



# **IOT & IA au service du développement durable :**

## **Santé et Agriculture**

**Grenoble INP**  
**24/06/2025**

**Anne Marie CHANA**  
**[anne.chana@univ-yaounde1.cm](mailto:anne.chana@univ-yaounde1.cm)**

# Plan

## I. Rôle de l'IOT et de l'IA

## II. IOT, IA et ODD

- ODD3: Santé et bien-être

- ODD 2 : Agriculture Intelligente

## III. Quelques défis liés à l'intégration IoT

# Rôle de l'IOT et de l'IA

## Deux Technologies Révolutionnaires : L'IoT et l'IA

- **L'Internet des Objets (IoT) :**
  - Définition simple : Réseau d'objets physiques embarquant des capteurs, logiciels et autres technologies connectées à Internet.
  - Capacités : Collecte de données en temps réel, automatisation, interconnexion.
- **L'Intelligence Artificielle (IA) :**
  - Définition simple : Simulation de processus d'intelligence humaine par des machines.
  - Capacités : Analyse de données massives, reconnaissance de formes, prise de décision, prédiction.

# Rôle de l'IOT et de l'IA

## Deux Technologies Révolutionnaires : L'IoT et l'IA

- **L'Internet des Objets (IoT) :**
  - Définition simple : Réseau d'objets physiques embarquant des capteurs, logiciels et autres technologies connectées à Internet.
  - Capacités : Collecte de données en temps réel, automatisation, interconnexion.
- **L'Intelligence Artificielle (IA) :**
  - Définition simple : Simulation de processus d'intelligence humaine par des machines.
  - Capacités : Analyse de données massives, reconnaissance de formes, prise de décision, prédiction.

## Synergie IOT & IA

L'IoT collecte les données, l'IA les analyse pour en extraire de la valeur et permettre des actions intelligentes.

# IOT, IA et ODD

## Combiner l'IoT et l'IA pour des solutions innovantes et efficaces pour l'atteindre les ODD

ODD	Notre contribution
<b>ODD 3 : Santé et bien-être</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Déploiement capteurs microclimat pour la veille sanitaire contre le paludisme: étude de développement de la population de moustique;</li><li>- Surveillance temps réel des paramètres de l'environnement favorable au développement du paludisme;</li><li>- Utilisation d'algorithme de Machine Learning pour identifier les zones et les périodes à risque;</li><li>- Réseau de capteurs pour le suivi des femmes enceinte dans les zones rurale.</li></ul>
<b>ODD 2 : Faim zéro</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Etude de la qualité du sol et recommandation de cultures grâce à des capteurs connectés.</li></ul>

# IOT, IA et ODD

## ODD3: Système de veille sanitaire contre le paludisme

- 249 millions de cas en 2022
- Plus de 600 000 morts dont 25% dû aux facteurs environnementaux.
- Au Cameroun,
  - Environ 11 000 en 2023 personnes meurent du paludisme au Cameroun chaque année
  - 40% de décès dû au Paludisme du Cameroun
  - 30% d'hospitalisation dû au Paludisme

### Objectif

Développer des solutions de Veille pour soutenir les actions du Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP)



# IOT, IA et ODD

## ODD3: Système de veille sanitaire contre le paludisme

### Deux Visions

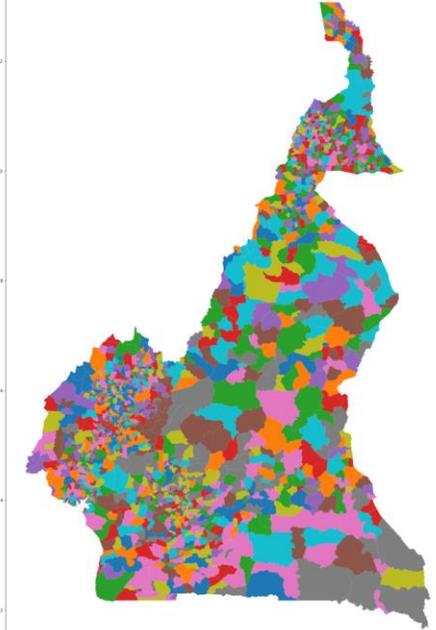
- A. Veille sanitaire basée sur les données des cas cliniques
- B. Veille sanitaire basée sur les données environnementales



