

Les vecteurs de *Xylella fastidiosa*

Jean-Claude Streito, Marguerite Chartois, Anne-Alicia Gonzalez
CBGP INRA

Vidauban, 11 février 2019





Les vecteurs de *Xylella fastidiosa*

1. Présentation INRA – CBGP
2. Présentation des vecteurs de *Xylella* en France
3. Mise en place d'un réseau de collecte avec l'Afidol
4. Résultats obtenus sur la répartition et la biologie des vecteurs
5. Travaux de recherche en cours au CBGP



Centre de Biologie pour la Gestion des Populations

Unité mixte de recherche (INRA, IRD, CIRAD, Supagro...)

- Montferrier-sur-Lez (Montpellier)
- Systématique, taxonomie
- Phylogénie, évolution, biologie des invasions

Cas un peu particulier d'une invasion par une bactérie (*Xylella*) transmise par des insectes autochtones méconnus





Jérôme Albre



Xavier Mesmin



Jean-Pierre Rossi



Anne-Alicia Gonzalez



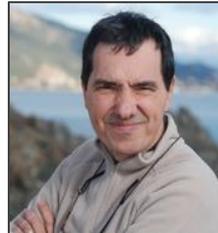
Laure Sauné



Jean-Marc Thuillier



Sabine Nidelet



Marc Gibernau



Astrid Cruaud



Sylvain Santoni



Laetitia Hugo



Jean-Yves Rasplus



Guenaëlle Genson



INRA - UMR CBGP, Montpellier
<http://www6.montpellier.inra.fr/cbgp>



François Casabianca



Jean-Claude Streito



Eric Pierre



Martin Godefroid



Ileana Quiquerez



Maxime Bellifa



Marguerite Chartois



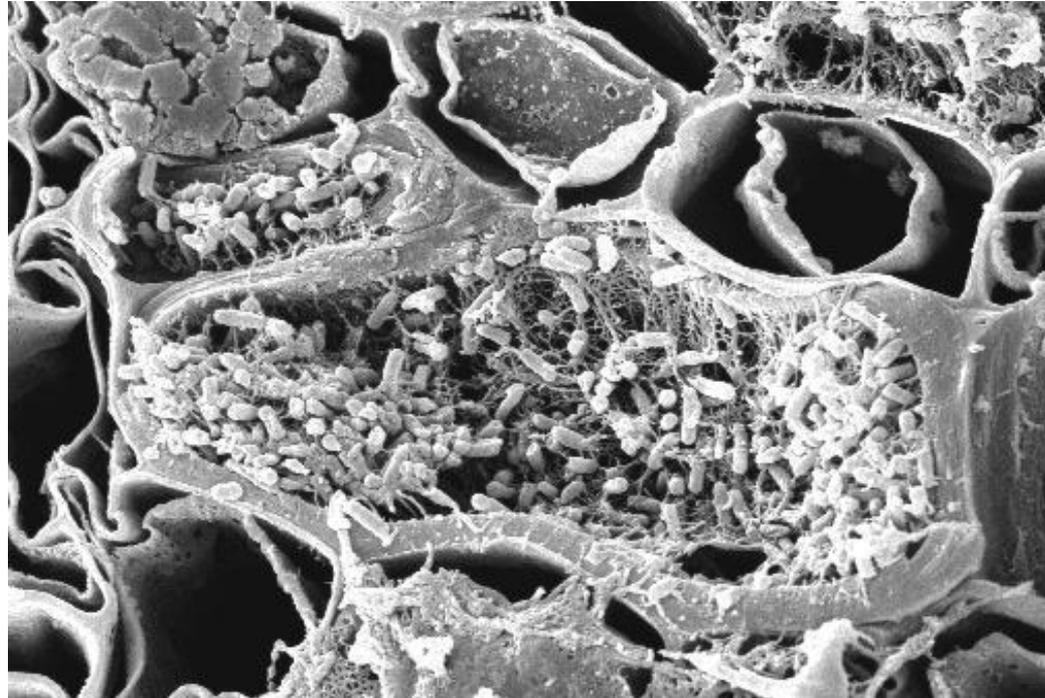
Les vecteurs de *Xylella fastidiosa*

1. Présentation INRA – CBGP
2. Présentation des vecteurs de *Xylella* en France
3. Mise en place d'un réseau de collecte avec l'Afidol
4. Résultats obtenus sur la répartition et la biologie des vecteurs
5. Travaux de recherche en cours au CBGP



