

Enquête nationale sur les mortalités hivernales des colonies d'abeille	
Résultats de l'enquête	30/09/2020

## MORTALITE DES COLONIES D'ABEILLES DURANT L'HIVER 2018-2019

### RESULTATS DESCRIPTIFS POUR LA FRANCE METROPOLITAINE

- Deux enquêtes rétrospectives sur les mortalités hivernales 2017-2018 et 2018-2019 conduites sur le même modèle.
- 28,9 % de participation en 2018, 18,3 % en 2019.
- 29,4 % de mortalité moyenne estimée durant l'hiver 2017-2018 et 21,3 % de mortalité moyenne estimée durant l'hiver 2018-2019.
- Mortalité moyenne par catégorie d'apiculteurs et par département plus élevée durant l'hiver 2017-2018.
- Plusieurs départements du sud-ouest présentaient un taux estimé de mortalité supérieur à 30 % durant l'hiver 2018-2019.
- Pas de biais de surestimation de mortalité.

*Pour la Plateforme ESA (par ordre alphabétique) : Youssef Benkirane (DGAL), Céline Dupuy (Anses), Marion Laurent (Anses), Charlotte Rüger (Anses), Cédric Sourdeau (DGAL), Julien Vallon (ITSAP), Sébastien Wendling (DGAL)*

*Auteur correspondant : [marion.laurent@anses.fr](mailto:marion.laurent@anses.fr)*

#### **Contexte**

Au printemps 2018, à la suite d'informations transmises par des apiculteurs et des organisations apicoles faisant état dans plusieurs régions françaises d'une augmentation du taux de mortalité des colonies d'abeilles durant l'hiver, le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation a décidé de lancer une enquête nationale pour estimer au mieux ce taux de mortalité. Cette enquête avait aussi pour objectif de recueillir l'avis des apiculteurs concernant l'existence d'une éventuelle augmentation des pertes dans leurs ruchers notamment par rapport à l'hiver précédent et d'en recenser les causes possibles. Un groupe de travail a ainsi été constitué dans le cadre de la Plateforme nationale d'épidémiologie en santé animale (Plateforme ESA) réunissant des experts techniques provenant de différents organismes (Ministère en charge de l'agriculture, Anses, Itsap-Institut de l'abeille). Au cours de l'été 2018, une première enquête nationale a été menée sur la mortalité des colonies d'abeilles durant l'hiver 2017-2018 ([lien](#)).

En 2019, le comité d'experts apicoles du Cnopsav<sup>1</sup> (comité stratégique national qui traite des questions relatives à la santé de l'abeille) a souhaité reconduire cette enquête pour permettre d'estimer le taux de mortalité des colonies d'abeilles durant l'hiver 2018-2019 et son évolution par rapport à l'hiver précédent.

Ces deux enquêtes, s'adressant aux apiculteurs ayant déclaré leurs colonies à l'automne précédent<sup>2</sup>, étaient envoyées par mail lorsque cela était possible (apiculteurs ayant fourni une adresse mail et donné leur accord pour être joints par cette voie) ou par courrier pour la première année de l'enquête (voir Encadré 1).

### Résultats de l'enquête 2019 et comparaison avec l'enquête 2018

L'enquête 2019 relative aux mortalités hivernales 2018-2019 a été lancée le 19 avril 2019 sous la forme d'un questionnaire en ligne auprès des 51 574 apiculteurs qui avaient déclaré leurs colonies fin 2018 et qui avaient accepté d'être contactés par courriel. Elle s'est clôturée le 5 juin 2019.

Dans la suite de l'article, les résultats porteront uniquement sur la France métropolitaine. Les données concernant les DROM-COM (départements et régions d'outre-mer et collectivités d'outre-mer) feront l'objet d'un retour personnalisé compte tenu des particularités saisonnières de ces territoires.

A la date de clôture, 10 287 réponses avaient été enregistrées. Après une analyse de la cohérence des réponses avec les données issues de la campagne de déclaration des ruches fin 2018, les résultats portaient sur 9 319 réponses soit 18,3 % des 50 898 apiculteurs de France métropolitaine sollicités (c'est-à-dire ayant reçu le lien vers le questionnaire) (Voir encadré 2 pour les règles de cohérence et de calcul). Ce taux de réponse était inférieur à celui de l'année précédente avec un taux de réponse en 2018 de 28,9 % (soit 14 139 sur 48 917 apiculteurs de métropole sollicités) (Voir encadré 4 pour la participation à l'enquête).

Les résultats descriptifs de l'enquête 2018 portant sur l'hiver 2017-2018 sont disponibles sur le site de la Plateforme ESA<sup>3</sup>. Cependant ces résultats ont été révisés en prenant en compte des règles de cohérence additionnelles qui permettent la comparaison avec les résultats de l'enquête 2019. Ces résultats révisés sont présentés ici.

Pour ces deux enquêtes, était considérée comme morte toute colonie qui, à la sortie d'hivernage, était dans l'une des situations suivantes : la ruche ne contenait que des abeilles mortes, ou la ruche était vide, ou la colonie était bourdonneuse (présence d'ouvrières, de mâles sous forme de couvain et/ou d'adultes et absence de reine), ou la colonie comprenait moins de 500 abeilles. Par ailleurs, le critère de viabilité estimée des colonies avant mise en hivernage n'a pas été pris en compte dans le calcul des mortalités. Ainsi, des colonies dont les chances de survie avant l'hiver pouvaient être évaluées comme faibles ou très faibles (notamment du fait de réserves alimentaires ou de populations d'abeilles insuffisantes) ont pu être intégrées dans les calculs, dans la mesure où elles étaient encore vivantes avant leur mise en hivernage.

---

<sup>1</sup> CNOPSAV : Conseil national d'orientation de la politique sanitaire animale et végétale

<sup>2</sup> Tout apiculteur a pour obligation de déclarer chaque année, entre le 1<sup>er</sup> septembre et le 31 décembre, les colonies d'abeilles dont il est propriétaire ou détenteur. Respectivement 54 584 apiculteurs et 57 472 apiculteurs ont réalisé leur déclaration de ruches durant les campagnes de 2017 et de 2018.

<sup>3</sup><https://www.plateforme-esa.fr/page/groupe-projet-enquete-nationale-de-mortalite-hivernale-des-colonies-d-abeilles>

A partir des 9 319 réponses à l'enquête 2019, le taux moyen de mortalité des colonies durant l'hiver 2018-2019 pour l'ensemble des apiculteurs a été estimé à 21,3 %, avec un intervalle de confiance à 95 % de [19,9-22,7]<sup>4</sup> (Tableau 1). Il était plus faible que celui estimé pour l'hiver 2017-2018 (29,4 % [28,3-30,4]). Le taux de mortalité a aussi été estimé pour chacune des catégories d'apiculteurs. La mortalité des colonies durant l'hiver 2018-2019 a été estimée à 22,8 %, 19,2 % et 21,5 % pour les apiculteurs ayant mis en hivernage respectivement moins de dix colonies, de dix à 49 colonies, et 50 colonies et plus.

Ce taux estimé pour chacune de ces catégories était plus faible que durant l'hiver 2017-2018 (Tableau 1). Lors de l'enquête 2018, le taux estimé de mortalité était significativement différent pour les apiculteurs ayant mis en hivernage moins de dix colonies, par rapport aux deux autres catégories (Khi-deux d'indépendance, p-value<0,05). Il convient toutefois de considérer que le taux de mortalité à l'échelle de l'exploitation apicole dépend étroitement du nombre de colonies détenues, avec un taux qui peut largement fluctuer pour les apiculteurs détenant un petit nombre de colonies.

**Tableau 1.** Nombre d'apiculteurs localisés en France métropolitaine sollicités pour les enquêtes 2018 et 2019 parmi ceux ayant réalisé leur déclaration de ruches obligatoire pour les années 2017 et 2018, nombre de réponses à l'enquête, taux de réponse à l'enquête, taux de mortalité hivernale des colonies avec intervalle de confiance à 95 % (IC 95%)

Taille de l'exploitation (nombre de colonies)	Nombre d'apiculteurs sollicités pour l'enquête*		Nombre de réponses à l'enquête** (% de répondants)		Taux de mortalité moyen*** [IC 95 %]	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
<b>Moins de 10</b>	33 144	34 776	9 925 (29,9)	7 186 (20,7)	34,9 [34,3-35,5]	22,8 [22,1-23,4]
<b>De 10 à 49</b>	11 998	12 173	3 194 (26,6)	1 758 (14,4)	29,5 [28,7-30,4]	19,2 [18,2-20,2]
<b>50 et plus</b>	3 775	3 949	1 020 (27)	375 (9,5)	28,3 [26,9-29,7]	21,5 [18,5-24,5]
<b>Toutes tailles d'exploitations confondues</b>	<b>48 917</b>	<b>50 898</b>	<b>14 139 (28,9)</b>	<b>9 319 (18,3)</b>	<b>29,4 [28,3-30,4]</b>	<b>21,3 [19,9-22,7]</b>

\* en métropole (par courriel et en plus par courrier pour 2017-2018)

\*\* après analyse de la cohérence des réponses (cf. Encadré 2)

\*\*\* moyenne pondérée en fonction du nombre de répondants dans chaque département et dans chaque catégorie de taille d'exploitation apicole (cf. Encadré 3)

### Distribution du taux de mortalité selon les catégories d'apiculteurs

Le taux de mortalité durant l'hiver 2018-2019 était supérieur ou égal à 50 % pour 10,9 % des apiculteurs ayant mis en hivernage de dix à 49 colonies et pour 11,5 % des apiculteurs ayant mis plus de 50 colonies en hivernage. Ces proportions étaient plus élevées durant l'hiver 2017-2018 (respectivement 22,4 % et 18,2 % (Figure 1)<sup>5</sup>. Inversement, des proportions plus faibles d'apiculteurs ayant subi une mortalité inférieure à 10% avaient été

