



Session thématique :
Santé et maladies à transmission vectorielle,
Déplacement de population
Habitats ruraux

Présentateurs :

Hélène de Boissezon (CNES)

Avec les contributions aux planches de Laurent Braak et Cécile Vignolles (CNES)

- **Besoins exprimés en janvier 2017 :**

Suivi des déplacements de population :

Les gens vont-ils revenir dans leurs villages d'origine ?

Les centres urbains peuvent-ils absorber durablement ces populations ?

L'habitat précaire dans des zones dangereuses (lits rivières) perdure t il ?

Santé:

Cartographie des zones à risques;

Situer les centres de sante dans la zone de façon précise ;

grand intérêt pour l'étude des maladies portées par les moustiques ;

Confronter la cartographie multi aléas sur 6 communes de Grande Anse avec l'état post Matthew



- **Besoins traduits en « produits RO » (à discuter, compléter) :**

Secteur	Produit	Fréquence	Données requises	Aire d'intérêt	Utilisateurs	Priorité	Développement / Commentaire
Déplacement de population et habitats ruraux	Progrès de la reconstruction du logement et de l'emplacement des logements temporaires	Avant/ Après Printemps 2017 Automne 2017 Printemps 2018 Automne 2018 si nécessaire	Très Haute Résolution Optique	Zones les plus touchées au abord de Jérémie	Ministère de l'Intérieur, UN Habitat, IOM	Important	Enlèvement et construction de bâtiments endommagés Changement dans l'utilisation, la morphologie et la densité des terres urbaines Logements temporaires Indiquer le type de reconstruction de l'habitation
Santé	Cartographie du risque de maladies à transmission vectorielle	Baseline 2017 puis annuel	TBD	Zone à fort risque	Ministère de la Santé, WHO/ PAHO	TBD	

- **TELE- EPIDEMIOLOGIE**

Approche conceptuelle

Exemple: Fièvre de la vallée du Rift au Sénégal

Exemple: La dengue en Martinique

- **SURVEILLANCE DES RISQUES EPIDEMIQUES**

Surveillance électronique de la santé via briques logicielles libres

Technologies de détection microbiologiques de terrain

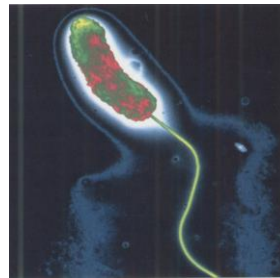
L'approche conceptuelle de télé-épidémiologie

Approche multidisciplinaire en lien avec plusieurs disciplines
basée sur l'étude des mécanismes favorisant l'apparition et la propagation
de maladies infectieuses

Environnement
Climat



SHS



Microbiologie



Entomologie



Vétérinaire

1- COMPRENDRE les MÉCANISMES favorisant l'ÉMERGENCE et la PROPAGATION de la maladie

- *Observation: Constituer et assembler des jeux de données de terrain multidisciplinaires*
- *Diagnostic: Identifier les facteurs physiques, biologiques et socio-économiques clés associés à la maladie*

2- DÉVELOPPER des PRODUITS ADAPTÉS intégrant le spatial

- *Observation in-situ de l'environnement, et le lien avec les facteurs déclenchant des épidémies*
- *Utilisation des capteurs spatiaux dont les performances spatio-temporelles sont adaptées*

3- ÉLABORATION des MODÈLES PRÉDICTIONNELS des impacts de l'environnement et du climat sur la santé

- *Etablir des cartes de risque innovantes intégrant des données spatiales*
- *Développer des systèmes d'information sur la santé, notamment des systèmes d'alerte précoce*

Un exemple d'application de l'approche conceptuelle en télé-épidémiologie La fièvre de la vallée du Rift au Sénégal

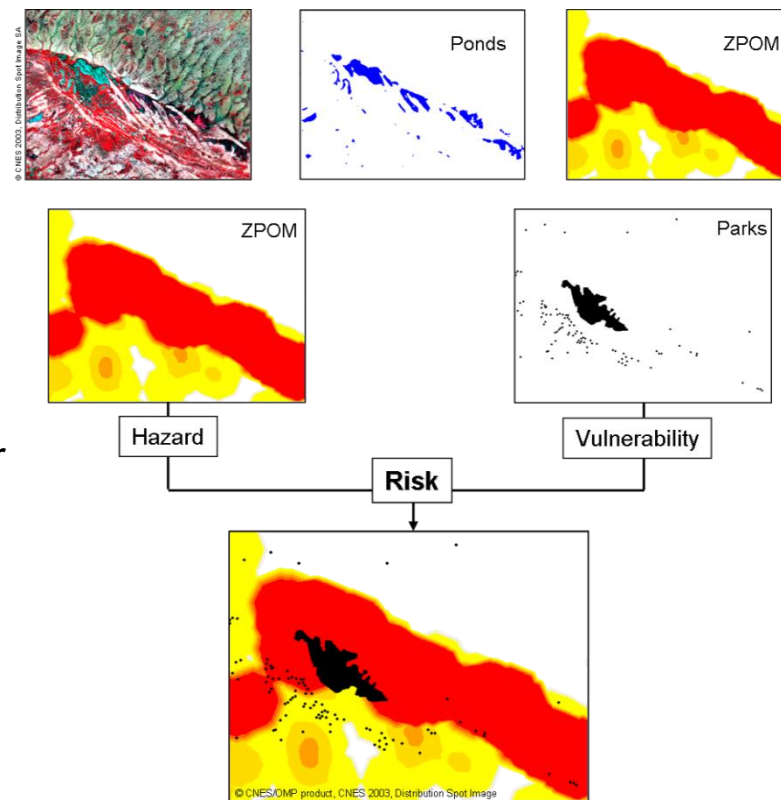


La Fièvre de la vallée du Rift (FVR)

