

# Etude du risque vectoriel lié à la végétalisation des villes en Occitanie : état des lieux des connaissances et méthodologie

Atelier THEIA : Télédétection pour l'étude du milieu urbain

C. Bartholomé<sup>1</sup>, M. Mercat<sup>1</sup>, E. Bouhsira<sup>2</sup>, T. Catry<sup>3</sup>, N. Moiroux<sup>1</sup> and F. Fournet<sup>1</sup>



Montpellier



*Aedes albopictus*

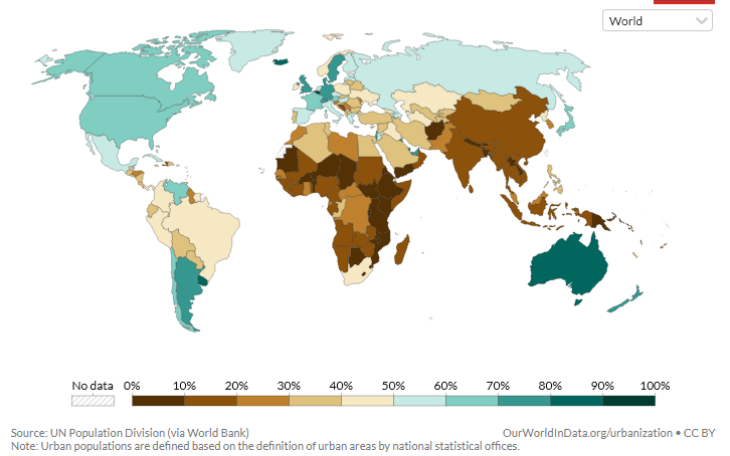
<sup>1</sup> UMR MIVEGEC, Université de Montpellier, IRD, CNRS

<sup>2</sup> UMR ENVT-INRAE InTheRes, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

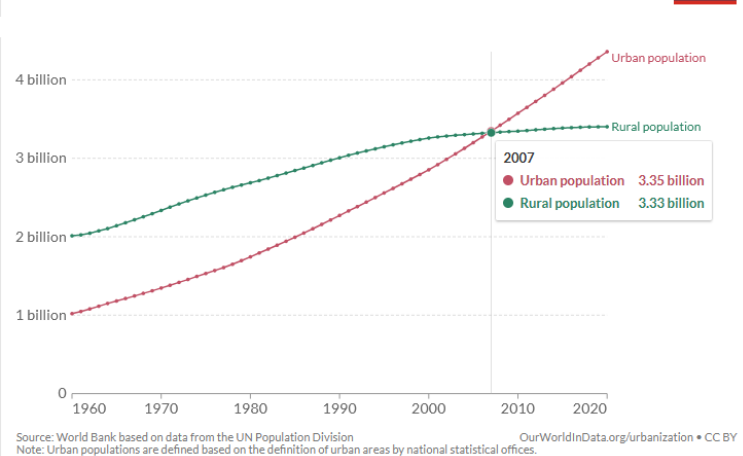
<sup>3</sup> UMR ESPACE-DEV, IRD, Université de Montpellier

❖ Une urbanisation croissante et inégale...

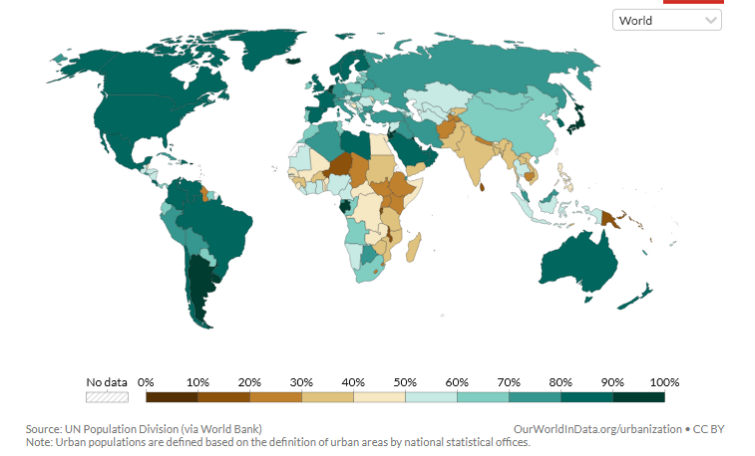
Share of people living in urban areas, 1960



Number of people living in urban and rural areas, World

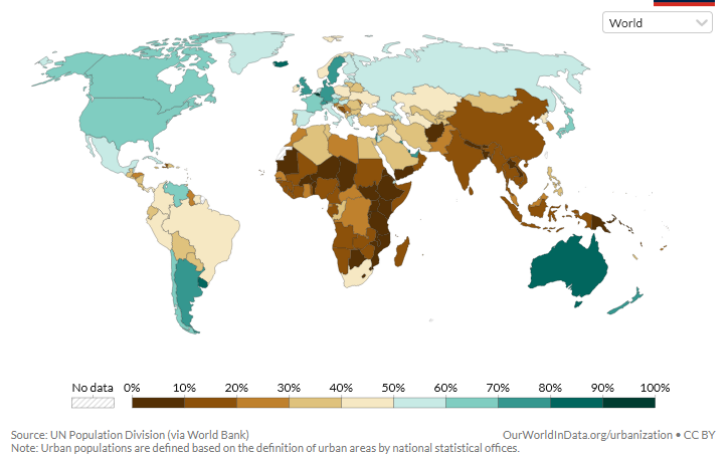


Share of people living in urban areas, 2020

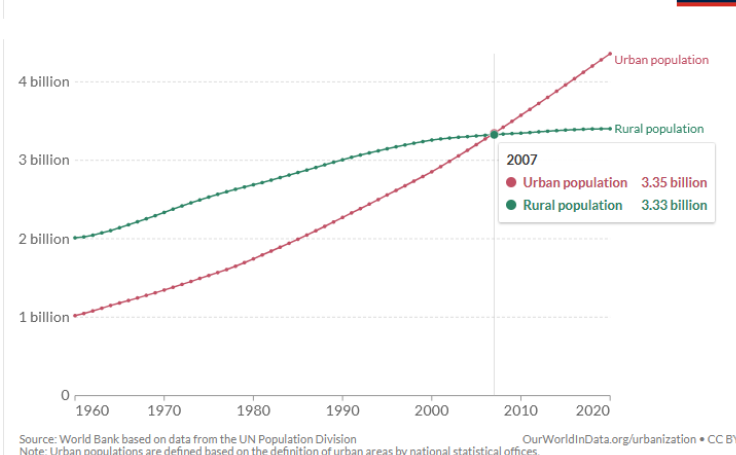


## ❖ Une urbanisation croissante et inégale...

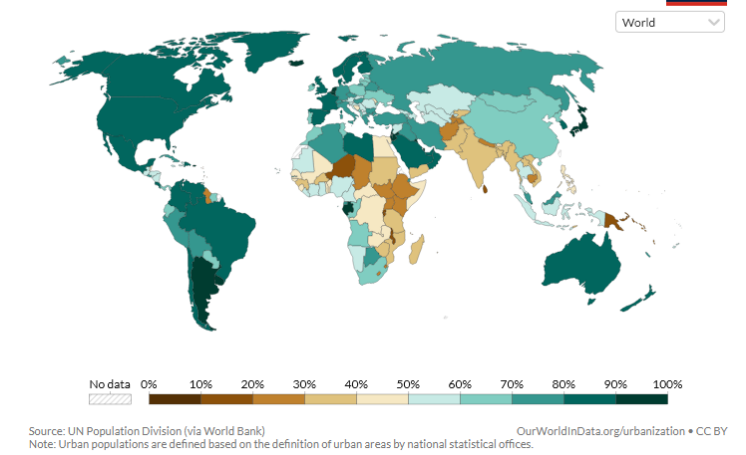
Share of people living in urban areas, 1960



Number of people living in urban and rural areas, World



Share of people living in urban areas, 2020



## ❖ ...avec des conséquences sur la santé et sur l'environnement.

## ■ PROFESSIONAL ISSUES

## Urbanisation and health

Richard Godfrey and Marlene Julien

> *Sci Total Environ.* 2018 May 15;624:1561-1576. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.143.  
Epub 2017 Dec 28.

### Detecting the response of bird communities and biodiversity to habitat loss and fragmentation due to urbanization

Xi Xu <sup>1</sup>, Yujing Xie <sup>2</sup>, Ke Qi <sup>3</sup>, Zukui Luo <sup>4</sup>, Xiangrong Wang <sup>5</sup>

> *Environ Sci Pollut Res Int.* 2019 Oct;26(30):30808-30825. doi: 10.1007/s11356-019-06273-w.  
Epub 2019 Aug 23.