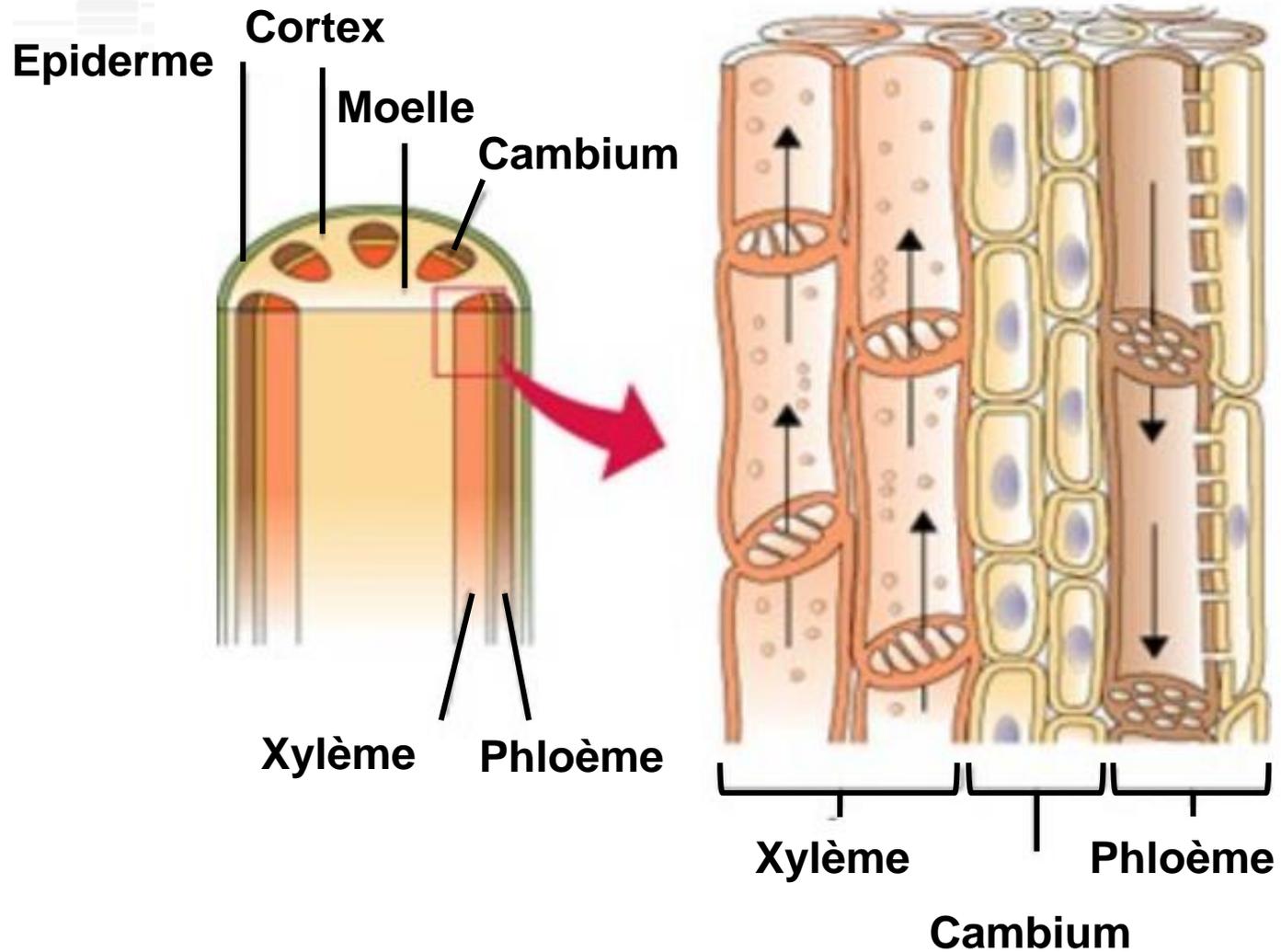
Xylella fastidiosa

produit des biofilms qui obstruent les vaisseaux de xylème

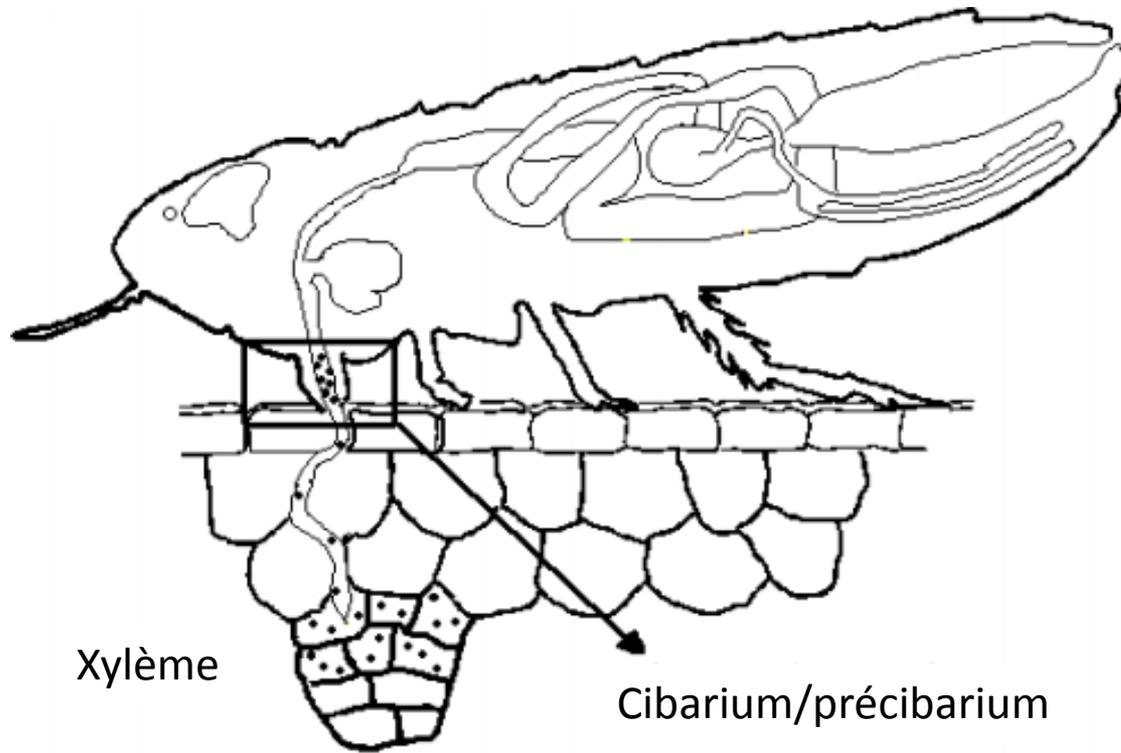


Elle est donc transmise par des insectes qui piquent directement dans le xylème

Xylella fastidiosa : une bactérie du xylème



Bactérie du xylème transmise par des piqueurs suceurs de sève brute



Vection immédiate
Multiplication dans le vecteur
Pas de circulation dans le vecteur
Bactérie éliminée à chaque mue
Pas de transmission par l'œuf

Les vecteurs nord-américains

- Très efficaces
- Quasi absents en Europe
- Une seule espèce déjà introduite en Europe mais peu importante car sur Rhododendron
- La maladie est donc transmise en Europe par des vecteurs européens

Graphocephala fennahi USA => UE



Graphocephala sp



Draeculacephala sp



Homalodisca liturata



Homalodisca vitripennis (photo Salvador Vitanzan)



Draeculacephala minerva



Graphocephala atropunctata

Les vecteurs potentiels en Europe

Aphrophoridae



Cercopidae



Cicadellidae

On a listé les insectes qui pompent dans le xylème :

4 familles d'Hémiptères (51 spp. France, 119 UE)

Aphrophoridae (15 spp. F et 29 spp. UE)

Cercopidae (7 spp. en F et UE)

Cicadellidae (9 spp. en F et UE)

Cicadidae (20 spp. en F et 74 en UE)

Vecteurs avérés en Europe :
Philaenus spumarius en Italie
(*P. italosignus* en Italie)
Porteur de la bactérie :
Neophilaenus campestris

Cicadidae



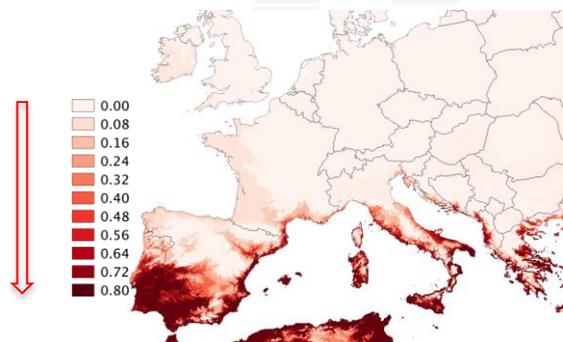
Les vecteurs potentiels en Europe

Fin 2015 : Connaissances sur les vecteurs potentiels : version 0.0 !

- Liste de 51 espèces suceurs de sève brute
- Pas de clé d'identification pour l'Europe ou la France (sauf Allemagne)
- Très mal connues bien que certaines très communes
- Quasi aucun vecteurs européens disponibles dans les collections du CBGP en 2015



2015, risque élevé = crise phytosanitaire



- **Besoin très rapidement de collecter des insectes :**
 - mettre au point des techniques d'identification (insectes) et de détection (bactérie)
 - savoir quels vecteurs potentiels on trouve dans les oliveraies du Sud de la France
 - besoin de connaître la répartition des vecteurs pour évaluer le risque d'invasion
- **Mise en place d'un réseau de collecte avec l'Afidol en 2016**
- **+ missions de collectes intensives par le CBGP !**



Les vecteurs de *Xylella fastidiosa*

1. Présentation INRA – CBGP
2. Présentation des vecteurs de *Xylella* en France
3. Mise en place d'un réseau de collecte avec l'Afidol
4. Résultats obtenus sur la répartition et la biologie des vecteurs
5. Travaux de recherche en cours au CBGP



Le réseau de collecte AFISOL (en rouge)

