

# Santé des abeilles

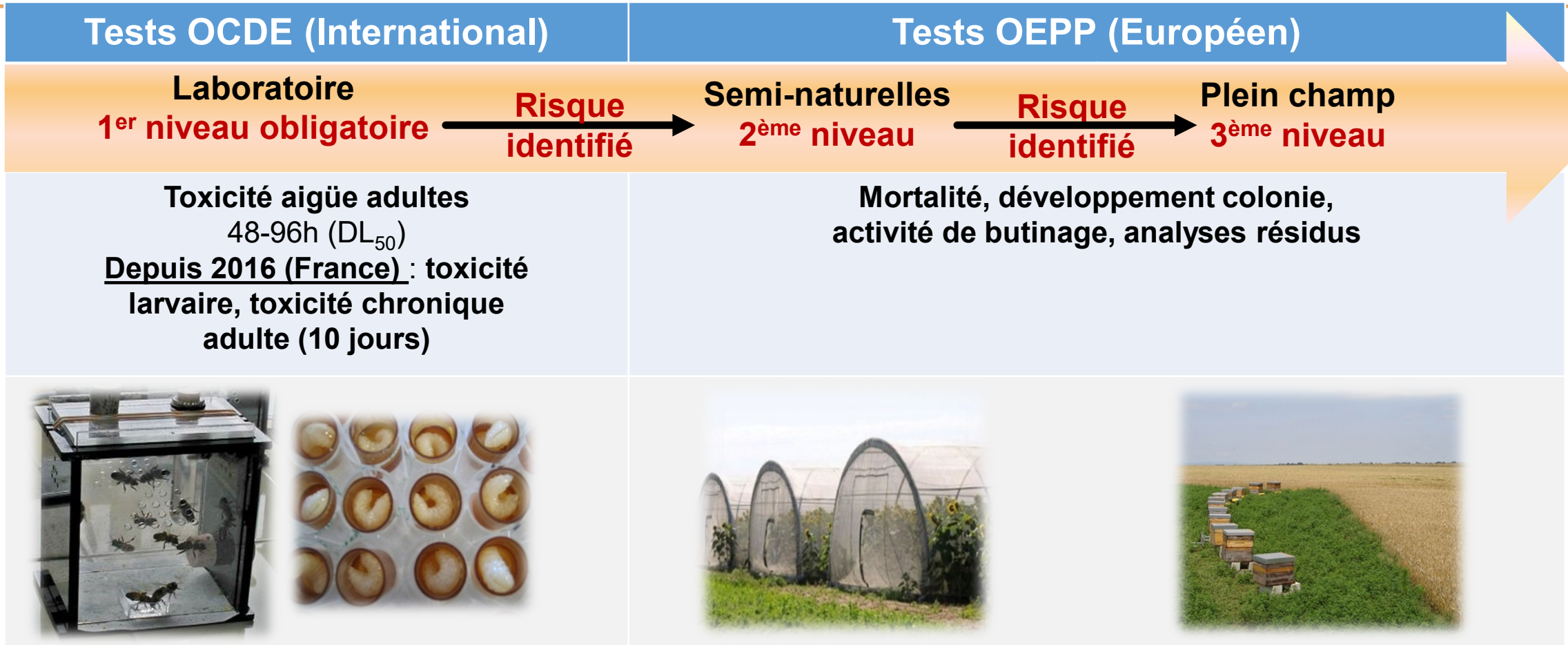
Rencontre scientifique

**Mardi 14 décembre 2021**  
**Maison de la RATP - Paris 12<sup>e</sup>**

# Validation du test de retour à la ruche par l'OCDE pour mesurer les effets des faibles doses avant la mise sur le marché des pesticides