### Investigating the urbanization process and its impact on vegetation change and urban heat island in Wuhan, China

Xuan Gui <sup>1</sup>, Lunche Wang <sup>2</sup>, Rui Yao <sup>1</sup>, Deqing Yu <sup>3</sup>, Chang'an Li <sup>1</sup>

## ❖ La végétalisation comme solution...

Editorial

> [Sci Total Environ. 2022 Apr 15;817:153032. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.153032.](#)

Epub 2022 Jan 7.

## Greening the city: Thriving for biodiversity and sustainability

[Paulo Pereira](#)<sup>1</sup>, [Francesc Baró](#)<sup>2</sup>*Annual Review of Public Health*

## Green Infrastructure and Health

Mark J. Nieuwenhuijsen

*Int. J. Environ. Res. Public Health* **2013**, *10*, 4086-4103; doi:10.3390/ijerph10094086

## Green Space and Stress: Evidence from Cortisol Measures in Deprived Urban Communities

Jenny J. Roe<sup>1,\*</sup>, Catharine Ward Thompson<sup>2,†</sup>, Peter A. Aspinall<sup>1,†</sup>, Mark J. Brewer<sup>3,†</sup>, Elizabeth I. Duff<sup>3,†</sup>, David Miller<sup>4,†</sup>, Richard Mitchell<sup>5,†</sup> and Angela Clow<sup>6,†</sup>



❖ Mais des risques mal appréhendés... notamment le risque vectoriel.



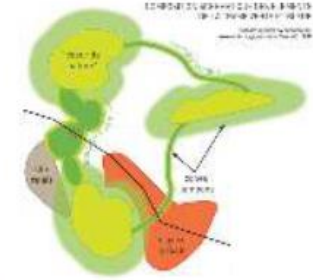
Parcs urbains



Plantes ornementales urbaines



Jardins partagés, maraichage



Trames vertes urbaines



Moustique tigre



Phlébotome (lièvre)



Insectes hémiptères



Insectes hémiptères (pucerons)



Tiques (mammifères)

Dengue, zika  
Chikungunya

Leishmaniose

Virus et bactéries de plantes (*Xylella fastidiosa*)

Virus de tomates, poivrons, pommes de terre

Maladies à tiques (Lyme, encéphalites, fièvres hémorragiques)



## ❖ Epidémiologie en France et en Occitanie

Main characteristics of dengue virus transmission events in mainland France, 2022 (n = 9) (Cochet et al. 2022)

Place of transmission			Number of autochthonous cases	Identification of the primary case	Serotype	Date of symptoms onset	
City	Department	Region				Earliest	Latest
Perpignan	Pyrénées-Orientales <sup>a</sup>	Occitanie	1	No	DENV-3	12 June	NA
Fayence	Var	Paca	7	No	DENV-1	20 June	22 July
Andrest/ Rabastens-de-Bigorre	Hautes-Pyrénées <sup>a</sup>	Occitanie	4	Reunion Island, France	DENV-1	11 July	28 August
Saint-Jeannet/Gattières	Alpes-Maritimes	Paca	34	No	DENV-3	25 July	22 September
La Salvetat-Saint-Gilles	Haute-Garonne <sup>a</sup>	Occitanie	4	Democratic Republic of the Congo	DENV-3	14 August	20 August
Saint-Laurent-du-Var	Alpes-Maritimes	Paca	10	No	DENV-1	15 August	16 September
Montauban	Tarn-et-Garonne <sup>a</sup>	Occitanie	1	No	ND	30 August	NA
Toulouse	Haute-Garonne	Occitanie	2	No	DENV-3	15 September	21 September
Porto Vecchio region	Corse-du-Sud <sup>a</sup>	Corsica	2	No	DENV-3	20 September	20 September

DENV: dengue virus; NA: not applicable; ND: not determined; Paca: Provence-Alpes-Côte d'Azur.

<sup>a</sup> First historic autochthonous circulation of *Aedes-borne* virus in the department.

## ❖ Epidémiologie en France et en Occitanie

Main characteristics of dengue virus transmission events in mainland France, 2022 (n = 9) (Cochet et al. 2022)

Place of transmission			Number of autochthonous cases	Identification of the primary case	Serotype	Date of symptoms onset	
City	Department	Region				Earliest	Latest
Perpignan	Pyrénées-Orientales <sup>a</sup>	Occitanie	1	No	DENV-3	12 June	NA
Fayence	Var	Paca	7	No	DENV-1	20 June	22 July
Andrest/ Rabastens-de-Bigorre	Hautes-Pyrénées <sup>a</sup>	Occitanie	4	Reunion Island, France	DENV-1	11 July	28 August
Saint-Jeannet/Gattières	Alpes-Maritimes	Paca	34	No	DENV-3	25 July	22 September
La Salvetat-Saint-Gilles	Haute-Garonne <sup>a</sup>	Occitanie	4	Democratic Republic of the Congo	DENV-3	14 August	20 August
Saint-Laurent-du-Var	Alpes-Maritimes	Paca	10	No	DENV-1	15 August	16 September
Montauban	Tarn-et-Garonne <sup>a</sup>	Occitanie	1	No	ND	30 August	NA
Toulouse	Haute-Garonne	Occitanie	2	No	DENV-3	15 September	21 September
Porto Vecchio region	Corse-du-Sud <sup>a</sup>	Corsica	2	No	DENV-3	20 September	20 September

DENV: dengue virus; NA: not applicable; ND: not determined; Paca: Provence-Alpes-Côte d'Azur.

<sup>a</sup> First historic autochthonous circulation of *Aedes-borne* virus in the department.

Communiqué de presse - Confirmation d'une infection autochtone à virus Usutu (secteurs des Landes et de Gironde)

## ❖ Epidémiologie en France et en Occitanie

Main characteristics of dengue virus transmission events in mainland France, 2022 (n = 9)

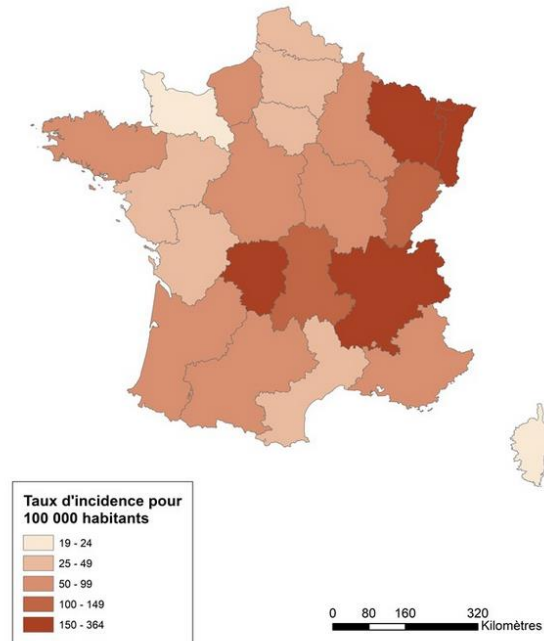
(Cochet et al. 2022)

Place of transmission			Number of autochthonous cases	Identification of the primary case	Serotype	Date of symptoms onset	
City	Department	Region				Earliest	Latest
Perpignan	Pyrénées-Orientales <sup>a</sup>	Occitanie	1	No	DENV-3	12 June	NA
Fayence	Var	Paca	7	No	DENV-1	20 June	22 July
Andrest/ Rabastens-de-Bigorre	Hautes-Pyrénées <sup>a</sup>	Occitanie	4	Reunion Island, France	DENV-1	11 July	28 August
Saint-Jeannet/Gattières	Alpes-Maritimes	Paca	34	No	DENV-3	25 July	22 September
La Salvetat-Saint-Gilles	Haute-Garonne <sup>a</sup>	Occitanie	4	Democratic Republic of the Congo	DENV-3	14 August	20 August
Saint-Laurent-du-Var	Alpes-Maritimes	Paca	10	No	DENV-1	15 August	16 September
Montauban	Tarn-et-Garonne <sup>a</sup>	Occitanie	1	No	ND	30 August	NA
Toulouse	Haute-Garonne	Occitanie	2	No	DENV-3	15 September	21 September
Porto Vecchio region	Corse-du-Sud <sup>a</sup>	Corsica	2	No	DENV-3	20 September	20 September

DENV: dengue virus; NA: not applicable; ND: not determined; Paca: Provence-Alpes-Côte d'Azur.