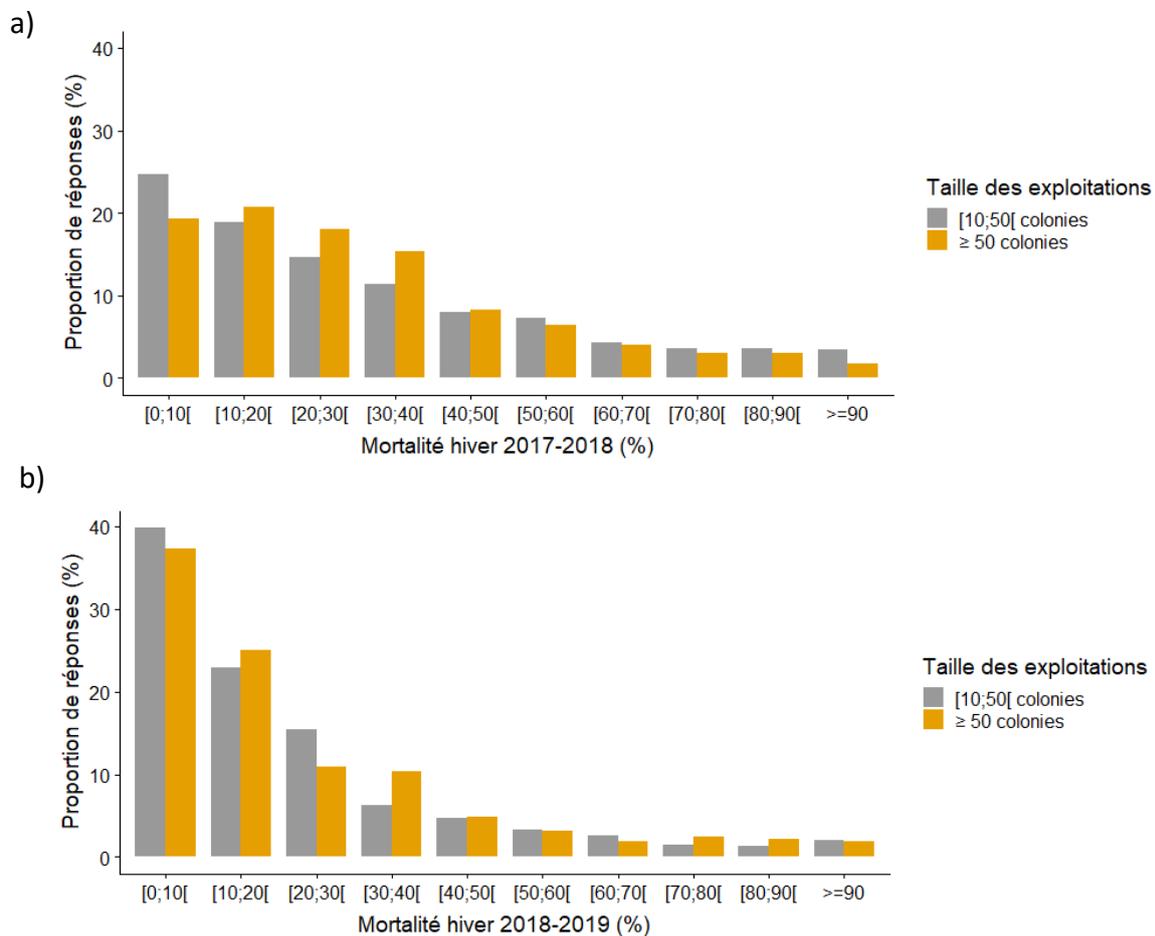
<sup>4</sup> L'intervalle de confiance permet d'affirmer que, compte tenu du nombre de réponses reçues, le taux de mortalité de l'ensemble des colonies d'abeilles a 95 % de chances de se situer au sein de cet intervalle, en considérant que l'enquête ait été réalisée auprès d'un échantillon représentatif d'apiculteurs.

<sup>5</sup> Cet indicateur n'a pas été calculé pour les apiculteurs détenant moins de dix colonies, car dans cette catégorie, la plupart des apiculteurs ont très peu de colonies (médiane = 3 colonies). Pour ces apiculteurs, le taux de mortalité est ainsi en général soit de 0, 50, ou 100 %, ce qui entraîne un biais dans l'interprétation.

observées durant l'hiver 2017-2018 par rapport à l'hiver 2018-2019 (24,8 % pour les apiculteurs ayant mis en hivernage de dix à 49 colonies et 19,3 % pour ceux ayant mis plus de 50 colonies en hivernage contre respectivement 39,8% et 37,3 % durant l'hiver 2018-2019). Ainsi, pour les catégories d'apiculteurs détenant plus de dix colonies, une proportion plus élevée d'apiculteurs présentait plus de 50% de pertes lors de l'enquête 2018 et une proportion plus élevée d'apiculteurs présentait un taux de mortalité des colonies inférieur à 10 % lors de l'enquête 2019.

**Figure 1.** Distribution des réponses à l'enquête par taille d'exploitations apicoles en fonction du taux de mortalité hivernale des colonies d'abeilles (pour les exploitations apicoles de dix colonies et plus) durant l'hiver 2017-2018 (a) et durant l'hiver 2018-2019 (b). Ce calcul a été réalisé par apiculteur et non pour chaque taille d'exploitations apicoles

*Interprétation : pour exemple, le taux de mortalité durant l'hiver 2018-2019 était inférieur à 10 % pour 39,8 % des apiculteurs détenant entre dix et 49 ruches avant hivernage.*



### **Distribution du taux de mortalité dans les départements selon les catégories d'apiculteurs**

Les cartes ci-dessous présentent le taux estimé de mortalité hivernale par département et par catégorie d'apiculteurs (Figures 2 à 5)<sup>6</sup>. Dans certains départements, le faible taux de réponses à l'enquête a entraîné de l'incertitude sur l'estimation de la mortalité (voir Encadré 3). Ces départements sont signalés sur les cartes et l'estimation associée doit être considérée avec précaution.

Le taux estimé moyen de mortalité (toutes tailles d'exploitations confondues) était plus faible durant l'hiver 2018-2019 comparé à l'hiver 2017-2018 dans 78,1 % des départements métropolitains (n=96) (Figure 2). Cette tendance se retrouvait pour chaque catégorie de taille d'exploitation apicole (89,6 %, 80 % et 71,1 % des départements avec un taux plus faible durant l'hiver 2018-2019 respectivement pour les catégories (<10, [10 ; 50[ et ≥ 50 colonies) (Figures 3 à 5).

Pour les apiculteurs ayant mis en hivernage moins de dix colonies, 58,3 % des départements présentaient un taux estimé de mortalité supérieur à 20% durant l'hiver 2018-2019 alors que 97,9 % des départements étaient concernés durant l'hiver 2017-2018 (Figure 3).

Pour les apiculteurs ayant mis en hivernage de dix à 49 colonies, 40 % des départements présentaient un taux estimé de mortalité supérieur à 20 % durant l'hiver 2018-2019 alors que 81,3 % des départements étaient concernés durant l'hiver 2017-2018 (Figures 4 et 6<sup>7</sup>).

Pour les apiculteurs ayant mis en hivernage plus de 50 colonies, 38,5 % des départements présentaient un taux estimé de mortalité supérieur à 20 % durant l'hiver 2018-2019 alors que 77,4 % des départements étaient concernés durant l'hiver 2017-2018 (Figures 5 et 6).

Quelle que soit la catégorie d'apiculteurs, le nombre de départements où étaient estimés plus de 20% de pertes en moyenne était supérieur lors de la première année d'enquête (mortalités de l'hiver 2017-2018) par rapport à la deuxième année (mortalités de l'hiver 2018-2019).

### **Fréquence des départements affichant une mortalité moyenne exceptionnelle (de 50 % ou plus)**

Durant l'hiver 2018-2019, le taux de mortalité des colonies était de 50 % dans un département (le département 75 non visible sur la carte) pour les apiculteurs ayant mis en hivernage de dix à 49 colonies, et dans quatre départements pour ceux qui avaient mis plus de 50 colonies en hivernage (Figures 4, 5 et 6). Durant l'hiver 2017-2018, deux départements pour les apiculteurs ayant mis en hivernage de dix à 49 colonies, et deux départements pour ceux qui avaient mis plus de 50 colonies en hivernage présentaient un taux de mortalité supérieur à 50 % (60 % et 55,3% respectivement pour les départements 75 et 95 non visibles sur la carte). Il faut cependant noter que pour les deux années, le nombre de réponses était très faible dans ces départements avec pour conséquence des intervalles de confiance autour de la mortalité très grands.

---

<sup>6</sup> La localisation retenue pour les exploitations apicoles était le département d'habitation du déclarant, et non les départements de localisation des ruchers (car le détail de la mortalité par département de localisation des ruchers n'était pas disponible dans les données).

<sup>7</sup> Cet indicateur n'a pas été calculé pour les apiculteurs détenant moins de dix colonies, car dans cette catégorie, la plupart des apiculteurs ont très peu de colonies (médiane= 3 colonies). Pour ces apiculteurs, le taux de mortalité est ainsi soit de 0, 50, ou 100 %, ce qui entraîne un biais dans l'interprétation.

### **Recherche de regroupement géographique du phénomène de mortalité sur plusieurs départements**

Lors de la première année de l'enquête, aucun regroupement géographique évident de la mortalité à l'échelle des colonies n'était observé. Certains départements contigus pouvaient avoir un taux de mortalité contrasté, ce qui pouvait s'expliquer par la variabilité locale des causes potentielles du phénomène (conditions agro-environnementales, maîtrise des maladies, expositions à des produits toxiques, etc.), mais aussi par le taux de réponse à l'enquête.

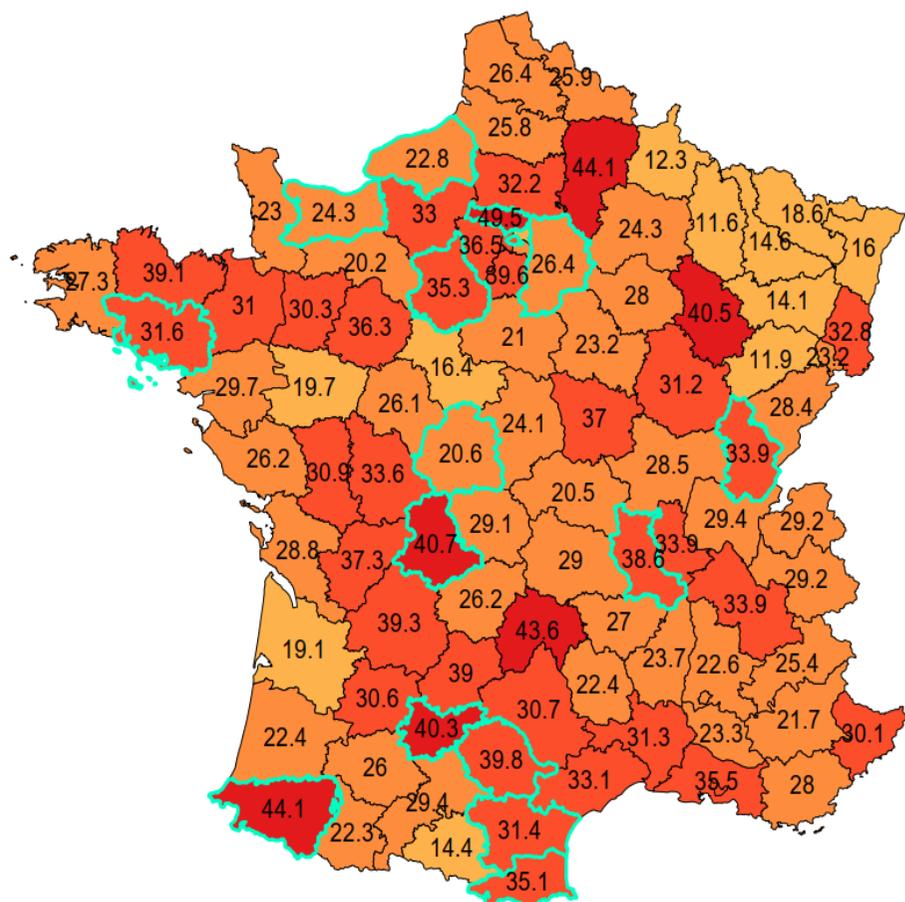
Durant l'hiver 2018-2019, un taux de mortalité supérieur à 30 % a été estimé dans plusieurs départements du sud-ouest. Ce regroupement apparent de départements présentant un taux de mortalité supérieur à 30 % se retrouvait pour les tailles d'exploitation de moins de dix colonies et de plus de 50 colonies (Figures 3 et 5). Toutefois, pour certains de ces départements du sud-ouest la variabilité du taux de mortalité et/ou le faible nombre de réponses a entraîné une incertitude forte sur l'estimation du taux de mortalité (intervalles de confiance à forte amplitude). Il serait intéressant d'investiguer ces données à l'échelle locale pour consolider les chiffres de mortalité et rechercher des causes amenant à ce cluster apparent.