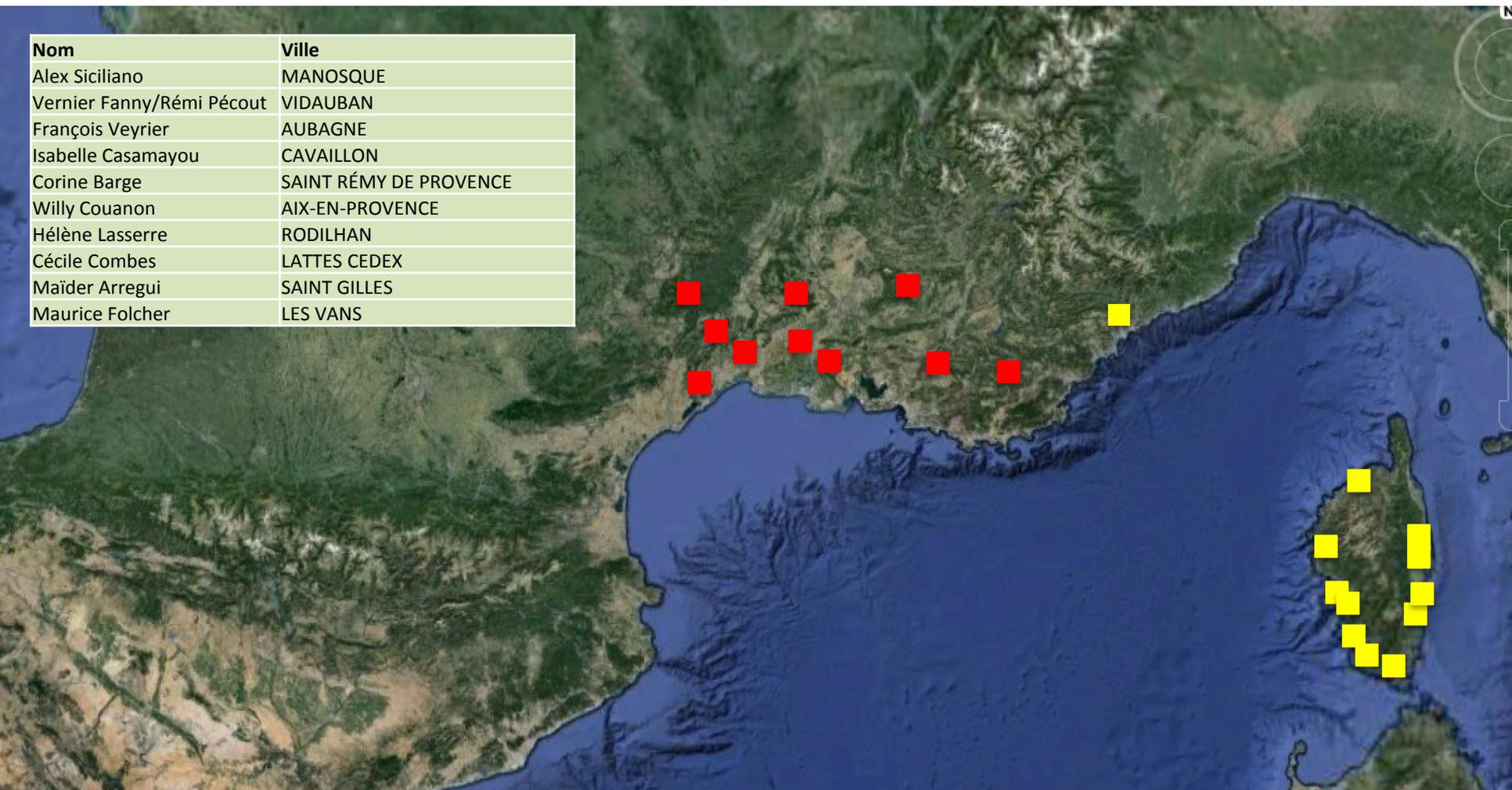
Les prospections CBGP en zone contaminée (jaune)



afisol



Nom	Ville
Alex Siciliano	MANOSQUE
Vernier Fanny/Rémi Pécout	VIDAUBAN
François Veyrier	AUBAGNE
Isabelle Casamayou	CAVAILLON
Corine Barge	SAINT RÉMY DE PROVENCE
Willy Couanon	AIX-EN-PROVENCE
Hélène Lasserre	RODILHAN
Cécile Combes	LATTES CEDEX
Maïder Arregui	SAINT GILLES
Maurice Folcher	LES VANS



Mise en place d'un protocole de prélèvements





Les vecteurs de *Xylella fastidiosa*

1. Présentation INRA – CBGP
2. Présentation des vecteurs de *Xylella* en France
3. Mise en place d'un réseau de collecte avec l'Afidol
4. Résultats obtenus sur la répartition et la biologie des vecteurs
5. Travaux de recherche en cours au CBGP



