



Centre wallon de Recherches
agronomiques

La recherche sur le Mildiou de la pomme de terre...
le point sur l'évolution des souches de
Phytophthora infestans

Journée technique Pommes de terre
Espace Senghor - Gembloux – 13 décembre 2023

Vincent CESAR

Mildiou de la pomme de terre

Phytophthora infestans

- Principale maladie de la pomme de terre
- Distribution mondiale
- Symptômes (feuilles, tiges, tubercules)
- Conditions météorologiques
2016-**2021-2023** vs 2017-2018-2019-2020-**2022**
- Variétés sensibles vs variétés résistantes (tolérantes)
- Lutte – utilisation répétée de fongicides sur base des systèmes d'avertissement (Vigimap)

... mais

- **Agressivité** des nouveaux génotypes (virulence)
- Efficacité de certains **fongicides (résistance)**

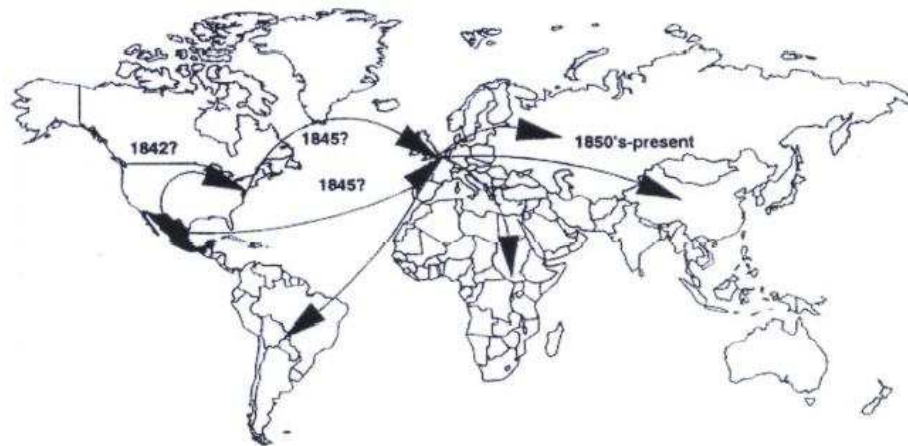


Mildiou de la pomme de terre

Phytophthora infestans

Origine: Mexique

Migration vers l'Europe (1845) – Grande famine

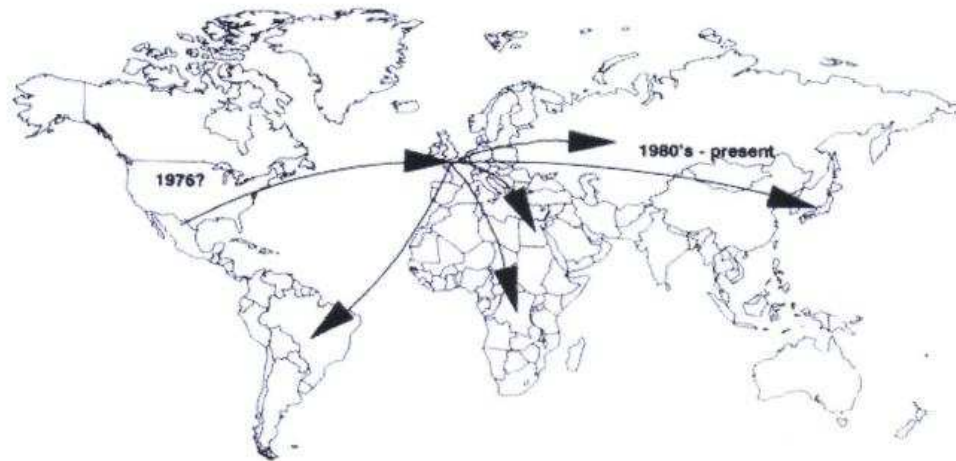


Multiplication clonale (A1)

Mildiou de la pomme de terre

Phytophthora infestans

Importation de plants (**1976**): 1^{er} souche A2 (Suisse)



2 types de souches (A1 et A2): → Multiplication sexuée
→ diversité génétique

Etude des populations de *Phytophthora infestans*

Pourquoi ?

- Suivre l'évolution des **populations**
- Etudier le comportement des **variétés (gènes R)**
- Adapter les **modèles épidémiologiques** de développement de la maladie (OAD)
- Orienter les programmes de **création variétale** (géniteurs)
- Recommander des **stratégies de contrôle** (souches résistantes)

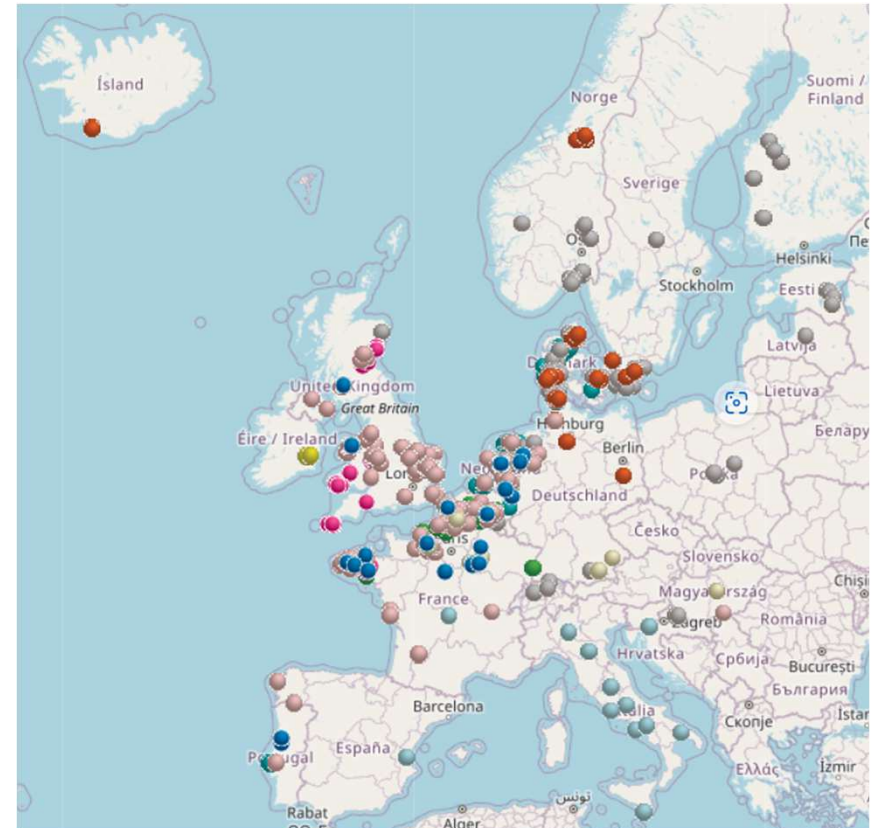


Etude des populations de *Phytophthora infestans*

Comment ?

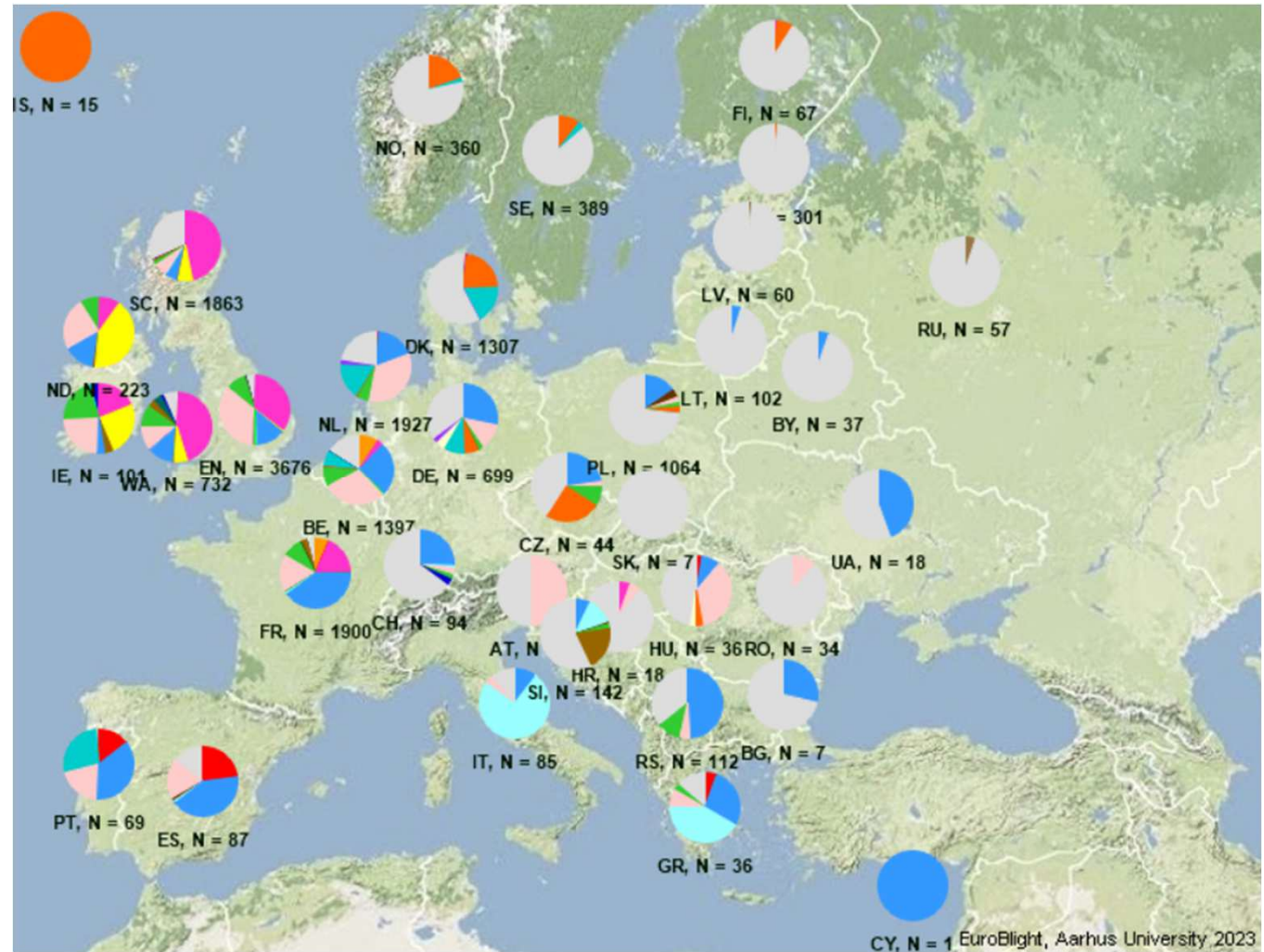
- Consortium Euroblight
- Diversité des populations de P.i.
- Analyses génotypiques
- 12 Microsatellites (SSRs)
- FTA cards – James Hutton Institute
- Cartographie sur www.Euroblight.net

| | |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> EU_1_A1 | <input checked="" type="checkbox"/> EU_2_A1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> EU_6_A1 | <input checked="" type="checkbox"/> EU_8_A1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> EU_12_A1 | <input checked="" type="checkbox"/> EU_13_A2 |
| <input checked="" type="checkbox"/> EU_23_A1 | <input checked="" type="checkbox"/> EU_36_A2 |
| <input checked="" type="checkbox"/> EU_37_A2 | <input checked="" type="checkbox"/> EU_39_A1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> EU_41_A2 | <input checked="" type="checkbox"/> EU_43 |
| <input checked="" type="checkbox"/> EU_42_A2 | <input checked="" type="checkbox"/> Other |



