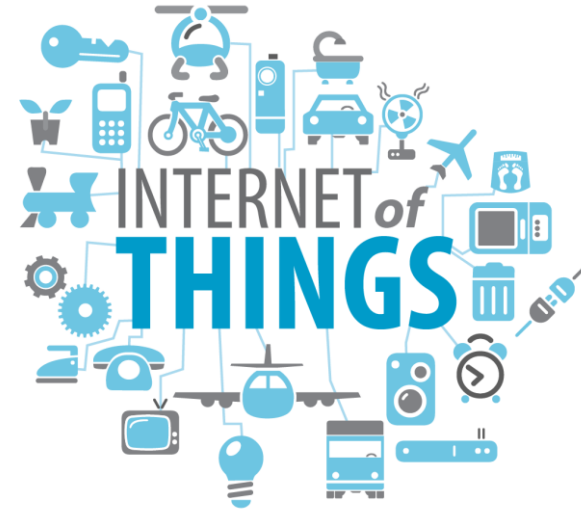
VERS L'AUTONOMIE DES OBJETS CONNECTÉS



- 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

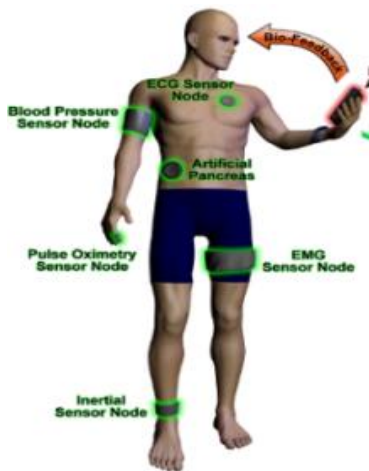
VERS L'AUTONOMIE DES OBJETS CONNECTÉS

→ **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

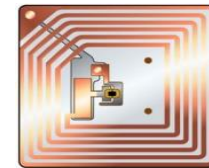


Sites Naturels Sites Industriels

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

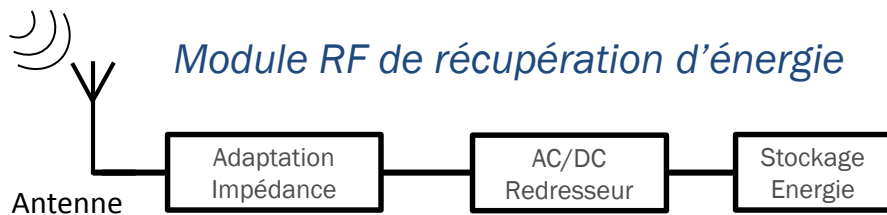
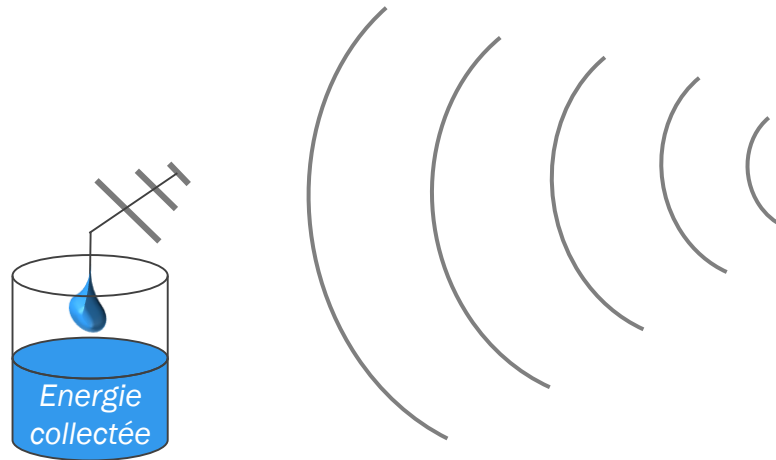
MODULE DE RÉCUPÉRATION ET DE STOCKAGE D'ÉNERGIE « MORSE »

→ **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 »

