



WSN – intro

Réseau de capteurs sans fil

Internet of Things

Distributed systems

Last update: Fév. 2024



CAPTEUR ?

RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL

QU'EST-CE QU'UN CAPTEUR ?

- EQUIPEMENT ÉLECTRONIQUE CAPABLE DE DÉTECTER UN ÉVÈNEMENT PHYSIQUE
- CAPTURE DES DONNÉES SOUS FORME D'UNE GRANDEUR PHYSIQUE
- CELLE-CI EST CONVERTIE EN FORMAT NUMÉRIQUE PAR UN CONVERTISSEUR ANALOGIQUE-NUMÉRIQUE

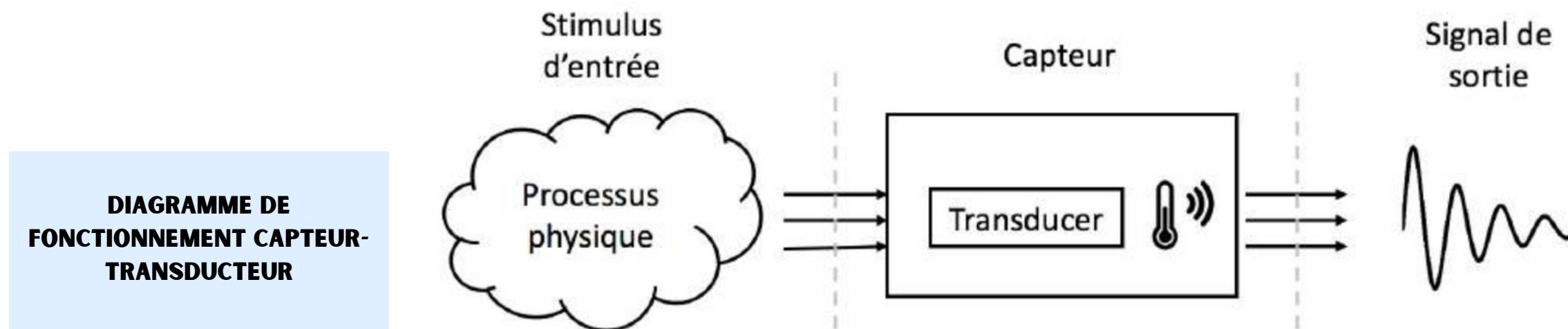
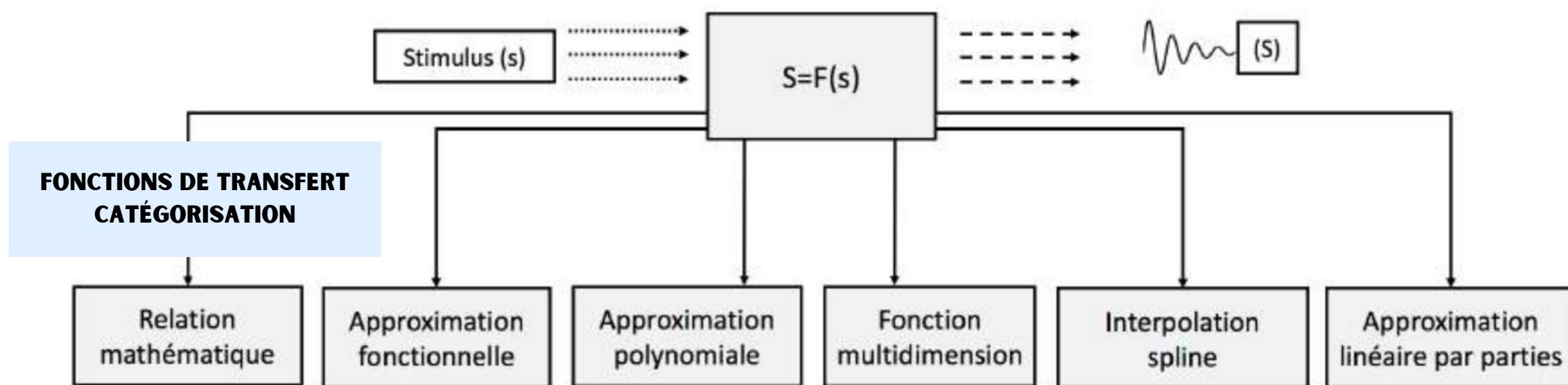
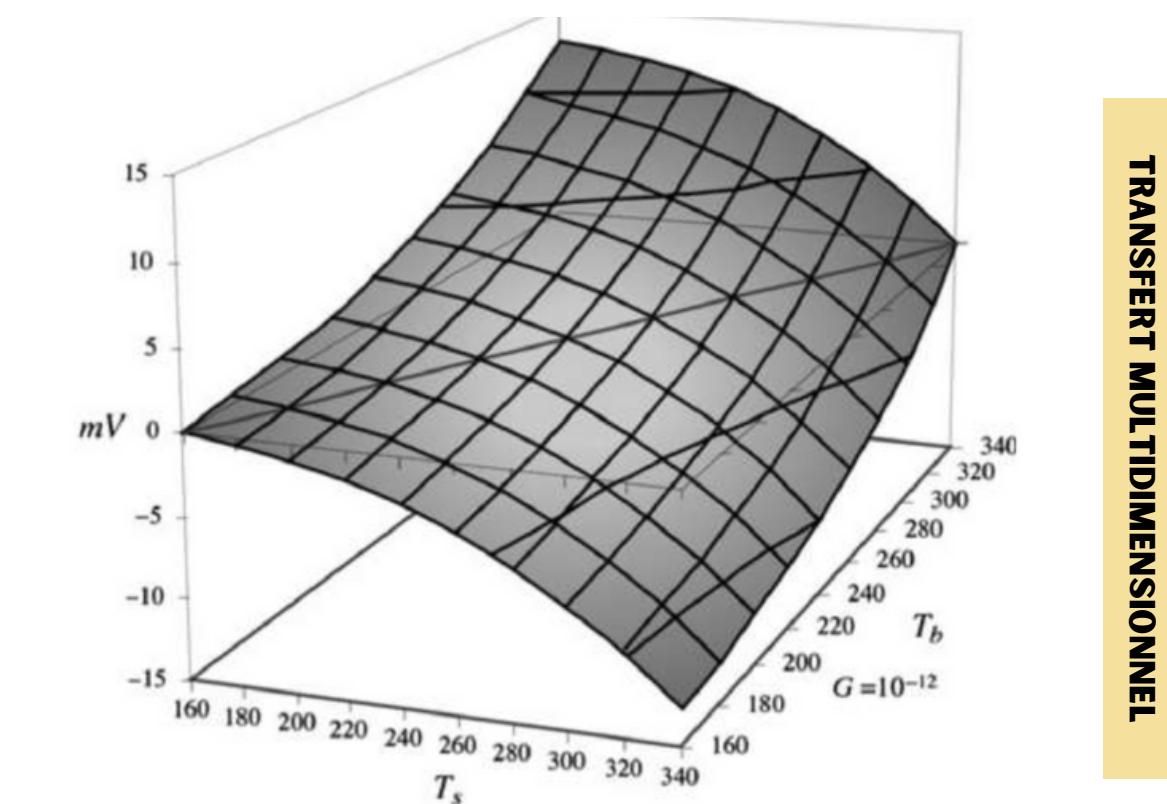
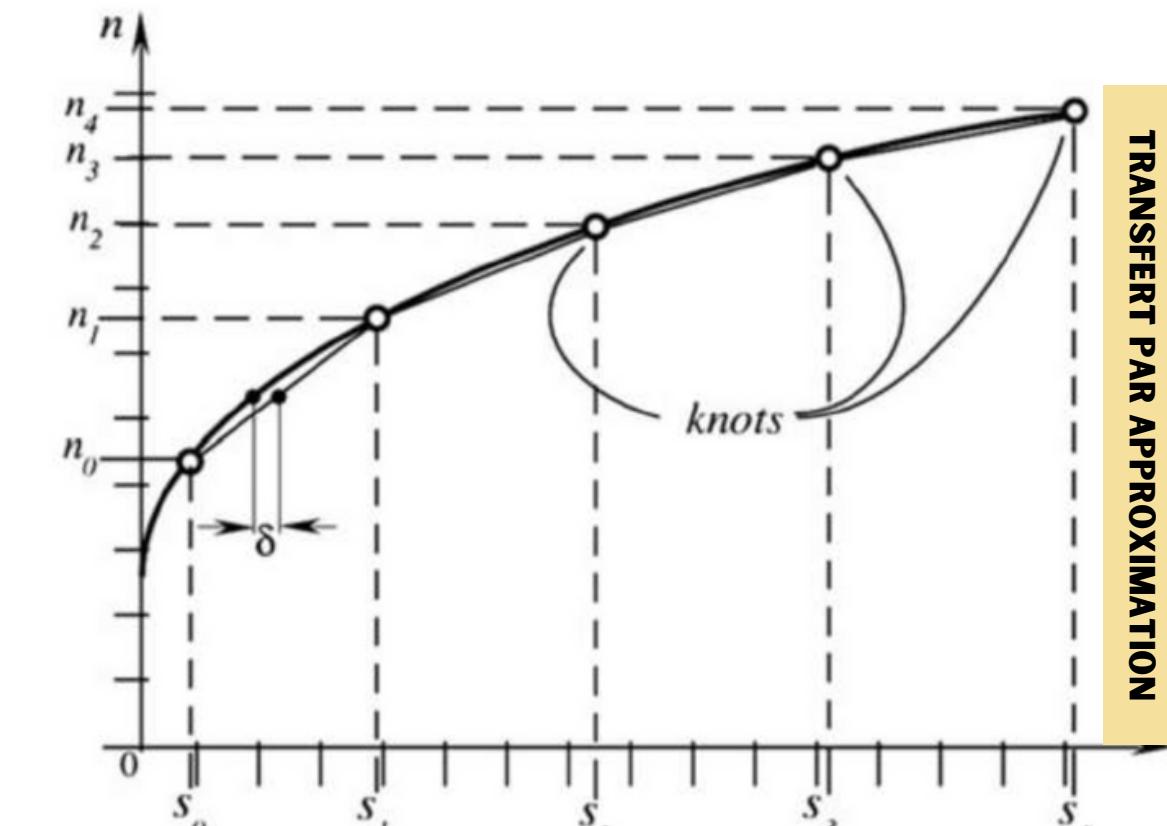


DIAGRAMME DE FONCTIONNEMENT CAPTEUR-TRANSDUCTEUR

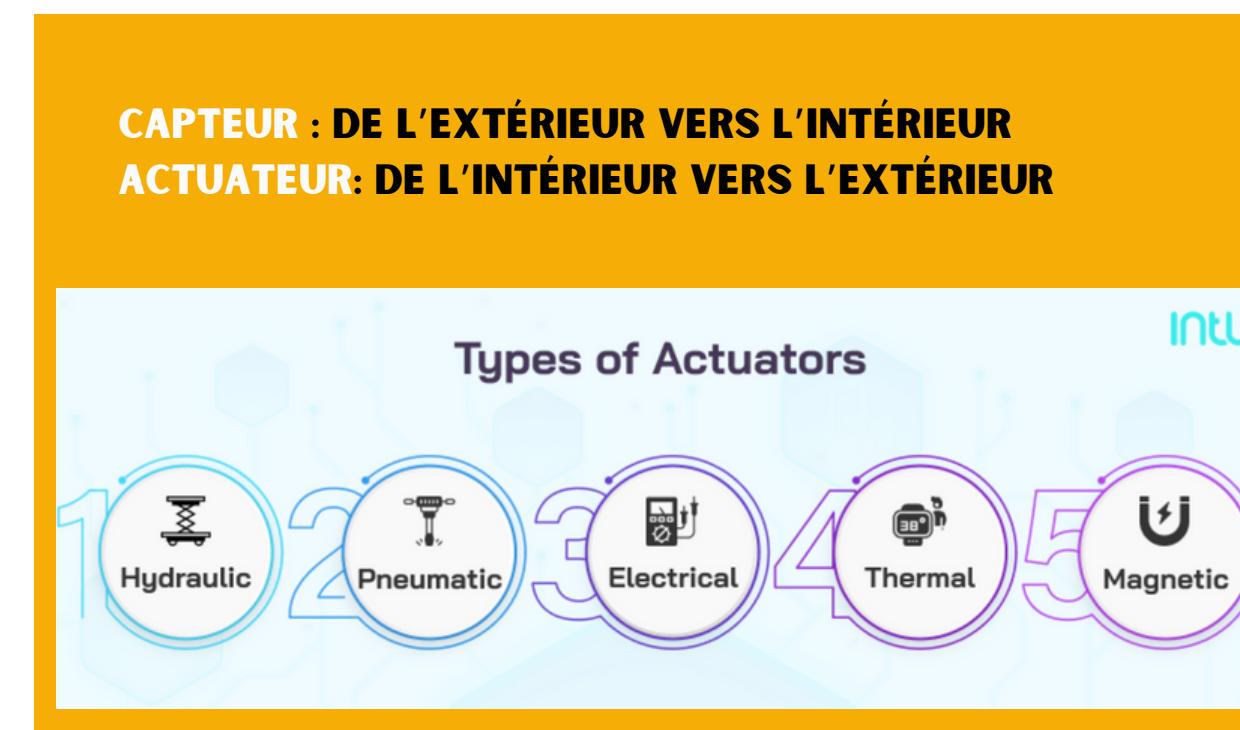
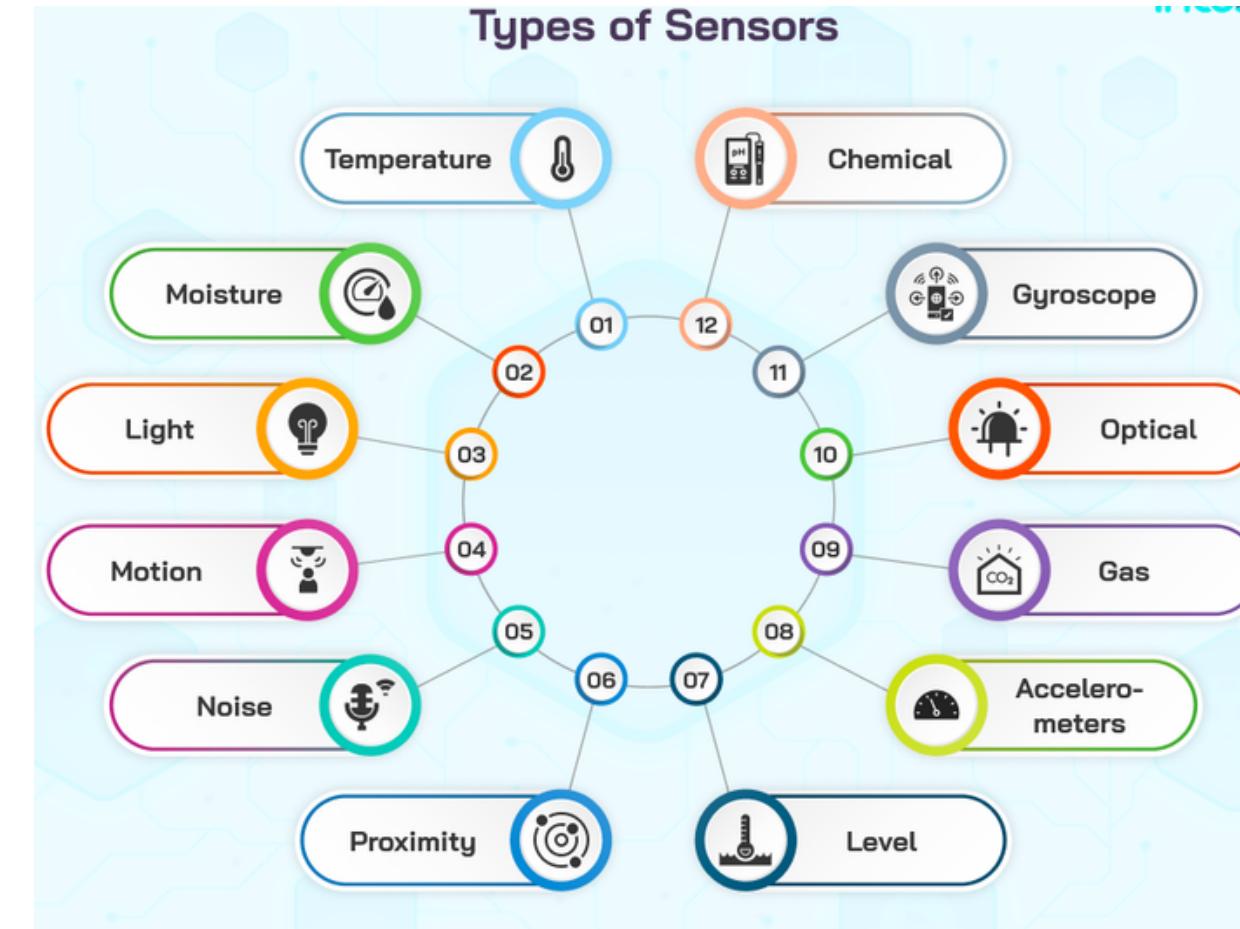
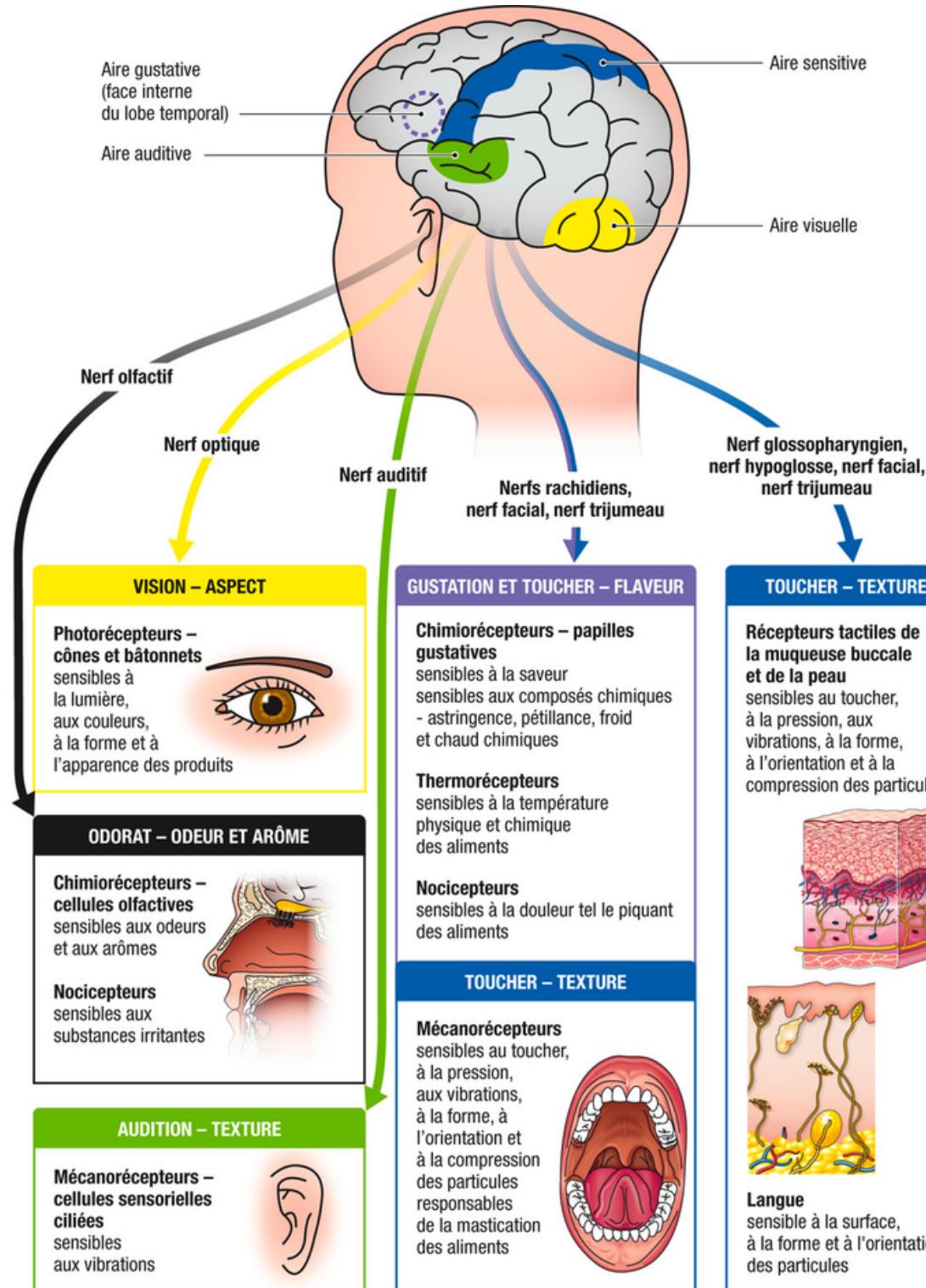