Julie Fourrier - ITSAP-Institut de l'Abeille

# CONTEXTE

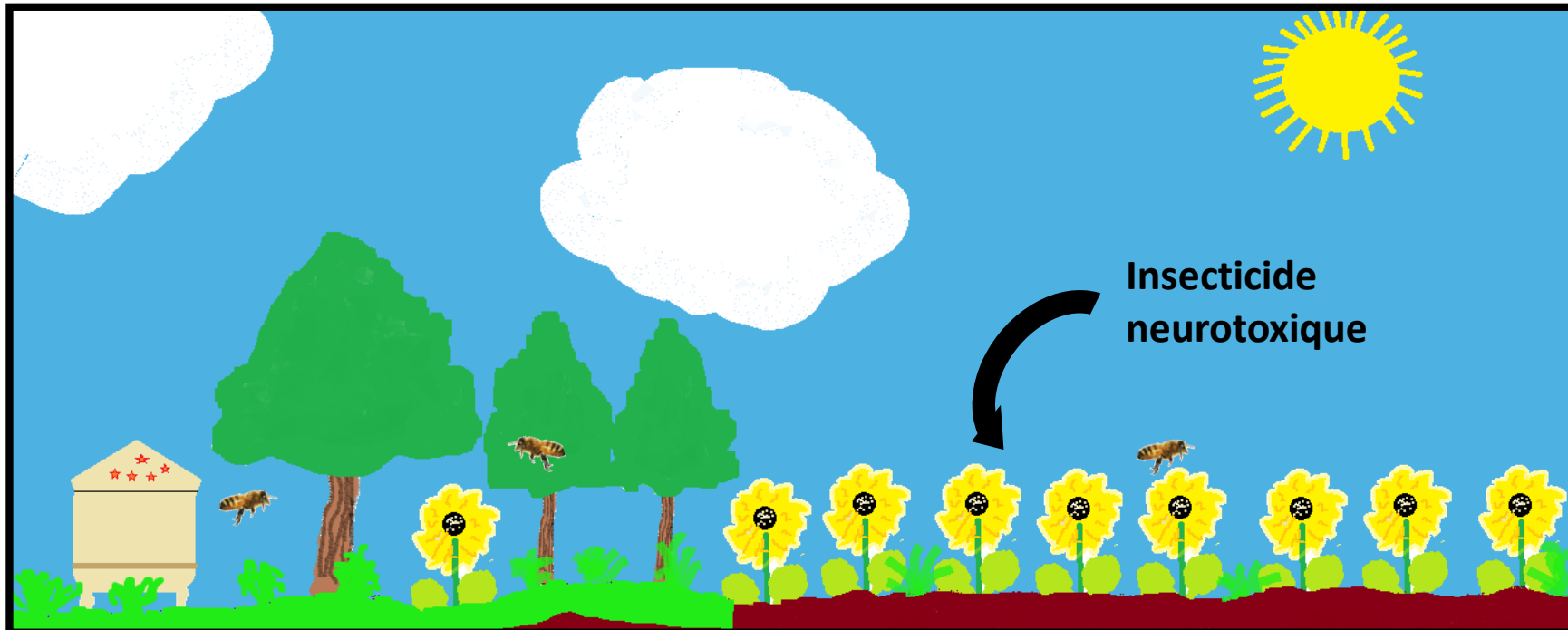


Jusqu'à présent, évaluation du risque sur abeille avant mise sur le marché des pesticides basée principalement sur la mortalité directe des individus (effets létaux)

# QUESTION DES APICULTEURS DEPUIS LES ANNÉES 90



**Faibles doses d'insecticides neurotoxiques peuvent entraîner des effets comportementaux à l'origine de non retour à la ruche des butineuses et de dépopulation des colonies ?**



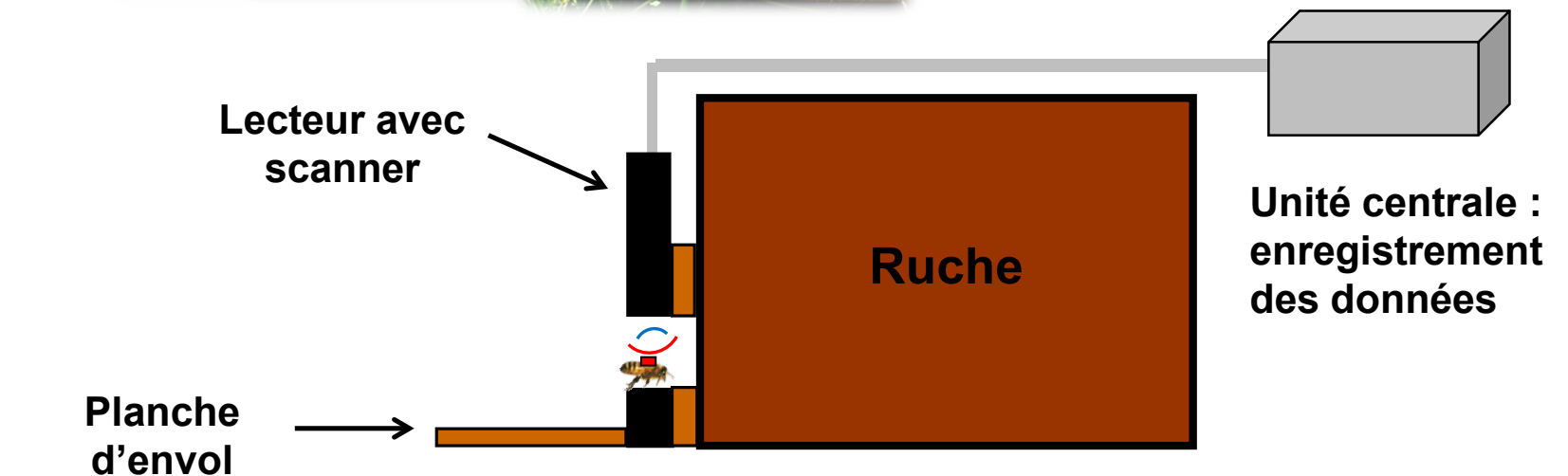
# SYSTÈME DE SUIVI AUTOMATISÉ



Pour répondre à cette question → besoin d'outils permettant de suivre les individus en conditions réelles



