

Vecteurs et ravageurs, contrôle et biodiversité

Colloque
scientifique

9 et 10 novembre 2022
Agropolis - Montpellier

Résistance dans les territoires ultramarins : Focus sur la Guyane et la Nouvelle-Calédonie

Nicolas POCQUET (PhD)

Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie

npocquet@pasteur.nc



Colloque
scientifique

9 et 10 novembre 2022 ● Agropolis - Montpellier

 Vectopole Sud

 anses

Insecticides en LAV

Utilisation des insecticides en LAV

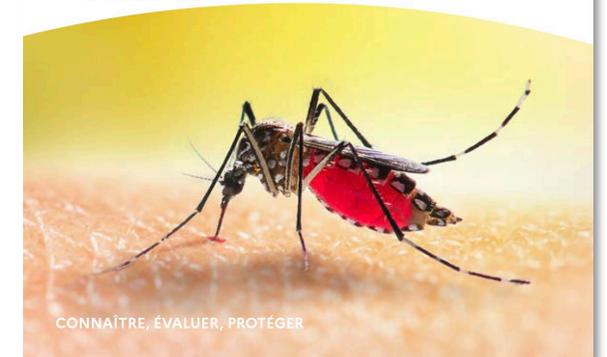
- Outil incontournable en LAV conventionnelle
- Dans les territoires ultramarins
 - Plusieurs familles d'insecticides utilisées par le passé
 - Organochlorés, Organophosphorés, Carbamates et Pyréthrinoïdes
- Aujourd'hui :
 - Contraintes réglementaires / environnementales / d'acceptation
 - Utilisation quasi-exclusive de :
 - **Bti** en traitement larvicide
 - **Deltaméthrine** en traitement adulticide



Résistance des moustiques vecteurs aux insecticides

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Octobre 2021



Anses, 2021

Résistances

Problématique de la résistance

- Utilisation d'une seule famille de molécules à une seule cible
- Autres usages possibles de ces molécules (*ie* traitements de confort)
→ sélection de résistance
- L'exemple de la résistance à la deltaméthrine chez *Aedes aegypti* dans les territoires ultramarins (Anses 2021) :

Résistance à la deltaméthrine :

- Martinique (2012 : RR₅₀ de 3 à 7)
- Guadeloupe (2017 : RR₅₀ de 8 à 28)
- Polynésie Française (2018 : M24H de 66 à 82%)
- Guyane (2000 à 2017 : RR₅₀ > 700)
- Nouvelle-Calédonie (2018 : RR₅₀ = 42)

Pas de résistance détectée :

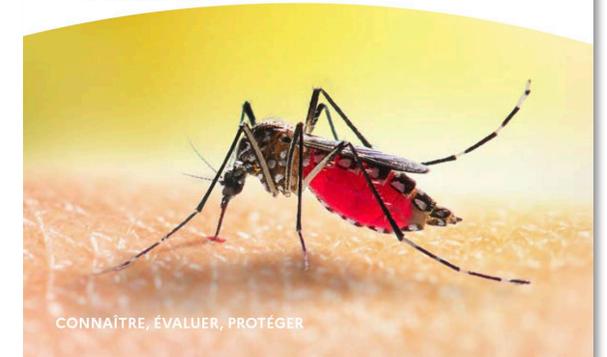
- Mayotte (2010)
- La Réunion (2019)
- Wallis & Futuna (IPNC, 2021)



