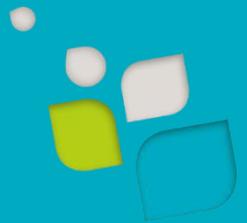




ETUDE DE FAISABILITE POUR LA CREATION D'UN SYSTEME D'AVERTISSEMENT LOCAL AUX INONDATIONS

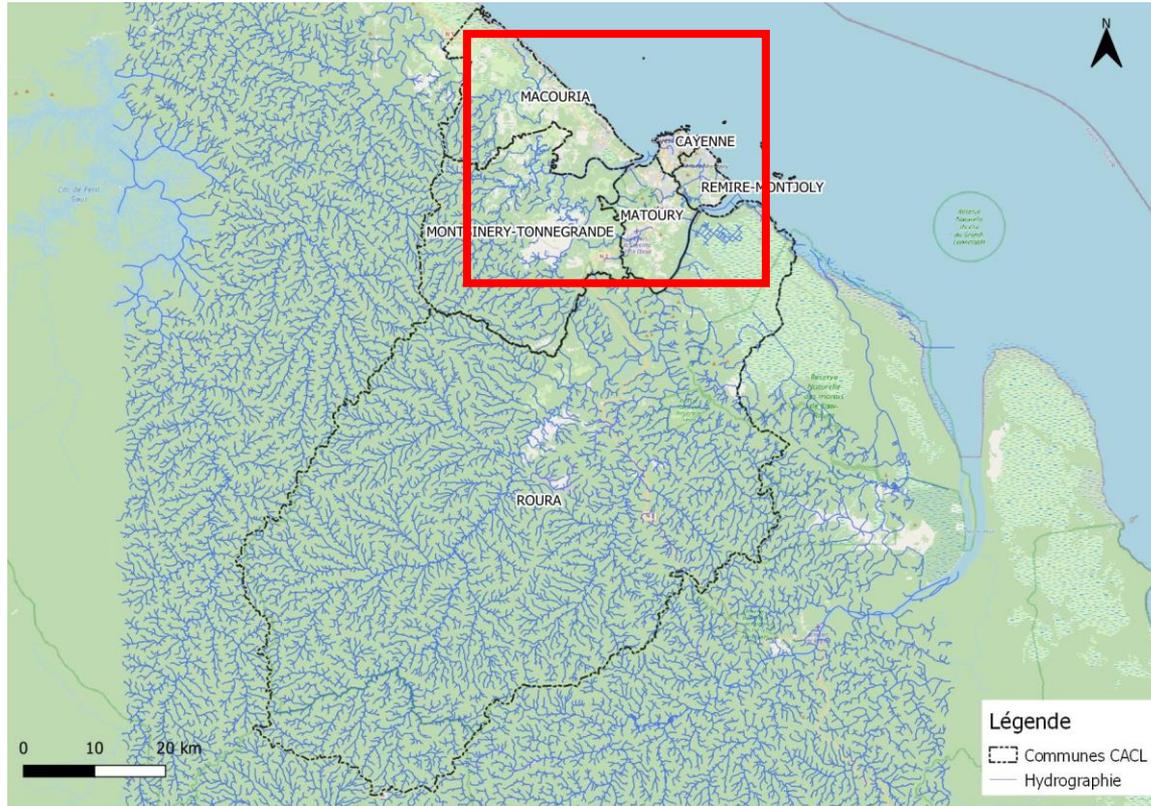
Réunion de présentation – 14 décembre 2022





Contexte et enjeux de l'étude

Périmètre de l'étude



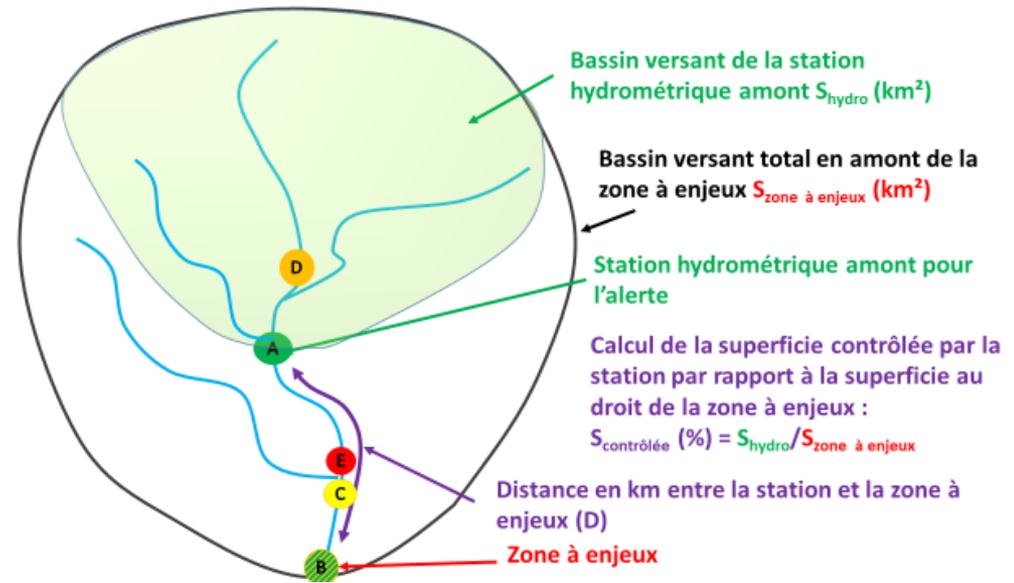
Contexte et objectif de l'étude

- S'inscrit dans le cadre de l'action 2A du PAPI d'intention
- L'objectif est la mise en œuvre, lors du PAPI, d'un **système d'avertissement local aux inondations** intégrant les **données météorologiques** (cumuls de pluie et prévision de fortes pluies), les **prédictions de marées** et les **niveaux d'eau**.
- Ce dispositif permettra également d'améliorer la connaissance concernant les phénomènes en jeux dans les inondations (marée, antécédent pluviométrique, événement pluvieux, vidange/remplissage des pripris) et disposer de données exploitables en entrée de modèles hydrauliques.

Théorie

- Hiérarchisation des sites – plusieurs critères :

- $S_{\text{contrôlée}}$: ratio des superficies entre le bassin au droit de la station et de la zone à enjeux
- D_{distance} : Distance en km entre la station hydrométrique et la zone à enjeux
- **Eléments hydrauliques :**
 - Contrôle aval stable
 - Bief rectiligne
 - Stabilité de la section d'écoulement
 - Jaugeages, etc..
- **Autres éléments**
 - Présence du réseau de communication
 - Facilité d'installation
 - Accès au site en périodes de crues
 - Sécurité lors des interventions : jaugeages



Principes difficiles à mettre en œuvre sur le territoire de la CACL, car BV petits, et inondation pas nécessairement due à une problématique de débit en amont, mais de drainage des zones urbaines (pente quasi nulle, voire négative + contrôle aval (marée ou pri pri)

Approche générale

- L'étude de faisabilité du système d'alerte permet de répondre aux questions suivantes :
 - Au regard des enjeux qu'elles recèlent et de la capacité technique à y fournir une alerte voire une anticipation du risque, **quelles sont les zones qui seront concernées par ce dispositif ?**
 - **Quels doivent être les capteurs à implanter** en lien avec ces zones de sorte à permettre un suivi temps réel de la situation et à contribuer à la génération d'alertes ou du moins à apporter une meilleure connaissance des phénomènes responsables des inondations ?
 - **Quelles autres données « externes »** sont susceptibles de venir alimenter le dispositif et comment ces données seront-elles collectées ?
 - **Quelle solution informatique** doit être mise en place afin d'assurer la collecte, le traitement, la bancarisation et la visualisation de ces différentes sources de données et **quelles fonctionnalités** devra-t-elle comporter ?
 - Au regard des modalités de genèse des inondations et des paramètres physiques concernés, **quels outils d'aide à la décision** doivent être envisagés pour valoriser les différentes données temps réel disponibles ?
 - **Quels critères / seuils de déclenchement** doivent être retenus ?

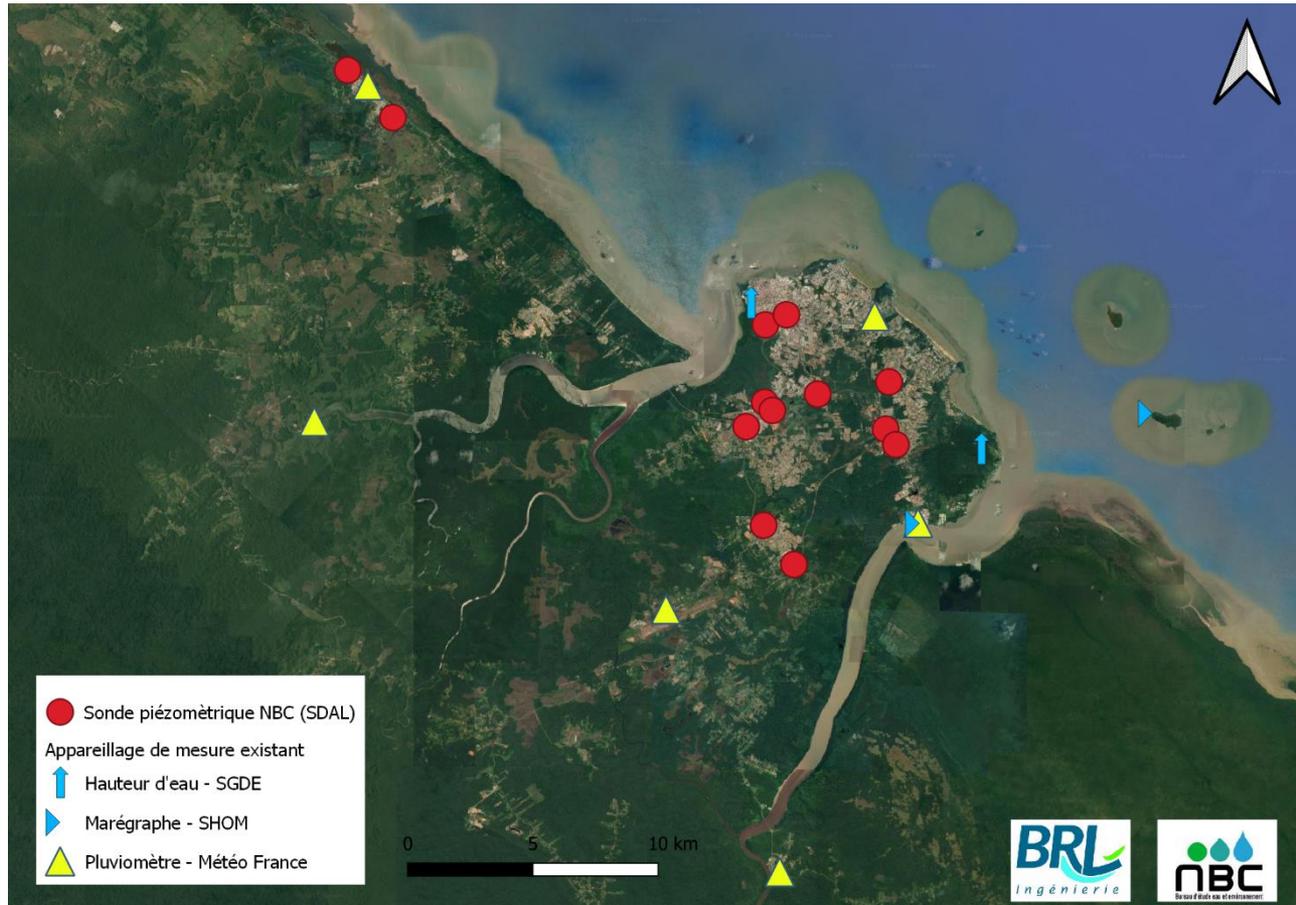
Quelles sont les zones qui seront
concernées par ce dispositif ?

Quelles sont les zones qui seront concernées par ce dispositif ?