Utilisation de la technologie RFID pour suivre l'activité des abeilles



# DU DÉVELOPPEMENT A LA VALIDATION DE LA MÉTHODE

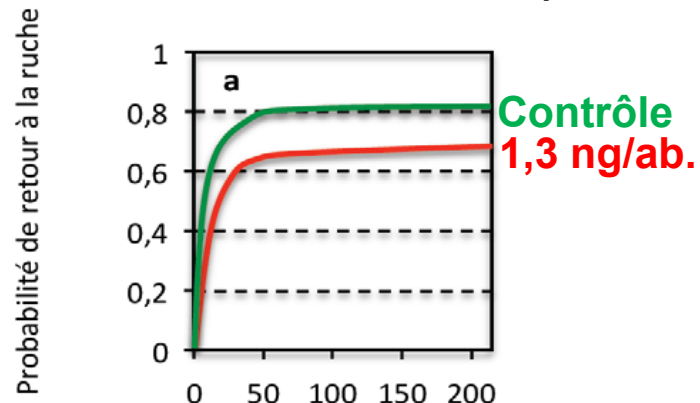


2006-2011

Développement, finalisation et valorisation scientifique (UMT PrADE, CNRS, CTIS)

2012

Publication d'Henry et al. (2012)



2012-2013

**Impact réglementaire** : considération de l'étude d'Henry et al. et des résultats par l'Autorité Européenne de Sécurité des aliments (EFSA) dans le cadre de la révision du principe d'évaluation du risque