# IOT, IA et ODD

## ODD3: Système de veille sanitaire contre le paludisme

### Deux Visions

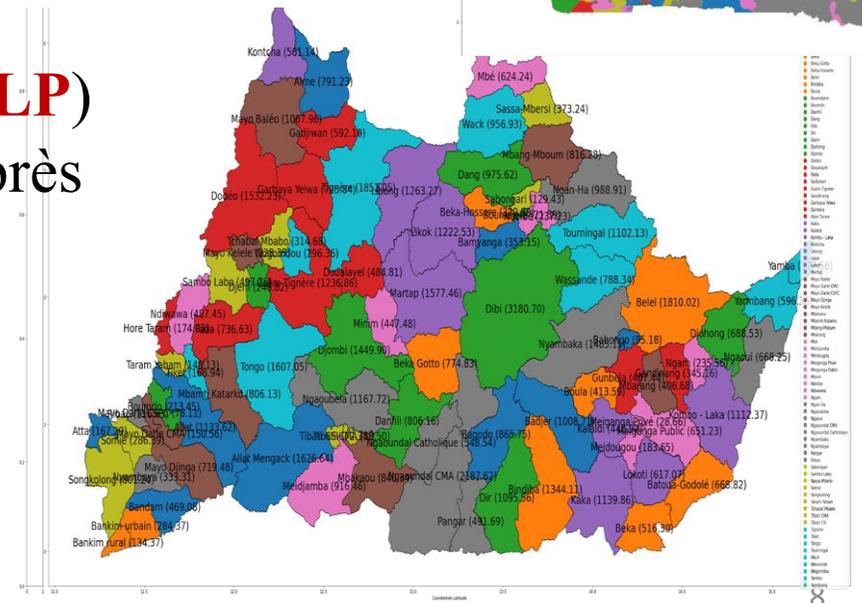


### A. Veille sanitaire basée sur les données des cas cliniques

Le Programme National de Lutte contre le Paludisme (**PNLP**) collecte mensuellement des données épidémiologiques auprès de 1795 aires de santé

### Problèmes :

- Données manquantes
- Absence d'un outil prédiction fiable.





# IOT, IA et ODD

## ODD3: Système de veille sanitaire contre le paludisme

### Deux Visions

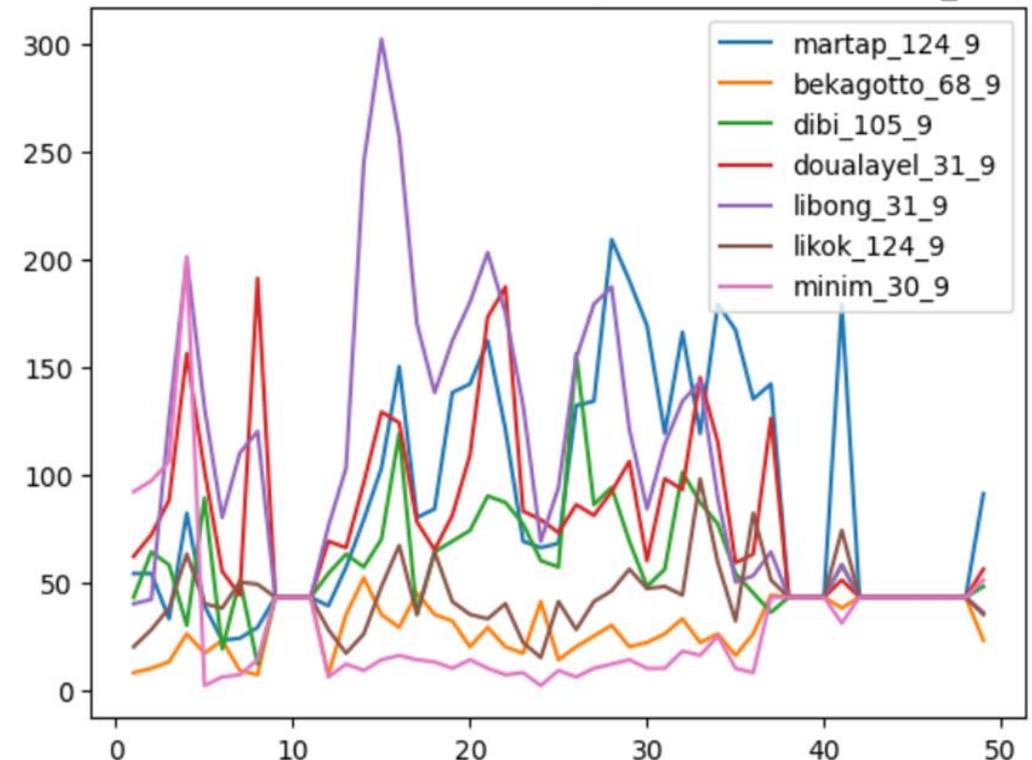
#### A. Veille sanitaire basée sur les données des cas cliniques

Courbe d'évolution des cas de paludisme selon l'indicateur PNLP\_09 qui est le Nombre de cas suspects de paludisme grave

Ploted Time series Area Martap

Voisins ['Beka Gotto', 'Dibi', 'Doualayer', 'Libong', 'Likok', 'Minim'] Field PNLP\_09