<sup>a</sup> First historic autochthonous circulation of *Aedes-borne* virus in the department.

Estimation du taux d'incidence annuel moyen de la borréliose de Lyme par région, France métropolitaine, 2017 – 2021)

Voir aussi : <http://www.sentiweb.fr/france/fr/?page=bilan>

Communiqué de presse - Confirmation d'une infection autochtone à virus Usutu (secteurs des Landes et de Gironde)



## ❖ Epidémiologie en France et en Occitanie

Main characteristics of dengue virus transmission events in mainland France, 2022 (n = 9)

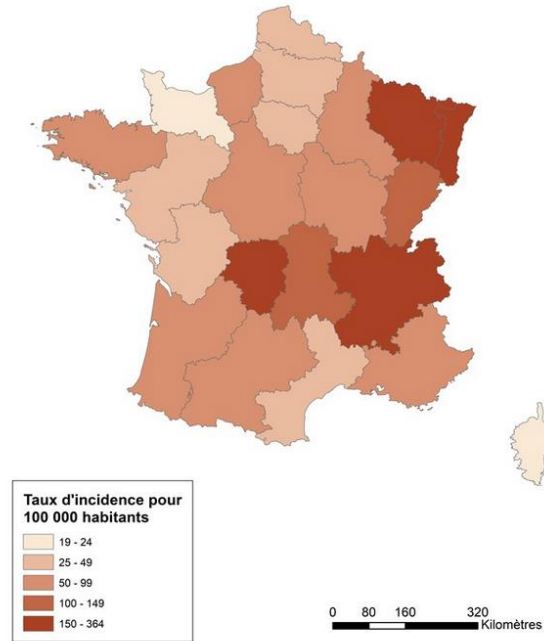
(Cochet et al. 2022)

Place of transmission			Number of autochthonous cases	Identification of the primary case	Serotype	Date of symptoms onset	
City	Department	Region				Earliest	Latest
Perpignan	Pyrénées-Orientales <sup>a</sup>	Occitanie	1	No	DENV-3	12 June	NA
Fayence	Var	Paca	7	No	DENV-1	20 June	22 July
Andrest/ Rabastens-de-Bigorre	Hautes-Pyrénées <sup>a</sup>	Occitanie	4	Reunion Island, France	DENV-1	11 July	28 August
Saint-Jeannet/Gattières	Alpes-Maritimes	Paca	34	No	DENV-3	25 July	22 September
La Salvetat-Saint-Gilles	Haute-Garonne <sup>a</sup>	Occitanie	4	Democratic Republic of the Congo	DENV-3	14 August	20 August
Saint-Laurent-du-Var	Alpes-Maritimes	Paca	10	No	DENV-1	15 August	16 September
Montauban	Tarn-et-Garonne <sup>a</sup>	Occitanie	1	No	ND	30 August	NA
Toulouse	Haute-Garonne	Occitanie	2	No	DENV-3	15 September	21 September
Porto Vecchio region	Corse-du-Sud <sup>a</sup>	Corsica	2	No	DENV-3	20 September	20 September

DENV: dengue virus; NA: not applicable; ND: not determined; Paca: Provence-Alpes-Côte d'Azur.

<sup>a</sup> First historic autochthonous circulation of *Aedes-borne* virus in the department.

Estimation du taux d'incidence annuel moyen de la borréliose de Lyme par région, France métropolitaine, 2017 – 2021)

Voir aussi : <http://www.sentiweb.fr/france/fr/?page=bilan>DIRECTION RÉGIONALE DE L'ALIMENTATION,  
DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT[Accueil](#) > [ALIMENTATION](#) > [Protection des végétaux](#) > [Santé des végétaux hors vigne](#) > [Sharka des Prunus](#)**Sharka des Prunus : Bilans de la campagne 2020 en Occitanie**

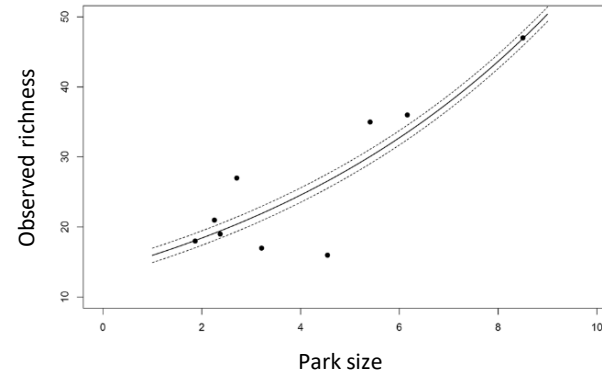
publié le 17 mai 2021

Communiqué de presse - Confirmation d'une infection autochtone à virus Usutu (secteurs des Landes et de Gironde)



❖ Effets de la végétalisation urbaine sur la **diversité** d'espèces des **moustiques**

❖ **Taille et connectivité** (*Hendy et al. 2020, Kim et al. 2018, Camp et al. 2019, Medeiros-Sousa et al. 2017*)

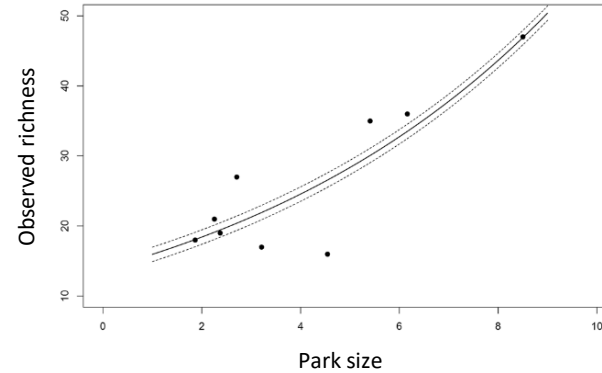


*Diversité des moustiques capturés dans des parcs urbains à Sao Paulo (Medeiros-Sousa et al. 2017)*



❖ Effets de la végétalisation urbaine sur la **diversité** d'espèces des **moustiques**

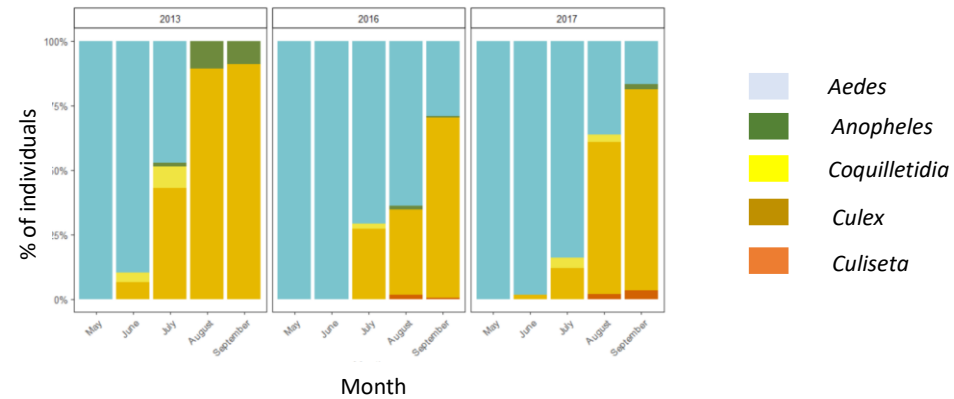
❖ **Taille et connectivité** (*Hendy et al. 2020, Kim et al. 2018, Camp et al. 2019, Medeiros-Sousa et al. 2017*)



*Diversité des moustiques capturés dans des parcs urbains à Sao Paolo (Medeiros-Sousa et al. 2017)*

❖ **Période de l'année et climat**

(*Medeiros-Sousa et al. 2015, Kirik et al. 2022, Valentine et al. 2020, Camp et al. 2019*)

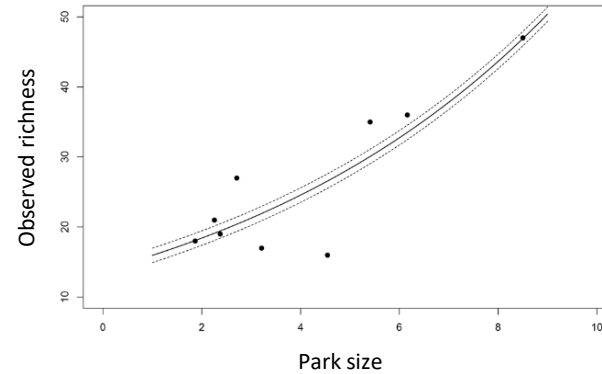


*Saisonnalité des genres de moustiques capturés à Tartu, Estonie (Kirik et al. 2022)*