- Secteurs à enjeux :
 - Centre Cayenne
 - Littoral Est de Cayenne / Montjoly
 - Secteur Rémire : crique Cabassou / Nord-Sud
 - Matoury : Secteur Bourg et Secteur Fouillée/Balata/St Christophe
 - Macouria : bourg de Tonate

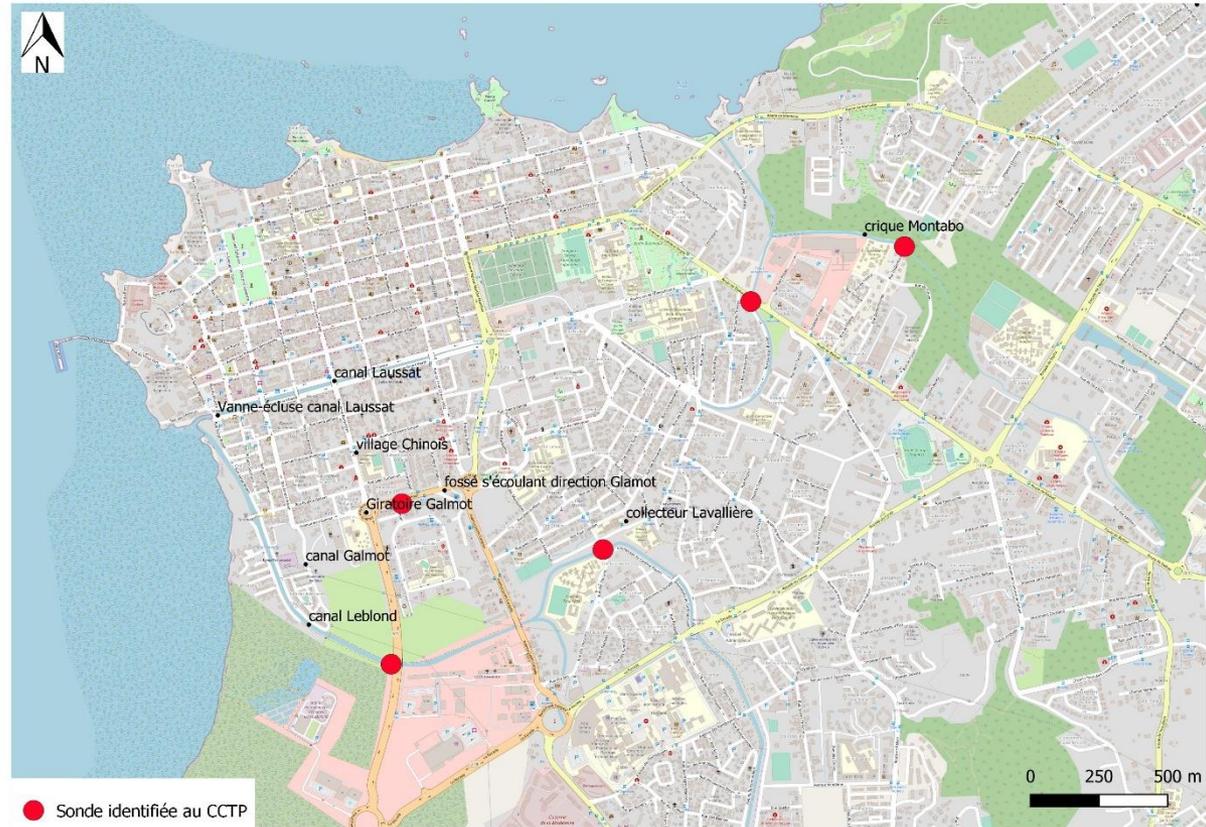
- Une campagne éphémère sur 2021 a été installée pour juger de la pertinence des sites + exploitation de la campagne éphémère réalisée pendant le SDGEP en 2018

Equipements existants et campagne éphémère



Secteur à enjeux : Centre Cayenne / Eau Lisette-Galmot-Leblond

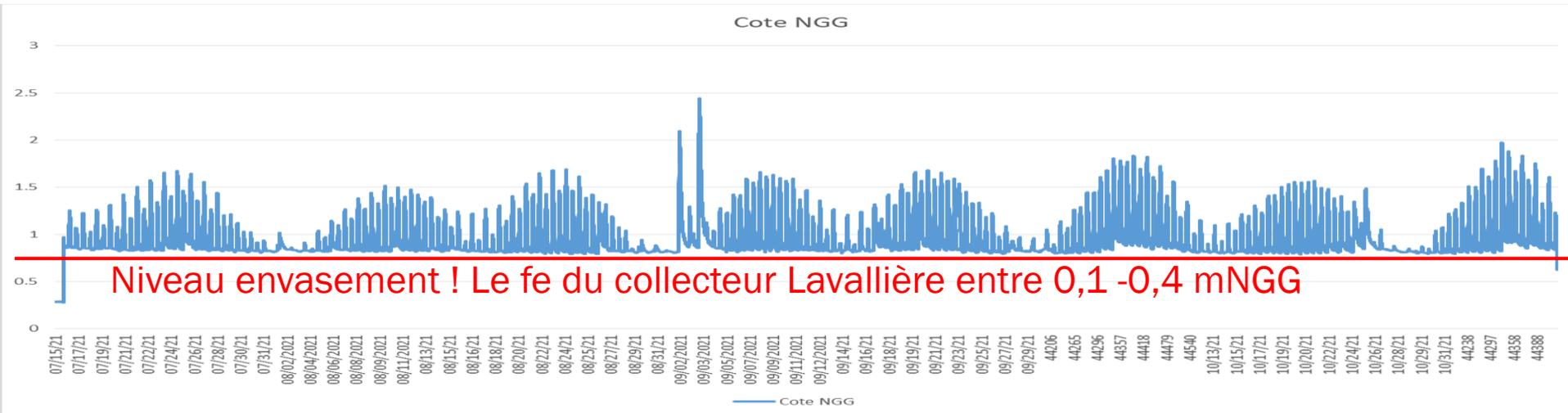
- Constat :
- ✓ Enjeux altimétriquement bas, peu de pente, difficultés de drainage
- ✓ Inondation par forçément liée à du débordement des réseaux primaires
- ✓ Aggravation phénomène par contrainte marée



- Intérêt d'une mesure de niveau sur le BV Eau Lisette/Leblond?
- ✓ Prédiction marée indique déjà la cote max prévue
- ✓ Mesure du niveau dans Eau lisette/Leblond permettrait d'alerte sur un niveau d'envasement trop élevé?
- ✓ Pour l'évaluation en provenance d'un débit amont, la station est située trop en aval

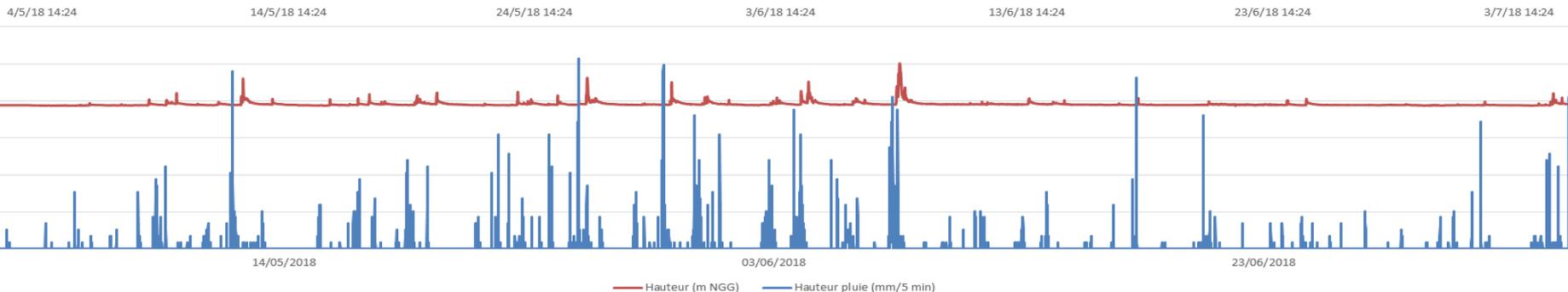
Secteur à enjeux : Centre Cayenne

- Analyse de la campagne de mesures
 - Stations implantées sur Eau lissette et Leblond (une seule exploitable = P10 Eau lissette) → influence marée



- Campagne de mesures du SDGEP : 1 station sur Eau Lisette au droit de l'OH70 (station 9) → réaction rapide du BV (moins d'une heure) / pas d'influence marée

Hauteur d'eau (mm) et Hauteur des pluies (mm) en fonction du temps



Secteur à enjeux : Centre Cayenne

- Intérêt d'une sonde au droit du P10 :
- ✓ Validation des cotes NGG marée (doute sur les marégraphes)
- ✓ Cote d'alerte pour entretien / envasement

Site non prioritaire, car alerte pourrait se faire sur la base de la prédiction de marée + prédiction pluie

Secteur à enjeux : Centre Cayenne / Montabo-Laussat

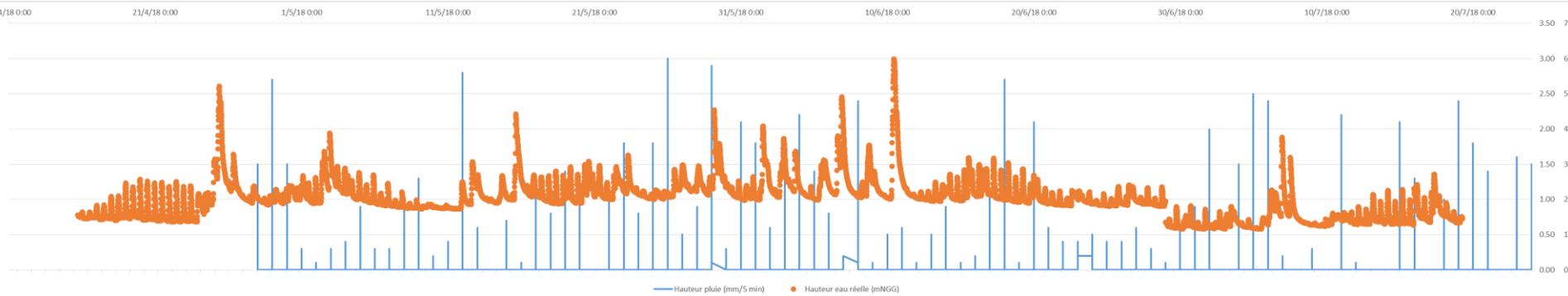
- Constat :
- ✓ Fonctionnement complexe (fermeture vanne, connexion crique Montabo/Canal Laussat)
- ✓ Enjeux altimétriquement bas



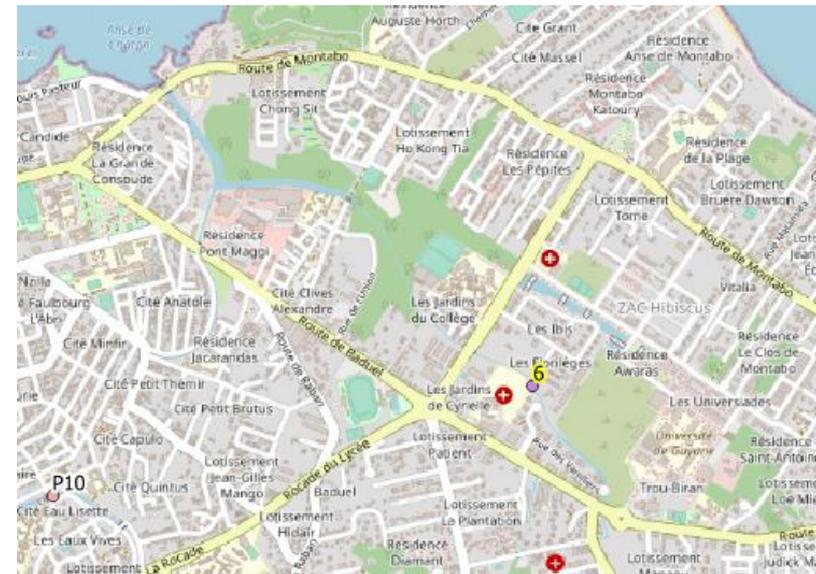
- Intérêt mesures :
 - Niveaux aval Laussat suivis par SGDE
 - Meilleure connaissance des relations Laussat/Montabo
 - Effet de l'entretien

Secteur à enjeux : Centre Cayenne / Montabo-Laussat

- Analyse campagne mesure : station 6 de la campagne SDGEP

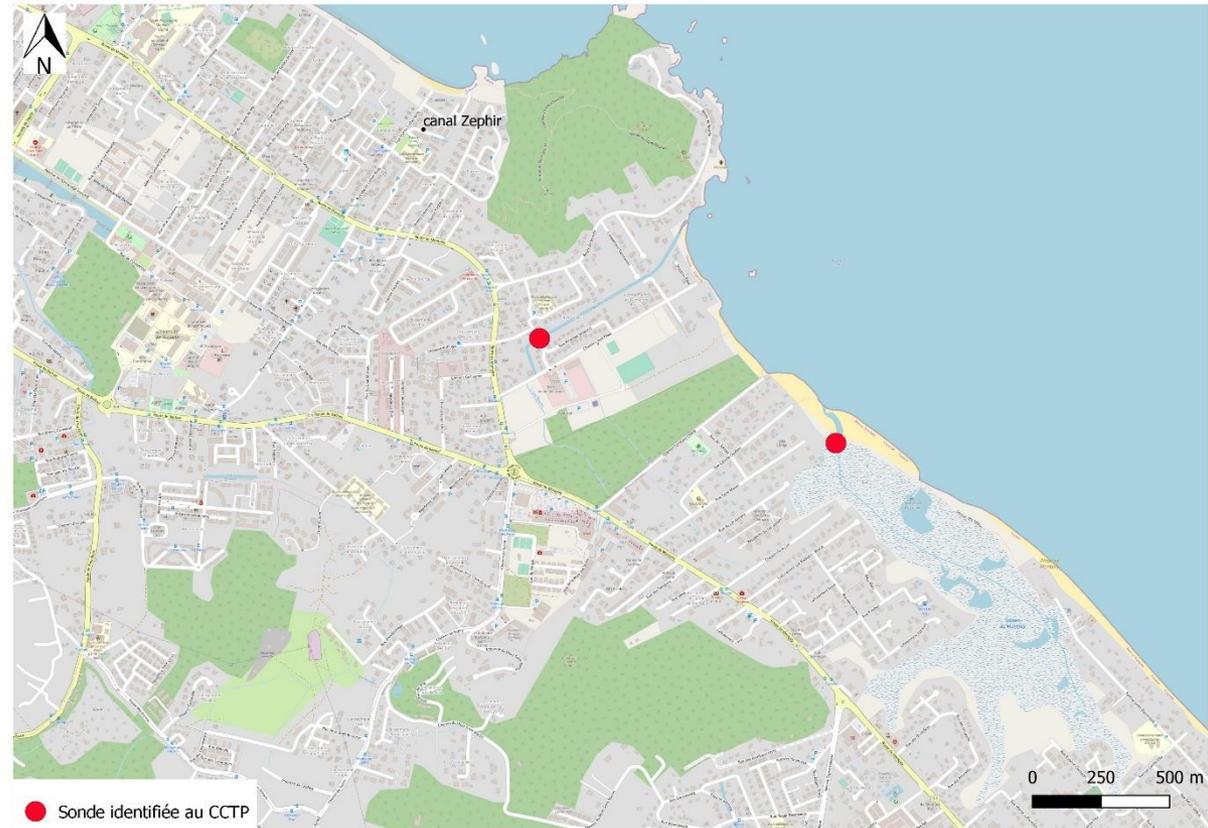


- Influence de la marée
- Temps de réaction de l'ordre de 4-5 h
- A priori une installation d'une station a été étudiée par la CVH (aucun retour)