Ploted Time series Area Martap 6 Voisins Field PNLP\_09



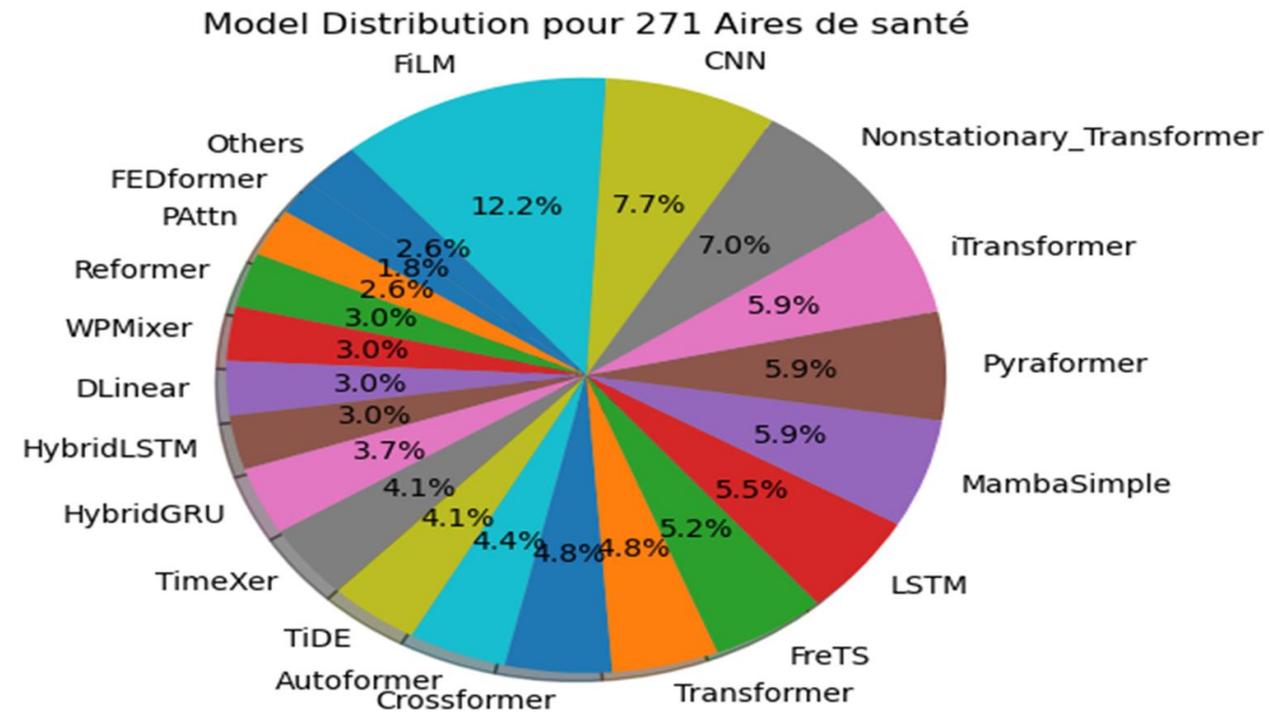
# IOT, IA et ODD

## ODD3: Système de veille sanitaire contre le paludisme

### Deux Visions

#### A. Veille sanitaire basée sur les données des cas cliniques

Meilleurs modèles d'IA appliqué sur 270 aires de santé prise aléatoirement parmi les 1795. le Modèle FiLM est le plus approprié avec 12.3%, suivi du modèle CNN avec 7.7%.



# IOT, IA et ODD

## ODD3: Système de veille sanitaire contre le paludisme

### B. Veille sanitaire basée sur les données environnementales

**Objectif :** Surveillance des paramètres environnementaux grâce à un réseau de capteurs

- Déploiement de capteurs micro-climat
- Déploiement de station de base LoRa

Pour la collecte de données environnementales (température, humidité, précipitation)



# IOT, IA et ODD

## ODD3: Système de veille sanitaire contre le paludisme

### B. Veille sanitaire basée sur les données environnementales

**Objectif :** Prédiction des cas de paludisme et aide à la décision

- Utilisation d'algorithmes de Machine Learning pour la prédiction et le système d'alerte



# IOT, IA et ODD

## ODD3: Système de veille sanitaire contre le paludisme

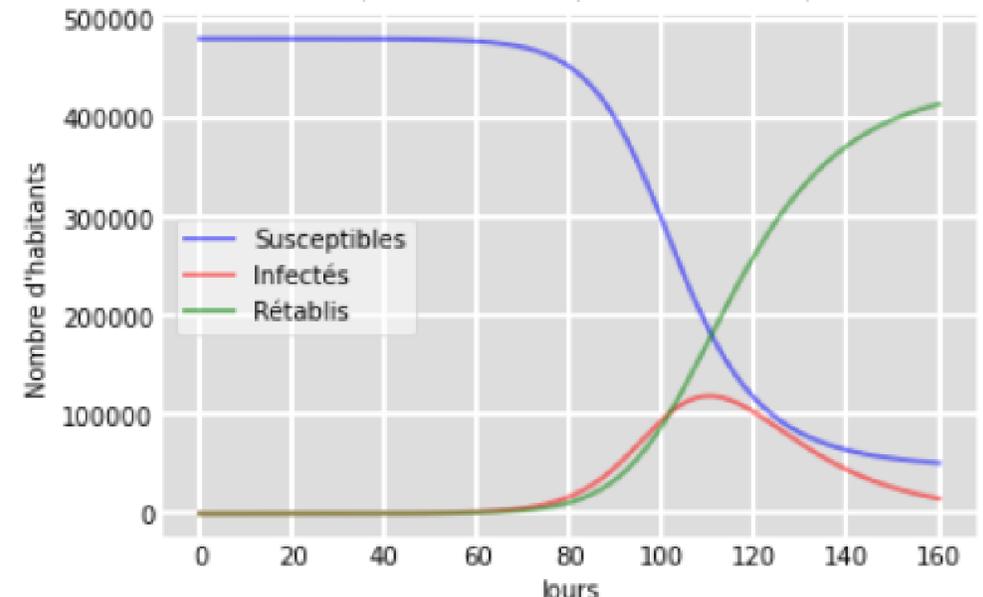
### B. Veille sanitaire basée sur les données environnementales

#### Résultats actuels

- Modèles de prédiction d'épidémies de paludisme

**CAM-MALARIA** Application de surveillance temps réel des paramètres de l'environnement favorable au développement du paludisme.