Méthode

- **Détection des mares temporaires** (analyse d'images satellite à haute résolution spatiale)
- **Modélisation dynamique des zones potentiellement occupées par les moustiques** (ZPOM) combinant les mécanismes reliant variabilité des précipitations, dynamique des mares et densité des moustiques.
- Utilisation de **données environnementales** (présence/absence de mares), données **météorologiques** et données **entomologiques** pour ajuster un **modèle** comprenant 2 **composantes**: **hydrologique** et **entomologique**.
- **Évaluation du risque environnemental** (risque d'être exposé à la piqûre de moustiques) en croisant **ZPOM dynamique** (aléa) et **localisation des parcs à bestiaux** (vulnérabilité)

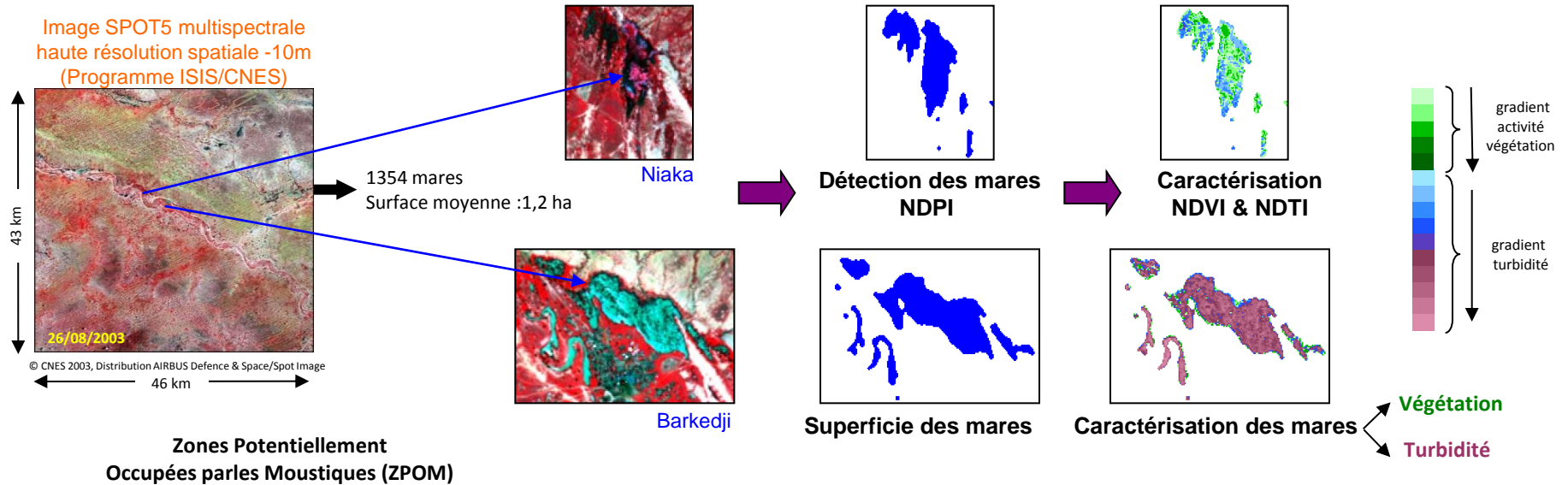
De la télédétection au risque



D'après Tourre et al, 2009

Un outil spatial adapté à la surveillance de la Fièvre de la Vallée du Rift

Identifier par télédétection les facteurs environnementaux favorables à la présence des moustiques



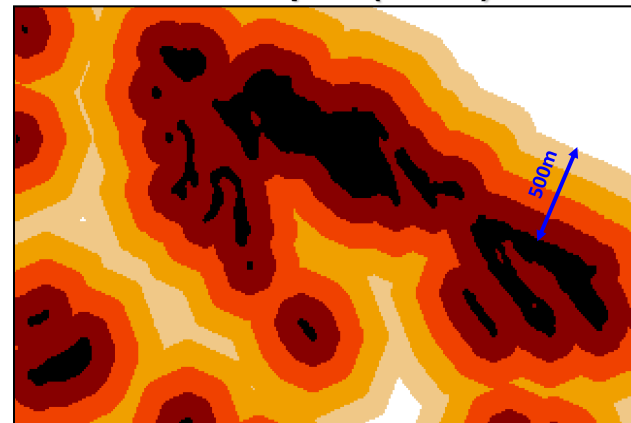
Distance de vol des moustiques
~500m (Bâ et al., 2005)

Cartographier les Zones
Potentiellement Occupées par les
Moustiques (ZPOM)

26/08/2003

Mares ~ 1%

ZPOM = 25%



Exemple d'application de l'approche conceptuelle en télé-épidémiologie La dengue à La Martinique