TRANSFERT MULTIDIMENSIONNEL

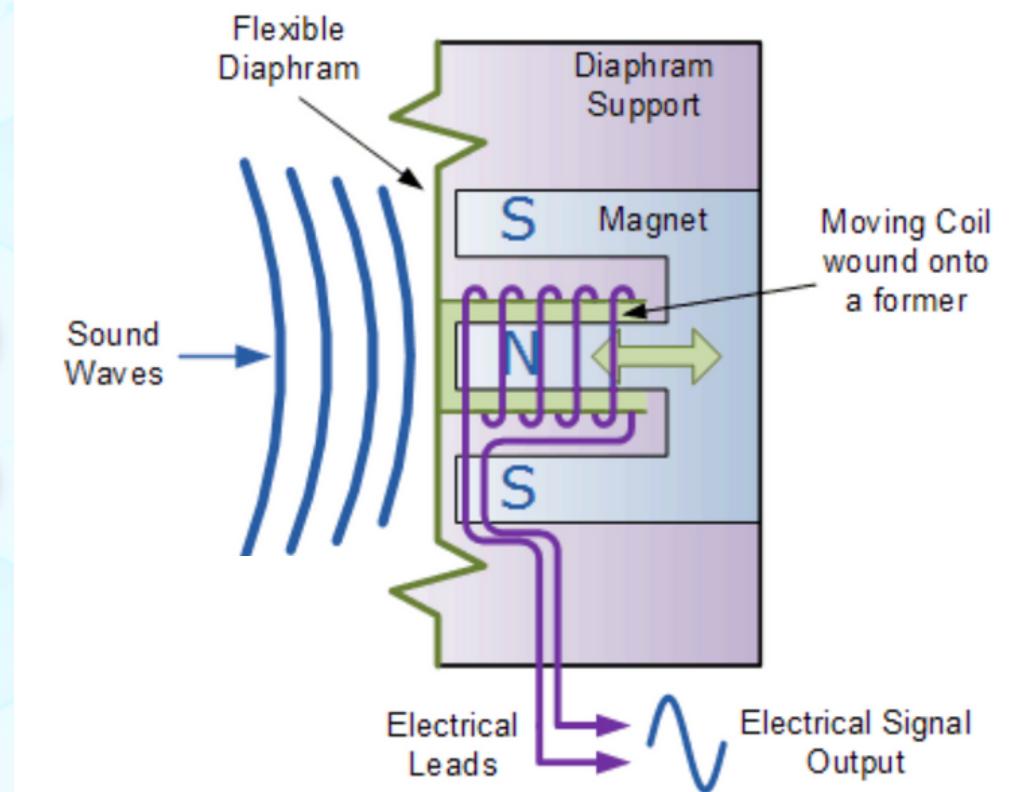
CAPTEUR ?

RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL

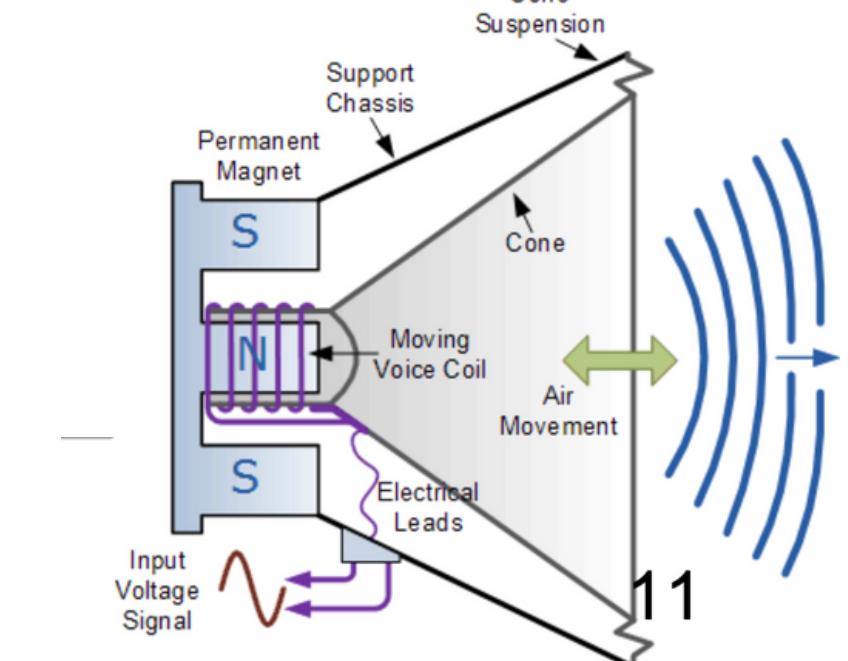
ORGANES SENSORIELS HUMAINS



MICROPHONE



HAUT-PARLEUR



CAPTEUR ?

RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL

BRÈVE HISTORIQUE



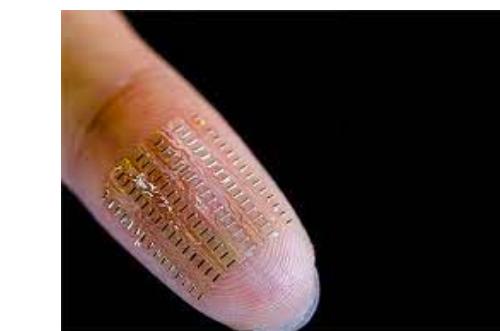
- DARPA (DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY) A ORGANISÉ EN :
 - 1978: LE PREMIER WORKSHOP SUR LES DÉFIS ET ISSUES TECHNOLOGIQUES DES CAPTEURS
 - 1980: DSN (DISTRIBUTED SENSOR NETWORK) PROGRAM ET SENSOR INFORMATION TECHNOLOGY (SENSIT)
 - 1996: WINS (WIRELESS INTEGRATED NETWORK SENSORS)
 - OBJECTIFS: CONCEVOIR SYSTÈME INTÉGRÉ DE CAPTEUR À FAIBLE CONSOMMATION D'ÉNERGIE AVEC COMMUNICATION SANS FIL
- SMART DUST PROJECT EST LANCÉ EN 1999 PAR L'UNIVERSITÉ DE BERKELEY
- INTÉGRATION D'UNE PLATE FORME COMPLÈTE DE CAPTEUR DANS UN ÉQUIPEMENT MINIATURISÉS

- IMPLICATION DES GRANDES FIRMES COMMERCIALES
- BASÉS SUR LES EFFORTS CONSENTEZ PAR LES INSTITUTIONS ACADEMIQUE, LES CONSTRUCTEURS DE COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES SE SONT INVESTIS DANS LA CONCEPTION DE CAPTEURS, À FAIBLE COÛT, PROGRAMMABLES, ET POUVANT ÊTRE DÉPLOYÉS POUR DIVERS TYPES D'APPLICATIONS.

- CROSSBOW (WWW.XBOW.COM)
- SENSORIA (WWW.SENSORIA.COM)
- WORLDSENS ([HTTP://WORLDSENS.CITI.INSA-LYON.FR](http://WORLDSENS.CITI.INSA-LYON.FR))
- DUST NETWORKS (WWW.DUSTNETWORKS.COM)
- EMBER CORPORATION ([HTTP://WWW.EMBER.COM](http://WWW.EMBER.COM))



CROSSBOW



SMARTDUST



SENSORIA

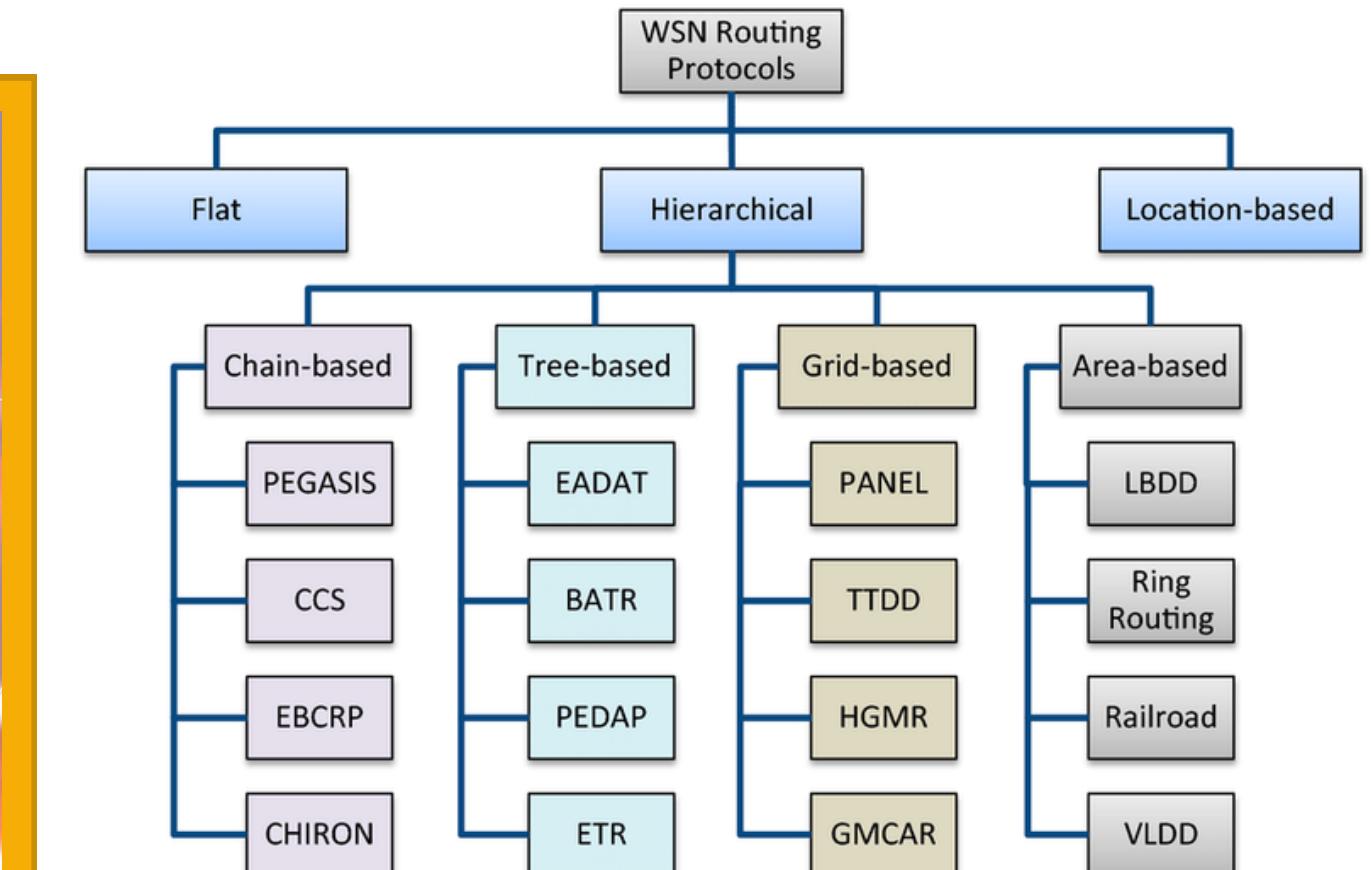
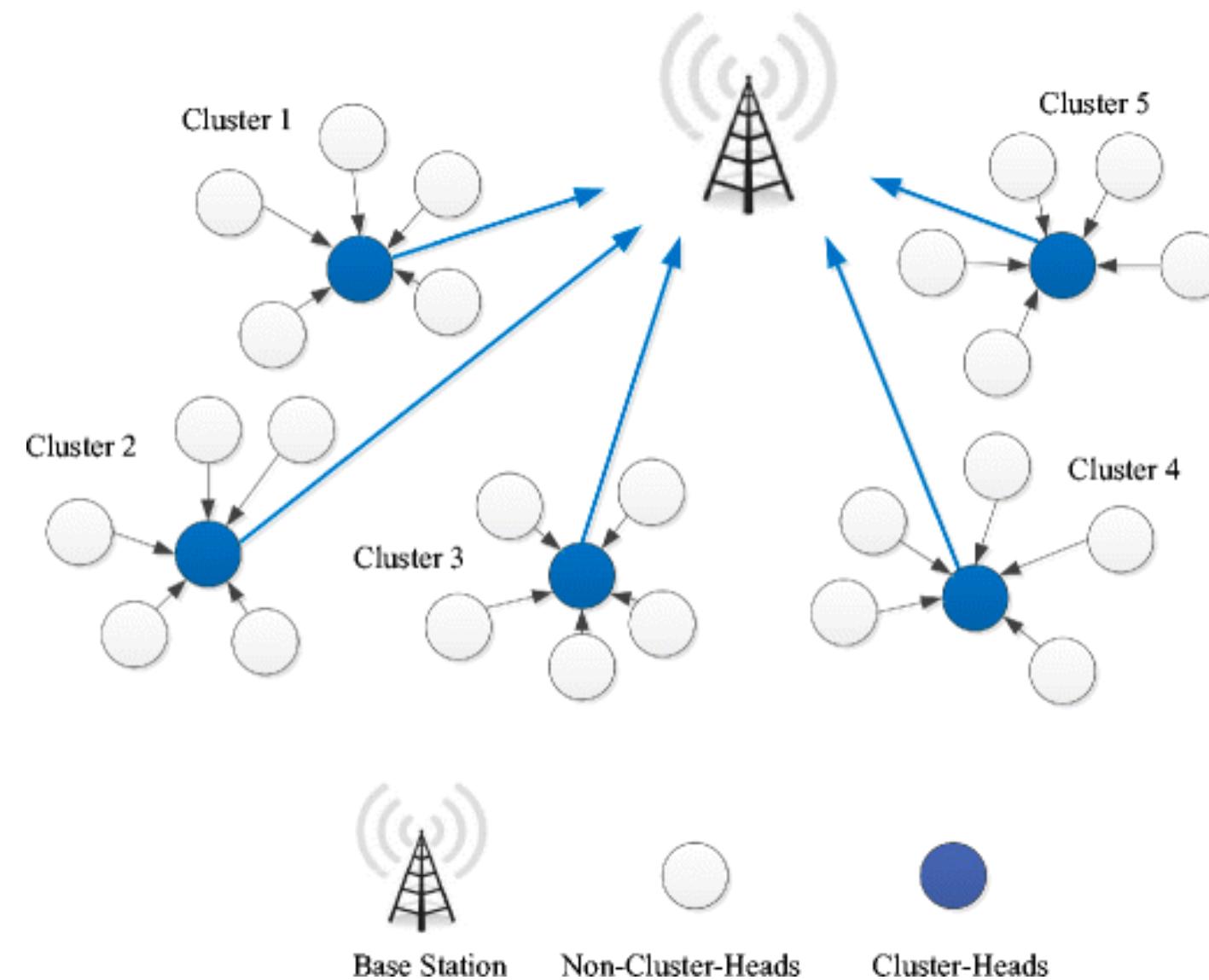