Résistance des moustiques vecteurs aux insecticides

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Octobre 2021



Anses, 2021

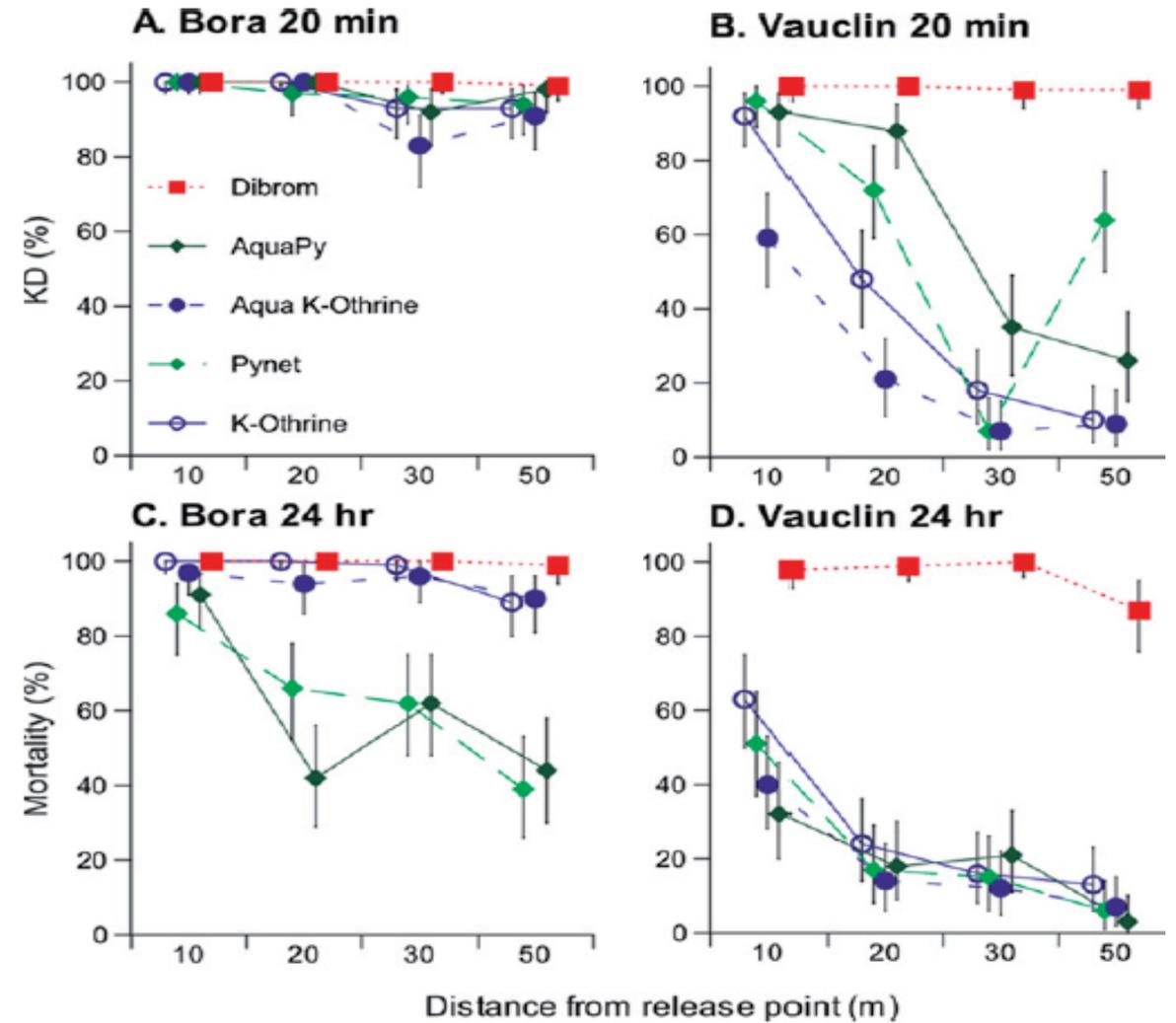
Impact de la résistance

Perte d'efficacité des traitements

- Semi-field :
 - Efficacité réduite des pulvérisations spatiales de pyréthrinoïdes contre les *Aedes aegypti* résistants en Martinique



Marcombe et al., AJTMH 2008

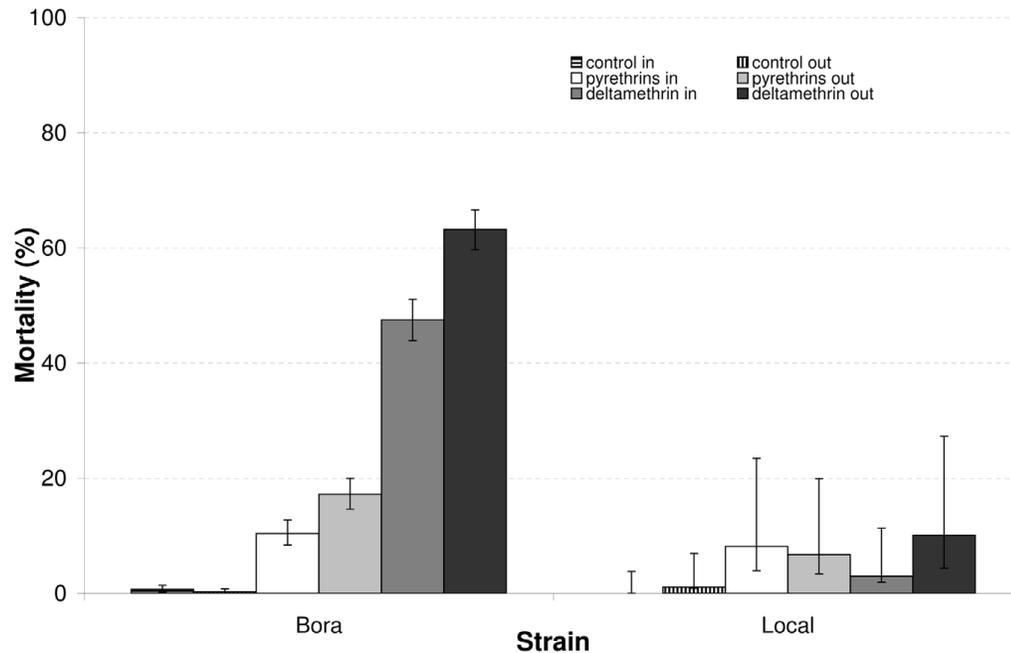


Impact de la résistance

Perte d'efficacité des traitements

- En conditions de terrain :
 - Perte totale d'efficacité des traitements ULV à la deltaméthrine sur *Aedes aegypti*