La dengue en Martinique

Contexte

- Maladie virale urbaine et périurbaine (moustiques du genre *Aedes*)
- 40% de la population mondiale exposée, 50 à 100 millions de cas par an (OMS 2014)
- Gîtes larvaires petits, svt origine anthropique
- **Pas de traitement spécifique** ⇒ lutte antivectorielle, protection individuelle contre les vecteurs et information à la population
- Martinique **problème de santé publique majeur**

Méthodes

Basé sur des **associations statistiques**, **modélisation du risque entomologique** (détection des maisons avec/sans gîtes larvaires) à Tartane (Martinique), en s'appuyant sur données entomologiques, météorologiques et sur données dérivées d'images satellites (image THR Geoeye à 0,5m)

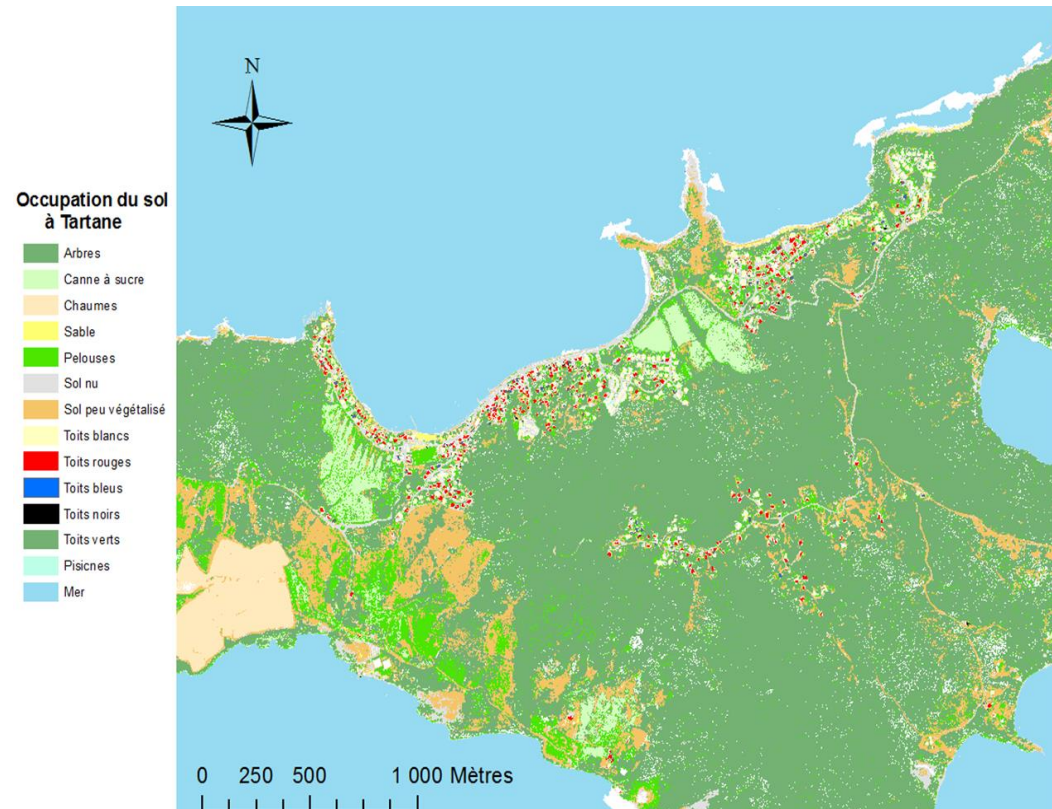
Résultats

L'information obtenue par télédétection, associée aux mesures entomologiques in situ a permis d'ajuster des **modèles prédictifs** afin d'élaborer des cartes de **risque entomologique**