Secteur à enjeux : Littoral Est Cayenne / Montjoly

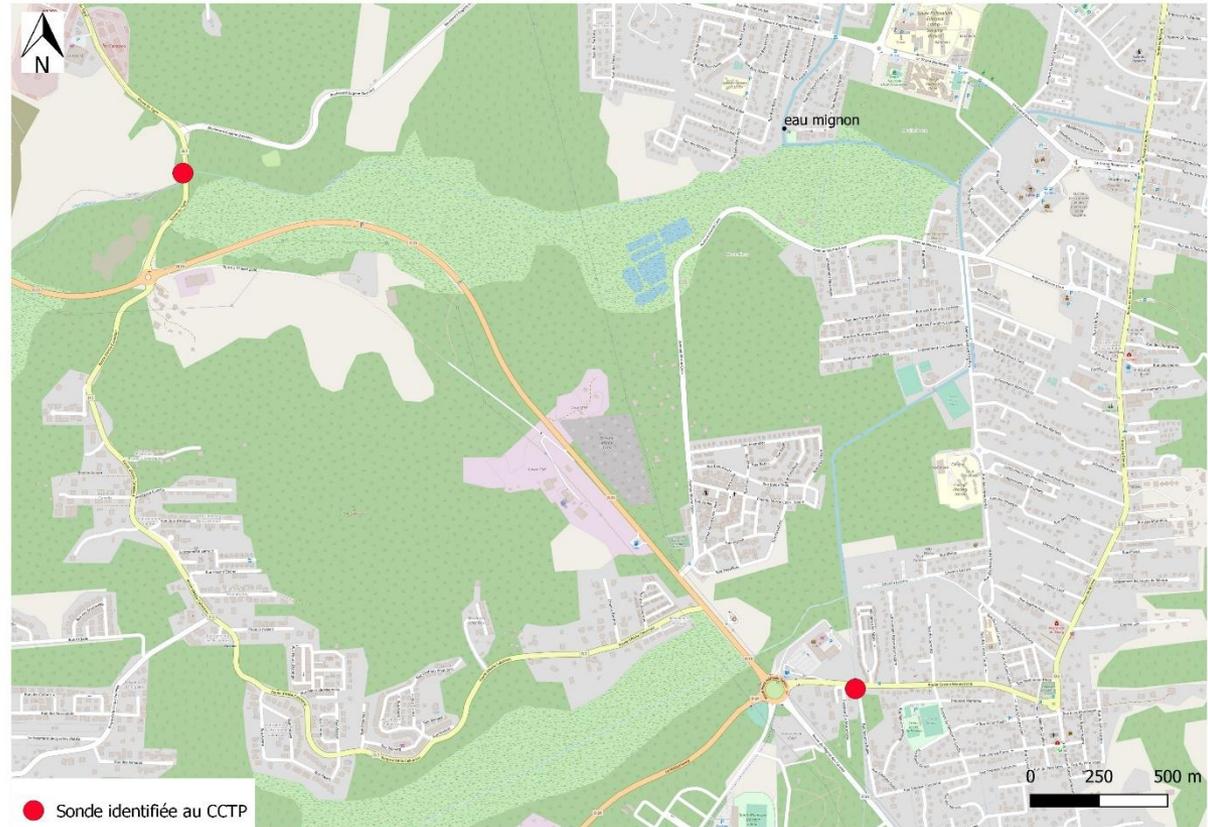
- Constat :
- ✓ Enjeux altimétriquement bas, peu de pente pour drainer
- ✓ Pour Mouche, contrainte marée
- ✓ Pour Salines, marée + niveau Salines



- Intérêt mesures :
 - Sur Mouche : meilleure connaissance fonctionnement, envasement, mais pas prioritaire vis-à-vis de l'alerte
 - Sur Saline : remplissage Salines : intéressant de savoir quel niveau initial (mesures existantes?)

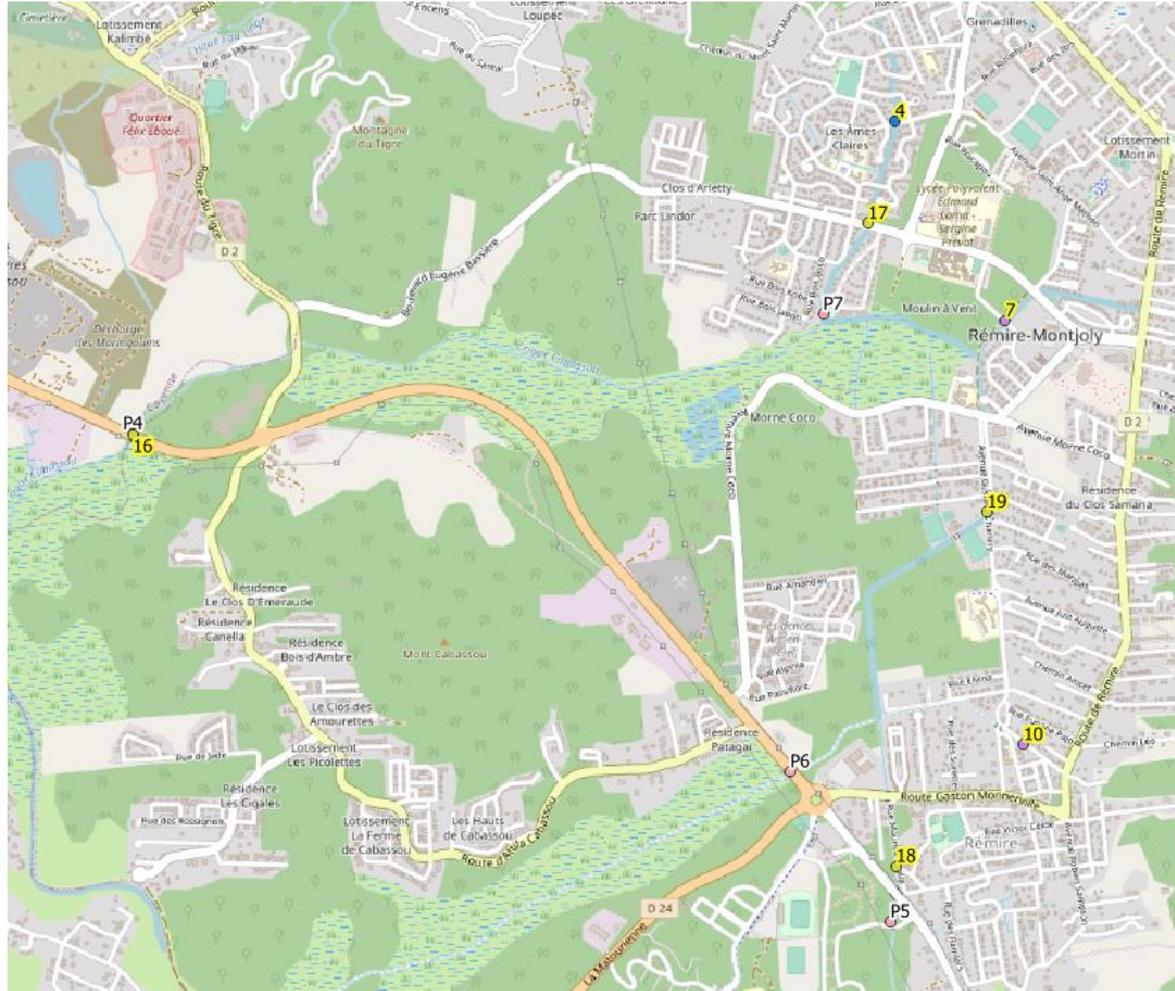
Secteur à enjeux : Rémire

- Constat :
 - ✓ Niveau pri pri stagnant (vidange très lente)
 - ✓ Enjeux altimétriquement très bas



Secteur à enjeux : Rémire

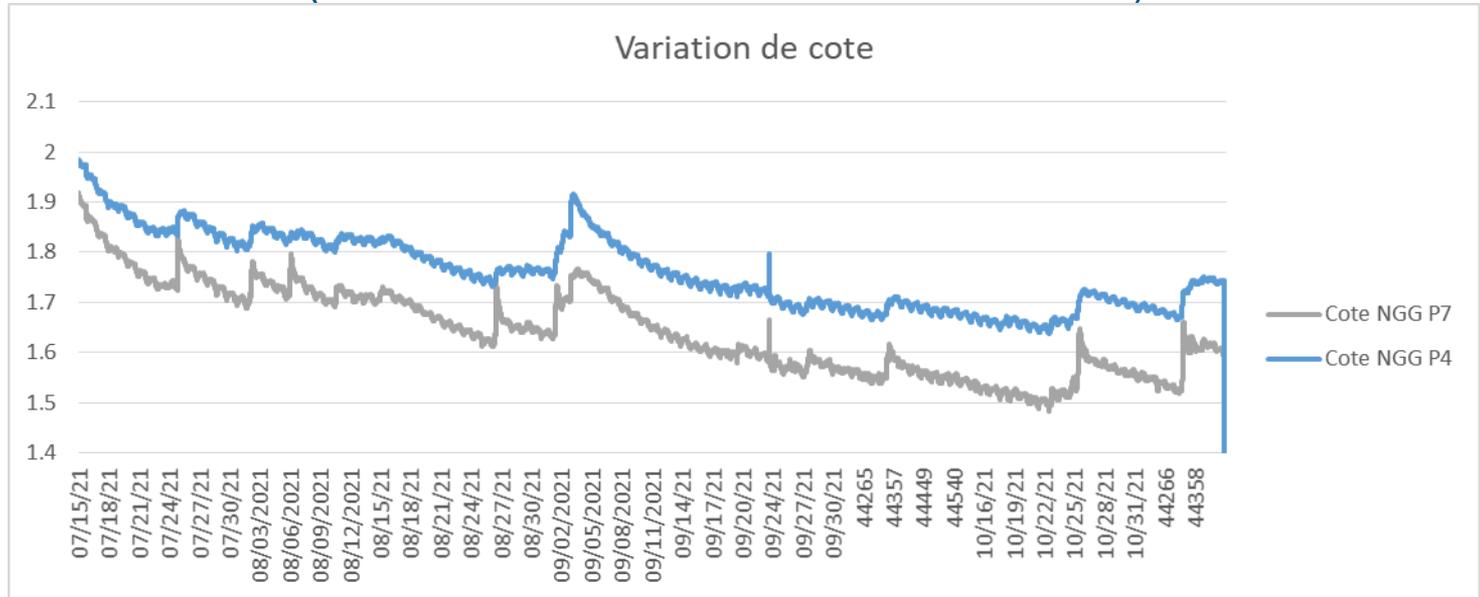
- Analyse campagne mesure :
 - P4 P5 P6 P7 : 2021
 - Stations 4, 7, 10, 16, 17, 18, 19 : SDGEP 2018



Secteur à enjeux : Rémire

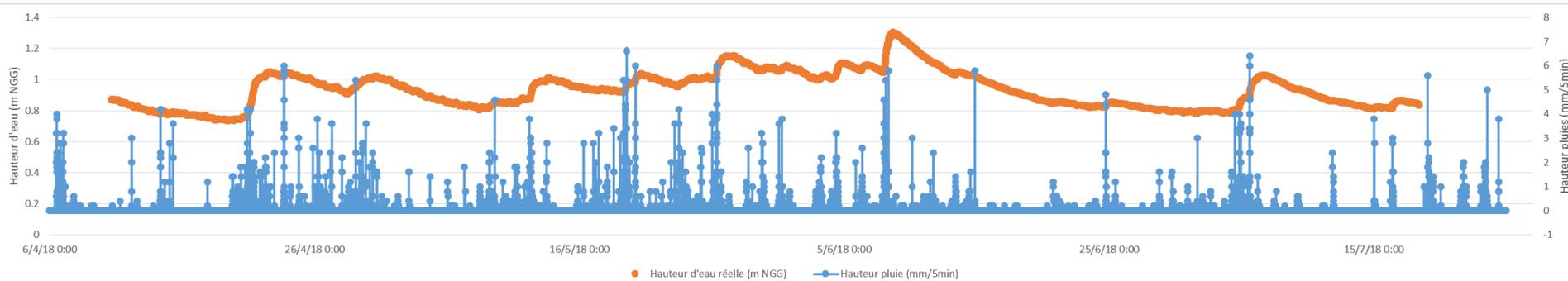
- Analyse secteur Cabassou (incertitude sur le zéro NGG sur P7)

Stations P4 et P7



Station 16

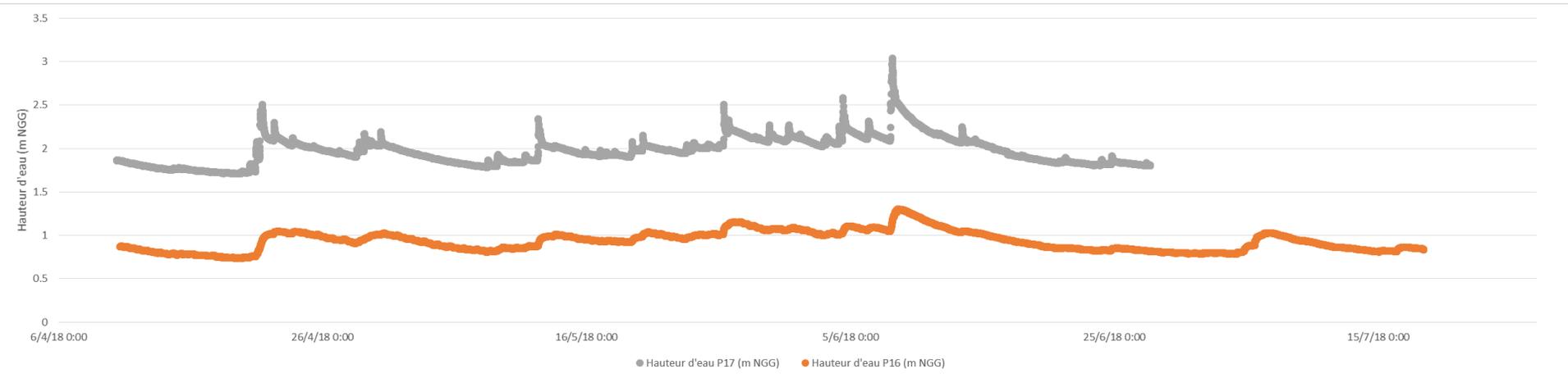
Vidange très lente



Secteur à enjeux : Rémire

- Analyse secteur Cabassou (incertitude sur le zéro NGG !)

