

# EVIDENCE

Évènements pluvieux extrêmes, vulnérabilité aux inondations et à la contamination des eaux

É. Zahiri, S. D. Santos, M. Kacou, W. Koukougnon, J.-L. Perrin, L.Séguis et l'équipe EVIDENCE



© L. Séguis, IRD

*Understanding Risk Afrique de l'Ouest et Centrale  
20-22 Novembre 2019, Abidjan, Côte d'Ivoire*



# Plan de l'exposé

Abidjan, un contexte propice aux risques d'inondation et de pollution de l'hydrosystème

Le projet EVIdENCE : Interdisciplinarité et objectifs

2 actions développées par EVIdENCE pour contribuer à la résilience de la ville

- Constitution d'un réseau de pluviographes sur la ville et mise à disposition public, temps réel de l'information pluie
- Caractérisation des flux de nutriments durant les crues et risque pour la station de pompage projetée dans la lagune Aghien

Conclusion et perspectives

## Un relief favorable aux inondations

Principalement dans les vallées incisant le plateau (Vallon, Riviera, Gourou ...) : écoulement violent



# D'importantes conséquences

## ✓ Perte en vie humaine

15 à 20 décès en moyenne par an répertoriés par les Sapeurs Pompiers suites aux inondations depuis une dizaine d'années dans le district d'Abidjan : noyade, glissement de terrain

## ✓ De nombreux dommages

Dégradation des infrastructures



Inondation des habitations



# Un manque de système d'assainissement

Rejet des eaux usées dans les rivières

et

lessivage de la ville lors des pluies



Rivière alimentée par les pluies et les effluents domestiques rejetés sans traitement

# Une équipe de recherche internationale interdisciplinaire et intersectorielle

- ❖ LAPA-MF - Laboratoire de **Physique** de l'Atmosphère et de Mécanique des Fluides (UFHB)
- ❖ IGT – Institut de **Géographie** Tropicale (UFHB)
- ❖ LPED – Laboratoire **Population** Environnement Développement (IRD/AMU)
- ❖ LGE - Laboratoire **GéoSciences** et Environnement (UNA)
- ❖ HSM – **HydroSciences** Montpellier (IRD/MUSE)
- ❖ GET - **Géosciences** Environnement Toulouse (IRD/CNRS/Univ. Toulouse 3)
- ❖ Institut Universitaire de **Technologie** FOTSO Victor de Bandjoun (Université de Dschang, Cameroun)
- ❖ Unité Mixte Internationale **Résilience**s (IRD/CIRES)
- ✓ ONEP – Office National de l'**Eau Potable**
- ✓ SODEXAM – Société d'Exploitation de Développement Aéroportuaire Aéronautique et **Météorologique**)