❖ Effets de la végétalisation urbaine sur la **diversité** d'espèces des **moustiques**



❖ **Taille et connectivité** (Hendy et al. 2020, Kim et al. 2018, Camp et al. 2019, Medeiros-Sousa et al. 2017)



Diversité des moustiques capturés dans des parcs urbains à Sao Paolo (Medeiros-Sousa et al. 2017)

❖ **Période de l'année et climat**

(Medeiros-Sousa et al. 2015, Kirik et al. 2022, Valentine et al. 2020, Camp et al. 2019)



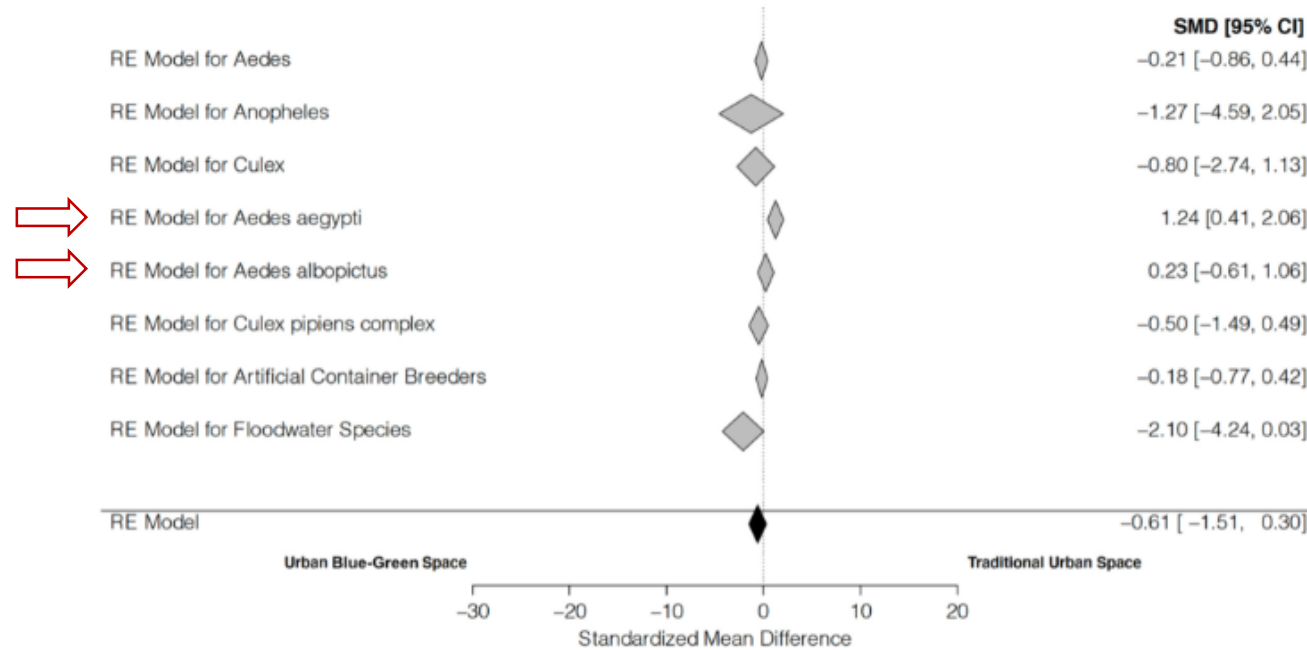
Saisonnalité des genres de moustiques capturés à Tartu, Estonie (Kirik et al. 2022)

❖ **Importance** des phénomènes de **prédation** et de **compétition** (Camp et al. 2019, Hanford et al. 2020, Westby et al. 2021)



❖ Effets de la végétalisation urbaine sur l'**abondance** des **moustiques**

- ❖ Dépend de l'**écologie** de chaque espèce (*Rhodes et al. 2022, Araujo et al. 2015, Brito-Arduino et al. 2020, Huynh et al. 2022, Cianci et al. 2015, Landau et al. 2012*)



*Effet moyen des espaces verts sur l'abondance des moustiques par rapport aux zones urbaines traditionnelles (Rhodes et al. 2022)*



❖ Effets de la végétalisation urbaine sur l'**abondance** de *Aedes albopictus*



- ❖ Abondance **plus élevée** ou **similaire** mais études peu comparables (*Huynh et al. 2022, Rhodes et al. 2022, Brito-Arduino et al. 2020, Cianci et al. 2015*)
- ❖ Dépend de l'**échelle** d'étude et d'autres **facteurs** (*DeMets et al. 2020, Ogashawara et al. 2019*)
- ❖ Modification des **gîtes de ponte** (*Cianci et al. 2015, Huynh et al. 2022, Gardner et al. 2013, Vieira et al. 2020*)
- ❖ Création d'un **microclimat** favorable (*Brito-Arduino et al. 2020, Kirik et al. 2022, Wimberly et al. 2020, Hendy et al. 2020*)



❖ Effets de la végétalisation urbaine sur l'**abondance** de *Aedes albopictus*

- ❖ Abondance **plus élevée** ou **similaire** mais études peu comparables (*Huynh et al. 2022, Rhodes et al. 2022, Brito-Arduino et al. 2020, Cianci et al. 2015*)
- ❖ Dépend de l'**échelle** d'étude et d'autres **facteurs** (*DeMets et al. 2020, Ogashawara et al. 2019*)
- ❖ Modification des **gîtes de ponte** (*Cianci et al. 2015, Huynh et al. 2022, Gardner et al. 2013, Vieira et al. 2020*)
- ❖ Création d'un **microclimat** favorable (*Brito-Arduino et al. 2020, Kirik et al. 2022, Wimberly et al. 2020, Hendy et al. 2020*)

❖ Effets de la végétalisation urbaine sur le **comportement** (trophique, repos) des **moustiques**

- ❖ Végétation urbaine : **lieu de repos** proche des **repas sanguins** (*Landau et al. 2012, Vergara-Cid et al. 2013, Hendy et al. 2021*)
- ❖ Prise de **repas sucré** (*Kim et al. 2018, Westby et al. 2021, Tian et al. 2019*)
- ❖ Préférence **trophique** (*Faraji et al. 2014, Reinhold et al. 2018*)



❖ Effets de la végétalisation urbaine sur la présence de **tiques**

- ❖ Présence de **tiques** dans les espaces verts urbains (*Kowalec et al. 2017, Di Luca et al. 2013, Hansford et al. 2021*)



- ❖ Effets de la végétalisation urbaine sur la présence de **tiques**
  - ❖ Présence de **tiques** dans les espaces verts urbains (*Kowalec et al. 2017, Di Luca et al. 2013, Hansford et al. 2021*)
- ❖ Effets de la végétalisation urbaine sur la **disponibilité** en hôtes des **tiques**
  - ❖ Rôle de la **connectivité** des espaces végétalisés (*Di Luca et al. 2013, Hansford et al. 2021, Heylen et al. 2019*)