Stations 16 et 17



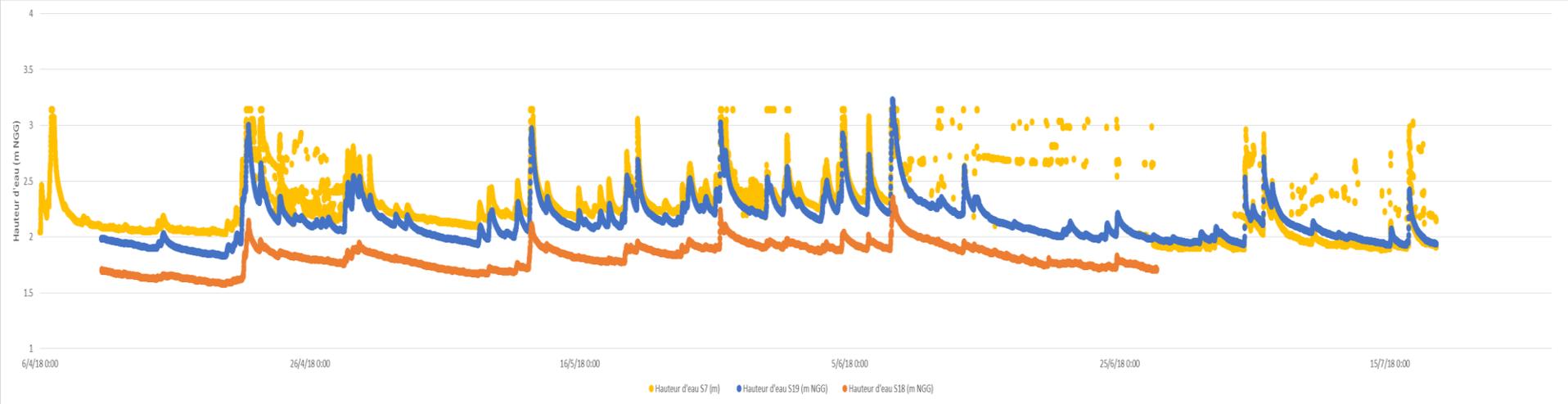
Il semblerait que les 2 courbes évoluent de manière identique, avec des pics plus marqués sur l'amont (réaction à la pluie locale)

Intérêt à connaître la cote du pri pri crique Cabassou qui peut être un facteur aggravant en cas de pluie

Secteur à enjeux : Rémire

- Analyse secteur Nord-Sud

Stations 7, 19, 18



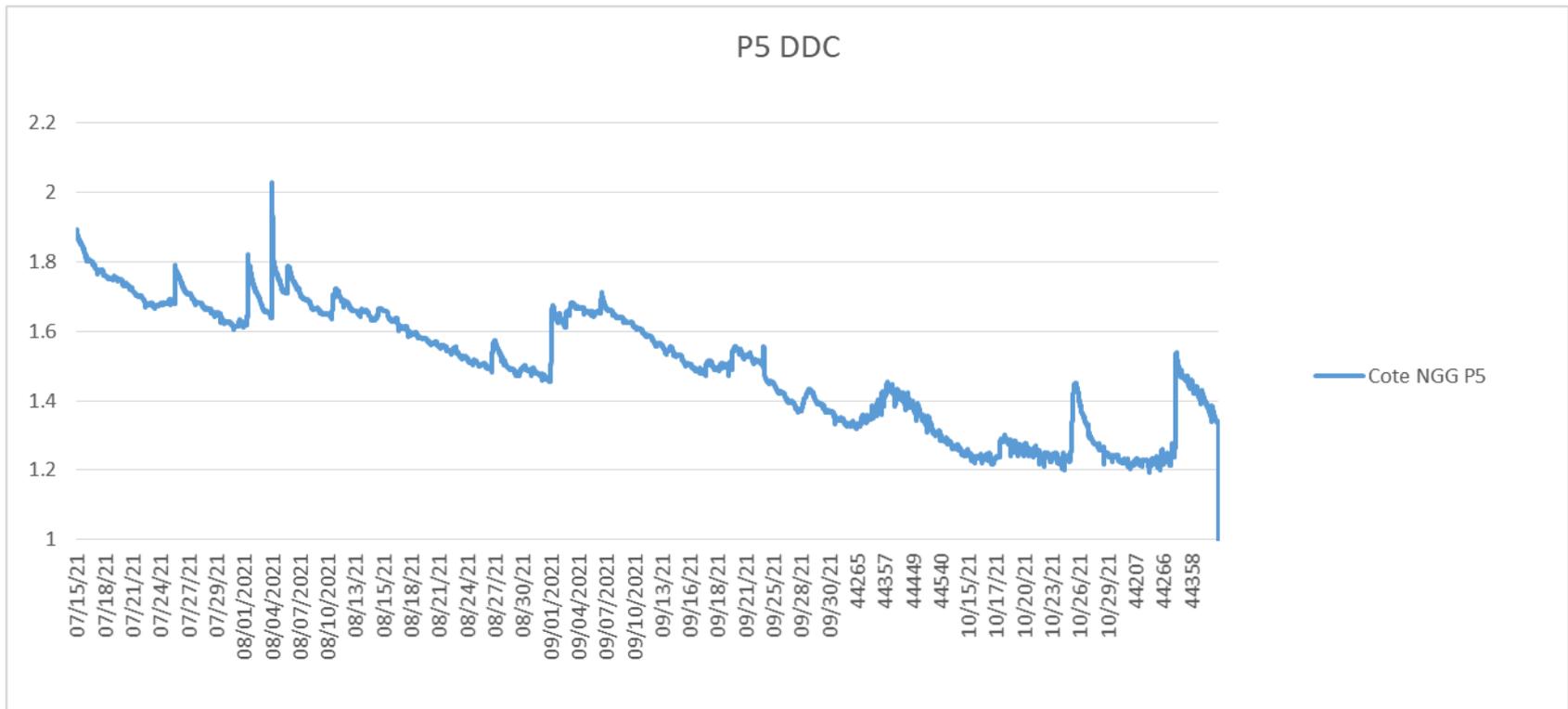
Il semblerait que les 3 courbes évoluent de manière identique, avec des pics plus marqués sur l'amont (réaction à la pluie locale), le temps de vidange étant en aval lié à une dynamique proche d'un pri pri

Intérêt à connaître la cote du « pri pri » aval qui peut être un facteur aggravant en cas de pluie

Meilleure connaissance des relations entre pri pri crique Cabassou/pri pri Lacroix/NordSud

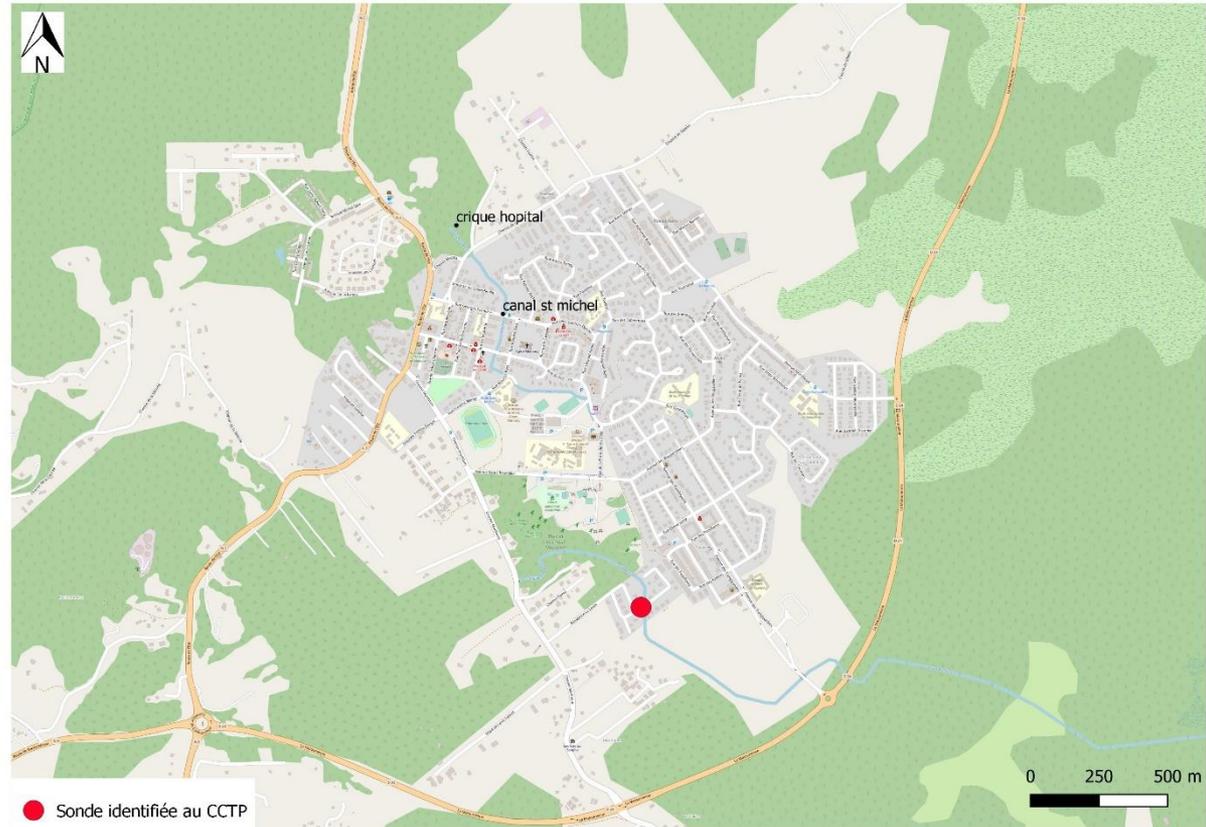
Secteur à enjeux : Rémire

- Station P5 2021 : on observe bien une vidange d'un système (Nord-Sud en aval de Rémire)



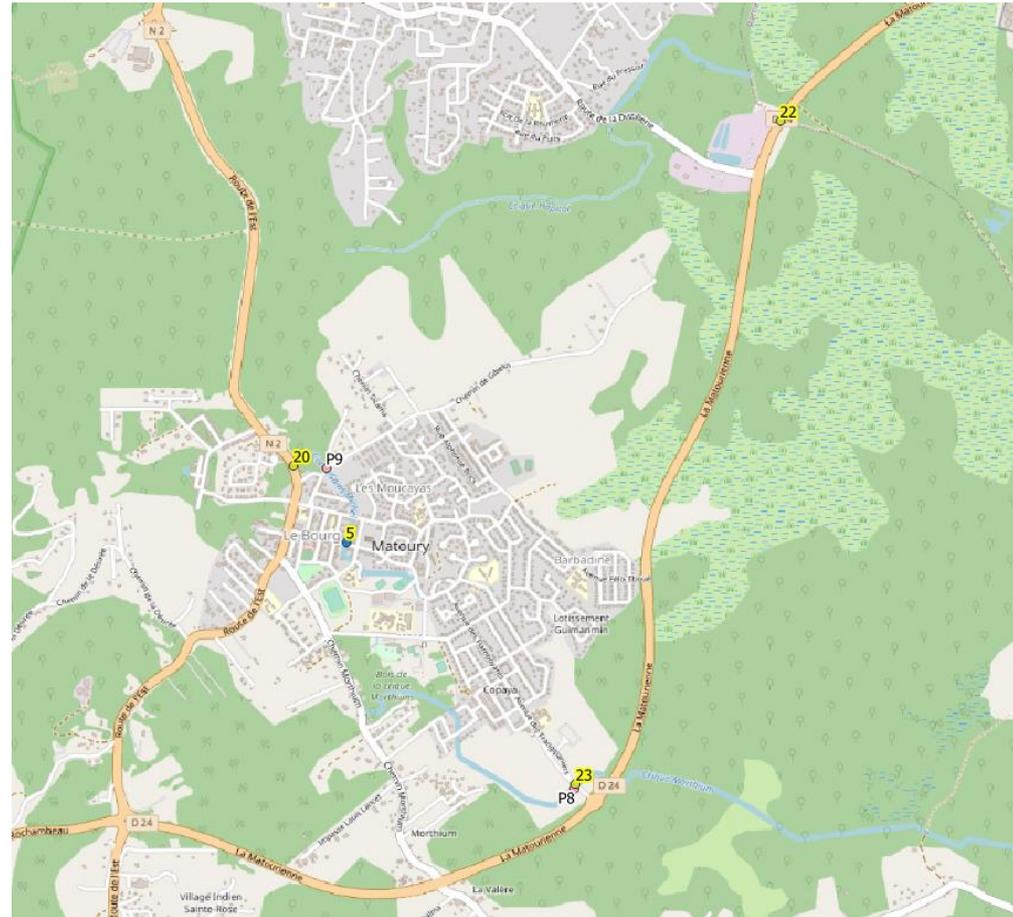
Secteur à enjeux : Matoury - Bourg

- 2 secteurs :
 - Canal st Michel
 - Morthium
- 2 exutoires : Hopital et pri-pri Morthium
- Difficulté d'évacuation :
 - Sous dimensionnement des ouvrages sur le canal st Michel aggravé par contrôle aval Hopital (?)
 - Pente quasi nulle, et contrôle aval pri pri coté Morthium