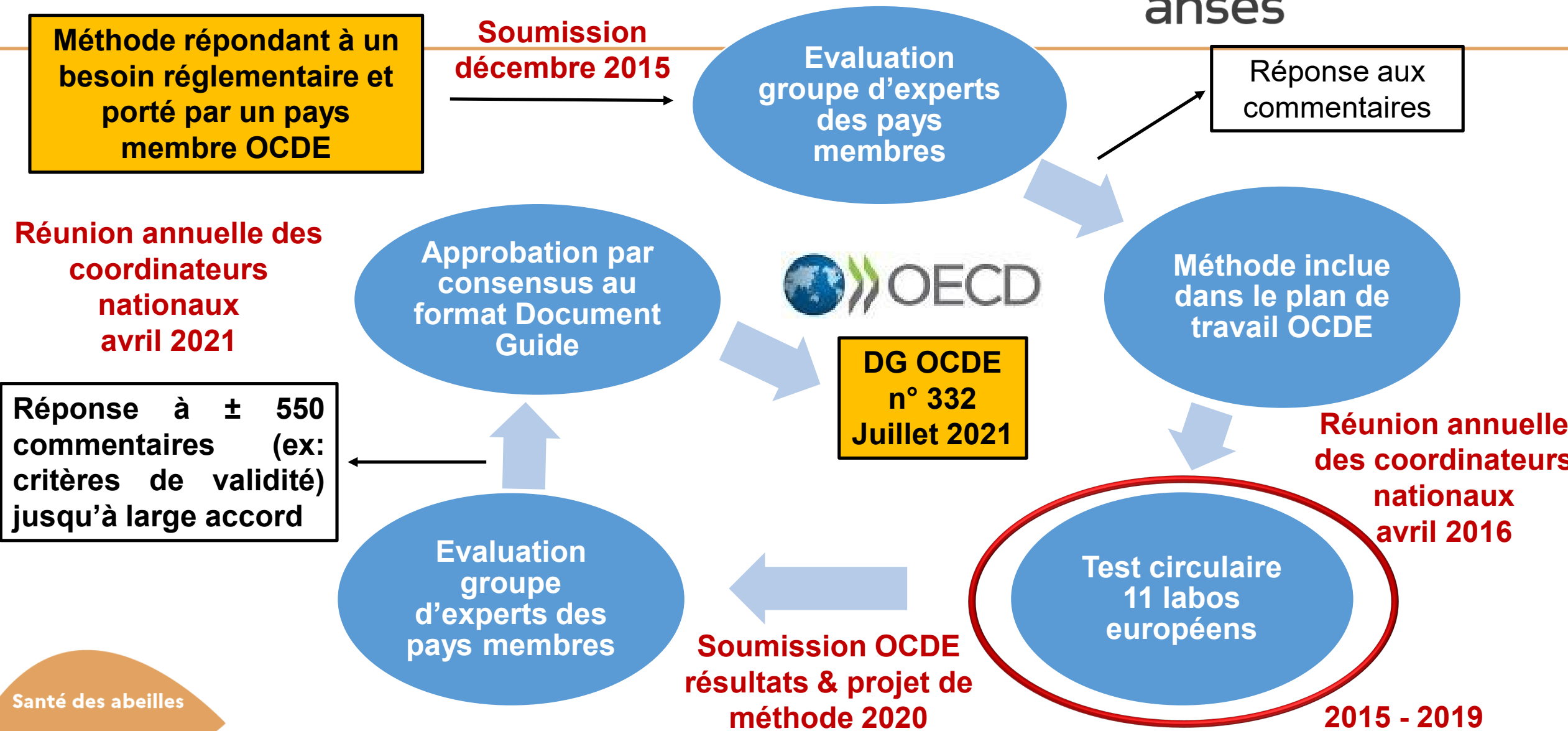
2014

Validation française de la méthode (groupe de travail de la CEB) et résultats d'Henry et al. 2012 reproduits avec succès (ITSAP/INRAE Le Magneraud)

2015












Lancement d'un test inter-laboratoire européen (test circulaire) pour valider la méthode et la proposer à l'inscription comme standard officiel de l'OCDE

# ETAPES DE VALIDATION DE LA MÉTHODE À L'OCDE



# LANCEMENT DU TEST CIRCULAIRE EUROPÉEN



Laboratoire	
 <b>ITSAP</b> INSTITUT DE L'ABELLE	ITSAP-Institut de l'Abeille, <b>France</b> <i>Coordination, organisation</i>
 <b>INRAE</b> la science pour la vie, l'humain, la terre	INRAE Le Magneraud, <b>France</b> <i>Organisation</i>
 <b>IES</b>	Innovative Environmental Services (IES) Ltd, <b>Suisse</b>
 <b>crea</b> Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria	CREA-AA, <b>Italie</b>
 <b>fera</b>	FERA (The Food and Environment Research Agency), <b>Royaume-Unis</b>
 <b>ibacon</b>	Ibacon, Institut für Biologische Analytik und Consulting GmbH, <b>Allemagne</b>
 <b>Agroscope</b>	Agroscope, <b>Suisse</b>
 <b>eurofins</b>	Eurofins Agrosience Services Ecotox GmbH, <b>Allemagne</b>
 <b>BioChem agrar</b>	BioChem agrar GmbH, <b>Allemagne</b>
 <b>Laves</b> Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit	LAVES Institute for Apidology Celle, <b>Allemagne</b>
 <b>Testapi</b>	TESTAPI, <b>France</b> <b>Mardi 14 décembre 2021</b> • Maison de la RATP - Paris 12°

5 institutions publiques  
5 laboratoires prestataires  
1 institut technique (ITSAP)

→ **Formation préalable à la méthode** (Avignon, 14-16 avril 2015)



# OBJECTIFS DU TEST CIRCULAIRE (2015-2019)



- ✚ **Tester les effets de 3 doses sublétales de l'insecticide thiamethoxam:**  
(0,11, 0,33 et 1 ng/ab. (2015-2017) et 0,33, 1 et 1,5 ng/ab. (2018-2019)
- ✚ **Déterminer une Dose Sans Effet Observable (NOED) sur le retour à la ruche**  
→ paramètre final du test
- ✚ **Evaluer la variabilité des résultats de retour à la ruche des laboratoires**
- ✚ **Fixer les critères de validité du test :**  
Taux de mortalité maximum acceptable après exposition et avant relâché de toutes les abeilles  
Succès de retour minimum acceptable des abeilles témoins

# DÉROULEMENT DU TEST (FINAL)



Terrain



Capture de butineuses  
familières de leur  
environnement



\* Relâché des butineuses à  
1 km de la colonie

\* Succès de retour enregistré  
pendant 24 h après relâché

Santé des abeilles

Laboratoire 23 ± 3°C

A- Abeilles nourries (1h)