**Figure 2.** Estimation du taux de mortalité hivernale des colonies d'abeilles en fonction des départements (toutes tailles d'exploitations apicoles confondues ; cette estimation tient compte du taux de réponse à l'enquête par taille d'exploitations apicoles et par département)

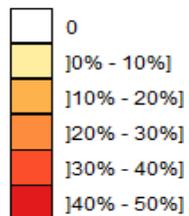
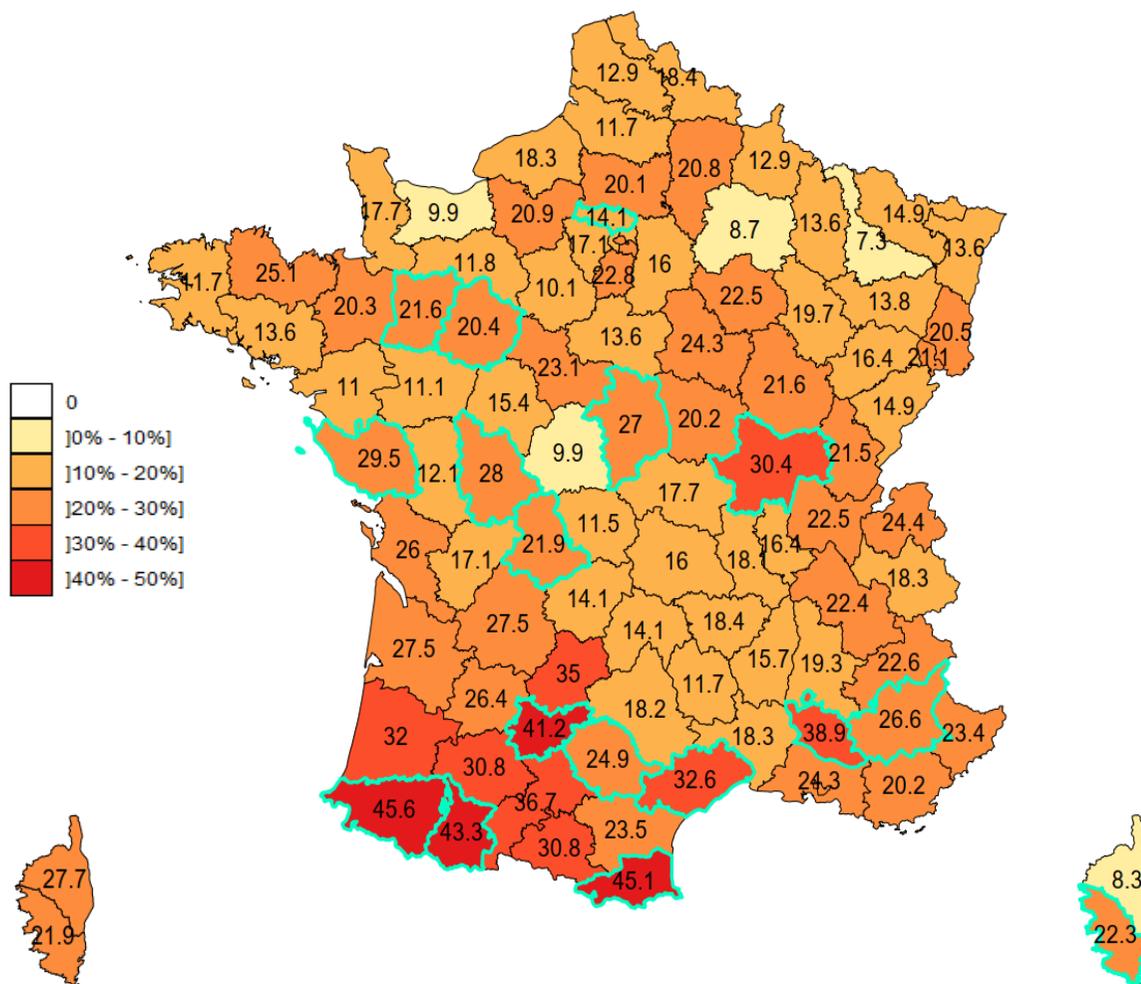
Les chiffres indiqués correspondent au taux pondéré de mortalité des colonies calculé par département et par taille d'exploitation apicole.

NB : les départements dans lesquels l'intervalle de confiance du taux de mortalité est supérieur à +/- 20 % sont entourés en bleu-vert (dans ce cas la variabilité du taux de mortalité et/ou le faible nombre de réponses entraînent une incertitude forte sur l'estimation du taux de mortalité)

## Hiver 2017-2018



## Hiver 2018-2019

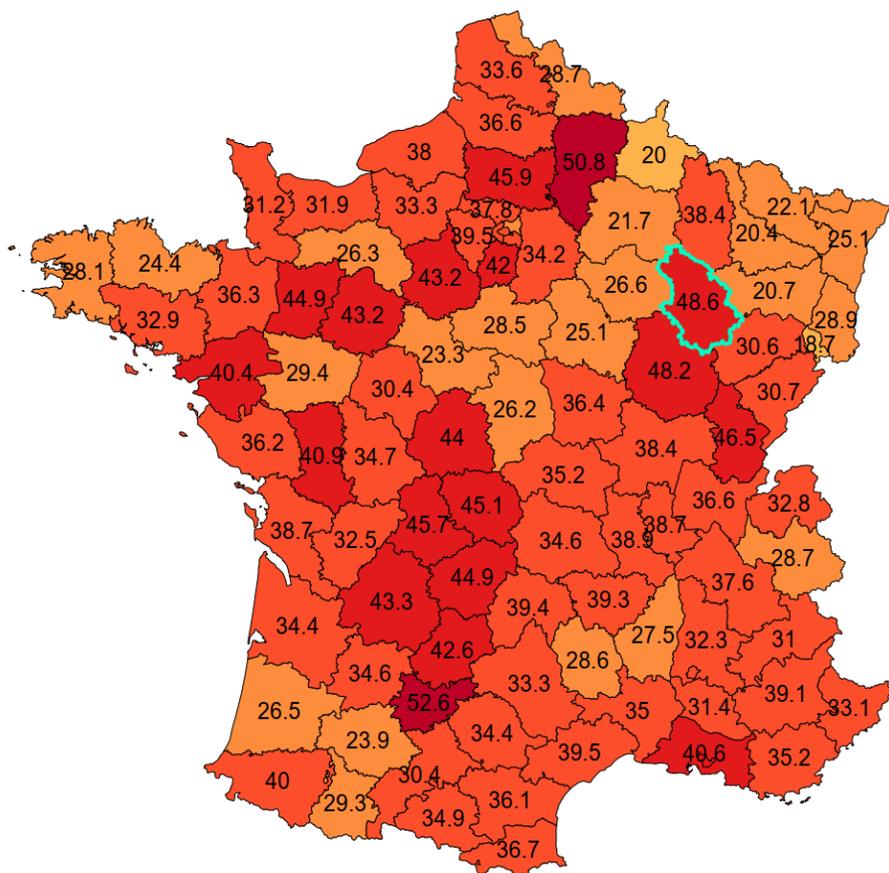


**Figure 3.** Estimation du taux de mortalité hivernale des colonies d'abeilles en fonction des départements pour la catégorie d'apiculteurs ayant moins de 10 colonies (cette estimation tient compte du taux de réponse à l'enquête par département)

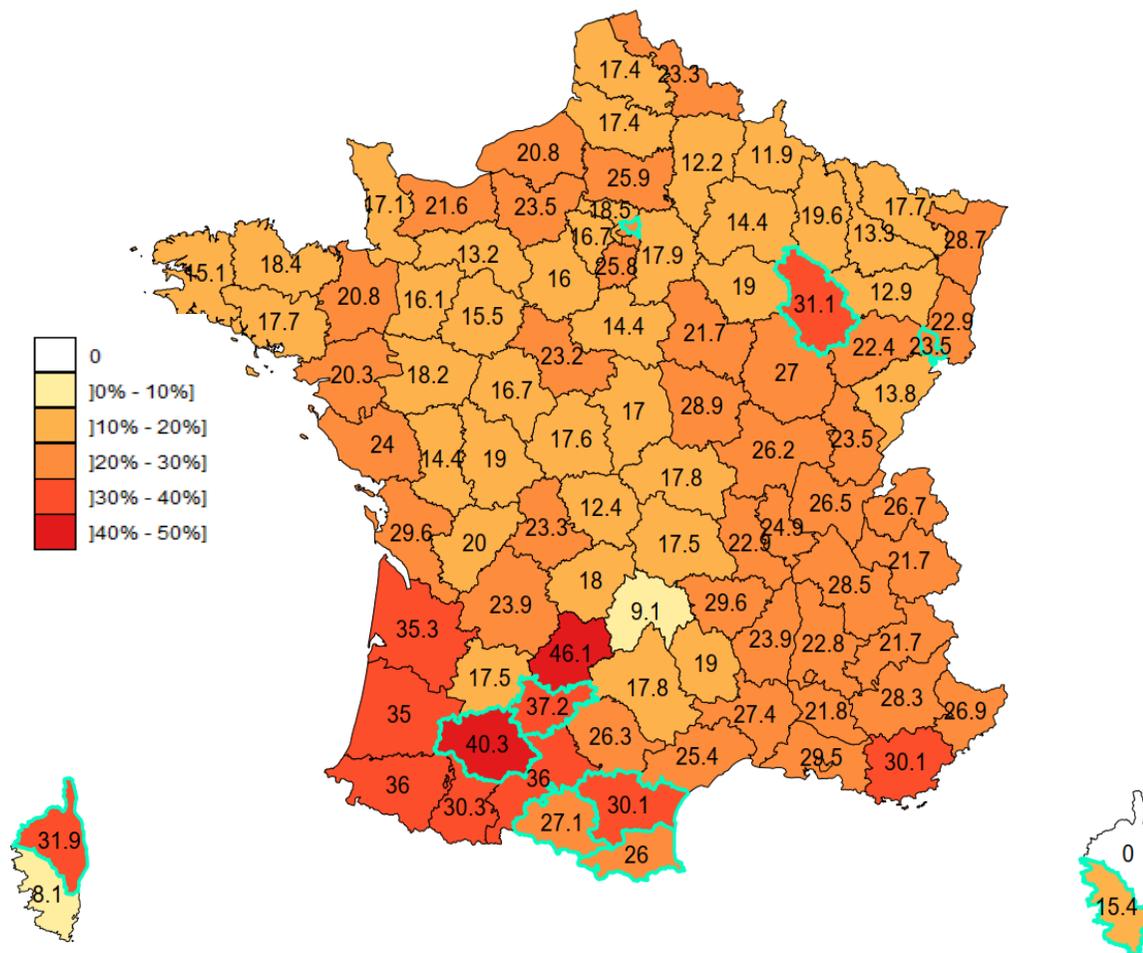
Les chiffres indiqués correspondent au taux pondéré de mortalité des colonies calculé par département.

