

# Modélisation dynamique du milieu d'*Aedes aegypti*, vecteur de la dengue à Delhi (Inde) et Bangkok (Thaïlande)

MISSLIN Renaud<sup>1</sup>, DAUDÉ Éric<sup>1,2</sup>, VAGUET Alain<sup>1</sup>, VAGUET Yvette<sup>1</sup>

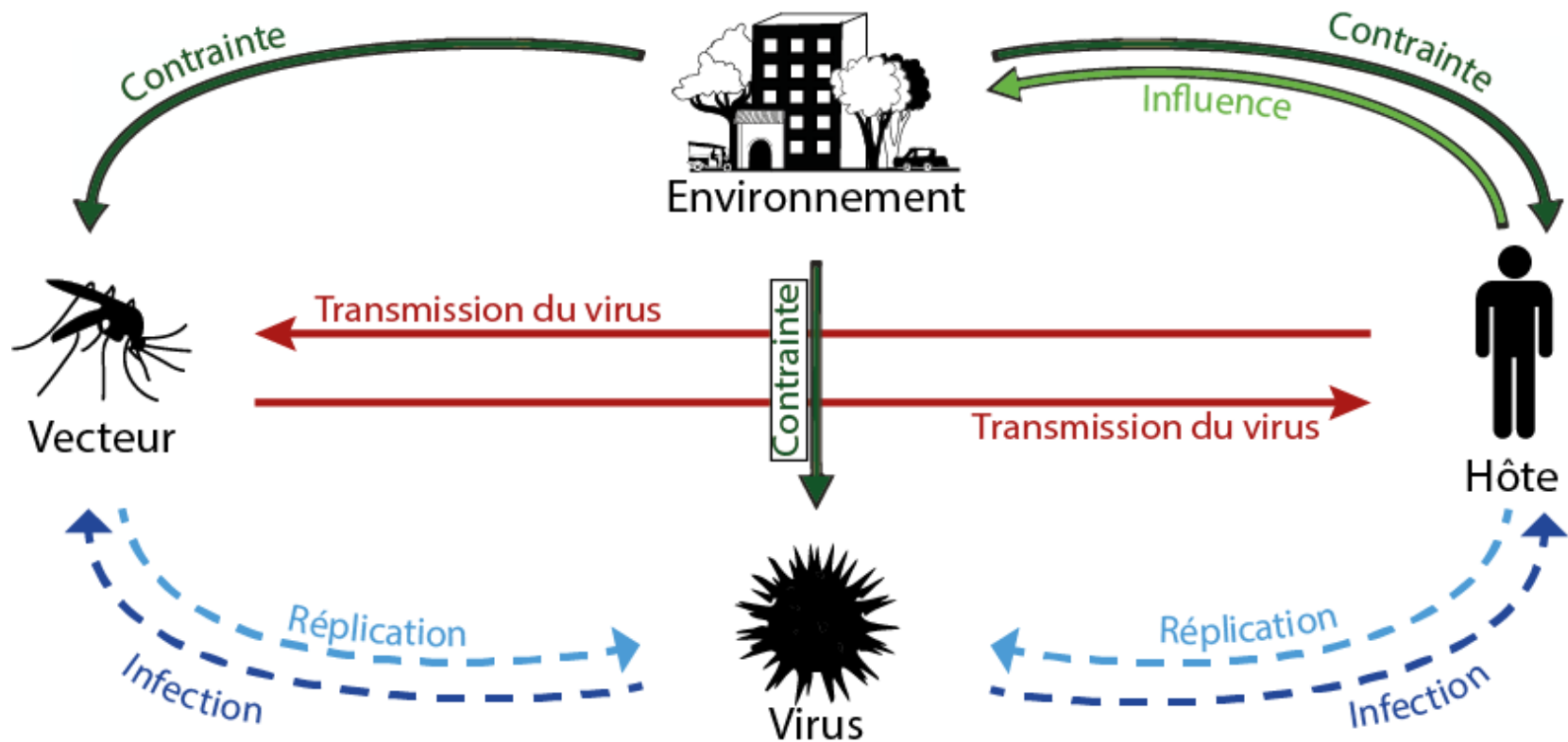
<sup>1</sup> Université de Rouen, UMR CNRS IDEES, Rouen, FRANCE