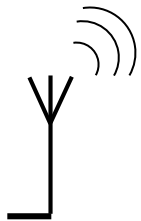
→ **Projet**

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

Rx
Antenne

AC/DC
conversion

STOCKAGE

Ou

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

Source(s)
ambiante(s)



Smart Phone



Tablet

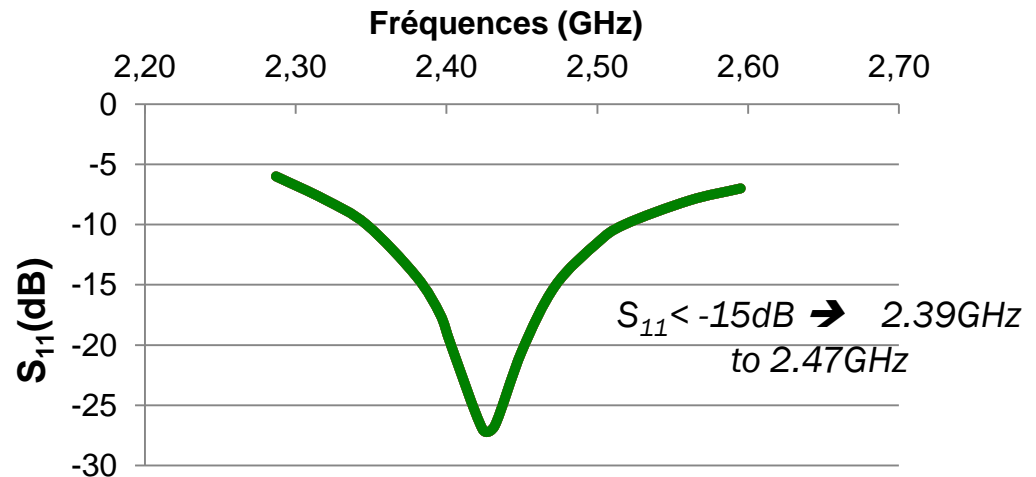
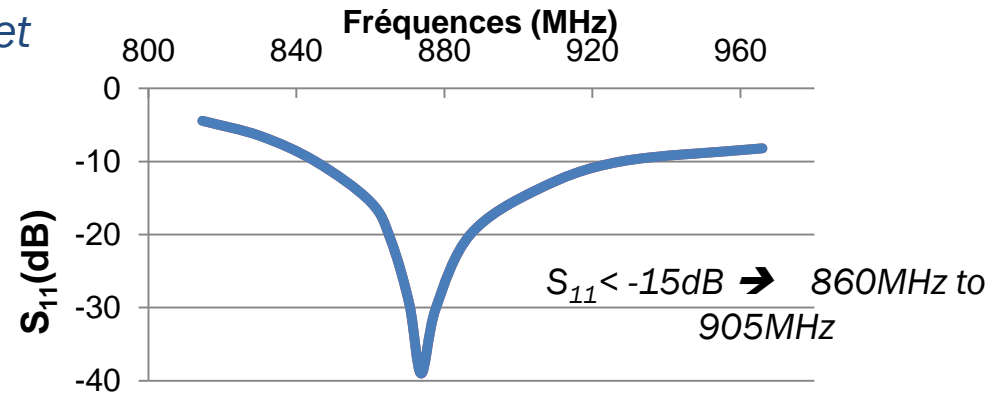
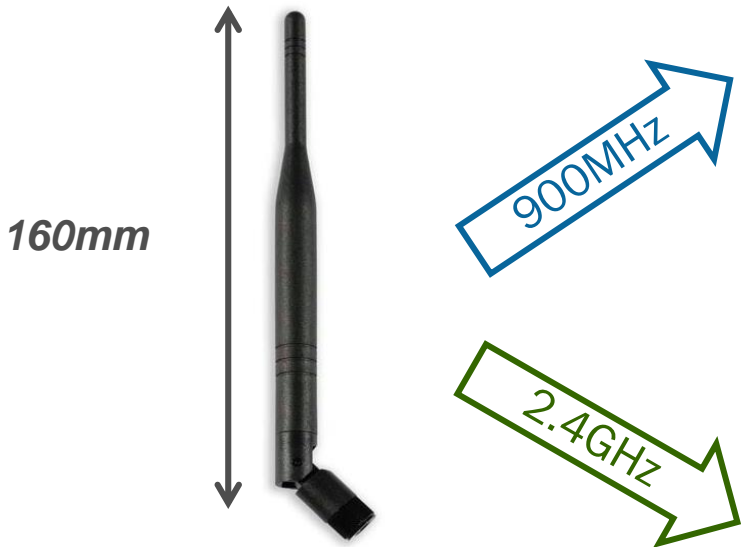
Récupérer un
maximum
d'énergie

RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

ARCHITECTURES DES BLOCS CONSTITUANT LE MODULE

→ Antennes

Module RF de Récupération et stockage d'énergie

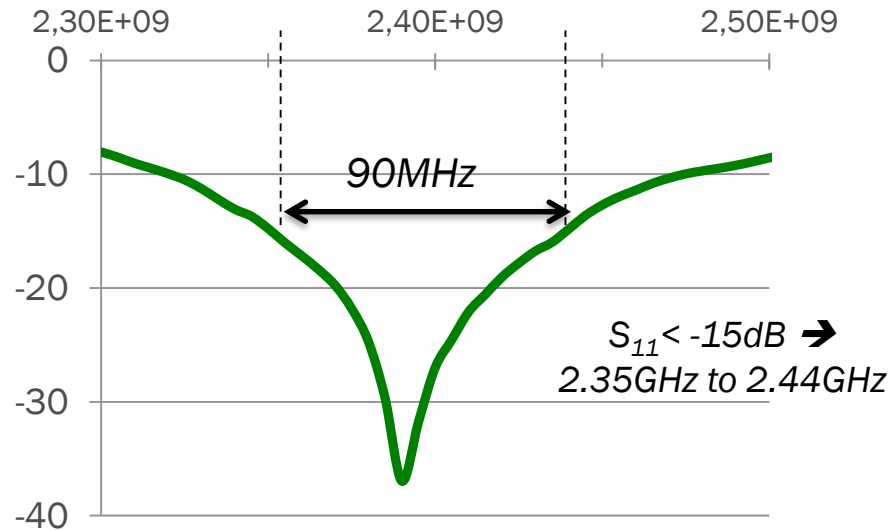
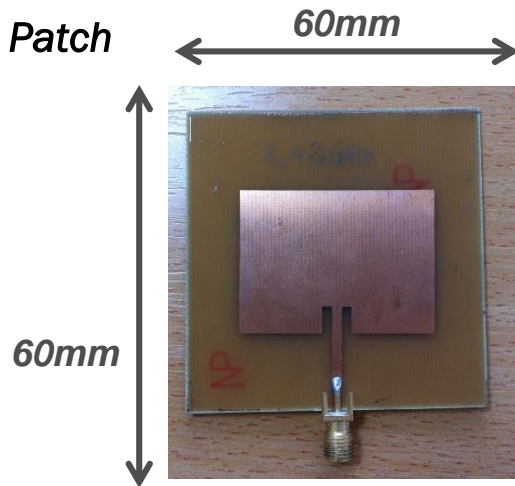


RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

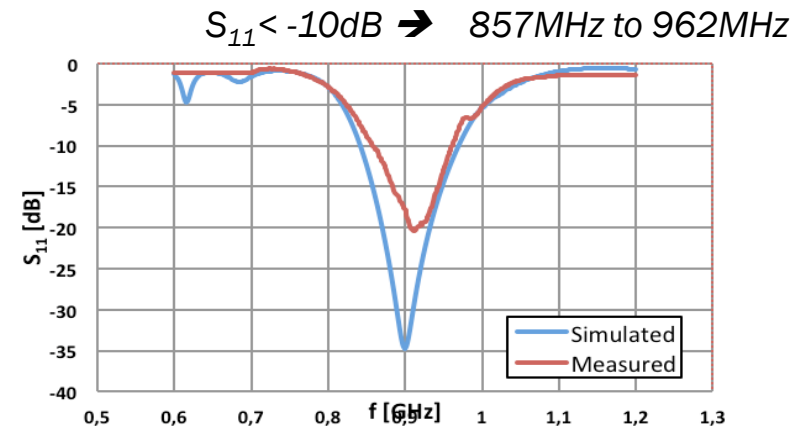
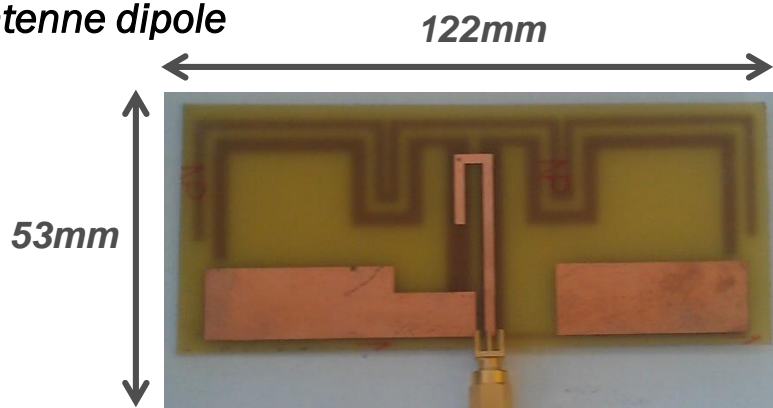
ARCHITECTURES DES BLOCS CONSTITUANT LE MODULE

→ Antennes

Antenne Patch



Antenne dipole

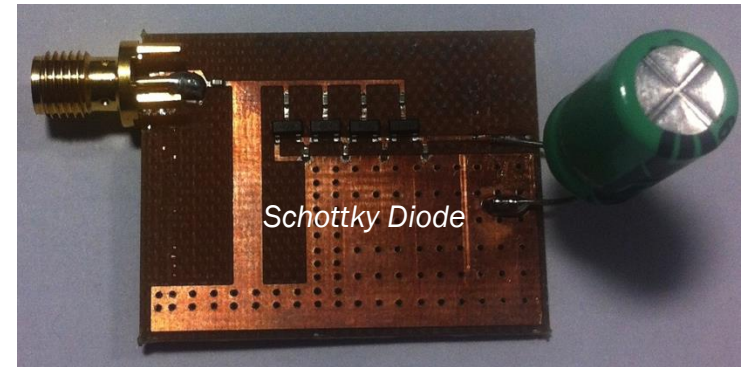
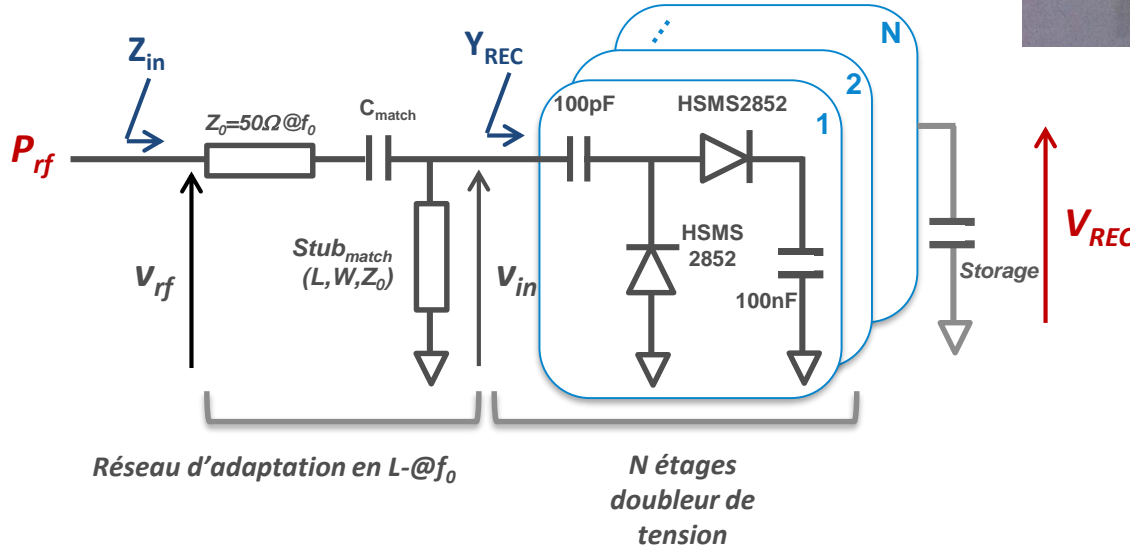
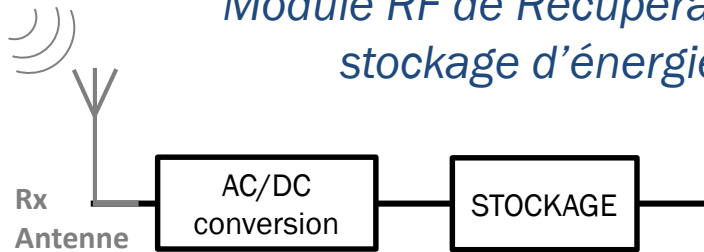


RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

ARCHITECTURES DES BLOCS CONSTITUANT LE MODULE

→ Circuit de conversion RF/DC

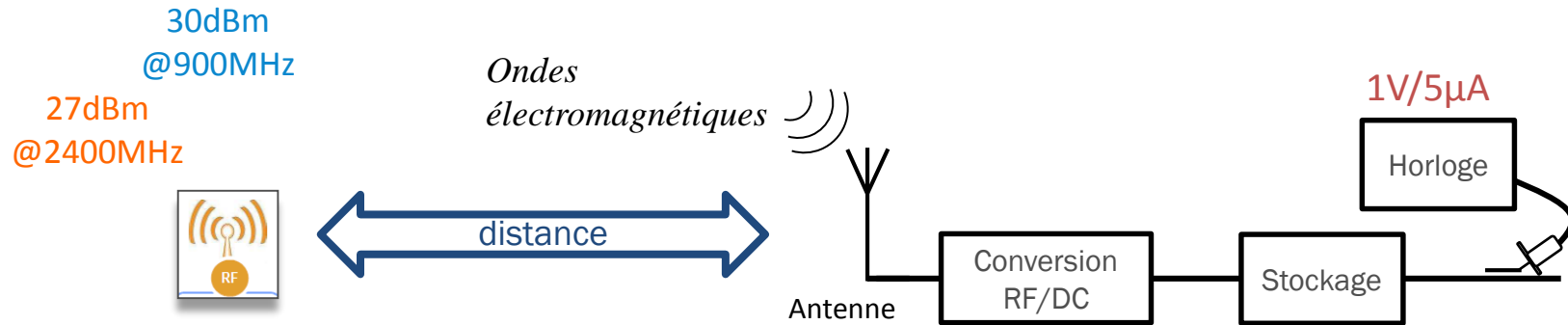
Module RF de Récupération et stockage d'énergie



RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

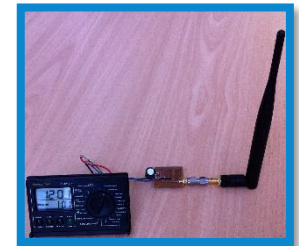
TRANSFERT DE PUISSANCE SANS FIL OU TÉLÉ-ALIMENTATION

→ Résultats de mesures



Distance 3.5m

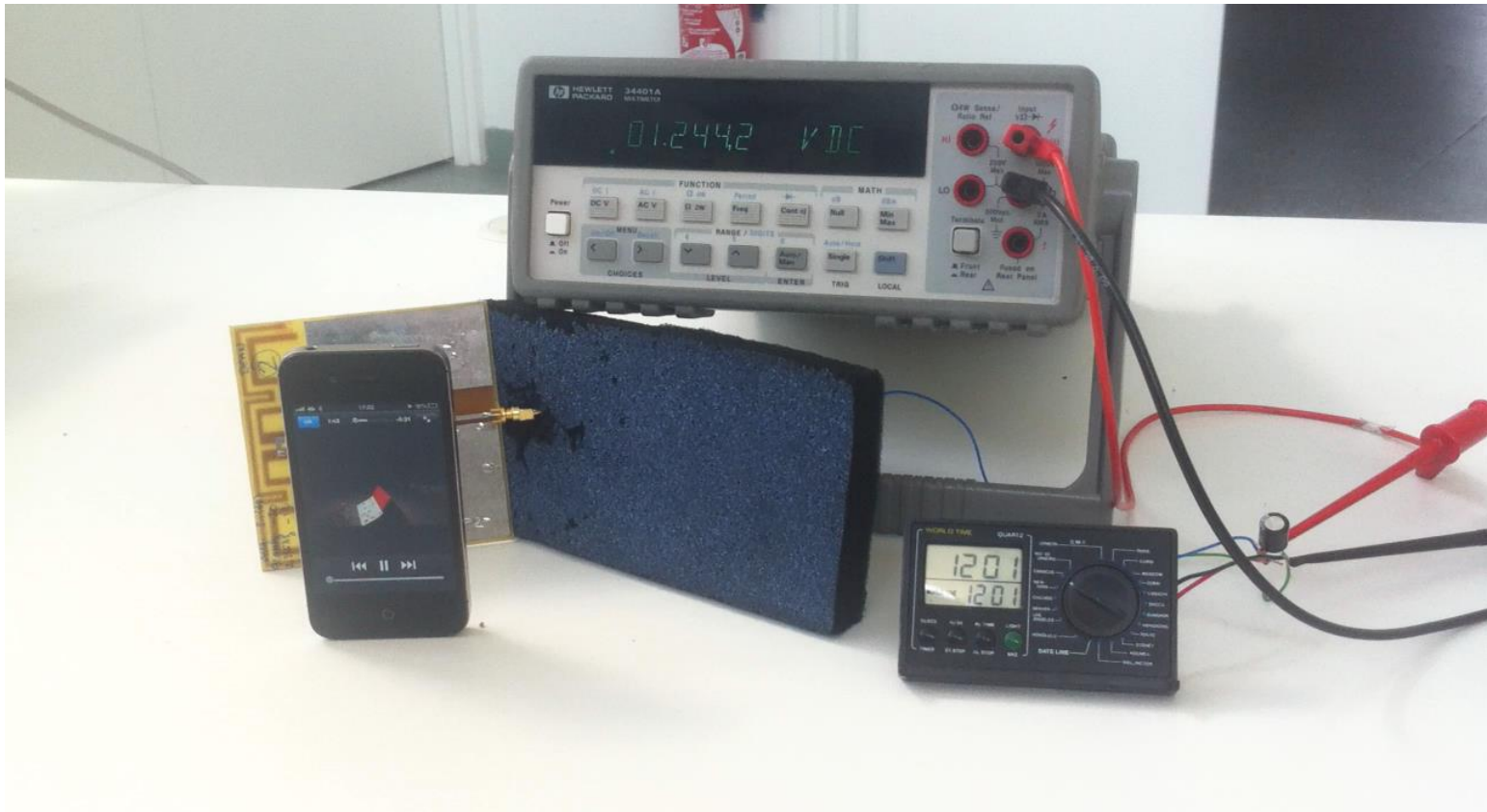
Distance 14m



RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE OPPORTUNISTE

→ Résultats de mesures



RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

VERS L'ÉLECTRONIQUE SOUPLE

→ **Substrats innovants**

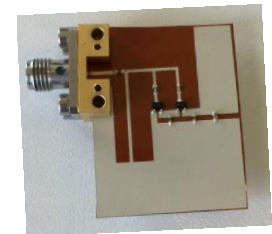
➤ Adaptation à l'environnement d'application