NB : les départements dans lesquels l'intervalle de confiance du taux de mortalité est supérieur à +/- 20 % sont entourés en bleu-vert (dans ce cas la variabilité du taux de mortalité et/ou le faible nombre de réponses entraînent une incertitude forte sur l'estimation du taux de mortalité)

## Hiver 2017-2018



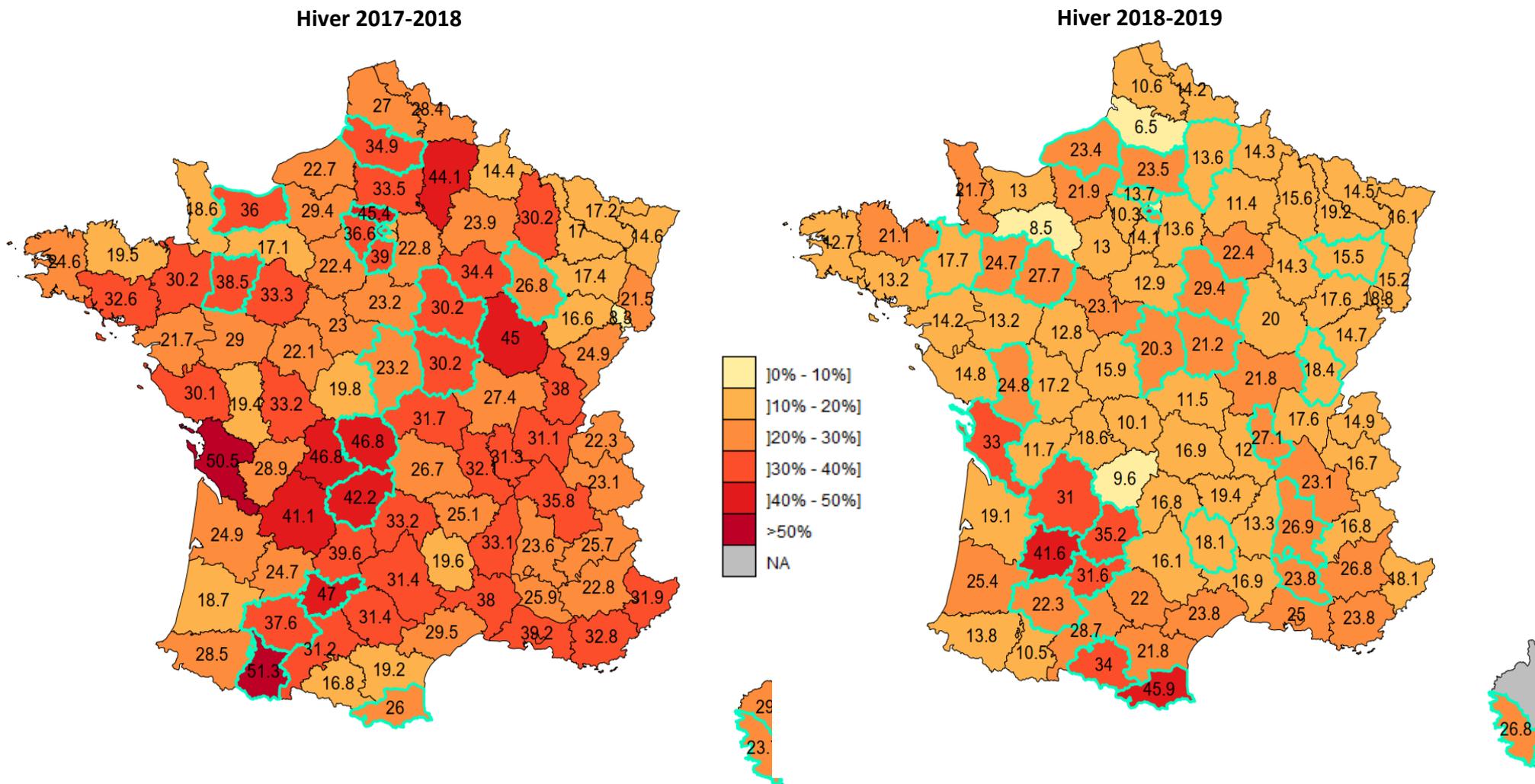
## Hiver 2018-2019



**Figure 4.** Estimation du taux de mortalité hivernale des colonies d'abeilles en fonction des départements pour la catégorie d'apiculteurs ayant de 10 à 49 colonies (cette estimation tient compte du taux de réponse à l'enquête par département)

Les chiffres indiqués correspondent au taux pondéré de mortalité des colonies calculé par département.  
 NA : données manquantes

NB : les départements dans lesquels l'intervalle de confiance du taux de mortalité est supérieur à +/- 20 % sont entourés en bleu-vert (dans ce cas la variabilité du taux de mortalité et/ou le faible nombre de réponses entraînent une incertitude forte sur l'estimation du taux de mortalité)

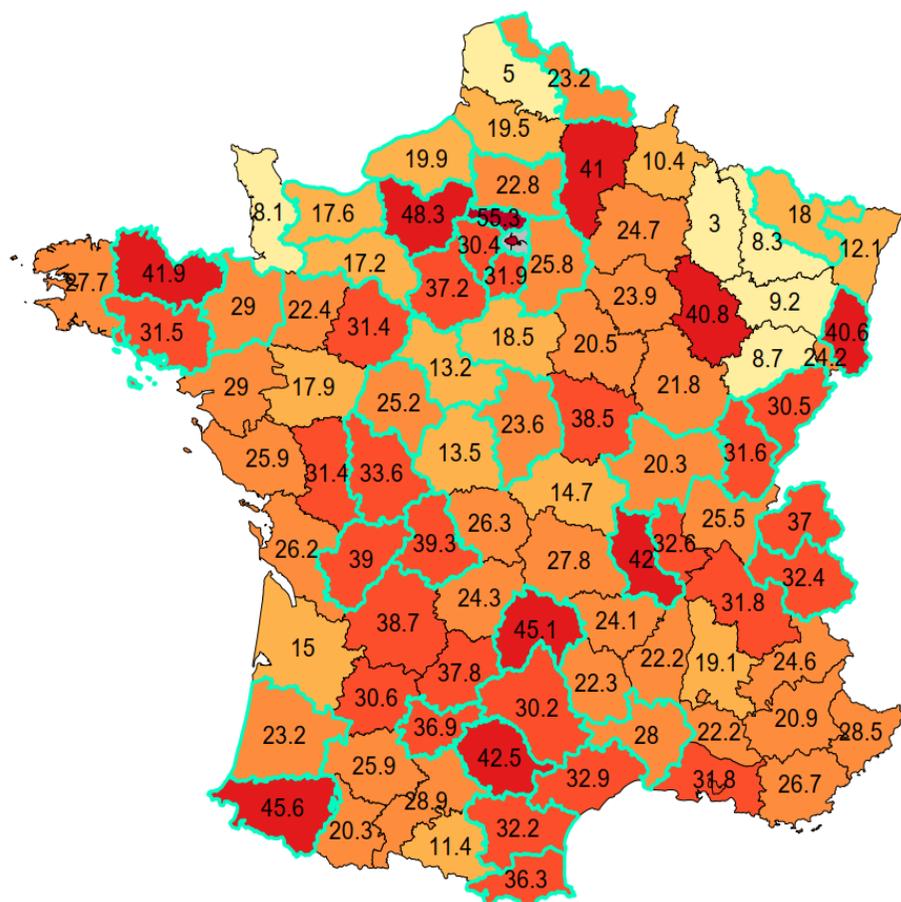


**Figure 5. Estimation du taux de mortalité hivernale des colonies d'abeilles en fonction des départements pour la catégorie d'apiculteurs ayant plus de 50 colonies (cette estimation tient compte du taux de réponse à l'enquête par département)**

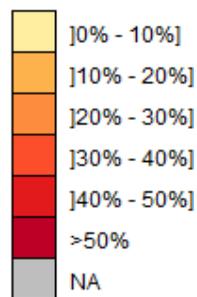
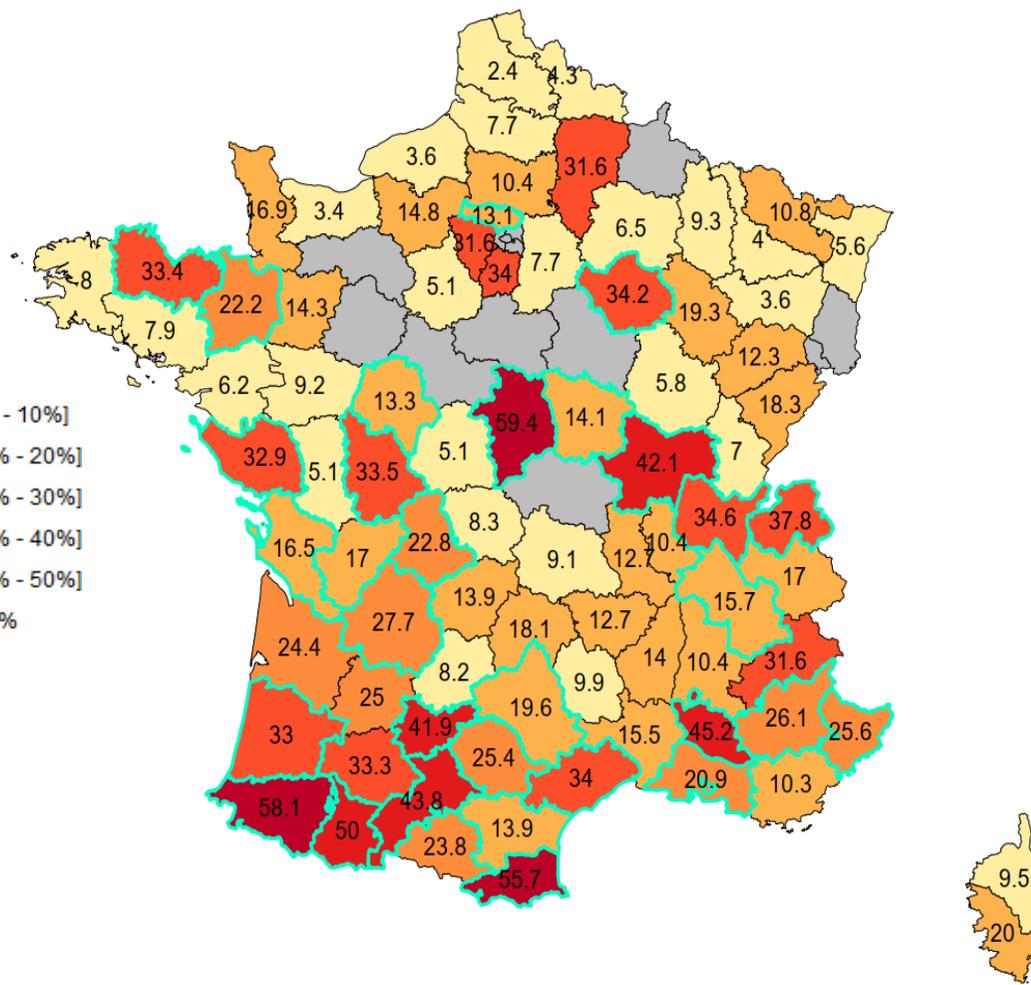
Les chiffres indiqués correspondent au taux pondéré de mortalité des colonies calculé par département.  
 NA : données manquantes