B- Jeûne d'1h30



Marquage avec  
une puce RFID

3 tests par  
laboratoire  
avec 1 colonie  
différente

Jeûne de 40 min



Exposition orale et unique aux 3  
doses de produit ou non via du sirop

# EVOLUTION DU DÉROULEMENT DU TEST



	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Collecte d'abeilles familiares</b>	Parcelle de phacélie	Poudre colorant les abeilles	Poudre colorant les abeilles	Poudre colorant les abeilles	Poudre colorant les abeilles
<b>Butineuses</b>	Collectrices de pollen	Collectrices de nectar et pollen	Collectrices de nectar et pollen	Collectrices de nectar et pollen	Collectrices de nectar et pollen
<b>Nourrissage <i>ad libitum</i> avant jeûne</b>	Non	30 min	1h00	1h00	1h00
<b>Jeûne pré-exposition</b>	Max 2h00	Max 2h00	Max 2h00	1h30	1h30
<b>Période d'exposition</b>	lumière	lumière	lumière	obscurité	obscurité
<b>Jeûne post-exposition</b>	1h00	1h00	1h00	40 min	40 min
<b>Nourrissage <i>ad libitum</i> avant relâché</b>	Non	Oui	Oui	Non	Non

# TAUX DE MORTALITÉ APRÈS EXPOSITION ET AVANT RELÂCHÉ



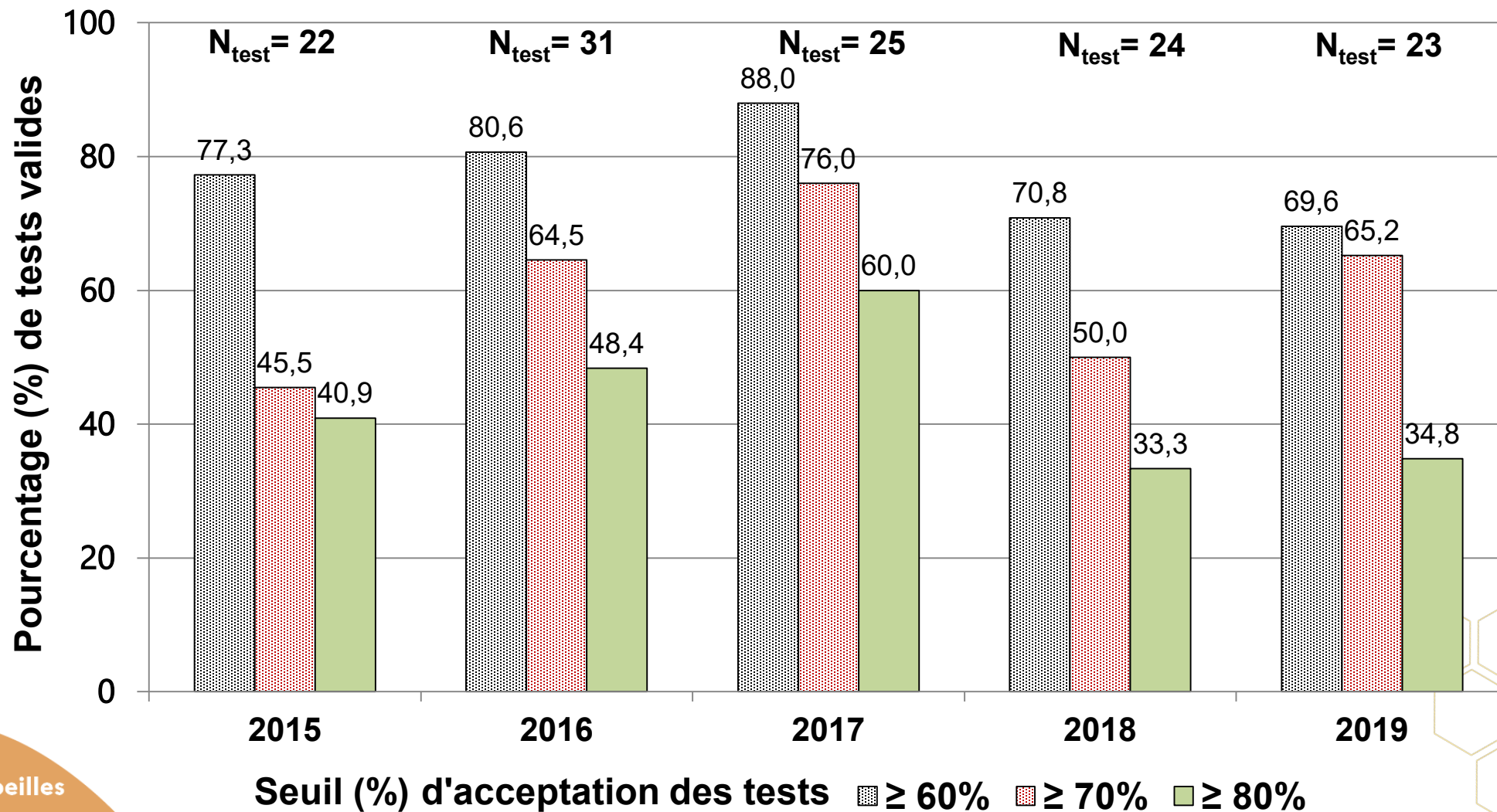
## CLASSES DE TAUX DE MORTALITÉ (%) ABEILLES TÉMOINS ET EXPOSÉES AU PRODUIT

*Résultats pour 125 tests réalisés par les laboratoires pour les 5 années de test circulaire*