2022

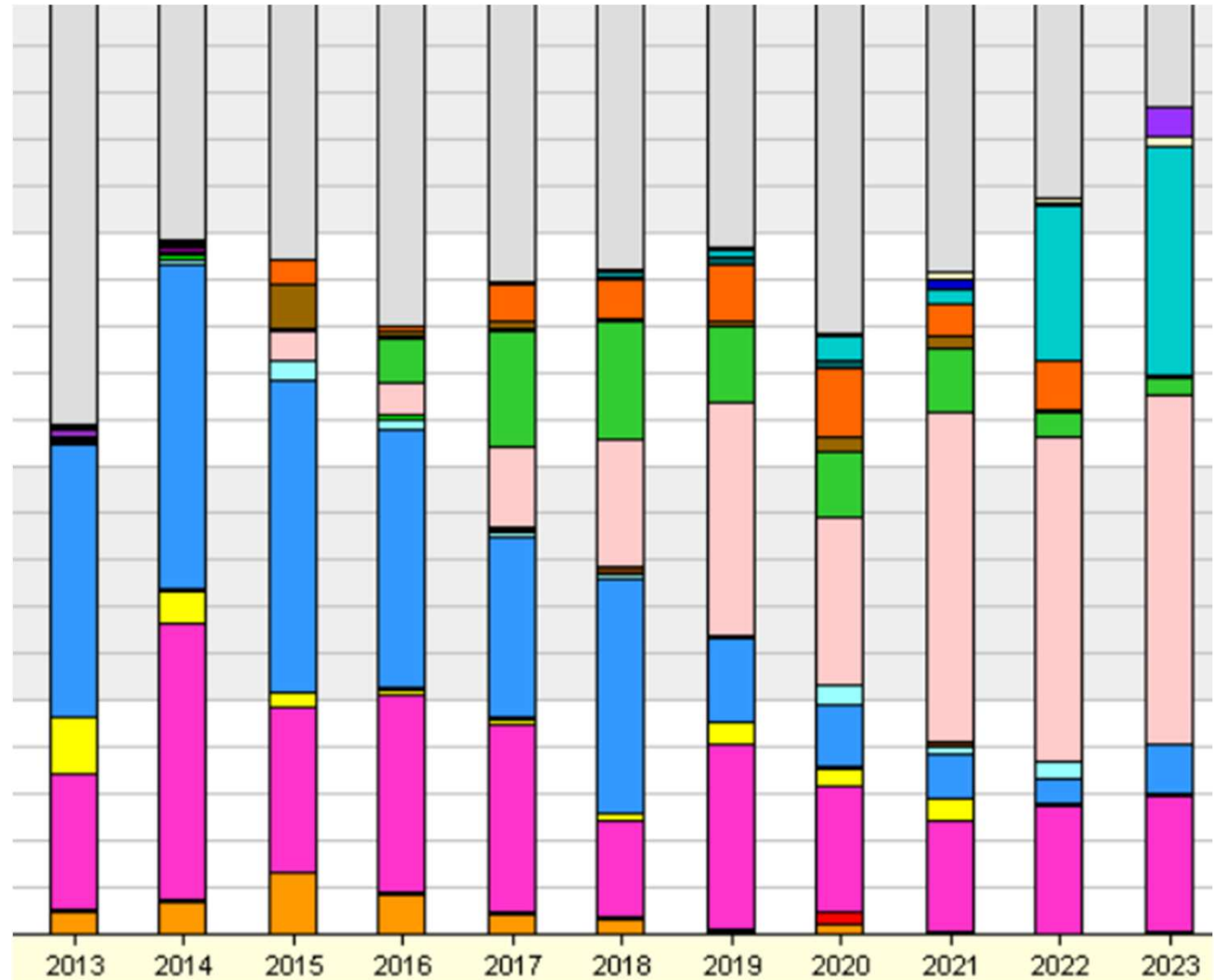
Situation *P. infestans* en Europe 2013-2023



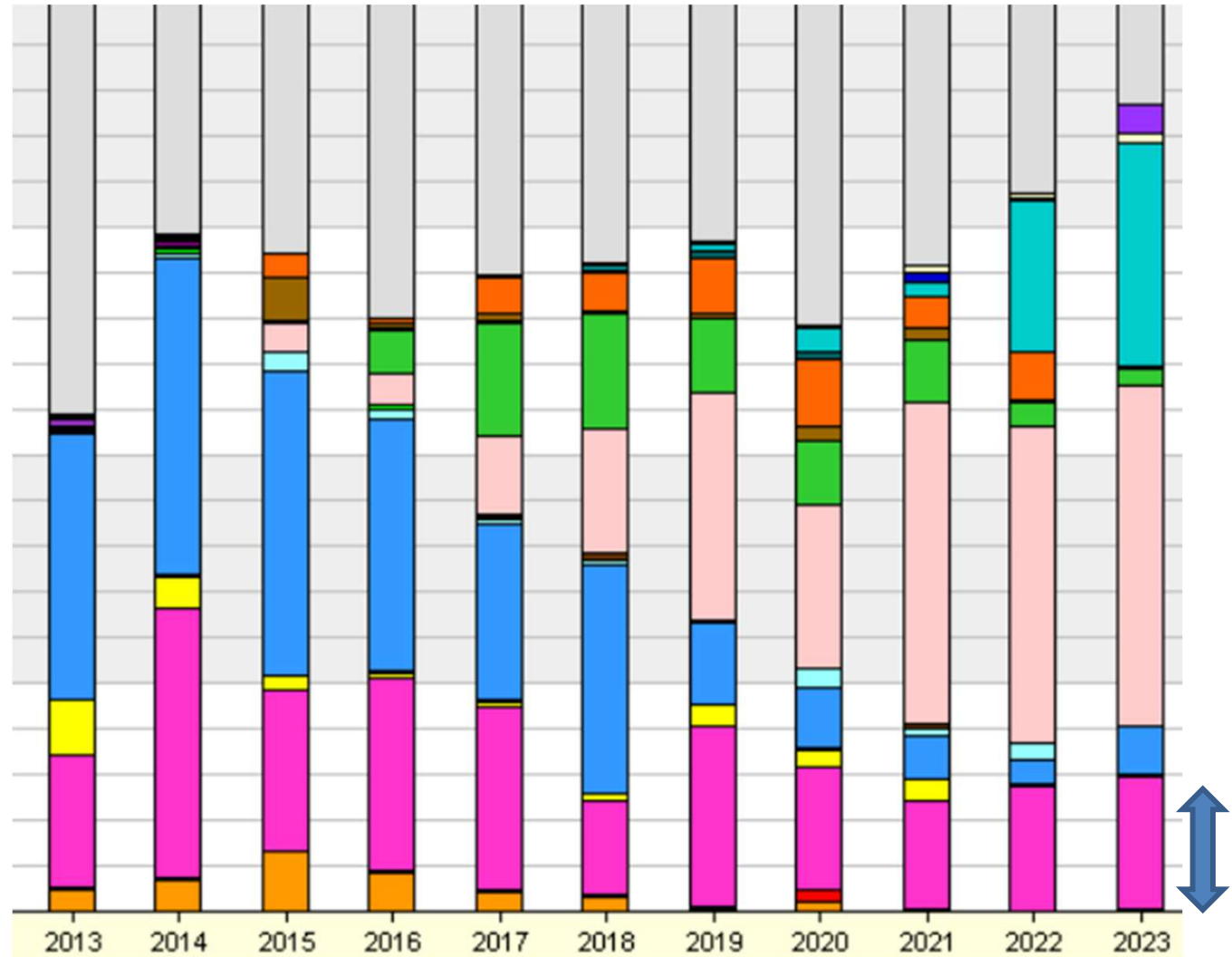
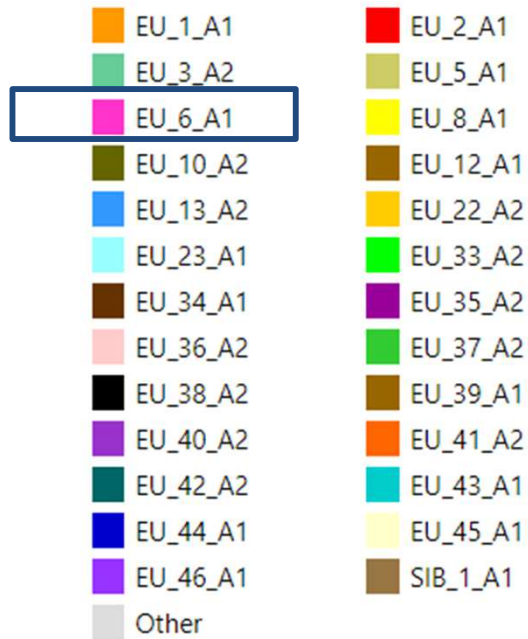
17.000 souches analysées