Mois	Température	Précipitations	Humidité
Janvier	29,5	3	45
Février	30,5	8	45
Mars	29,2	41	58
Avril	26,8	118	74
Mai	25,2	155	81
Juin	23,9	168	84
Juillet	22,9	252	85
Août	23,3	274	86
Septembre	23,5	238	86
Octobre	23,5	190	84
Novembre	25,2	49	72
Décembre	27,9	4	53



# IOT, IA et ODD

## ODD3: Réseau de capteurs pour le suivi des femmes enceinte dans les zones rurale

### Contexte

- **Mortalité maternelle en 2020** : 287 000 femmes sont décédées des suites de complications liées à la grossesse ou à l'accouchement (OMS, 2023).
- **Répartition des décès maternels** :
  - 95 % des décès maternels se sont produits dans des pays à revenu faible ou intermédiaire.
  - Plus de la moitié de ces décès ont eu lieu en **Afrique subsaharienne**.



# IOT, IA et ODD

## ODD3: Réseau de capteurs pour le suivi des femmes enceinte dans les zones rurale



### Problème

- Difficultés d'accès aux soins de qualité pendant la grossesse, pendant et après l'accouchement
- Insuffisance et inégale répartition des personnes qualifiées en la matière

### Objectifs

- Optimisation des services de santé
- Monitoring à distance

# IOT, IA et ODD

## ODD3: Réseau de capteurs pour le suivi des femmes enceinte dans les zones rurale



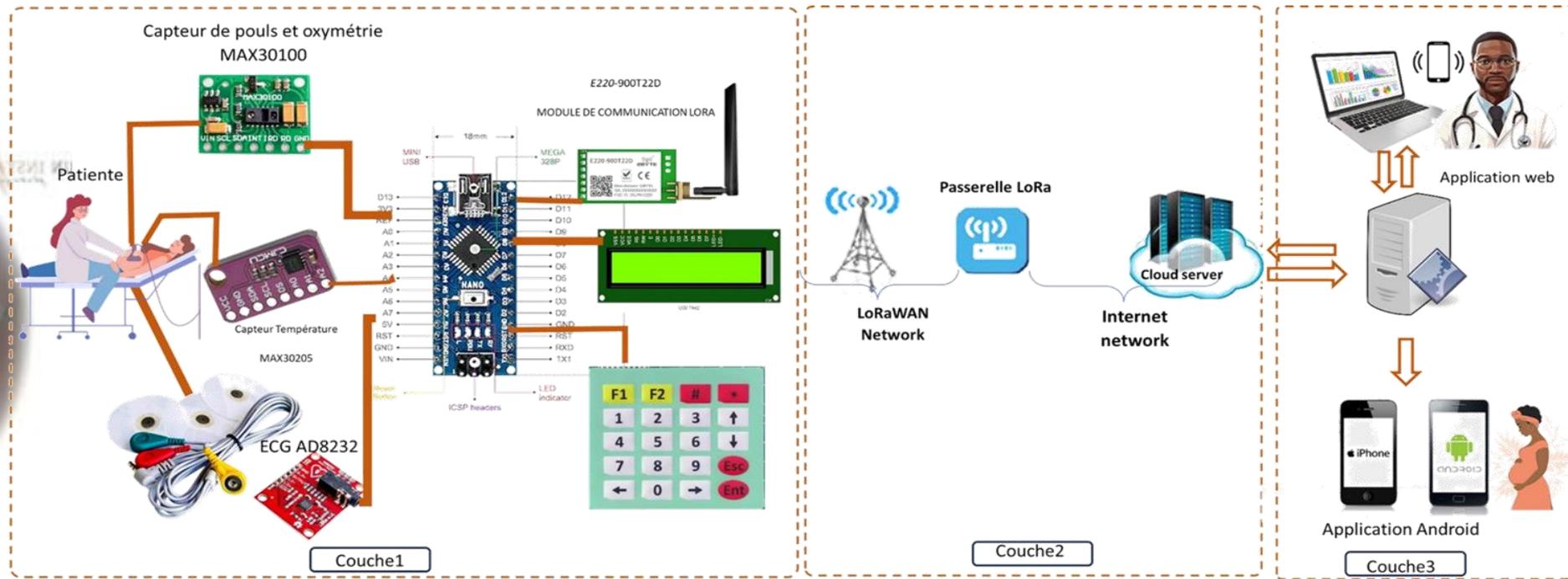
### Méthodologie

- Equiper les centres de santé communautaires de kit basé sur le réseau de capteurs sans fils pour la mesure des paramètres vitaux de la mère et du bébé
- Transmettre les paramètres aux médecins en temps réel via LoRa pour la pose de diagnostique et la prise en charge

# IOT, IA et ODD

## ODD3: Réseau de capteurs pour le suivi des femmes enceinte dans les zones rurale

### Expérimentation & Résultat





# IOT, IA et ODD

## ODD3: Réseau de capteurs pour le suivi des femmes enceinte dans les zones rurale

### Expérimentation & Résultat

### Interface plateforme de Suivi

The screenshot shows the 'Baby&MotherCare' web application. The header is green with the title 'Baby&MotherCare' and subtitle 'Suivi des mamans et des bébés'. Below the header is a navigation bar with links: 'Page d'accueil', 'Liste des Patients', 'Consultation Patient', 'Carnet Patient', 'Enregistrer Patient', and 'Modifier Patient'. The main content area is titled 'Liste des Patients' and features a search bar 'Rechercher un patient...'. Below the search bar is a table with the following data:

ID	Nom	Date des Dernières Règles	Localité	Semaines d'Aménorrhée	Date Prévue d'Accouchement (DPA)	Actions
AB01	ABADA	2025-01-12	LOBO	20 SA + 3 jours	19-10-2025	<a href="#">Voir le carnet</a>
BA89	BACA	2025-02-12	LOBO	16 SA + 0 jours	19-11-2025	<a href="#">Voir le carnet</a>
659	BAAA	0000-00-00	LOBO	105686 SA + 1 jours	05-09-0000	<a href="#">Voir le carnet</a>
3076	ALBERT	2024-11-10	LOBO	29 SA + 3 jours	17-08-2025	<a href="#">Voir le carnet</a>
CMCE0501	SIEWE	2024-12-12	LOBO	24 SA + 6 jours	18-09-2025	<a href="#">Voir le carnet</a>
CMCE0502	EMMAH	2024-12-12		24 SA + 6 jours	18-09-2025	<a href="#">Voir le carnet</a>



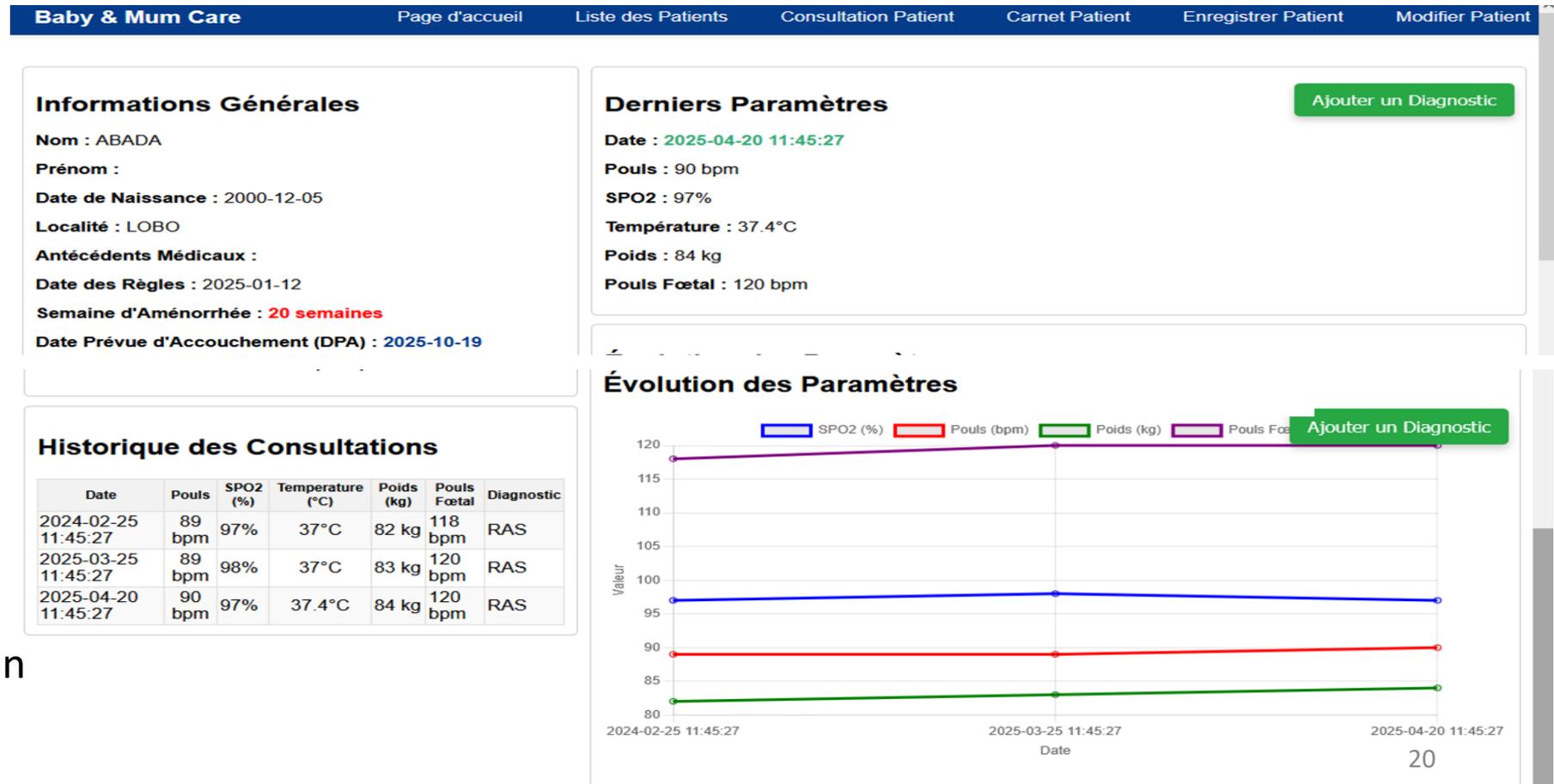
# IOT, IA et ODD

## ODD3: Réseau de capteurs pour le suivi des femmes enceinte dans les zones rurale

### Expérimentation & Résultat

### Interface plateforme de Suivi

Tableau de bord de Visualisation de la progression des paramètres



# IOT, IA et ODD

## ODD2: Sécurité alimentaire

### Problème

- Accroître la production agricole en vue de satisfaire en tout temps et en tous lieux, les besoins alimentaires.
- Passer de l'agriculture de subsistance à une agriculture de rente