	[0-5[	[5-10[	[10-15[	[15-20[	[20-25[	[25-30[	[30-35[
<b>2015</b>	65	13	4	<b>4</b>	1	1	0
<b>2016</b>	89	15	<b>8</b>	3	3	2	2
<b>2017</b>	84	9	<b>4</b>	1	1	0	0
<b>2018</b>	76	6	<b>10</b>	0	0	2	1
<b>2019</b>	62	7	<b>16</b>	3	3	0	0

**Taux de mortalité après exposition et avant relâché des abeilles  $\leq$  15 %**

# TAUX DE RETOUR À LA RUCHE DES ABEILLES TÉMOINS



# SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DU TEST CIRCULAIRE



anses

Pourcentage (%) de tests pour lesquels une NOED a été ou non déterminée  
(données cumulées de 2 ou 3 tests valides de chaque laboratoire)

	Validité témoin Taux retour ≥ 60%			Validité témoin Taux retour ≥ 70%		
	NOED	Pas de NOED	Tests invalides	NOED	Pas de NOED	Tests invalides
2015 (n = 7 tests)	42,9	28,6*	28,6	28,6	14,3*	57,1
2016* (n = 11 tests)	45,4	27,3	27,3	45,4	18,2	36,4
2017* (n = 7 tests)	57,1	28,6	14,3	42,8	28,6	28,6
2018 (n = 8 tests)	62,5	0	37,5	50,0	0	50,0
2019 (n = 8 tests)	75,0	0	25,0	75,0	0	25,0

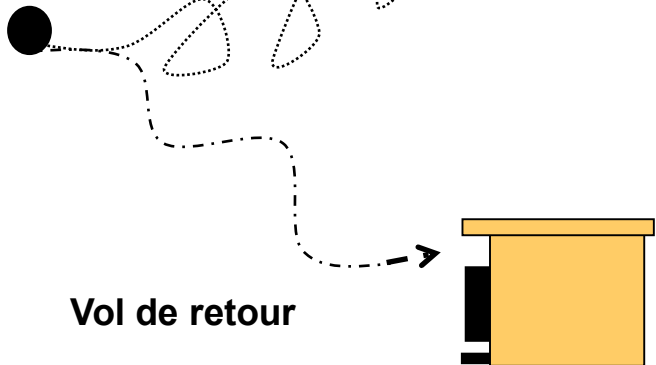
**\*Nourrissage avant relâché**

Test Exact binomial (2015) or test du Chi<sup>2</sup> (2016-2019) et test d'ajustement de Bonferroni pour les comparaisons 2 à 2) ; **P < 0.05**