TECHNOLOGIE
HARDWARE ET
LOGICIELLE ARDUINO

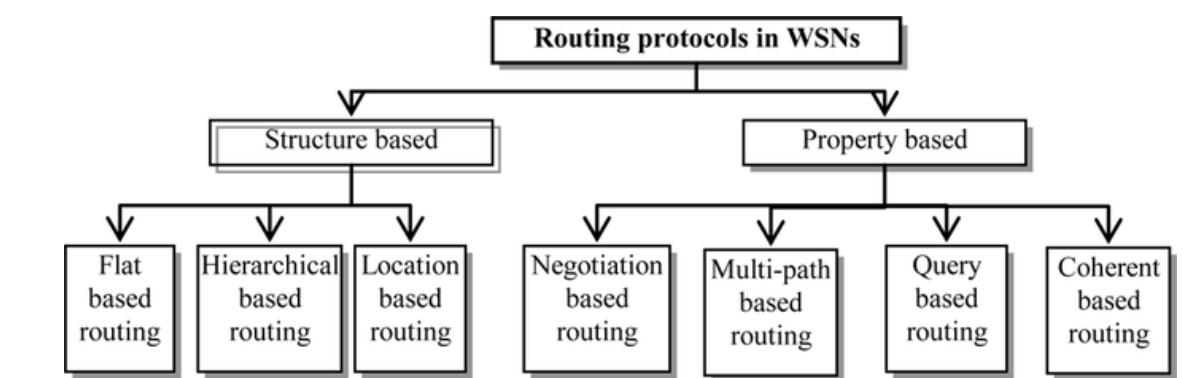


ROUTAGE - RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL

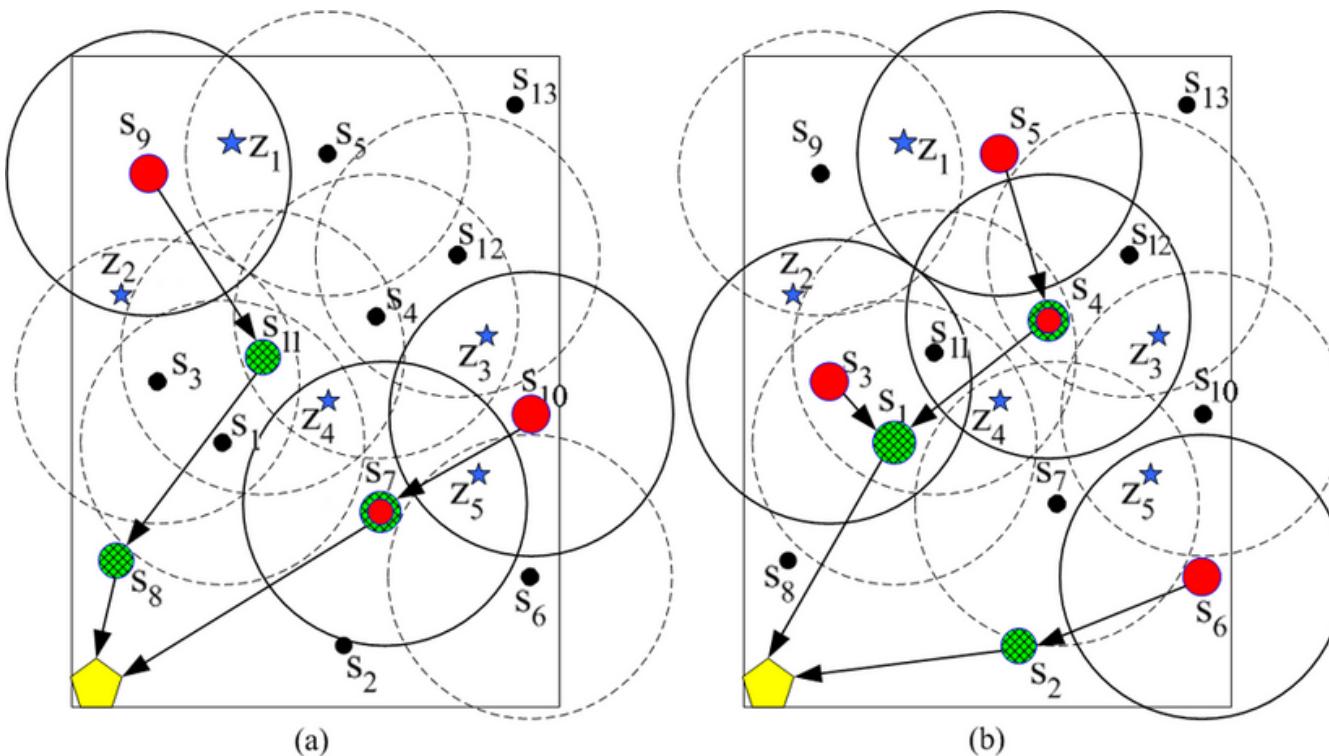
ROUTAGE - AVEC ELECTION DE LEADER - CLUSTER HEAD SELECTION



ROUTAGE - DIFFÉRENTS TYPES DE PROTOCOLES - ALGORITHMES DE LA LITTÉRATURE EN FEUILLES RÉSEAUX DE CAPTEURS SANS FIL



ROUTAGE - RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL



Target
Sensor
Source Node
Relay Node
Source and Relay Node

**ROUTAGE COMPLEXE - PLUSIEURS SAUTS -
APPLICATION DE COUVERTURE DE CIBLES
DANS UNE ZONE D'INTÉRÊT
SINK = GATEWAY AGGRÉGATEUR DE DONNÉES**

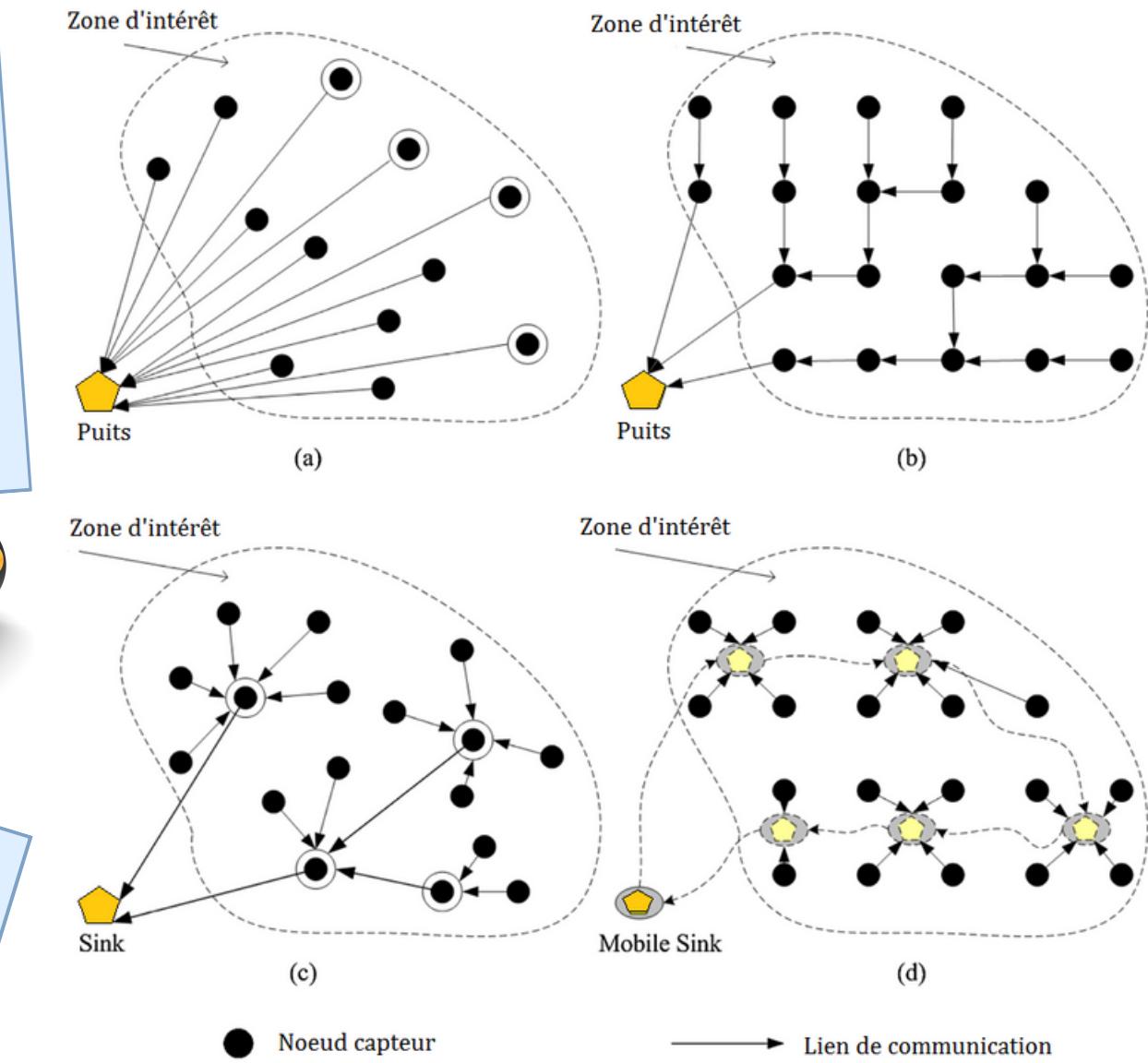
CONSTRAINTES

- BATTERIE LIMITÉE
- MÉMOIRE LIMITÉE
- CALCUL LIMITÉE
- COMMUNICATION GOURMANDE



SOLUTIONS

- ALGORITHMES COMPLEXES
- SOLUTIONS MODERNES: MINI PANNEAUX SOLAIRES INCORPORÉS



**ROUTAGE DU SIMPLE AU COMPLEXE -
APPLICATIONS DIVERSES
TOPOLOGIES DES RÉSEAUX
DE CAPTEURS SANS FIL**

ROUTAGE - RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL

ALGORITHME DE BASE ROUTAGE DANS UN RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL

```
1.// INITIALISATION
2.POUR CHAQUE NŒUD CAPTEUR I
3. I.DISTANCE_STATION_BASE = CALCULER_DISTANCE(I, STATION_BASE)
4. I.VOISINS = DÉTECTOR_VOISINS_DIRECTS(I)
5.
6.// TRANSMISSION DE DONNÉES
7.FONCTION TRANSMETTRE_DONNÉES(NŒUD_SOURCE, DONNÉES)
8. NŒUD_COURANT = NŒUD_SOURCE
9. TANT QUE NŒUD_COURANT N'EST PAS LA STATION DE BASE
10. PROCHAIN_SAUT = SÉLECTIONNER_VOISIN_PROCHE(NŒUD_COURANT)
11. TRANSMETTRE_DONNÉES_AU_NŒUD(NŒUD_COURANT, PROCHAIN_SAUT, DONNÉES)
12. NŒUD_COURANT = PROCHAIN_SAUT
13.
14.// SÉLECTION DE VOISIN PROCHE
15.FONCTION SÉLECTIONNER_VOISIN_PROCHE(NŒUD)
16. MEILLEUR_VOISIN = NULL
17. POUR CHAQUE VOISIN DANS NŒUD.VOISINS
18. SI MEILLEUR_VOISIN EST NULL OU VOISIN.DISTANCE_STATION_BASE <
    MEILLEUR_VOISIN.DISTANCE_STATION_BASE
19. MEILLEUR_VOISIN = VOISIN
20. RETOURNER MEILLEUR_VOISIN
21.
22.// MISE À JOUR DES INFORMATIONS
23.FONCTION METTRE_À_JOUR_INFORMATIONS()
24. POUR CHAQUE NŒUD CAPTEUR I
25. I.DISTANCE_STATION_BASE = CALCULER_DISTANCE(I, STATION_BASE)
26. I.VOISINS = DÉTECTOR_VOISINS_DIRECTS(I)
27.
28.// ALGORITHME PRINCIPAL
29.TANT QUE LE RÉSEAU EST ACTIF
30. POUR CHAQUE NŒUD CAPTEUR I
31. SI I A DES DONNÉES À TRANSMETTRE
32. TRANSMETTRE_DONNÉES(I, I.DONNÉES)
33. METTRE_À_JOUR_INFORMATIONS()
```

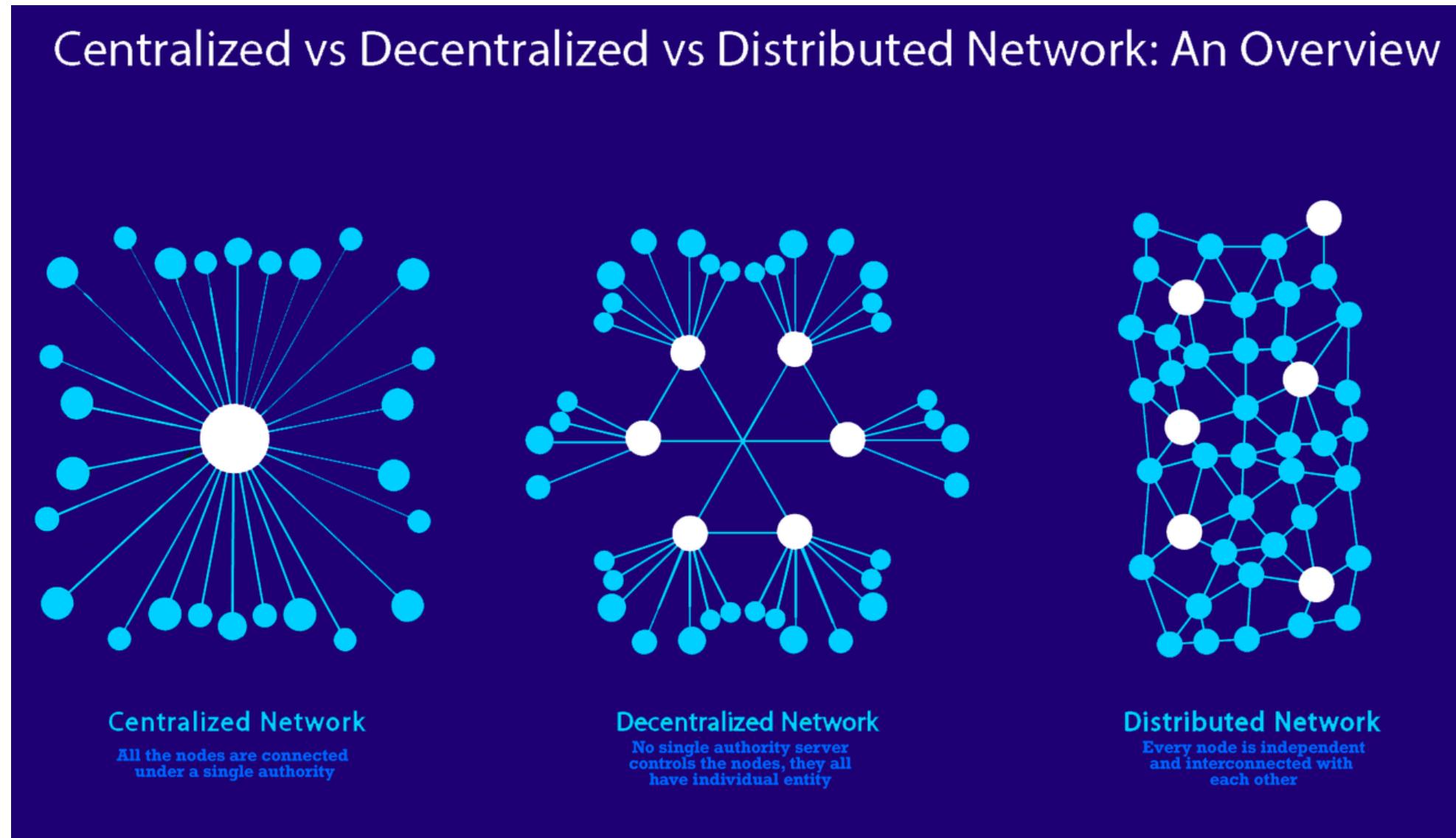
DÉTECTION DE VOISINS DIRECTS

```
1.FONCTION DÉTECTOR_VOISINS_DIRECTS(NŒUD)
2. VOISINS = LISTE_VIDE
3. POUR CHAQUE NŒUD VOISIN DANS TOUS LES NŒUDS
4. SI VOISIN ≠ NŒUD ET DISTANCE_ENTRE(NŒUD, VOISIN) < PORTÉE_COMMUNICATION
5. AJOUTER VOISIN À VOISINS
6. RETOURNER VOISINS
```