Marcombe et al.,
Plos NTD 2011

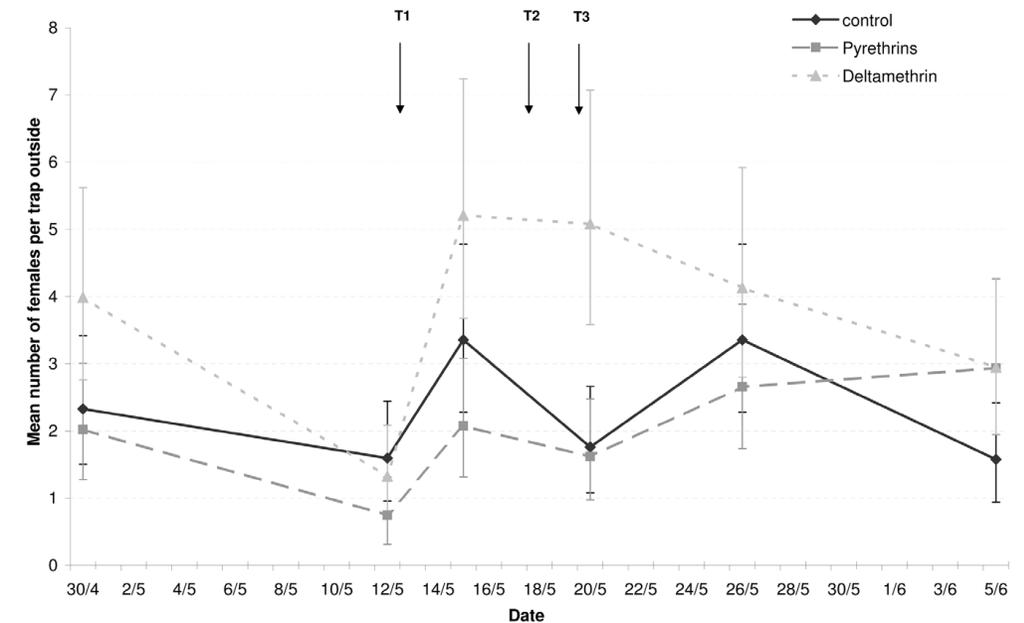


Mortalités relevées en cages sentinelles

Treated arms



3 rounds of space spraying, 1 every 3 days

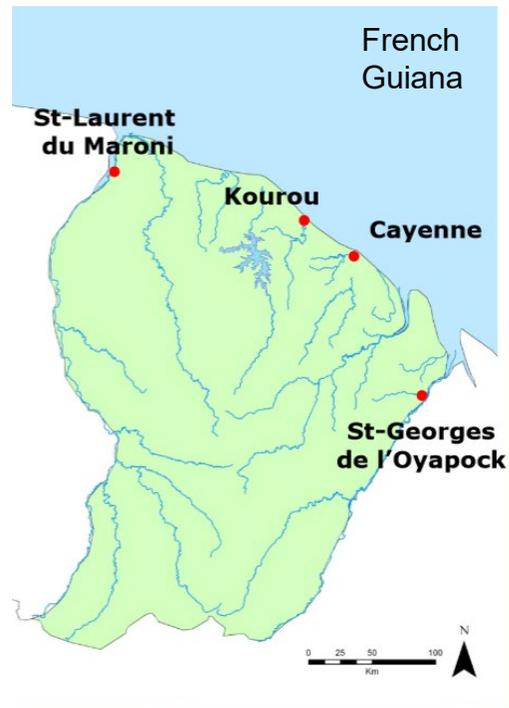


Femelles capturées par pièges BG avant et après traitement

Impact de la résistance

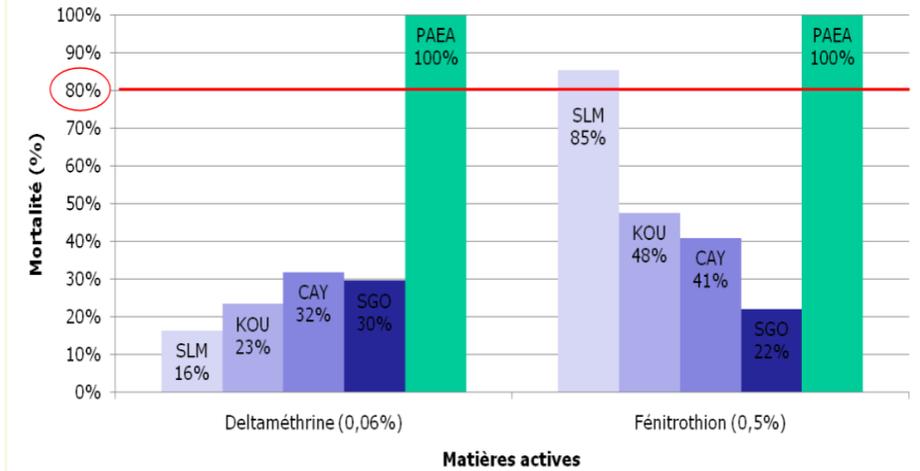
Perte d'efficacité des traitements

- Semi-field en Guyane : résultats similaires

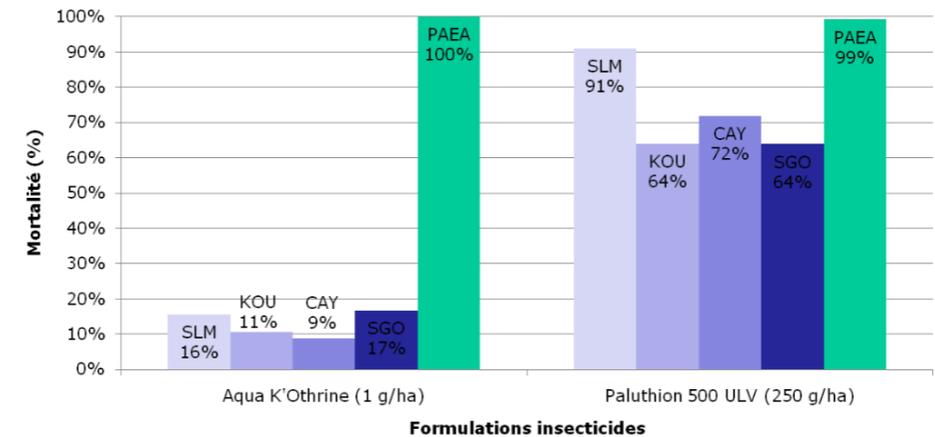


Dusfour et al., Mem Inst Oswaldo Cruz 2011

Insecticide susceptibility



Space Spray (ULV)



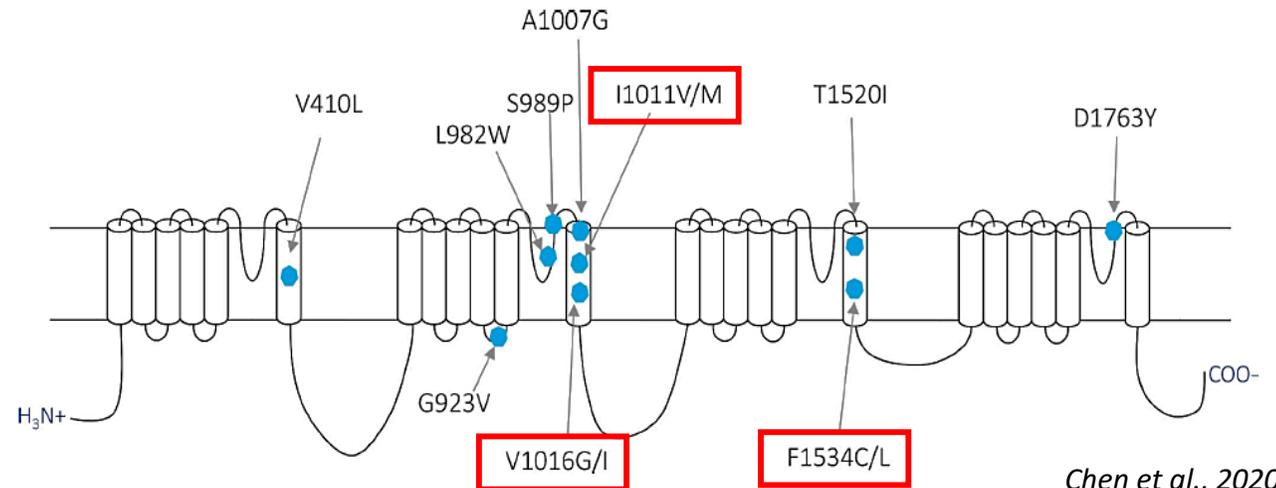
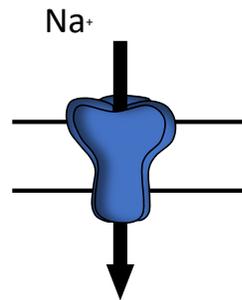
Focus sur la Guyane et la Nouvelle-Calédonie

