

Le LiFi, une nouvelle technologie de communication optique sans fil

Bastien Béchadergue

Maître de conférences

Université de Versailles Saint-Quentin

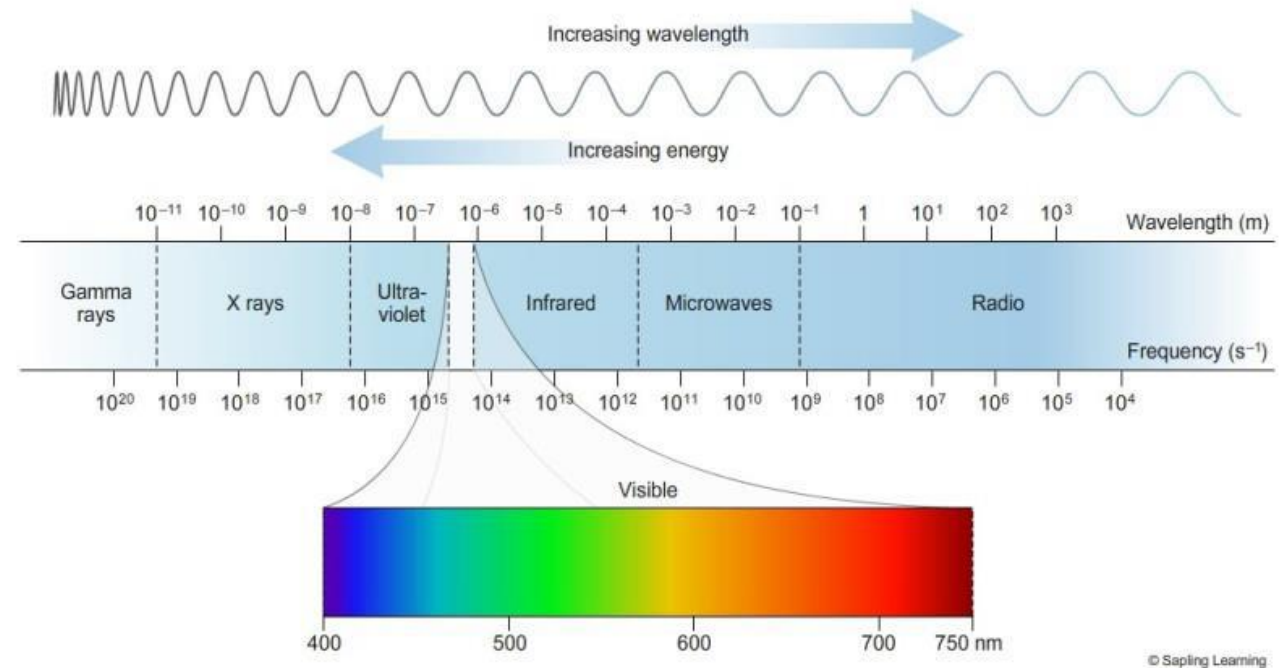
LISV / IUT de Vélizy

Les communications optiques sans fil

2

- **Définition :**

- ✓ Les communications optique sans fil utilisent la lumière comme onde porteuse pour la transmission de données sans fil.