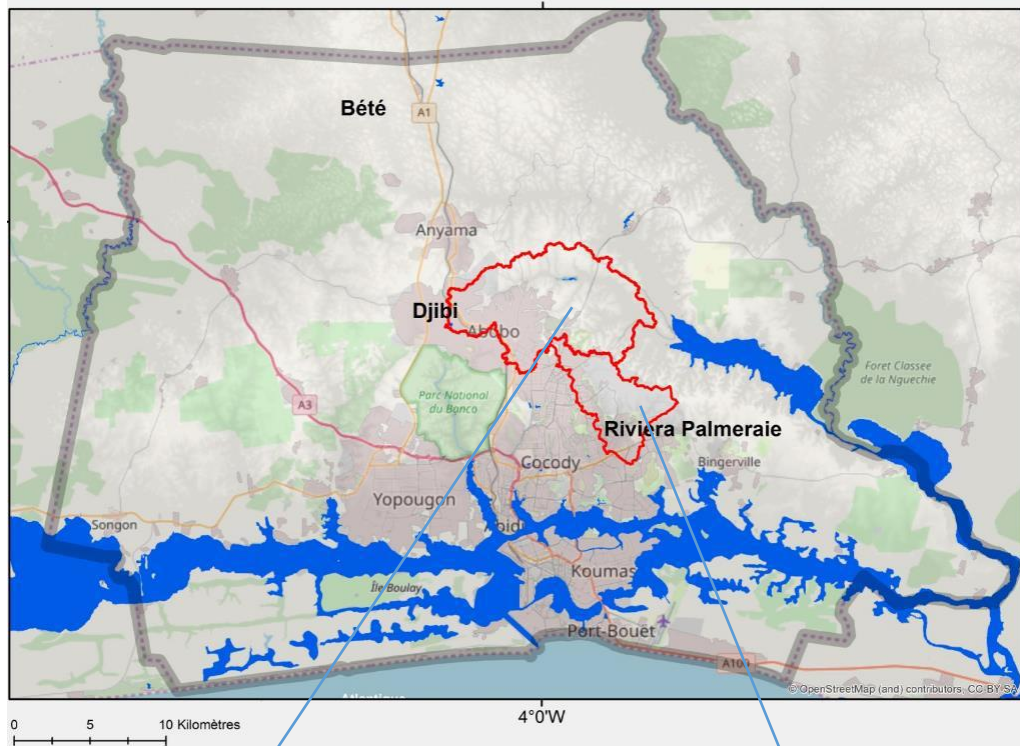
# Objectif et questions de recherche

**Objectif général:** Contribuer à la compréhension des risques associés aux pluies extrêmes impactant la qualité de vie des urbains afin d'améliorer la résilience de la ville par des outils d'anticipation et d'adaptation

## Questions de recherche:

- *Les nouveaux produits d'estimation des pluies par satellite ou téléphonie mobile apportent-ils une information fiable et susceptible d'améliorer la connaissance de l'alea pluvial ?*
- *Peut-on définir le caractère extrême des précipitations à partir des jeux de données sol et satellite existant ?*
- *Quels sont les contaminants apportés par les crues en fonction de la nature des infrastructures d'assainissement et des types d'urbanisation ?*
- *Comment une pluie se transforme en inondation en fonction de la nature des infrastructures d'assainissement et des types d'urbanisation ?*
- *Quels sont les facteurs socio-économiques, démographiques et spatiaux de vulnérabilité les plus déterminants du risque d'inondation et de ses conséquences les plus dramatiques (perte de l'habitat, morbidité et mortalité notamment) et de leur adaptation ?*

# Zone d'étude : 2 bassins contrastés



## Urbanisation :

- à l'aval : Riviera Palmeraie
- à l'amont : Djibi

## Densité des zones urbanisées :

- modérée à Riviera Palmeraie (50-300 hab/ha)
- forte à Djibi (600-2000 hab/ha)