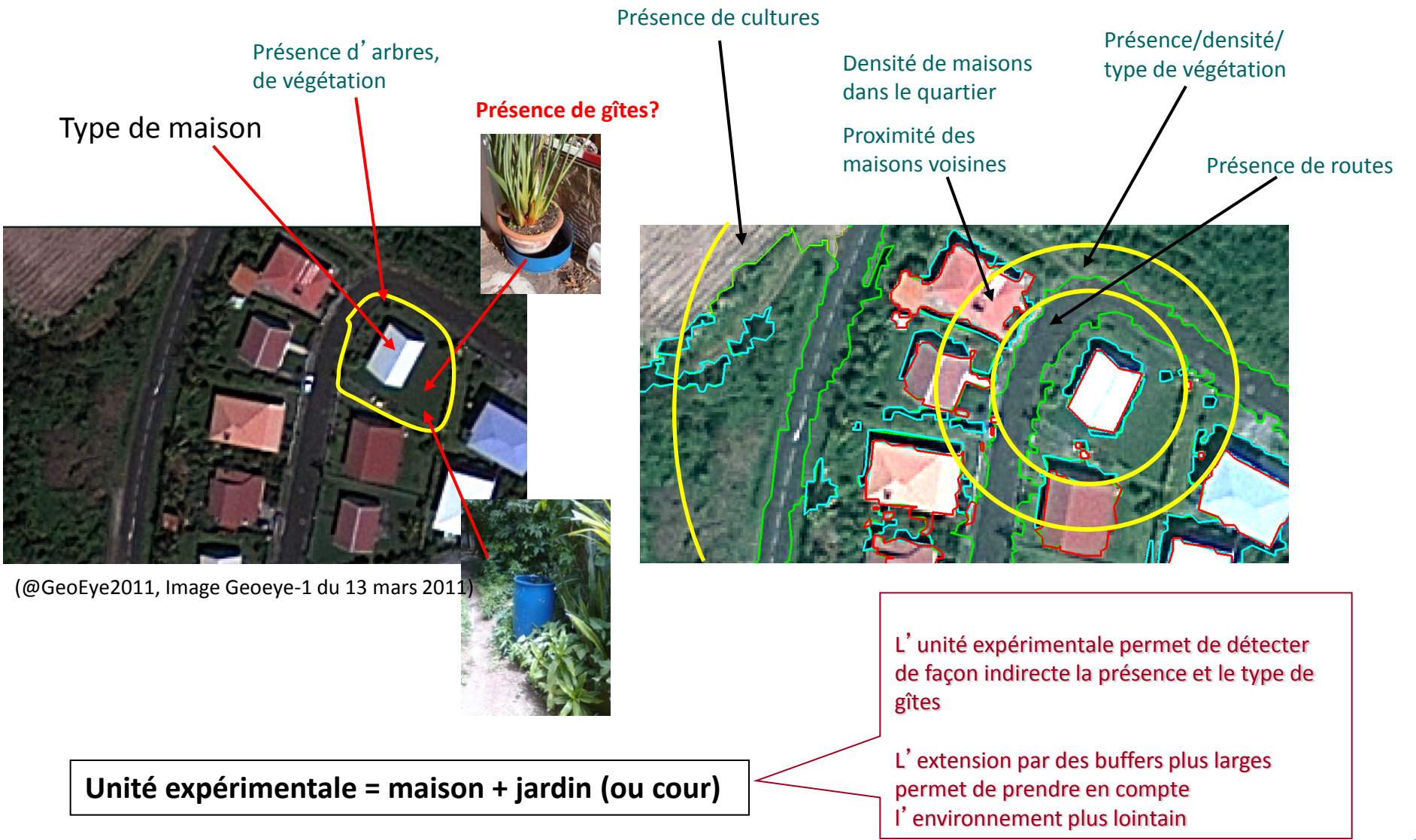
Projet lancé en 2011 en collaboration avec le laboratoire d'Aérodologie de l'Observatoire de Midi-Pyrénées, le service de démoustication- lutte antivectorielle de La Martinique ARS/Conseil Général Martinique, Météo-France, et le CNES.

Projet financé par Sanofi Pasteur

Carte d'occupation du sol – Tartane - 2011



L'unité expérimentale : maison + cour / jardin



Étape 1- détection des gîtes en eau

Surface de sol peu végétalisé dans la parcelle autour de la maison

Surface de pelouse dans un buffer de 50 m autour de la maison

Cumul des pluies dans les 4 jours précédant la visite domiciliaire

Étape 2- détection des larves dans les gîtes en eau

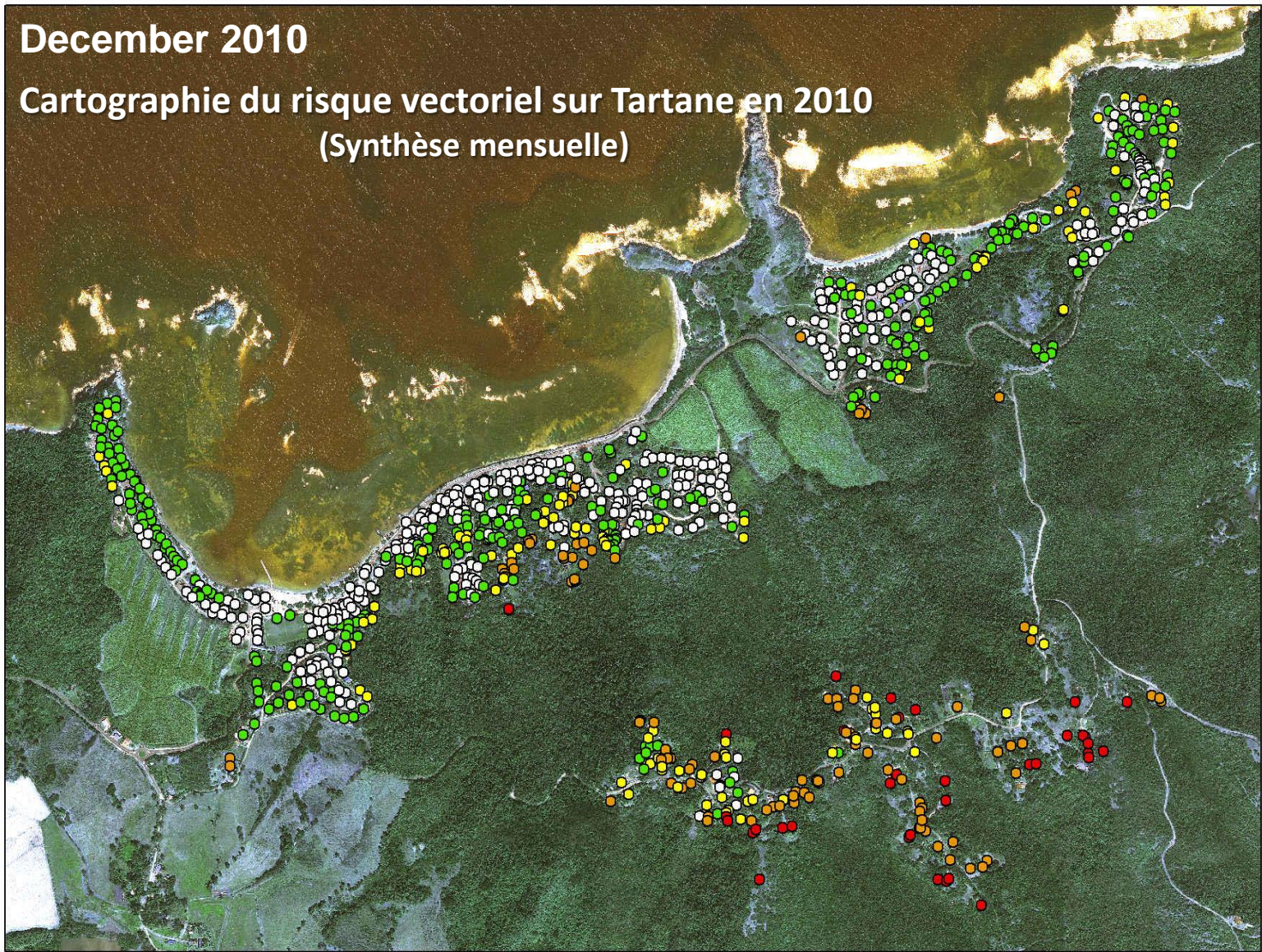
Surface de routes et goudron dans un buffer de 50 m autour de la maison