<sup>2</sup> UMIFRE CNRS-MAE, Centre des Sciences Humaines, Delhi, INDE



# LA DENGUE : ENJEUX D'UNE MALADIE COMPLEXE

- Enjeux sanitaires et difficultés de lutte
- Le système pathogène de la dengue

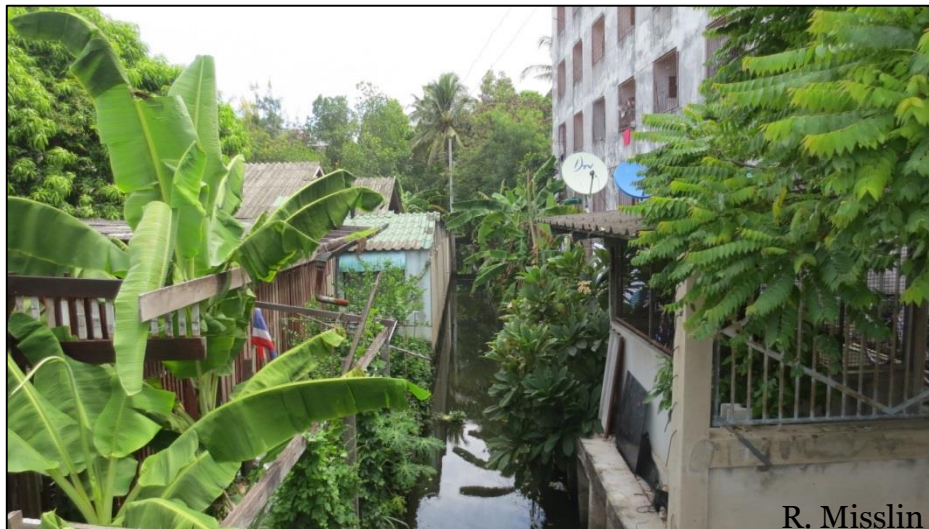


=> SYSTÈME PATHOGÈNE DENGUIEN COMPLEXE

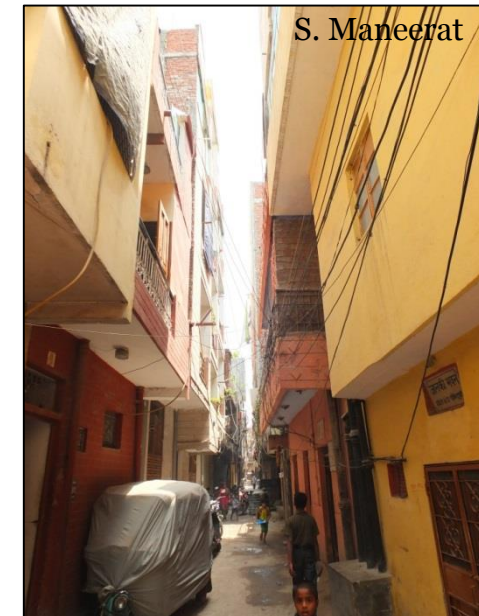
# OBJECTIFS PRINCIPAUX

- Modéliser l'environnement du vecteur (*Aedes aegypti*) au niveau de la ville
- Modèle : collecte automatique de données, spatialement explicite, dynamique, transposable
- Application à Delhi (Inde) et à Bangkok (Thaïlande)

Bangkok

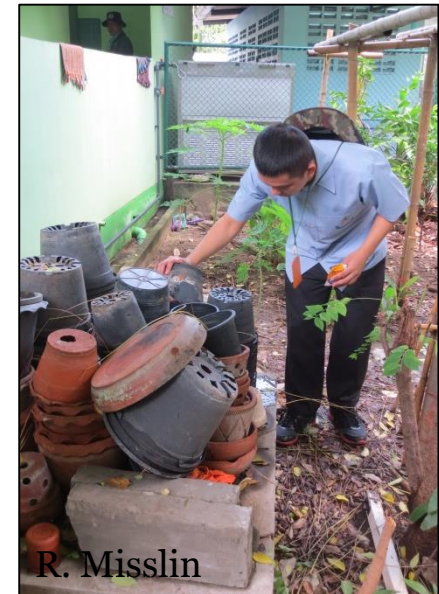


Delhi



# DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX CONNUS

- Facteurs humains
  - Facteurs physiques
  - Facteurs climatiques
- Des modèles non transposables



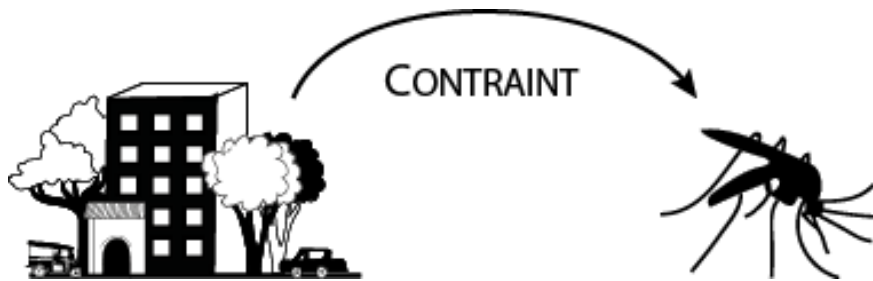
R. Misslin

Les effets de la végétation sur la présence d'*Ae. Aegypti* ou de la dengue

Auteur, année	Ville	Pays	Zone d'étude	Var. endogène	Corr. mesurée
Nakhapakorn, 2005	-	Thaïlande	Région	Cas dengue	-
Peterson, 2005	-	Mexique	Région	<i>Ae. Aegypti</i>	-
Rey, 2006	-	USA (Floride)	County	<i>Ae. Aegypti</i>	-
Troyo, 2009	Puntarenas	Costa Rica	Ville	Cas dengue	+ & -
Walker, 2011	Tucson	USA	Ville	<i>Ae. Aegypti</i>	NS
Landau, 2012	Tucson	USA	Ville	<i>Ae. Aegypti</i>	NS & +
Li, 2013	Guangzhou	Chine	Ville	<i>Ae. Aegypti</i>	+
Vezzani, 2005	Buenos Aires	Argentine	Microlocale	<i>Ae. Aegypti</i>	+