Aedes aegypti

- Seul vecteur de dengue sur les deux territoires
- Traitements adulticides exclusivement réalisés à la deltaméthrine

Suivi des résistances

- Depuis 2003 en NC et 2009 en Guyane
- Phénotypique par tests en tube OMS à la dose diagnostique
- Suivi des mécanismes de résistance :
 - Modification du canal sodium (mutations *kdr*)
 - Expression des enzymes de détoxification

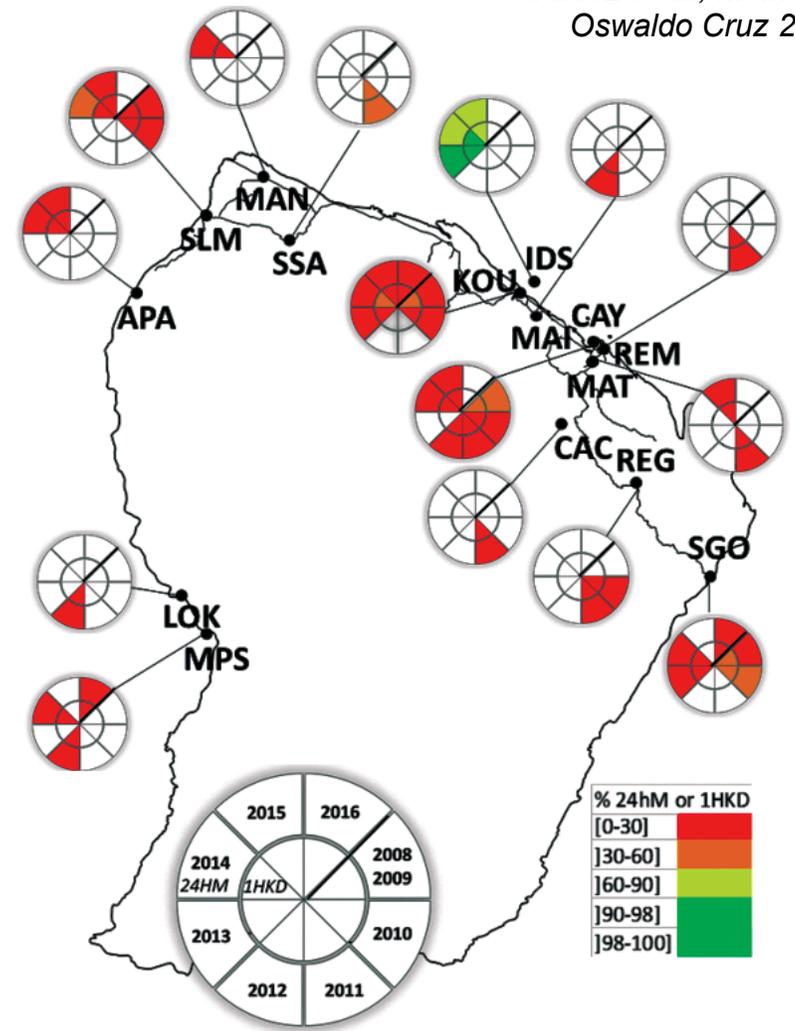


La résistance en Guyane

Guidez et al., Mem Inst
Oswaldo Cruz 2020

Résistance à la deltaméthrine

- Début du monitoring de la résistance en 2009
- Résistance extrêmement forte :
 - Mortalité à 24H < 40% sur l'ensemble du territoire
 - M24H < 5% dans les villes principales (CAY, KOU, SLM)
- Mécanismes de résistance
 - Mutation du canal sodium (*kdr*)
 - 1016I : fréquences entre 0,52 et 1
 - 1534C : fréquences entre 0,76 et 1
 - Les 2 mutations fixées à CAY, KOU et SLM
 - Enzymes de détoxification surexprimées (Dusfour et al., PlosNTD 2015)
 - 16 oxydases P450 (CYP6 et CYP9)
 - 3 estérases (CCE)
 - 2 glutathion-S-transférases