TRANSMISSION DE DONNÉES AU NOEUD SUIVANT

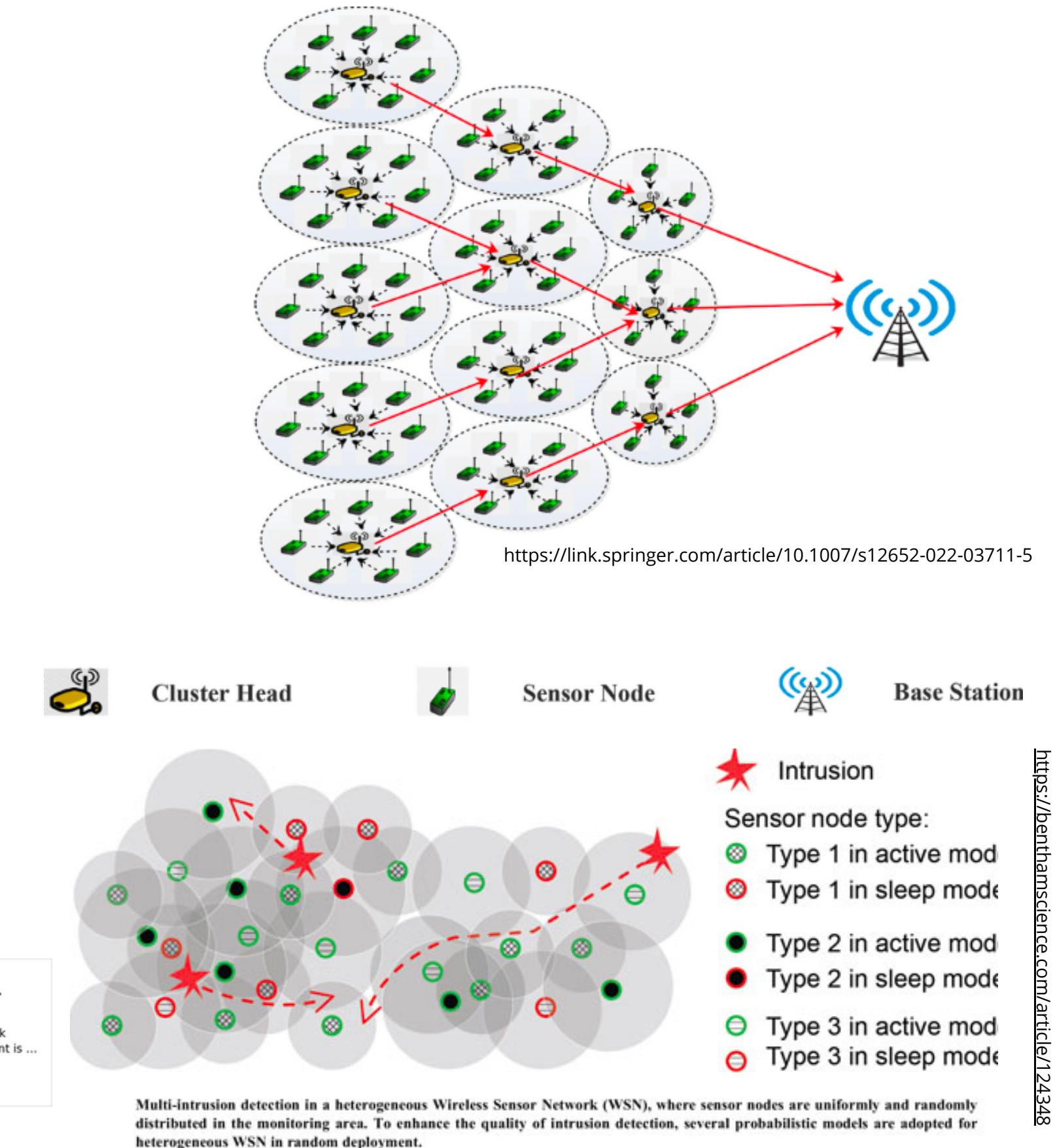
```
1.FONCTION TRANSMETTRE_DONNÉES_AU_NŒUD(NŒUD_SOURCE, NŒUD_DESTINATION, DONNÉES)
2. SI NŒUD_DESTINATION.EST_ACCESSIBLE
3. // SUPPOSONS UNE FONCTION DE TRANSMISSION DE DONNÉES
4. TRANSMISSION_RÉUSSIE = TRANSMETTRE_DONNÉES_VIA_CANAL(NŒUD_SOURCE,
   NŒUD_DESTINATION, DONNÉES)
5. SI TRANSMISSION_RÉUSSIE
6. CONSUMMER_ÉNERGIE_TRANSMISSION(NŒUD_SOURCE, NŒUD_DESTINATION)
7. SINON
8. GÉRER_ROUTAGE_ALTERNATIF(NŒUD_SOURCE, NŒUD_DESTINATION, DONNÉES)
```

ARCHITECTURE - RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL



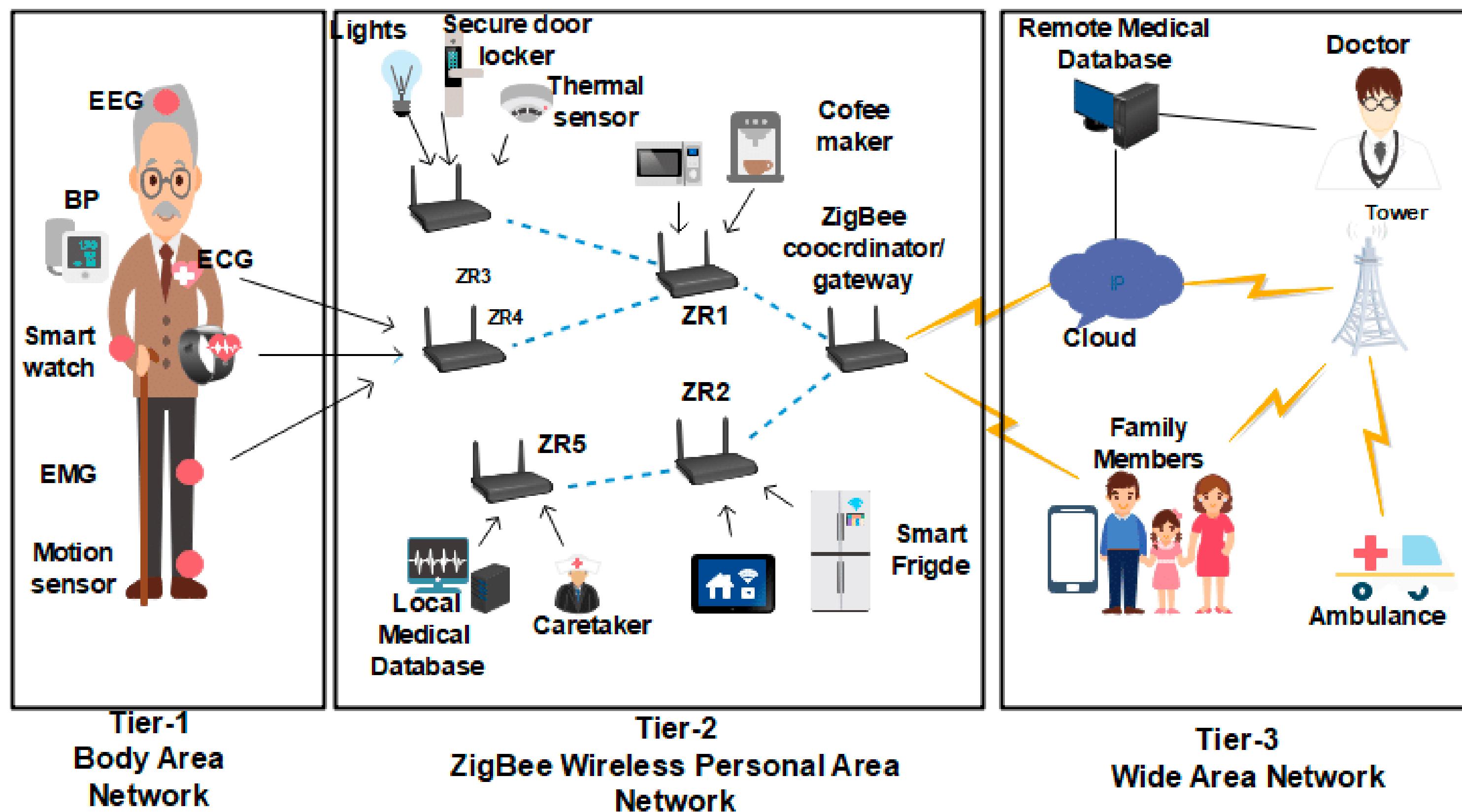
**ARCHITECTURES CENTRALISÉES, DÉCENTRALISÉES ET DISTRIBUÉES
RÉSEAUX DE CAPTEURS SANS FIL
MEDIUM.COM**

An Analytical Model of Multi-intrusion Detection for...
Aim: For a Wireless Sensor Network (WSN), the sensor node deployment is ...
[benthamscience.com](https://benthamscience.com/article/124348)