### Objectifs

#### Mettre sur pied un réseau de capteurs pour

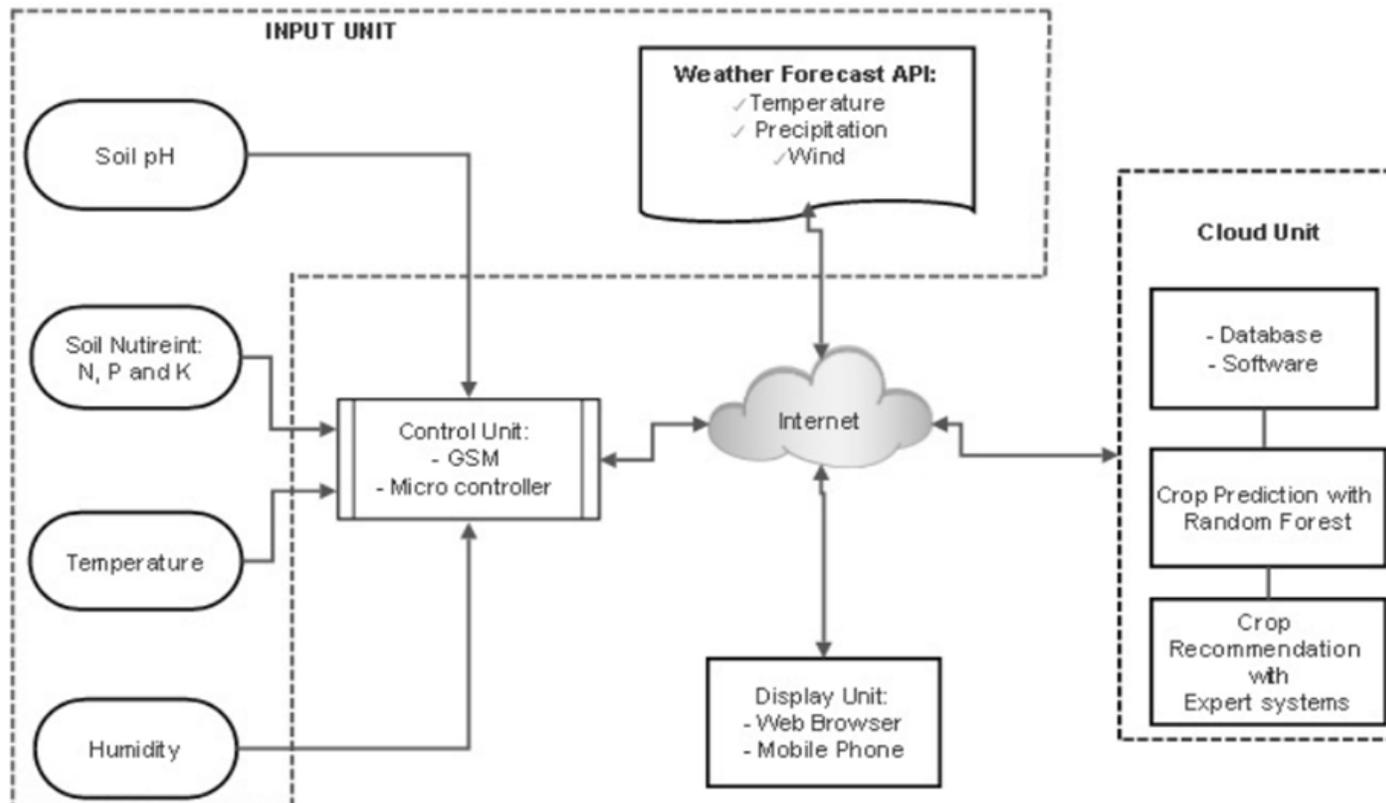
- L'étude de la qualité du sol en vue de la recommandation de culture la plus appropriée;
- La surveillance temps réel des conditions environnementales;
- La surveillance, la détection précoce et la gestion des maladies des plantes



# IOT, IA et ODD

## ODD2: Sécurité alimentaire

**Méthodologie :** Systèmes de recommandation de culture suivant le type de sol et des paramètres environnementaux.



# IOT, IA et ODD

## ODD2: Sécurité alimentaire

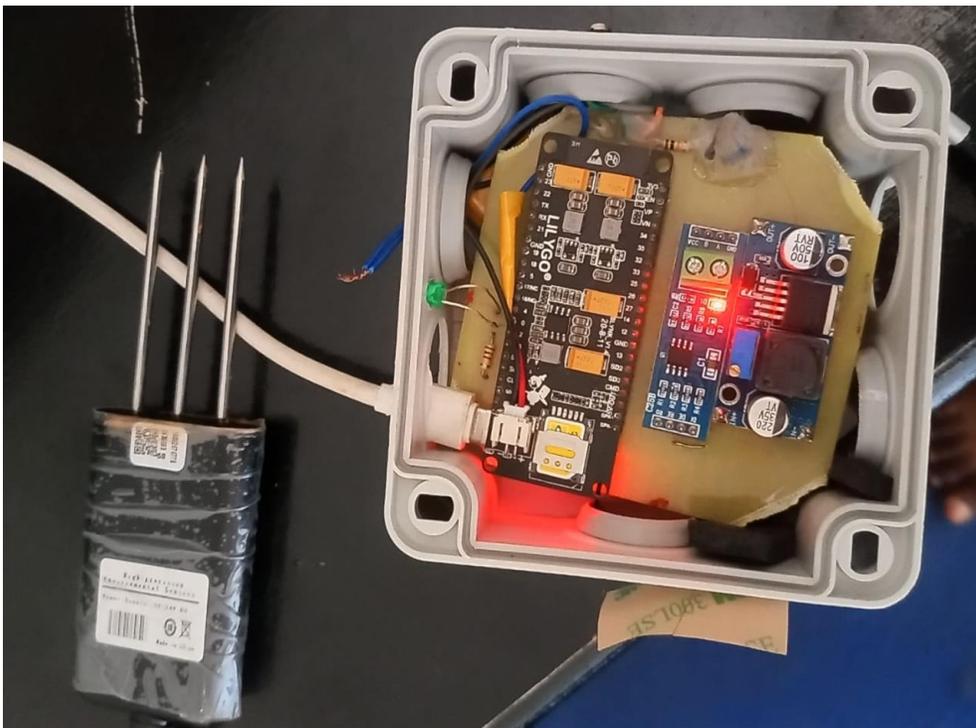
**Méthodologie :** Systèmes de recommandation de culture suivant le type de sol et des paramètres environnementaux.