Situation *P. infestans* en Europe 2013-2023



Situation *P. infestans* en Europe 2013-2023



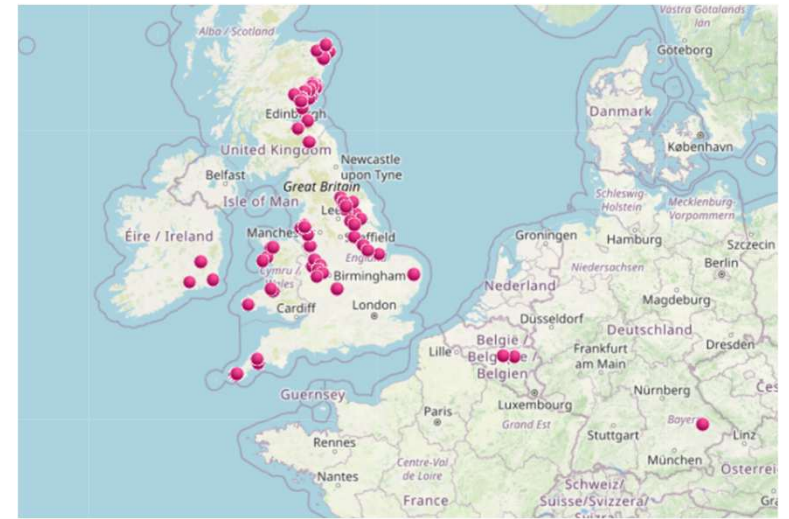
EU_6_A1 – 2021-2023



2021

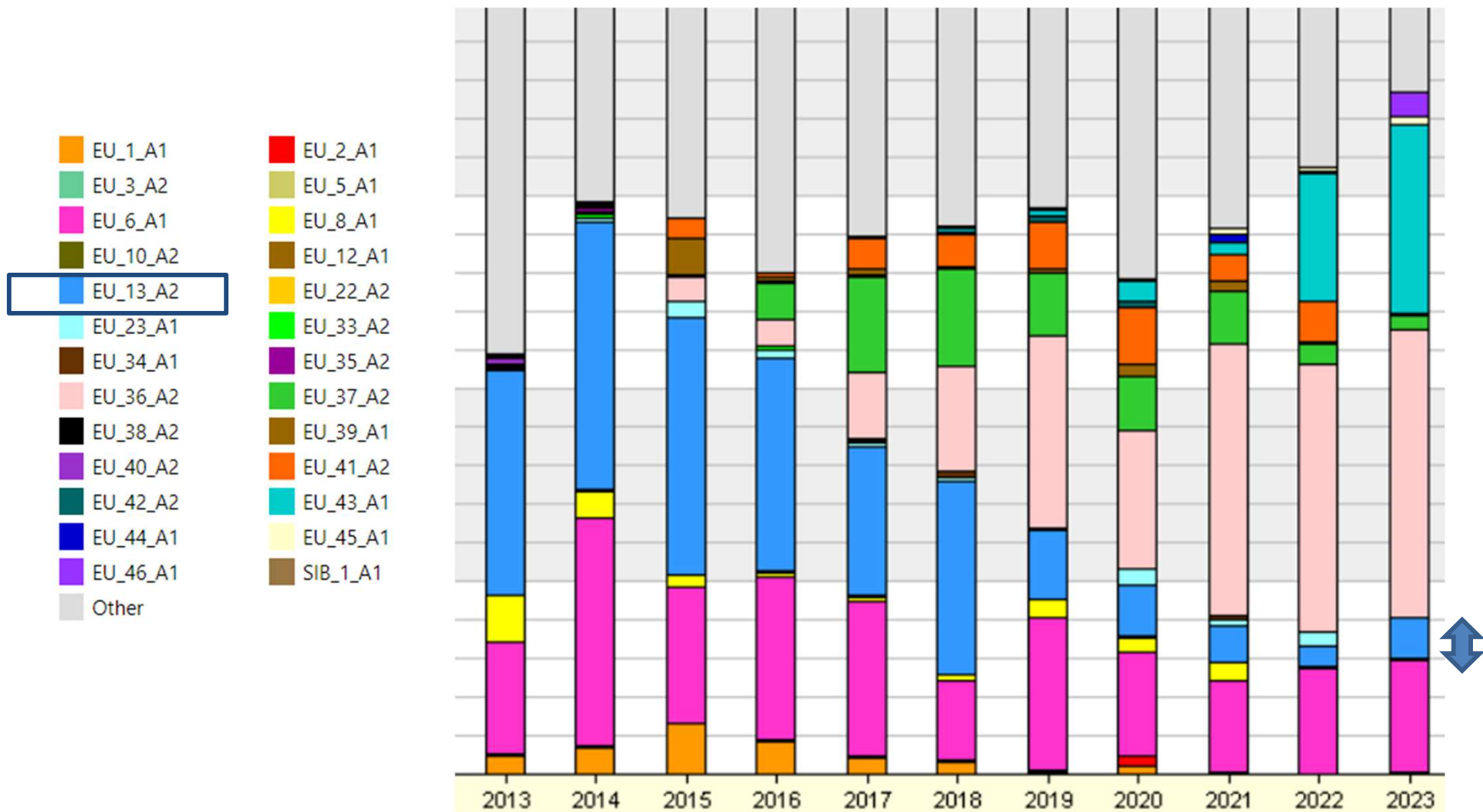


2022

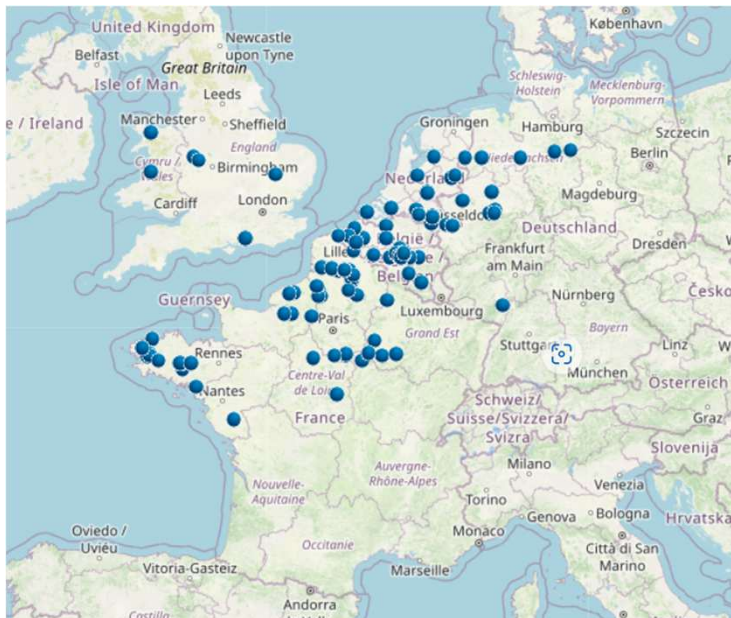


2023

Situation *P. infestans* en Europe – 2013-2023



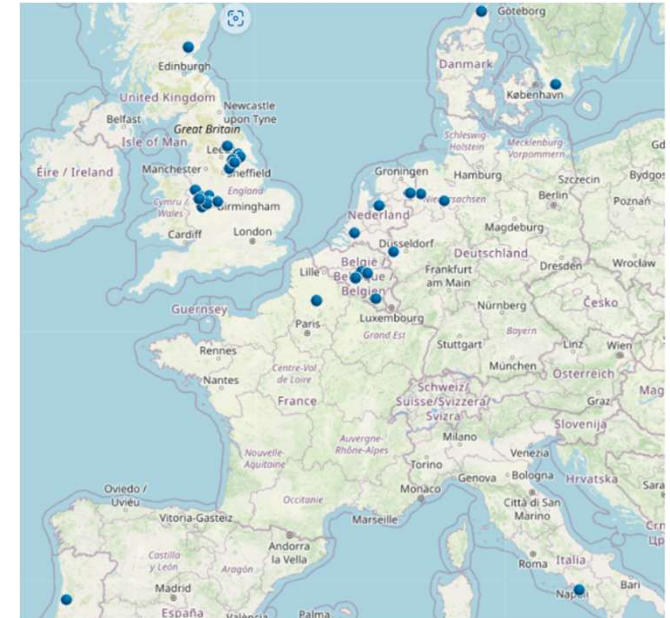
EU_13_A2 – 2021-2023



2021

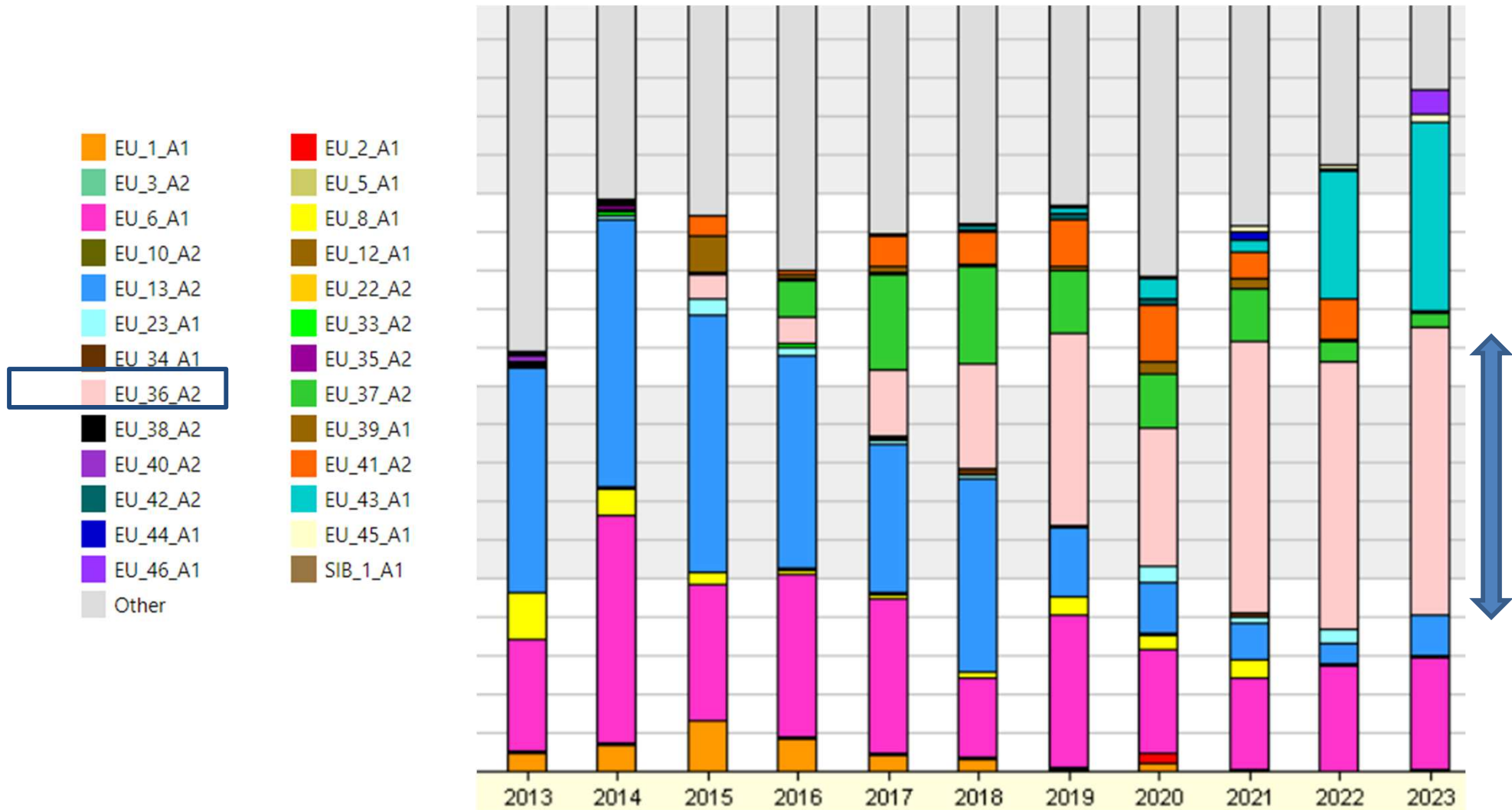


2022



2023

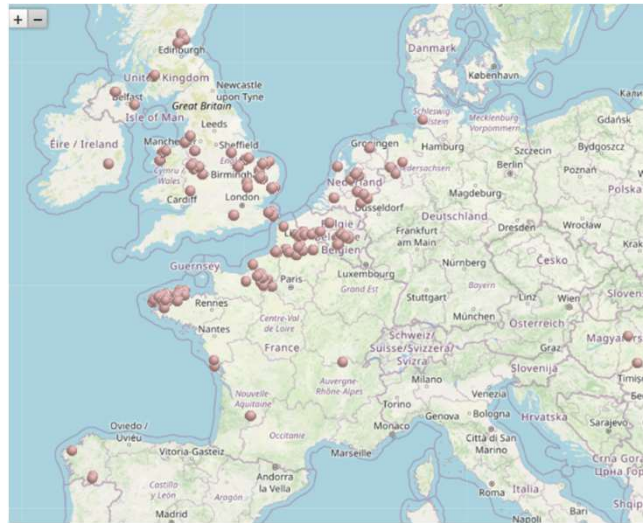
Situation *P. infestans* en Europe – 2013-2023



EU_36_A2 – 2021-2023



2021

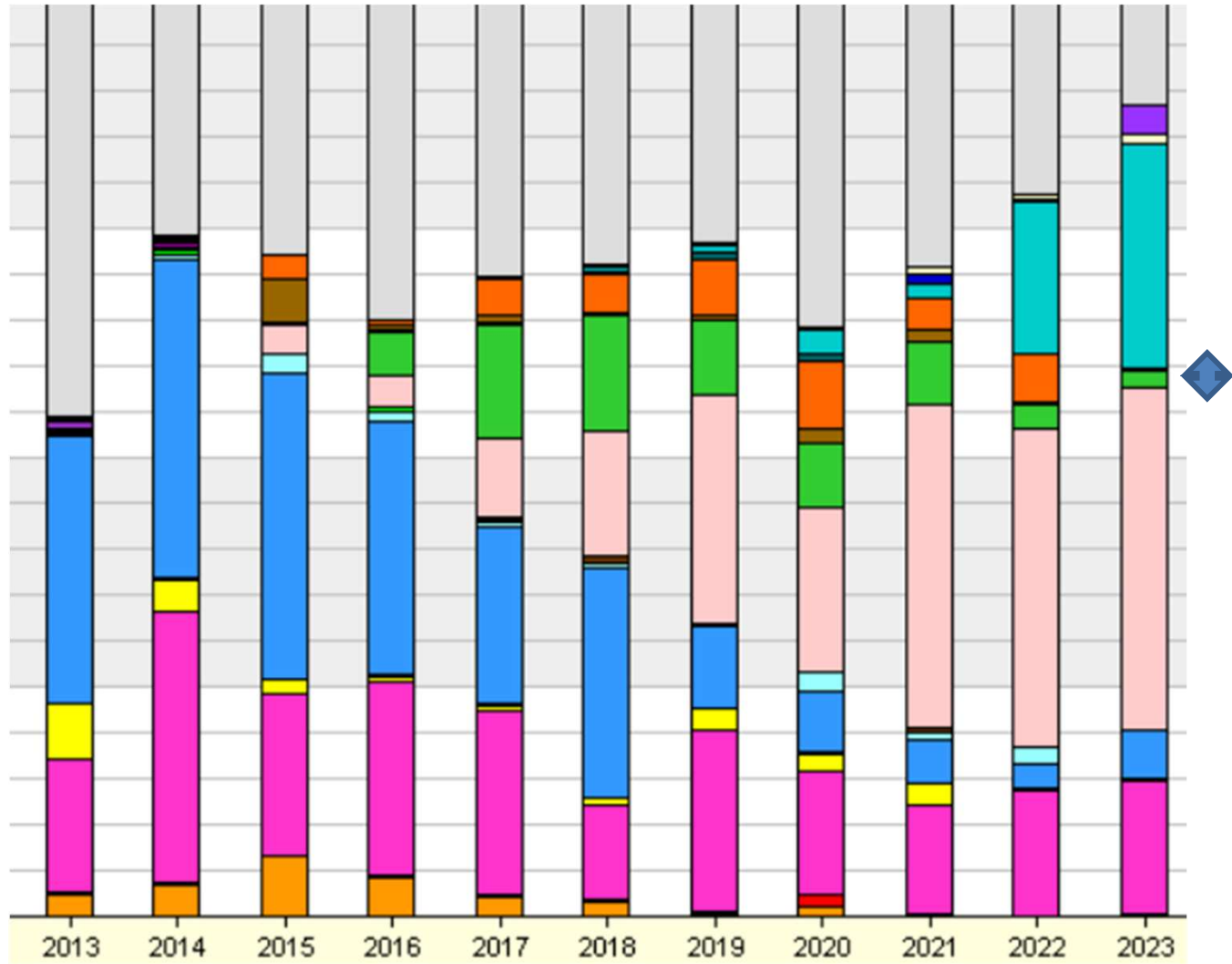
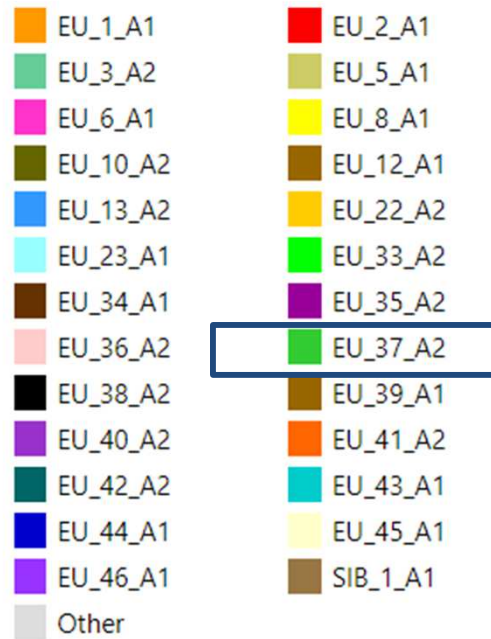