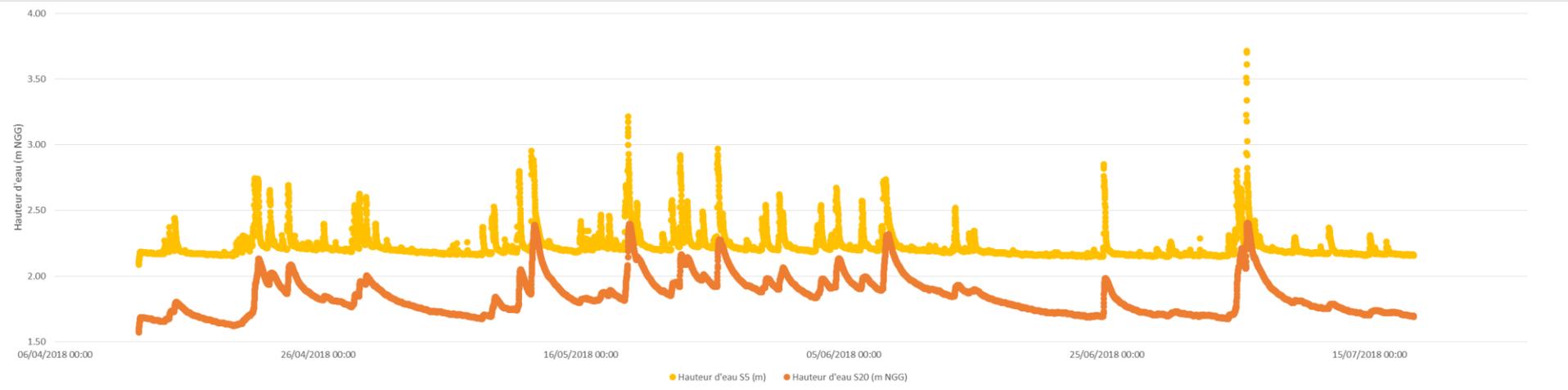
Secteur à enjeux : Matoury - Bourg

- Analyse campagne mesure
 - Stations P8 et P9 de 2021
 - Stations 20, 5 et 23 de 2018



Secteur à enjeux : Matoury - Bourg

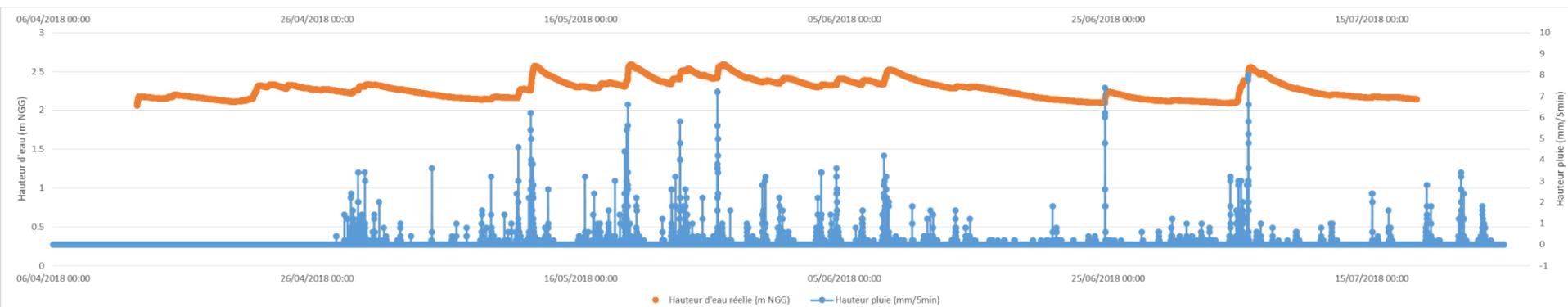
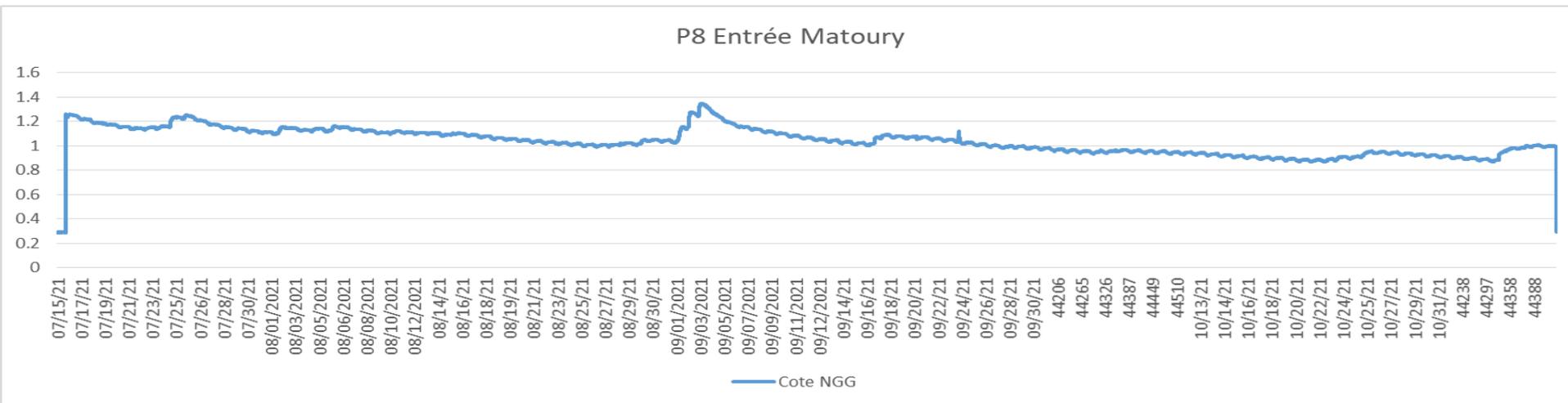
- Coté Hôpital :
 - S5 : BV très réactif
 - S20 : dynamique d'un pri pri, vidange assez lente sur plusieurs jours



- Au regard des limni, il n'est pas évident de constater une influence d'Hôpital sur le canal (au droit de la mairie)

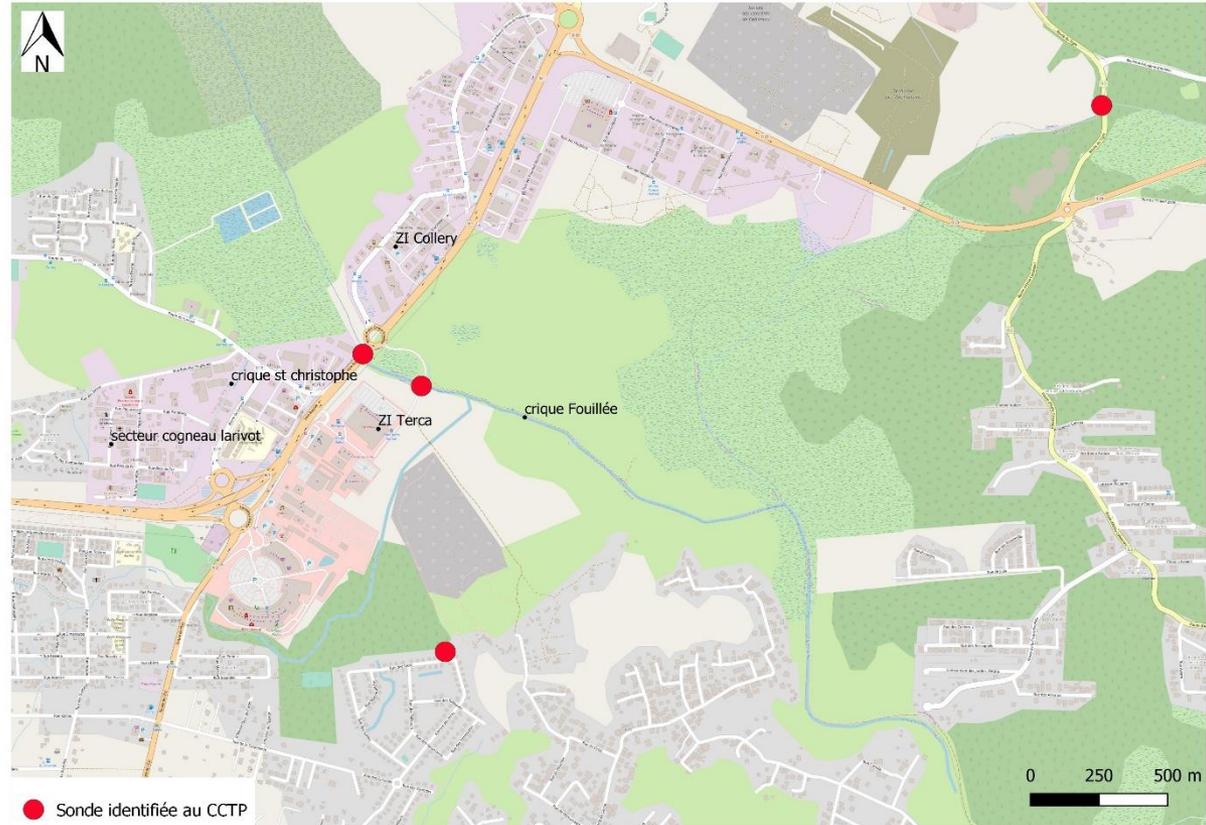
Secteur à enjeux : Matoury - Bourg

- Coté Morthium : vidange très lente du pri-pri (doute sur cote zéro NGG)
 - P8
 - S23



Secteur à enjeux : Matoury — Balata/Maya/Terca/Cogneau Larivot

- Cote bâti très basse, peu de pente
- Dynamique du pri-pri Fouillée



Secteur à enjeux : Matoury – Balata/Maya/Terca/Cogneau Larivot

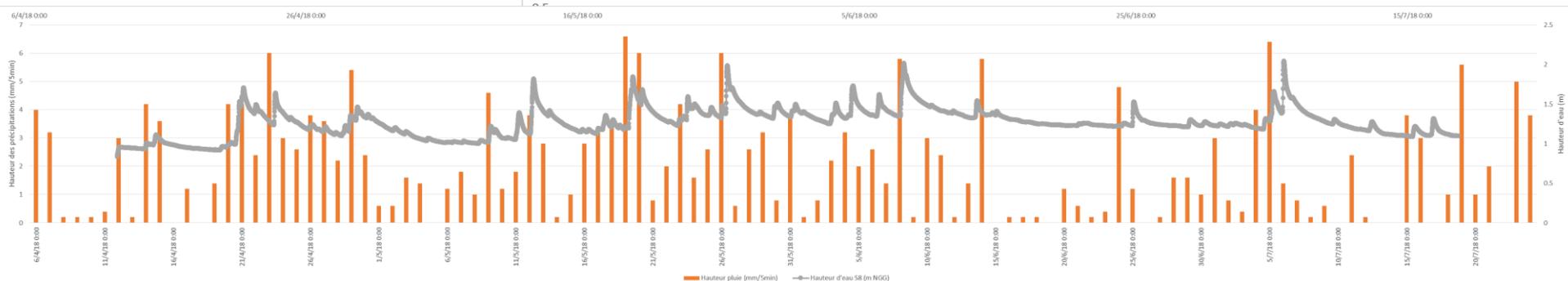
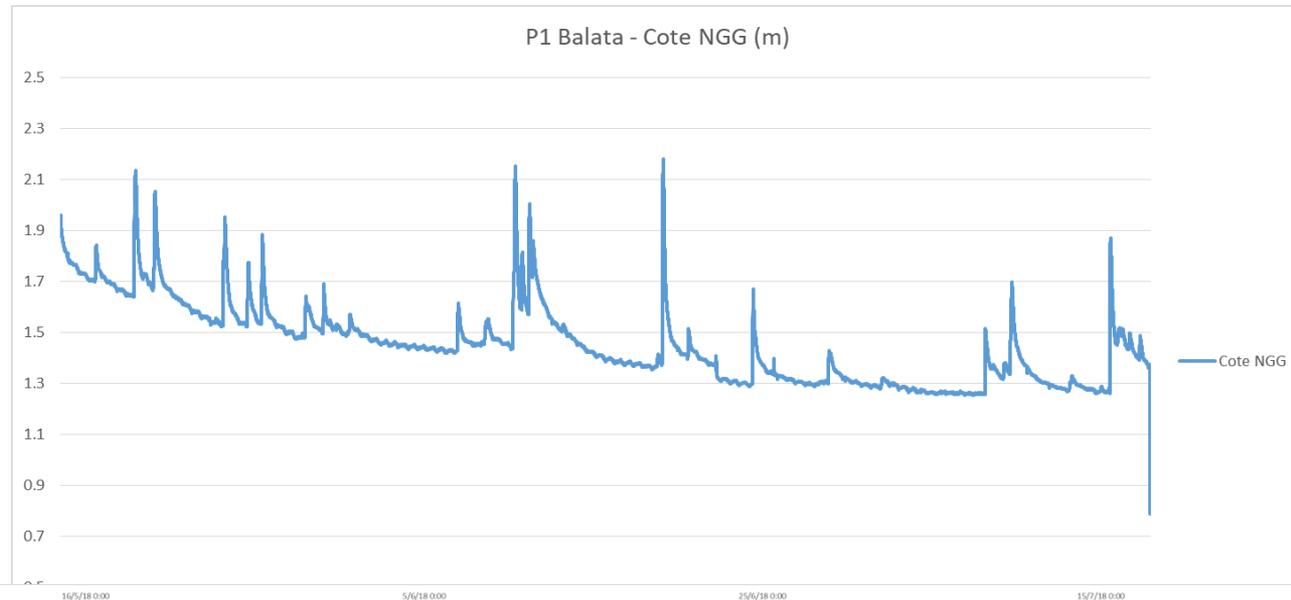
- Analyse de la campagne de mesure
 - P1 sur Balata, P2 et P3 sur Fouillée en 2021
 - S8 sur Balata et S21 sur Fouillée en 2018