Table 2. Soil fertility conditions.

Crop Duration (Days)	Normal soil nutrients and parameters					
	N	P	K	Humidity	Temperature	Soil pH
Maize 60 - 100	79	35	20	55% - 60%	21°C - 37°C	5.8
Tomatoes 60 - 100	120	80	80	65% - 90%	12°C - 29°C	6.2 - 6.8
Rice 120 - 140	100	45	40	60% - 80%	21°C - 35°C	5.6
Kidney Beans 60 - 100	85	39	20	60% - 80%	18°C - 26°C	5.5 - 6.2

Table 3. Normal weather information.

Crop Duration (Days)	Normal weather parameter		
	Wind	Temperature	Precipitation
Maize 60 - 100	0 m/s - 16 m/s	15°C - 37°C	5 mm - 10 mm
Tomatoes 60 - 100	0 m/s - 3 m/s	12°C - 29°C	6 mm - 7 mm
Rice 120 - 140	0 m/s - 26 m/s	21°C - 37°C	6 mm - 10 mm
Kidney Beans 60 - 100	0 m/s - 26 m/s	18°C - 26°C	6 mm - 15 mm



# IOT, IA et ODD

## ODD2: Sécurité alimentaire

**Méthodologie :** Systèmes de recommandation de culture suivant le type de sol et des paramètres environnementaux.

Résultat d'une expérimentation menée dans une banlieue de Yaoundé (Nomayous)

Soil fertility prediction parameters		
Parameters \ Location	Nomayous swamps	Nomayos solid ground
N	90	80
P	40	43
K	36	16
Temperature	32.4	32.6
Humidity	29	29
pH	6	6
<b>Predicted crop</b>	<b>Rice</b>	<b>Kidney Beans</b>

Predicted crop	Rice							Kidney beans						
	Nomayous swamps							Nomayous solid ground						
Location														
Day	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Temp (oC)	31.34	32.05	32.51	33.08	30.59	31.23	32.75	31.34	32.05	32.51	33.08	30.59	31.23	32.75
Wind (km/h)	1.95	2.47	2.52	1.81	2.03	2.15	2.57	1.95	2.47	2.52	1.81	2.03	2.15	2.57
Precipitation(mm/h)	na	na	na	3.05	1.64	2.05	3.43	na	na	na	3.05	1.64	2.05	3.43

## III. Quelques défis liés à l'intégration IoT

- **Connectivité Internet** : L'accès à une connexion Internet rapide et fiable reste inégal, particulièrement dans les zones rurales.
- **Électricité** : Les pannes de courant fréquentes et l'absence de réseaux électriques stables limitent la mise en place des dispositifs IoT.
- **Coût des infrastructures** : Le déploiement de technologies comme la 5G ou des réseaux LPWAN (Low Power Wide Area Network) est coûteux et prend du temps.
- **Manque de financement car** Les priorités des décideurs sont souvent orientées vers des défis de base