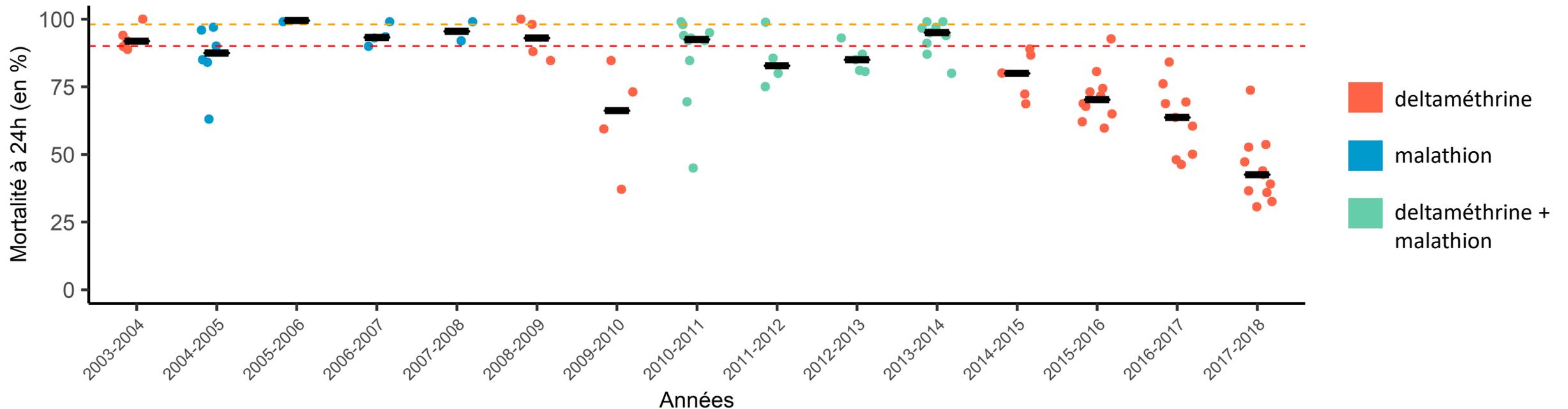


Résistance à la deltaméthrine en Guyane entre 2008 et 2016

La résistance en Nouvelle-Calédonie

Résistance à la deltaméthrine

- Monitoring de la résistance de 2003 à 2018 à Nouméa
- Variation de la résistance en fonction des traitements LAV :
 - Augmentation de la résistance après l'arrêt du malathion en 2015
 - Mortalité à 24H \approx 50% sur Nouméa en 2018

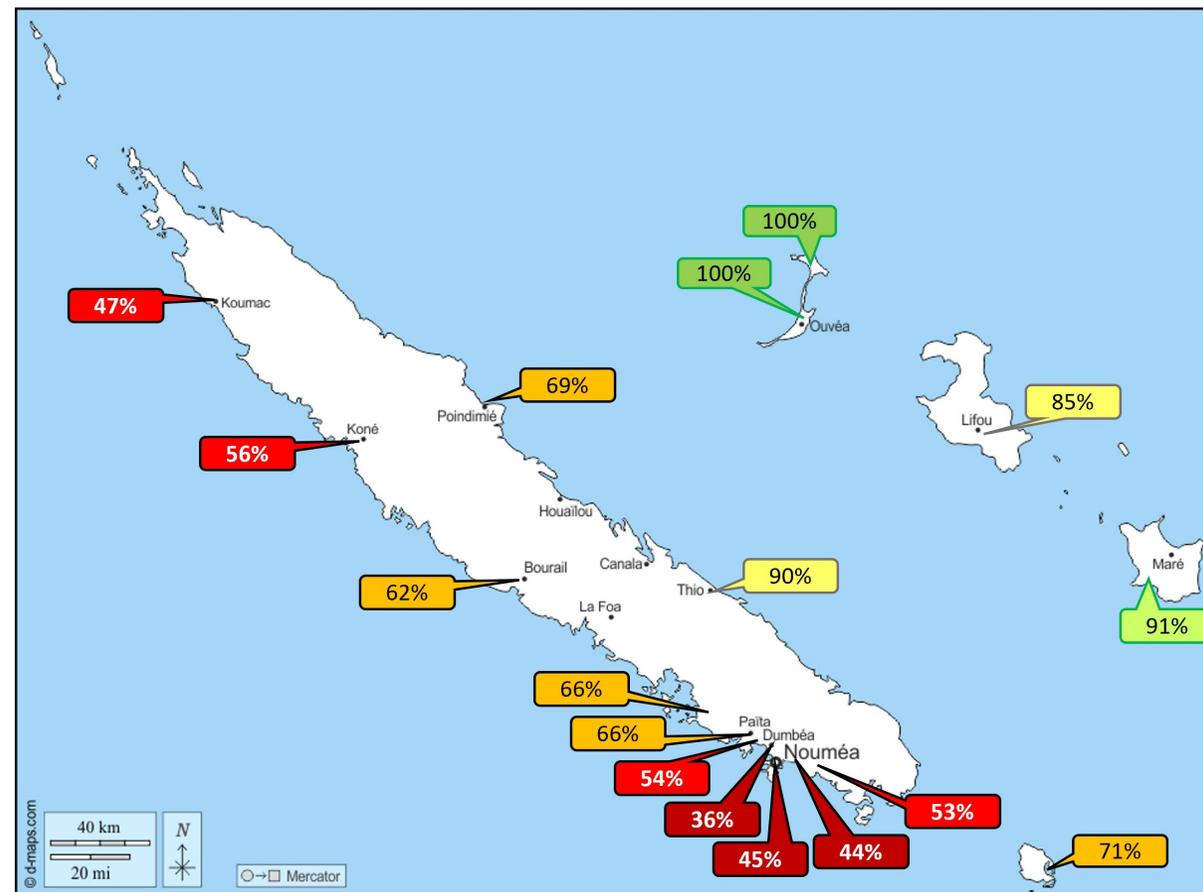


Résistance à la deltaméthrine à Nouméa, Nouvelle-Calédonie, entre 2003 et 2018

La résistance en Nouvelle-Calédonie

Résistance à la deltaméthrine

- A l'échelle du territoire en 2020-2021
- Résistance présente sur tout le territoire (sauf Ouvéa)
 - Mortalité à 24H entre 36 et 100%
 - M24H < 54% sur le Grand Nouméa
- Mécanismes de résistance
 - Mutation du canal sodium (*kdr*)
 - 1011M : 11 populations sur 15 (fréquence comprise entre 0,13 et 0,43)
 - 1534C : 10 populations sur 15 (fréquence comprise entre 0,03 et 0,5)
 - Enzymes de détoxification (*Dusfour et al., PlosNTD 2015*)
 - 7 oxydases P450 (CYP6 et CYP9)
 - 1 estérases (CCE)