NB : les départements dans lesquels l'intervalle de confiance du taux de mortalité est supérieur à +/- 20 % sont entourés en bleu-vert (dans ce cas la variabilité du taux de mortalité et/ou le faible nombre de réponses entraînent une incertitude forte sur l'estimation du taux de mortalité)

## Hiver 2017-2018

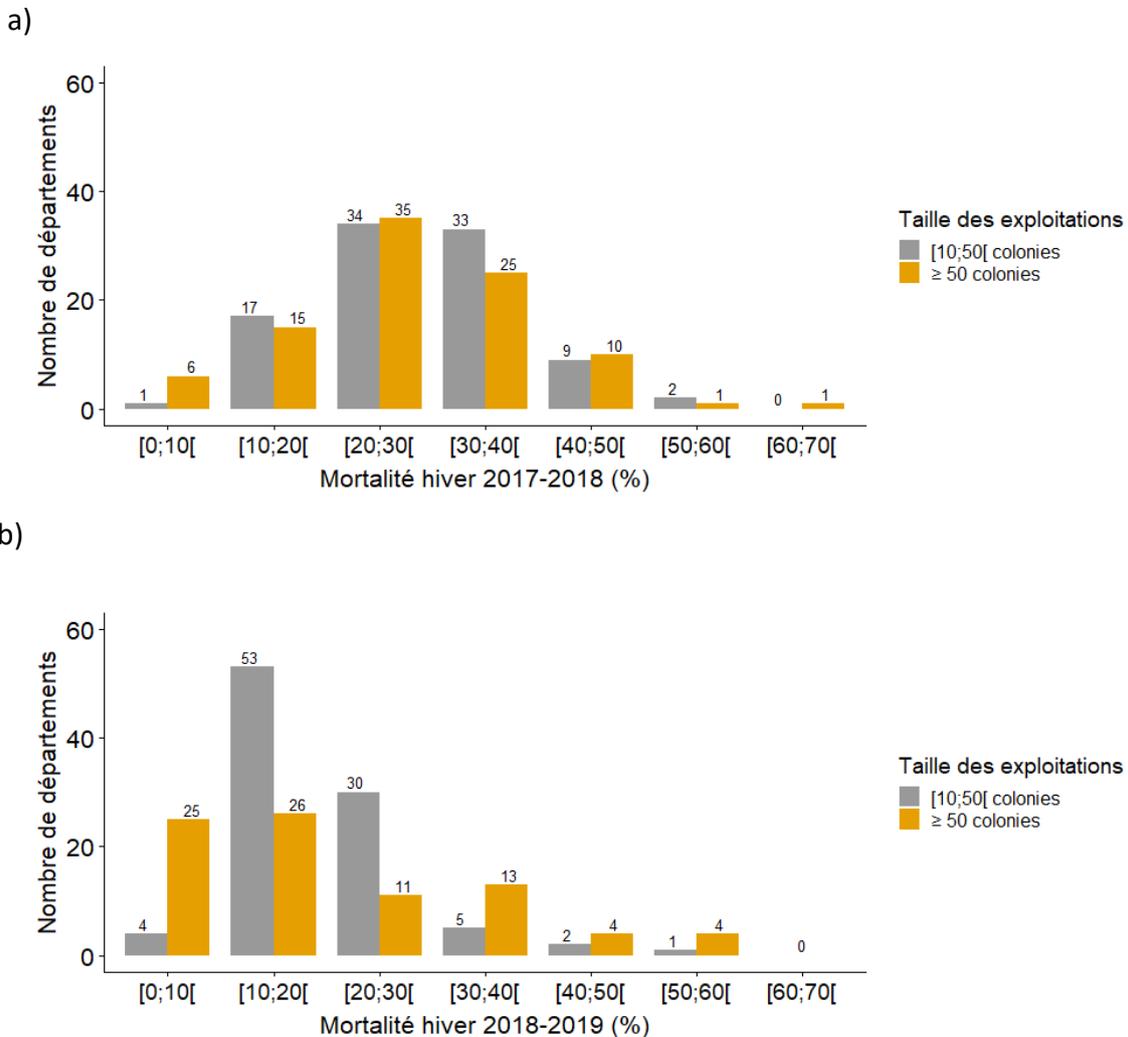


## Hiver 2018-2019



**Figure 6.** Distribution du nombre de départements en fonction du taux estimé de mortalité hivernale des colonies d’abeilles à l’échelle des exploitations apicoles durant l’hiver 2017-2018 (a) et durant l’hiver 2018-2019 (b) (pour les exploitations apicoles de 10 colonies et plus)

Interprétation : pour exemple, le taux de mortalité des colonies chez les apiculteurs détenant entre 10 et 49 colonies était entre 10 et 20 % dans 53 départements durant l’hiver 2018-2019.



### Conclusion

De nombreuses enquêtes de mortalité sont conduites chaque année au niveau régional ou à une échelle plus fine (par des organisations apicoles). Au niveau national, un précédent programme avait pour objectif d’estimer la mortalité hivernale et saisonnière des colonies d’abeilles durant deux années de 2012 à 2014 ([Resabeilles](#)) mais la méthodologie reposait sur un échantillonnage des ruchers et sur un calendrier de visites pour recueillir la mortalité. De précédentes enquêtes conduites au niveau national ont également recueilli l’avis des apiculteurs sur les mortalités hivernales observées dans leurs ruchers. Cependant ces deux enquêtes conduites dans le cadre de la plateforme ESA sont les premières au niveau national qui s’adressent à tous les déclarants de ruches (amateurs et professionnels).

A partir des réponses aux deux enquêtes, des mortalités moyennes ont été estimées pour les deux hivers. Toutes tailles d’exploitations confondues, un taux moyen de mortalité de 29,4 % et 21,3 % a été estimé respectivement

durant l'hiver 2017-2018 et durant l'hiver 2018-2019. Les estimations de mortalité par taille d'exploitation apicole et par département montraient aussi une mortalité moyenne plus faible à l'hiver 2018-2019.

Il est important de rappeler que l'objectif de ces enquêtes était de recenser les pertes de colonies pendant les périodes hivernales telles que constatées et déclarées par les apiculteurs et de recueillir leurs avis. Les résultats ont été extrapolés à la situation apicole française mais ils doivent être considérés en prenant en compte des limites de cette enquête telles que détaillées dans l'encadré 4.

Une des limites est une diminution de la participation des apiculteurs en 2019 avec 18,3 % de participation comparé à 28,9 % en 2018. Il n'est pas surprenant d'observer cette tendance lors d'enquêtes conduites sur plusieurs années. Il est important d'en comprendre les raisons et d'investiguer les actions à mettre en place pour améliorer la participation dans le but de produire des résultats plus proches de la situation réelle nationale.

Une autre limite de l'enquête est la représentativité des répondants, l'enquête ne reposant pas sur un échantillonnage de la population source<sup>8</sup>. Les analyses ont montré que la répartition observée dans l'enquête 2019 n'est pas conforme à celle observée dans la population source (Encadré 4). Il faut donc rester prudent quant à l'interprétation sur les estimations obtenues. Cependant ce défaut de représentativité a été compensé par le calcul de mortalité mis en place (Encadré 3). D'autre part, les analyses n'ont pas mis en évidence de biais de réponse qui serait dû à une plus grande propension qu'auraient eu les apiculteurs ayant observé un plus fort taux de mortalité à répondre à l'enquête.

Une réflexion doit être engagée sur le devenir de cette enquête, ses objectifs, la méthodologie à mettre en place pour permettre une meilleure représentativité de la population source, et sur les besoins de la filière en terme de recueil d'informations. Plusieurs démarches existent déjà et une mutualisation de ces démarches peut être envisagée et discutée pour optimiser au mieux le recueil d'informations.

## Remerciements

A tous les apiculteurs qui ont pris le temps de participer à cette enquête et à leurs organisations qui ont contribué à sensibiliser la filière à l'importance de la démarche.

---

<sup>8</sup> La population source est l'ensemble des apiculteurs auxquels l'enquête était destinée et envoyée (dans le cas présent les apiculteurs qui avaient déclaré leurs colonies en 2018 et qui avaient accepté d'être contactés par email).

## Références bibliographiques

Mortalité des colonies d'abeilles domestiques pendant l'hiver 2017-2018 : résultats descriptifs complets (2019). Y. Benkirane, A. Bronner, D. Calavas, M.-P. Chauzat, A. Decourtye, A. Gamon, P. Hendrikx, M. Laurent, A. Moukouboulou, M.-P. Rivière, M. Saussac, C. Sourdeau, E. Trépon, V. Urrutia, J.-L. Vinard, S. Wendling (ordre alphabétique). URL : [https://www.plateforme-esa.fr/sites/default/files/ENMHA%202017-2018%20R%C3%A9sultats\\_2019\\_02\\_21\\_0.pdf](https://www.plateforme-esa.fr/sites/default/files/ENMHA%202017-2018%20R%C3%A9sultats_2019_02_21_0.pdf)

L. Laurencelle (2012) « La représentativité d'un échantillon et son test par le Khi-deux ». Tutorials in Quantitative Methods for Psychology Vol. 8(3), p. 173-181.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R (R Core Team (2018)). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

Package survey

- T. Lumley (2017) "survey: analysis of complex survey samples". R package version 3.32.
- T. Lumley (2004) Analysis of complex survey samples. Journal of Statistical Software 9(1): 1-19.

### Encadré 1 : Conception et envoi du questionnaire

L'enquête a été élaborée et les résultats ont été analysés, dans le cadre de la Plateforme nationale d'épidémiologie en santé animale (Plateforme ESA), par un groupe de travail spécialement constitué pour cette enquête.