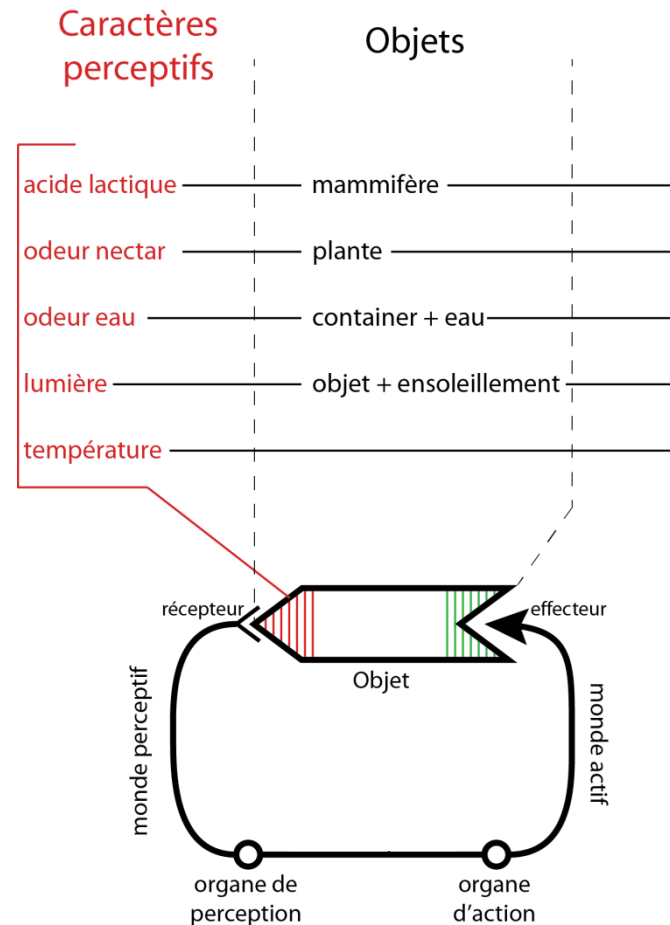
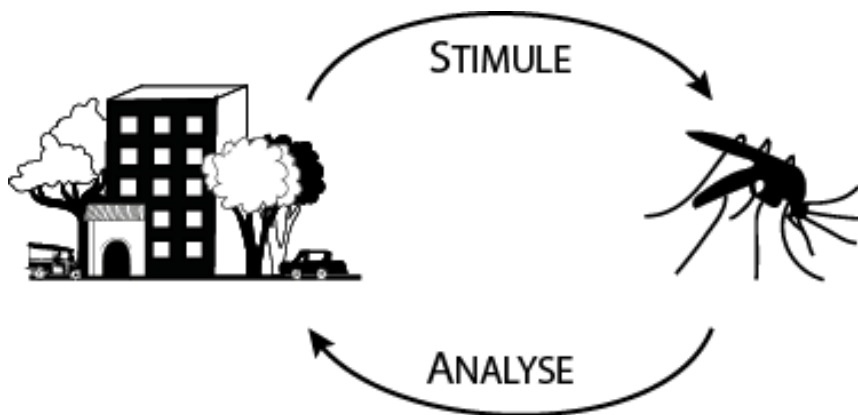
# LE MONDE SELON *Aedes aegypti*

- Relation basée sur l'occurrence :