ZIGBEE

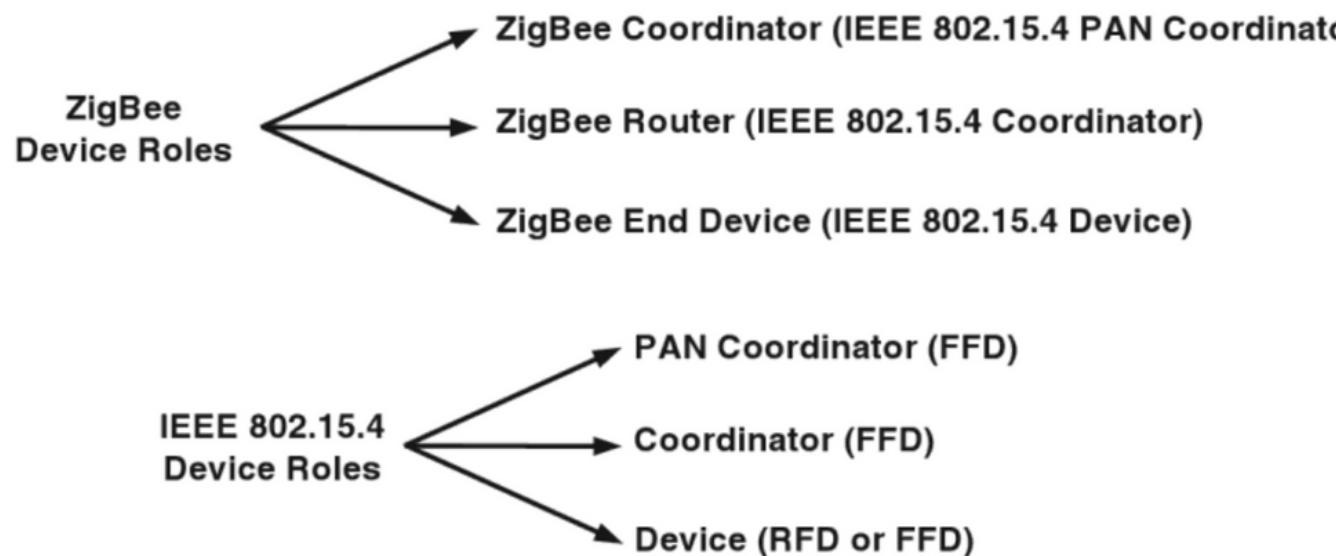
COMMUNICATION COURTE DISTANCE



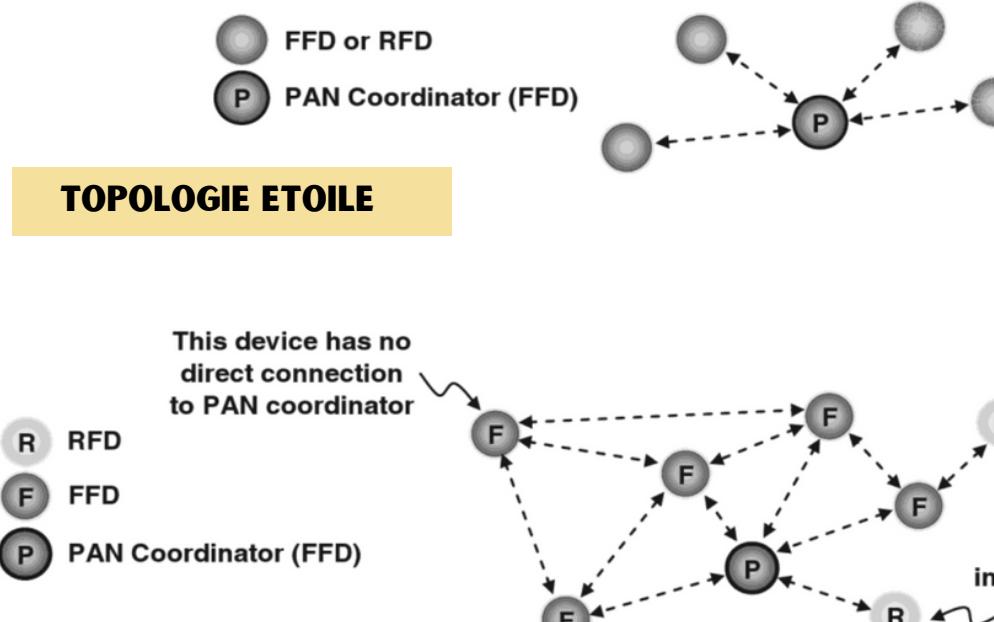


IEEE 802.15.4 STANDARD ZIGBEE

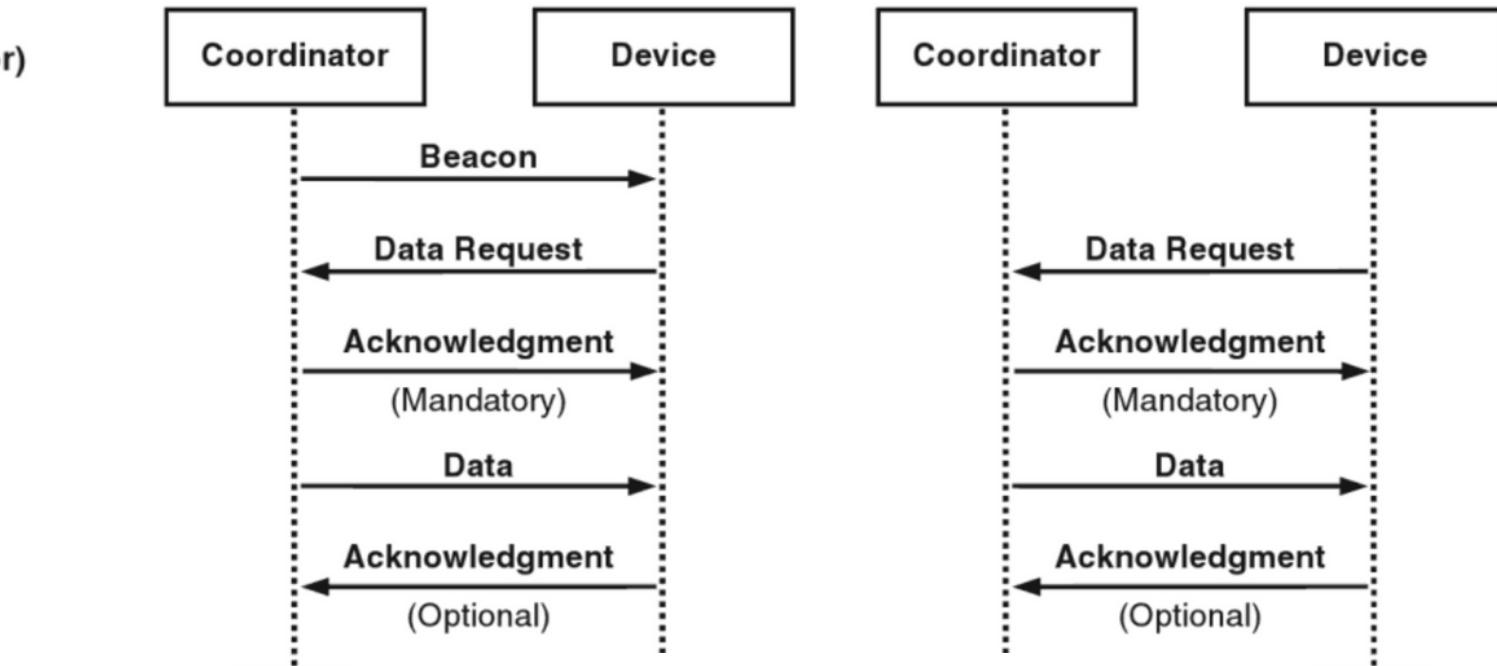
ROLES DES DEVICES



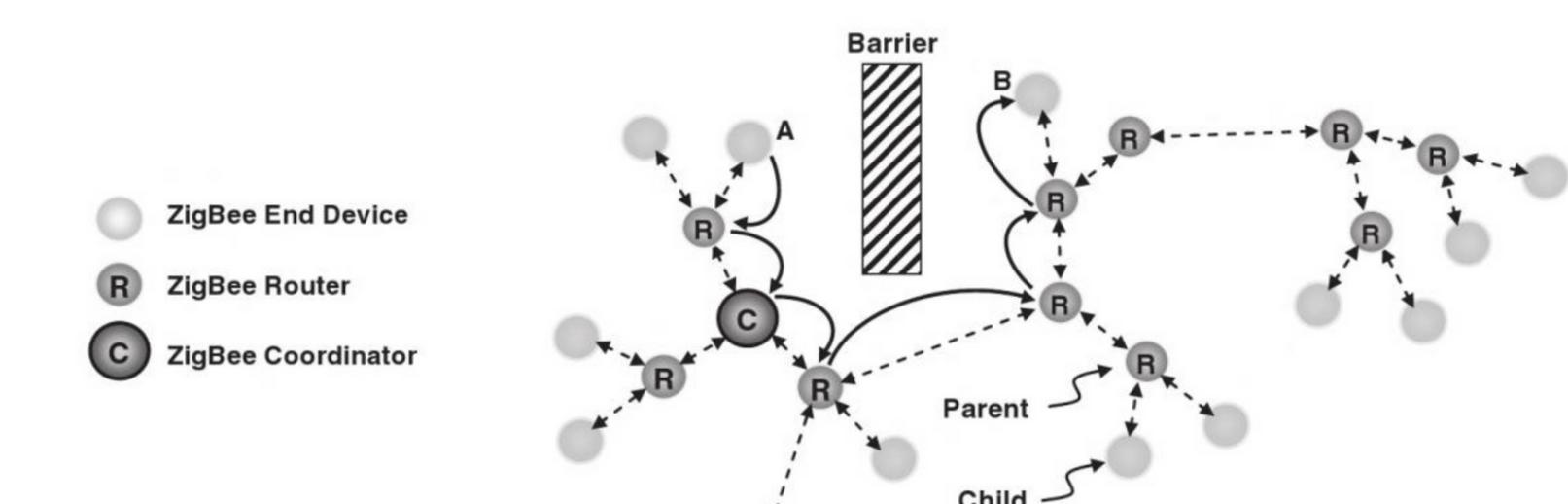
TOPOLOGIE ETOILE



TOPOLOGIE MESH

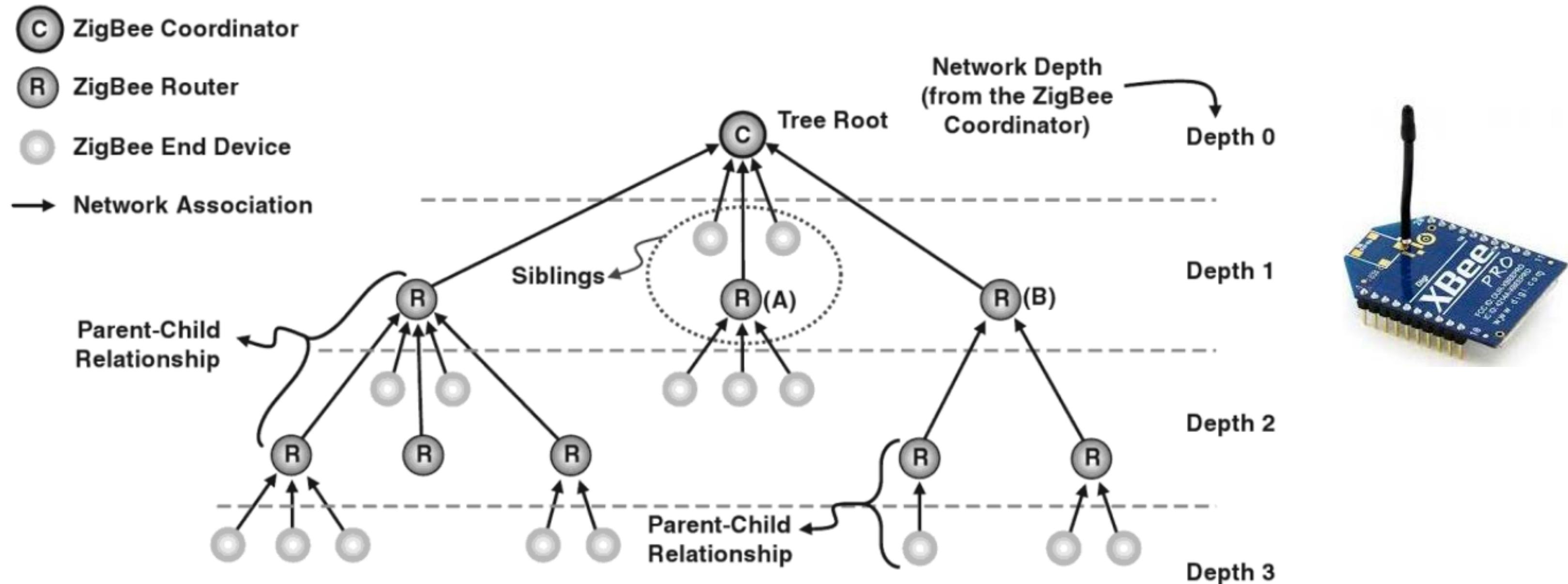


TRANSFERT DE DONNÉES DU GATEWAY AU DEVICE & VICE-VERSA



TOPOLOGIE ARBORESCENTE

ZIGBEE COMMUNICATION COURTE DISTANCE

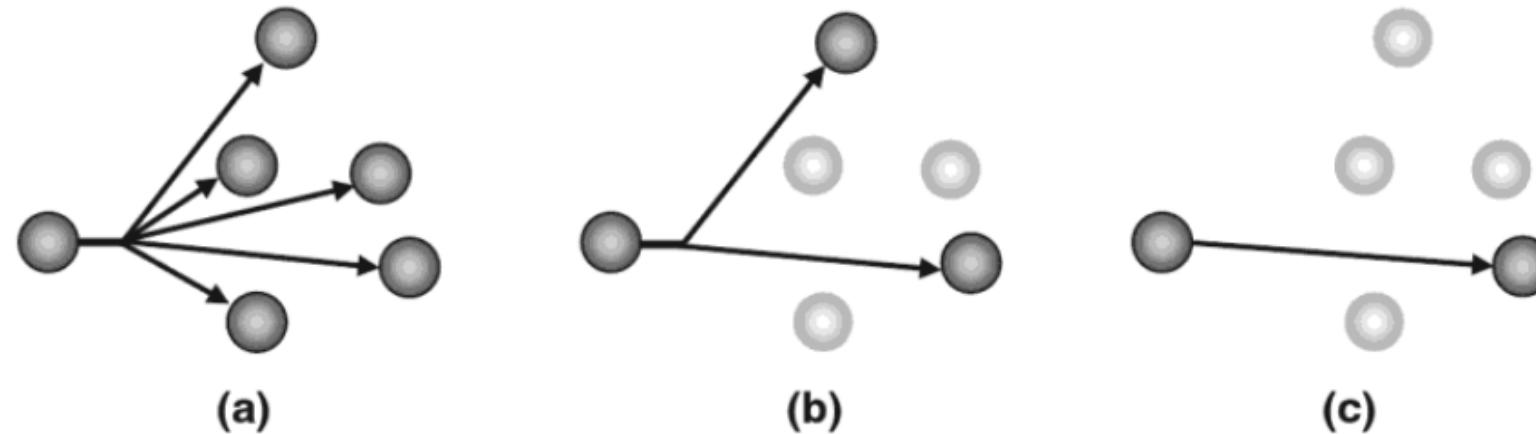


RELATION PARENT-ENFANT DANS UN RÉSEAU À TOPOLOGIE ARBORESCENTE

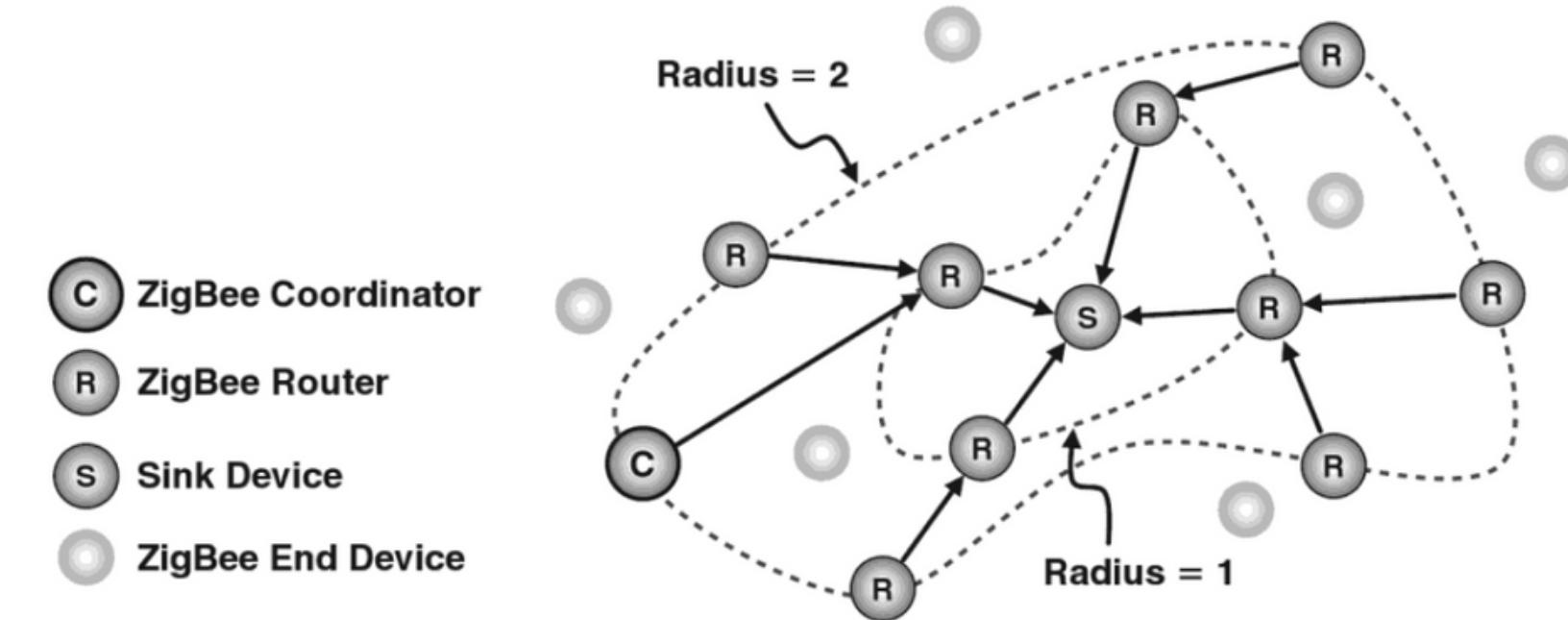
ZIGBEE

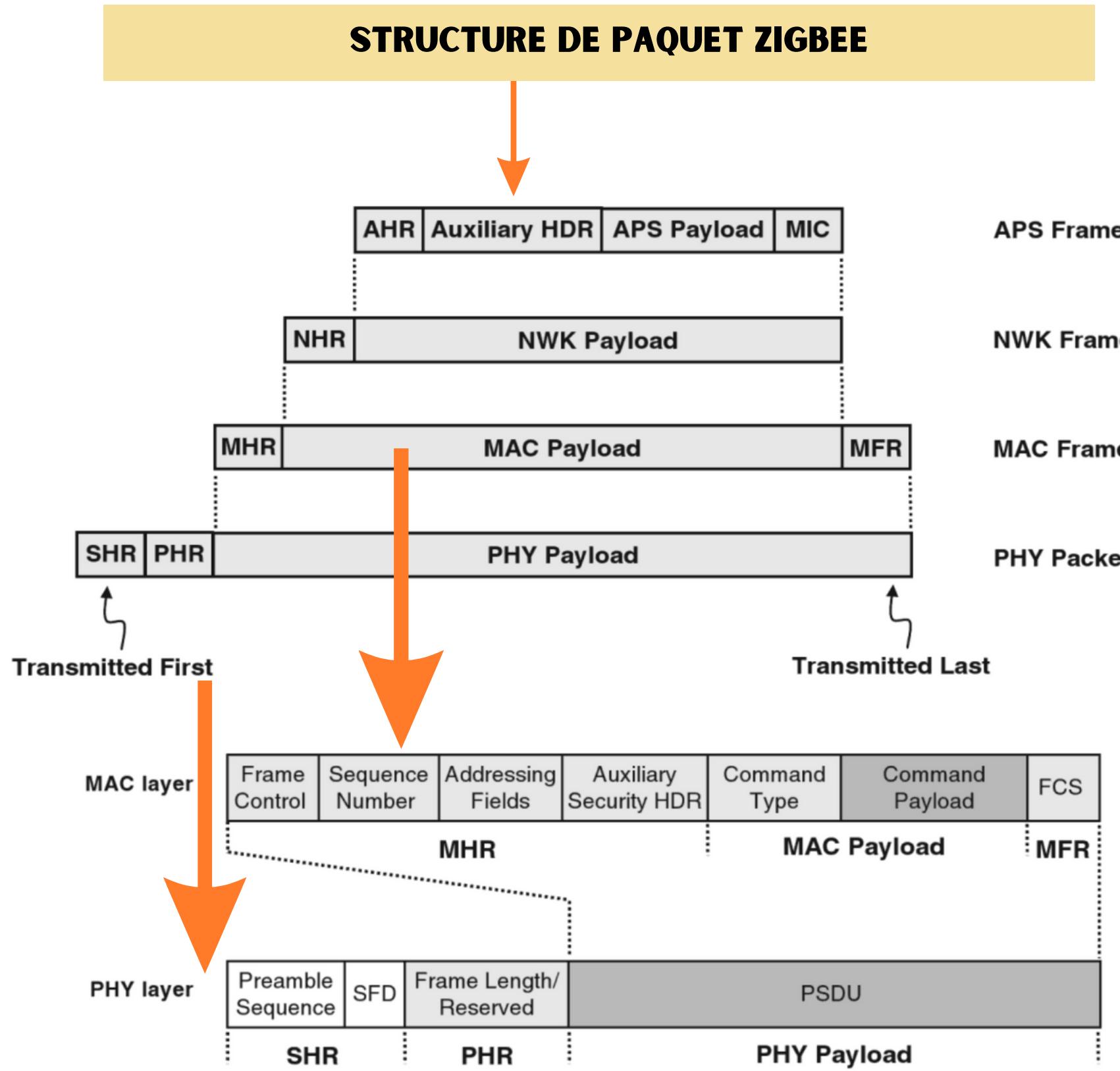
COMMUNICATION COURTE DISTANCE

COMMUNICATION BROADCAST, MULTICAST ET UNICAST



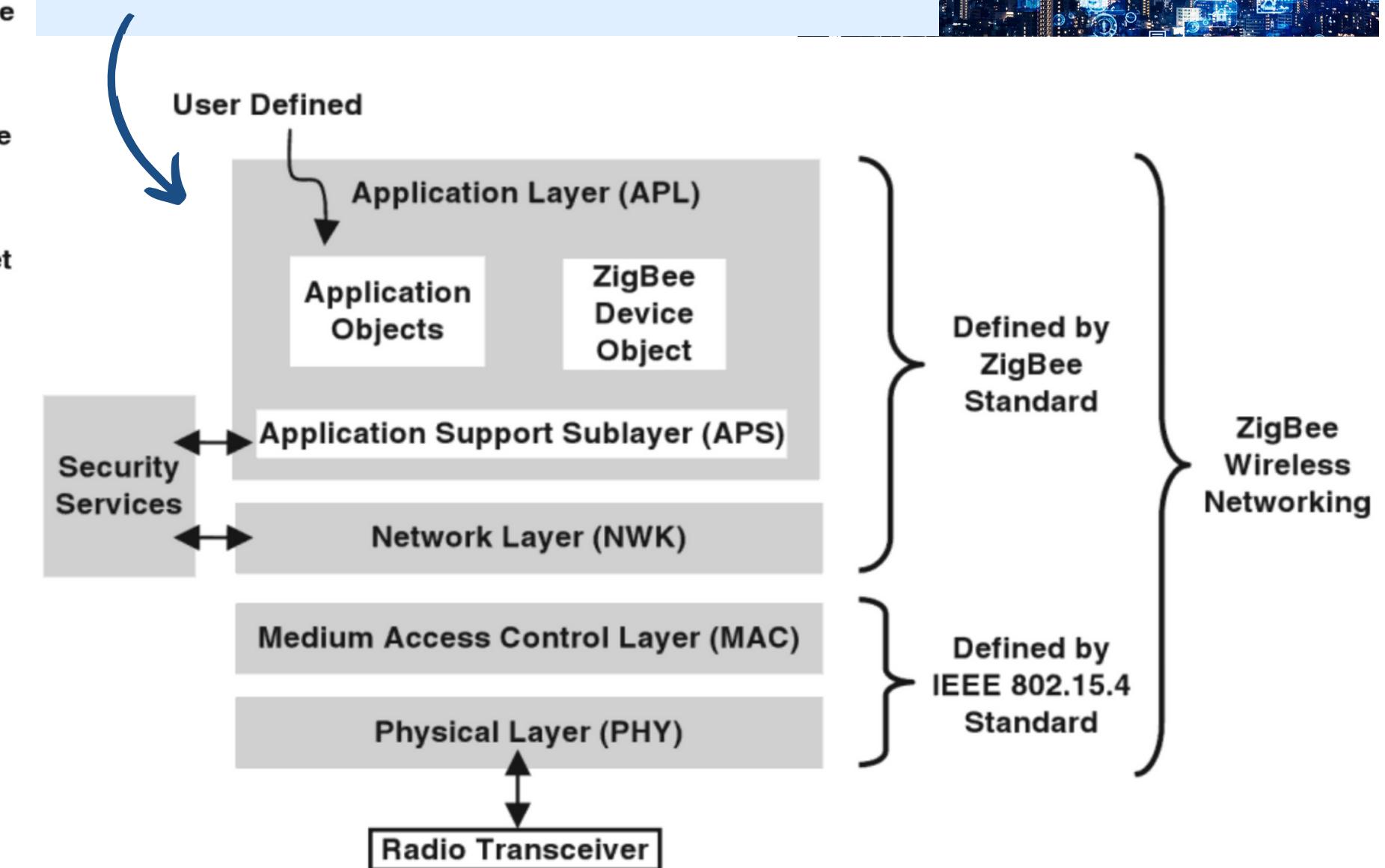
COMMUNICATION MANY-TO-ONE





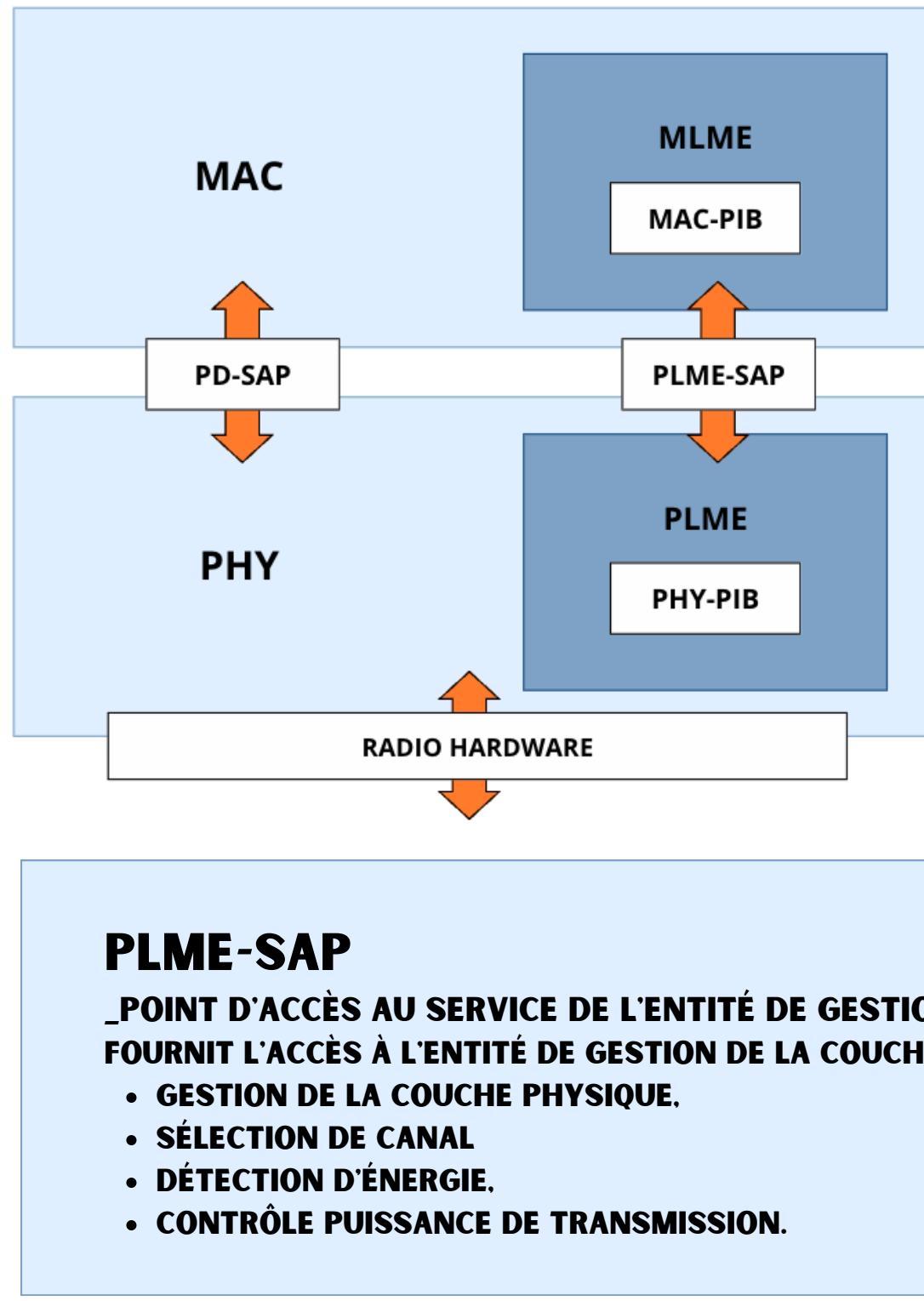
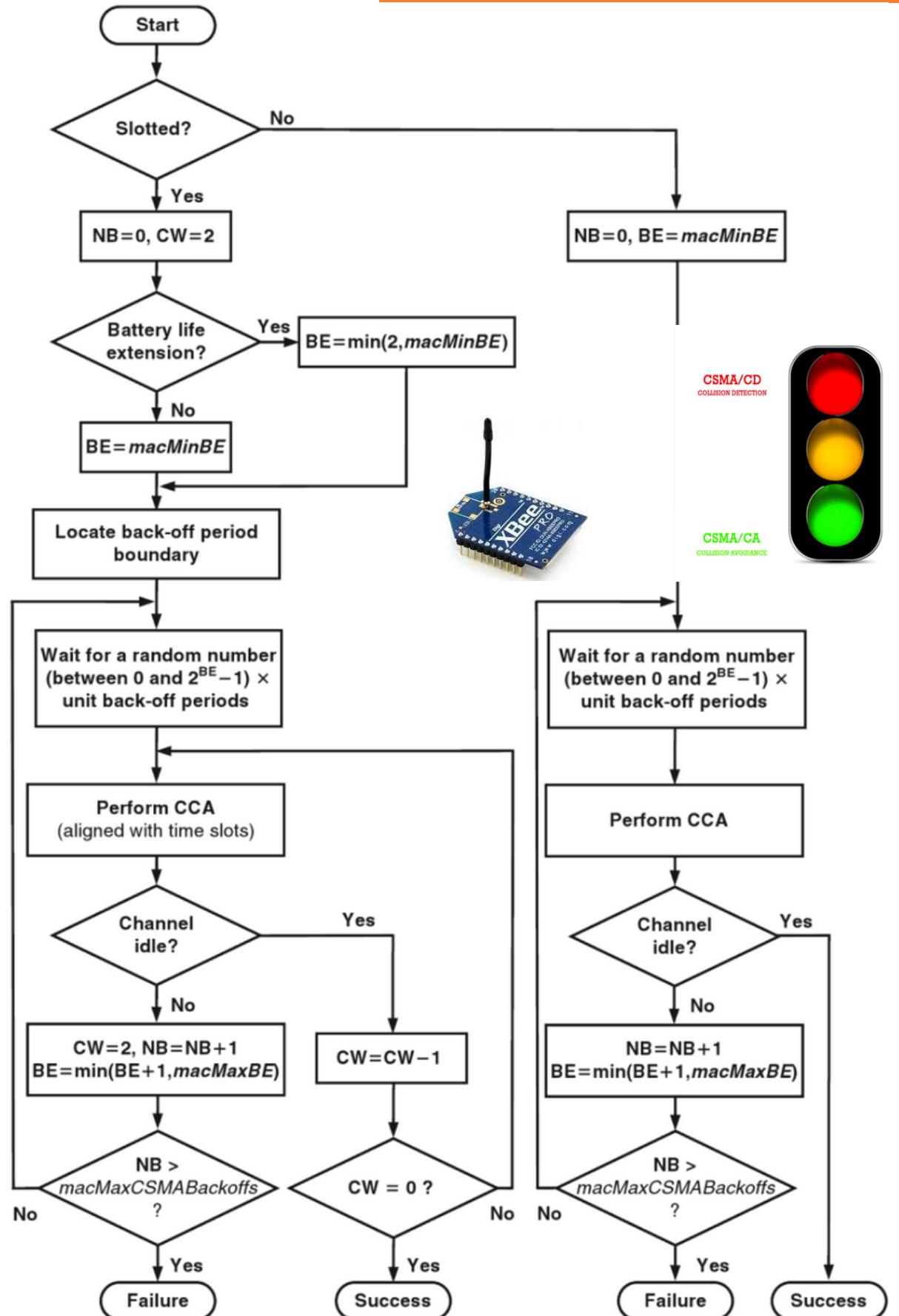
COUCHES D'ARCHITECTURE ZIGBEE