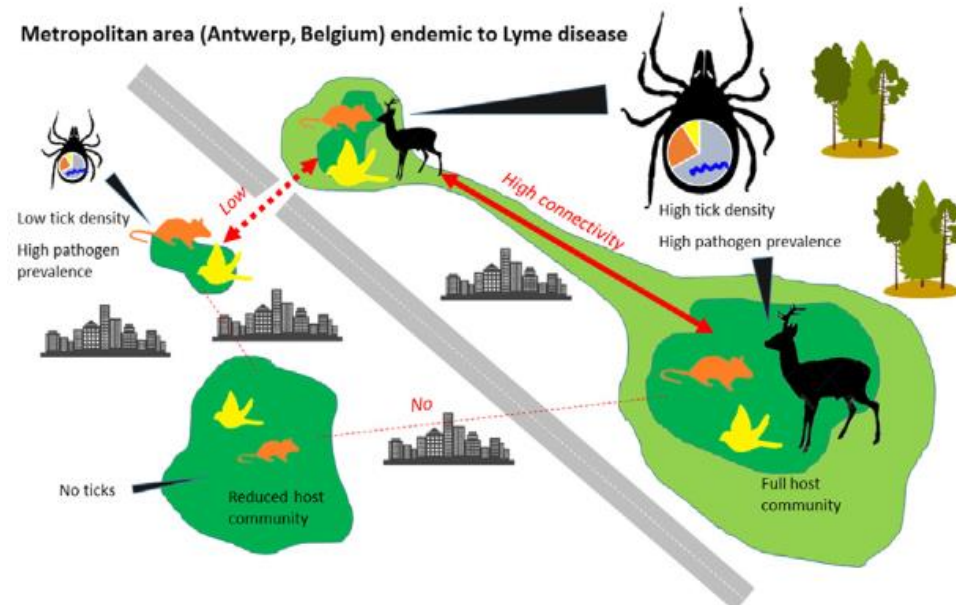
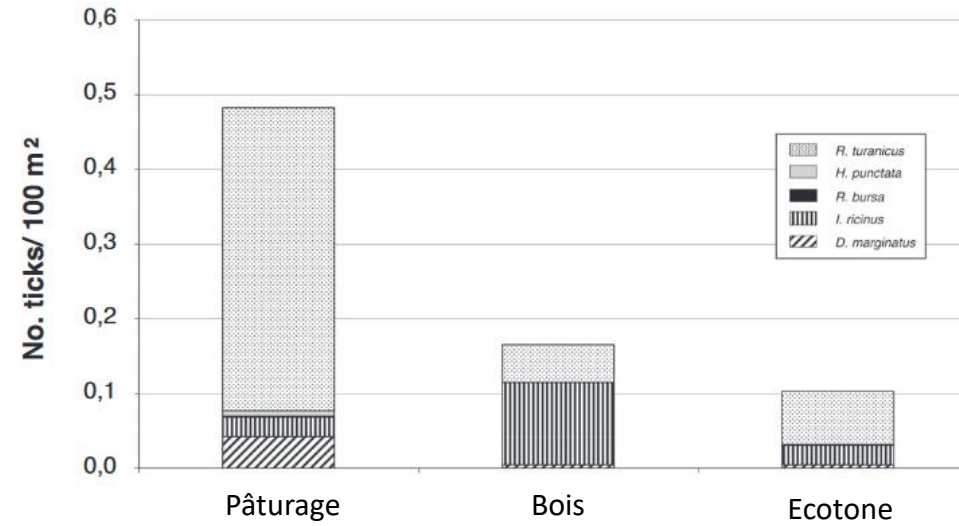


Schéma bilan du rôle de la connectivité des espaces verts (*Heylen et al. 2019*)



❖ Effets de la végétalisation urbaine sur la **disponibilité** en hôtes des **tiques**

- ❖ Variation selon **la végétation** (Di Luca et al. 2013, Kowalec et al. 2017, Heylen et al. 2019)



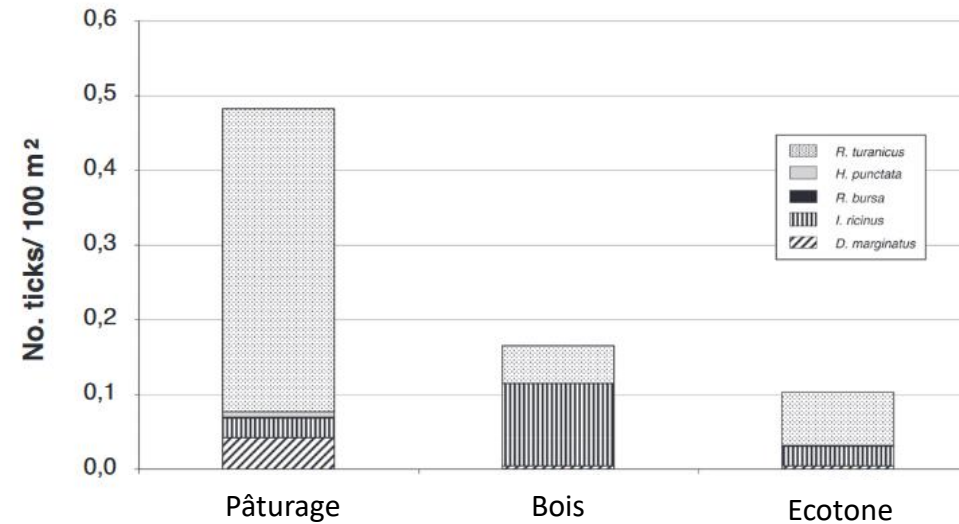
Composition des espèces selon les lieux de collecte dans un parc à Rome (Di Luca et al. 2013)





❖ Effets de la végétalisation urbaine sur la **disponibilité** en hôtes des **tiques**

- ❖ Variation selon **la végétation** (Di Luca et al. 2013, Kowalec et al. 2017, Heylen et al. 2019)



Composition des espèces selon les lieux de collecte dans un parc à Rome (Di Luca et al. 2013)

❖ Effets de la végétalisation urbaine sur les **maladies vectorielles végétales**

- ❖ Peu d'articles

- ❖ Huanglongbing en Floride : 2 études peu comparables (Walter et al. 2012, Martini et al. 2020)



Il ressort de la revue bibliographique :

- ❖ Effet **positif** pour la **présence de tiques**.
- ❖ Pour les **moustiques** : dépend de l'**écologie**, de la localisation **géographique**, de la **période** et de l'**échelle de l'étude**.
- ❖ Pour les **vecteurs des plantes** : nombre **limité** d'études.
- ❖ Grande **variabilité** dans la **caractérisation du végétal**.
- ❖ Grande **variabilité** dans la **méthode**.
- ❖ Association avec d'**autres facteurs** (dont certains **confondants**)

## Végétalisation des métropoles d'Occitanie et possibles impacts sur les maladies vectorielles (V2MOC)



### Objectifs

- **Appréhender** à l'échelle de Montpellier et de Toulouse les **possibles impacts** de la **végétalisation** sur la production de **risques liés à l'émergence de maladies à transmission vectorielle** qui concernent les **humains**, les **animaux** et les **plantes**
- **Réfléchir** à des **solutions** permettant de **prévenir** ces risques



### 3 Work Packages

- **WP1** : Diagnostic territorial du risque vectoriel
- **WP2** : Modélisation du risque vectoriel
- **WP 3** : Elaboration d'une stratégie de surveillance et de contrôle du risque

Comment la végétalisation urbaine influence-t-elle le risque vectoriel ?



Comment la **diversité**, l'**abondance** et le **comportement** des vecteurs sont-ils influencés par la végétation urbaine ?



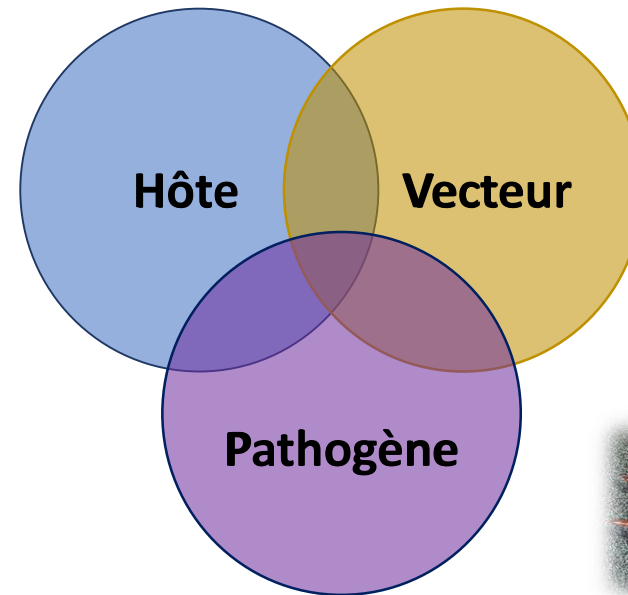
### Objectifs

- Réaliser **un état des lieux** des connaissances
- Réaliser un **système d'information géographique** pour étudier le risque vectoriel
- Etudier **l'influence** des espaces végétalisés sur la **diversité**, l'**abondance** et le **comportement** de différents vecteurs
- **Prédire** le risque vectoriel

## ❖ Systèmes vectoriels choisis



*La Sharka des prunus  
(vecteur : puceron)*



*Aedes albopictus*



*Tiques*



Comment la **diversité**, l'**abondance** et le **comportement** des vecteurs sont-ils influencés par la végétation urbaine ?