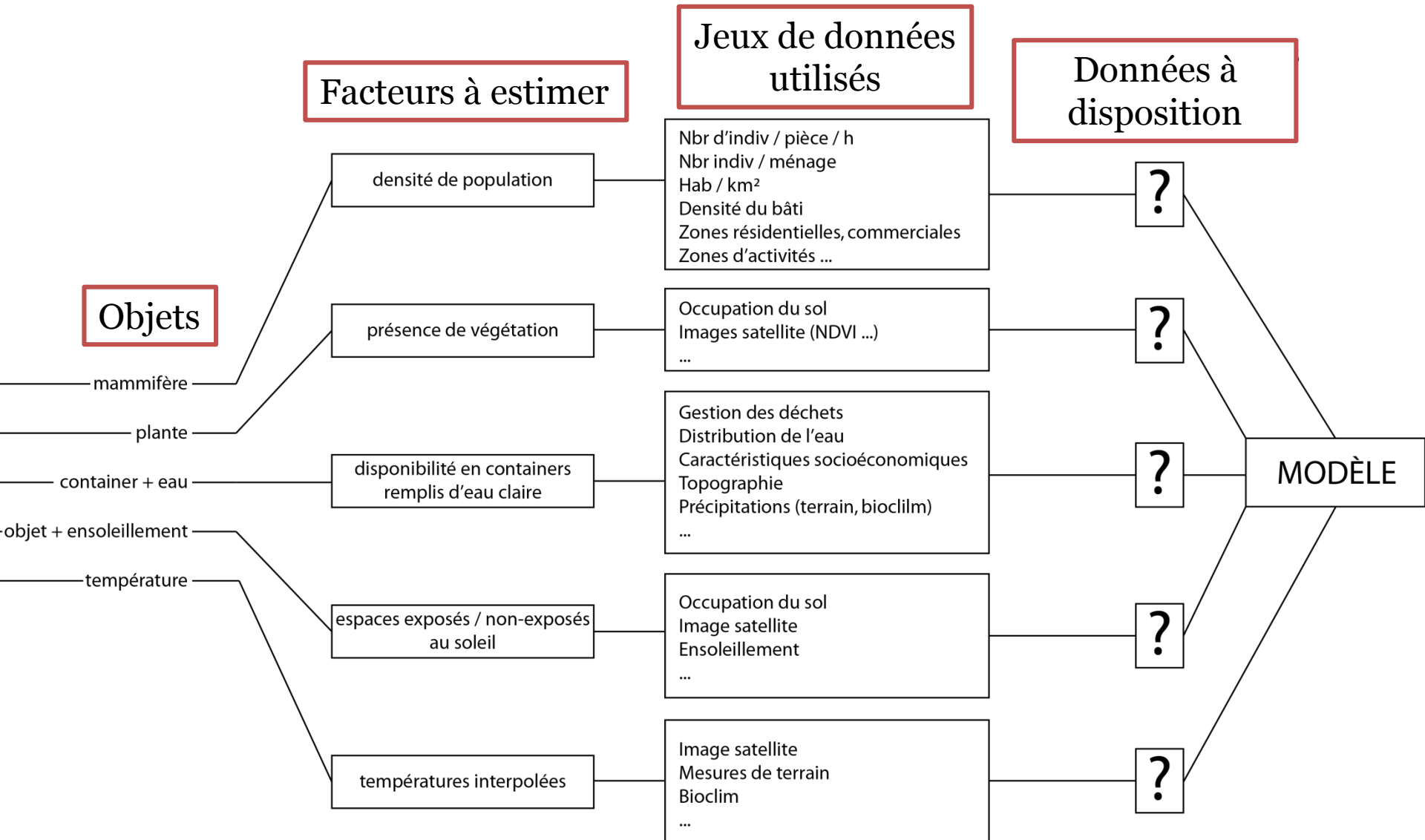


→ L'espace vécu d'*Aedes aegypti*

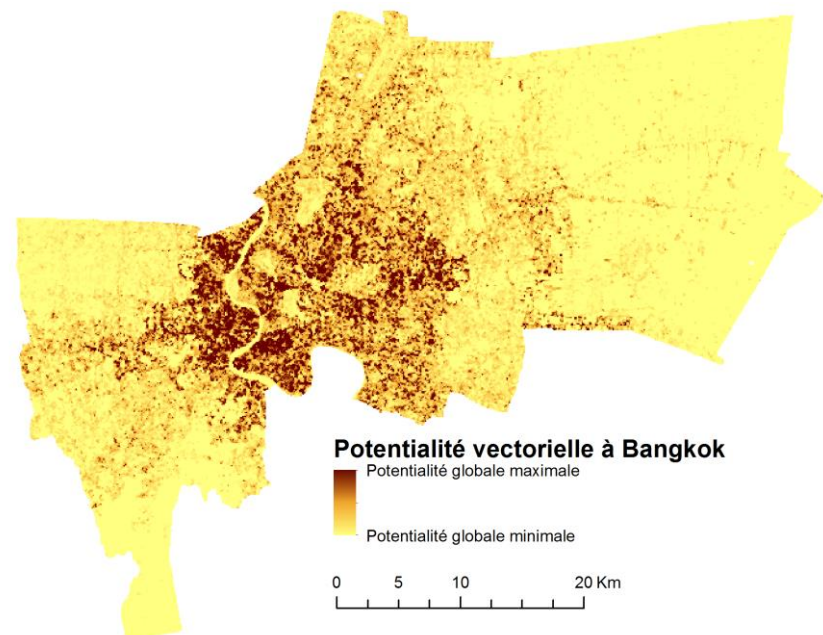
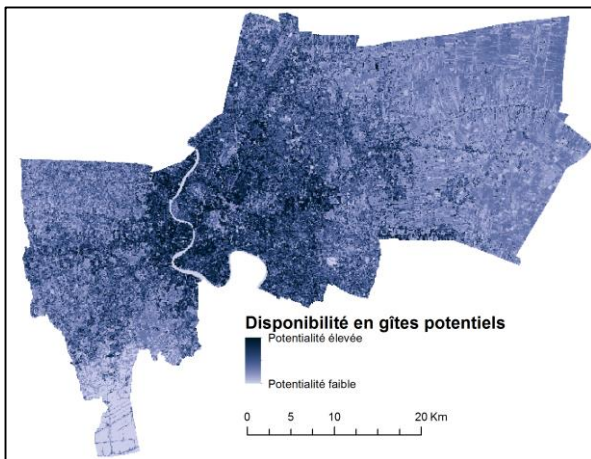
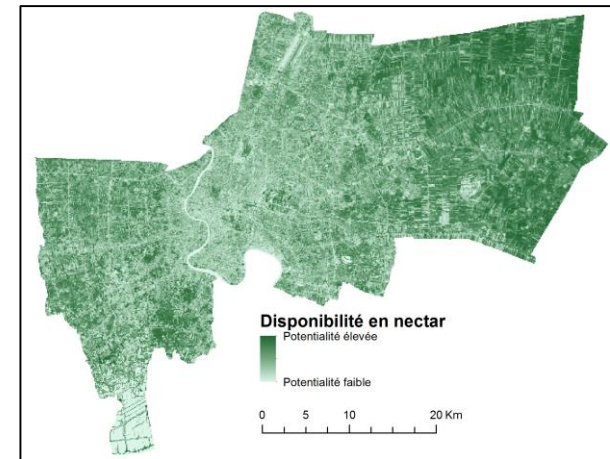
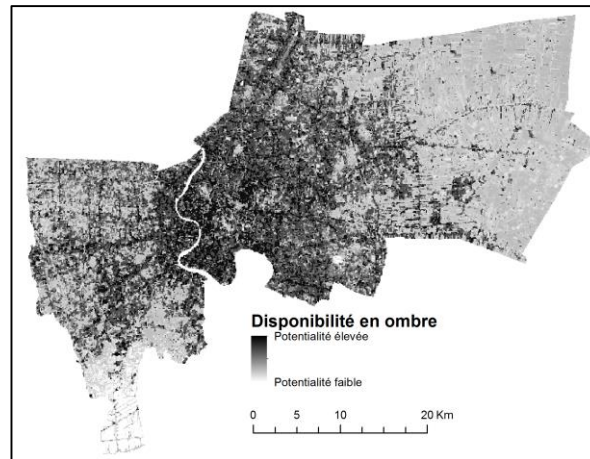
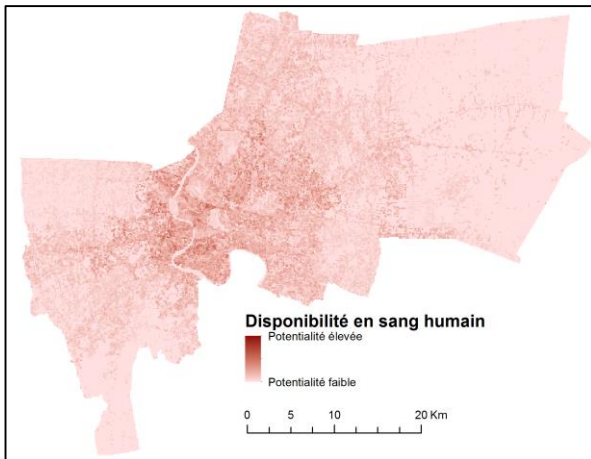
- Environnement basé sur les ressources :



