agreste

LA STATISTIQUE, L'ÉVALUATION ET LA PROSPECTIVE AGRICOLE

LES DOSSIERS

JANVIER 2021 No 1

Hausse des traitements fongicides en viticulture entre 2010 et 2016 : une évaluation de l'impact des différentes pratiques culturales

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

STATISTIQUE PUBLIQUE

Hausse des traitements fongicides en viticulture entre 2010 et 2016 : une évaluation de l'impact des différentes pratiques culturales

Maxime Simonovici
SSP - Bureau des statistiques végétales et animales

SOMMAIRE

p. 4 RÉSUMÉ

p. 5 INTRODUCTION

p. 7 **En viticulture, 21 % de hausse de l'IFT entre 2010 et 2016**

Une forte pression du mildiou en 2016

À évolution de pression identique, l'IFT oïdium augmente davantage que l'IFT mildiou

La hausse des IFT liée à celle du nombre de traitements

La lutte contre l'oïdium souvent liée à la lutte contre le mildiou

L'impact de la date du 1er traitement sur l'IFT

Une légère baisse des dosages en moyenne

Les mesures prophylactiques, très variables, semblent peu corrélées à l'IFT

En agriculture biologique, davantage de traitements mais un IFT moins élevé

p. 17 ANNEXE 1
Méthodologie / Définitions

p. 18 ANNEXE 2
Les déterminants de l'IFT fongicide issus d'une analyse économétrique des données de panel en 2010, 2013 et 2016

p. 29 ANNEXE 3
Les déterminants des IFT fongicides les plus faibles en 2016

p. 34 ANNEXE 4
Évaluation du mode de conduite biologique des parcelles

p. 36 ANNEXE 5
Un phénomène de résistance à certaines matières actives ciblées contre l'oïdium

p. 37 **Pour en savoir plus**

RÉSUMÉ

En viticulture, l'indicateur de fréquence de traitement (IFT), qui mesure la quantité de doses de produits phytopharmaceutiques appliqués à une culture pendant une campagne, augmente de 21 % entre 2010 et 2016 au niveau national. Le dosage moyen des traitements contre le mildiou et l'oïdium, principales maladies de la vigne, baisse cependant. La hausse de l'IFT s'explique ainsi par l'augmentation du nombre de traitements.

La forte pression parasitaire du mildiou en 2016 explique pour partie la croissance de l'IFT sur cette cible (+ 15 %). L'IFT s'accroît plus fortement encore sur l'oïdium (+ 21 %) alors que la pression sanitaire de cette maladie évolue peu. C'est la simultanéité des traitements contre ces deux cibles qui expliquerait une partie de cette hausse.

À pression donnée, la précocité du premier traitement s'accompagne d'un IFT fongicide plus élevé sur la campagne. Les travaux prophylactiques, qui visent à maîtriser la pression sanitaire, ne sont pas homogènes selon les bassins. En moyenne, il ne semble pas y avoir d'effet de ces mesures préventives sur le niveau de l'IFT fongicide.

Les pratiques biologiques conduiraient à un IFT en moyenne plus faible.

ABSTRACT

In viticulture, the treatment frequency indicator (TFI), which measures the quantity of doses of plant protection products applied to a crop during a wine-growing, increased by 21% between 2010 and 2016 at the national level. However the average dosage of treatments against downy mildew and powdery mildew, which are the main vine diseases, is decreasing. The increase in TFI is therefore explained by the increase in the number of treatments.

In 2016, the strong pest pressure of downy mildew partly explains the growth of TFI on this target (+ 15%). The TFI increases even more strongly on powdery mildew (+ 21%) while the pest pressure of this disease changes slightly. The simultaneity of treatments against these two targets may partly explain this increase.

At a given pest pressure, the earliness of the first treatment is accompanied by a higher fungicide TFI during the wine-growing. Prophylactic work, which aims to control pest pressure, is not homogeneous according to the wine-growing areas. On average, there does not seem to be any effect of these preventative measures on the level of fungicidal fungicide TFI.

Organic practices would lead to an average lower TFI.

INTRODUCTION

Entre 2010 et 2016, l'emploi des fongicides augmente en viticulture au niveau national. L'indicateur de fréquence de traitement (IFT) mesure le nombre de doses homologuées de produits phytopharmaceutiques appliquées à une culture pendant une campagne. Le niveau moyen des dosages des traitements contre les deux principales maladies de la vigne, le mildiou et l'oïdium, ayant baissé, la hausse de l'IFT fongicide s'explique essentiellement par l'augmentation du nombre de traitements.