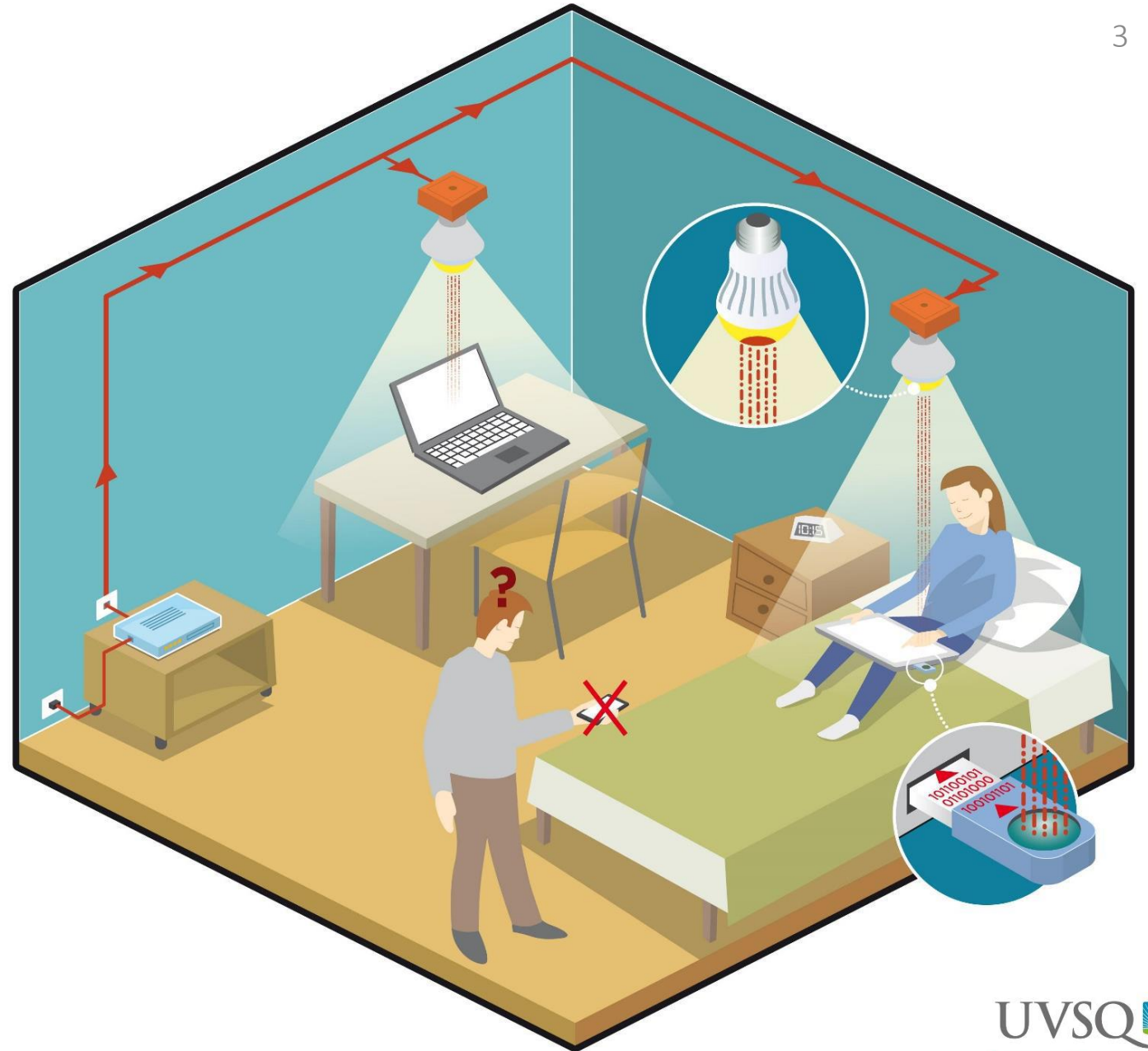
- **Avantages et inconvénients :**

- ✓ Spectre optique = infrarouge, visible et ultraviolet → 300 THz de spectre (vs 300 GHz pour les ondes radios).
- ✓ Insensible aux interférences radios → Usage conjoint possible.
- ✓ Signal bloqué par les obstacles → sécurité accrue mais portée limitée.
- ✓ **Conclusion : Technologie intéressante en complément des systèmes radios.**

Qu'est-ce que le LiFi ?