Lors de l'enquête 2018, un courriel d'invitation à renseigner un questionnaire en ligne a été envoyé le 6 juillet aux 46 523 apiculteurs qui avaient réalisé la déclaration de ruches obligatoire pour l'année 2017 sur le site « mes démarches » du ministère en charge de l'Agriculture<sup>9</sup> et qui avaient accepté d'être contactés par courriel (adresse mail enregistrée, accord de l'apiculteur d'être contacté par courriel). L'enquête en ligne s'est clôturée le 31 août 2018.

Par ailleurs, un courrier a été envoyé à un échantillon de 3 000 apiculteurs tirés au sort parmi les 8 061 apiculteurs qui avaient déclaré leurs colonies fin 2017 et ne pouvaient ou ne souhaitaient pas être contactés par mail, les invitant à participer à l'enquête (réponse en ligne ou par courrier). Cette enquête postale s'est clôturée le 30 septembre 2018 et a permis d'obtenir 824 réponses.

Pour l'enquête 2019, il a été décidé de lancer seulement l'enquête en ligne. En effet les données et résultats de l'enquête par mail et de l'enquête postale de la première année s'étaient avérés similaires ([lien](#)). L'hypothèse a donc été faite que les réponses seraient aussi similaires lors de l'enquête 2019. L'enquête postale n'a donc pas été reconduite. L'enquête en ligne a été lancée le 19 avril 2019 avec une volonté de contacter les apiculteurs plus tôt que l'année précédente pour être au plus proche des événements de mortalité et limiter les biais de mémoire.

Le questionnaire en ligne a été envoyé aux 51 574 apiculteurs qui avaient déclaré leurs colonies fin 2018 et qui acceptaient d'être contactés par cette voie (adresse mail existante, accord de l'apiculteur d'être contacté par courriel). Elle s'est clôturée le 5 juin 2019.

### Encadré 2: Constitution des jeux de données des deux enquêtes

Les modalités de constitution des jeux de données des deux enquêtes (identification et gestion des réponses multiples, concordance avec les données issues de la campagne de déclaration de ruches précédente) ont été identiques pour permettre la comparaison entre les deux années. La méthode a été détaillée dans l'encadré 1 de la note sur les premiers résultats de l'enquête parue dans le site de la Plateforme ESA disponible [ici](#). Les résultats relatifs à ce processus pour l'enquête 2018 sont disponibles au même endroit.

#### *Résultats de l'identification et gestion des réponses multiples*

Pour l'enquête 2019, au total, 10 287 réponses ont été reçues au 5 juin 2019 dont 10 252 provenant d'apiculteurs de la métropole. Certains apiculteurs avaient répondu plusieurs fois à l'enquête, en général pour préciser un chiffre ou ajouter un commentaire (il n'était en effet pas possible de modifier un formulaire de réponse une fois celui-ci enregistré). La réponse la plus récente et/ou la plus complète a été retenue. Après cette phase d'analyse des réponses multiples, le jeu de données était constitué de 9 809 réponses.

<sup>9</sup> <http://mesdemarches.agriculture.gouv.fr/demarches/particulier/effectuer-une-declaration-55/article/declarer-des-ruches>.

**Concordance avec les données issues de la campagne de déclaration de ruches de 2018**

Pour l'enquête 2019, parmi les réponses, 92,9 % comportaient un numéro de référence de déclaration 2018 et/ou un numéro d'apiculteur (numéro NAPI), utilisé pour établir la correspondance avec le fichier de télédéclaration de ruches de 2018. Pour les autres réponses, la correspondance a été recherchée à partir des adresses mail, des noms, prénoms et des codes postaux.

Parmi les apiculteurs avec une correspondance, le nombre des colonies déclarées durant la campagne 2018 de déclaration obligatoire des ruches a été comparé avec le nombre de colonies avant hivernage mentionné dans l'enquête afin d'écartier des réponses qui apparaissaient incohérentes. Pour cela, une règle de concordance entre les deux fichiers a été adoptée en acceptant un écart sur le nombre de colonies (qu'elles soient en ruches, en ruchettes ou en *nuclei*) pouvant aller jusqu'à 30 %, en plus ou en moins (Figure A). En effet, les dénombrements peuvent être relativement différents pour plusieurs raisons : dédoublement ou regroupement de colonies avant hivernage, perte de colonies entre la déclaration et la mise en hivernage, etc.

La règle de concordance était définie de la façon suivante :

- pour les apiculteurs ayant moins de dix colonies avant hivernage

$$\text{Nombre de colonies avant hivernage mentionné dans l'enquête} = \text{Nombre de colonies déclarées fin 2018} \pm 3$$

- pour les apiculteurs ayant dix colonies et plus avant hivernage

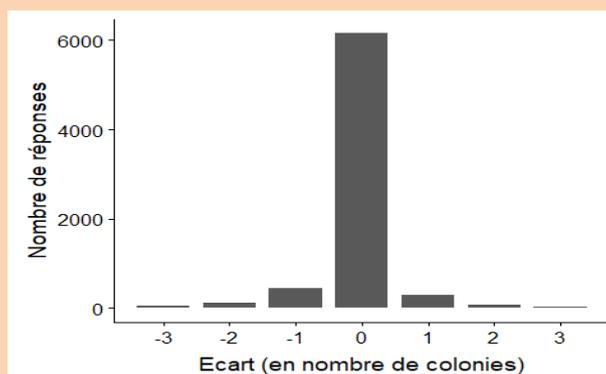
$$\left( \frac{\text{Nombre de colonies déclarées fin 2018} - \text{Nombre de colonies avant hivernage mentionné dans l'enquête}}{\text{Nombre de colonies déclarées fin 2018}} \right) \times 100 < (\pm 30 \%)$$

Cette règle de concordance était vérifiée pour 98,4 % des apiculteurs ayant moins de dix colonies, pour 90,6 % des apiculteurs ayant de 10 à 49 colonies et pour 87,6 % des apiculteurs ayant 50 colonies et plus (Figure A). Ces pourcentages sont plus élevés que pour la première année de l'enquête (respectivement 83,4 %, 75,5 % et 68,3 %).

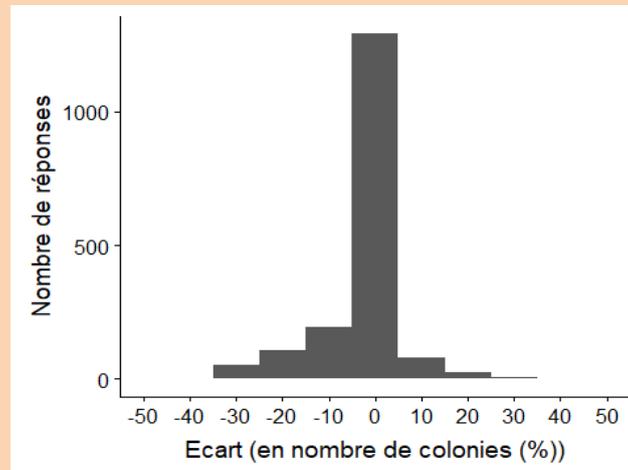
Au total, la correspondance a pu être établie pour 9 319 réponses, soit 90,9 % des apiculteurs de métropole ayant répondu à l'enquête 2019 versus 92,8 % pour l'enquête 2018.

**Figure A.** Distribution de l'écart entre le nombre de colonies déclaré fin 2018 et le nombre de colonies avant hivernage mentionné dans l'enquête 2019

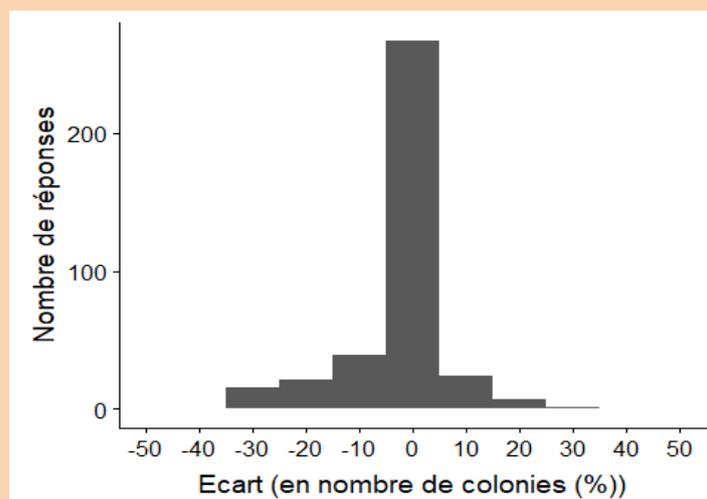
a) Exploitations apicoles de moins de dix colonies (formule : Nb col déclarées - Nb col enquête)



b) Exploitations apicoles de dix à 49 colonies (formule :  $((\text{Nb col déclarées} - \text{Nb col enquête}) / \text{Nb col déclarées}) \times 100$ ) ; Valeurs limitées entre -50 et +50 (quatre réponses non représentées)



c) Exploitations apicoles de 50 colonies et plus (formule :  $((\text{Nb col déclarées} - \text{Nb col enquête}) / \text{Nb col déclarées}) \times 100$ ) ; Valeurs limitées entre -50 et +50 (deux réponses non représentées)



### Encadré 3: Calcul et estimation du taux de mortalité

Les données ont été décrites en fonction du nombre de colonies détenues (moins de dix, de dix à 49, 50 et plus). Pour chacune de ces catégories d'exploitations apicoles, le taux de mortalité a été calculé comme la somme des colonies mortes au cours de l'hiver divisée par la somme des colonies mises en hivernage pour l'ensemble des apiculteurs de la catégorie, afin de s'affranchir de la variabilité du nombre de colonies mises en hivernage selon les apiculteurs. L'intervalle de confiance estimé autour de ces valeurs permet d'affirmer que, compte tenu du nombre de réponses reçues, le taux de mortalité au sein de l'ensemble des colonies d'abeilles a 95 % de chance de se situer au sein de cet intervalle.

Dans un second temps, ce taux de mortalité par catégorie a été pondéré par le taux de réponse à l'enquête pour chacune des catégories et pour chaque département. Cela a permis de fournir une estimation du taux de mortalité (et son intervalle de confiance) pour l'ensemble des apiculteurs ayant déclaré leurs colonies en 2018 (et non pas uniquement ceux qui ont répondu à l'enquête).