Humidité maximum dans les 5 jours précédant la visite domiciliaire

Variables explicatives
positivement associées en vert
négativement associées in rouge

December 2010

Cartographie du risque vectoriel sur Tartane en 2010 (Synthèse mensuelle)



Monthly number of days when houses were predicted as 'Aedes larvae-positive':

- 0 days
- 1 - 7 days
- 8 - 14 days
- 15 - 21 days
- 22 - 31 days



@GeoEye2011, Image Geoeye-1 du 13 mars 2011



SURVEILLANCE DES RISQUES EPIDEMIQUES

APPLICATION POTENTIELLE AU SUIVI DU CHOLÉRA

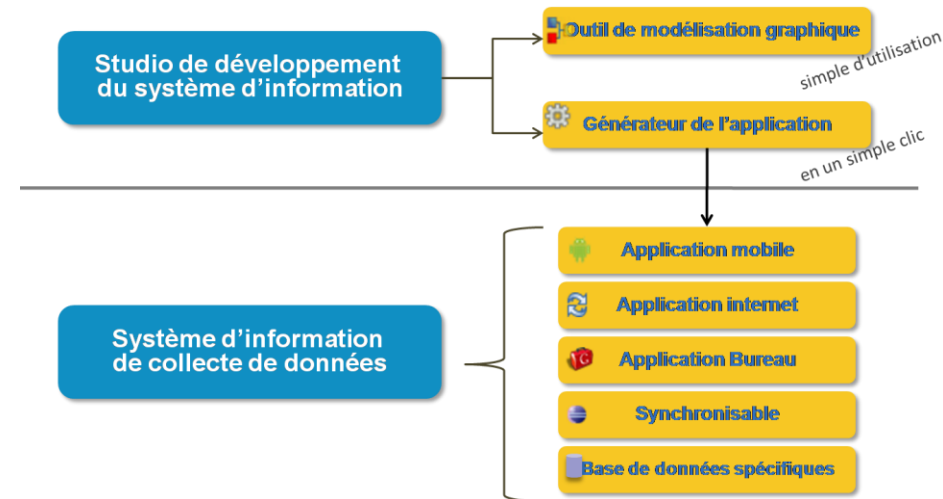
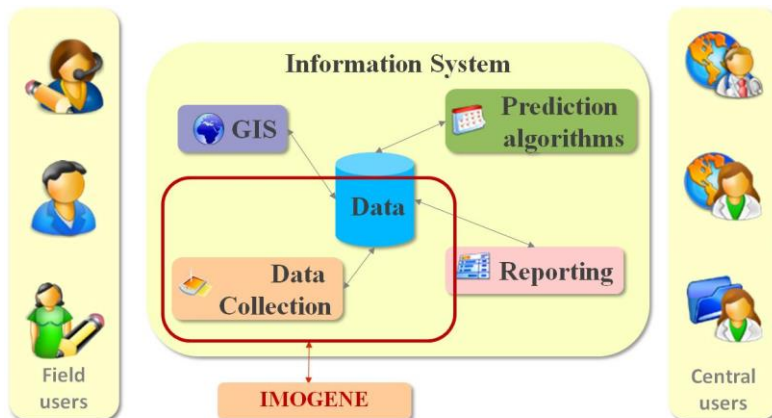
CONTEXTE

- **Importance de la surveillance épidémiologique pour une détection précoce des risques d'émergence de maladies infectieuses**
- **Disponibilité des technologies et contributions possibles du spatial, complémentaire aux données satellites**
- ◆ **Briques logicielles libres pour la surveillance électronique de la santé**
 - Editeur « Imogene » de collecte de données déployable dans le cadre de transferts de technologies – Utilisé pour le projet « SAFE Haïti » en 2011 - 2012
- ◆ **Technologies de détection microbiologiques de terrain**
 - Technologie de détection microbiologique de Biomérieux testé pour mesurer la qualité de l'eau sur l'ISS (AQUAPAD) – Testé en Haïti pour la détection du vibron cholérique en 2015