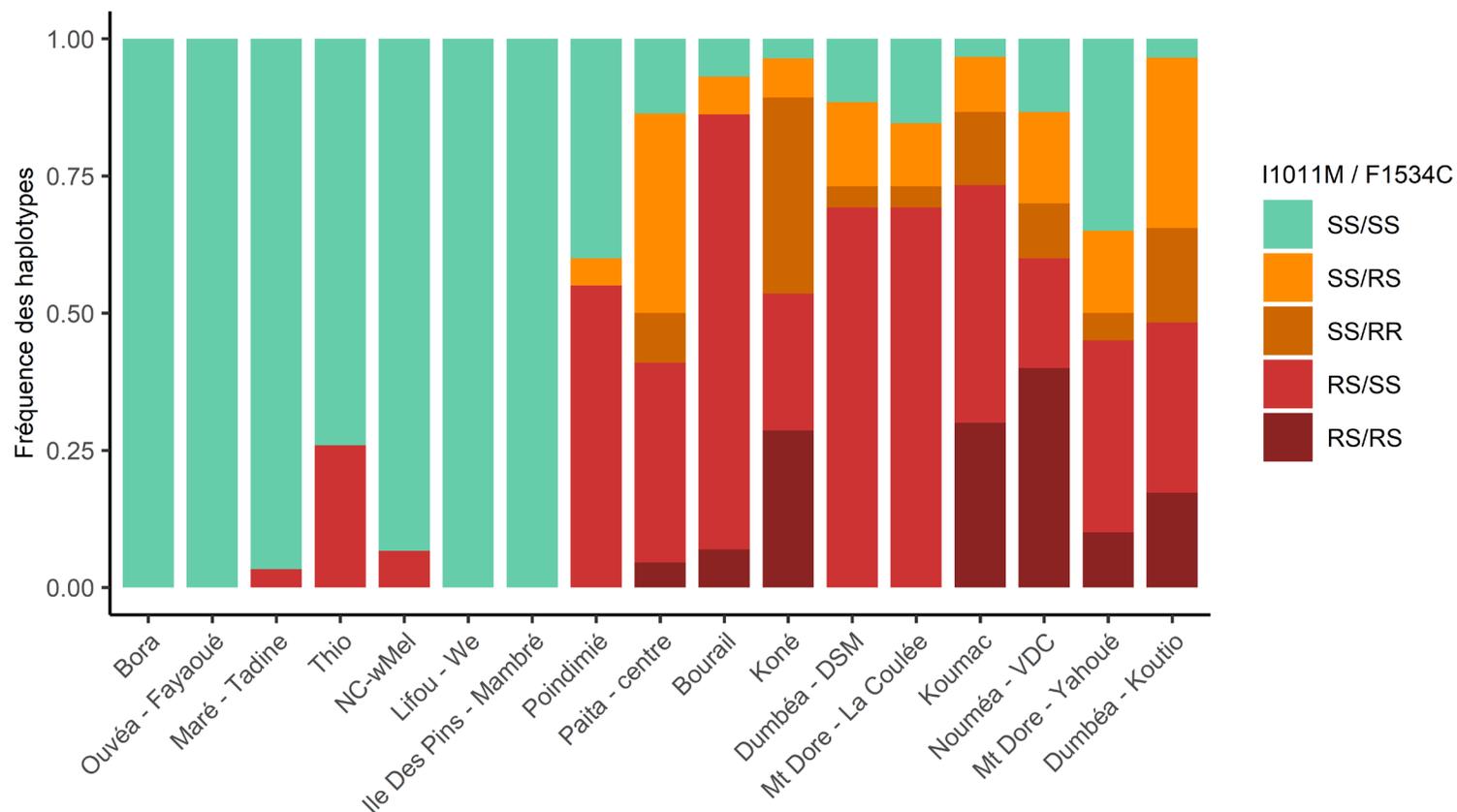


Résistance à la deltaméthrine en Nouvelle-Calédonie, 2020-2021

La résistance en Nouvelle-Calédonie

Résistance à la deltaméthrine

- Grande Terre :
→ 60 à 97% des individus par population avec au moins 1 allèle résistant



Fréquence des haplotype *kdr* en Nouvelle-Calédonie, 2020-2021

Impact du régime de sélection sur la résistance à la deltaméthrine

→ Diminution de la résistance à la deltaméthrine en absence de pression ?

- Guyane et NC : 2 situations distinctes en 2015
 - Nouméa : résistance modérée (RR \approx 10)
 - Cayenne : forte résistance (RR > 100)
- Différents régime de sélection / croisements pour les 2 souches :
 - Lignée **sélectionnée** à la deltaméthrine à chaque génération (DL₅₀)
 - Lignée **non sélectionnée**
 - Lignée **introgressée** avec une souche sensible (1:1 au stade larvaire)
- Suivi phénotypique en test en tubes OMS (DL₅₀ et M24H à la DD)
- Fréquences des mutations *kdr* par qPCR
- Niveaux de transcription des enzymes par RT-qPCR

Research Article

Received: 9 August 2021

Accepted article published: 16 August 2021

Published online in Wiley Online Library:

(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/ps.6602

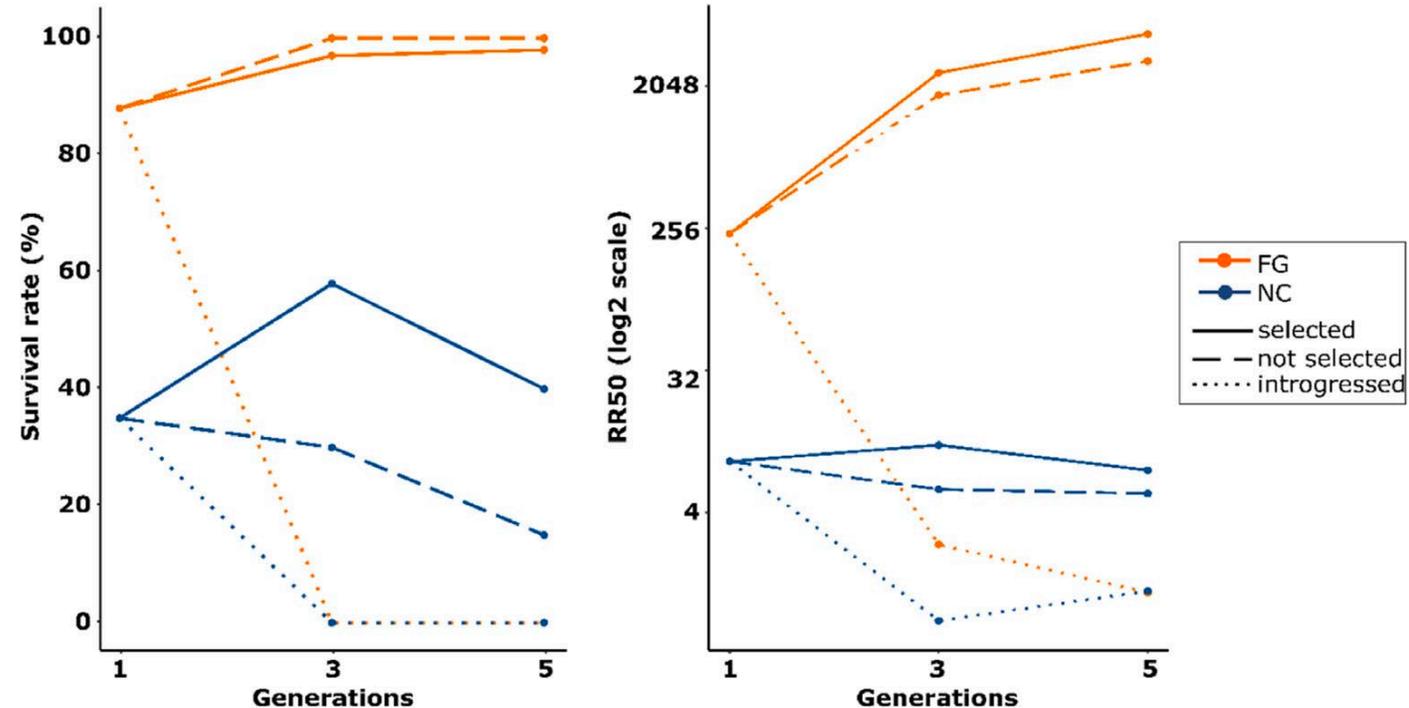
Impact of selection regime and introgression on deltamethrin resistance in the arbovirus vector *Aedes aegypti* – a comparative study between contrasted situations in New Caledonia and French Guiana

Julien Cattel,^{a,f*} Marine Minier,^{b‡} Nausicaa Habchi-Hanriot,^{c,g‡}
Morgane Pol,^b Frederic Faucon,^a Thierry Gaude,^a Pascal Gaborit,^c
Jean Issaly,^c Emma Ferrero,^{c,h} Fabrice Chandre,^d Nicolas Pocquet,^b
Jean-Philippe David^{a‡} and Isabelle Dusfour^{d,e,i‡}

Cattel et al., *Pest Manag Sci* 2021

Evolution de la résistance phénotypique

- Lignées **sélectionnées**
 - FG : augmentation de la résistance
 - NC : pas de changement
- Lignées **non sélectionnées**
 - FG : augmentation de la résistance
 - NC : légère diminution de la résistance
- Lignées **introgressées**
 - Diminution rapide de la résistance après 2 étapes de croisement (G3)

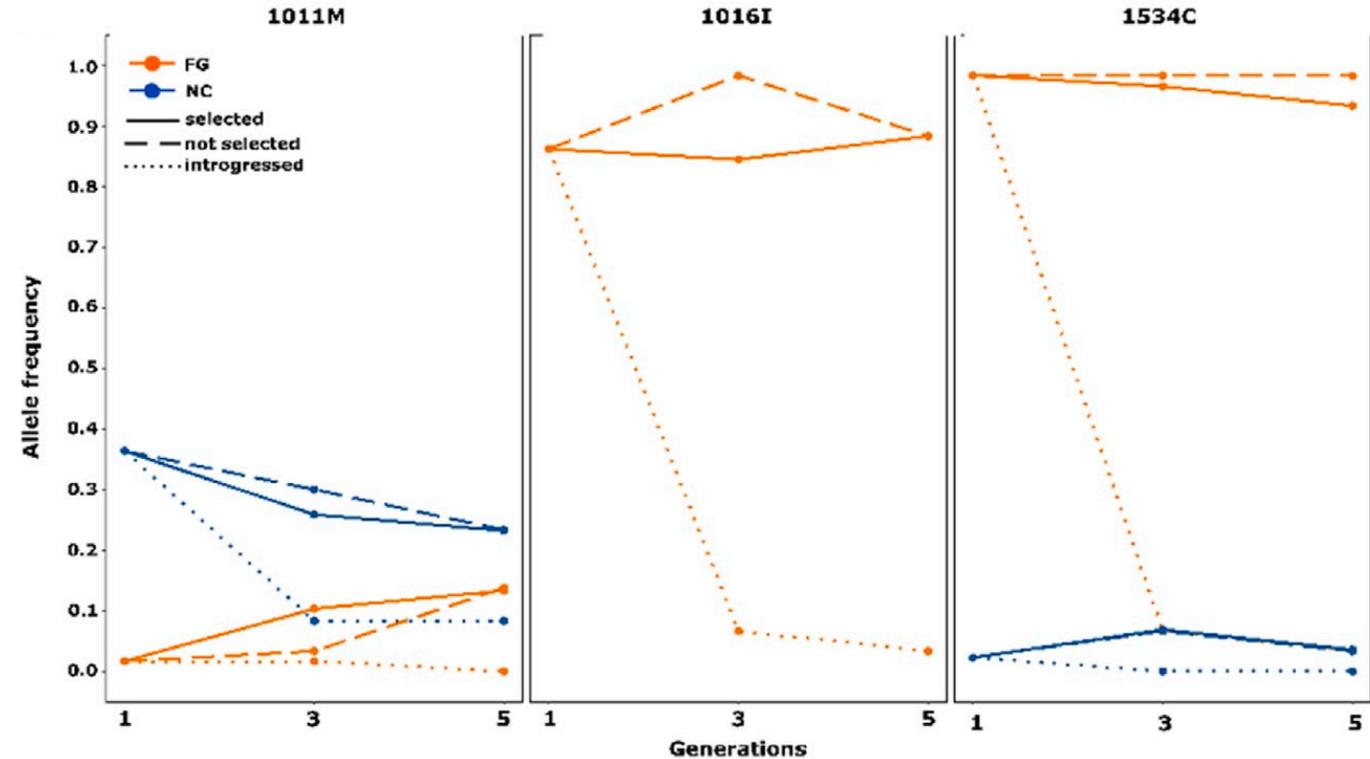


Evolution du taux de survie à la dose diagnostique (0,05%) et RR50 sur 5 générations