2022

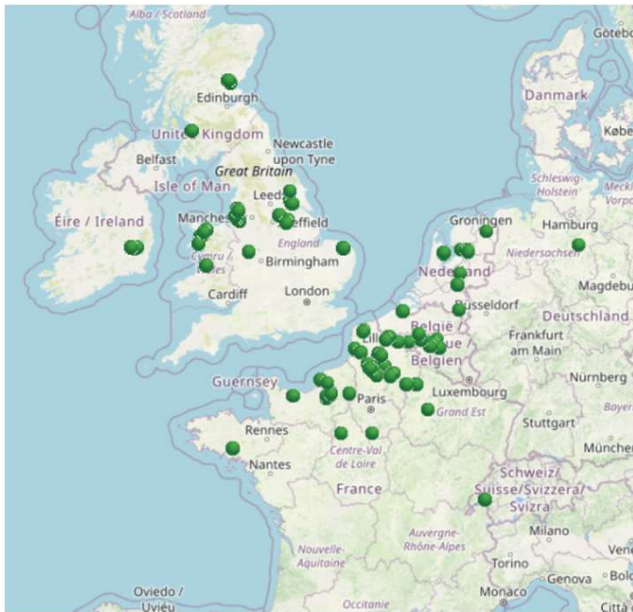


2023

Situation *P. infestans* en Europe – 2013-2023



EU_37_A2 – 2021-2023



2021

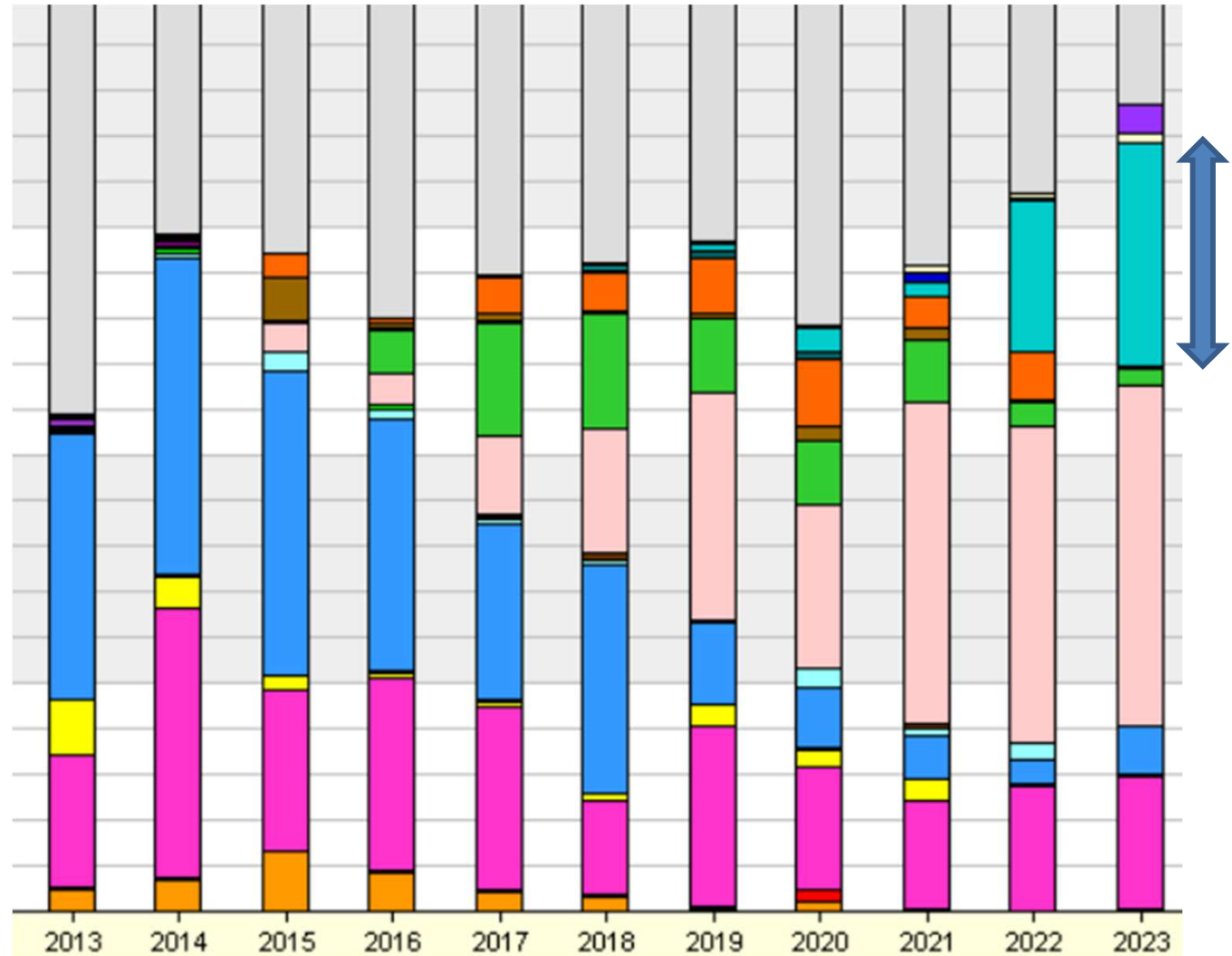
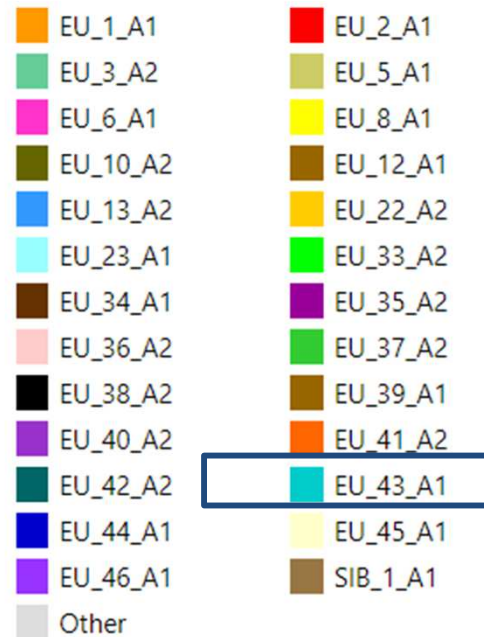


2022

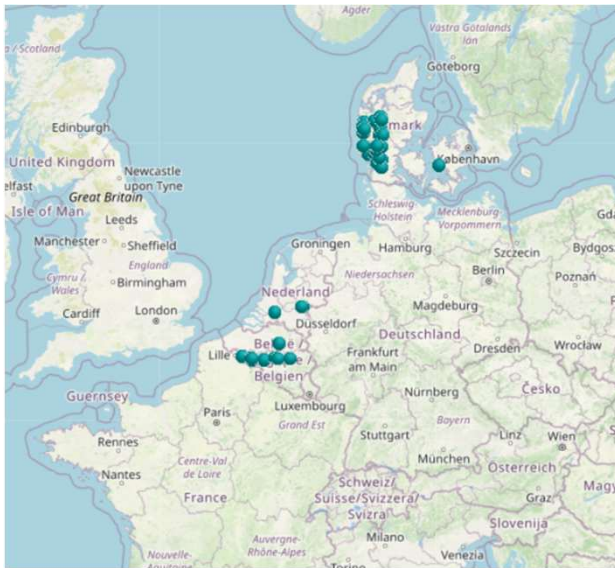


2023

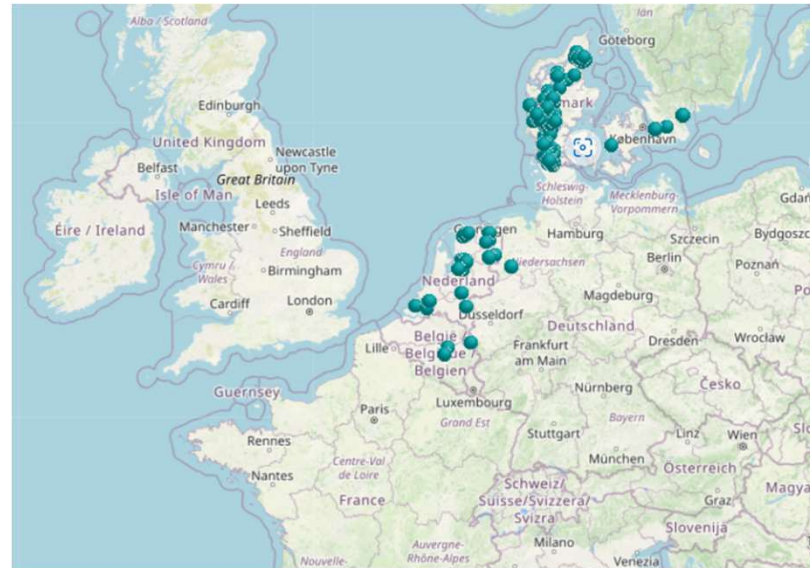
Situation *P. infestans* en Europe – 2013-2023



EU_43_A1 – 2021-2023



2021

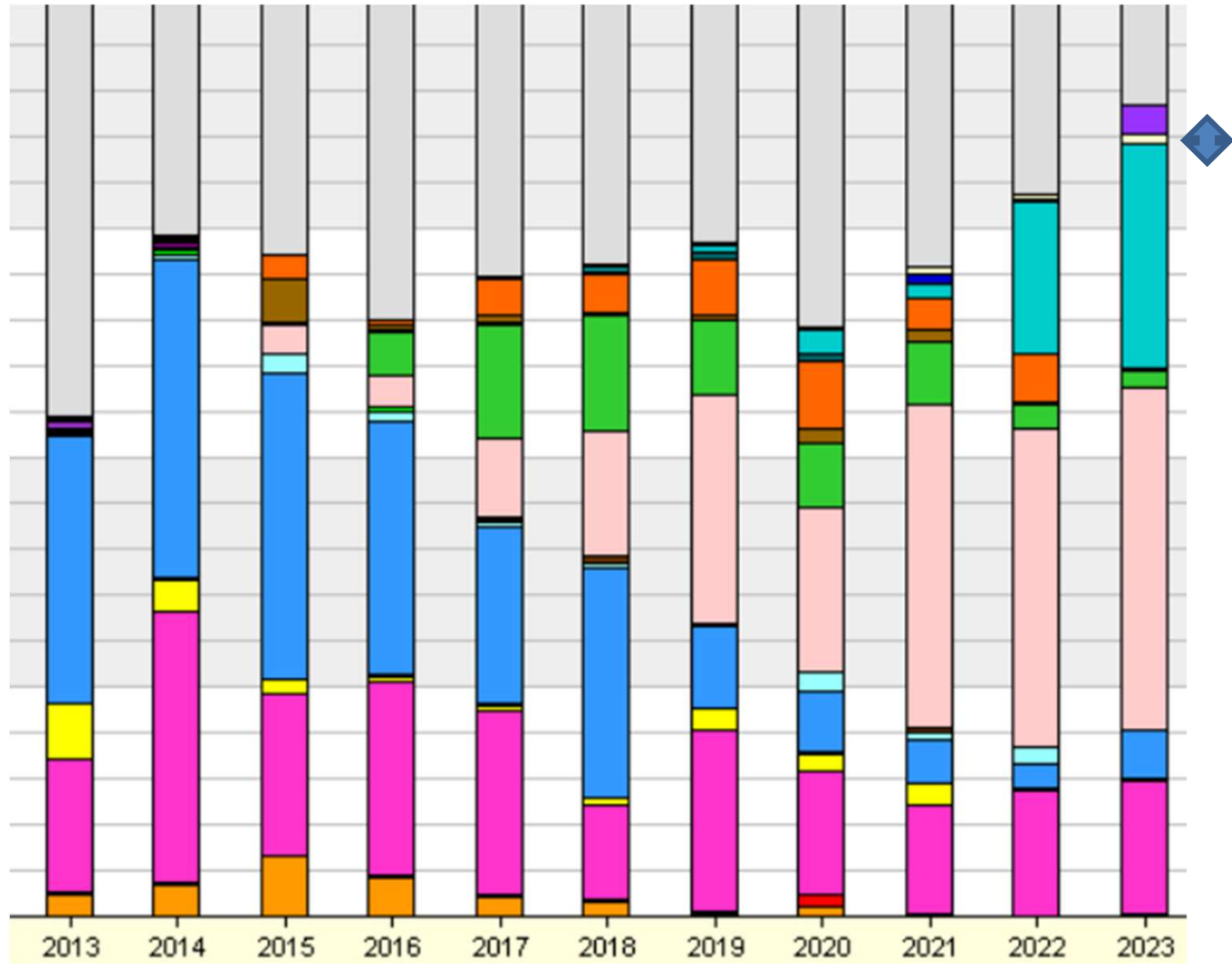
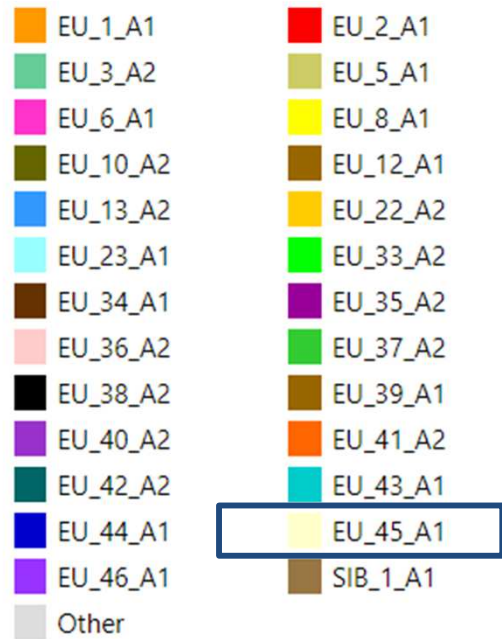