Collecte d'échantillons



Réseau Afidol : 1494 spécimens

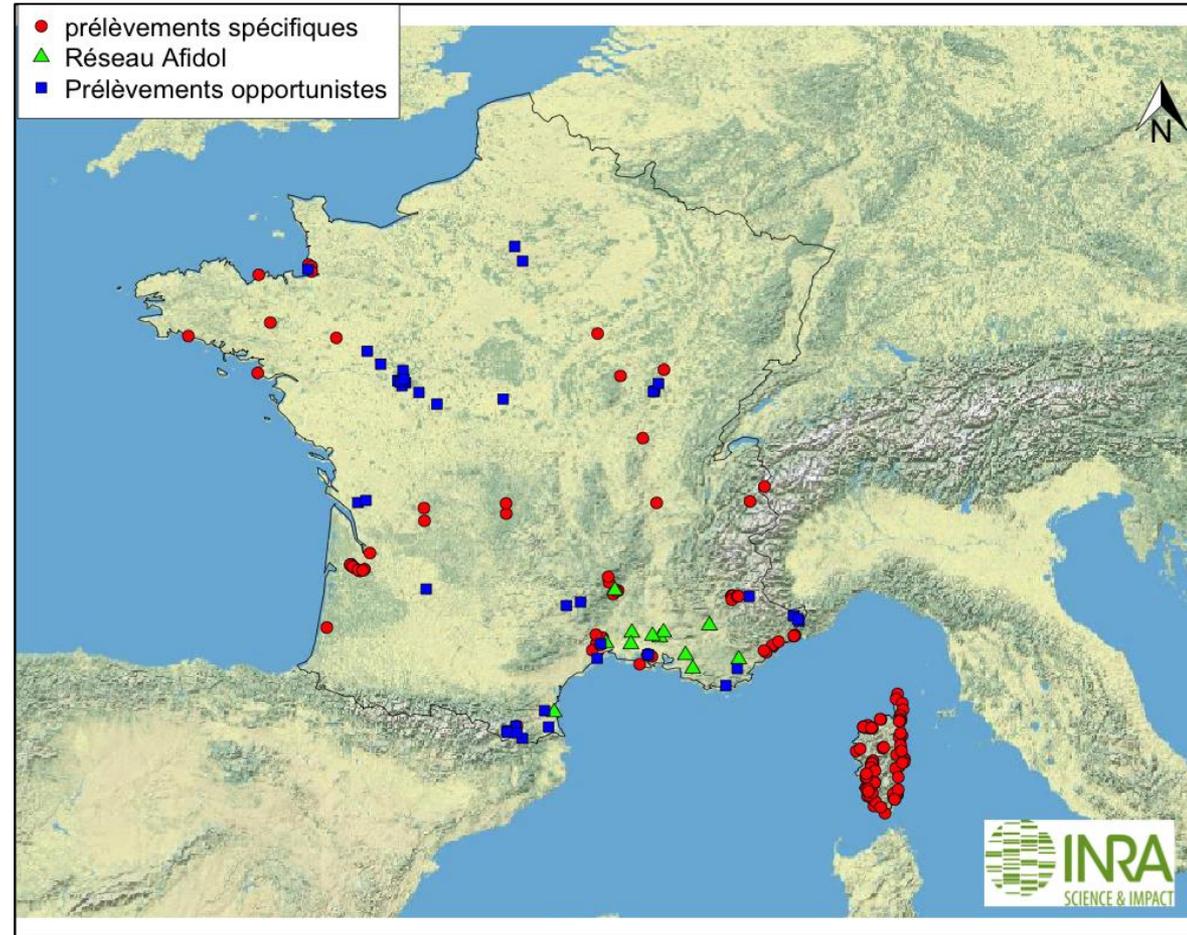
Au 08/02/2019

- Aphrophoridae : 1181
- Cercopidae : 35
- Cicadellidae : 269
- Cicadidae : 9

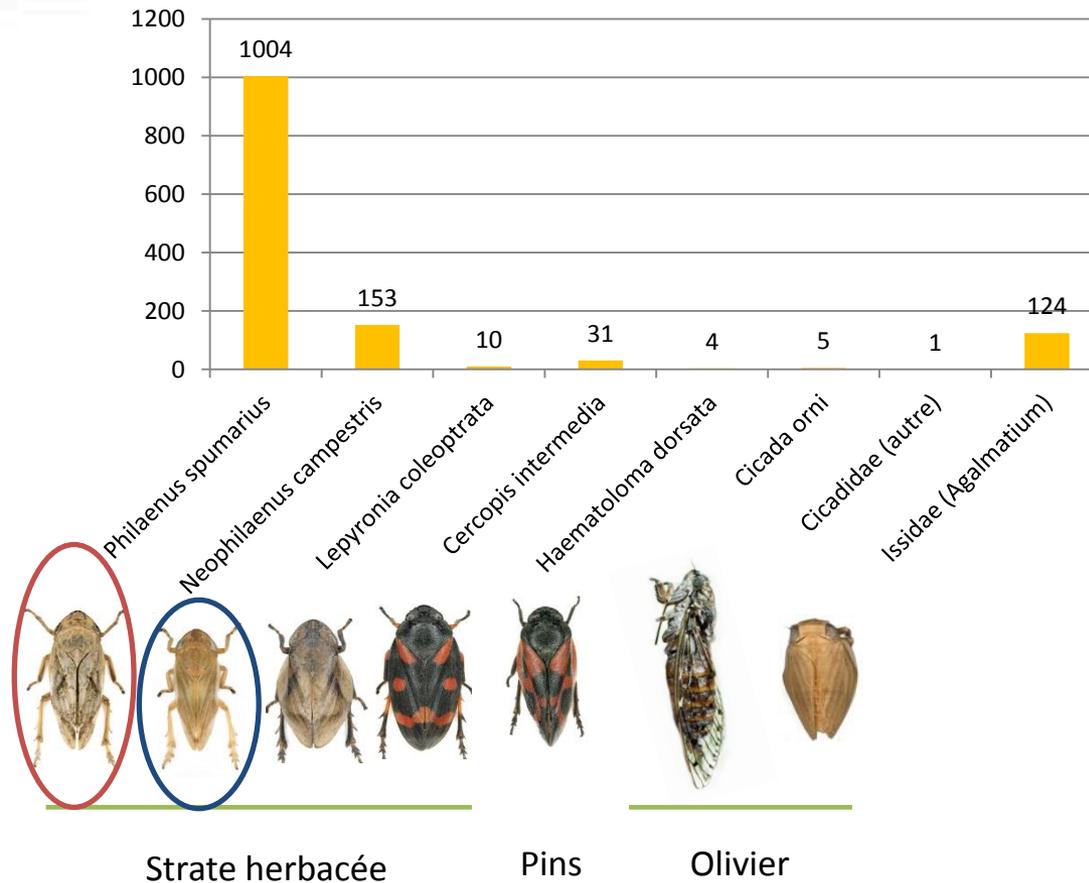
Récoltes Total : 17 930 spécimens

Au 08/02/2019

- Aphrophoridae : 14 691
- Cercopidae : 157
- Cicadellidae : 3022
- Cicadidae : 110



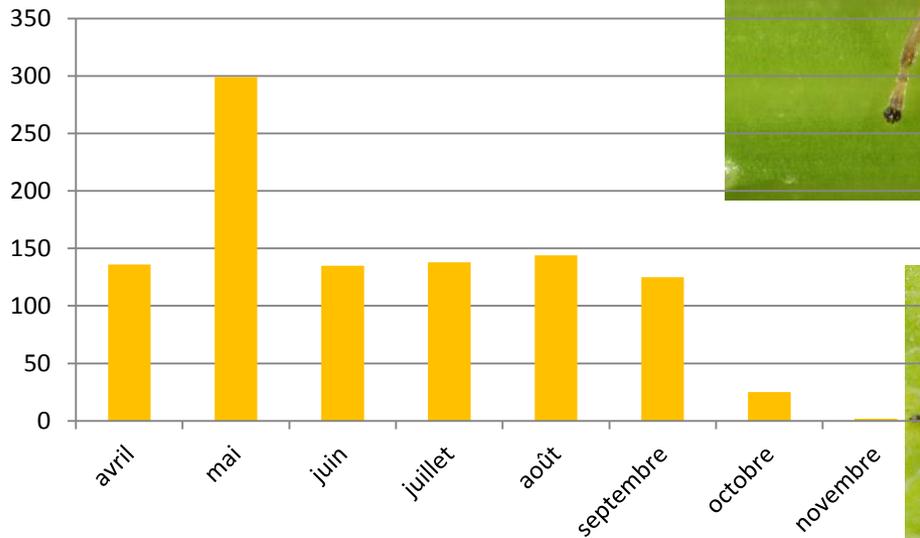
Des vecteurs potentiels de *Xylella* présents dans les 18 oliveraies suivies par l'Afidol



Vecteurs potentiels récoltés par l'Afidol

Philaenus spumarius (Linnaeus, 1758)

1004 spécimens (de 1 à 84 spécimens)
12 oliveraies sur 18
Plutôt strate herbacée, rare sur olivier



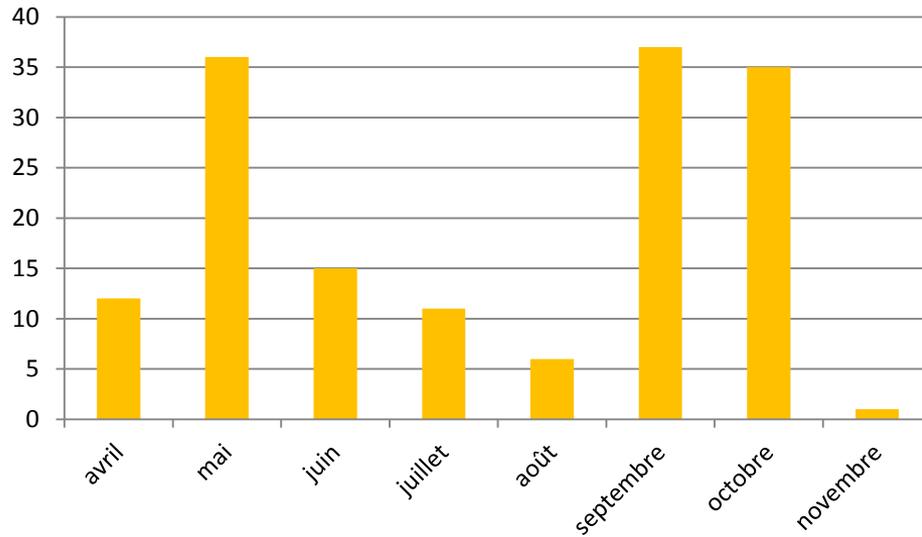
Vecteurs potentiels récoltés par l'Afidol

Neophilaenus campestris (Fallén, 1805)

153 spécimens (de 1 à 36 spécimens)

11 oliveraies sur 18

Sur Graminées



Vecteurs potentiels récoltés par l'Afidol

10 spécimens (de 1 à 3 spécimens)
3 oliveraies sur 18



Lepyronia coleoptrata (Linnaeus, 1758)



Vecteurs potentiels récoltés par l'Afidol

Cercopis intermedia Kirschbaum, 1868

31 spécimens (de 1 à 3 spécimens)
4 oliveraies sur 18
Strate herbacée
Uniquement début du printemps (avril-mai)



Vecteurs potentiels récoltés par l'Afidol

4 spécimens
Sur Pins

Haematoloma dorsata (Ahrens, 1812)



Vecteurs potentiels récoltés par l'Afidol

Cicada orni Linnaeus, 1758

6 spécimens
Difficiles à attraper
Vecteurs ?
Sur olivier



Lyristes plebejus
(Scopoli, 1763)