# VARIABILITÉ DES RÉSULTATS CHEZ LES ABEILLES EXPOSÉES

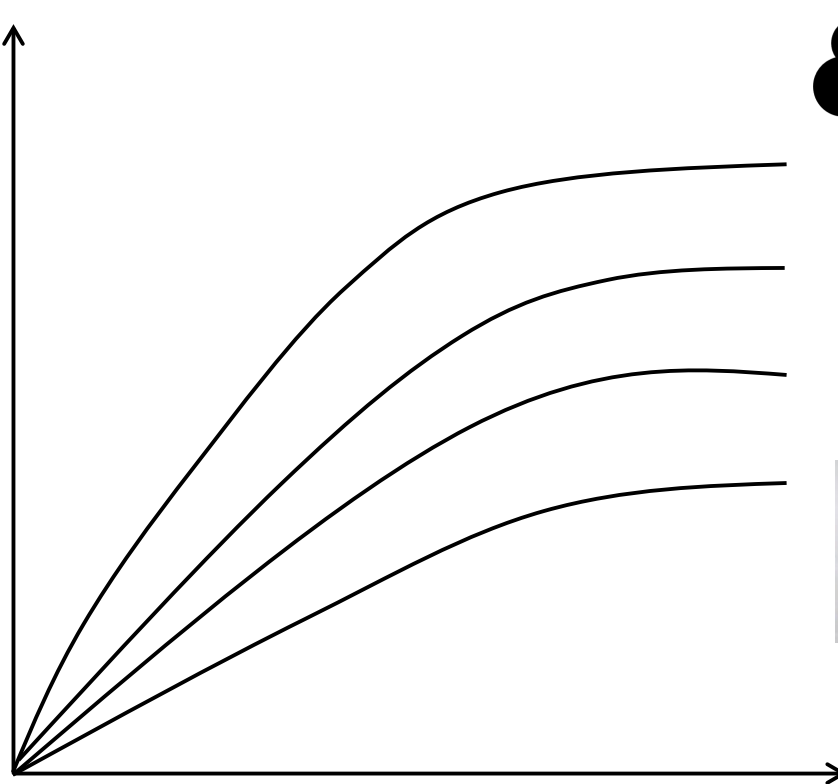


Point de relâché

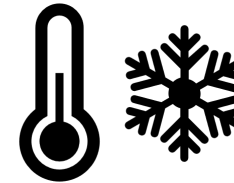


Vol de retour

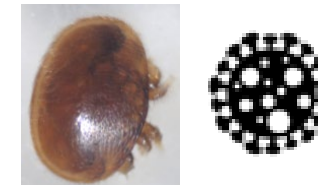
Echec de retour



Paysage complexe/fermé



Température faible



Charge en Varroa, pathogènes...



Abeilles exposées à l'insecticide

# ANALYSE DE LA VARIABILITÉ DES RÉSULTATS DU TEST CIRCULAIRE (DONNÉES 2018)



**Succès de retour témoin  $\geq 60\%$   
2018 : 17 tests valides / 24**

Paramètres	Estimation moyenne multimodèle $\pm$ e.s.	Z	P-value
Intercept	1.482 $\pm$ 0.603	2.457	< 0.05
Dose	-1.590 $\pm$ 0.610	2.606	< 0.01
Paysage	0.737 $\pm$ 0.870	0.847	0.397
Varroa	-0.970 $\pm$ 0.486	1.997	< 0.05
Température	0.400 $\pm$ 0.639	0.626	0.531
Dose x paysage	-1.213 $\pm$ 0.760	1.595	0.111
Dose x Température	-0.905 $\pm$ 0.692	1.306	0.192
Dose x Varroa	-1.410 $\pm$ 0.490	2.876	< 0.01

**Succès de retour témoin  $\geq 70\%$   
2018 : 13 tests valides / 24**

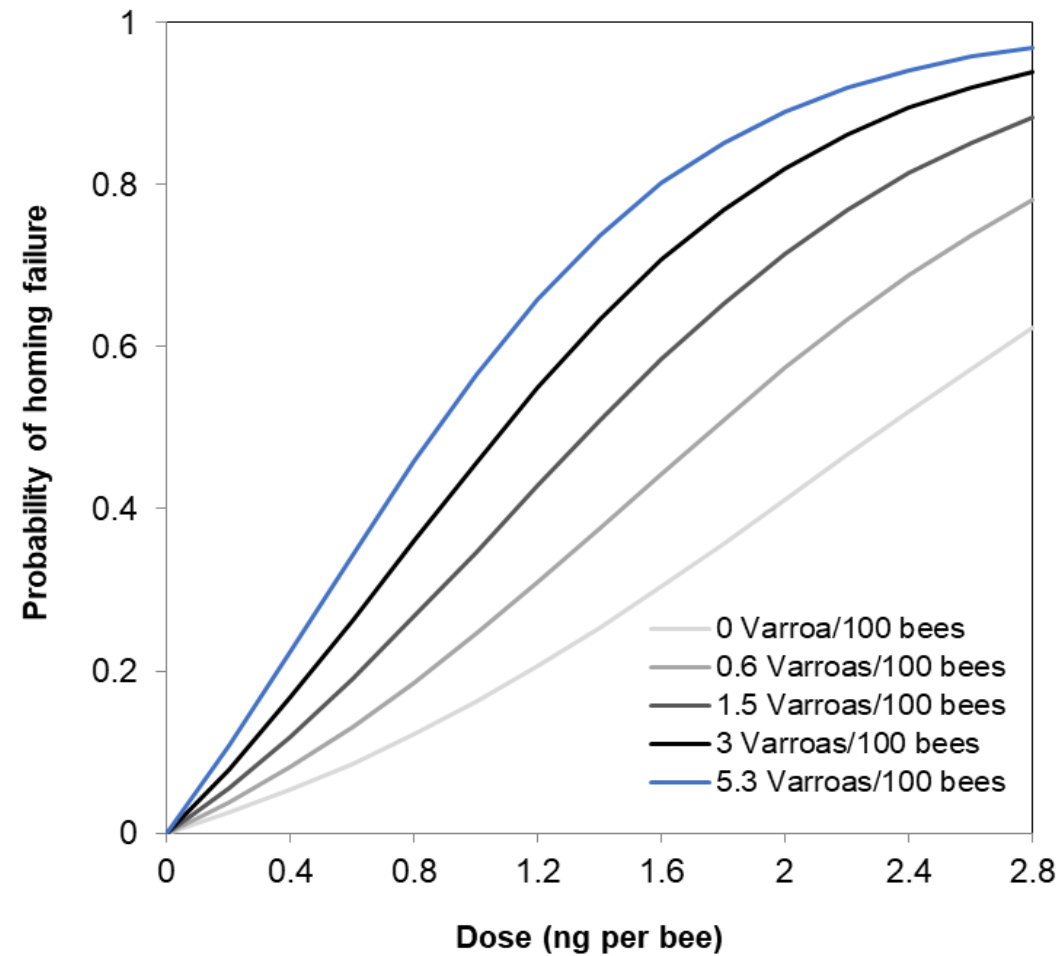
Paramètre	Estimation moyenne multimodèle $\pm$ e.s.	Z	P-value
Intercept	1.303 $\pm$ 0.769	1.693	0.091
Dose	-1.315 $\pm$ 0.626	2.098	< 0.05
Paysage	1.043 $\pm$ 0.927	1.124	0.261
Varroa	0.077 $\pm$ 0.797	0.096	0.924
Température	0.441 $\pm$ 0.720	0.613	0.540
Dose x paysage	-1.338 $\pm$ 0.707	1.891	0.059
Dose x Température	-0.466 $\pm$ 0.769	0.605	0.545
Dose x Varroa	-2.680 $\pm$ 0.663	4.040	< 0.0001