2022

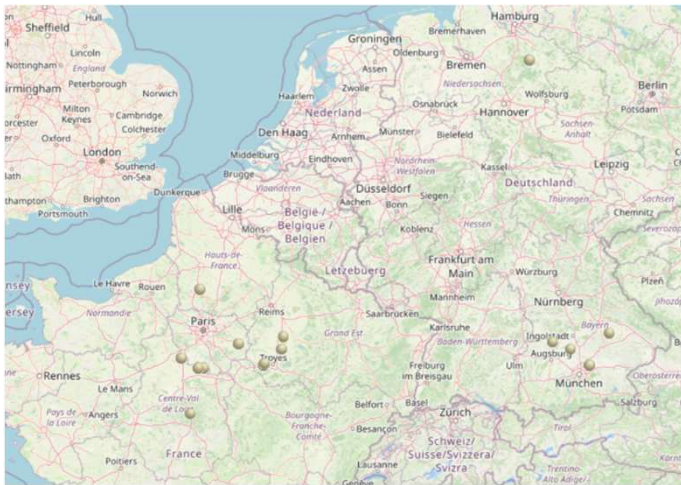


2023

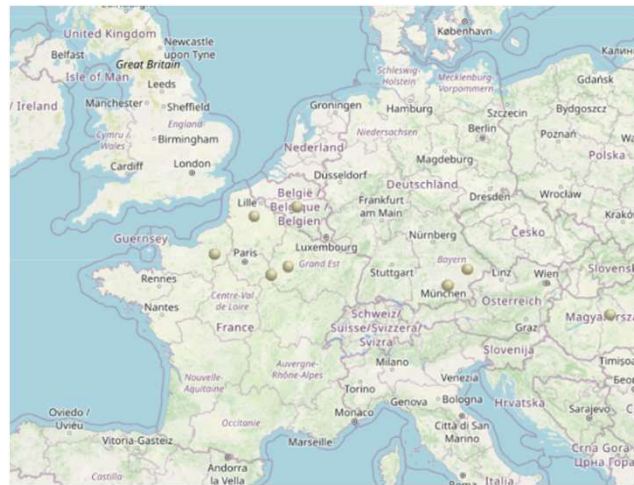
Situation *P. infestans* en Europe – 2013-2023



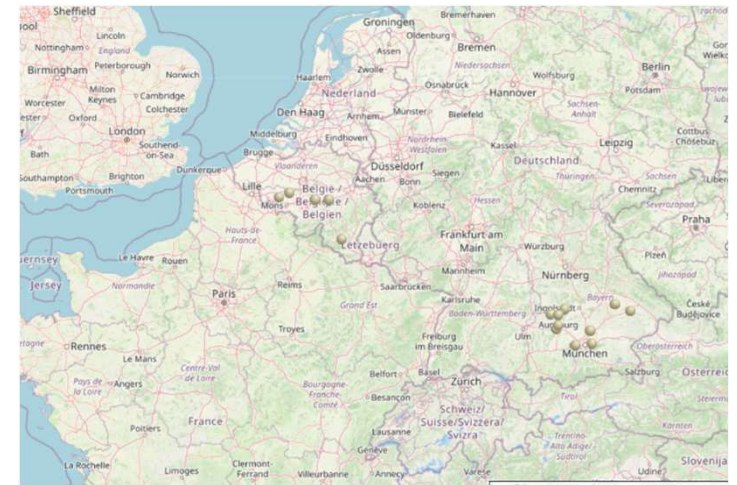
EU_45_A1 – 2021-2023



2021

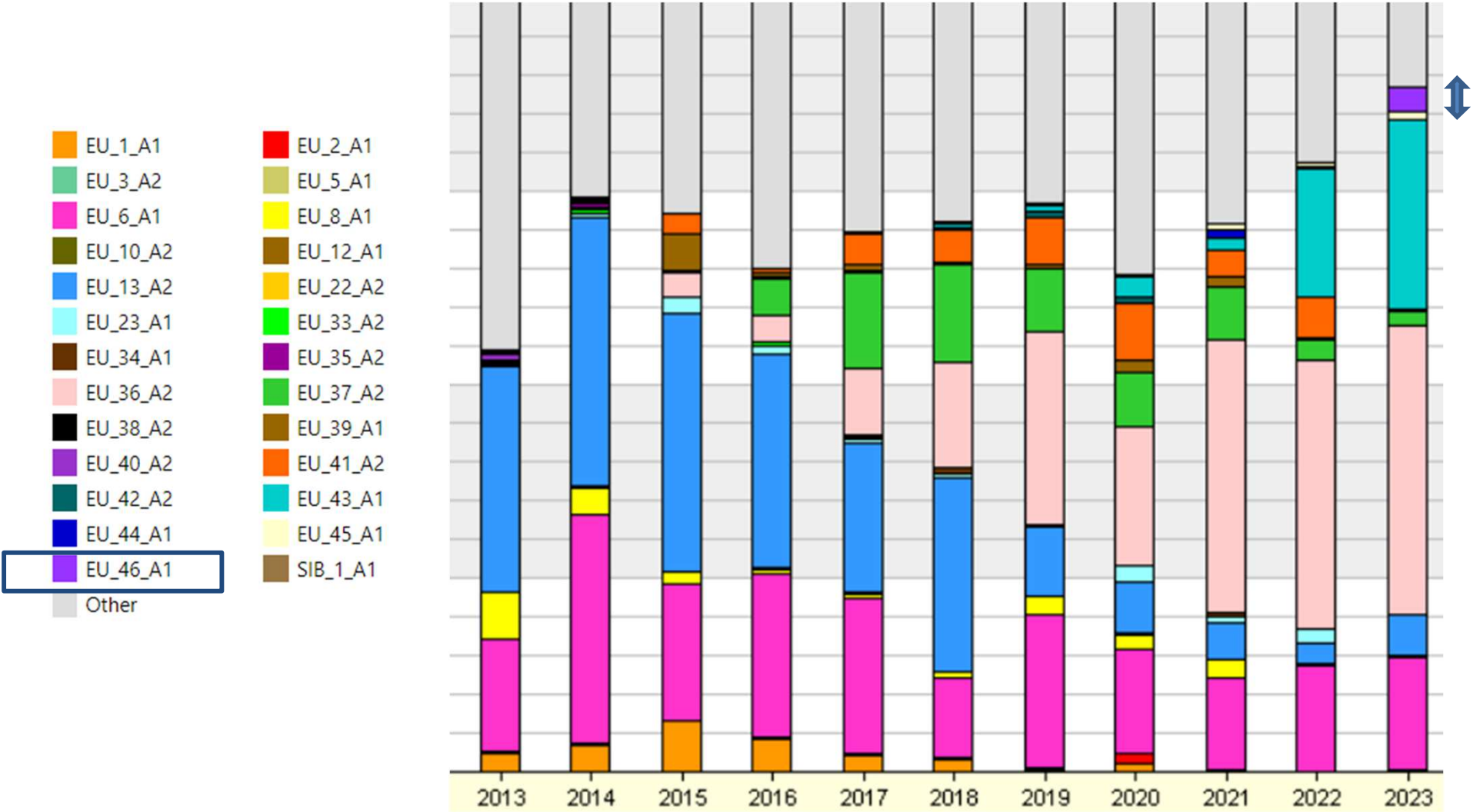


2022

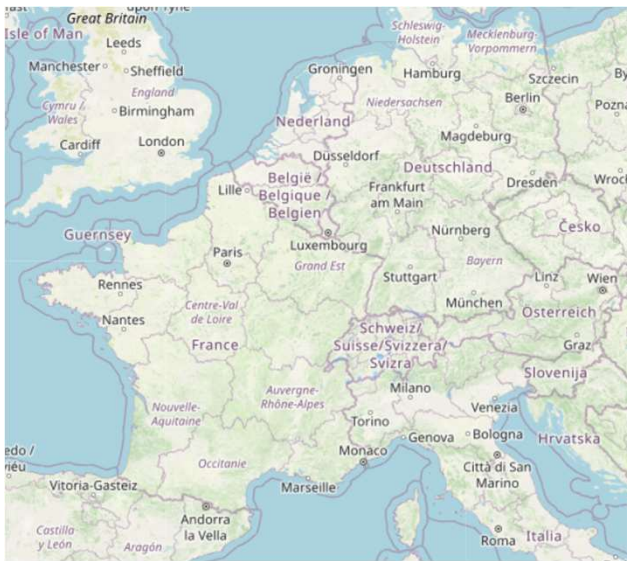


2023

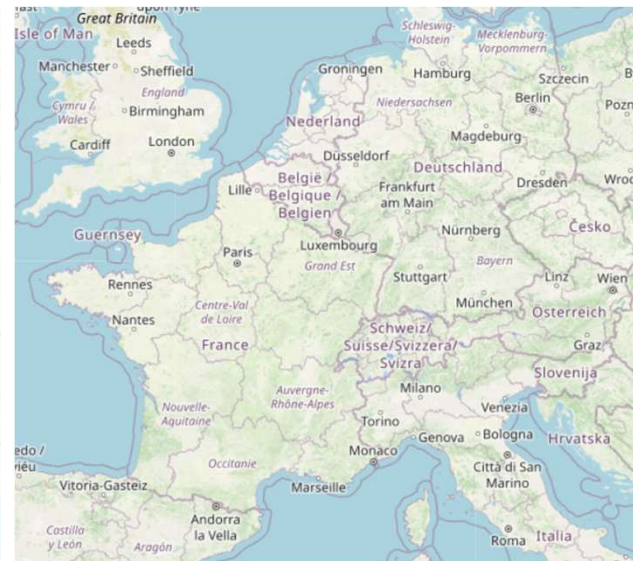
Situation *P. infestans* en Europe – 2013-2023