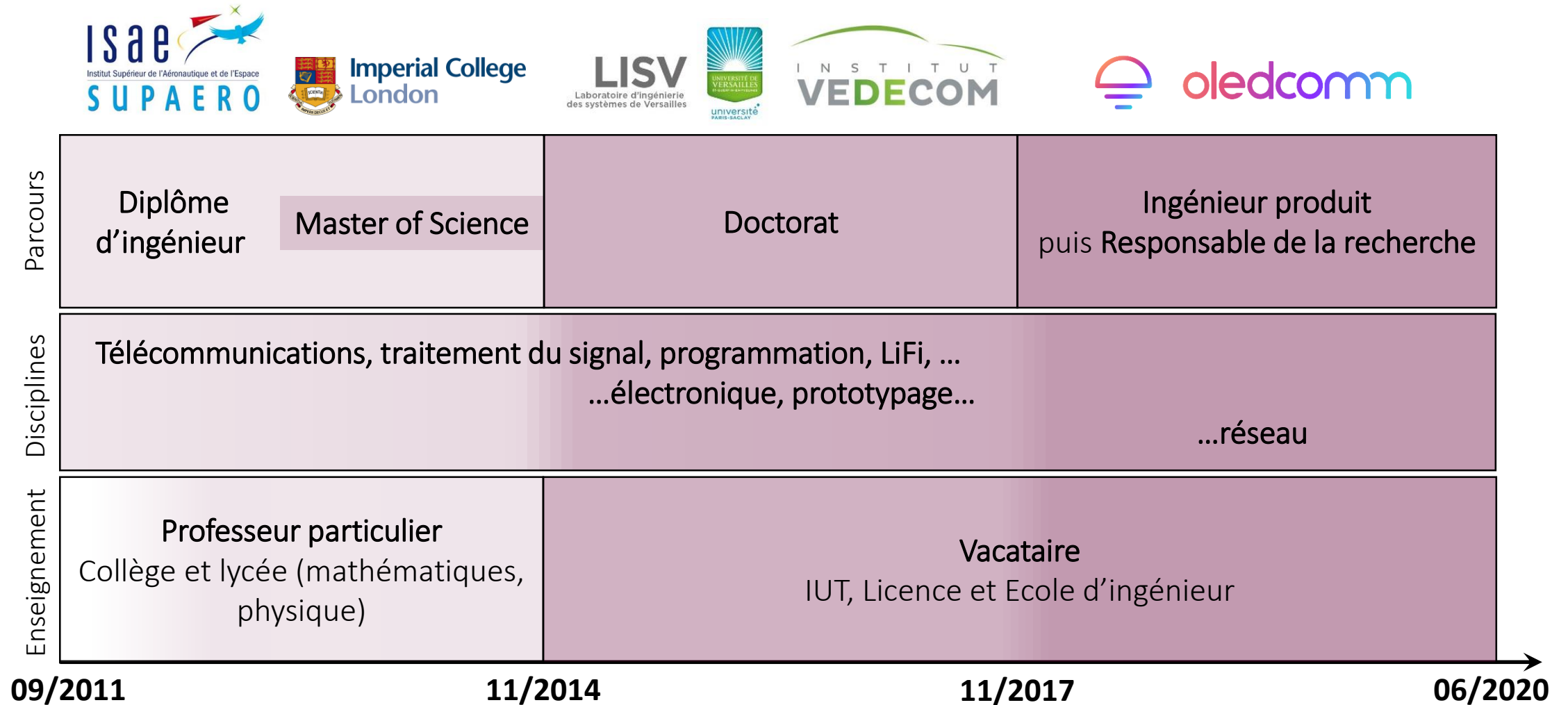
3

- ✓ En bref, **LiFi = WiFi par la lumière.**
- ✓ Le **LiFi** fournit ainsi une **connectivité réseau** à différents **terminaux**
- ✓ Repose sur le déploiement de **points d'accès** générant des **cellules**.
- ✓ Nécessite d'équiper les **terminaux** de **transceivers** (e.g. dongle USB).
- ✓ Mais par abus de langage, LiFi = communications optiques sans fil



Synthèse de parcours

4



Le LiFi pour l'automobile

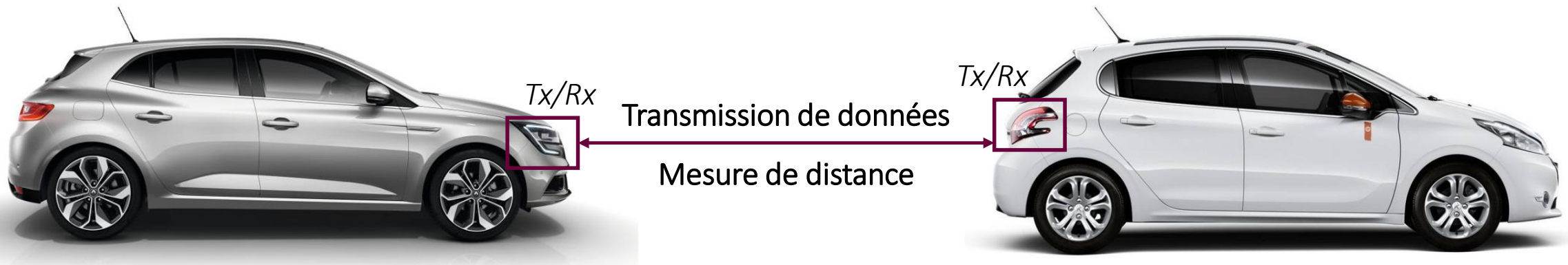
5

Travaux de thèse: Contexte et objectifs

• Contexte

- ✓ Thèse réalisée au LISV et financée par l'Institut Vedecom.
- ✓ **Mesure de distance** et **communication** véhicule-véhicule = **fonctions vitales** pour les véhicules autonomes.
- ✓ **Solutions existantes** (radar, lidar et DSRC) performantes mais sensibles aux **interférences**.
- ✓ Conclusion : technologies **redondantes** nécessaires.

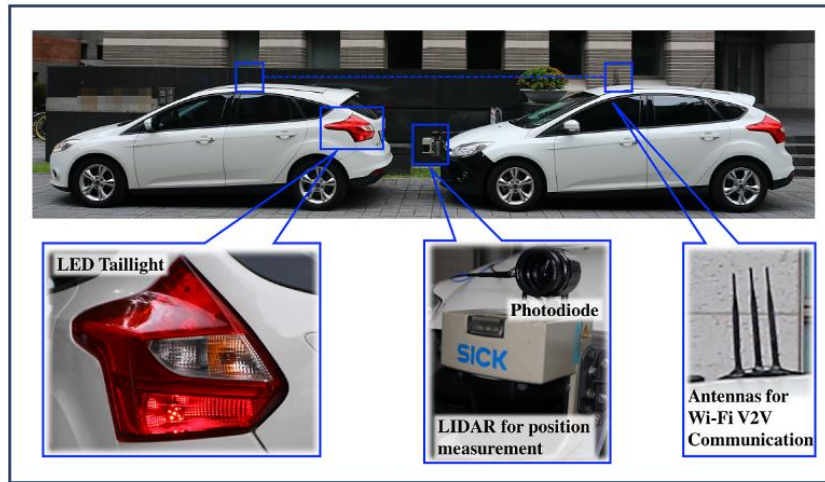
• Objectif : Mesure de distance et transmission de données inter-véhicules par phares à LED