Secteur à enjeux : Matoury – Balata/Maya/Terca/Cogneau Larivot

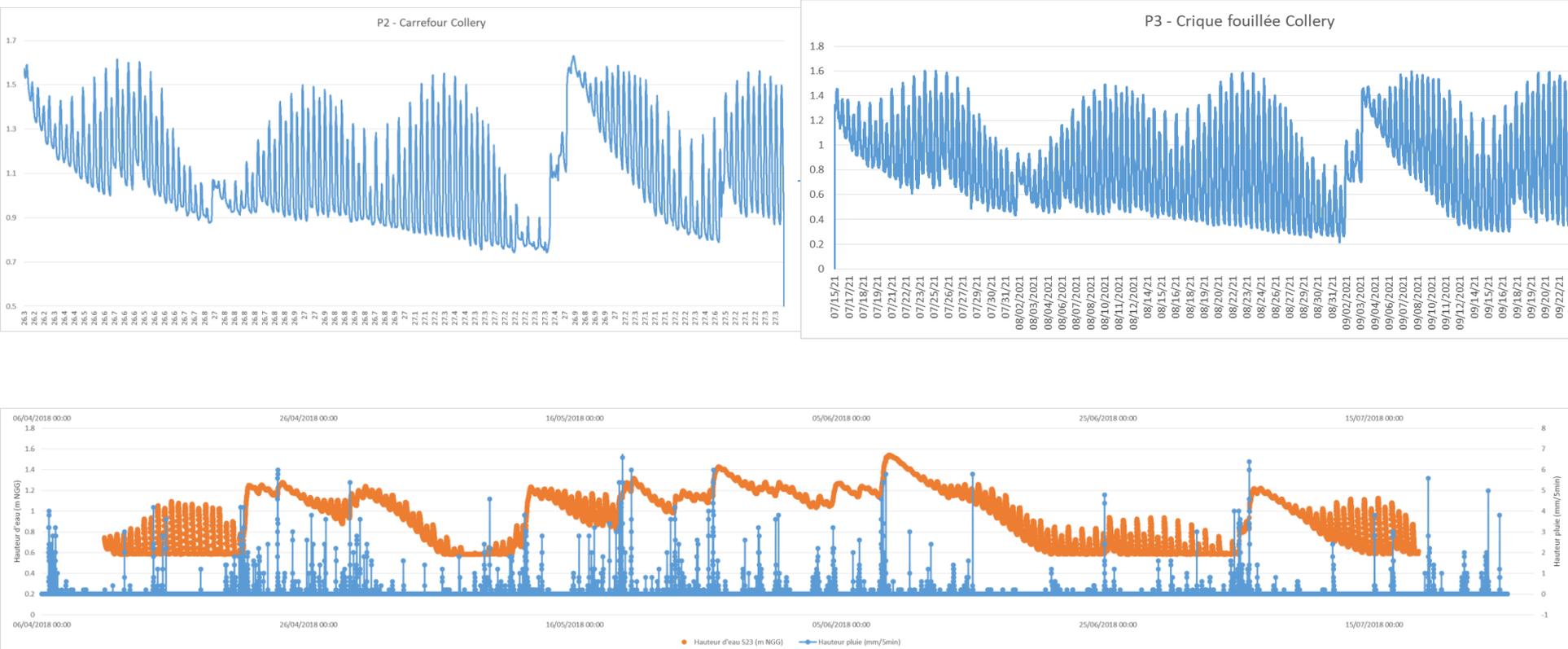
- Analyse de la campagne de mesure

- P1 sur Balata : pas d'influence de la marée, on devine une dynamique de vidange
- S8 sur Balata



Secteur à enjeux : Matoury – Balata/Maya/Terca/Cogneau Larivot

- Analyse de la campagne de mesure
 - P2 et P3 sur Fouillée : influence de la marée/ dynamique de vidange pri pri Fouillée
 - S21 en 2018
- ➔ Intérêt à suivre la dynamique du pri pri



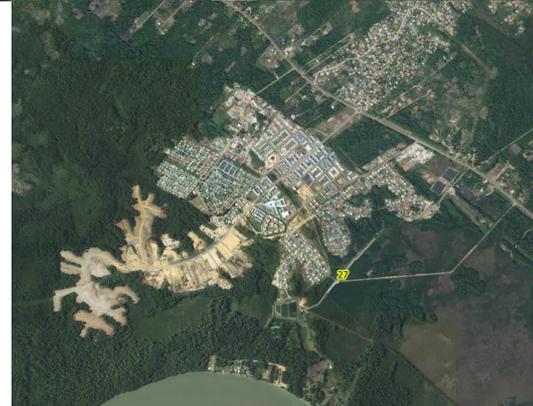
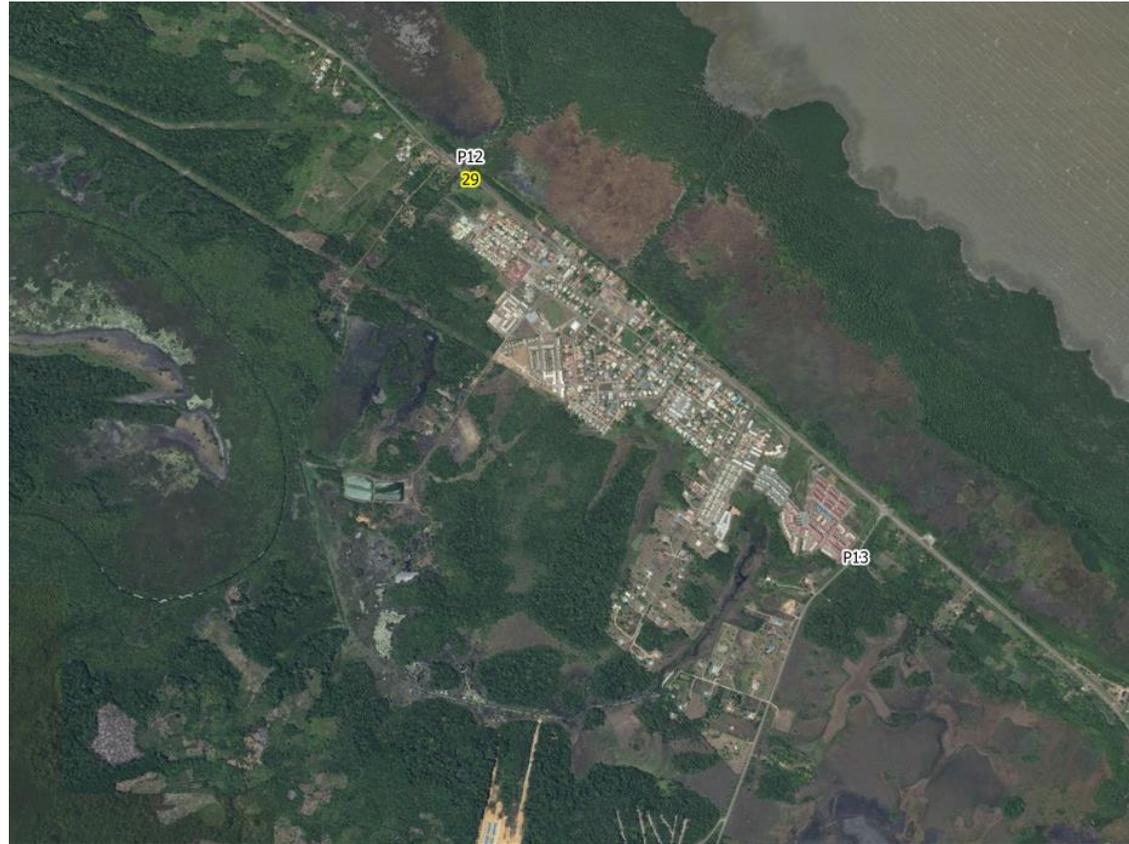
Secteur à enjeux : Macouria

- Enjeux altimétriquement bas, peu de pente, difficulté de drainage
- Pri-pri Brémont
- Marée



Secteur à enjeux : Macouria

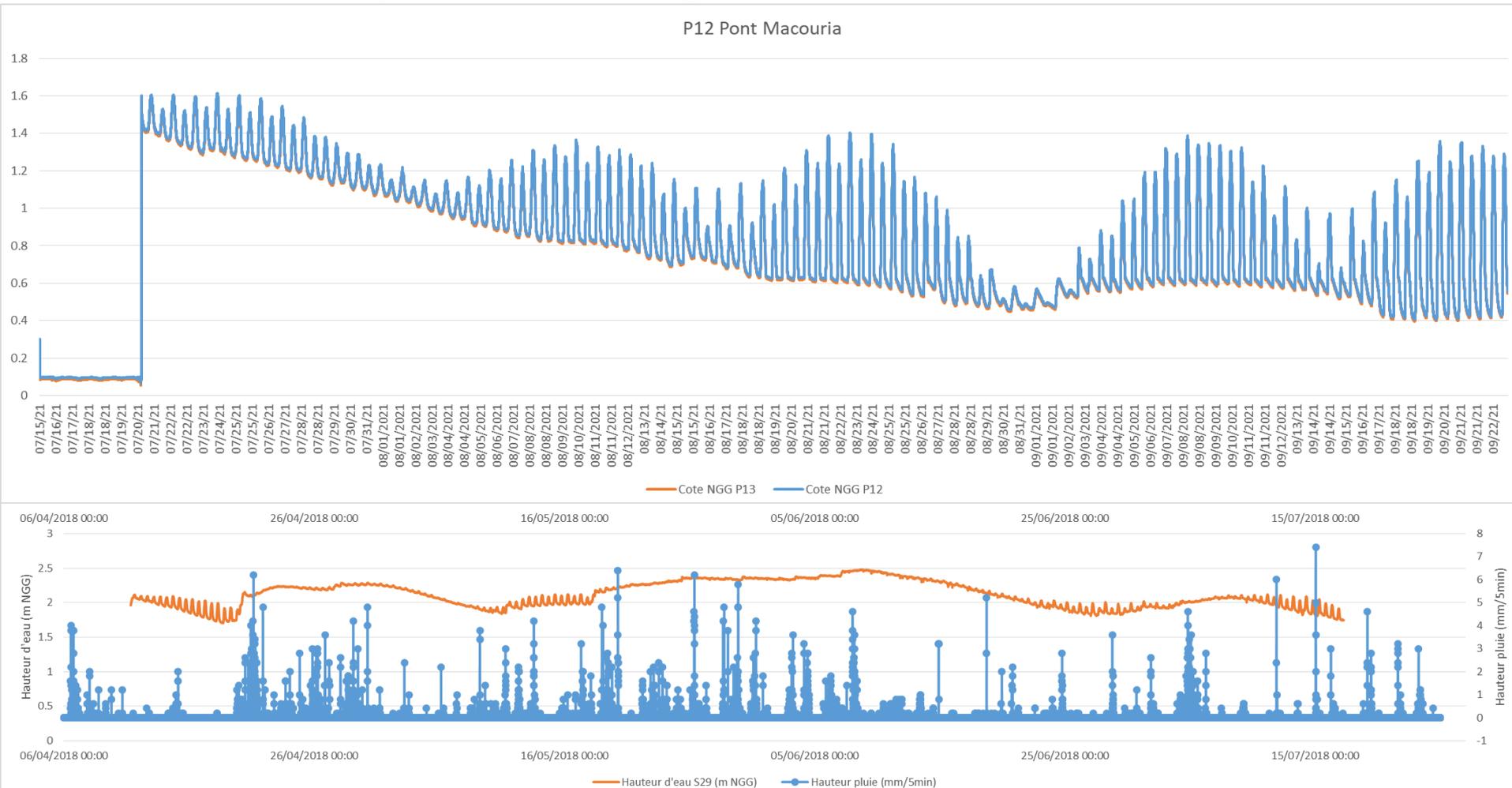
- Analyse de la campagne :
 - P12 et P13 en 2021
 - S29 en 2018
 - S27 en 2018 sur Soula