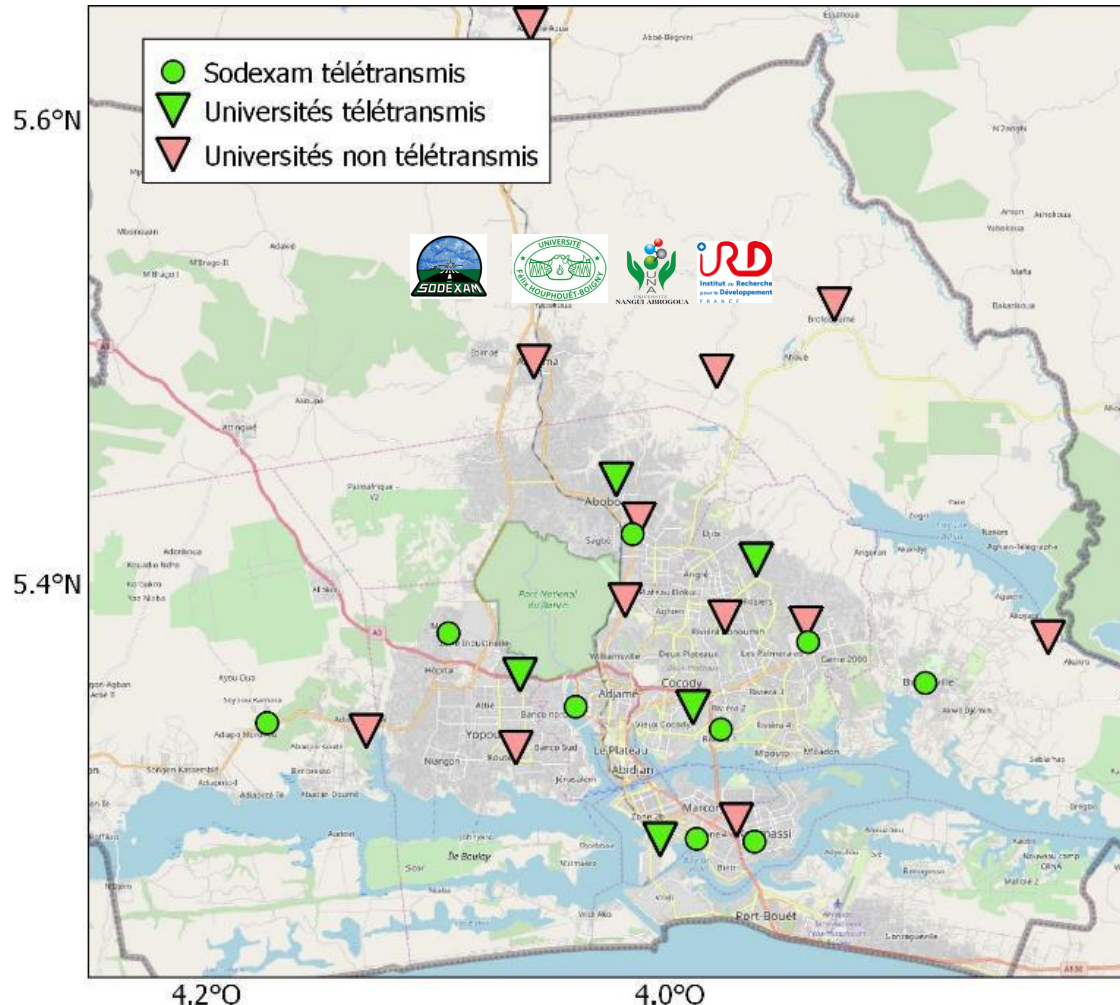
## Type d'habitat :

- informel à Djibi : peu ou pas d'assainissement
- formel à Riviera Palmeraie : lotissement (assainissement et eau pluviale)





# Constitution d'un réseau de pluviographes sur le District d'Abidjan



Jusqu'en 2015, un seul pluviographe sur Abidjan

Association des réseaux universitaires (17 sites)  
et Sodexam (9 sites)

Nouveau réseau unique en Afrique de l'Ouest sur  
une ville

Fort intérêt pour  
la connaissance des pluies extrêmes  
L'évaluation de la recharge de la nappe d'Abidjan  
le dimensionnement des ouvrages et  
L'information des services de protection civile et  
des populations en temps réel