Plusieurs pistes d'explication de la hausse de l'IFT fongicide sont explorées dans cette étude. Le niveau des pressions parasitaires semble déterminant, avec notamment une pression forte du mildiou dans les bassins septentrionaux en 2016 par rapport à 2010. L'effet des pratiques est également analysé. La précocité du 1er traitement est souvent associée à un IFT plus élevé. Les pratiques biologiques semblent conduire à des IFT plus faibles. À l'inverse, les travaux prophylactiques, qui visent à maîtriser la pression sanitaire, ne semblent pas avoir d'effet sur l'IFT.

Différents modèles économétriques, présentés en annexes, ont guidé les analyses et résultats. Ils confirment les analyses simples. Les facteurs explicatifs qui ressortent le plus significativement sont ceux liés aux traitements : précocité du premier traitement, espacement moyen entre les traitements et dosage moyen expliquent majoritairement l'IFT fongicide. La constitution de deux groupes de parcelles similaires sur toutes les caractéristiques, sauf les pratiques biologiques, permet d'appréhender les écarts de différents indicateurs (IFT, nombre de traitements, dosage) entre ces parcelles menées selon des pratiques très différentes. Les pratiques biologiques conduiraient à un IFT en moyenne plus faible.

EN VITICULTURE, 21 % DE HAUSSE DE L'IFT ENTRE 2010 ET 2016

L'IFT total moyen mesure la quantité de produits phytopharmaceutiques appliquée à une culture pendant une campagne, exprimée en nombre de doses de référence. Entre 2010 et 2016, il augmente de 21 % pour la filière viticole au niveau national, cette hausse ayant eu lieu principalement entre 2010 et 2013 (cf. *Agreste Les Dossiers n° 2019-2*).

L'IFT fongicide, qui représente plus de 80 % de l'IFT total moyen, mesure plus particulièrement l'intensité de la lutte contre les bactéries et les maladies cryptogamiques (liées aux champignons microscopiques). Il est très variable selon les régions. En 2016, il est trois fois plus élevé en Champagne qu'en Pyrénées-Orientales. L'augmentation moyenne entre 2010 et 2016 (+ 18 %) présente également de fortes disparités entre les bassins viticoles (*tableau 1)*. S'il recule de 9 % dans le bassin des Bouches-du-Rhône, il progresse dans la majorité des bassins. La hausse atteint 46 % en Alsace.

La lutte contre les deux principales maladies de la vigne, le mildiou et l'oïdium, pèse pour 96 % de l'IFT fongicide national. Les IFT contre ces deux maladies diffèrent d'un bassin à l'autre, avec des disparités plus importantes concernant le mildiou que l'oïdium. Les IFT mildiou et oïdium sont en hausse respective de 15 % et 21 % sur la période. Les évolutions sont également très contrastées au niveau des bassins. L'IFT mildiou baisse de 25 % dans les Bouches-du-Rhône alors qu'il augmente de 48 % dans le Val de Loire. L'IFT oïdium est stable dans les Bouches-du-Rhône et les Pyrénées-Orientales tandis qu'il augmente de 46 % en Alsace.

Une forte pression du mildiou en 2016

Les évolutions de la pression sanitaire entre 2010 et 2016 sont des facteurs pouvant expliquer l'évolution des IFT. En l'absence d'informations localisées au niveau de la parcelle, les pressions parasitaires sont estimées dans

Tableau 1

Évolutions des IFT fongicide, mildiou et oïdium moyens entre 2010 et 2016 par bassin viticole

	IFT fongicide moyen		IFT mildiou moyen		IFT oïdium moyen	
	2016	Évolution 2010-2016 (%)	2016	Évolution 2010-2016 (%)	2016	Évolution 2010-2016 (%)
Alsace	13,6	46	7,0	43	6,1	46
Beaujolais	16,4	15	7,7	7	7,7	25
Bordelais	14,3	16	7,7	15	5,8	22
Bouches-du-Rhône	7,6	- 9	3,0	- 25	4,4	ns
Bourgogne	18,0	28	8,7	32	8,3	26
Champagne	21,5	36	10,9	43	9,2	34
Charentes	14,7	17	8,3	9	6,0	23
Dordogne	12,2	17	6,6	ns	5,3	37
Gers	15,5	ns	8,2	ns	6,5	16
Languedoc hors PO	10,6	11	4,5	ns	5,9	12
Provence (Var - Vaucluse)	8,9	10	3,9	ns	4,9	18
Pyrénées-Orientales (PO)	6,9	ns	2,0	ns	4,7	ns
Val de Loire	13,1	41	7,5	48	4,9	31
Ensemble	**12,9**	**18**	**6,3**	**15**	**6,0**	**21**

ns : évolution non significative.
Champ : parcelles répondantes aux trois enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture.