EU_46_A1 – 2021-2023



2021

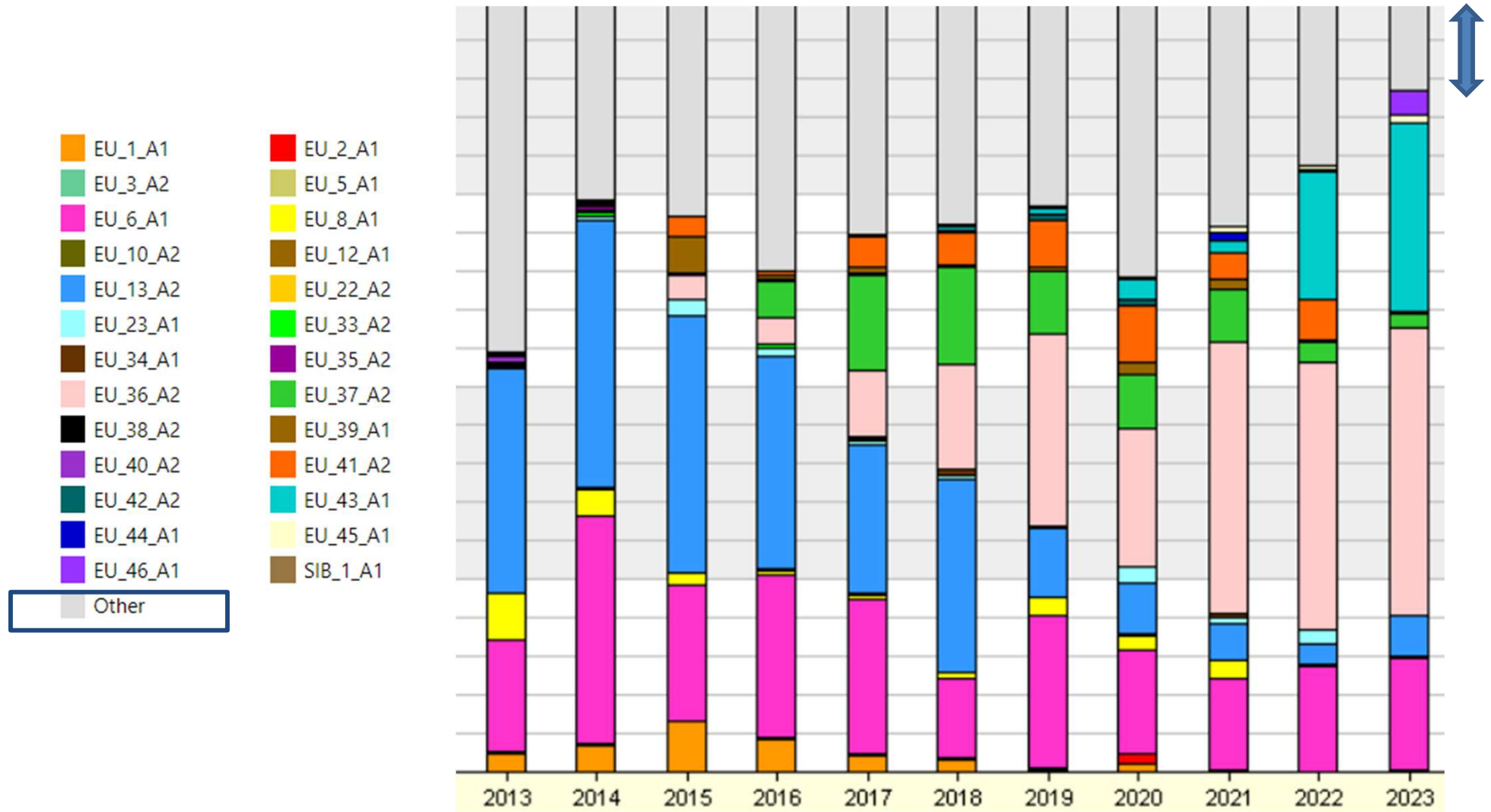


2022



2023

Situation *P. infestans* en Europe – 2013-2023



Situation *P. infestans* en Belgique 2023

Echantillonnage en 2 temps:

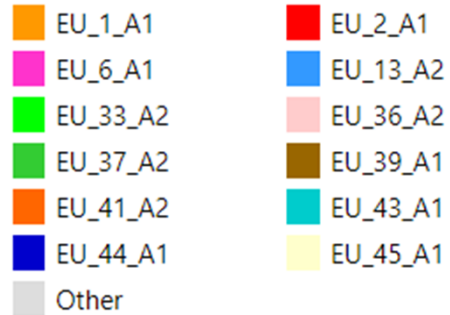
- 1^{ère} phase: Mai et début juin: **frais et humide**
- Juin – Juillet : chaud et très sec (jusqu'au 21/7)
- 2^{ème} phase: août et septembre: **Retour des pluies**

→ Collecte de près de 200 souches

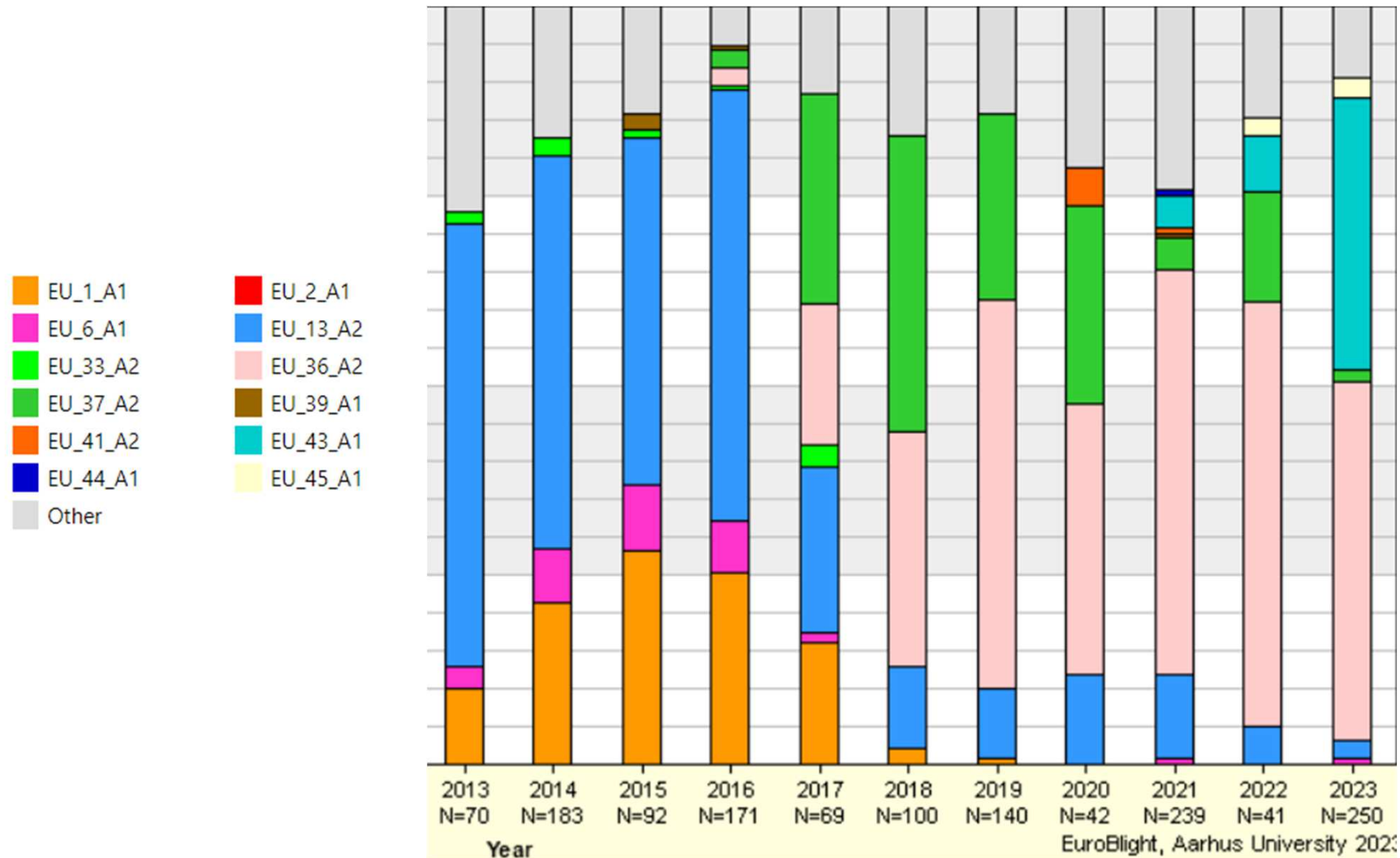
→ Tas de déchets, repousses, parcelles d'essai, culture, potager



Situation *P. infestans* en Belgique 2023



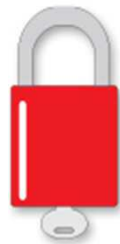
Situation *P. infestans* en Belgique 2013-2023



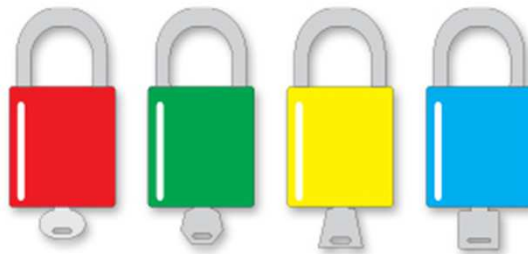
1.400 souches analysées

a. Résistance aux fongicides

Les fongicides qui possèdent un seul site d'action (fongicide **unisite**), comme les Phénylamines (Métalaxyl): favorisent le développement de résistance.



Les fongicides qui possèdent de multiples sites d'action (fongicides **multisites**), comme les dithiocarbamates (mancozèbe), ne favorisent pas le développement de résistance



a. Résistance aux fongicides

La population fongique est constituée d'un **très grand nombre d'individus** présentant des **variations naturelles**, tout comme les humains, les animaux et les plantes.

Cette variabilité génétique confère à certains individus une tolérance (résistance) plus élevée aux fongicides.



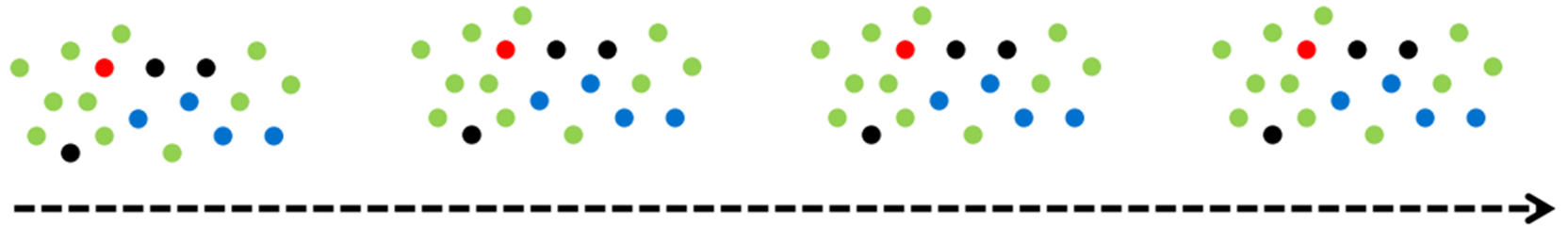
• = isolat résistant

« Un traitement ne « fabrique » pas la résistance mais la sélectionne »

a. Résistance aux fongicides

Si **bonnes pratiques** (alternance de produits, mélanges de produits avec mode d'action différents, traitements préventifs...)

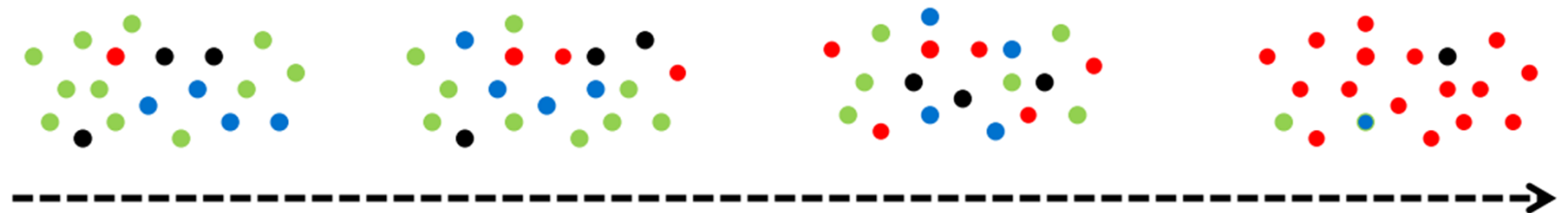
● = isolat résistant



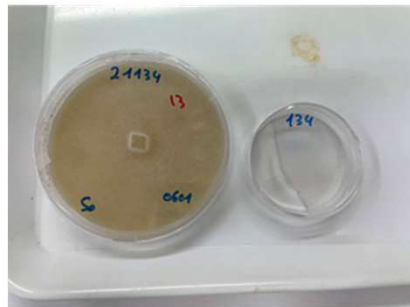
a. Résistance aux fongicides

Si **mauvaises pratiques** (un même fongicide est utilisé à chaque passage, plusieurs fongicides dotés du même mode d'action sont utilisés), les individus tolérants peuvent survivre et se reproduire... transmettant leur tolérance à la génération suivante ce qui conduit à une résistance au fongicide au champ.