## Chaîne de traitement et diffusion

Codes Open Source sous R

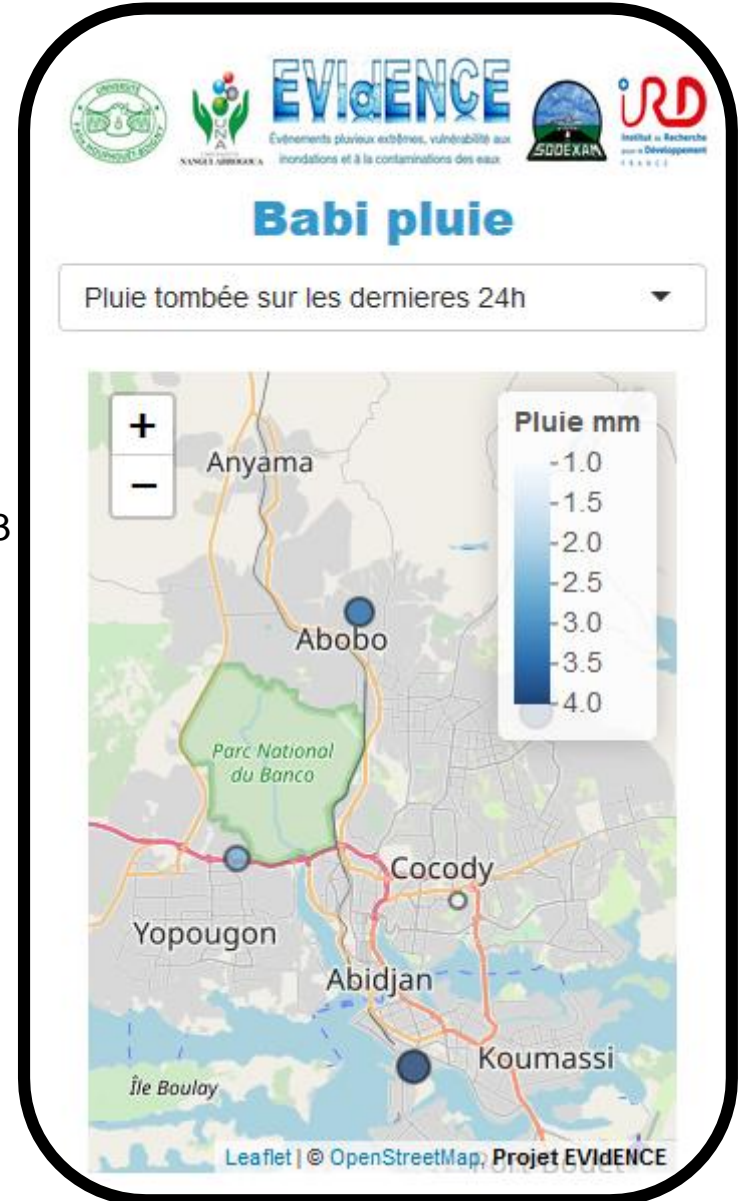


Serveur FTP  
(réception des pluie, stockage,  
calcul des cumul de pluie de 30 minutes aux 3  
derniers jours)

Consultation par le public de  
la pluie en temps quasi-réel

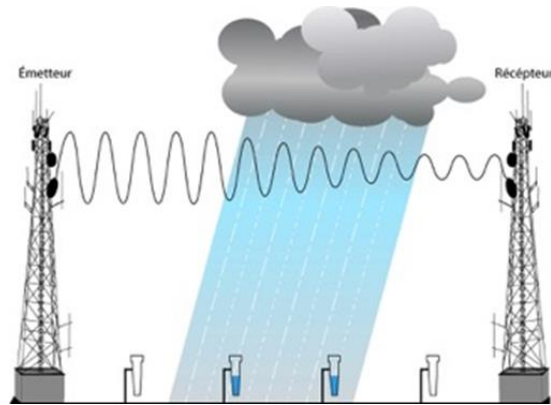
**Babi pluie**

**37.187.119.198:3838/Babi\_pluie**



# Objectifs

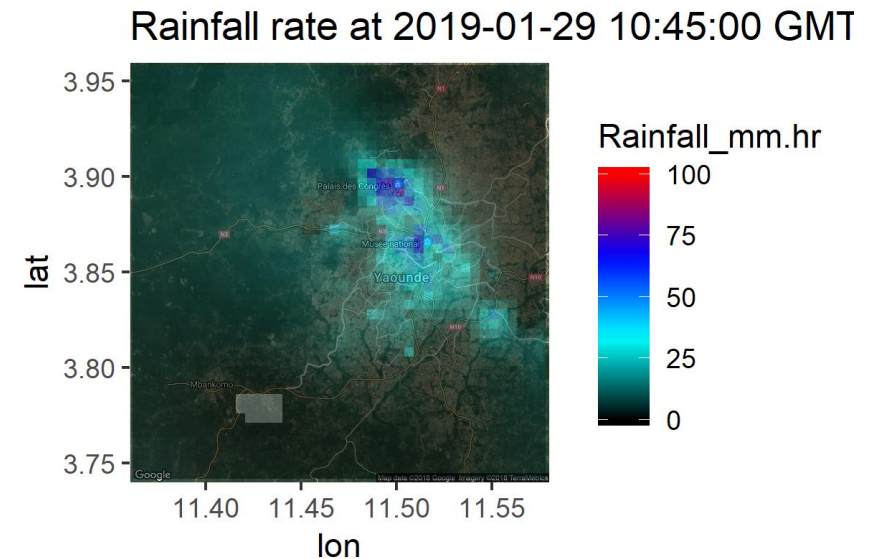
- ❑ Construire une collaboration avec la SODEXAM et Orange Côte d'Ivoire pour fournir des cartes de pluie en temps réel sur toute la ville.