SURVEILLANCE DES RISQUES EPIDEMIQUES

EDITEUR D'APPLICATIONS IMOGENE

- Développement et déploiement facile et rapide de Systèmes d'Information de collecte de données
(<http://code.google.com/p/imogene/wiki/ImogenePresentationVideo>)
- Principe de modélisation/génération et présence d'un éditeur graphique de modèle
- Déployable sur tous types de terminaux
- Ses atouts :
 - Rapidité de développement
 - Flexibilité
 - Mode connecté /déconnecté
 - Accès en situation de mobilité
 - Interopérabilité
 - Sécurisation des données



IMOGENE est disponible
en Open Source.

<http://imogene.googlecode.com>

APPLICATION “SAFE HAÏTI” POUR LA SURVEILLANCE SYNDROMIQUE DANS LES ECOLES

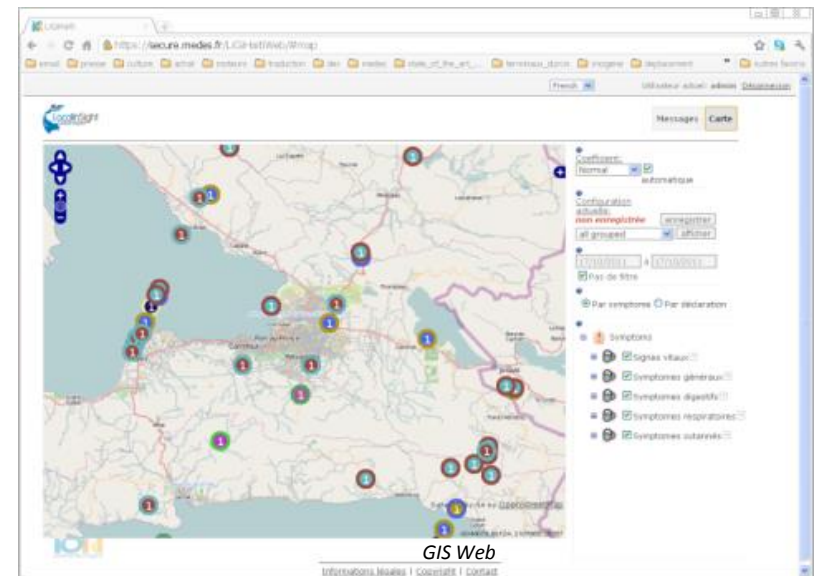
- **Projet de démonstration technologique réalisé en 2011- 2012**
- **Surveillance syndromique faite à partir de smartphones par des enseignants et transmise par SMS**
- **Collection dans une dizaine d'écoles pendant 3 mois – plus de 4000 cas déclarés**
- **Résultats positifs, au plan technique et d'acceptabilité, mais pas de déploiement opérationnel**

SURVEILLANCE DES RISQUES EPIDEMIQUES

EDITEUR D'APPLICATIONS IMOGENE / SAFE-Haïti

SYSTÈME D'INFORMATION

Consultation des formulaires sur site web



Saisie sur Smartphone



SURVEILLANCE DES RISQUES EPIDEMIQUES

EDITEUR D'APPLICATIONS IMOGENE / SAFE-Haïti

Messages entrants

Déclarations

[Patient](#)

[Déclaration de symptômes](#)

Réactions

[Rapport d'un centre de soins](#)

Autres


[Contact](#)

[Centre de soins](#)

[Messages reçus](#)

[Messages envoyés](#)

Patient

 Patient : PE19071964 Femme

 Déclaration de symptômes : PE19071964 Femme 29/08/2011

[Pdf](#) [Fermer](#)



Identifiant unique 70aaa9a4-dcc1-42b4-ac3b-abb4e5effc76.
Dernière modification le 29/08/2011 par 0033678664038.
Créé le 29/08/2011 par 0033678664038.


[Commentaire ...](#)

[Conduite à tenir ...](#)

Patient

Date

 Patient 

Géo-position 

Marqueurs

Marqueurs

Valeurs issues des marqueurs

Mal de dos ☐ Oui ☒ Non ☐ Nsp

Maux de ventre ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

Maux de tête ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

Douleurs thoraciques ☐ Oui ☒ Non ☐ Nsp

Plaie infectée ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

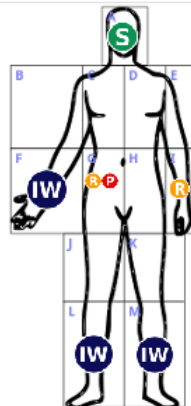
Eruption cutanée ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

Peau marbrée ☐ Oui ☒ Non ☐ Nsp

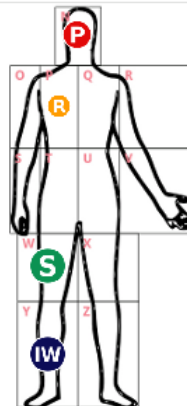
Douleurs ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