● = isolat résistant



a. Résistance aux fongicides



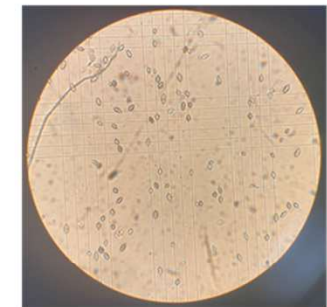
Milieu Seigle



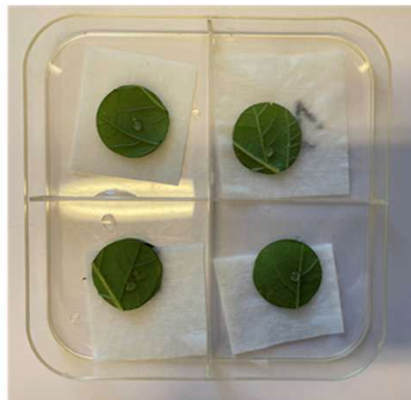
revivification



suspension



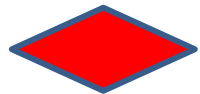
50,000 spo/ml



a. Résistance aux fongicides

Chronologie de la résistance aux fongicides – *Phytophthora infestans*

Metalaxyl
1988



1990

2000

2010

2020

2030

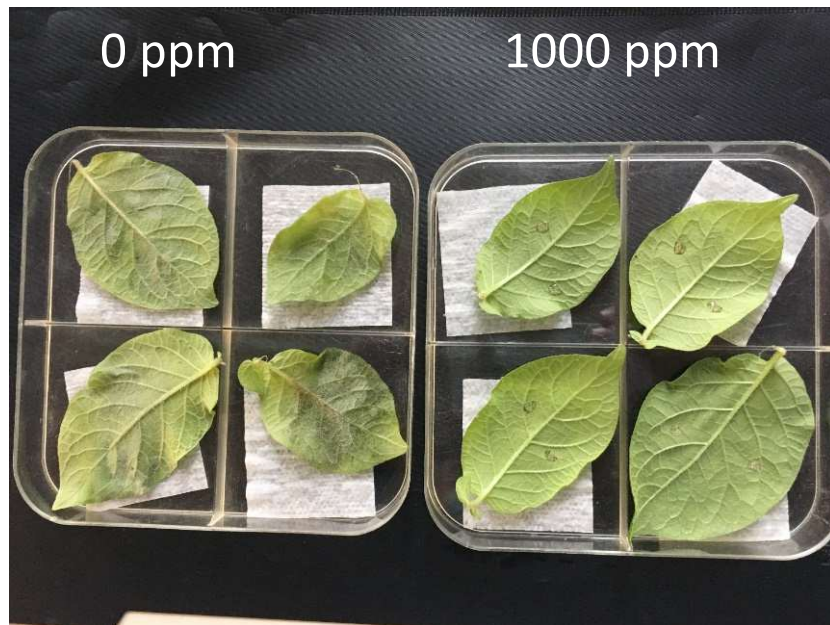
13_A2

41_A2

a. Résistance aux fongicides

Fluazinam (Pyridinamines)

41_A2



SENSIBLE

37_A2

33_A2



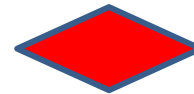
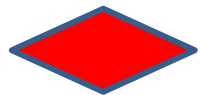
RESISTANTE

a. Résistance aux fongicides

Chronologie de la résistance aux fongicides – *Phytophthora infestans*

Metalaxyl
1988

Fluazinam
2011



1990

2000

2010

2020

2030

13_A2

41_A2

33_A2

37_A2

a. Résistance aux fongicides

Mandipropamide (CAA)

13_A2

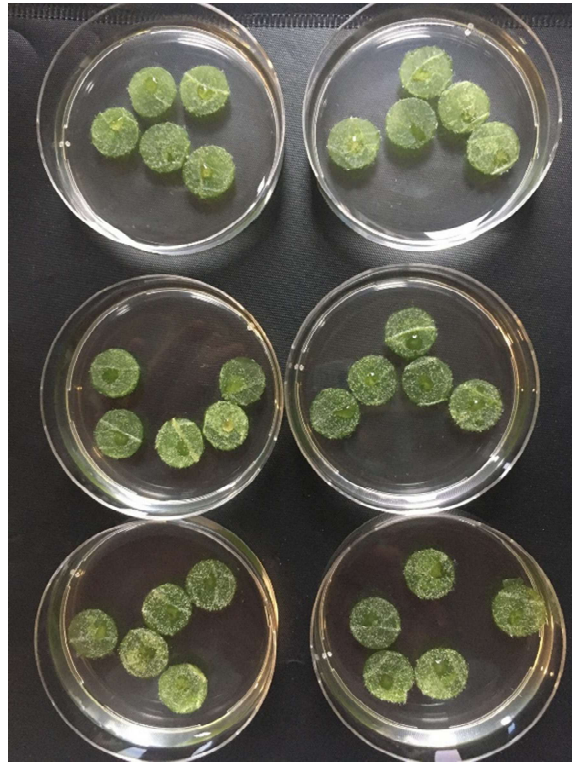
43_A1 NEW

36_A2

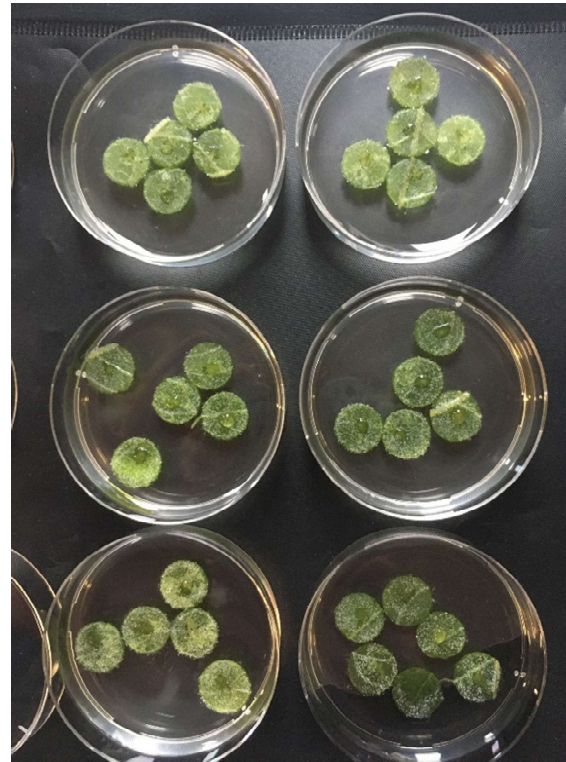
100 ppm

10 ppm

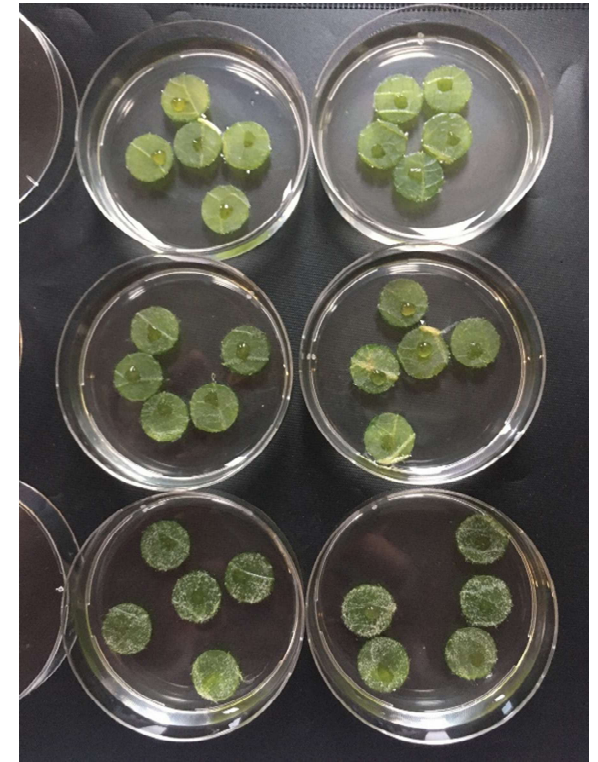
0 ppm



SENSIBLE



RESISTANTE



SENSIBLE

a. Résistance aux fongicides

Dimetomorphe (CAA)



Conc: 0 – 0,39 – 0,78 – 1,56 – 3,13
-6,25 – 12,5 - 25 µg/ml

43_A1 NEW

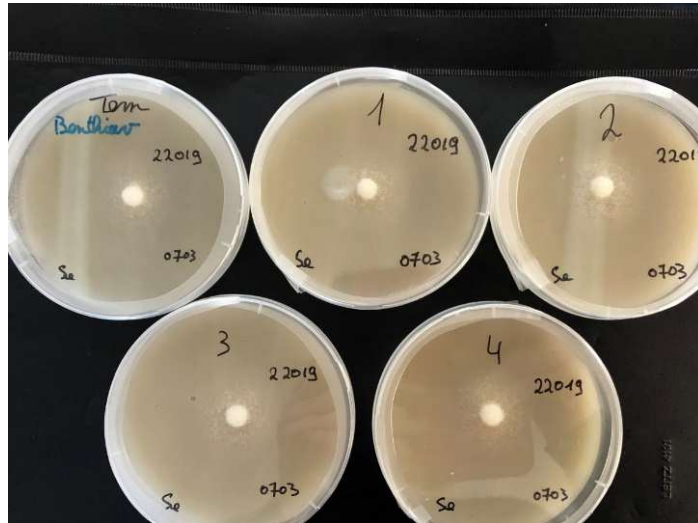


13_A2

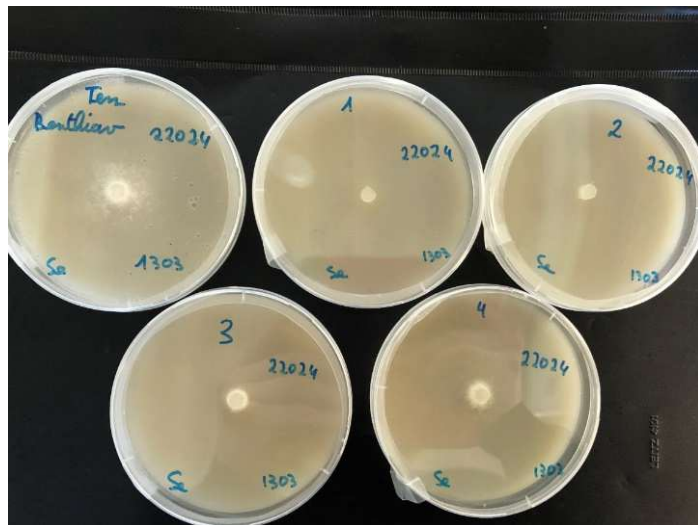
a. Résistance aux fongicides

Benthiavalicarbe (CAA)