# ENVIRONNEMENT BASÉ SUR LES RESSOURCES



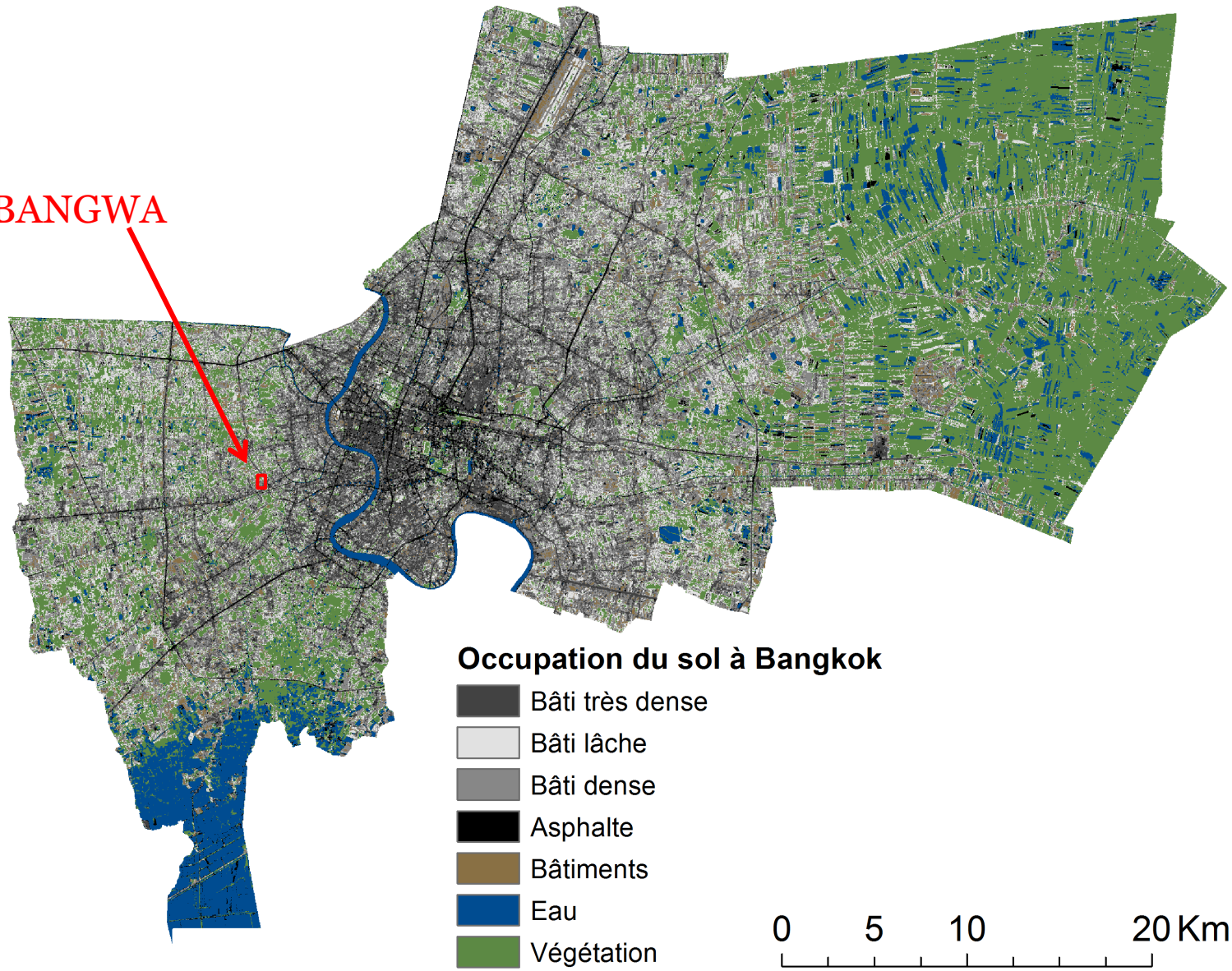
# LA POTENTIALITÉ VECTORIELLE DANS LA VILLE