Secteur à enjeux : Macouria

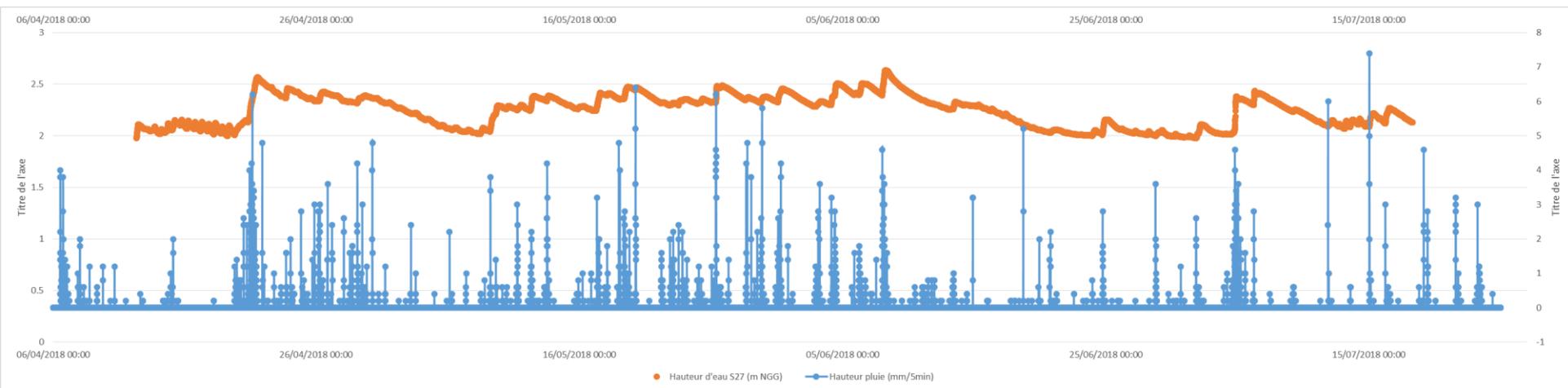
- Analyse de la campagne :

- P12 et P13 en 2021 (P13 a écrasé les données de P12, fin saison des pluies)
- S29 en 2018 : dynamique de vidange lente



Secteur à enjeux : Macouria

- Analyse de la campagne :
 - S27 en 2018 : pas d'influence de la marée, mais dynamique de vidange pri-pri



Quels doivent être les capteurs à implanter ?

Quels doivent être les capteurs à implanter ?

- Capteurs de niveau d'eau :
 - Radar
 - Sonde piézo résistive
- Echelle limni
- Autonomie sur batterie
- Communication en temps réel / technologie GSM ou LoRaWAN

STATION LIMNIMETRIQUE

MATERIEL PROPOSE

Mesure du niveau d'eau par sonde piézométrique

Matériel : Sonde piézométrique

Capteur : Hauteur d'eau (mesure de pression)

Autonomie : Batterie interne (piles) 1 mois à 1 an selon le temps de transmission ou relié à une centrale d'acquisition + batterie

Type de mesure : Instantanées

Plage de mesure : 0-10 mètres

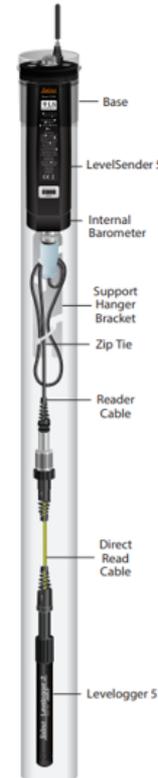
Enregistrement de la donnée : Toutes les 1 min et transmission d'un rapport horaire

Mode de communication : GSM et/ou satellite

Format des données : CSV

Avantages : Station peu visible, mesure fiable, faible consommation, faible coût, appareillage durable

Inconvénients : Sensibilité à l'envasement ou à l'arrachement de la station par des débris. Difficulté de trouver une position idéale lors de forte variation de niveau d'eau.



Mesure de niveau d'eau par capteur radar

Matériel : Capteur radar

Capteur : Hauteur d'eau par onde électromagnétiques ou sonores

Autonomie : Batterie interne (5 ans) ou relié à une centrale d'acquisition + batterie

Type de mesure : Instantanées

Plage de mesure : 0-10 mètres

Enregistrement de la donnée : Toutes les 5 min et transmission d'un rapport horaire

Mode de communication : GSM et/ou satellite

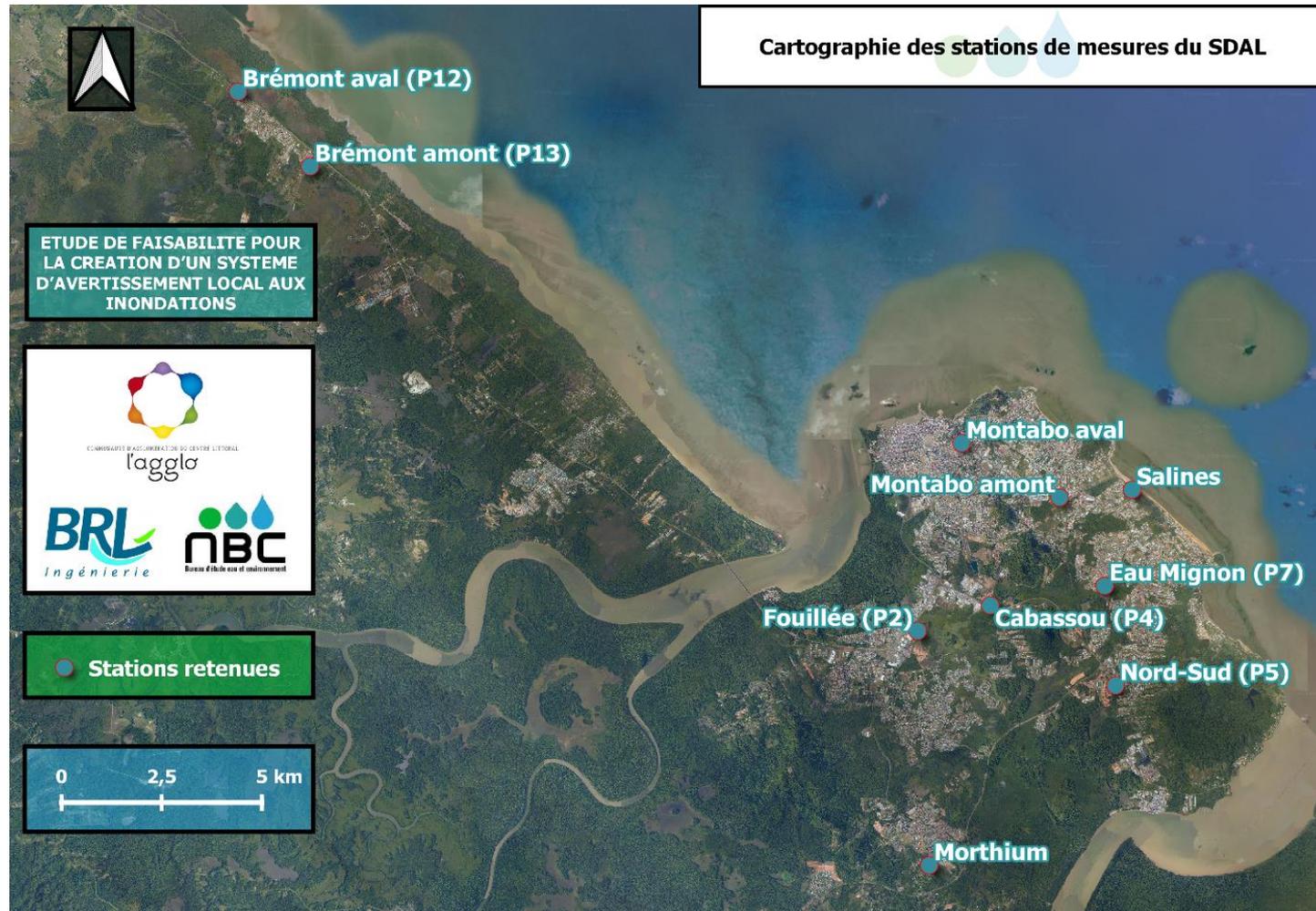
Format des données : CSV

Avantages : Mesure fiable, faible consommation, faible coût, n'est pas en contact direct avec l'eau et n'est donc pas soumis au risque lié à l'envasement ou aux débris.

Inconvénients : Nécessite une installation plus visible pour placer le capteur au-dessus de l'eau notamment lorsqu'aucun ouvrage n'est à proximité. Potentiellement perturbé par la végétation et donc un cours d'eau non entretenu.



Quels doivent être les capteurs à implanter ?



Quels doivent être les capteurs à implanter ?

 **Système d'alerte local aux inondations**  

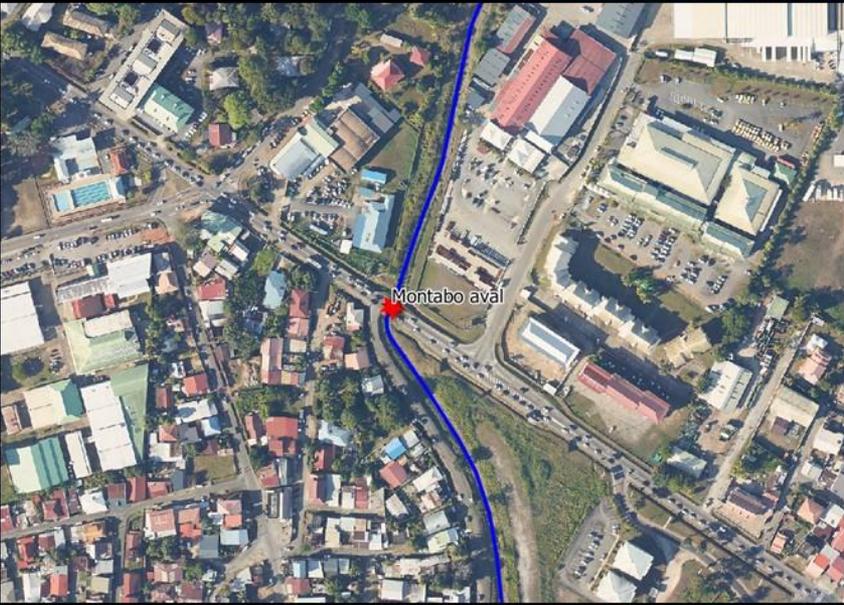
   **Vue aérienne**

Photomontage

<p><u>Nom du site</u> : Montabo amont</p> <p><u>Accès</u> : Facile</p> <p><u>Localisation</u> : Cayenne Mont Lucas</p> <p><u>Ouvrage</u> : Pont</p> <p><u>Couverture GSM</u> : Bonne</p>	<p><u>Coordonnée GPS de la Station (RGF 95)</u> : X : 356296 Y : 544655</p> <p><u>Matériel préconisé</u> : Echelle limnimétrique déjà présente. Sonde piézométrique installée dans la structure déjà en place.</p>
--	--

Quels doivent être les capteurs à implanter ?

 **Système d'alerte local aux inondations**  



Photomontage

<p><u>Nom du site</u> : Montabo aval</p> <p><u>Accès</u> : Facile</p> <p><u>Localisation</u> : Cayenne route Baduel</p> <p><u>Ouvrage</u> : Pont</p> <p><u>Couverture GSM</u> : Bonne</p>	<p><u>Coordonnée GPS de la Station (RGF 95)</u> : X : 353948 Y : 546017</p> <p><u>Matériel préconisé</u> : Capteur radar positionné sur la structure du pont avec une mini potence pour sécuriser le système, avec échelle limnimétrique fixée sur la base du pont. Attention au vandalisme, potentiellement protéger l'ensemble dans une cage métallique cadénassée.</p>
---	---

Quels doivent être les capteurs à implanter ?

 **Système d'alerte local aux inondations**  

  Vue aérienne

Photomontage

<p><u>Nom du site</u> : Salines</p> <p><u>Accès</u> : Moyen</p> <p><u>Localisation</u> : Rémire, site des Salines</p> <p><u>Ouvrage</u> : Aucun</p> <p><u>Couverture GSM</u> : Bonne</p>	<p><u>Coordonnée GPS de la Station (RGF 95)</u> : X : 358236 Y : 544844</p> <p><u>Matériel préconisé</u> : Zone de pripris avec faible vitesses d'écoulement. Sonde piézométrique installée avec une échelle limnimétrique.</p>
--	---

Quels doivent être les capteurs à implanter ?

 **Système d'alerte local aux inondations**  

Vue aérienne

Photomontage

<p>Nom du site: P2</p> <p>Accès : Facile via route</p> <p>Localisation : Matoury, Crique Fouillée</p> <p>Ouvrage : Pont</p> <p>Couverture GSM : Bonne</p>	<p>Coordonnée GPS de la Station (RGF 95) : X : 352850 Y : 541229</p> <p>Matériel préconisé : Capteur radar positionné sur le pont, échelle limnimétrique en deux morceaux. Une partie sur la base du pont, l'autre installé avec un plot béton dans le cours d'eau.</p>
--	---

Quels doivent être les capteurs à implanter ?