Méthode mise au point à Ouagadougou  
Développement opérationnel à Yaoundé  
et Douala (Cameroun)

(cf. Présentation « Technologies Hydromet et d'alerte précoce basée sur les réseaux de téléphonie mobile » M. Kacou)

Méthode basée sur l'atténuation des signaux téléphoniques durant les pluies



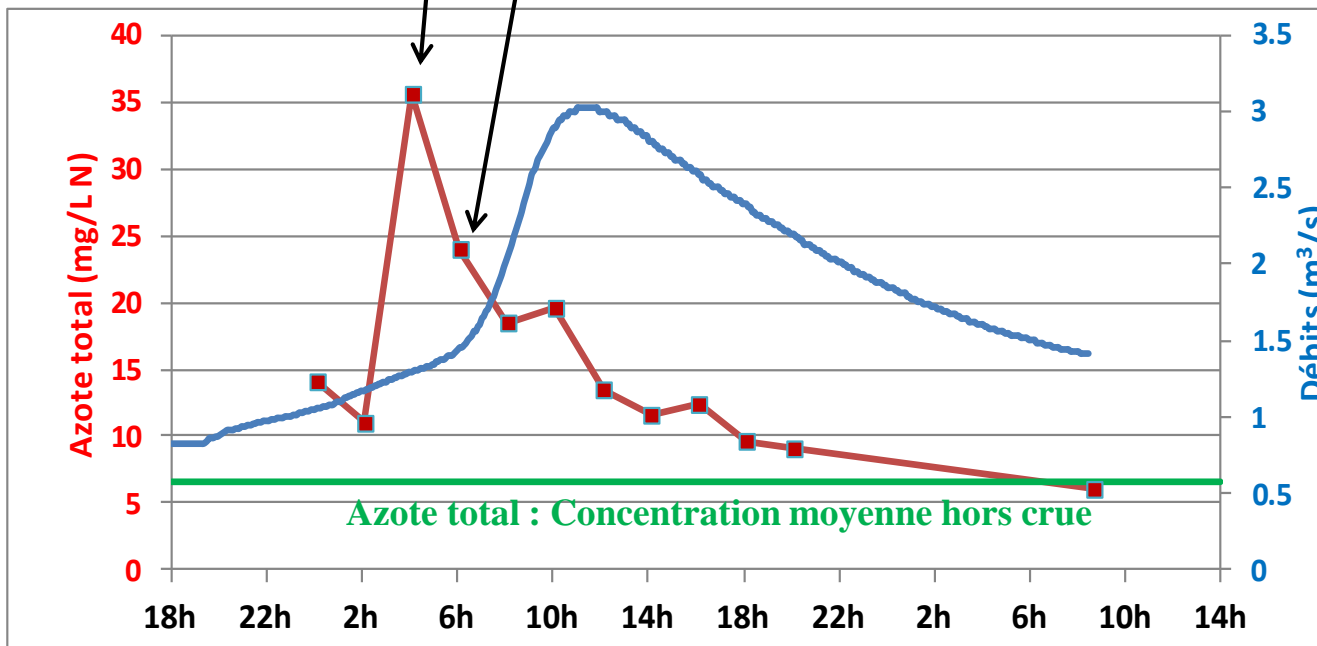
- ❑ Utiliser la donnée pluie haute résolution en modélisation hydrologique/hydraulique

# Lessivage de la ville et contamination des eaux durant les crues



## Variation des concentrations

Variabilité temporelle de la concentration  
durant une crue  
Concentration : mg de polluants par litre