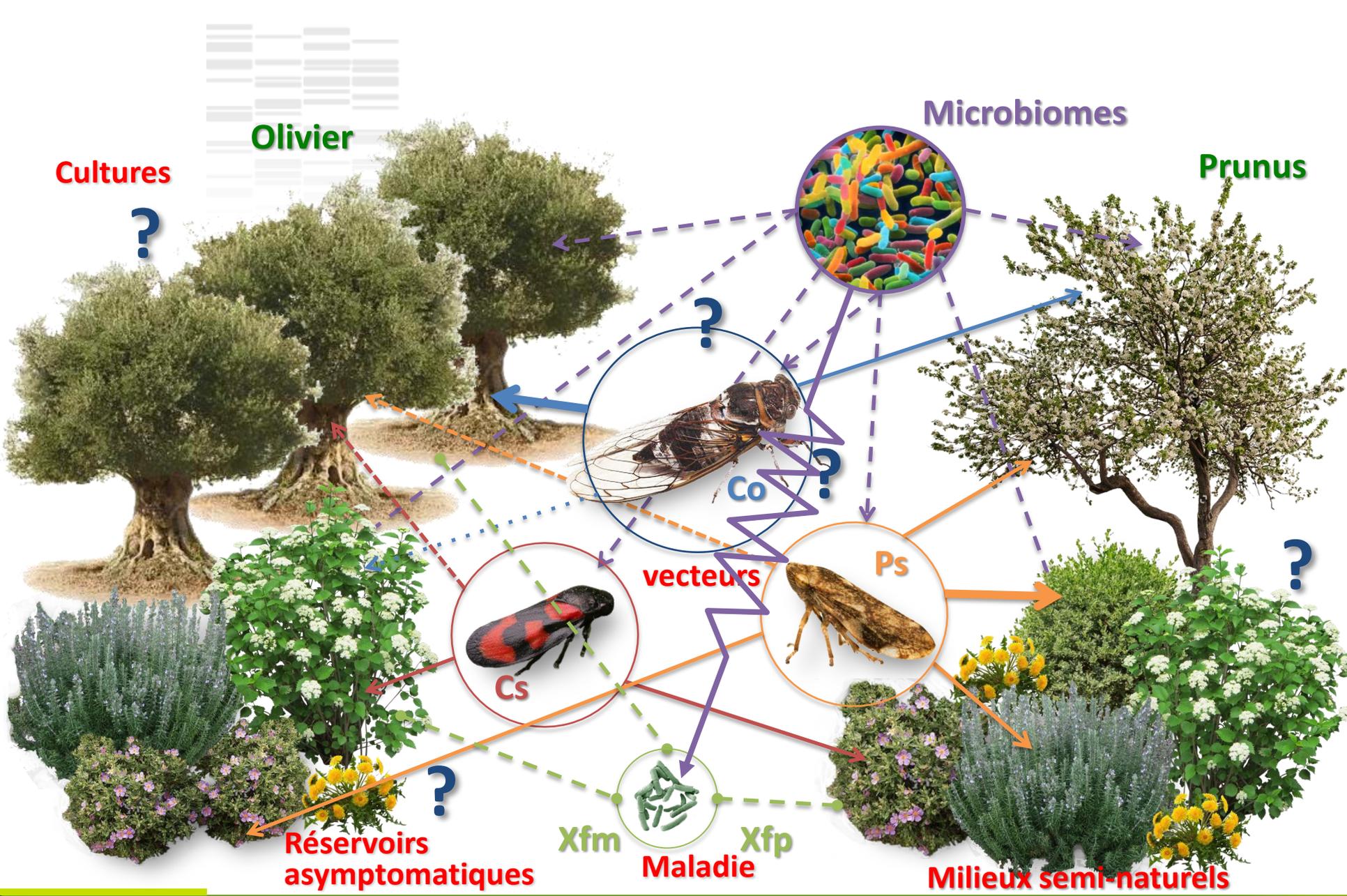




Les vecteurs de *Xylella fastidiosa*

1. Présentation INRA – CBGP
2. Présentation des vecteurs de *Xylella* en France
3. Mise en place d'un réseau de collecte avec l'Afidol
4. Résultats obtenus sur la répartition et la biologie des vecteurs
5. Travaux de recherche en cours au CBGP

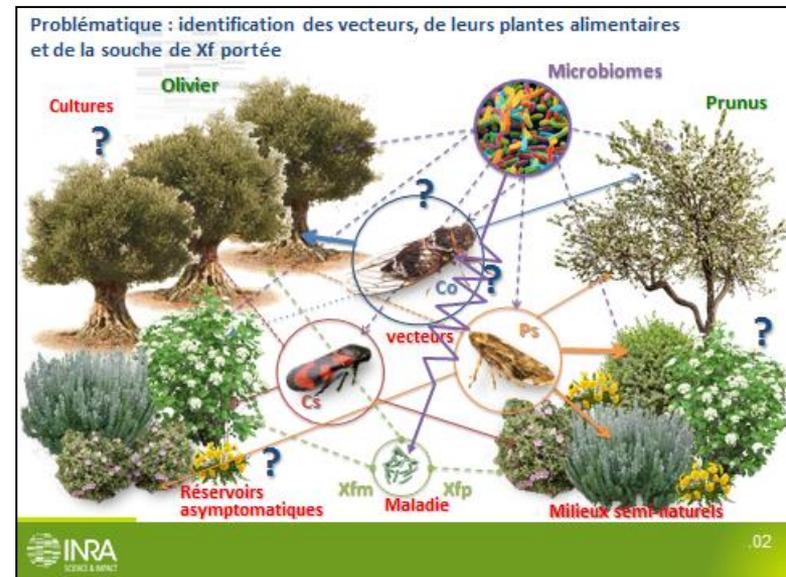




Les vecteurs de *Xylella fastidiosa*

Recherches en cours au CBGP :

- identification des vecteurs : morphologie et moléculaire
- détection de la bactérie dans les vecteurs
- détection des plantes alimentaires dans les vecteurs
- biologie/écologie des vecteurs dans la végétation et le paysage
- prévision du risque

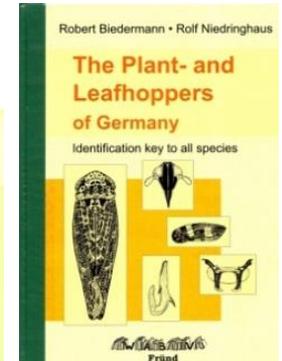
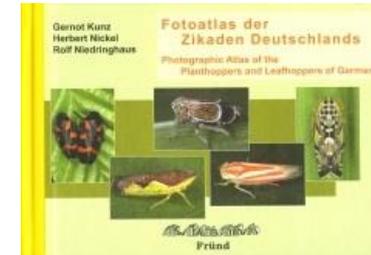


Outils d'identification morphologique

Besoin d'identification précise

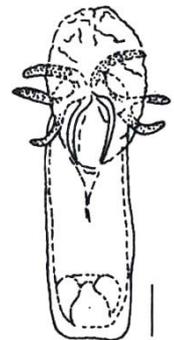
- Espèces très proches mais biologies différentes,
- Besoin d'une identification précise et fiable.

Dissection et illustration de toutes les espèces collectées et présentes en collection



Impossible d'envisager des identifications massives en morphologie.

Automatiser une identification moléculaire en même temps que la détection de la bactérie.



Outils d'identification moléculaire

Pour une identification massive des vecteurs



Technique appropriée : barcoding

Original sequence

```
AACTTTATACTTTATTTTTGGAATTTGAGCAGGAATGGTAGGAACCTCATTAAAGAATTTT
AGTACGAGCAGAATTAGGAAGGCCCGGATCTTTAATTGGAAATGACCAAATTTATAATGT
TATTGTTACAGCTCATGCATTTATTATAATTTTTTATAGTTATACCTATTATAATGG
TGGTTTTGGAAATTGACTTGTACCCTTAATAATTGGTGTCCCGATATAGCATTCCCTCG
AATAAATAATAAGATTTTGATTGCTTCCCGGCTCTTTTATTATTATTAAAGAAG
GATAGTACAAGGGGGGTTGGTACCGGATGAACAGTTTACCCGCTGTCACTCAATAT
TGCCCATGGAGTCCATCAGAGATTAGCTATTTTATGATTACATTTAGCTGGTATTC
TTCAATTTAGGTGCAATTAATTTTATTACACAGTAATTAATATACGACCAATAGGAT
AACCTTTGATCGAATACCCCTATTTGTTGAGCTGTCTGTAATACAGCAATCCCTCTCTT
ATTACTTTACCAGTTTGTAGCTGGAGCTATTACAATATTATTAACAGATCGAAATTTAA
TACATCATTTTTTGTCCAGCTGGTGGAGGGATCCA
```

Show reverse-complement sequence

Basics statistics (Total length : 637)

Nucleotide	Count	Percentage
Adenine	190	29.8%
Cytosine	98	15.4%
Thymine	239	37.5%
Guanine	110	17.3%

Click me to show DNA to protein data ...