Un effet négatif de la charge en varroas des colonies sur le retour à la ruche des butineuses



# ILLUSTRATION DES RÉSULTATS DU MODÈLE 2018

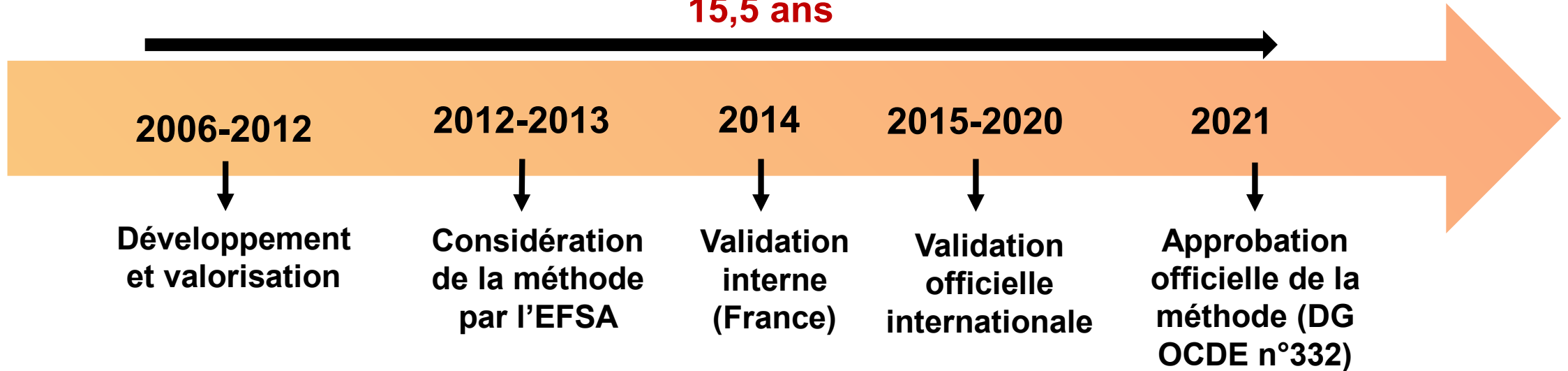
## Prédictions du modèle



# CONCLUSION



15,5 ans



\* **Rapport INRA de 2014** sur l'analyse d'impact de la recherche agronomique rapporte une durée moyenne de **19 ans** entre le démarrage de la recherche et son impact

\* **Test circulaire & validation de la méthode:**

- **Sensibilité de la méthode** pour mesurer des effets des faibles doses
- **Reproductibilité des résultats** : 75 % des laboratoires ont conduit le test avec succès en 2019

# CONCLUSION



## Quelle utilisation possible pour l'évaluation du risque ?

- \* **Format Document Guide : méthode recommandée, pas obligatoire**
- \* **Test susceptible d'être utilisé après l'évaluation obligatoire de premier niveau au laboratoire (en complément des essais sous tunnel ou au champ) et pour évaluer les effets des produits insecticides**
- \* **Test considéré en France (Avis ANSES 2018) :**  
*« Pour tout produit contenant un insecticide dont le mode d'action cible le système nerveux central des insectes et pouvant se retrouver au moment de la floraison, l'Anses recommande la conduite du test de retour à la ruche, une fois un test validé disponible, y compris pour les produits déjà autorisés ».*



Merci de votre attention



Partenaires financiers :



En partenariat avec :