Le LiFi pour l'automobile

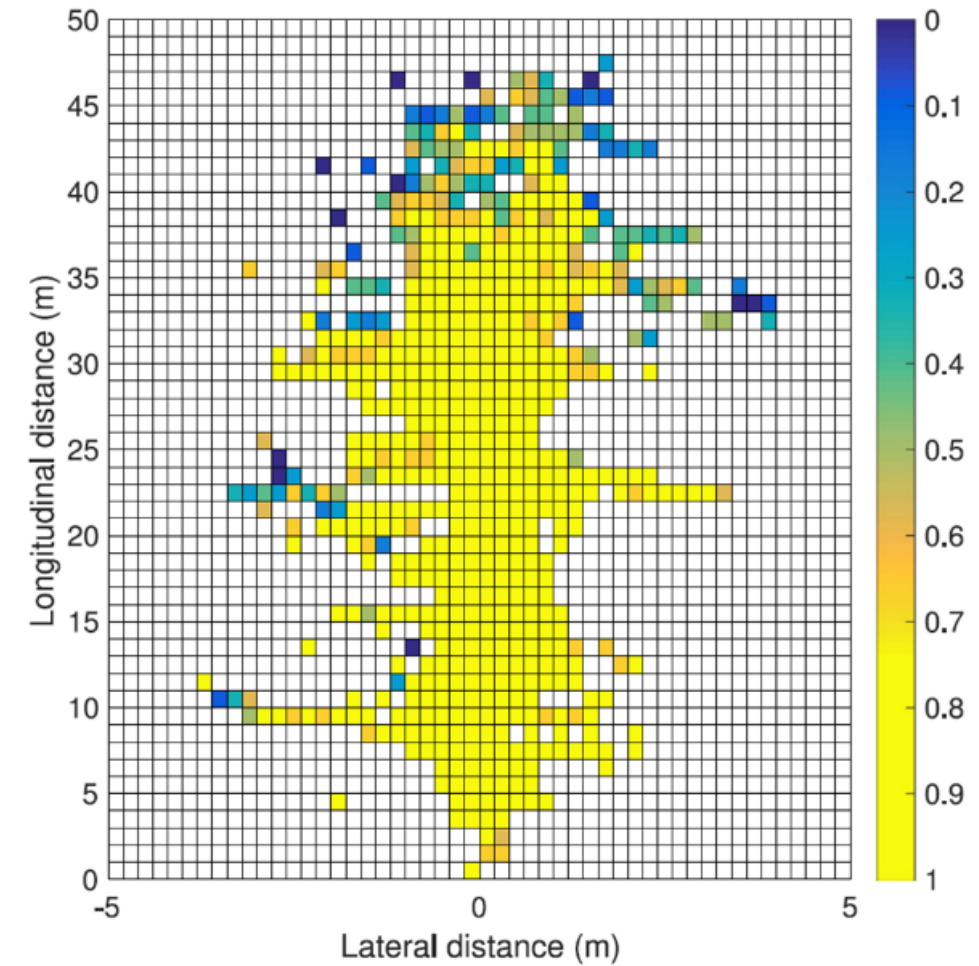
Travaux de thèse: Solution de communication LiFi

6



• Solutions proposées et résultats :