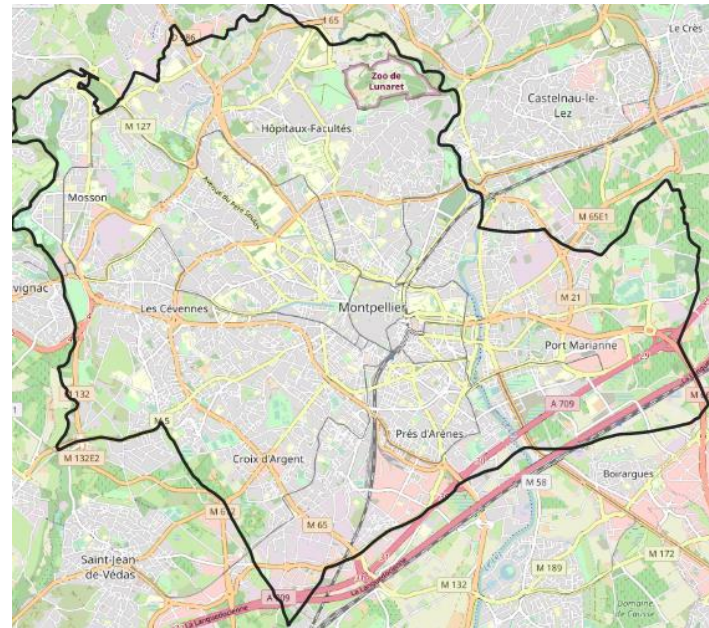


Approche **exploratoire**

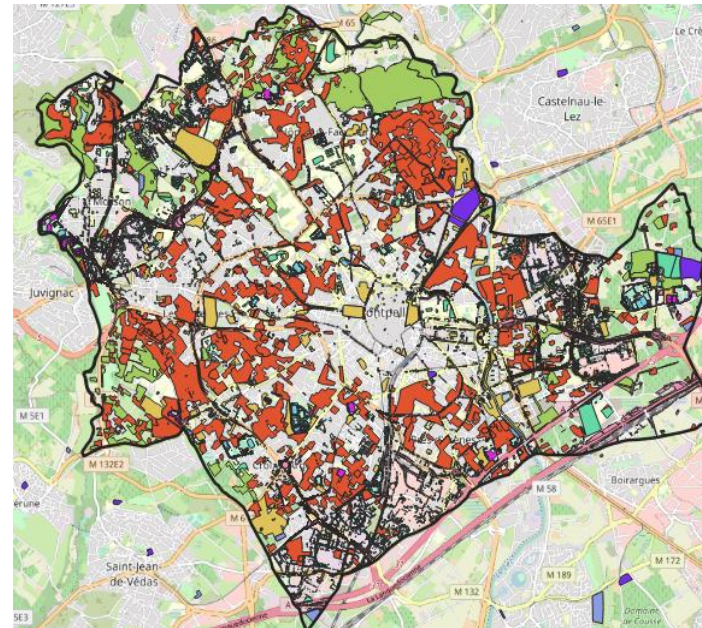
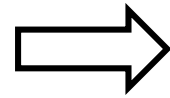


- Réalisation **d'un plan d'échantillonnage** ciblé et le plus reproductible possible
- Collecte et analyse de données **entomologiques, environnementales** et **climatiques** sur le terrain
- Collecte de données **environnementales, climatiques** et **socio-démographiques** à très fine échelle issues de **bases de données nationales** et de la **télédétection**
- Réalisation de **modèles descriptifs, explicatifs** et **prédictifs**

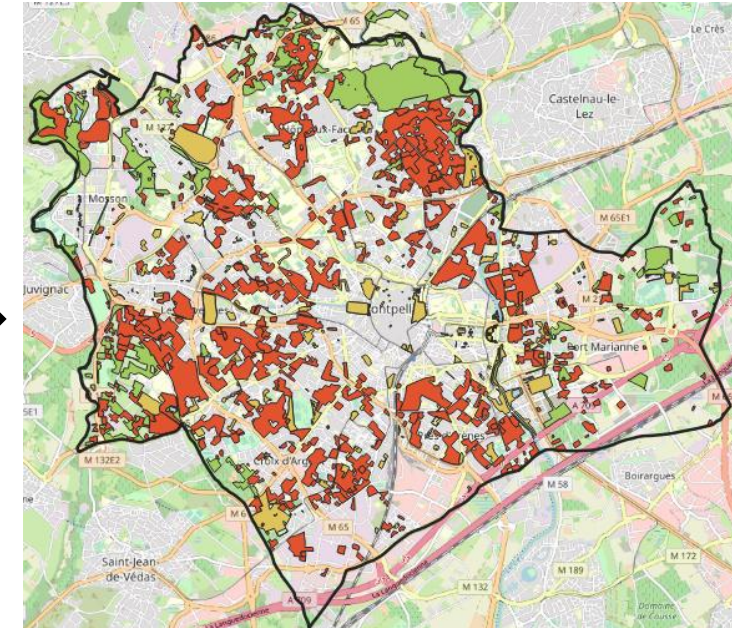
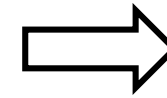
## ❖ Plan d'échantillonnage



Montpellier (OSM)



Typologie des espaces végétalisés de Montpellier

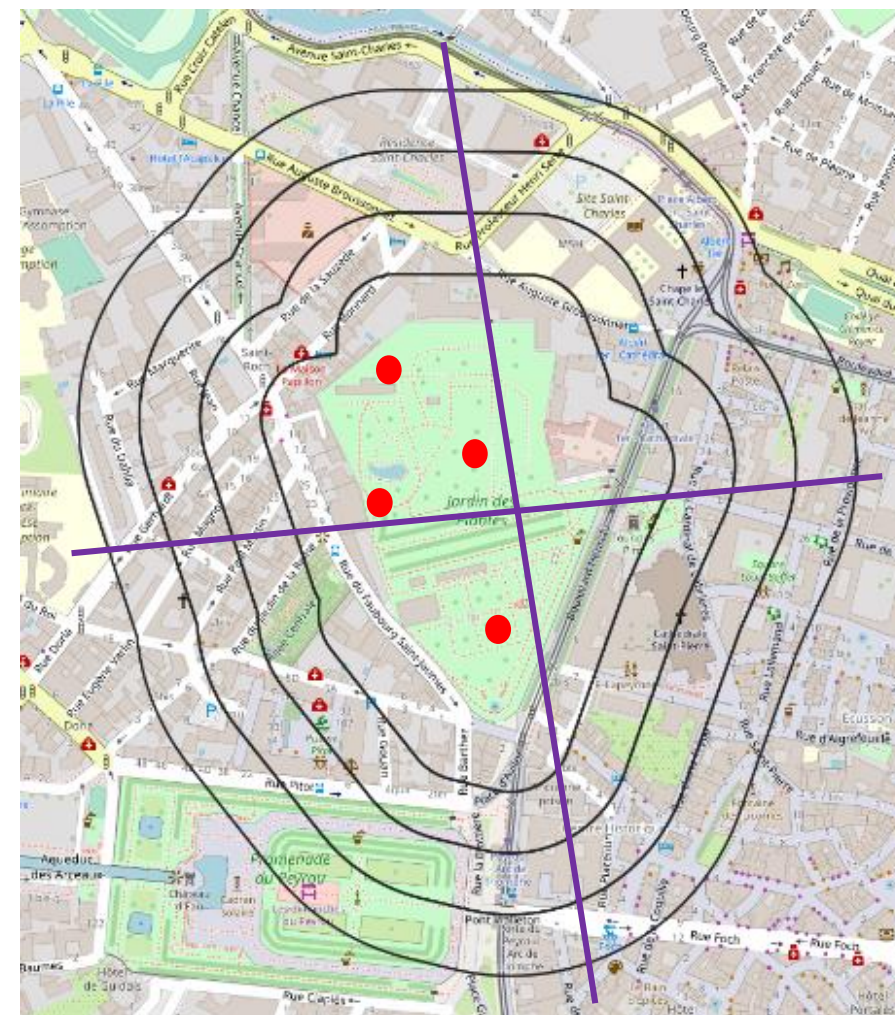
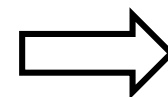
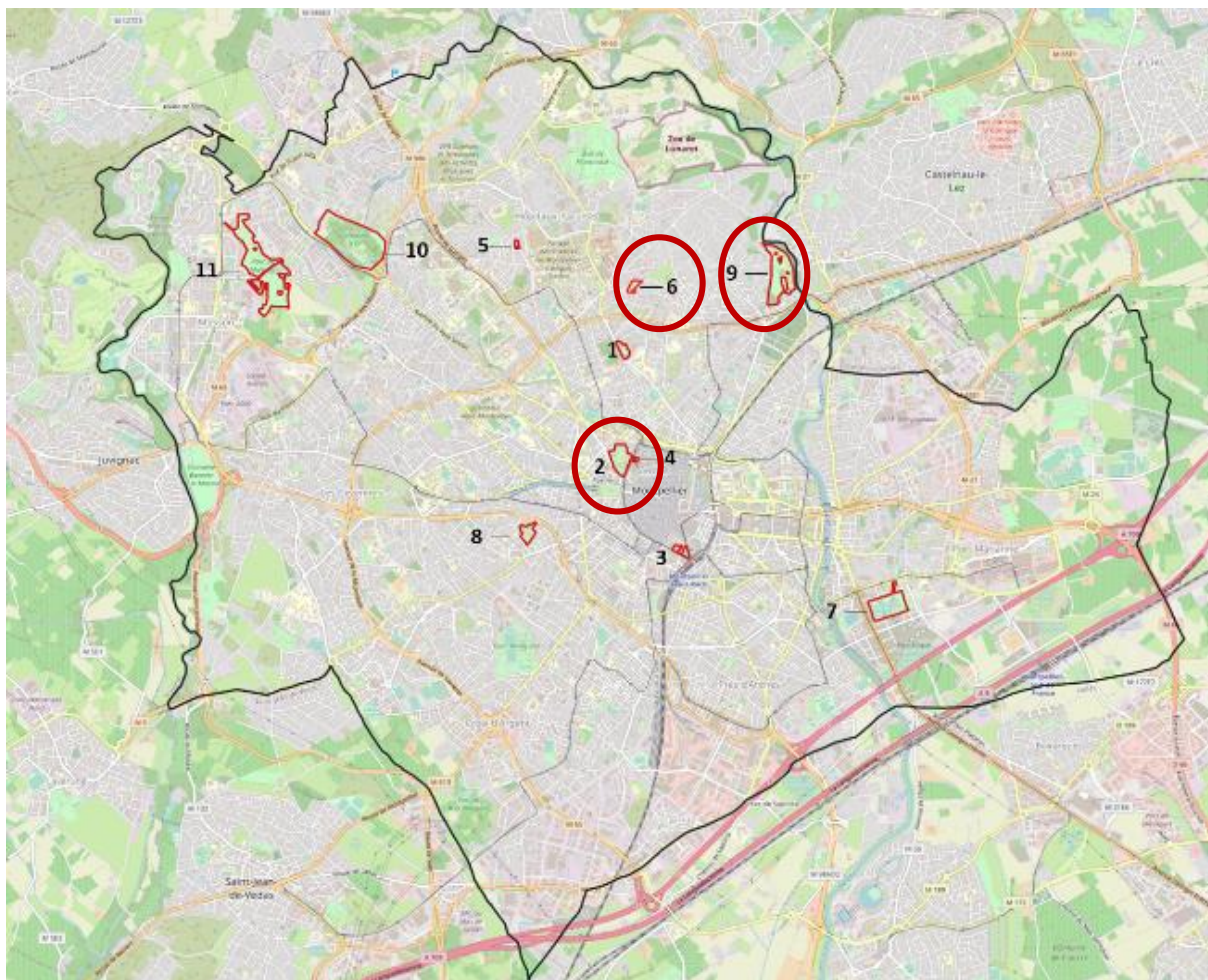