Gonflements ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

Face



Back



Symptômes

Fièvre ☐ Oui ☐ Non ☒ Nsp

Température en hausse ☐ Oui ☐ Non ☒ Nsp

Pouls > 90 ☐ Oui ☐ Non ☒ Nsp

Fréquence respiratoire ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

→ Durée (fréquence respiratoire)

Diarrée ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

→ Durée (diarrée)

Vomissements ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

→ Durée (vomissements)

Rougeurs ☐ Oui ☐ Non ☒ Nsp

Saignements ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

→ Durée (saignements)

Confusion ☐ Oui ☐ Non ☒ Nsp

Troubles respiratoire ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

→ Durée (troubles respiratoire)

Ecchymoses ☐ Oui ☐ Non ☒ Nsp

Toux ☐ Oui ☐ Non ☒ Nsp

Perte d'appétit ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

→ Durée (perte d'appétit)

Fatigue ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

→ Durée (fatigue)

Douleurs musculaires ☒ Oui ☐ Non ☐ Nsp

→ Durée (douleurs musculaires)



SAFE-HAITI
FORMULAIRE «PATIENT»



SURVEILLANCE DES RISQUES EPIDEMIQUES

Détection microbiologique de terrain (AQUAPAD)

- Evaluation par le CNES lors du vol de l'astronaute Thomas Pesquet en 2016/17 d'un nouveau dispositif d'analyse de la contamination bactérienne de l'eau, réalisé par BioMérieux.

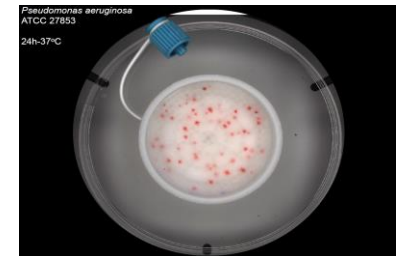


- Une solution :

- basée sur un support papier "intelligent", pour remplacer les dispositifs classiques de culture bactérienne
- Simple, **robuste** et sécurisée
- Facile d'utilisation pour un non-microbiologiste
- Longue durée de conservation à température ambiante
- Déclinable pour différents fluides (eau, sang, urine, ...)



Water Test PAD avant réhydratation



Water Test PAD après contamination

- Applications envisageables :

- Analyses bactériologiques sur le terrain
- Analyse de la contamination de l'eau

Un milieu de culture sec

- Réhydraté avec 1mL d'eau
- Incubé à température ambiante pendant 48h
- Un point rouge = 1 colonie bactérienne

SURVEILLANCE DES RISQUES EPIDEMIQUES

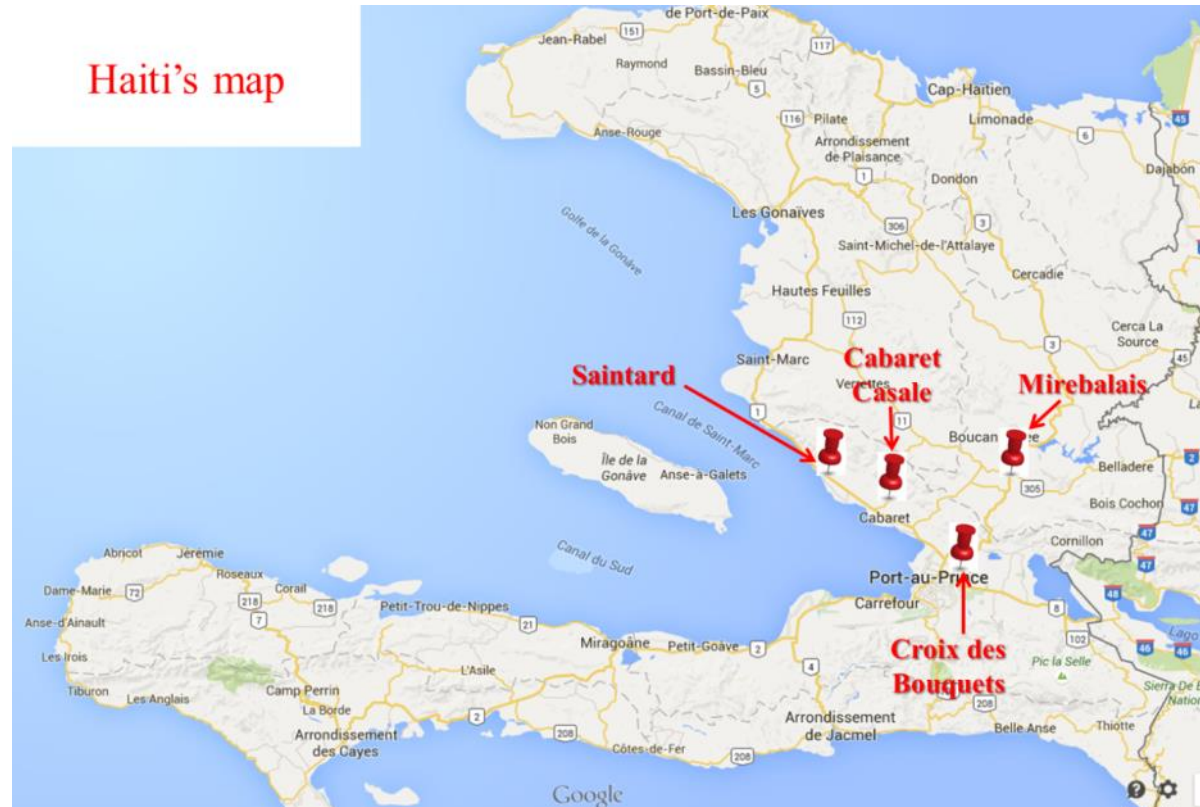
Détection microbiologique de terrain (AQUAPAD)