Un taux de moyen mortalité des colonies a été estimé pour l'ensemble des exploitations apicoles à l'échelle du département et à l'échelle nationale. La formule permettant d'estimer le taux moyen de mortalité est la suivante :

$$\frac{\sum_{n=1}^N ((\sum_{j=1}^J m_{j,n}) * poids_n)}{\sum_{n=1}^N ((\sum_{j=1}^J t_{j,n}) * poids_n)}$$

Avec :

- $n=1...N$ , la strate correspondant à une combinaison département-taille d'exploitation,  $N$  étant le nombre total de combinaisons département-taille d'exploitation (*les tailles d'exploitations sont regroupées en catégories : <10, [10 ; 50[ et  $\geq 50$* ).
- $m_{j,n}$  le nombre de colonies mortes pour le déclarant  $j$  pour la strate  $n$ ,  $j=1..J$  ( $J$  étant le nombre total d'apiculteurs répondants dans la strate  $n$ ).
- $t_{j,n}$  le nombre de colonies mises en hivernage pour le déclarant  $j$  pour la strate  $n$ .
- $poids_n$  = poids de la strate  $n$  par rapport à la population totale (i.e. nom d'apiculteurs répondants dans la strate  $n$  sur nombre total de répondants).

#### Encadré 4: Limites de l'enquête 2018-2019

L'exactitude et la précision des résultats dépendent respectivement de la représentativité de l'échantillon et de sa taille. Ces deux points sont considérés ci-dessous.

L'enquête 2019 a été envoyée par mail à l'ensemble des apiculteurs acceptant d'être contactés par cette voie. Près de 6 000 apiculteurs ne souhaitant pas être contactés par mail ou n'ayant pas indiqué d'adresse mail lors de leur déclaration de ruches 2018 n'ont donc pas été sollicités pour l'enquête. Les résultats des enquêtes postales et en ligne de 2018 s'étant avérés similaires, l'hypothèse a été faite que les réponses seraient aussi similaires en 2019. L'enquête postale n'a donc pas été reconduite.

#### Nombre et taux de réponses à l'enquête 2018-2019

Un taux élevé de réponse à l'enquête va entraîner une meilleure précision des résultats. Il est indiscutable que le taux de réponse à une enquête diminue au cours du temps, la motivation des participants et leur intérêt étant potentiellement amenés à s'essouffler. Une réflexion doit être engagée pour comprendre les raisons de non-participation à l'enquête et identifier les leviers pour améliorer le taux de participation. Un faible taux de mortalité hivernale constatée peut entraîner une diminution de la participation des acteurs concernés.

Lors de l'enquête 2019, toute la population source (les apiculteurs ayant déclaré leurs colonies fin 2018 et ayant accepté d'être contactés par courriel) a été contactée pour répondre à l'enquête. La participation dépendait de la volonté des apiculteurs de répondre à l'enquête. Le taux de non-réponses (toutes exploitations confondues) était de 81,7 %.

La participation a été plus faible chez les apiculteurs ayant plus de 50 colonies par rapport aux autres catégories de taille d'exploitation (9,5 % contre 20,7 % et 14,4 % respectivement pour les apiculteurs de moins de dix colonies et de dix à 49 colonies) (Figure B). Cependant cette différence n'est pas statistiquement significative (Khi-deux d'indépendance,  $p$ -value = 0,1991).

Il y a eu une baisse de la participation par rapport à l'enquête 2017-2018 pour laquelle des taux de participation de 27 %, 29,9 % et 26,6 % avaient été observés respectivement pour les apiculteurs de plus de 50 colonies, de moins de dix colonies, de dix à 49 colonies.

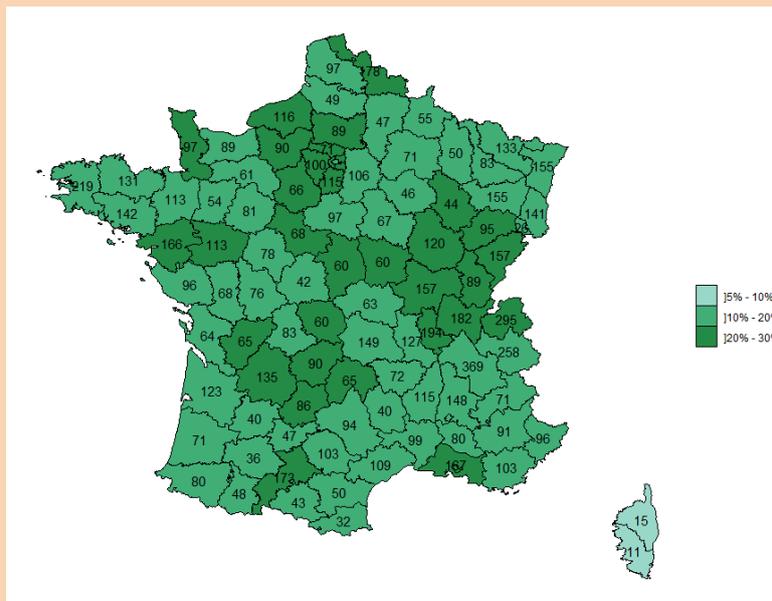
Pour la catégorie de plus de 50 colonies, l'interprétation du taux doit tenir compte du nombre d'apiculteurs de cette catégorie, quelquefois peu élevé dans certains départements.

Lors de l'enquête 2019, aucun département (toutes exploitations apicoles confondues) ne montrait une participation significativement différente par rapport aux autres départements (Khi-deux d'indépendance, p-value = 0,239) ce qui signifie qu'il n'y avait pas de département qui avait une participation plus importante ou plus faible dans l'enquête (Figure B).

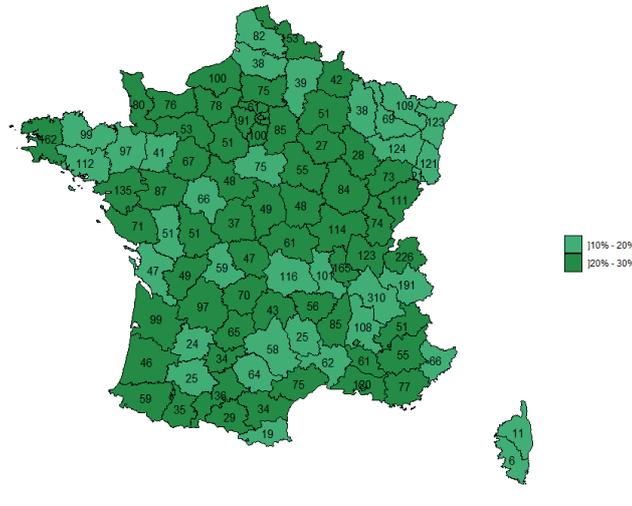
**Figure B.** Nombre et taux de réponse à l'enquête 2019 par département en fonction de la taille des exploitations apicoles

*Le nombre de réponses à l'enquête est calculé pour chaque département (nombre inscrit au centre des départements). La couleur correspond à la proportion de réponses par rapport aux apiculteurs sollicités pour chaque département (50 898 apiculteurs au total sur la métropole ont reçu le lien vers le questionnaire en ligne).*

a) Toutes exploitations apicoles confondues

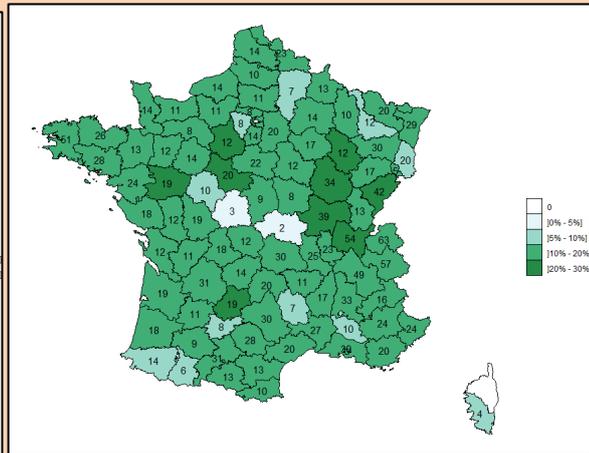
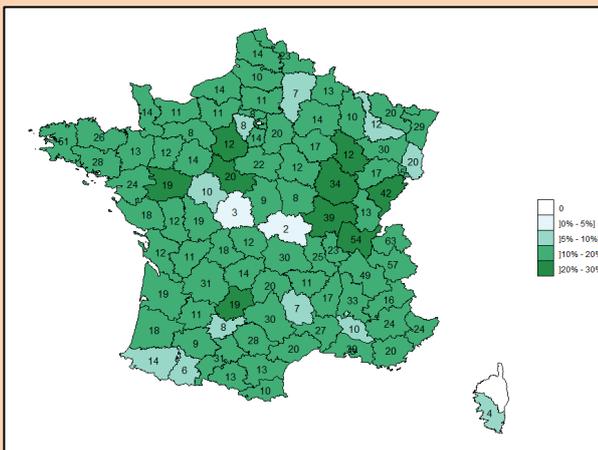


b) Exploitations apicoles de moins de dix colonies



c) Exploitations apicoles de dix à 49 colonies

d) Exploitations apicoles de 50 colonies et plus



## Représentativité des réponses

L'enquête étant basée sur le volontariat, les chiffres présentés ici se basent sur les réponses à l'enquête et non sur un échantillon représentatif de la population source. La question du biais de l'estimation (sous-estimation ou surestimation des chiffres) et a fortiori de la représentativité des répondants peut se poser.

Il est possible d'explorer la représentativité des répondants en reliant les données de l'enquête aux données de la population source c'est-à-dire à la liste des apiculteurs ayant déclaré leurs colonies fin 2018 et ayant accepté d'être contactés par courriel. La représentativité a été regardée vis-à-vis de deux critères, la taille de l'exploitation et le département, ensemble puis séparément. Ces critères ont été identifiés par le groupe de travail de la Plateforme ESA (à dire d'experts) comme pouvant avoir un impact sur la mortalité hivernale.

Un khi-deux d'ajustement (ou de conformité) a été utilisé comme détaillé dans l'article de Laurencelle (voir références bibliographiques). Il permet de comparer les données observées à des valeurs théoriques. Ici il a permis de vérifier la représentativité des répondants à l'enquête.

La répartition des répondants à l'enquête selon les deux critères conjugués (taille de l'exploitation et département) est significativement différente de la répartition retrouvée dans la population source selon les mêmes critères (Khi-deux de conformité corrigé global,  $\chi^2_{\text{corr-glo}0.05; 286 \text{ ddl}} = 991,67$ , p-value < 0,05). Cette répartition n'est pas conforme à celle observée dans la population source.

De manière similaire, la répartition des répondants à l'enquête par taille de l'exploitation ou par département est significativement différente de la répartition dans la population source (respectivement  $\chi^2_{\text{corr-glo}0.05; 2 \text{ ddl}} = 455,68$ , p-value < 0,05 et  $\chi^2_{\text{corr-glo}0.05; 95 \text{ ddl}} = 364,44$ , p-value < 0,05).