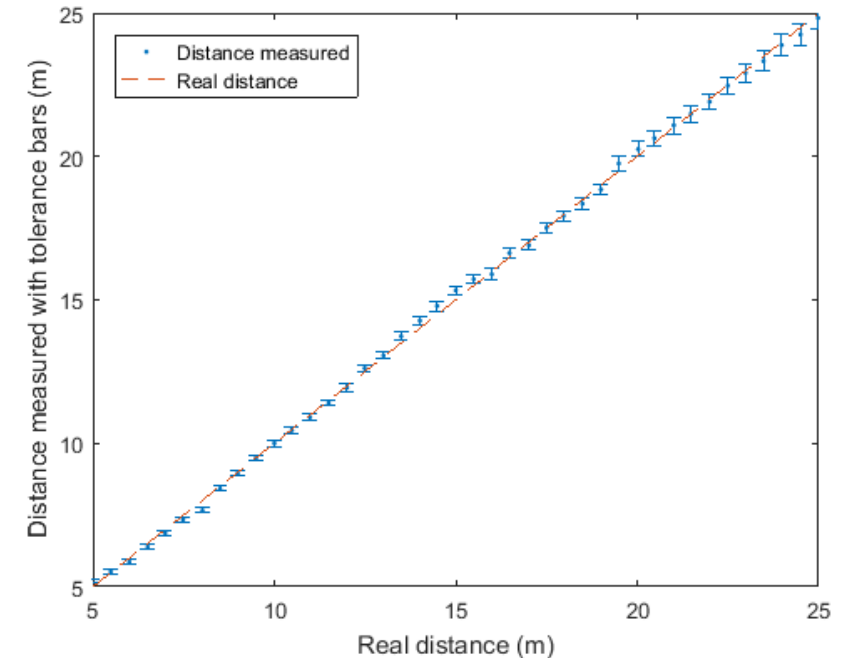
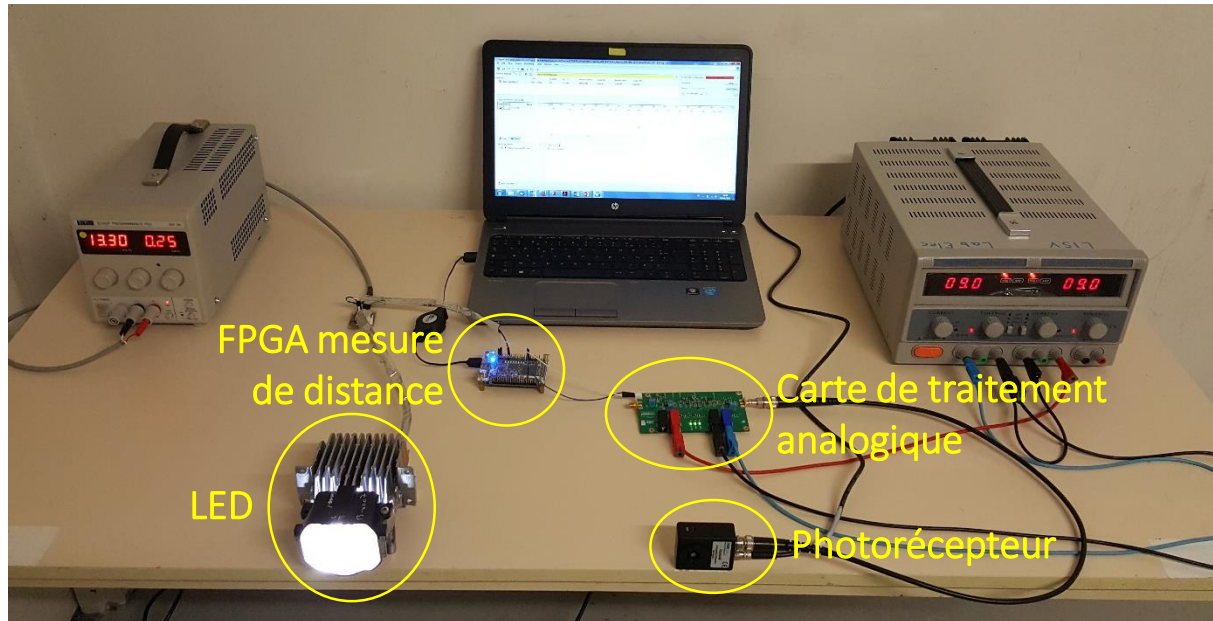
- ✓ Etape 1 : Fabrication de plusieurs **démonstrateurs**.
- ✓ Etape 2 : Stage de recherche à l'**Université Nationale de Taiwan** pour tests sur **route ouverte**.
- ✓ Résultats : > 90% des paquets transmis **sans erreurs** jusqu'à 30 m à 100 kbps (35 m à 10 kbps).



Le LiFi pour l'automobile

7

Travaux de thèse: Solution de mesure de distance optique



- **Solution proposée et résultats :**

- ✓ Etape 1 : Conception d'une solution de **mesure de distance** et de **communication** à partir d'un **même signal**.
- ✓ Etape 2 : Validation par **simulations**.
- ✓ Etape 3 : Fabrication d'un **démonstrateur** avec feux d'automobiles pour **mesures répétées**.
- ✓ Résultats : Démonstration de mesure de distance de **5 m à 25 m** avec **erreur de mesure < 3%**.