→ Environnement synthétique pour la modélisation agent

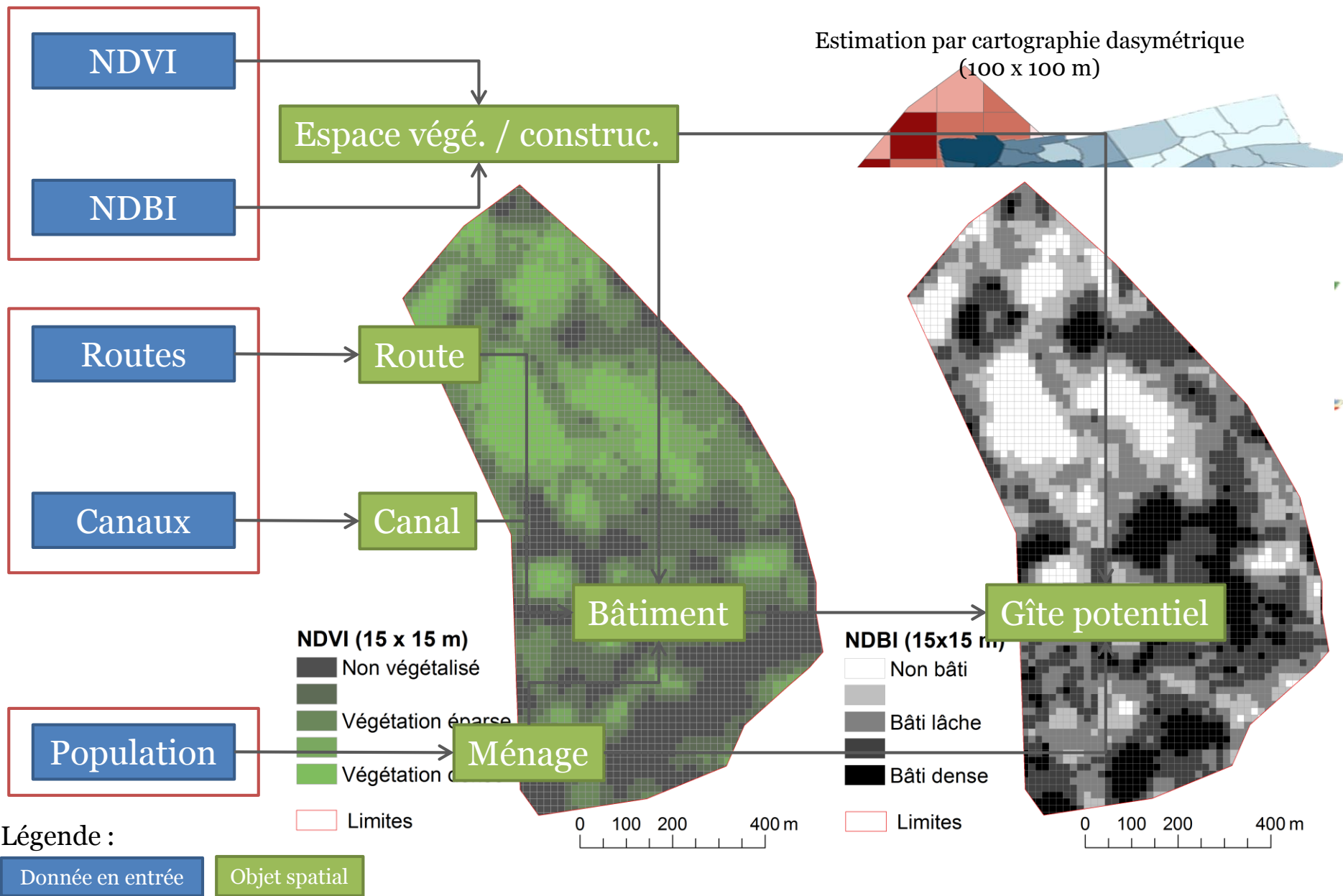
# LOCALISATION DE LA ZONE TEST

**BANGWA**



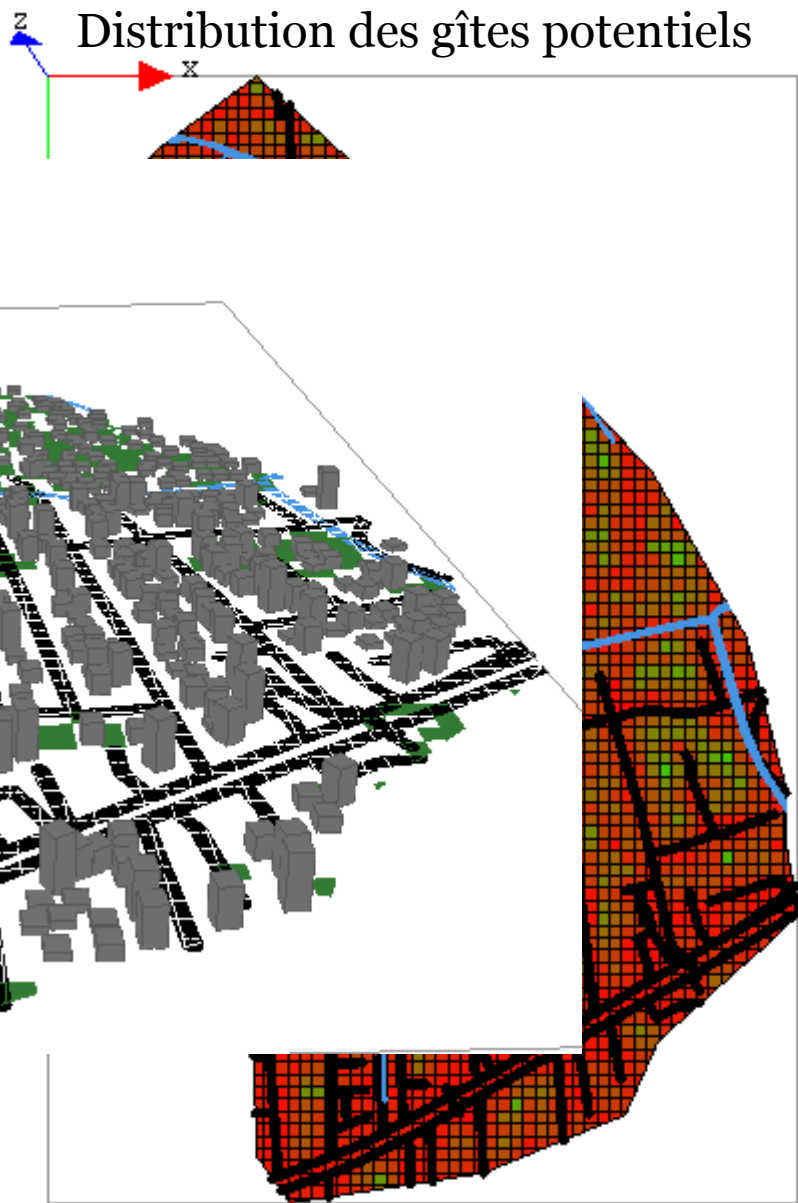


# CONCEPTION D'UN ENVIRONNEMENT SYNTHÉTIQUE

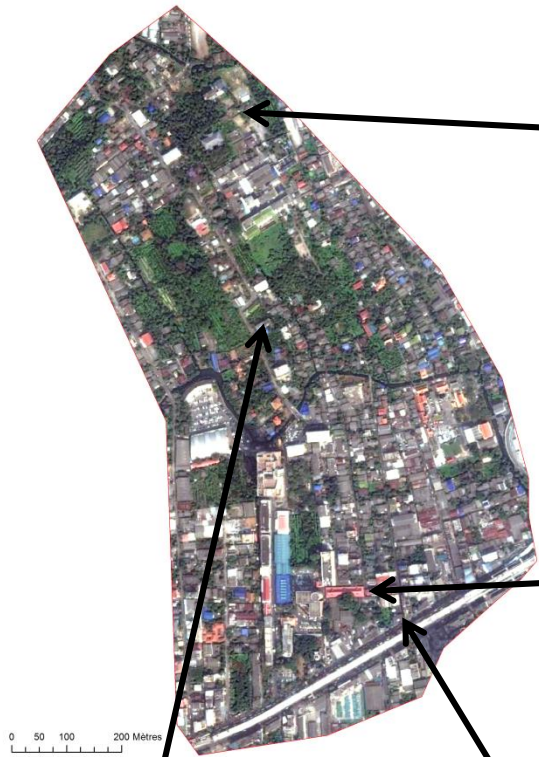
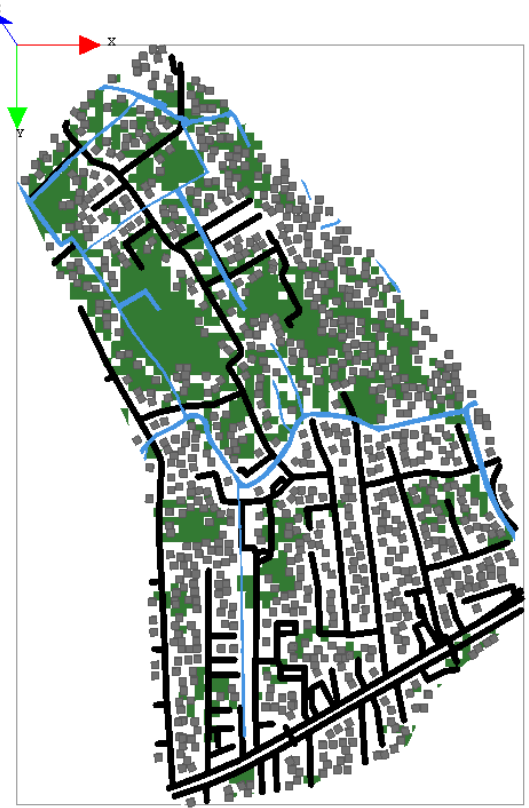