Projet REAGIR

Evolution des fréquences *kdr*

- Lignées **sélectionnées**
 - Peu d'impact sur les fréquences
- Lignées **non sélectionnées**
 - Peu d'impact sur les fréquences
- Lignées **introgressées**
 - Diminution rapide des fréquences *kdr*

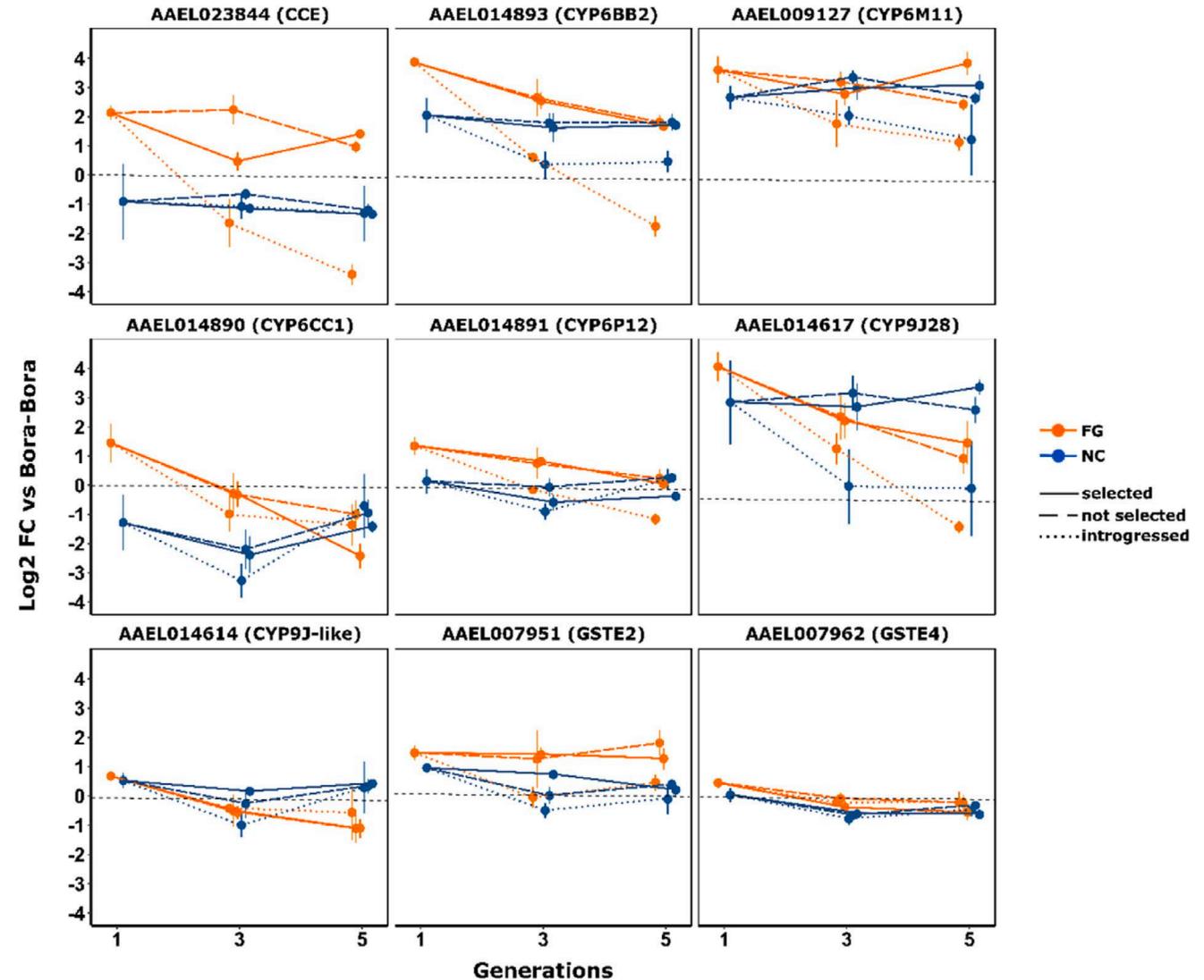


Evolution des fréquences de mutations *kdr* 1011M, 1016I et 1534C

Projet REAGIR

Evolution de la résistance enzymatique

- FG : 7 gènes surexprimés sur les 9 candidats par rapport à la souche sensible
 - 1 CCE, 5 P450, 1 GST
- NC : 4 gènes surexprimés
 - 3 P450
 - 1 GST
- Sélection ou absence de pression
 - Pas d'augmentation de l'expression
- Introgression
 - Diminution de l'expression



Projet REAGIR

Conclusion

- Pas d'impact de l'arrêt des traitements sur la résistance à la deltaméthrine
 - Faible coût des mutations
- Pas de molécule alternative disponible pour le moment
- Importance des stratégies alternatives
 - TIS
 - TIC
 - Remplacement

Remerciements

Historique des résistances NC

- **Financement** : Gouv NC
- **Ville de Nouméa** : Véronique SARENGAT, Kévin LUCIEN
- **DASS-NC** : Jean-Paul GRANGEON
- **IPNC** : Laurent GUILLAUMOT, Sosiasi KILAMA, Morgane POL



Cartographie de la résistance NC

- **Financement** : Gouv NC
- **DASS-NC** : Arnaud CANNET, Méderick MAHOSSEM, Florie CHEILAN
- **IPNC** : Morgane POL, Alice DRAIN, Sylvie RUSSET, Sosiasi KILAMA



Projet REAGIR

- **Financement** : Anses
- **IPG** : Nausicaa Habchi-Hanriot, Pascal Gaborit, Jean Issaly, Emma Ferrero
- **LECA** : Julien Cattel, Frederic Faucon, Thierry Gaude, Jean-Philippe David
- **IRD** : Fabrice Chandre
- **IPNC** : Marine Minier, Morgane Pol