Projet 2015 Haiti

Zones d'échantillonnage

- 180 échantillons d'eau
- 5 catégories différentes d'eau : source , rivière, canal, mer, pompage manuel
- Résultats positifs (publiés)

Haiti's map



Foundation
VEOLIA



PAH
Les Pharmaciens Humanitaires

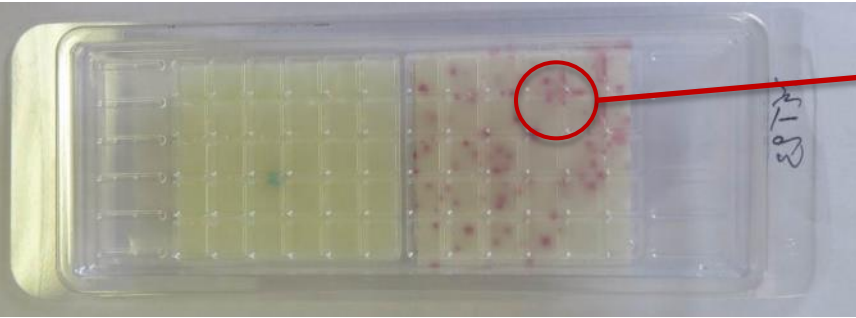


Haïti, June 2015

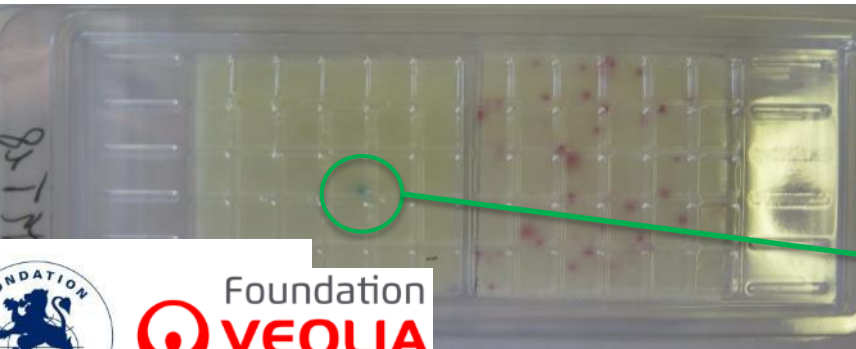
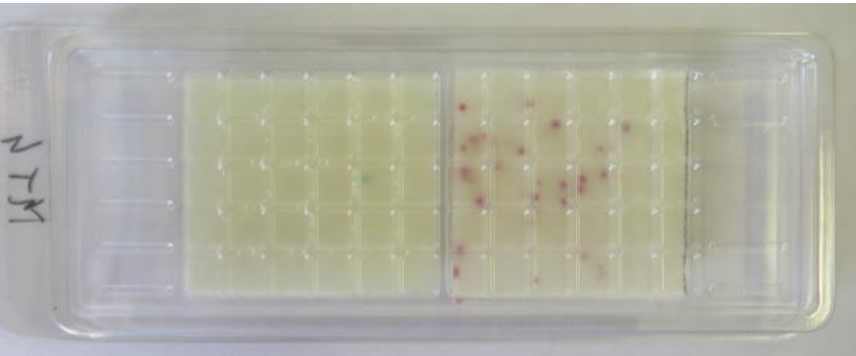
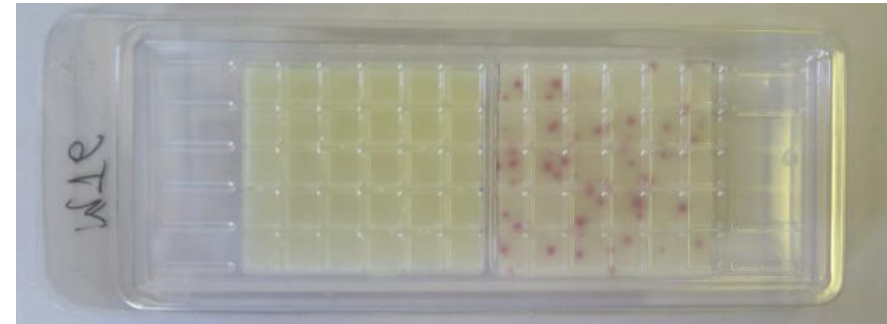


SURVEILLANCE DES RISQUES EPIDEMIQUES

Détection microbiologique de terrain (AQUAPAD)



Colonie rouge = *Escherichia coli*



Colonie verte = *Vibrio cholerae*



Résultats

**MERCI POUR VOTRE ATTENTION
PLACE À LA DISCUSSION**

Quels besoins en :

Santé (maladies à transmission vectorielle,
risques épidémiques : cholera ?)

Déplacement de population

Habitats ruraux



- **Thématique:**
- **Problématique (énoncé du problème):**
- **Produit(s):**
- **Fréquence:**
- **Utilisateurs:**
- **Générateur du produit (partenaire technique): (si connu)**
- **Critère de succès:**