Focus sur 3 classes d'espaces végétalisés

- Accompagnements de bâtiments
- Accompagnements de voiries et alignement d'arbres
- Cimetières
- Equipements sportifs
- Espaces urbains naturels
- Fermes et agricultures urbaines
- Jardin prive pavillonnaire
- Jardins familiaux partagés
- Parcs et squares



## ❖ Plan d'échantillonnage



Pré-sélection de parcs : 1) Parc Saint-Odile, 2) Jardin des Plantes, 3) Square Planchon, 4) Square de la Tour du Pin, 5) Square des Brusses, 6) Parc d'Aiguelongue, 7) Parc Georges Charpak, 8) Parc de la Guirlande, 9) Parc du domaine de Méric, 10) Parc du Château d'Ô, 11) Parc de Malbosc

Exemple au niveau du jardin des Plantes

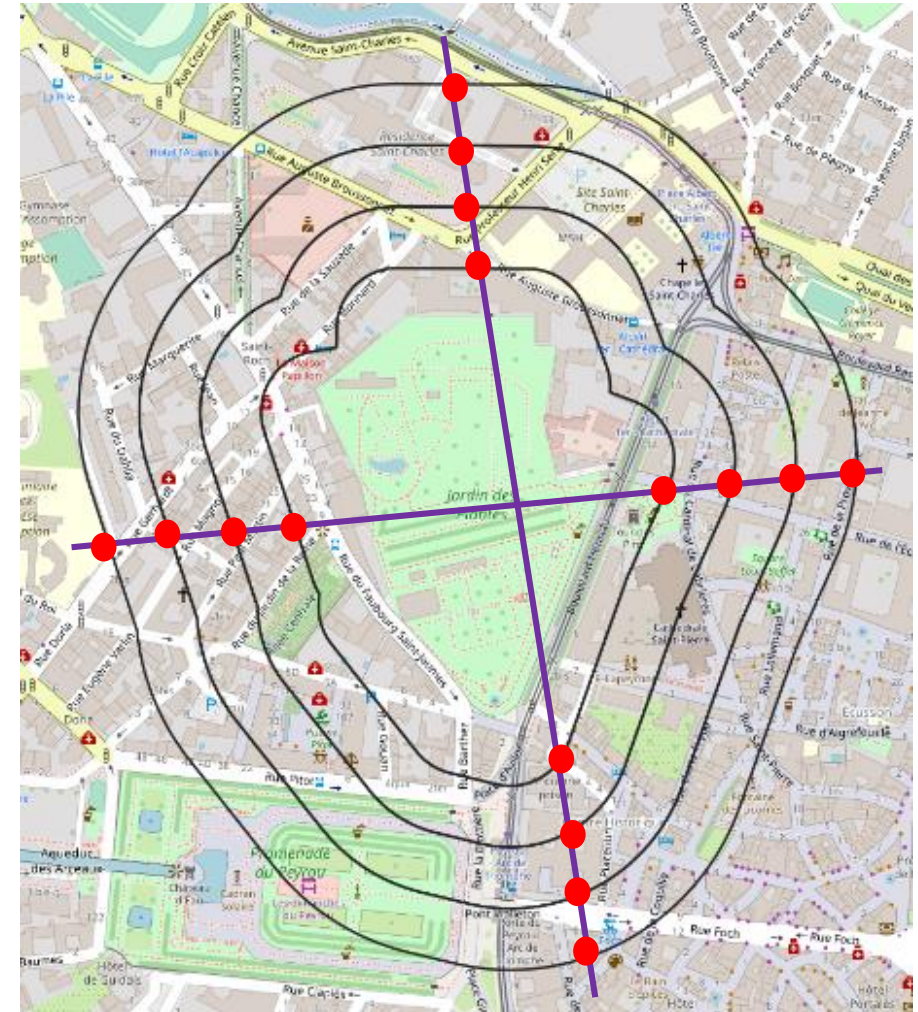
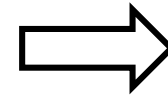
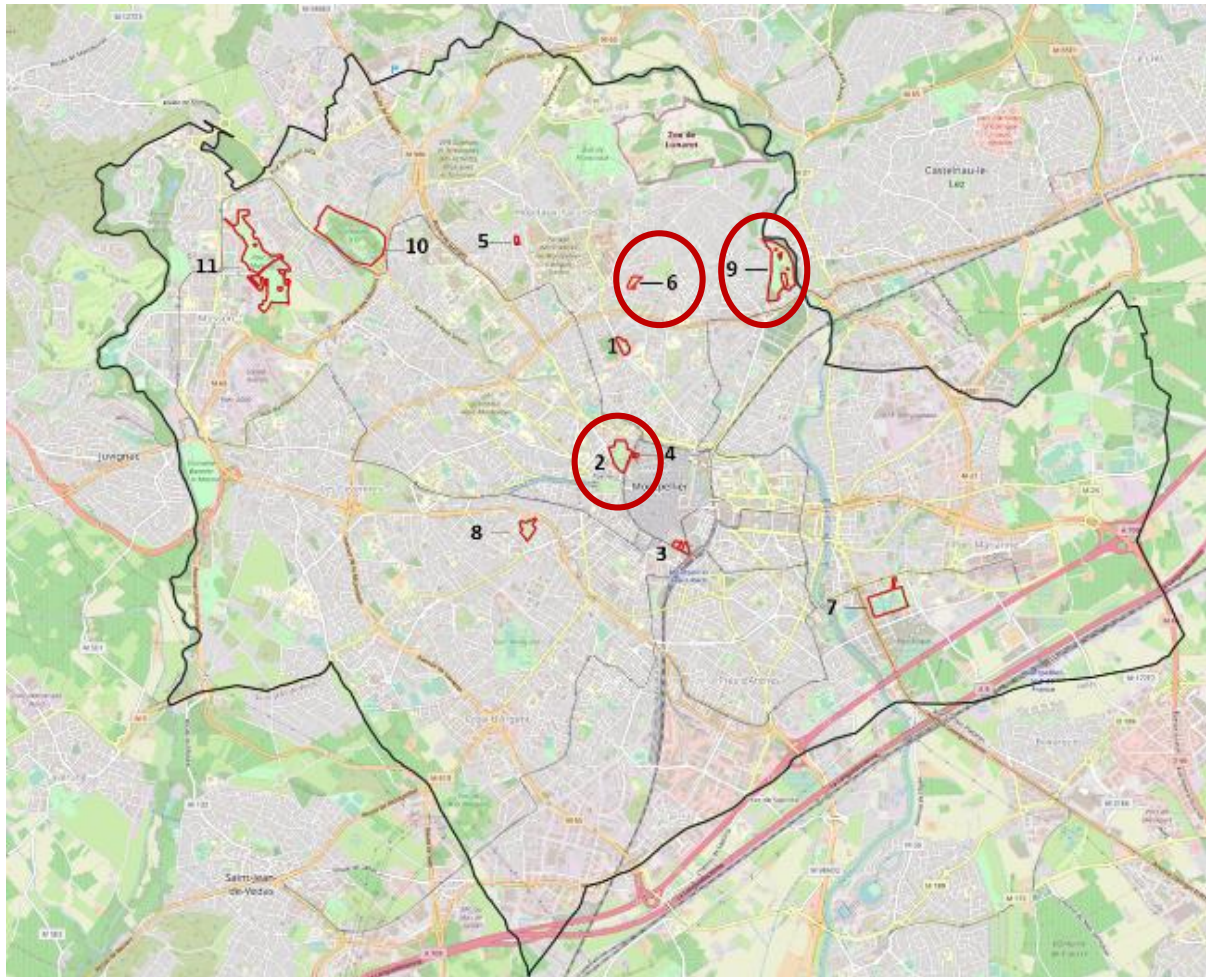
— Zone de buffer (50m)