Conc: 0 – 12,5 – 25 - 50 - 100 µg/ml



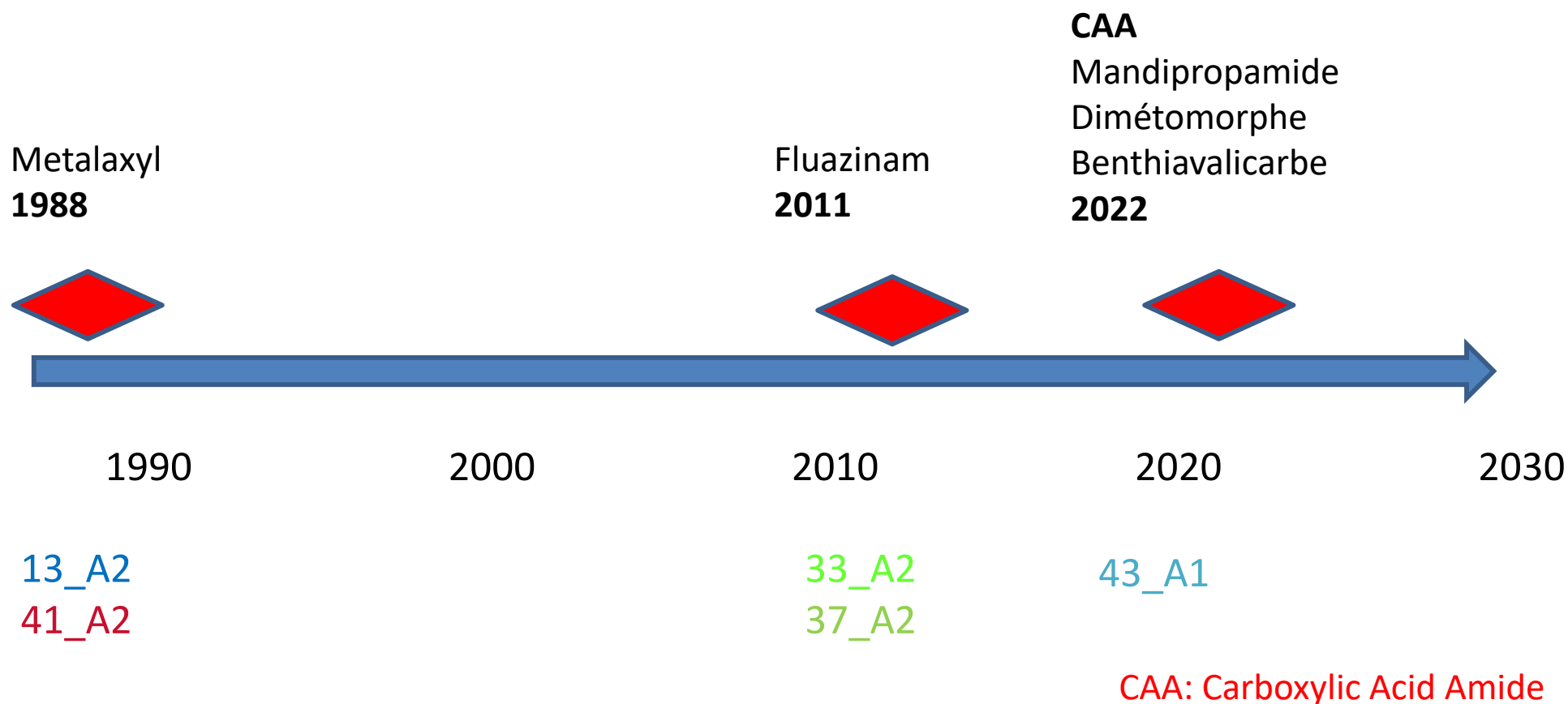
43_A1 NEW



13_A2

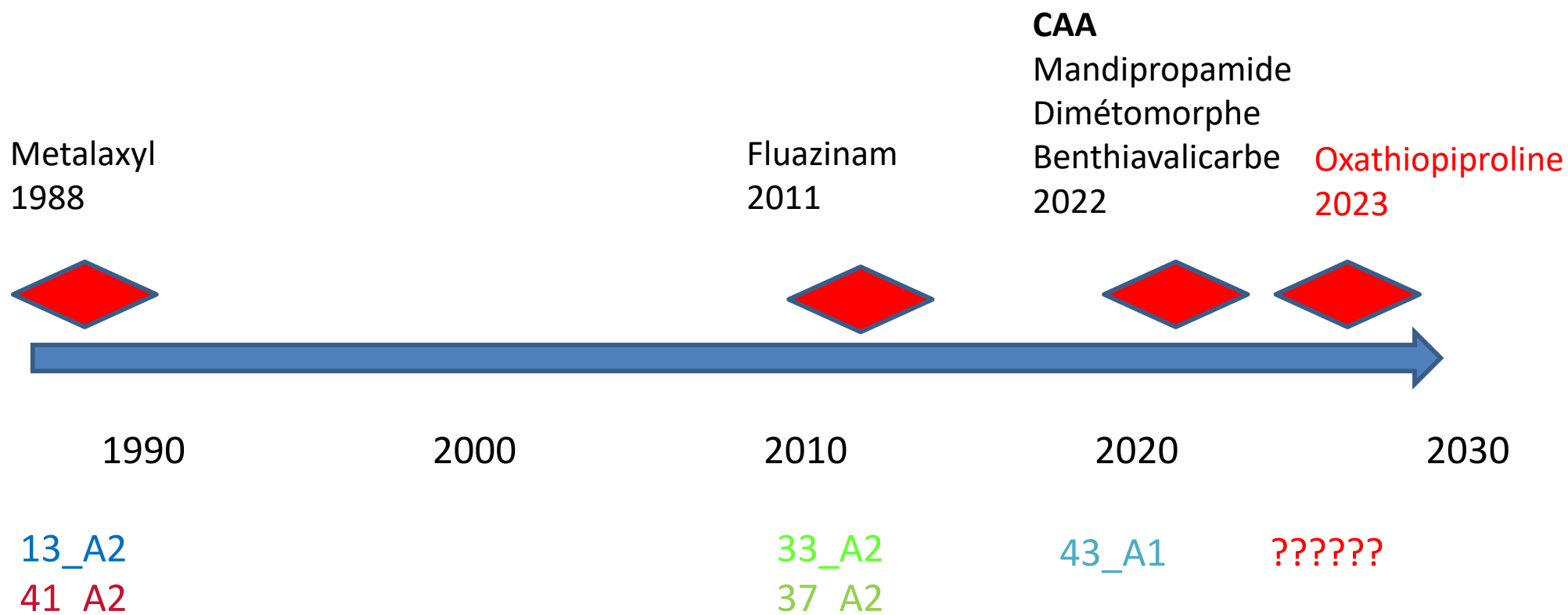
a. Résistance aux fongicides

Chronologie de la résistance aux fongicides – *Phytophthora infestans*

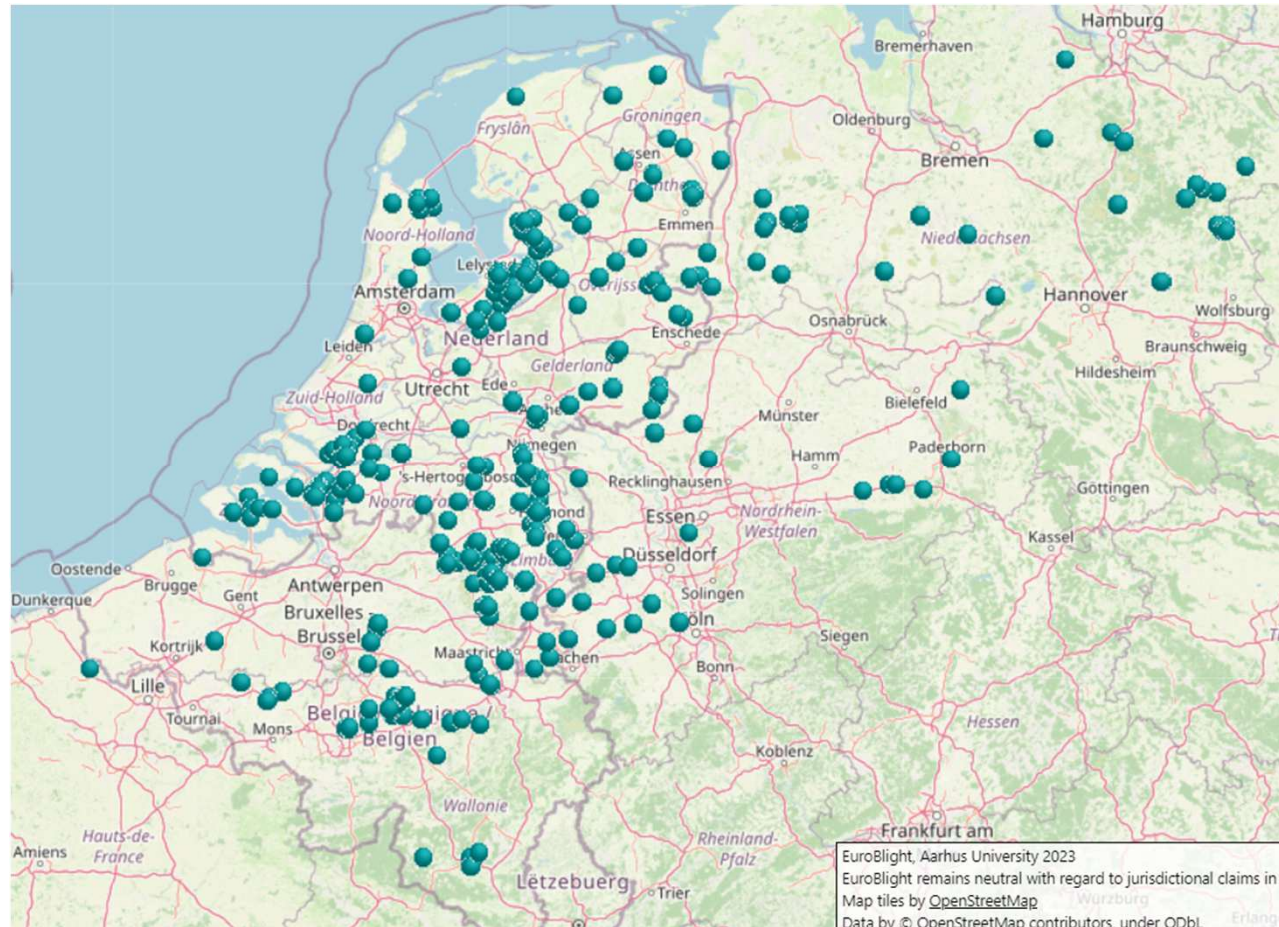


a. Résistance aux fongicides

Chronologie de la résistance aux fongicides – *Phytophthora infestans*



a. Résistance aux fongicides



43_A1

b. Virulence

Depuis toujours, les sélectionneurs créent de nouvelles variétés de pdt afin de leur conférer une **résistance** face aux agents pathogènes.

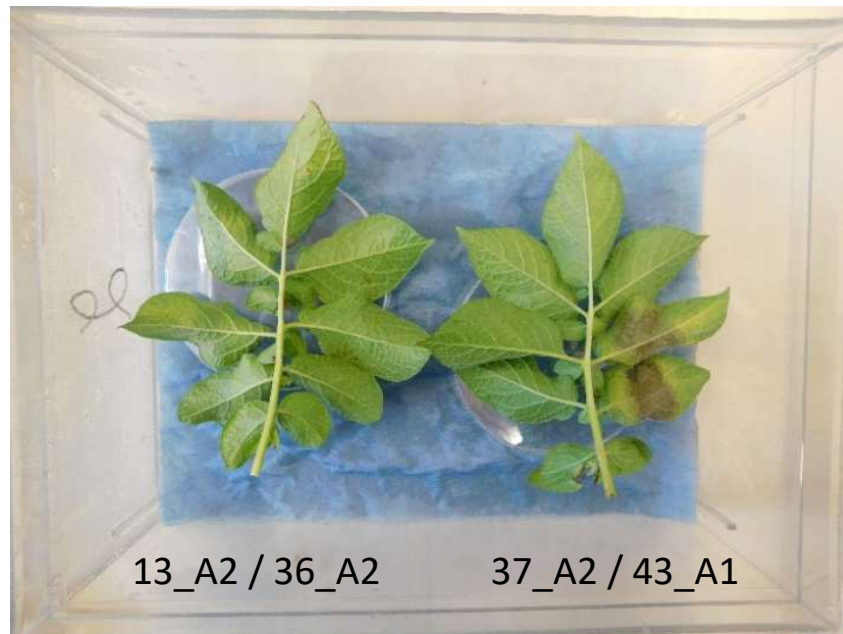
Pour résister à *Phytophthora infestans*, il existe de nombreux **gènes de résistance** issus d'espèces sauvages du genre *Solanum* : *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. chacoense*, *S. venturii*... qui sont intégrés dans de nouvelles variétés.

→ *La virulence : capacité d'une souche de P.infestans à contourner un gène de résistance*

b. Virulence

→ Tests d'agressivité de la nouvelle souche 43_A1

Beyonce



SM-18-174-03



Virulence: Inoculation de 4 souches (13_A2, 36_A2, 37_A2 et 43_A1 sur Beyonce et le clone SM-18-174-03 (8,9 en 2023)

Etude des populations de *Phytophthora infestans*

Résistance aux
fongicides

Augmentation de
l'agressivité

**Phytophthora
infestans**

Périodes d'incubation
réduites
(2,5 jours – 3 jours)

Contournement des
gènes de résistance
(virulence)

Conclusion

- ❑ Evolution constante des populations de *Phytophthora infestans* – disparition des anciennes souches
- ❑ Importance de poursuivre le monitoring (Génotype / Phénotype)
- ❑ Adapter les modèles épidémiologiques en fonction des nouvelles souches

- ❑ **Challenge**: adapter les **stratégies de lutte** pour une **gestion durable** de l'efficacité des fongicides et de la résistance variétale
 - ✓ Approche intégrée: variétés plus tolérantes, rotation des cultures, gestion de l'inoculum...
 - ✓ Veiller aux bonnes pratiques de protection des plantes
 - ✓ Positionner les traitements fongicides en fonction du risque (OAD/Vigimap)
 - ✓ Ne pas utiliser des fongicides présentant des phénomènes de résistance SEUL
 - ✓ Utiliser des fongicides en alternance avec des modes d'action différents
 - ✓ Ne pas utiliser de manière répétée (Bloc) un même fongicide ou plusieurs fongicides ayant des modes d'actions identiques
 - ✓ En cas de forte pression, privilégier le mélange de produits avec modes d'action différents
 - ✓ Suivre les recommandations du FRAC (Fungicide Resistance Action Committee)



Merci à Daniel (Fiwap) et à tous les échantillonneurs

Merci à mes collègues Alycia, Cyril, Lisa et Véronique !

Merci à David Cooke et Louise

Merci au SPW

Merci à vous pour votre attention...