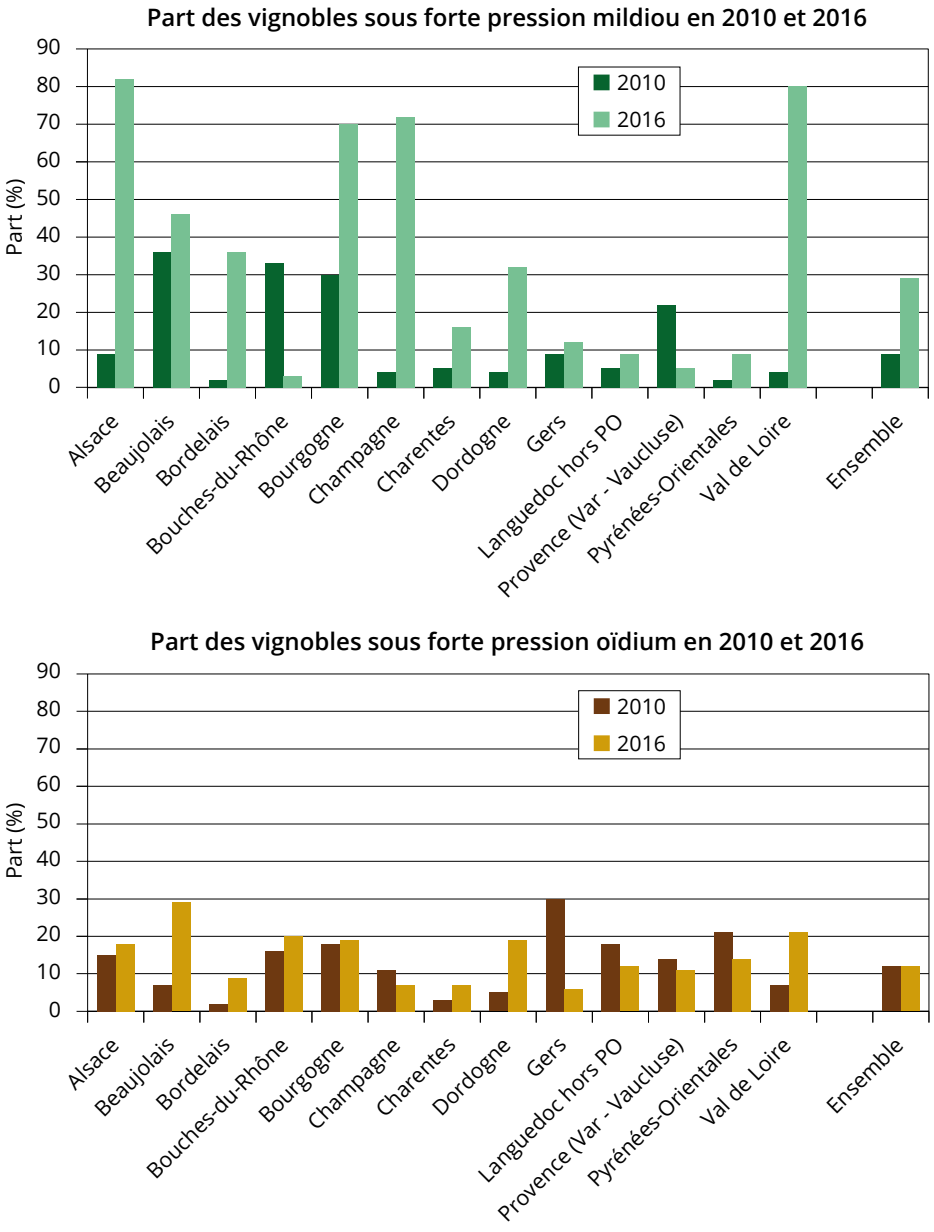
Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

l'enquête en interrogeant les viticulteurs pour chaque campagne[1]. Sous l'hypothèse d'une stabilité des biais déclaratifs dans le temps, on estime une évolution de la pression.