 **Système d'alerte local aux inondations**  

  **Vue aérienne**

Photomontage

<p><u>Nom du site</u> : P7</p> <p><u>Accès</u> : Moyen</p> <p><u>Localisation</u> : Rémire</p> <p><u>Lotissement</u> Eau Mignon</p> <p><u>Ouvrage</u> : aucun</p> <p><u>Couverture GSM</u> : Bonne</p>	<p><u>Coordonnée GPS de la Station (RGF 95)</u> :</p> <p>X : 357517 Y : 542378</p> <p><u>Matériel préconisé</u> :</p> <p>Capteur radar positionné sur une structure métallique type potence positionné côté parc Lindor avec échelle limnimétrique.</p>
--	---

Quels doivent être les capteurs à implanter ?

 **Système d'alerte local aux inondations**  

Vue aérienne

Photomontage

<p>Nom du site: P4 Accès : Facile via route Localisation : Cayenne Crique Cabassou Ouvrage : Pont Couverture GSM : Bonne</p>	<p>Coordonnée GPS de la Station (RGF 95) : X : 354663 Y : 541880 Matériel préconisé : Capteur radar positionné sur le pont avec mini potence, échelle limnimétrique positionné sur un plot béton.</p>
---	---



Quels doivent être les capteurs à implanter ?

 **Système d'alerte local aux inondations**  

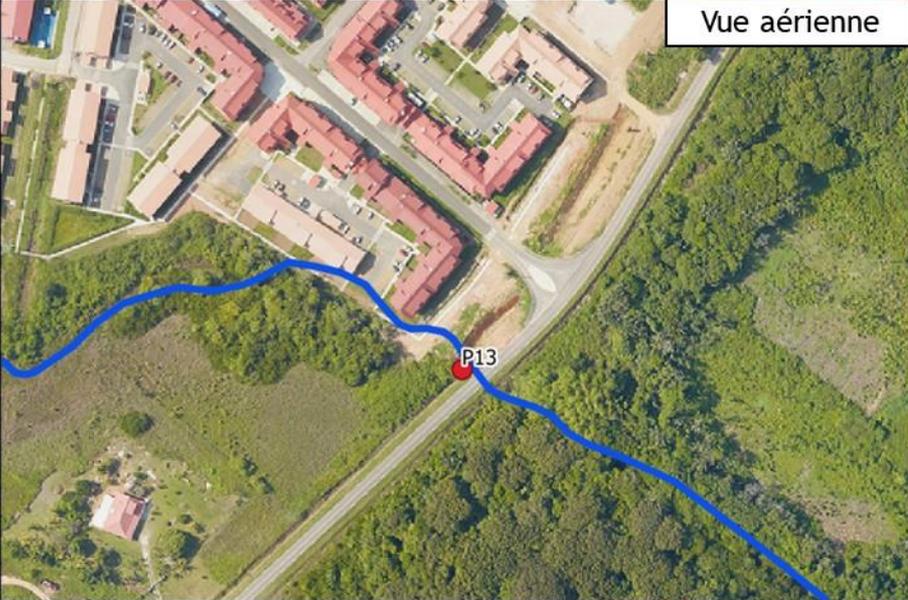
 

Photomontage Vue aérienne

<p>Nom du site: P5 Accès : Facile via route Localisation : Rémire, Canal Nord-Sud Ouvrage : pont Couverture GSM : Bonne</p>	<p>Coordonnée GPS de la Station (RGF 95) : X : 357789 Y : 539838 Matériel préconisé : Capteur radar positionné sur le pont avec mini potence, échelle limnimétrique positionnée sur la structure du pont,</p>
--	---

Quels doivent être les capteurs à implanter ?

 **Système d'alerte local aux inondations**  

  Vue aérienne

Photomontage

<p>Nom du site : P13</p> <p>Accès : Facile, route</p> <p>Localisation : Macouria, Brémont amont</p> <p>Ouvrage : aucun</p> <p>Couverture GSM : Bonne</p>	<p>Coordonnée GPS de la Station (RGF 95) : X : 337693 Y : 553077</p> <p>Matériel préconisé : Etant donné les faibles vitesses d'écoulement de la zone, nous préconisons ici une sonde piézométrique équipée d'une échelle limnimétrique installée dans la végétation.</p>
---	---

Quels doivent être les capteurs à implanter ?

 **Système d'alerte local aux inondations**  

  Vue aérienne

Photomontage

<p><u>Nom du site</u> : P12</p> <p><u>Accès</u> : Facile, RN1</p> <p><u>Localisation</u> : Macouria, crique Macouria</p> <p><u>Ouvrage</u> : pont</p> <p><u>Couverture GSM</u> : Bonne</p>	<p><u>Coordonnée GPS de la Station (RGF 95)</u> : X : 335894 Y : 554983</p> <p><u>Matériel préconisé</u> : Capteur radar positionné sur le pont en acier, échelle limnimétrique Sonde piézométrique peu pertinente sur ce site</p>
--	--

Quels doivent être les capteurs à implanter ?

 **Système d'alerte local aux inondations**  

  **Vue aérienne**

Photomontage

Nom du site : Morthium	Coordonnée GPS de la Station (RGF 95) :
Accès : Moyen	X : 353142 Y : 535251
Localisation : Matoury La Levée	Matériel préconisé :
Ouvrage : aucun	Etant donné les faibles vitesses d'écoulement de la zone, nous préconisons ici une sonde piézométrique équipée d'une échelle limnimétrique installée dans la végétation.
Couverture GSM : Bonne	

Quelles autres données « externes » ?

Quelles autres données « externes » ?

- Les entités productrices de données ont été contactées
- ➔ Données de marée (prédites et mesurées), données de pluie (radar, postes), données de niveau, prévision météo

Entité	Element mesuré	Emplacement	Matériel	Pas de temps	Transmission	Format partage	Accès aux données
SGDE	Niveau d'eau	Vanne écluse canal Laussat	Sonde ultrason	15 min	Temps réel, passif IP GSM	Excel Web	Oui
METEO France	Pluviométrie	Matoury-aéroport + Cayenne-Suzini + Dégrad des Cannes + Tonate-Macouria + Montsinéry + Roura	Pluviomètre	6 min	Transmission en 3G/4G sur le serveur Météo France	Mise a disposition d'un extranet	Redevance ou convention
SHOM	Nivreau de marée	5 observatoires littoraux	Marégraphe	Aucune station active			
DGTM/FLAG /CVH	Aucun retour						
BRGM	Aucun retour						

Quelles autres données « externes » ?

Sur la Pluviométrie :

Radar météo de Kourou (CNES- CSG) : ROMUALD, ROMEO qui couvre la CACL

Pluviomètres : 4 stations automatiques + 4 stations enregistrant la Pj (automatisation en cours)

Alerte : niveau de vigilance Météo France

Sur les niveaux de crue :

Aucune crue ni aucun pri-pri suivi sur la CACL

Vigilance crue : aucune sur la CACL

Station hydrométrique (suivi CVH) : sur la Comté, sur l'Orapi, à Tonnégrande, en test sur la crue Montabo

Mesures de niveau amont/Aval vanne Laussat par SGDE

Sur la marée (SHOM) : Prédiction de marée sur les sites du Larivot, Dégrad des Cannes, Ilet la Mère, Ile Royale ; données enregistrées (marée + surcote) non disponibles en temps réel

Quelles autres données « externes » ?

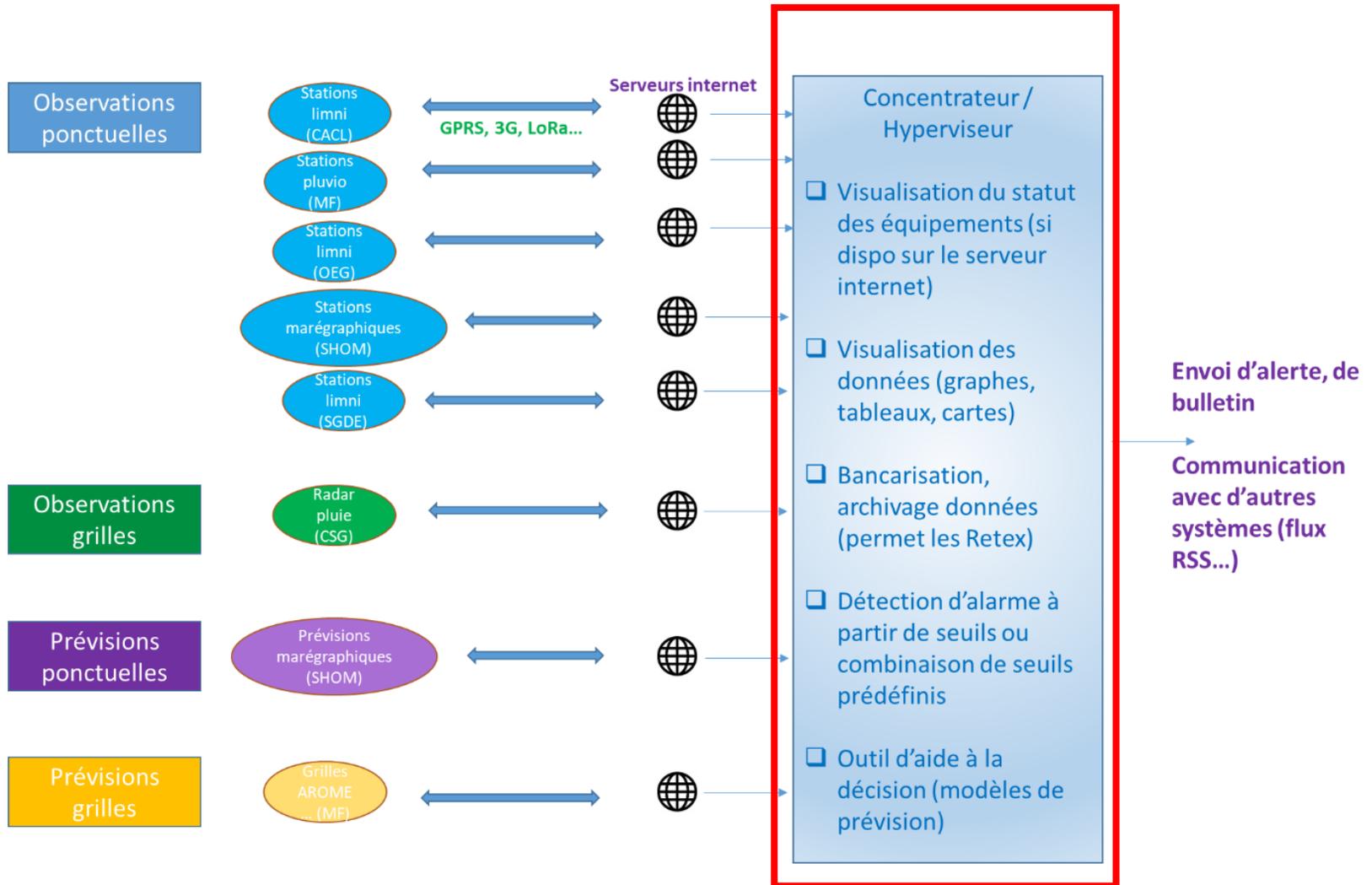
Agrément SDPC

Les articles L564-2 et R654-8 du code de l'environnement prévoient que l'État et ses établissements publics mettent à disposition à titre gracieux un certain nombre de données à destination des collectivités ayant mis en place un système d'alerte local et reconnues en tant que tel dans le Schéma Directeur de Prévision des Crues (SDPC).

→ Démarche d'obtention de l'agrément auprès de la CVH

Quelle solution informatique ? Quelles fonctionnalités ?

Quelle solution informatique ? Quelles fonctionnalités ?



Quels outils d'aide à la décision ? Quels seuils de déclenchement ?

Quels outils d'aide à la décision ? Quels seuils de déclenchement ?

Outils d'aide à la décision :

- Seuil de dépassement (sur pluie prédite et niveaux d'eau mesurés + marée prédite)
- Constitution d'abaque (pluie/niveau/marée) après quelques RETEX
- Évolution possible vers une modélisation hydrologique

Premiers seuils de déclenchement proposés :

- Marée : à partir de 1,8 mNGG prévu
- Pluie : quantile 5 ans (58 mm en 1h / 130 mm en 12 h)
- Niveaux d'eau : correspondant aux premiers débordements et inondation de voiries (entre 2 et 3 mNGG selon la station)

Estimation financière

Estimation financière

- Investissement :
 - Installation des stations : 50 k€
 - Déploiement et conception du poste central / hyperviseur : 90 k€
(évolution possible du poste central avec de nouvelles fonctionnalités non chiffrées)
 - Equipement informatique / Formation
- Fonctionnement :
 - Maintenance des stations : 15 k€/an pour les 10 stations
 - Abonnements (GSM, données, hébergement cloud) : 4 à 20 k€ (en fonction des données qui resteraient payantes) – *le déploiement du réseau LoRa n'est pas chiffré*
 - Maintenance logicielle, assistance en ligne : 6 k€/an
- Etudes RETEX pour mieux comprendre le fonctionnement hydraulique du système et affiner les seuils de vigilance et d'alerte (au moins les 2-3 premières années, en fonction des événements)



Merci de votre attention

Suivez-nous sur 

<https://brli.brl.fr/>

BRL Ingénierie

1105, av. Pierre Mendès France - BP 94001

30001 NÎMES Cedex 5

Tél. +33 4 66 87 50 85

BRL
Ingénierie

Ensemble, relevons les défis
de l'Eau et de l'Environnement