Sequencing primer F : M13F(-21)

Trace files F : No File available

PCR primer F : 1. LCO1490puc_t1
2. LCO1490Hem1_t1

Traces files R : No File available

Sequencing primer R : M13R(-27)

PCR primer R : 1. HCO2198puc_t1
2. HCO2198Hem1_t1

Outils d'identification morphologiques et moléculaires

Arthemis : bases de données moléculaires pour l'identification des insectes ravageurs et auxiliaires (CBGP, Montpellier)

Arthemis Home Search on Taxa Search on specimen(s) Identification tools Database information ▾ Contributors Sponsors Contact us Unknown user

Arthemis DB@se

Welcome to the Artemis database !

on ARTHropod Ecology, Molecular Identification and Systematics

<http://arthemisdb.supagro.inra.fr/DefaultInfo.aspx?Page=Home>

- **25 000 séquences**
- **2600 espèces**
- **dont 566 séquences de vecteurs potentiels pour 40 espèces**

Les vecteurs sur Artemis

Arthemis Home Search on Taxa Search on specimen(s) Identification tools Database in

Arthemis DB@se

Welcom
on ARTHropod E

Recherche par blast :

Séquence à identifier : JSTR02041

```

AACTTTATATTTTCTATTTGGGATTTGATCTGGAATA
ATTGGGACTACTCTAAGATTATAATTCGGGTTGAAT
TGGGTCAACCTGGGTCATTTATTGGGGATGATCAAA
TTTATAATGTAATTGTAACCTCCCATGCTTTTATCATG
ATTTTTTTTATAGTTATAACCAATTATAATTGGTGGTTT
TGGAAATTGATTAGTTCATTAATAATTGGTGCTCCT
GACATAGCATTCCCACGAATAAATAATATAAGATTTT
GAATGCTTCCCTCCTTCATTAACGCTTCTTCTTCAAG
AAGAATAATTGATAATGGAGTAGGGACGGGATGAA
CAGTTTATCCTCCTTTATCAAGAGGTATAGCACATG
CTGGTGCATGTGTTGATTTAGCTATTTTCTTTTACA
TTTAGCAGGAATTTCTTCTATTCTAGGTGCTGTAAT
TTTACTACTACTATTTTAAATATACGTTCTTCAGGTAT
GAAAATAGATCGAACTCCTTTATTTGTATGAGCAGTT
TTGATTACTACAATTTTACTTTTACTTTCCTTACCAGT
CTTGGCTGGAGCTATTACAATGTTATTAACAGATCG
AAATATTAATACTTCATTTTTTGGATCCGTCGGGGGA
GGAGATCCAATTTTATACCAACATTTTATTT
    
```

- Occurrence (French mainl...
- ✓ Taxon economical imp...
- Rest rank (France):
- ✓ Taxon iconography
- Taxon pictures:

External resources:

Specimen(s) available:



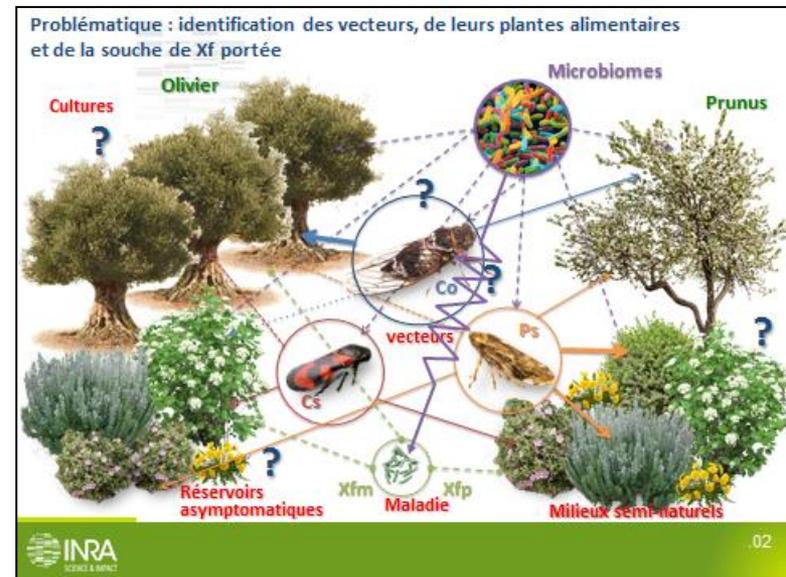
1. ATBI & M. 2. CAB International (2017) Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International.

1. ATBI & M. 2. CAB International (2017) Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. EPIE00644_0101, 7. EPIE00644_0102, 8. EPIE00644_0103, 9. EPIE00644_0104, 10. EPIE00644_0105.

Les vecteurs de *Xylella fastidiosa*

Recherches en cours au CBGP :

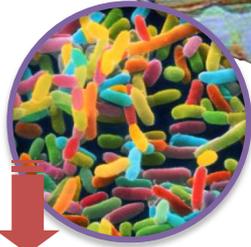
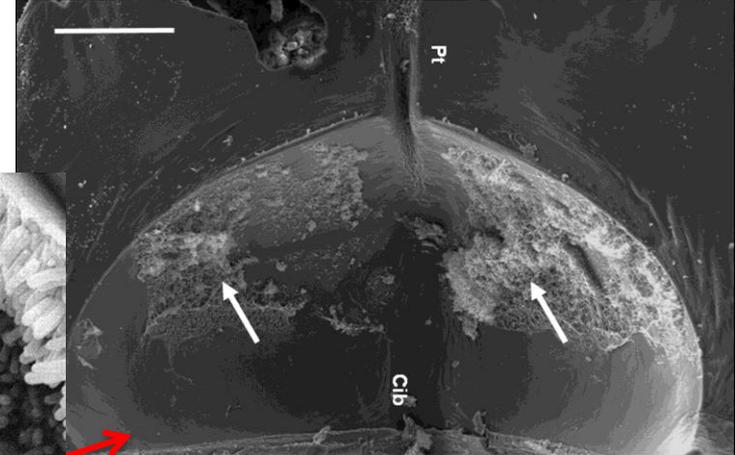
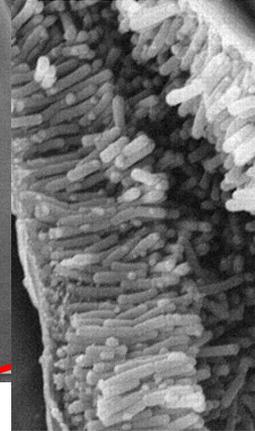
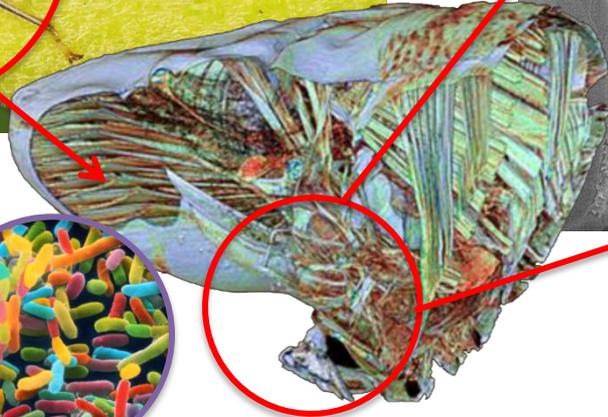
- identification des vecteurs : morphologie et moléculaire
- détection de la bactérie dans les vecteurs
- détection des plantes alimentaires dans les vecteurs
- biologie/écologie des vecteurs dans la végétation et le paysage
- prévision du risque



Insecte

tête

cibarium/précibarium



ADN microbiome

ADN vecteur

ADN *Xylella*

ADN plante ingérée

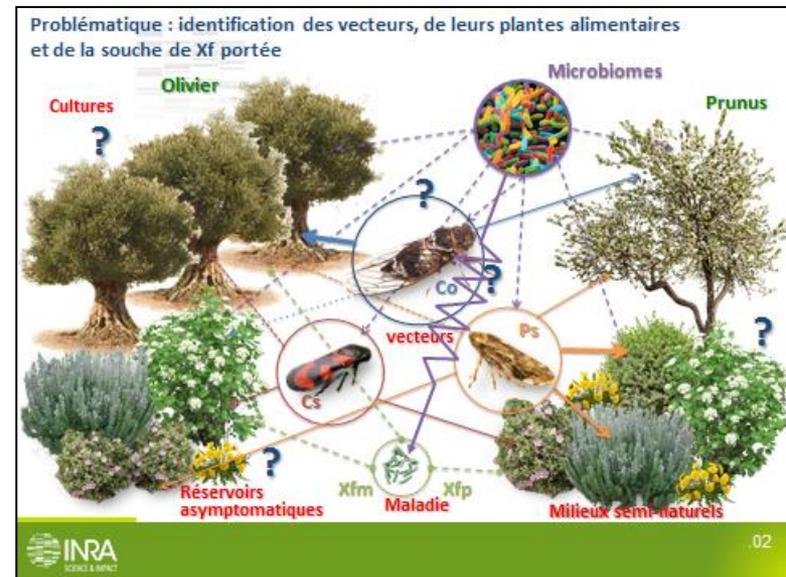
Quantité ADN

- 1 marqueur pour l'identification du vecteur
- Les 7-9 marqueurs diagnostiques de *Xylella* (MLST)
- 1 ou 2 marqueurs pour identifier la plante d'alimentation