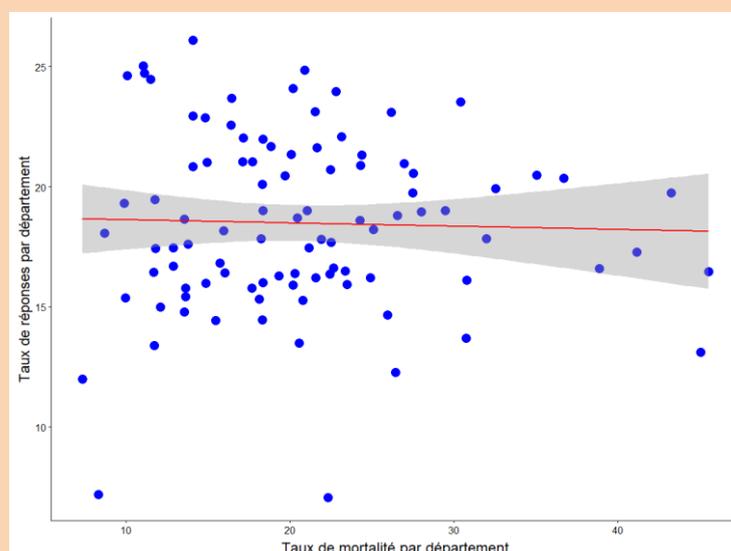
Les tableaux en Annexes 1 et 2 présentent la répartition des répondants dans l'enquête et la répartition des apiculteurs dans la population source par taille d'exploitations apicoles et par département. La répartition des répondants par taille d'exploitations apicoles dans l'enquête est significativement différente de la répartition des apiculteurs de la population source avec une proportion d'apiculteurs ayant mis en hivernage moins de dix colonies dans l'enquête supérieur à l'effectif de la population source (Annexe 1). La répartition des répondants par département dans l'enquête est significativement différente de celle retrouvée dans la population source (Annexe 2).

Il faut donc rester prudent quant à l'interprétation sur les estimations obtenues. Une réflexion doit être engagée sur la méthodologie à mettre en place pour permettre une meilleure représentativité de la population source. Il conviendrait toutefois d'établir en amont, via une étude d'épidémiologie analytique adaptée, les facteurs sur lesquels la représentativité doit être testée en identifiant ceux pouvant avoir un impact significatif sur la mortalité hivernale. Les critères utilisés dans la présente étude ont été déterminés à dire d'experts.

Nous n'avons pas de moyen de vérifier l'exactitude des résultats (« référence externe » comme par exemple la consolidation d'un échantillon de réponses en référence à d'autres études chez les mêmes apiculteurs), au-delà des informations récoltées dans le cadre de l'enquête. Néanmoins il est possible d'explorer des biais de réponses qui peuvent être suspectés tel qu'une surestimation de la mortalité.

Dans ce cas de figure, un des biais repose sur l'hypothèse que les apiculteurs ayant observé une mortalité importante auraient été plus enclins à répondre à l'enquête. Pour cela la corrélation entre la mortalité et le taux de réponse par département a été investiguée (Figure C).

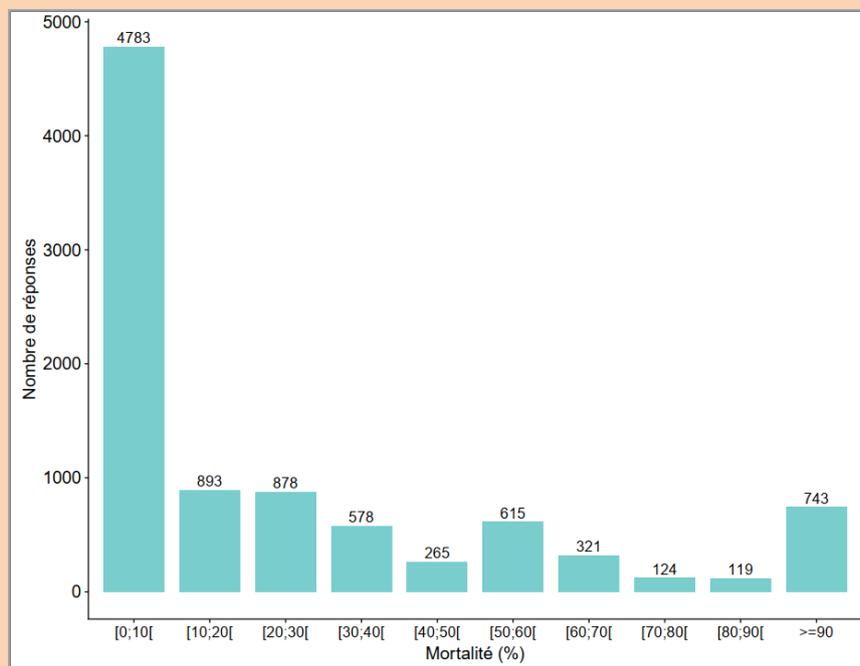
**Figure C.** Taux de réponse à l'enquête par département en fonction du taux estimé de mortalité par département



La figure C n'indique pas de corrélation entre le taux de réponse à l'enquête et le taux de mortalité par département ce qui est confirmé par le résultat du test de corrélation de Spearman ( $p$ -value = 0,9247 et coefficient de corrélation de Spearman = 0.009). La  $p$ -value n'étant pas significative, l'hypothèse d'une corrélation est donc invalidée.

La majorité des apiculteurs qui ont répondu à l'enquête avait un taux de mortalité inférieur à 10 % (Figure D). Il n'y avait pas plus d'apiculteurs ayant observé une forte mortalité qui avaient participé à l'enquête. Parmi les 743 apiculteurs qui avaient un taux de mortalité hivernale des colonies d'abeilles supérieur à 90 %, 700 avaient mis moins de dix colonies en hivernage et avaient observé 100 % de mortalité dans leur exploitation. Le faible nombre de colonies dans ces exploitations amène rapidement à des taux de mortalité de 50 % ou 100 %.

**Figure D.** Nombre de réponses à l'enquête 2019 en fonction du taux estimé de la mortalité, toutes tailles d'exploitations apicoles confondues.



Les analyses n'ont pas mis en évidence de biais de réponse qui serait dû à une plus grande propension des apiculteurs ayant observé un plus fort taux de mortalité à répondre à l'enquête. Une surestimation de la mortalité pourrait donc être écartée.

**Annexes**
**Annexe 1.** Distribution des répondants par taille d'exploitations apicoles dans l'enquête 2019 et dans la population source

Taille de l'exploitation	Nombre d'apiculteurs ayant répondu à l'enquête	Pourcentage d'apiculteurs ayant répondu à l'enquête	Nombre d'apiculteurs dans la population source*	Pourcentage d'apiculteurs dans la population source*
Moins de 10 colonies	7 186	77,1	34 776	68,3
De 10 à 49 colonies	1 758	18,9	12 173	23,9
Plus de 50 colonies	375	4	3 949	7,8
<b>Toutes tailles d'exploitations confondues</b>	<b>9 319</b>	<b>100</b>	<b>50 898</b>	<b>100</b>

\* les apiculteurs ayant déclarés leurs colonies en 2018 et ayant accepté d'être contactés par email

**Annexe 2.** Distribution des effectifs par département dans l'enquête 2019 et dans la population source

Département	Nombre d'apiculteurs ayant répondu à l'enquête	Pourcentage d'apiculteurs ayant répondu à l'enquête	Nombre d'apiculteurs dans la population source*	Pourcentage d'apiculteurs dans la population source*
1	182	2	879	1,7
2	47	0,5	308	0,6
3	63	0,7	399	0,8
4	91	1	484	1
5	71	0,8	427	0,8
6	96	1	582	1,1
7	115	1,2	684	1,3
8	55	0,6	315	0,6
9	43	0,5	267	0,5
10	46	0,5	260	0,5
11	50	0,5	314	0,6
12	94	1	527	1
13	167	1,8	800	1,6
14	89	1	461	0,9
15	65	0,7	312	0,6
16	65	0,7	295	0,6
17	64	0,7	437	0,9
18	60	0,6	286	0,6
19	90	1	392	0,8
2A	11	0,1	156	0,3
2B	15	0,2	209	0,4
21	120	1,3	555	1,1

Département	Nombre d'apiculteurs ayant répondu à l'enquête	Pourcentage d'apiculteurs ayant répondu à l'enquête	Nombre d'apiculteurs dans la population source*	Pourcentage d'apiculteurs dans la population source*
22	131	1,4	719	1,4
23	60	0,6	245	0,5
24	135	1,5	657	1,3
25	157	1,7	747	1,5
26	148	1,6	909	1,8
27	90	1	362	0,7
28	66	0,7	268	0,5
29	219	2,4	1125	2,2
30	99	1,1	618	1,2
31	173	1,9	850	1,7
32	36	0,4	263	0,5
33	123	1,3	623	1,2
34	109	1,2	547	1,1
35	113	1,2	690	1,4
36	42	0,5	273	0,5
37	78	0,8	540	1,1
38	369	4	2255	4,4
39	89	1	385	0,8
40	71	0,8	398	0,8
41	68	0,7	308	0,6
42	127	1,4	829	1,6
43	72	0,8	379	0,7
44	166	1,8	663	1,3
45	97	1	615	1,2
46	86	0,9	420	0,8
47	40	0,4	326	0,6
48	40	0,4	299	0,6
49	113	1,2	457	0,9
50	97	1	461	0,9
51	71	0,8	393	0,8
52	44	0,5	215	0,4
53	54	0,6	333	0,7
54	83	0,9	693	1,4
55	50	0,5	324	0,6
56	142	1,5	761	1,5
57	133	1,4	832	1,6
58	60	0,6	249	0,5
59	178	1,9	810	1,6
60	89	1	417	0,8
61	61	0,7	350	0,7

Département	Nombre d'apiculteurs ayant répondu à l'enquête	Pourcentage d'apiculteurs ayant répondu à l'enquête	Nombre d'apiculteurs dans la population source*	Pourcentage d'apiculteurs dans la population source*
62	97	1	581	1,1
63	149	1,6	908	1,8
64	80	0,9	486	1
65	48	0,5	243	0,5
66	32	0,3	244	0,5
67	155	1,7	1049	2,1
68	141	1,5	1045	2,1
69	194	2,1	859	1,7
70	95	1	401	0,8
71	157	1,7	667	1,3
72	81	0,9	433	0,9
73	258	2,8	1786	3,5
74	295	3,2	1384	2,7
75	53	0,6	279	0,6
76	116	1,2	577	1,1
77	106	1,1	583	1,2
78	100	1,1	475	0,9
79	68	0,7	454	0,9
80	49	0,5	298	0,6
81	103	1,1	635	1,3
82	47	0,5	272	0,5
83	103	1,1	648	1,3
84	80	0,9	482	1
85	96	1	505	1
86	76	0,8	401	0,8
87	83	0,9	466	0,9
88	155	1,7	880	1,7
89	67	0,7	360	0,7
90	26	0,3	149	0,3
91	115	1,2	480	0,9
92	59	0,6	258	0,5
93	31	0,3	143	0,3
94	55	0,6	238	0,5
95	71	0,8	272	0,5
<b>Tous départements confondus</b>	<b>9 319</b>	<b>100</b>	<b>50 898</b>	<b>100</b>

\* les apiculteurs ayant déclarés leurs colonies en 2018 et ayant accepté d'être contactés par email