900 MHz

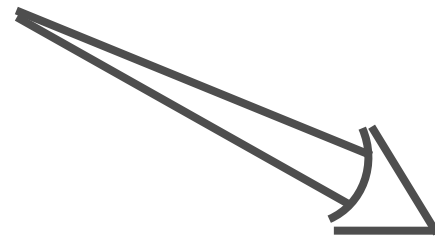
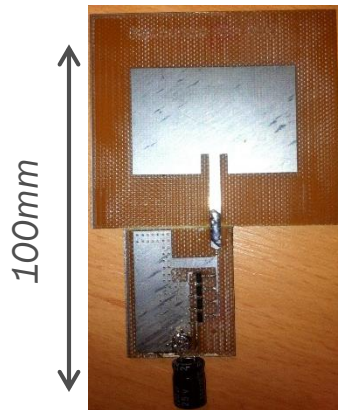
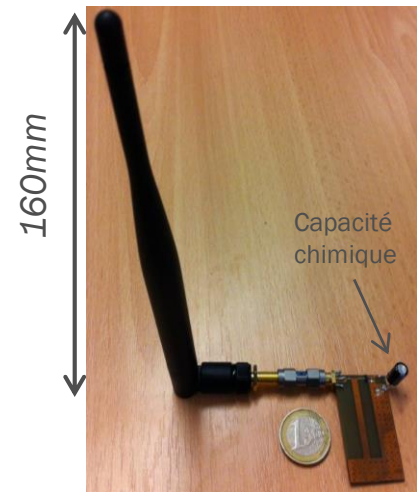
2.4GHz

Substrats flexibles

Kapton®



Papier

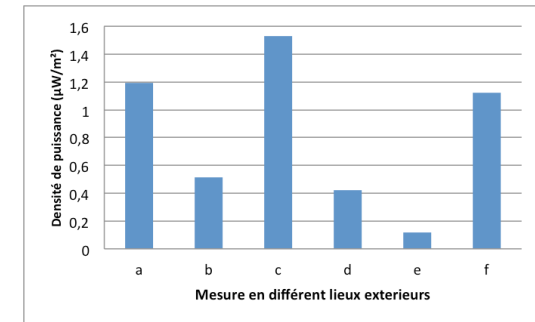
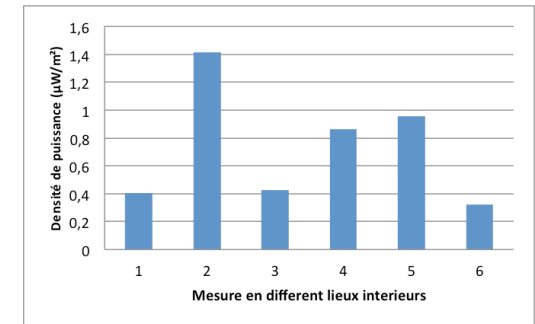
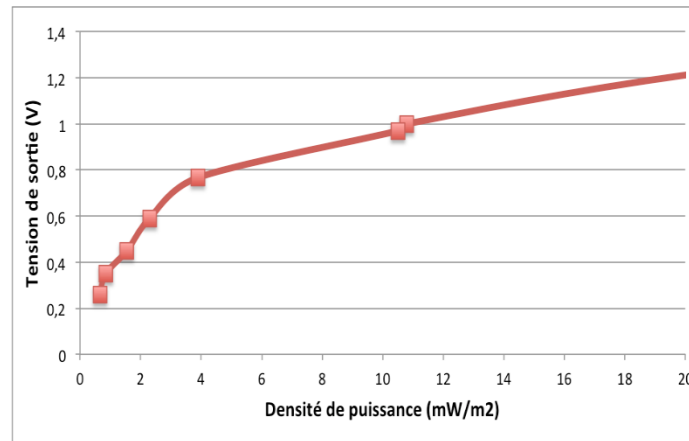


RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SANS FIL

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**