Forte augmentation des concentrations durant la crue

Concentrations extrêmement variables

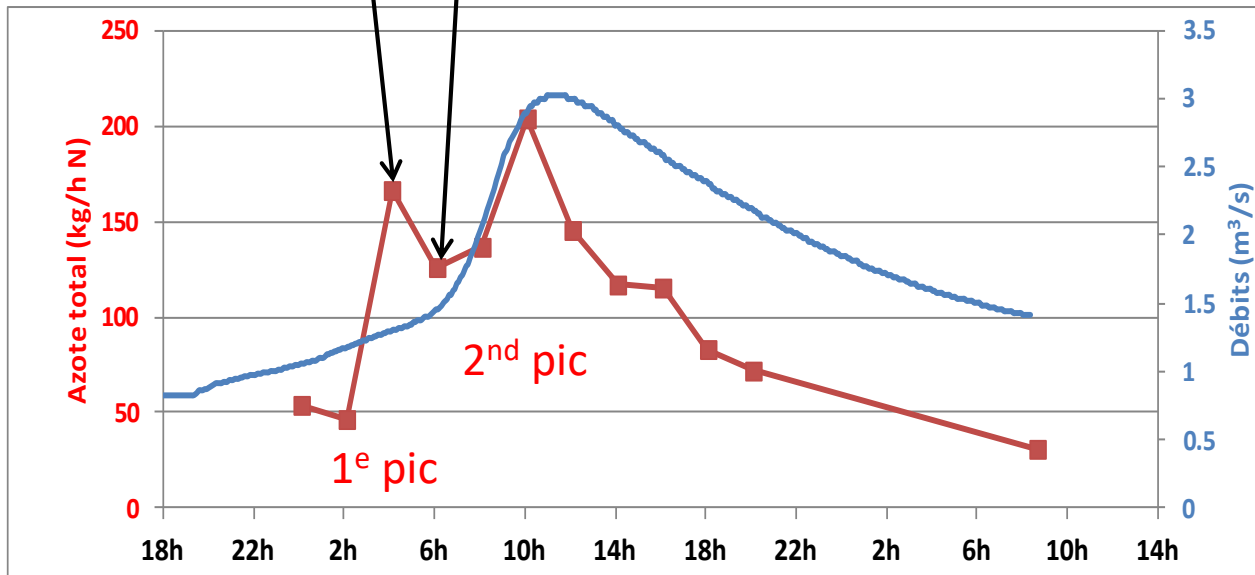
Concentrations initiale et finale proche la valeur moyenne hors crue

Polluants essentiellement sous forme particulaire

# Variabilité temporelle des flux de polluants durant une crue



Flux : kg de polluants par heure



Forte variations des flux durant la crue

Deux pics de flux,  
un en début de crue, l'autre au moment du pic de  
crue

Remobilisation massive – deux zones de stockage

- Le lit même de la rivière (1<sup>e</sup> pic)
- La zone urbaine et son système de drainage (2<sup>nd</sup> pic)

Les crues peuvent générer de véritables chocs de pollution sur les milieux récepteurs et être à l'origine de situations de risque pour la production d'eau potable

Flux importants vers la Lagune Aghien  
entre 3000 et 6000 kg – N  
entre 200 et 600 kg – P  
pour chaque crue

Entre 5 et 15 jours d'apports moyens



# Conclusion et perspectives

Au-delà de la compréhension des risques liés aux pluies extrêmes, le projet EVIdENCE vise à améliorer la résilience de la ville. Des outils ou tâches de veille sont réalisées par des outils d'alerte et des tâches de veille.

- Accès libre à une information fiable, en temps réel sur la pluie sur Abidjan
- Lanceur d'alerte sur les apports de nutriments dans les réserves en eau de surface

Travaux à moyen terme

- Mixer l'information pluie sol avec l'estimation pluie issue de la téléphonie mobile
- Alimenter la modélisation hydrologique/hydraulique des inondations avec l'information pluie produite

Mais nécessité dans un contexte d'une ville à dynamique très rapide de ré-évaluer en permanence les risques (inondations, pollutions associées)

Intérêt de développer des approches participatives de collecte de données de terrain par applications sur smartphone comme :

- Cartographie des hauteurs d'inondation
- Cartographie post-inondation des dommages

**Merci**