- **4 COUCHES INTERCONNECTÉES**
 - COUCHE APPLICATION
 - COUCHE RÉSEAU
 - COUCHE MEDIUM ACCESS CONTROL (MAC)
 - COUCHE PHYSIQUE



ZIGBEE

COMMUNICATION COURTE DISTANCE



MAC : MEDIUM ACCESS CONTROL

PHY : PHYSICAL LAYER

PIB : PROTOCOL INFORMATION BASE

MLME : MAC LAYER MANAGEMENT ENTITY

PLME : PHYSICAL LAYER MANAGEMENT ENTITY

PD-SAP

_POINT D'ACCÈS AU SERVICE DE DONNÉES

PRIMITIVES

CHARGÉ DE FOURNIR L'ACCÈS AUX SERVICES DE DONNÉES PRIMITIVES

- TRANSMISSION ET RÉCEPTION.
- GESTION TAMpon.
- TRAITEMENT D'ÉVÉNEMENTS.

PLME-SAP

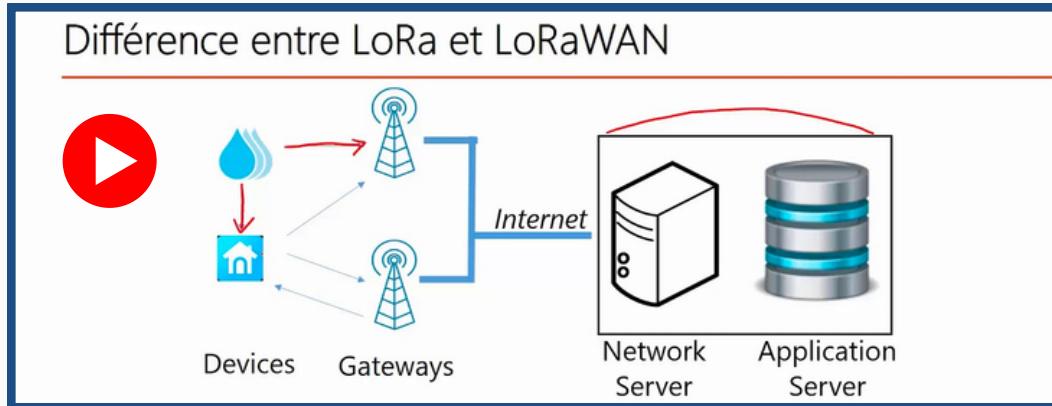
_POINT D'ACCÈS AU SERVICE DE L'ENTITÉ DE GESTION DE LA COUCHE PHYSIQUE)

FOURNIT L'ACCÈS À L'ENTITÉ DE GESTION DE LA COUCHE PHYSIQUE

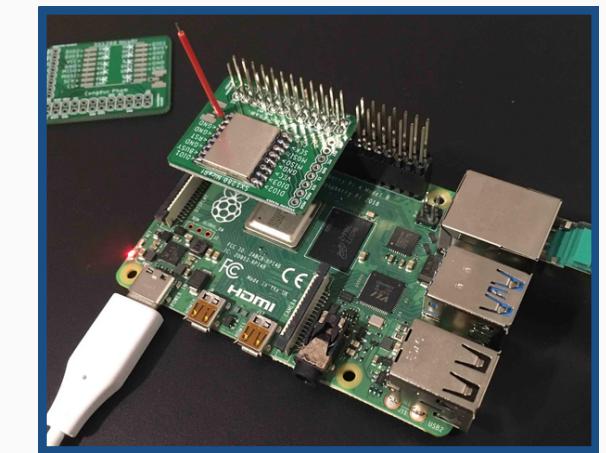
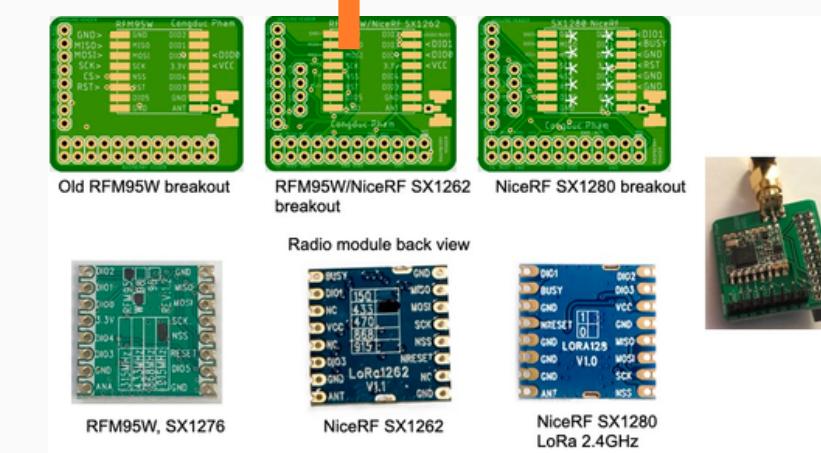
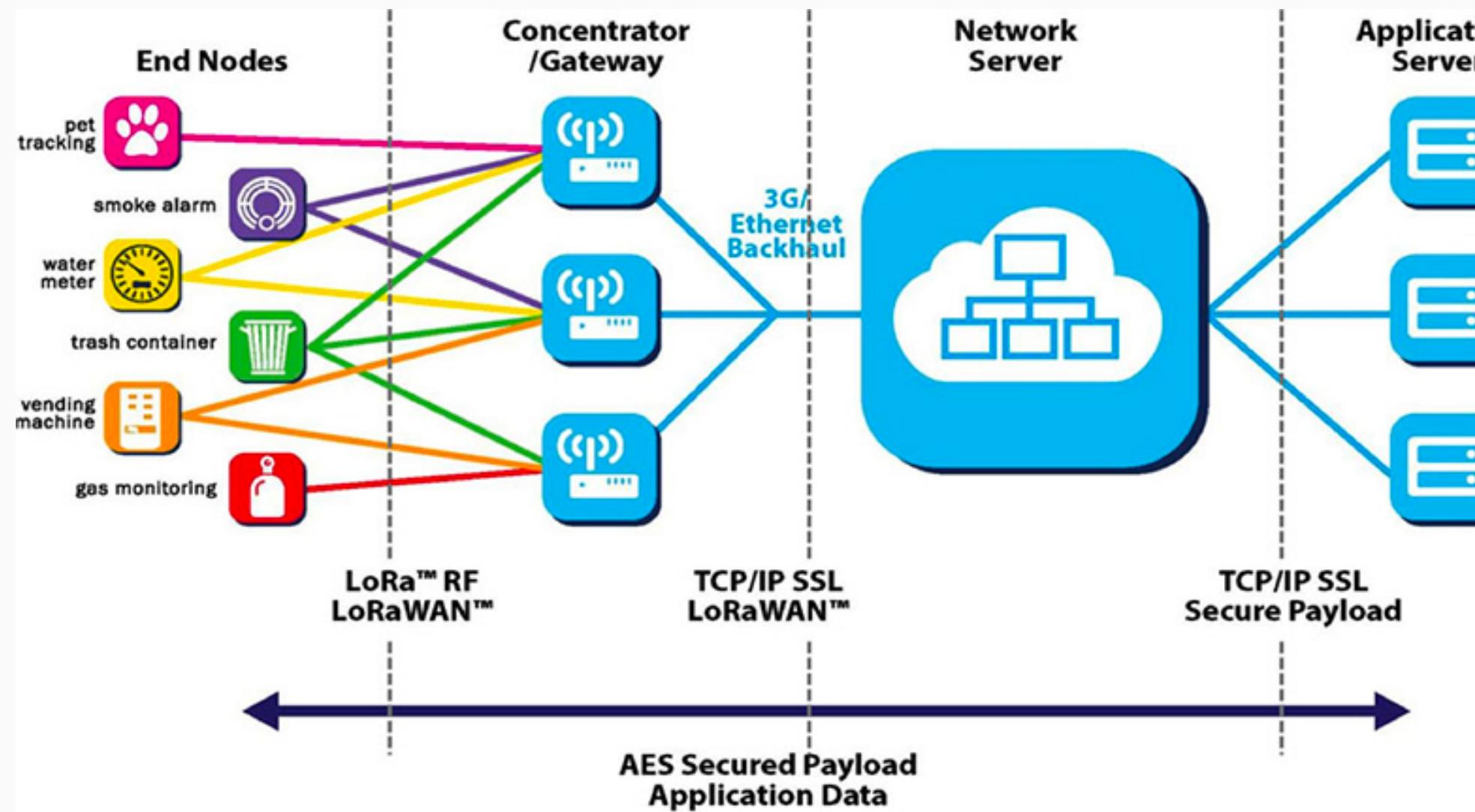
- GESTION DE LA COUCHE PHYSIQUE.
- SÉLECTION DE CANAL
- DÉTECTION D'ÉNERGIE.
- CONTRÔLE PUISSANCE DE TRANSMISSION.