L'industrie du LiFi, un aperçu des problématiques

8

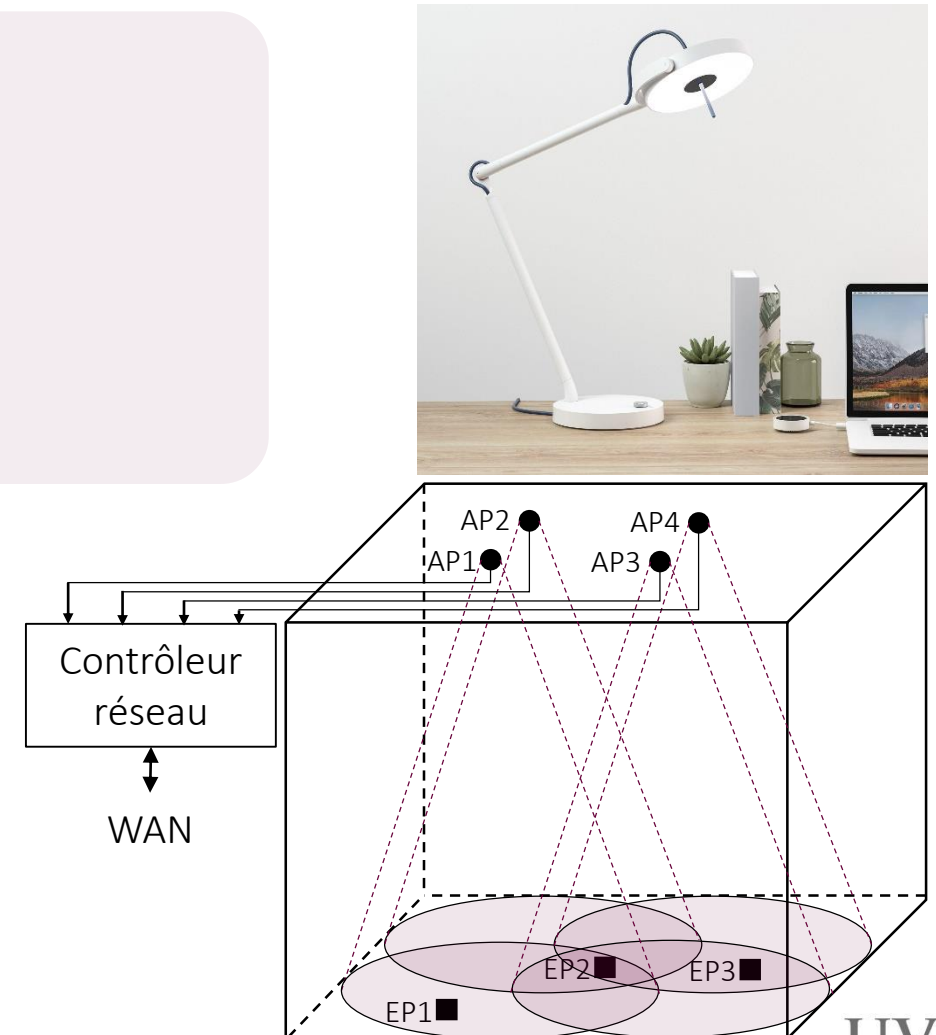
Travaux chez OLEDCOMM : Contexte et enjeux

• Contexte

- ✓ OLEDCOMM = PME issue du LISV.
- ✓ Performances en décembre 2017 (produit MyLiFi) :
 - Lien bidirectionnel et **mono-utilisateur**.
 - Débit maximal : **10 Mbps**.
 - Couverture : **1 m² à 80 cm**.
 - Conclusion : MyLiFi \approx câble Ethernet 10BASE-T sans fil.

• Principaux enjeux des travaux menés

- ✓ Améliorer le **débit** et la **couverture**.
- ✓ Rendre le système LiFi **multi-utilisateur**.
- ✓ Rendre le système robuste à la **mobilité** de l'utilisateur : problématique du **handover** entre AP.



L'industrie du LiFi, un aperçu des problématiques

9

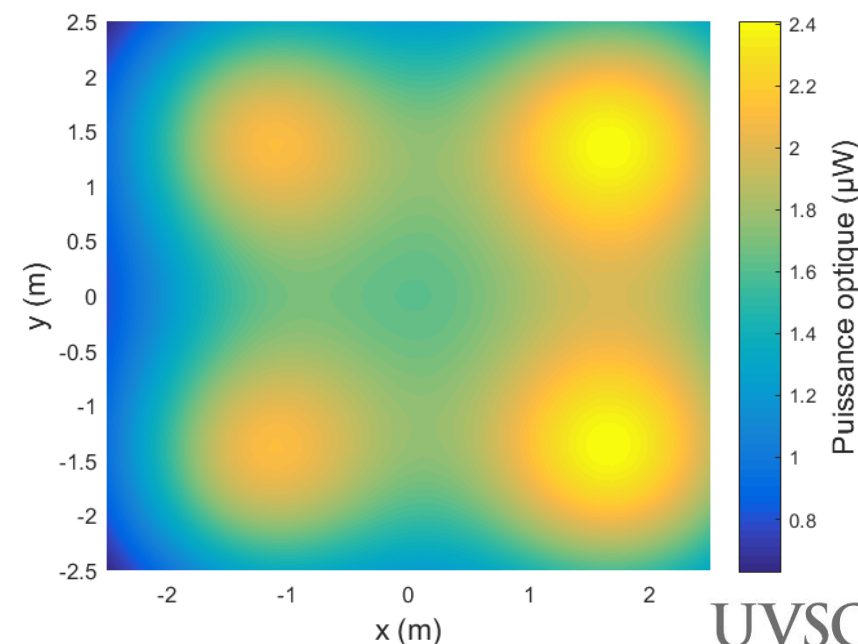
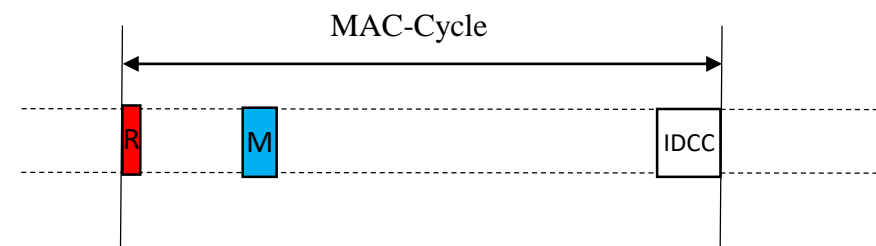
Travaux chez OLEDCOMM : Résultats fondamentaux

- Rôle central dans...