# GÉNÉRER UN ENVIRONNEMENT SYNTHÉTIQUE

→ GAMA



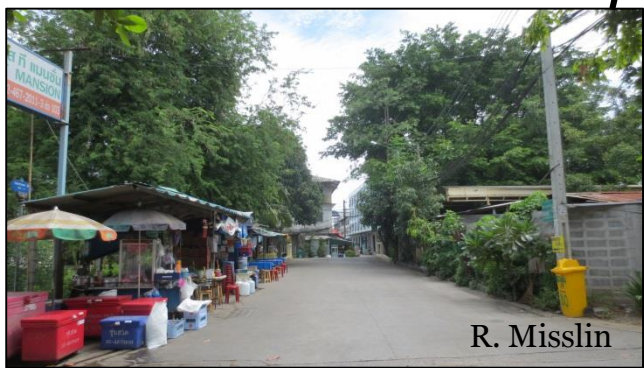
# VALIDATION DE L'ENVIRONNEMENT CRÉÉ



R. Misslin



R. Misslin

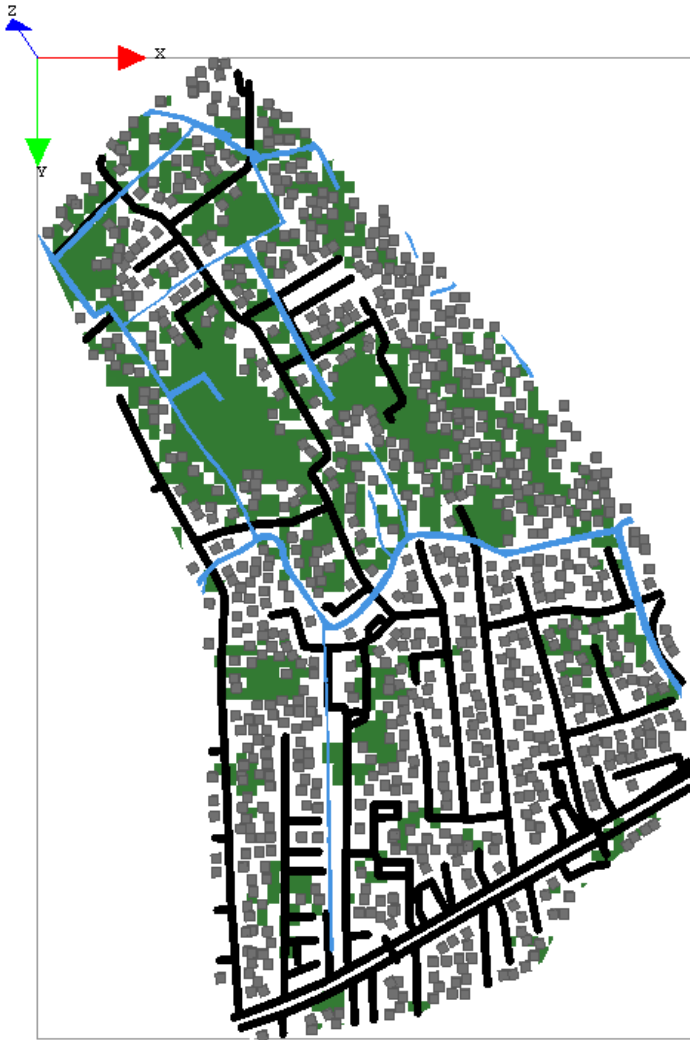


R. Misslin



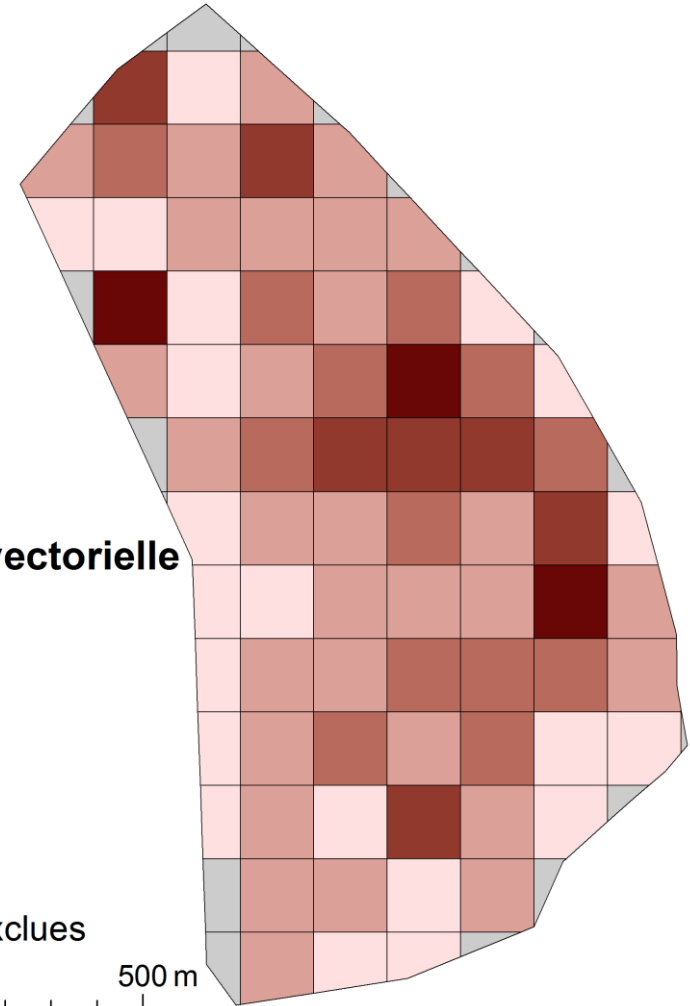
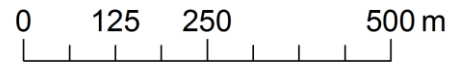
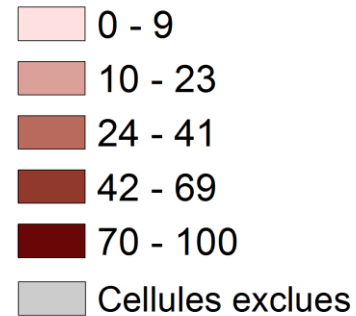
R. Misslin

# POTENTIALITÉ VECTORIELLE RELATIVE



## Potentialité vectorielle

(sur 100)



# PERSPECTIVES DE SIMULATION

- Vers un environnement synthétique et dynamique
- Étude et modélisation microclimatologique (juin – sept. 2015)

Micro-thermomètre



Piège à moustiques



- Couplage avec le modèle moustique (S. Maneerat, ThéoQuant 2015)
- Changement d'échelle géographique : quels choix d'agrégation ?
- Test de transposabilité du modèle (Delhi)
- Laboratoire virtuel

# Merci pour votre attention

## Partenaires :

Cebeillac Alexandre  
Daudé Eric  
Lefebvre Bertrand  
Maneerat Somsakun  
Misslin Renaud  
Taillandier Patrick  
Telle Olivier  
Vaguet Alain  
Vaguet Yvette



[renaud.misslin@gmail.com](mailto:renaud.misslin@gmail.com)



This research was funded by the EU project DENFREE: Dengue Research Framework for Resisting Epidemics in Europe (grant agreement: 282 378), funded by the European Commission's Seventh Framework Research Programme and by the French project AEDESS: Analyse de l'Émergence de la Dengue Et Simulation Spatiale, funded by the Agence Nationale de la Recherche, ANR 10 CEPL 004-01.

# POTENTIALITÉ VECTORIELLE DANS LA VILLE (méthode)

- Disponibilité en sang humain**

Cartographie dasymétrique

(données recensement + occupation du sol + t°)

Avec températures :  $Pop\ est_t = Coef_t * Aire_t + Coef_{temp} * \sum Temp_t$