— Transect

● Position théorique des BG



## ❖ Plan d'échantillonnage



Exemple au niveau du jardin des Plantes

— Zone de buffer (50m)

— Transect

● Position théorique des BG

Pré-sélection de parcs : 1) Parc Saint-Odile, 2) Jardin des Plantes, 3) Square Planchon, 4) Square de la Tour du Pin, 5) Square des Brusses, 6) Parc d'Aiguelongue, 7) Parc Georges Charpak, 8) Parc de la Guirlande, 9) Parc du domaine de Méric, 10) Parc du Château d'Ô, 11) Parc de Malbosc

## ❖ Collecte des moustiques

- **Période** : mi-avril à octobre (période de test préalable)
- **Environ 20** BG sentinelles par zones, récoltés toutes les 24 heures, pendant 72 heures, toutes les deux semaines
- **Relevé** température et humidité relative avec data-loggers
- **Ovitrap**s, en place, relevés toutes les **semaines**
- **Resting boxes** avec aspiration
- **Identification** de gîtes larvaires potentiels

**Identification** et **compte** + **dissection** + analyse **repas sucré et sanguin**



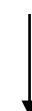
**diversité**



**abondance**



**longévité**



**Comportement  
trophique**

## ❖ Collecte de **tiques**

- Mêmes **sites d'études**
- Technique **du drap** + participation **des cliniques vétérinaires**
- **CiTIQUE**

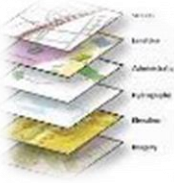


+ recherche des agents pathogènes

## ❖ Relevé faunistique et floristique



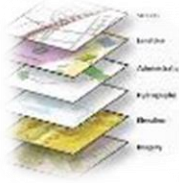




## ❖ Réalisation du SIG

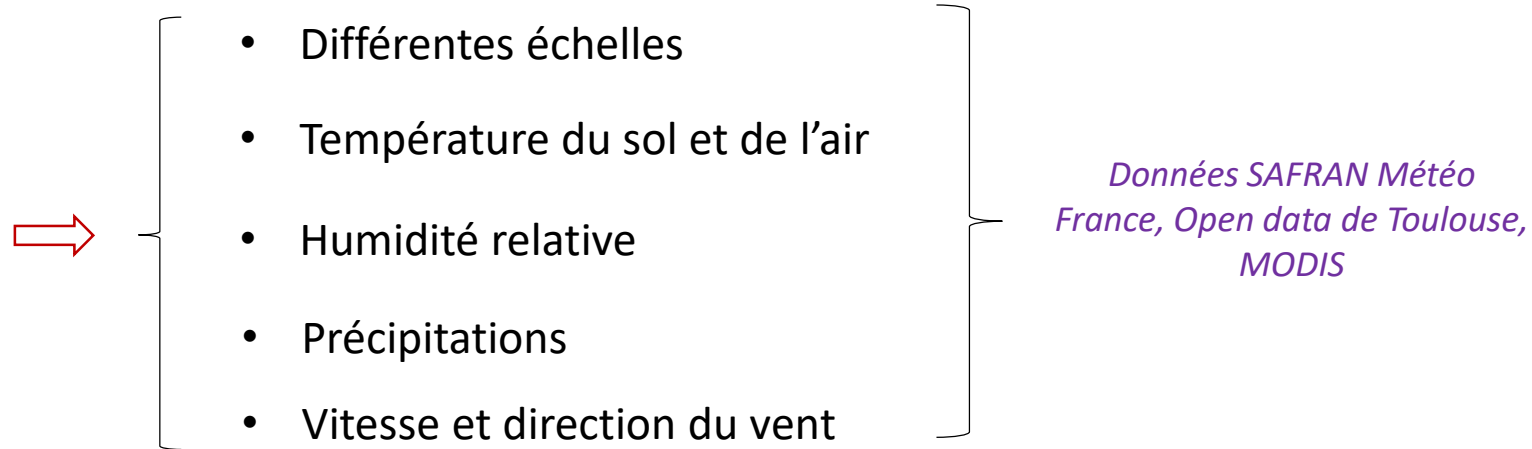
• **Données environnementales et paysagères**

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| ⇒ | • <u>Typologie des <b>espaces verts</b></u>                                    | → | <i>Open data des villes</i>   |
|   | • <b>Données d'occupation du sol</b>   | → | <i>Theia OSO CE, Copernicus (Urban Atlas, Street Tree Layer), BD TOPO</i>       |
| ⇒ | • <u>Présence de <b>végétation</b> (NDVI)</u>                                  | → | <i>Copernicus (Forest type, Leaf type, Grassland), MODIS, Fototex</i>           |
| ⇒ | • <u><b>Connectivité et fragmentation</b></u>                                  |   |   |
| ⇒ | • <u>Hauteur de la <b>végétation</b></u>                                       | → | <i>Données LIDAR, Open Data de Montpellier (Kermap)</i>                         |
|   | • Hauteur du bâti  | → | <i>Données LIDAR, données gouvernementales, Copernicus (Block Height Model)</i> |
| ⇒ | • <u>Recensement des <b>vergers, micro-vergers et pruniers ornementaux</b></u> | → | <i>FREDON et INRAE</i>  |
|   | • <u>Données de biodiversité</u>   |   |   |
|   | • <u>Entretien des espaces verts</u>   |   |   |
|   | • <b>Degré imperméabilisation du sol</b>                                       | → | <i>Copernicus (Imperviousness)</i>  |
| ⇒ | • % Canopée  | → | <i>Copernicus (Tree density)</i>  |



## ❖ Réalisation du SIG

## • Données climatiques



## • Données socio-démographiques

- Densité de population humaine à fine échelle → INSEE, BD TOPO, MO3
- Données socio-économiques → INSEE
- • Mouvements de la population humaine



## ❖ Conclusion

- ❖ **Végétalisation urbaine** : un outil nécessaire à l'amélioration de la durabilité des villes
- ❖ Lien entre **végétalisation urbaine** et **risque vectoriel** non évident
- ❖ Besoins de **données probantes** qui permettront d'éclairer les **décideurs** en charge de la végétalisation des villes
- ❖ Nécessité d'une approche **exploratoire centrée sur les vecteurs**
- ❖ Besoin de constituer un **SIG** permettant de croiser l'ensemble des données nécessaires à l'évaluation de l'impact de la végétalisation urbaine sur les vecteurs et à sa modélisation