- ✓ La **validation** d'un modem standard ITU G.hn (2 Gbps OFDM / 16 utilisateurs TDMA / chiffrement AES-128).
- ✓ Le **développement** d'une fonction de *handover* sur base de couche MAC ITU G.hn.
- ✓ La **conception** d'un AFE hautes performances (1 Gbps @ 2m).
- ✓ La conception d'un **modèle** de bilan de liaison (MATLAB).

- Participation...

- ✓ Au **développement** et à la **validation expérimentale** d'une couche PHY 5G NR pour le LiFi et d'un algorithme d'accès multiple O-CDMA.
- ✓ Au **développement** de **concentrateurs optiques** paraboliques optimisés.
- ✓ Au **développement** d'un **chipset AFE**.



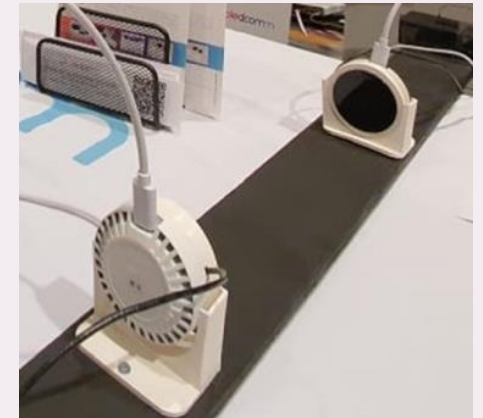
L'industrie du LiFi, un aperçu des problématiques

10

Travaux chez OLEDCOMM : Résultats applicatifs

- Applications indoor

- ✓ Utilisation des briques modem G.hn, *handover* et AFE pour le produit LiFiMAX 100 Mbps.
- ✓ Démonstration d'un prototype 1 Gbps.



- Autres applications

- ✓ Aéronautique : accès LiFi 100 Mbps des passagers aux serveurs IFE.
- ✓ Automobile : transmission véhicule-véhicule à 20 Mbps sur 10 m (flux vidéo).

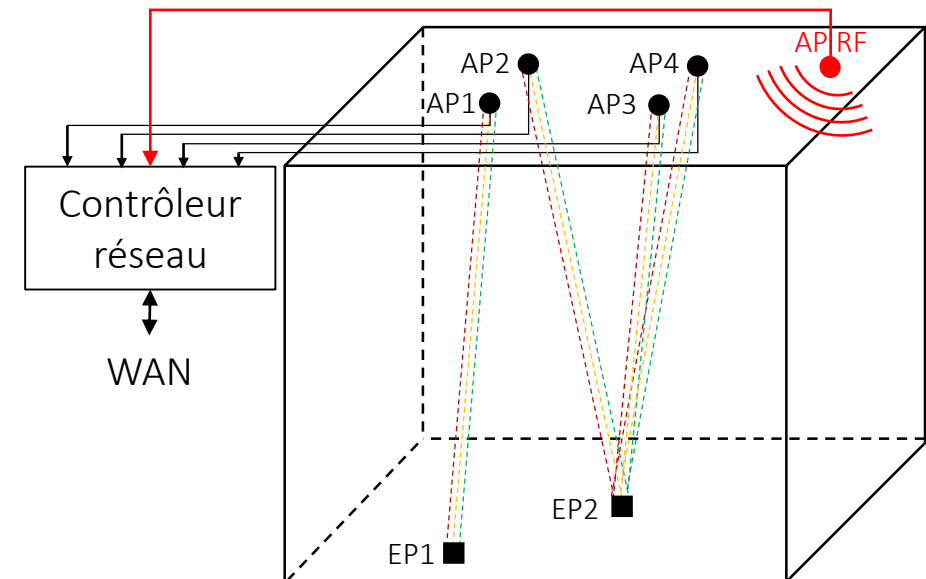
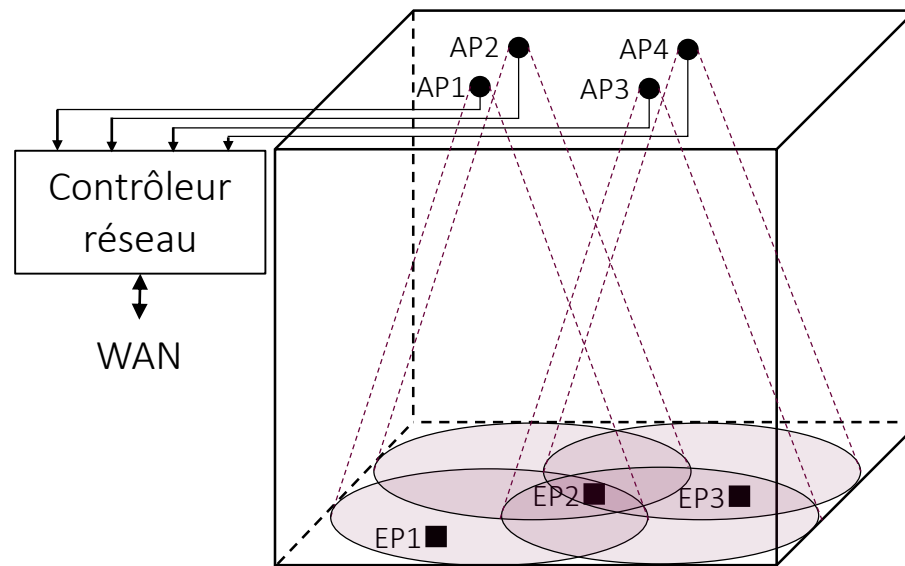