Var. endogène	Population (nb d'habitants)
Nb d'individus	160
R²	0,891
R² ajusté	0,888
Erreur type	16767,5
p-value	10 <sup>e-6</sup>

- Disponibilité en nectar**

NDVI > 0

$$NDVI = \frac{PIR - Rouge}{PIR + Rouge}$$

- Disponibilité en gîtes potentiels (C)**

Score basé sur le nombre de ménages estimé (M) et NDVI (V)

$$C = M * 2 + V$$

- Disponibilité en zone de repos**

Score basé sur le type de bâti (B) et le NDVI (V)

$$REP = REP_V + REP_B$$

Type de bâti	Coefficient
Bâti / asphalte	0,3
Bâti lâche	0,5
Bâti dense	0,7
Bâti très dense	0,9
Bâtiment	1

- Températures**

Estimation bande thermique (Bande 10) Landsat 8

et occupation du sol + corrections atmosphériques et émissivité

# POTENTIALITÉ VECTORIELLE MICRO (méthode)

- **Disponibilité en sang humain (SANG)**

Cartographie dasymétrique

(données recensement + occupation du sol + t°)

Avec températures :  $Pop\ est_t = Coef_t * Aire_t + Coef_{temp} * \sum Temp_t$

Var. endogène	Population (nb d'habitants)
Nb d'individus	160
R <sup>2</sup>	0,891
R <sup>2</sup> ajusté	0,888
Erreur type	16767,5
p-value	10 <sup>e-6</sup>

- **Disponibilité en nectar (NEC)**

$NEC_{ind} = NDVI / NDVI_{max}$

$$NDVI = \frac{PIR - Rouge}{PIR + Rouge}$$

- **Disponibilité en gîtes potentiels (CONT)**

$C = nb\ containers / nb\ containers_{max}$

- **Disponibilité en zone de repos (REP)**

Score basé sur le type de bâti (B) et le NDVI (V)

$REP = 0,3 \cdot (REP_V) + (REP_B) \cdot 0,7$

$$REP_V = \frac{NDVI}{NDVI_{max}}$$

$$REP_B = \frac{nb\ batiments}{nb\ batiments_{max}}$$

- **Potentialité vectorielle micro**

→ SANG · NEC · CONT · REP



# CARTOGRAPHIE DASYMÉTRIQUE (méthode)