LORA

COMMUNICATION LONGUE PORTÉE

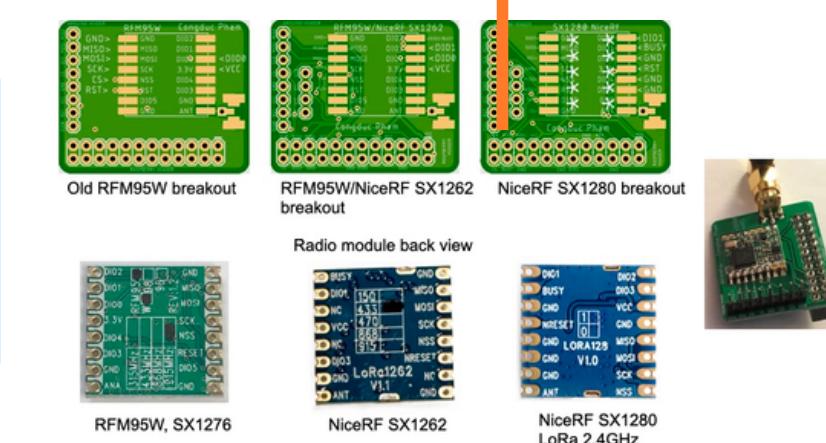
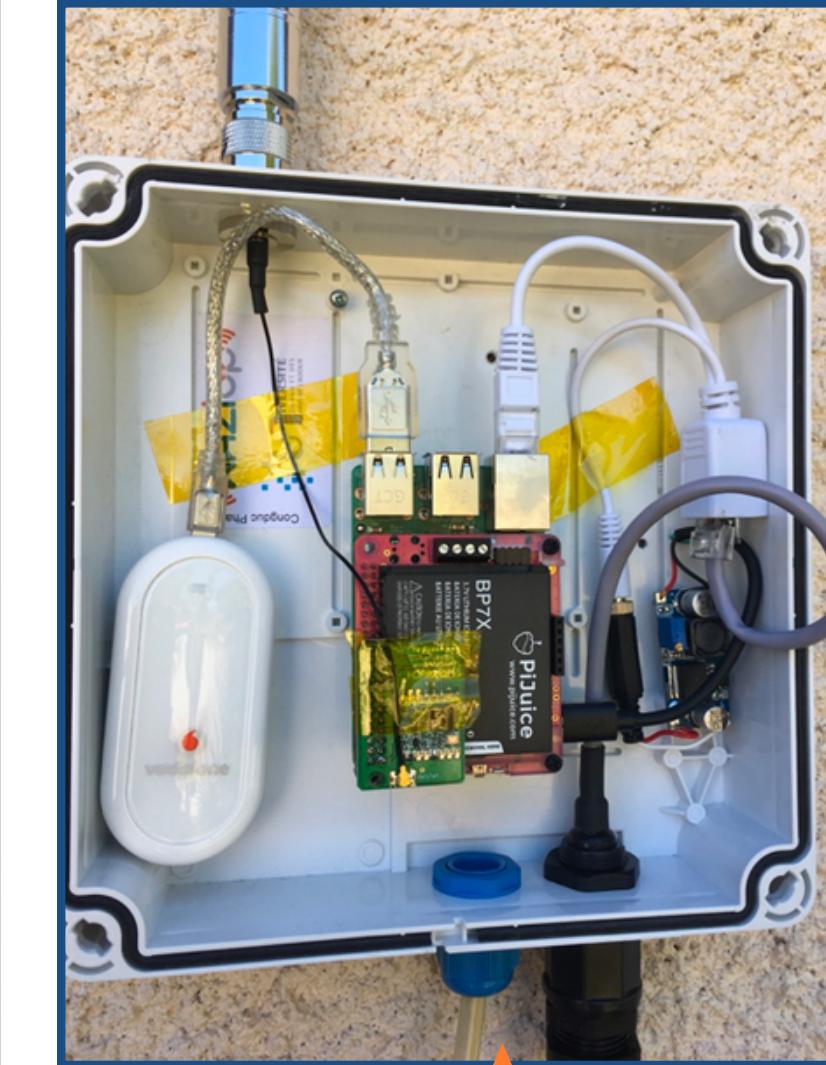
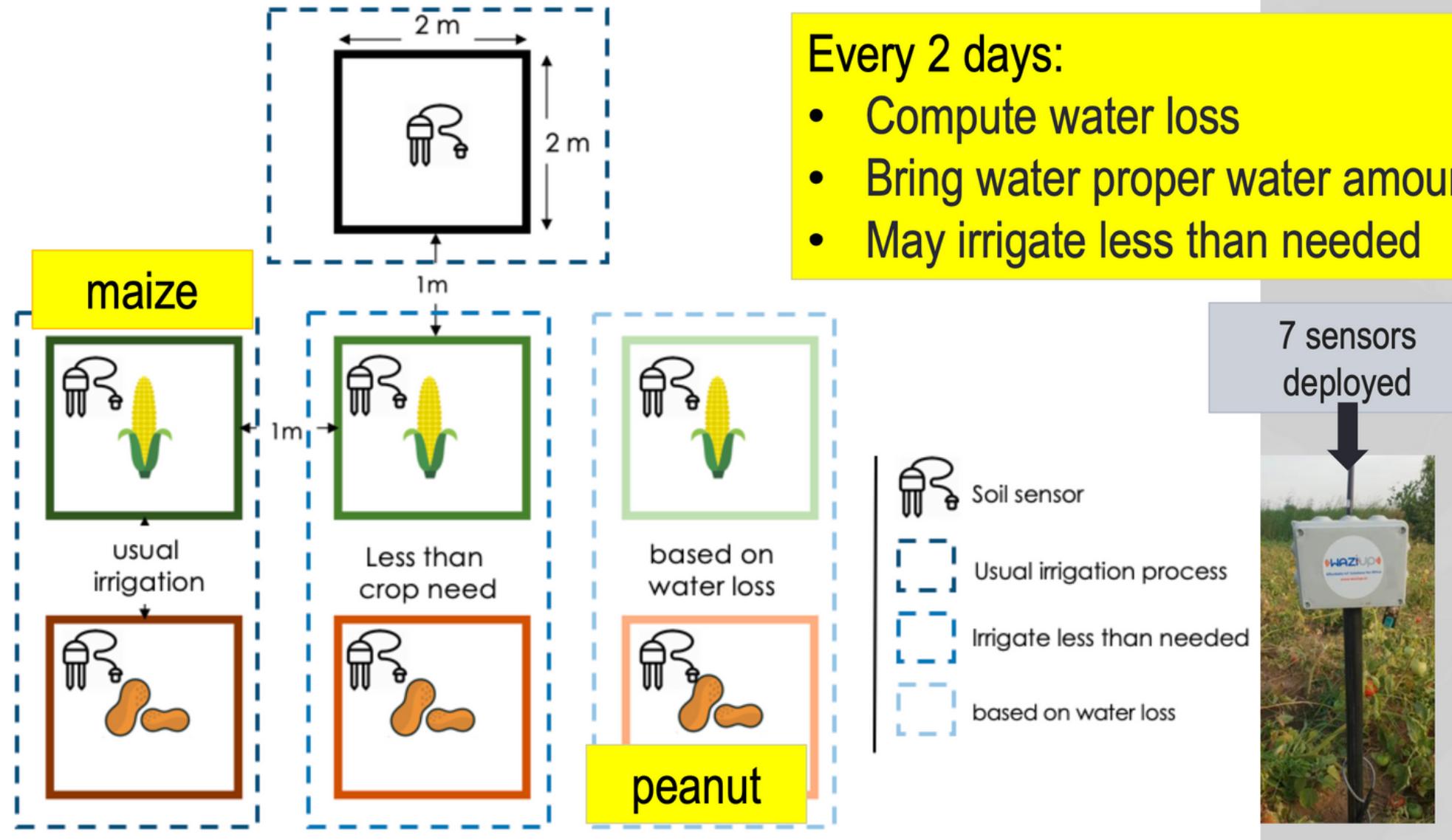


ARCHITECTURE DE PRODUCTION COURANTE



LORA

COMMUNICATION LONGUE PORTÉE



CAS D'APPLICATION DE LA FERME DE L'UGB
RÉSEAUX DE CAPTEURS SANS FIL + IOT

LORA ANTENNE EN HAUT DE LA BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE (HAUTEUR = +50 M)

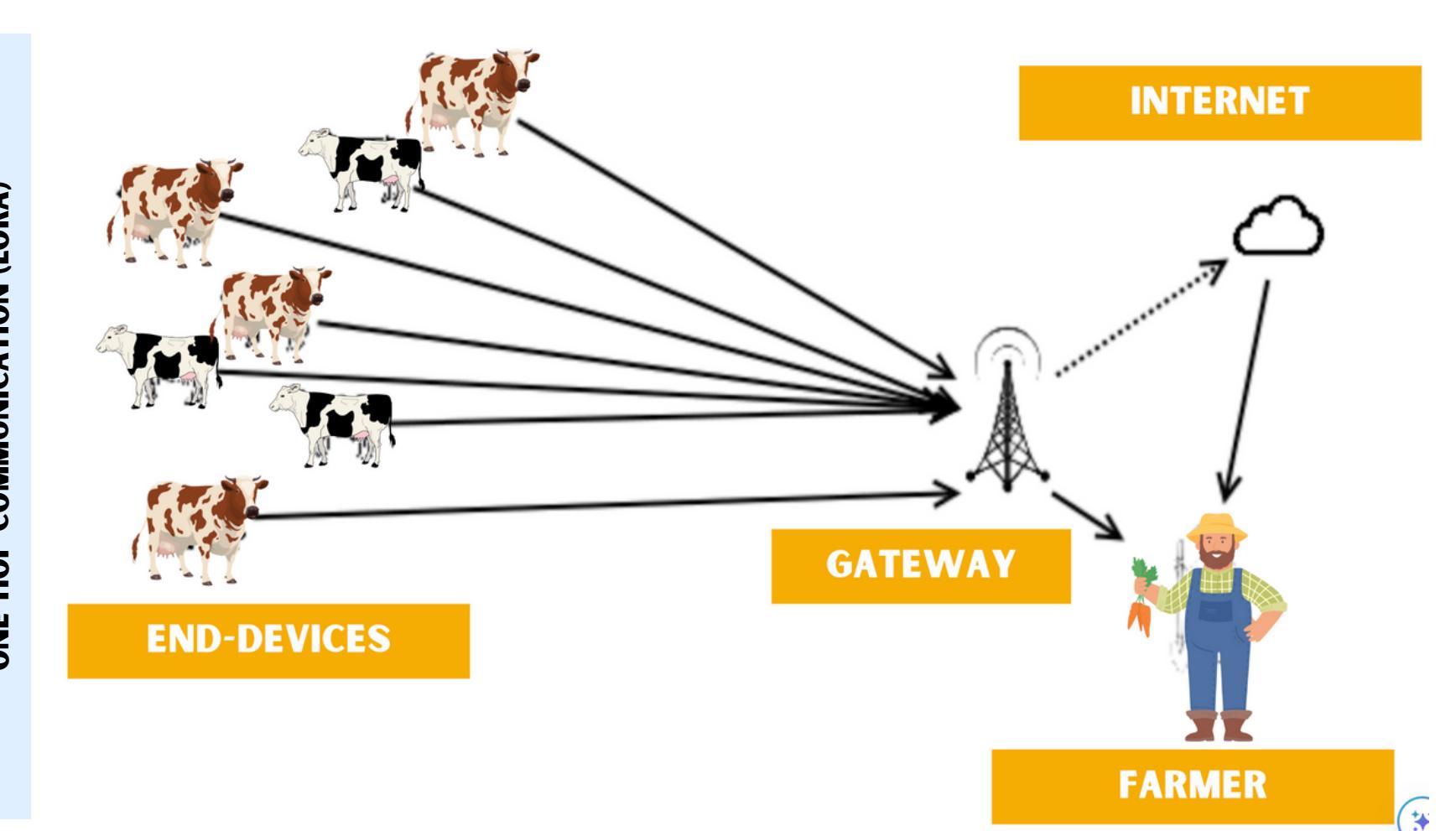
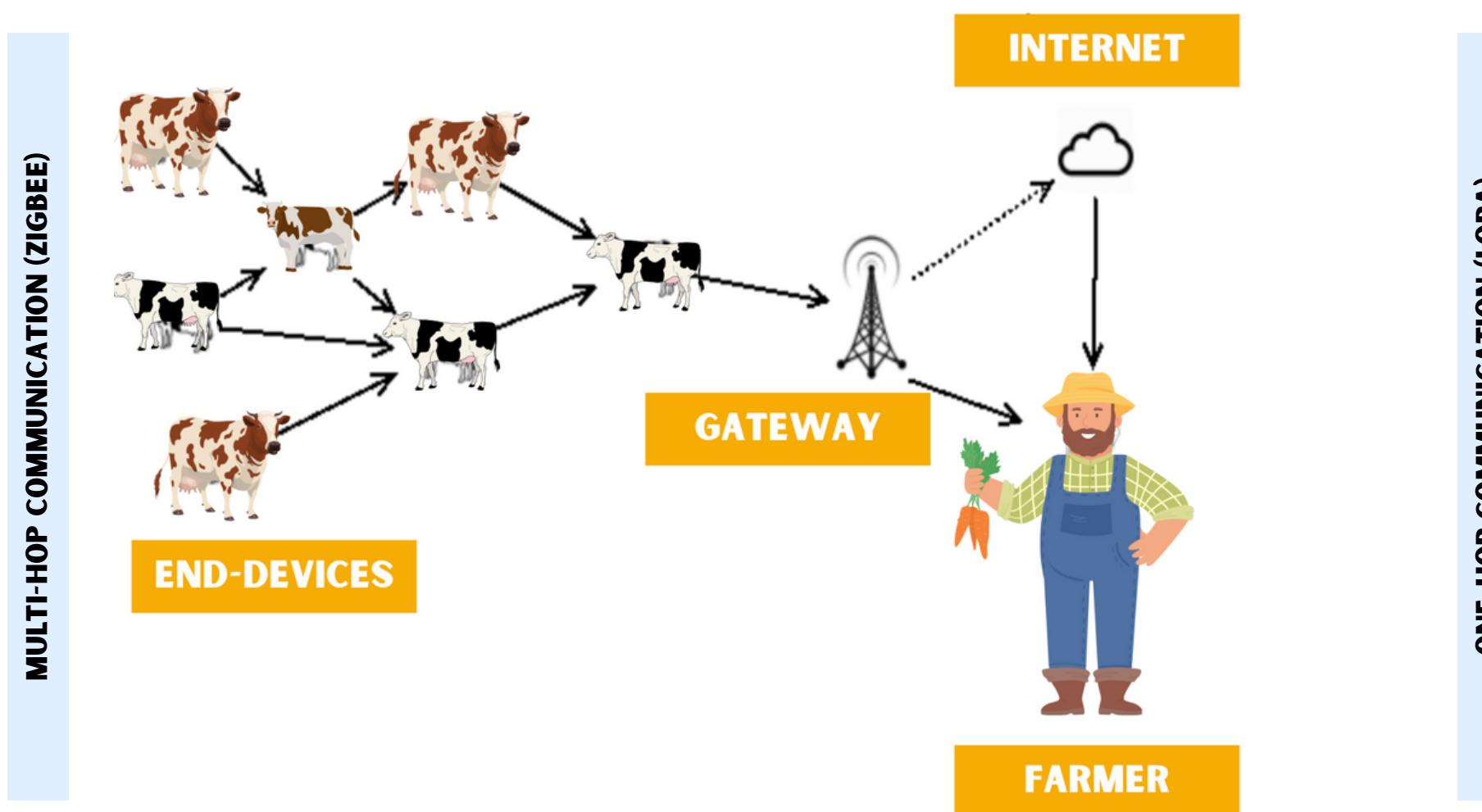
LORA

COMMUNICATION LONGUE PORTÉE



CATTLE RUSTLING APPLICATION IN UNIVERSITY GASTON BERGER IN COLLABORATION WITH CIMEL (MBAKHANA)