Les vecteurs de *Xylella fastidiosa*

Recherches en cours au CBGP :

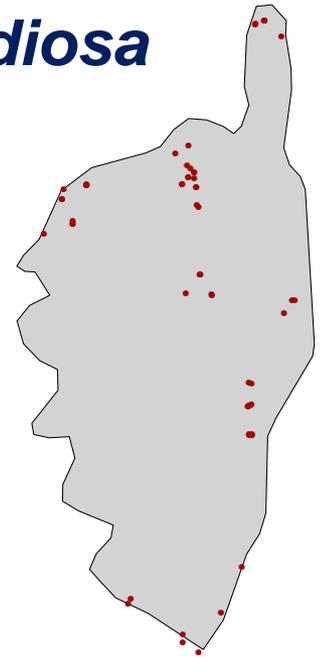
- identification des vecteurs : morphologie et moléculaire
- détection de la bactérie dans les vecteurs
- détection des plantes alimentaires dans les vecteurs
- biologie/écologie des vecteurs dans la végétation et le paysage
- prévision du risque



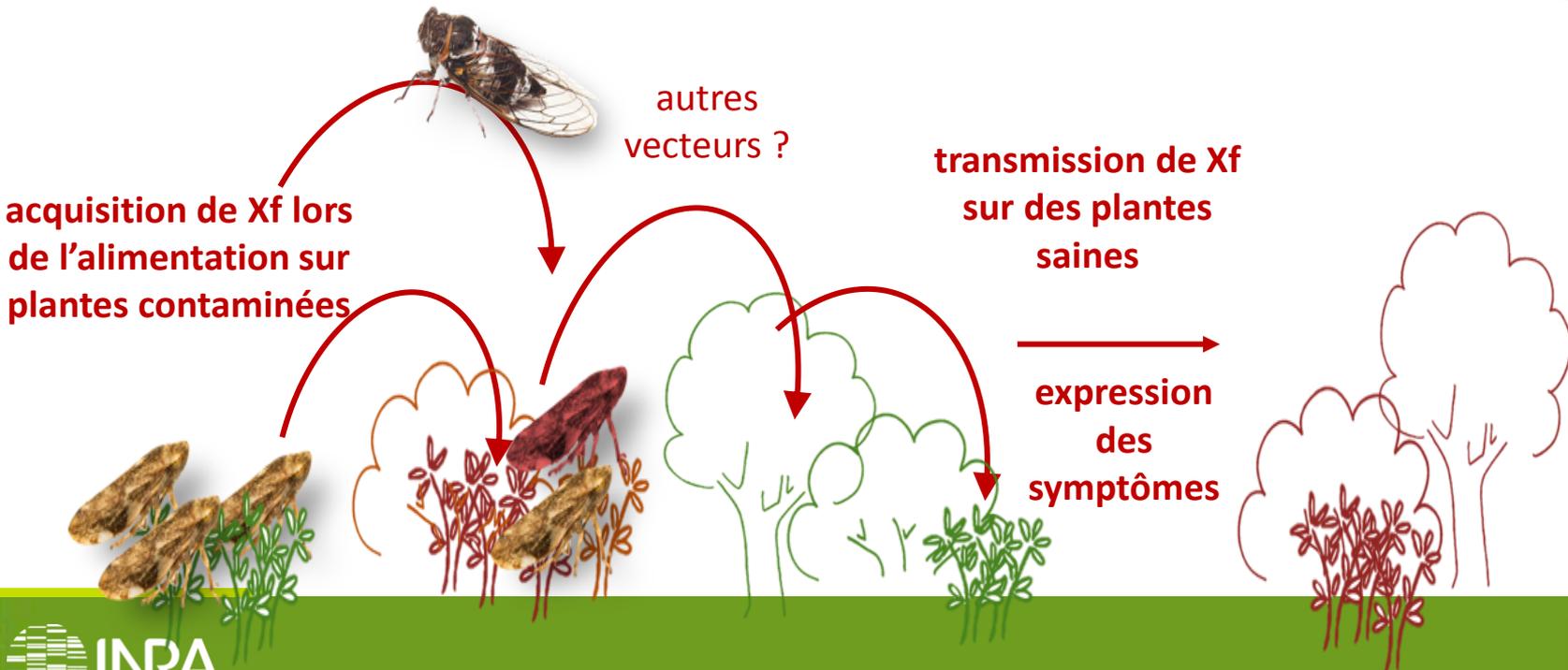
Biologie et Ecologie des vecteurs de *Xylella fastidiosa*

- qui sont les vecteurs ?
- quel est leur cycle de vie ?
- sur quelles plantes se développent-ils / s'alimentent-ils ?
- sont-ils responsables des symptômes visibles de *Xylella* dans la végétation ?

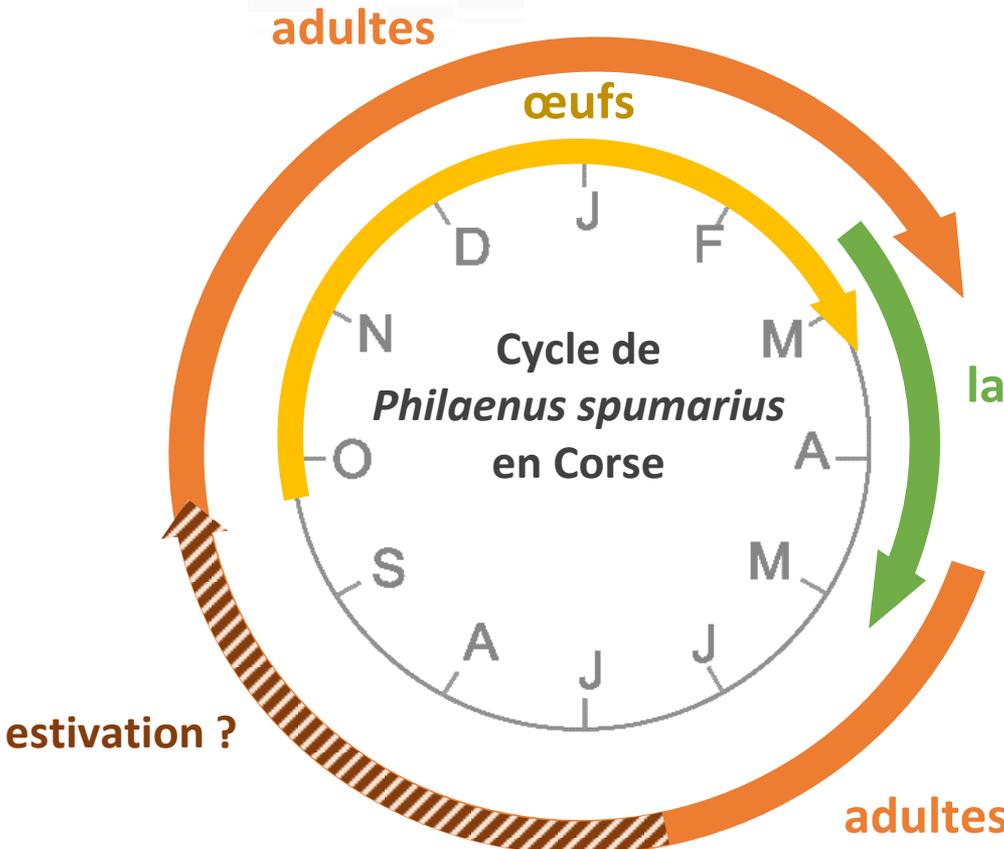
Suivi 3x/an de 64 placettes d'études dans le maquis corse



Le couple ciste de Montpellier-*Philaenus* est-il l'élément clé dans la compréhension de la propagation de la maladie en Corse ?