# ODD11 : Gestion d'énergie

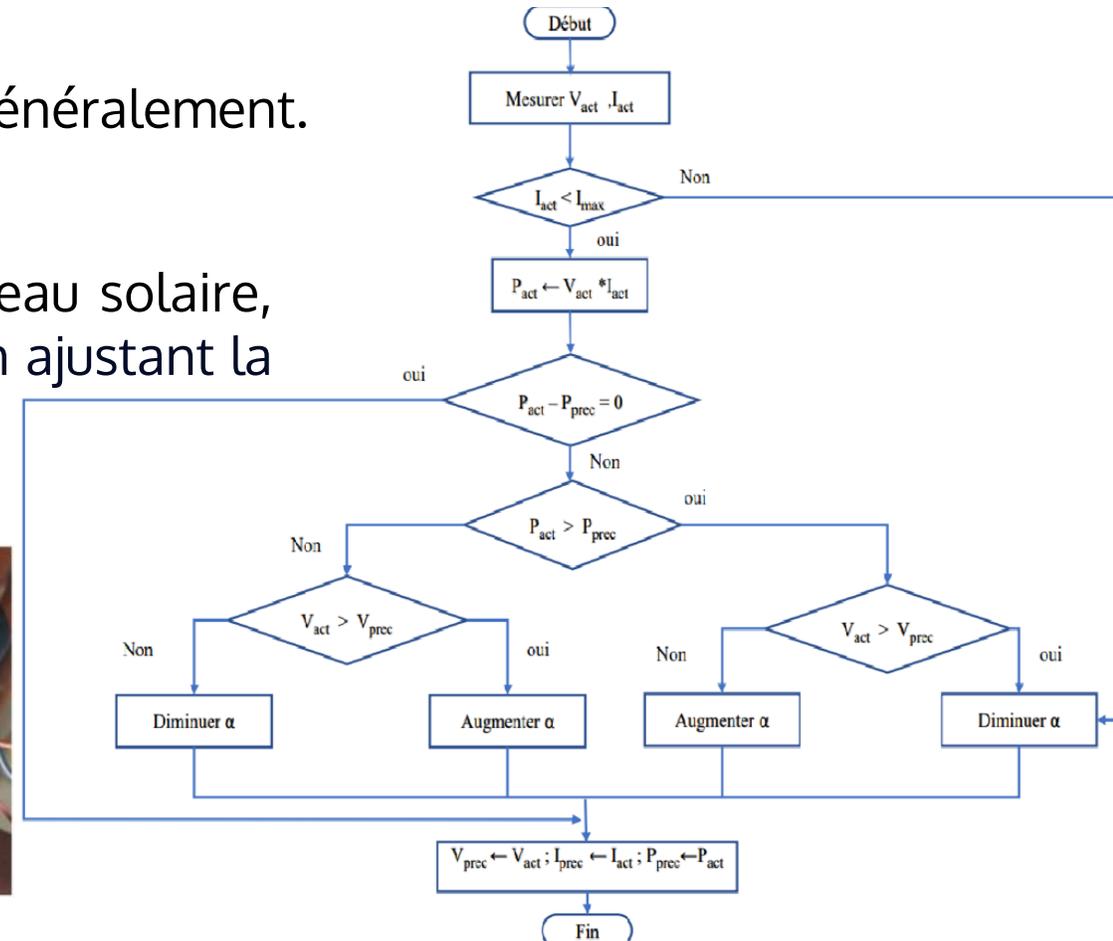
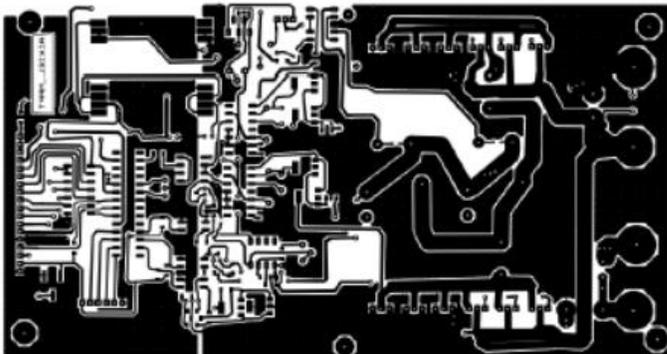
## 1- Système de tracking de la puissance maximale des panneaux solaires

### Problème

Rendement d'un panneau solaire situé entre 7 et 24 % généralement.

### Objectif

Extraire le maximum de puissance générée par le panneau solaire, en surveillant en permanence la puissance produite et en ajustant la tension pour maximiser cette puissance.

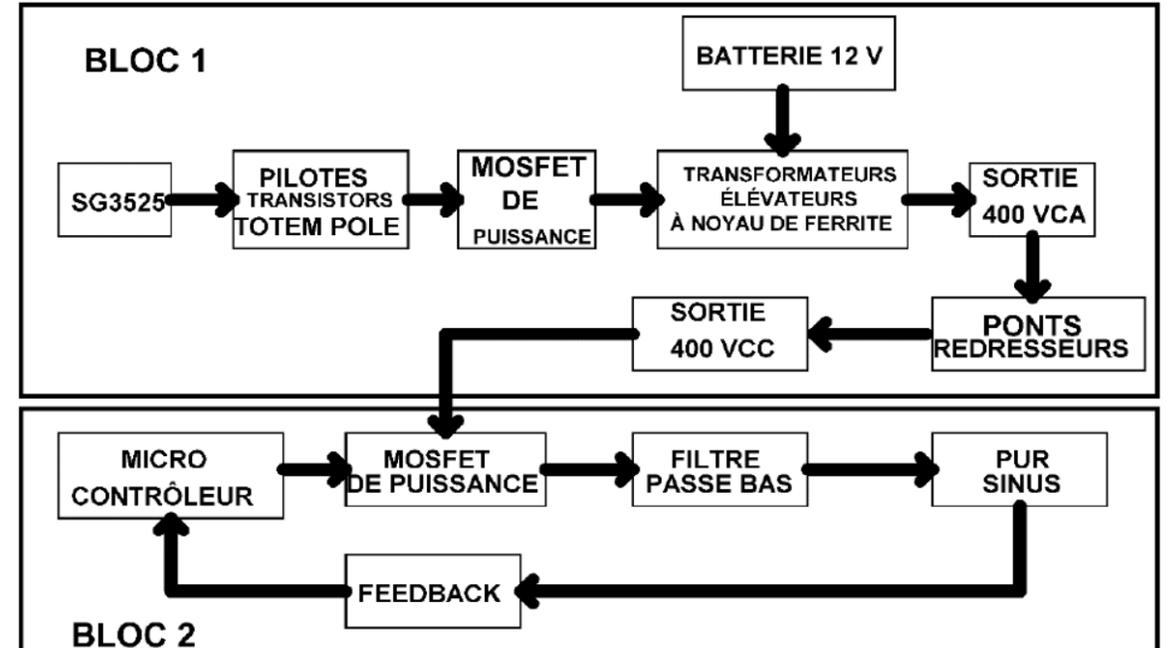


# ODD11 : Gestion d'énergie

## 2- Module de conversion de l'énergie électrique continue (DC) en énergie électrique alternative (AC)

### Objectifs

Concevoir un **onduleur** capable de transformer l'énergie électrique issue des panneaux solaires et stockée dans des batteries en énergie alternative.





MERCI!!