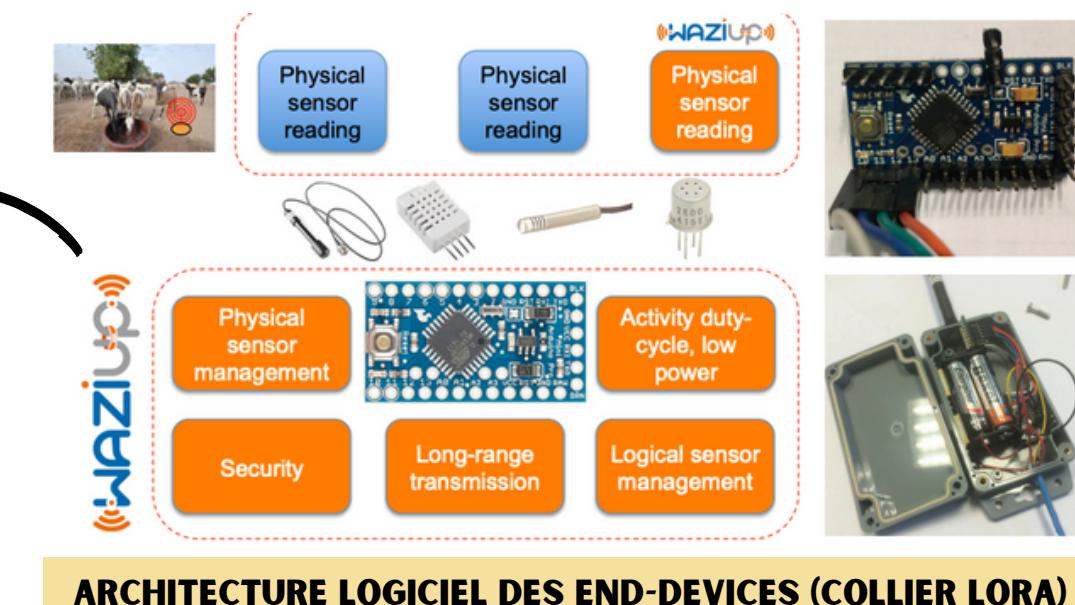
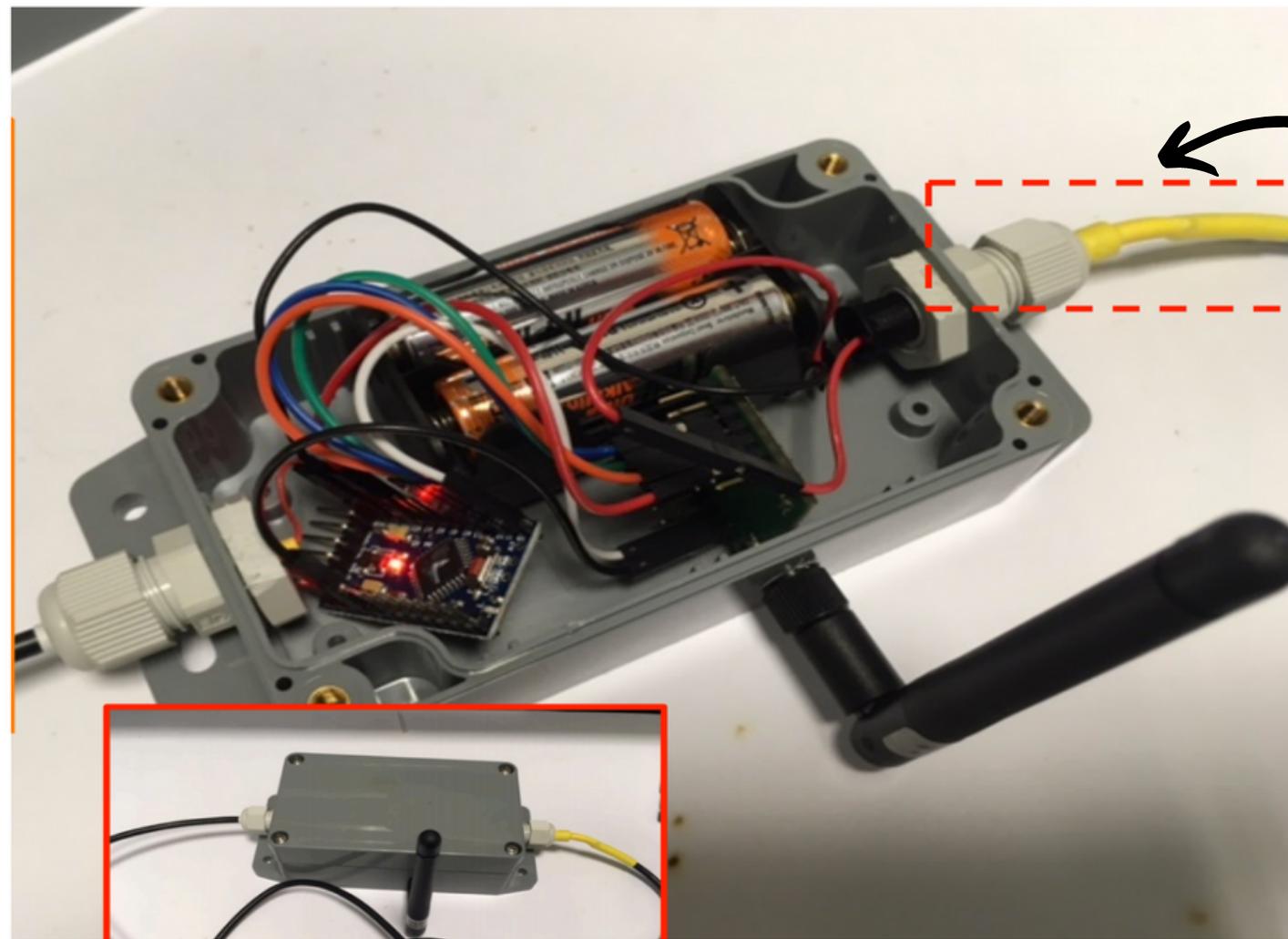
2 TYPES D'ARCHITECTURES POSSIBLES : ONE HOP & MULTI-HOP COMMUNICATIONS



LORA COMMUNICATION LONGUE PORTÉE



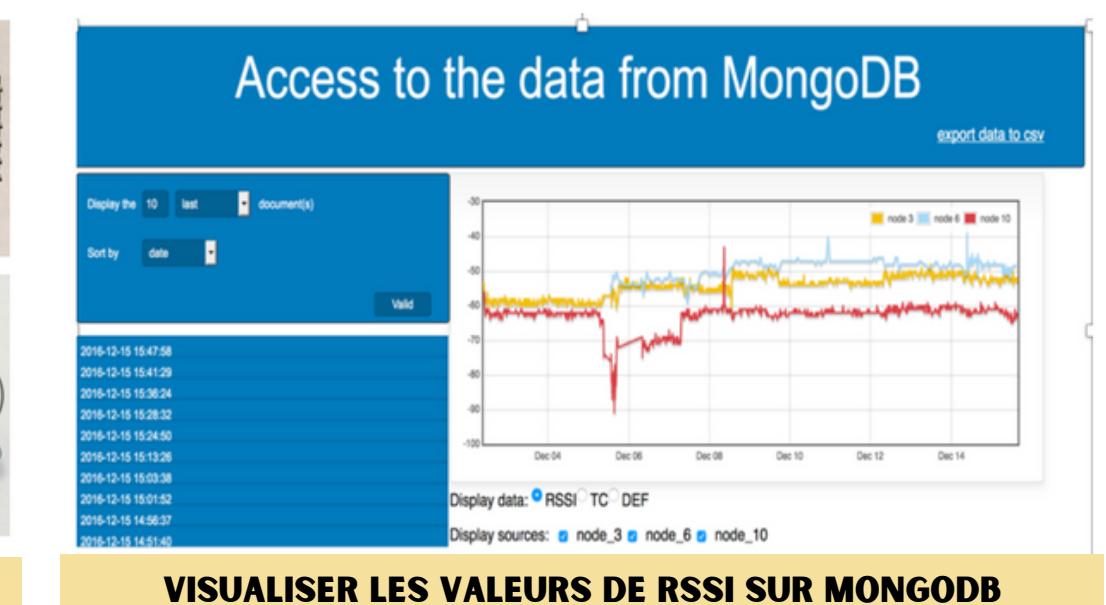
CATTLE RUSTLING APPLICATION IN UNIVERSITY GASTON BERGER IN COLLABORATION WITH CIMEL (MBAKHANA)



ARCHITECTURE LOGICIEL DES END-DEVICES (COLLIER LORA)

CHALLENGES DANS LE DESIGN DU COLLIER

- **COMPORTEMENT DE L'ANIMAL**
 - **LARGE ESPACE DE PATURAGE**
 - **TRANSHUMANCE,**
 - **MOBILITÉ,**
 - **ACCEPTABILITÉ**



VISUALISER LES VALEURS DE RSSI SUR MONGODB

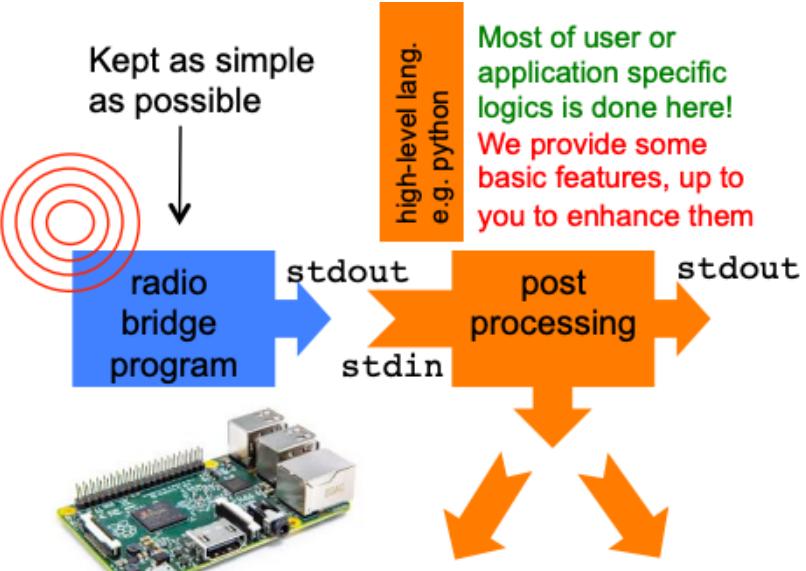
OTHER CHALLENGES

- **NOMBRE DE END-DEVICES**
 - **COÛTS**
 - **DÉPLOIEMENT.**
 - **MAINTENANCE**

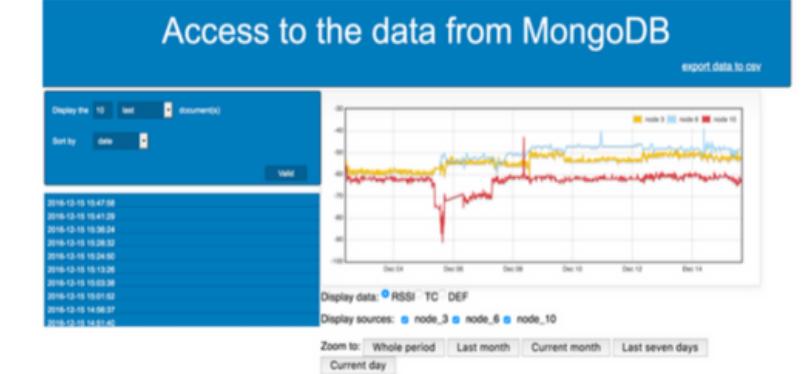
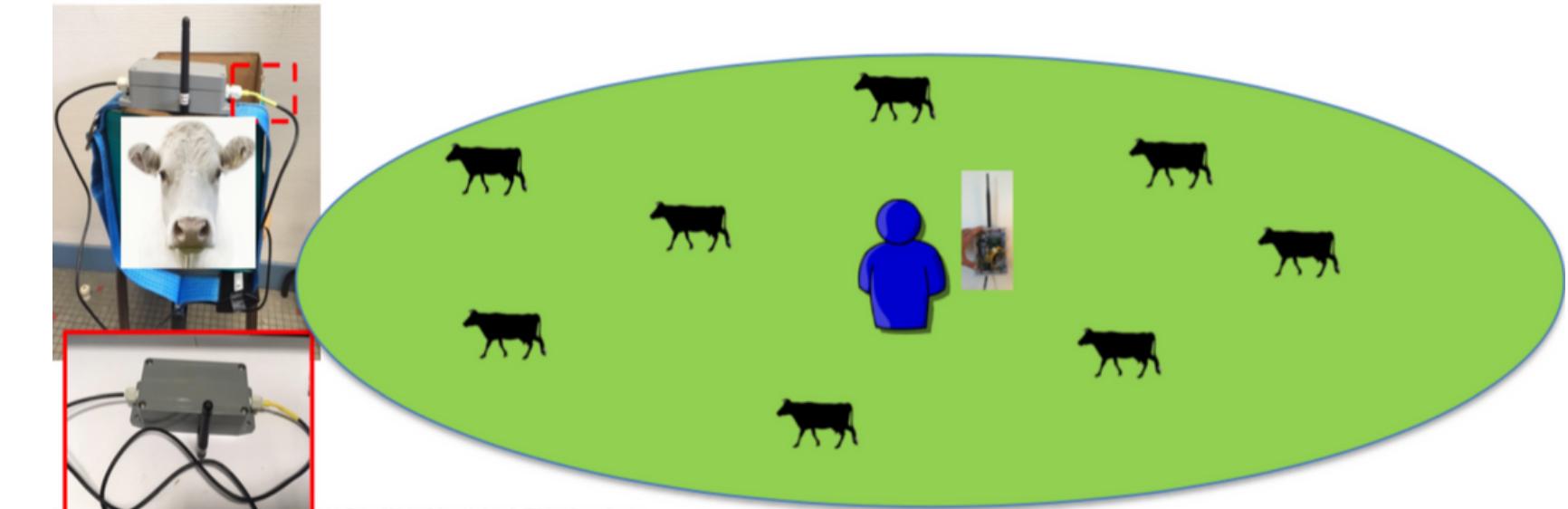
LORA COMMUNICATION LONGUE PORTÉE



CATTLE RUSTLING APPLICATION IN UNIVERSITY GASTON BERGER IN COLLABORATION WITH CIMEL (MBAKHANA)

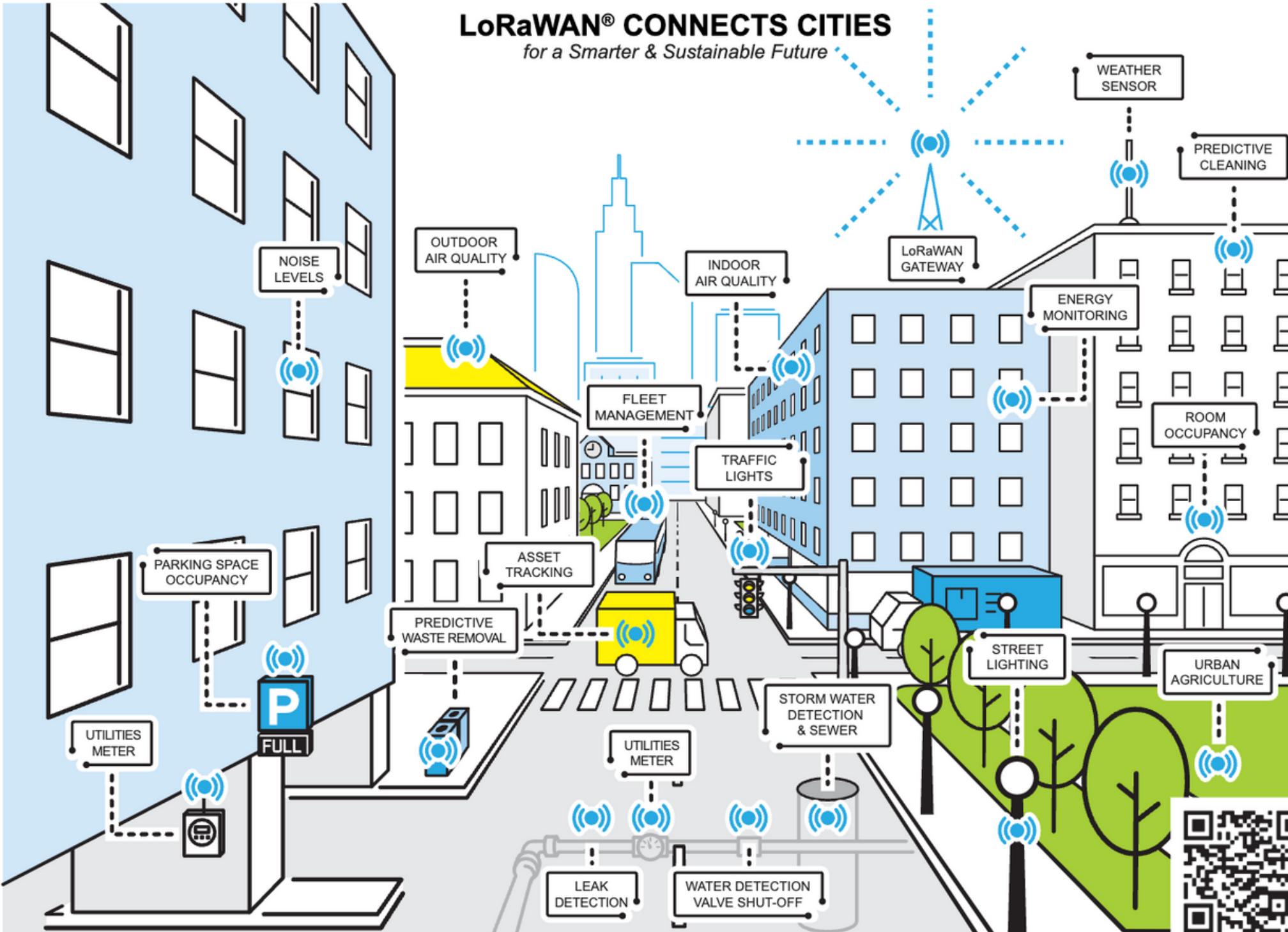


GATEWAY SOFTWARE ARCHITECTURE



LORA COMMUNICATION LONGUE PORTÉE

SMART CITIES APPLICATIONS



LoRa Alliance®

LoRaWAN®



SMART VILLAGE APPLICATION IN SANAR - UGB - SENEGAL



LORA COMMUNICATION LONGUE PORTÉE

MORE APPLICATIONS DESCRIBED IN LORAWAN WEBSITE

[HTTPS://RESOURCES.LORA-ALLIANCE.ORG/WHITEPAPERS](https://resources.lora-alliance.org/whitepapers)

READ LORA WHITE PAPERS



The Farming Of Tomorrow
Is Already Here: How
LoRaWAN® Technology
Supports Smart
Agriculture & Precise
Animal Production
[Read White Paper](#)



Why LoRaWAN® Is The
Logical Choice For Crop
Production Monitoring
Solutions

[Read White Paper](#)



A DIGITAL REVOLUTION
FOR OIL & GAS FROM
SCADA TO INDUSTRIAL
IOT

[Read White Paper](#)



Get Smart With Your Cold
Chain Monitoring: How
Wireless Monitoring
Ensures Food Safety

[Read White Paper](#)



Sustainable Smart
Buildings For The Planet,
People, And Profit

[Read White Paper](#)

IOT-WSN. RESSOURCES ET RÉFÉRENCES

DOCUMENTATION

READ IOT BOOKS