Cycle de *Philaenus spumarius* en Corse



08 II 2018 Corse
23 III 2017 Montpellier
26 III 2018 Montpellier



11 IV 2018 Corse
23 IV 2017 Montpellier
05 V 2018 Montpellier

Plantes hôtes des larves de Cercopoidea (Montpellier)

Aegilops
Aegopogon
Agrimonium
Anthemis
Anthemis
Anthyllus
Antirrhinum
Arunca
Avenula
Beta vulgaris
Bitum



Euphorbia
Euphorbia helioscopia
Euphorbia platyphyllos
Euphorbia serrata



Plantago lanceolata
Podospermum laciniatum
Populus



Sisymbrium officinale



lus
lus
um



Hypericum
Hypericum
Hypericum



Rosa
Rosa arvensis
Rosmarinus officinalis

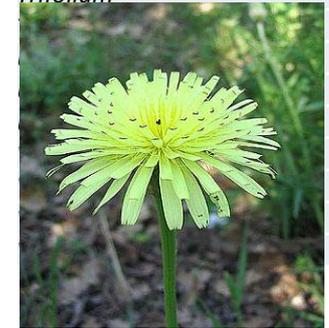


Trifolium

Crepis
Crepis
Crucifera
Cynara
Daphne
Daucus
Dittrich



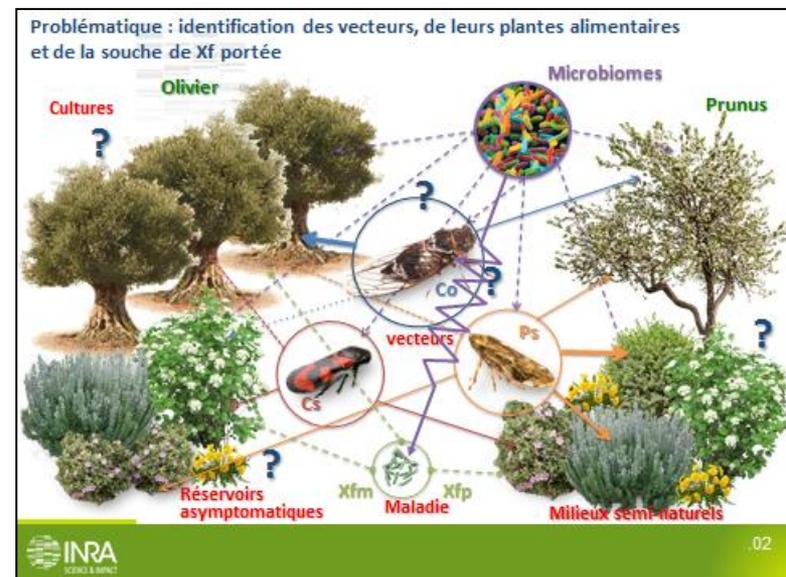
Rubus
Rumex
Rumex
Rumex
Salvia



Les vecteurs de *Xylella fastidiosa*

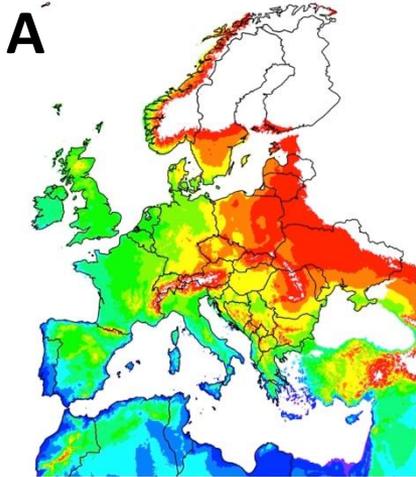
Recherches en cours au CBGP :

- identification des vecteurs : morphologie et moléculaire
- détection de la bactérie dans les vecteurs
- détection des plantes alimentaires dans les vecteurs
- biologie/écologie des vecteurs dans la végétation et le paysage
- prévision du risque



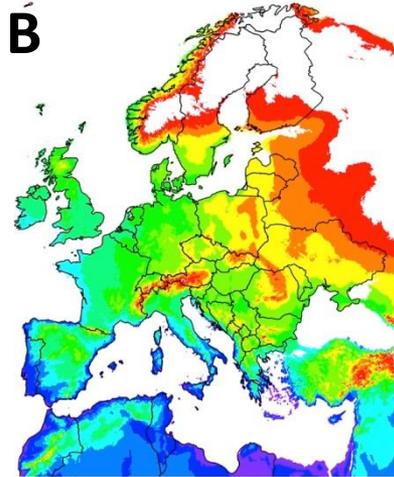
Sévérité potentielle de *Xf fastidiosa* (Maladie de Pierce) en Europe

Gravité prédite Maladie de Pierce 1960-1990



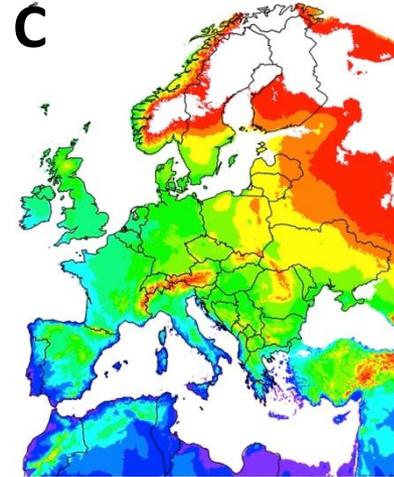
PD severity 1960-1990 -min T° models

Gravité prédite potentielle en 2050 (4.5)

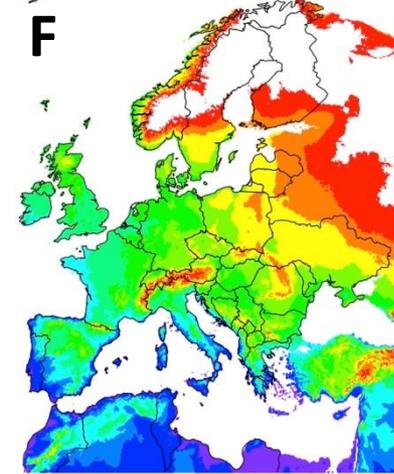
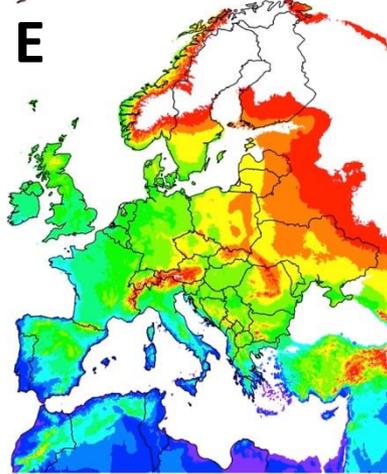
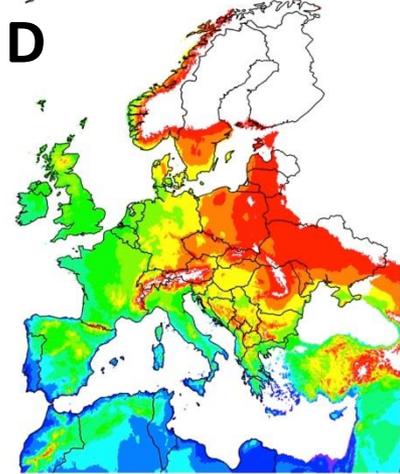


2050 (scenario 4.5)-min T° models

Gravité prédite potentielle en 2050 (8.5)



2050 (scenario 8.5)-min T° models



Sévérité prédite de la maladie de Pierce en Europe sous des conditions climatiques présentes et futures obtenue en ajustant un modèle linéaire généralisé (1 = faible, 2 = modérée, 3 = forte). Les conditions climatiques sont des moyennes de température sur la période 1960-1990 d'après Worldclim. Les données climatiques futures sont obtenues à partir du modèle climatique global MIROC5 (scenarios 4.5 and 8.5). Les cartes (A) (B) et (C) sont obtenues en moyennant les prédictions de trois GLMS ajustés avec les jeux de données climatiques #1, #4 et #7. Les cartes (D), (E) & (F) montrent la prédiction obtenue avec un modèle GLM ajusté avec le jeu de données climatiques #1.



Les vecteurs de *Xylella fastidiosa*

Conclusion :

- suffisamment d'échantillons pour travailler
- le réseau a permis de répondre aux questions que l'on se posait
- très actif en 2016 (781 vecteurs) et 2017 (659) relâche en 2018 (50)
- maintenir un réseau pour pouvoir le réactiver en cas de besoin



MERCI POUR VOTRE ATTENTION