Le projet ANR « SAFELiFi »

11

Problématique et solution proposée

- **Enjeux**
 - ✓ Haut débit
 - ✓ Faible latence.
 - ✓ Accès multiple massif
 - ✓ Couverture continue
 - ✓ Haute fiabilité
 - ✓ Cohabitation RF



• Démonstrateurs actuels

- ✓ **Cellules** adjacentes = interférences.
- ✓ Canaux lumineux **identiques**.
- ✓ Conséquences : performances sous-optimales.

• Solution proposée

- ✓ Concept *cell-free*.
- ✓ Longueur d'ondes **multiples**.
- ✓ AFE suiveur (*beam steering* optique).
- ✓ **Allocation** centralisée et optimisée.

Le projet ANR « SAFELiFi »

12

Objectifs du projet

Doctorant.e #1

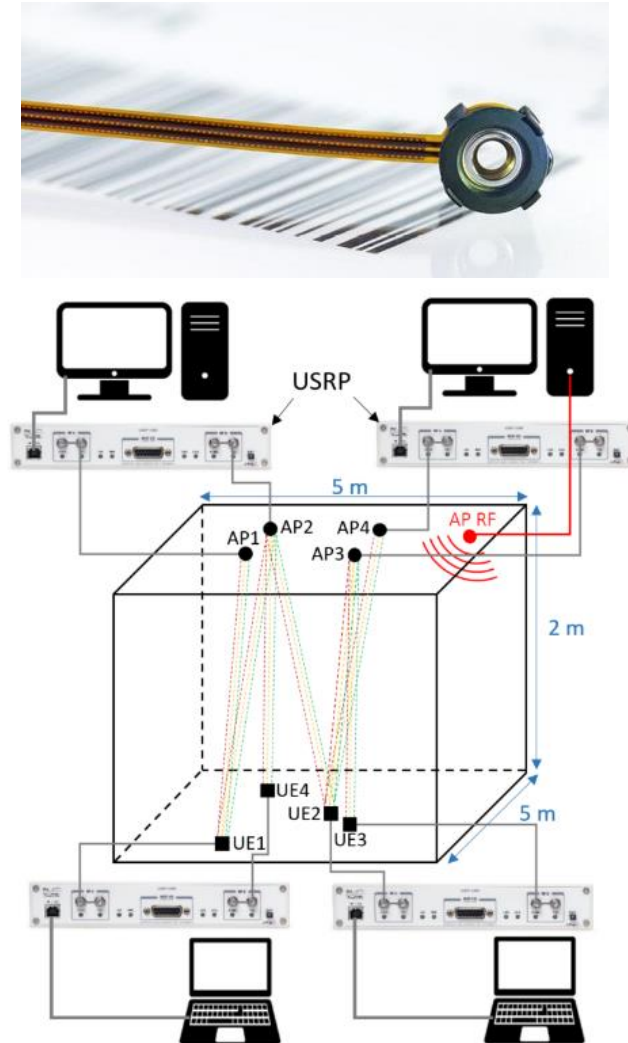
- Objectif 1 – Orientation des flux optiques entre UE et AP :
 - ✓ Développement d'une méthode de suivi temps réel de la localisation des UE/AP.
 - ✓ Développement des antennes optiques orientables.

Doctorant.e #2

- Objectif 2 – Optimisation de la QoS au niveau des UE :
 - ✓ Optimisation de la QoS aux niveaux PHY et MAC (débit, latence, accès multiple).
 - ✓ Développement de fonctions de *handover* horizontal et vertical.

Doctorant.e #1 + Doctorant.e #1 + Ingénieur.e

- Objectif 3 – Implémentation de démonstrateurs (TRL5/6)



Merci pour votre attention