La pression du mildiou est particulièrement forte dans les bassins septentrionaux en 2016 par rapport à 2010 (cf. Vigne - Bilan de la surveillance en 2016). Les pressions parasitaires ressenties sur les parcelles enquêtées confirment cet état des lieux sanitaire (*graphique 1*). Ainsi, 29 % du vignoble France est sous forte pression parasitaire du mildiou en 2016 contre 9 % en 2010. L'impact est particulièrement fort dans quatre bassins avec plus de 70 % de leur surface à ce haut niveau de pression : Bourgogne, Champagne, Val de Loire et Alsace. Ces bassins ont fait face à des conditions climatiques particulièrement défavorables lors de cette campagne : fortes précipitations au printemps associées à un épisode de gel fin avril particulièrement néfaste pour les récoltes.

Graphique 1

Part des vignobles sous forte pression parasitaire ressentie



Champ : parcelles répondantes aux trois enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture.

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

1. La pression parasitaire ressentie pour différentes maladies est évaluée dans l'enquête par les viticulteurs : « Pour la campagne, situez la pression parasitaire de ces maladies et de ces ravageurs pour la parcelle selon l'échelle suivante forte (1) – moyenne (2) – faible (3) ».

En comparaison, la pression de l'oïdium se situe à un niveau plus habituel en 2016, avec seulement 12 % des vignobles sous forte pression parasitaire ressentie. Mais l'apparente stabilité entre 2010 et 2016 au niveau national recouvre des évolutions contrastées selon les bassins. Des hausses importantes dans certains vignobles (Beaujolais, de 7 % à 29 %, Dordogne, de 5 à 19 %, et Val de Loire, de 7 % à 21 %) sont compensées par des baisses dans les vignobles du sud.

À évolution de pression identique, l'IFT oïdium augmente davantage que l'IFT mildiou

Les évolutions respectives des IFT mildiou et oïdium entre 2010 et 2016 peuvent être mesurées selon l'évolution de la pression parasitaire ressentie (*tableau 2*).

Ainsi, l'IFT mildiou augmente en moyenne de 26 % entre 2010 et 2016 quand la pression ressentie du mildiou est en hausse, de 12 % lorsque la pression ressentie est stable, et ne varie pas lorsqu'elle est en baisse.

En comparaison de l'IFT mildiou, l'IFT oïdium moyen augmente plus fortement dans chaque situation d'évolution des pressions : + 29 % sur les parcelles où la pression est ressentie en hausse, + 20 % quand cette pression est stable et + 13 % quand elle baisse. La campagne 2016 se caractérise donc par une augmentation générale des traitements contre l'oïdium dans un contexte de stabilité de la pression moyenne. Dans le bassin champenois, où l'IFT fongicide est le plus élevé de France, l'IFT oïdium moyen augmente entre 2010 et 2016, y compris quand la pression de cette maladie est ressentie en baisse (+ 35 % dans ce cas). Au final, en 2016, l'IFT oïdium s'y établit en moyenne à plus de 9, soit 50 % de plus que la moyenne nationale, alors que la pression de l'oïdium est considérée faible sur 68 % de la surface du vignoble. Dans d'autres bassins (Gers, Alsace et Provence), la lutte préventive contre l'oïdium s'est également intensifiée, même quand la pression a baissé.

La hausse des IFT liée à celle du nombre de traitements

L'augmentation des IFT mildiou et oïdium est très liée à celle du nombre de traitements phytosanitaires contre ces maladies (*graphique 2*). Au niveau du vignoble français, le nombre de traitements phytosanitaires contre le mildiou et l'oïdium augmente sur la période de 29 % et 28 %, un peu plus fortement que les IFT car les dosages diminuent légèrement en parallèle.

Tableau 2

Évolution des IFT mildiou et oïdium en fonction de l'évolution des pressions parasitaires ressenties dans chaque bassin

	Évolution de l'IFT mildiou 2010-2016 (%)			Évolution de l'IFT oïdium 2010-2016 (%)		
	Pression en baisse	Pression stable	Pression en hausse	Pression en baisse	Pression stable	Pression en hausse
Alsace	ns	31	43	49	45	44
Beaujolais	ns	ns	10	ns	25	30
Bordelais	ns	15	17	ns	17	30
Bouches-du-Rhône	- 31	- 20	ns	ns	ns	ns
Bourgogne	17	27	39	19	26	37
Champagne	ns	49	42	35	31	41
Charentes	ns	ns	14	23	22	25
Dordogne	ns	ns	14	ns	36	50
Gers	ns	ns	ns	ns	19	ns
Languedoc hors PO	ns	ns	ns	ns	14	15
Provence (Var - Vaucluse)	- 18	ns	ns	16	ns	34
Pyrénées-Orientales (PO)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Val de Loire	ns	ns	55	17	33	36
Ensemble	**ns**	**12**	**26**	**13**	**20**	**29**

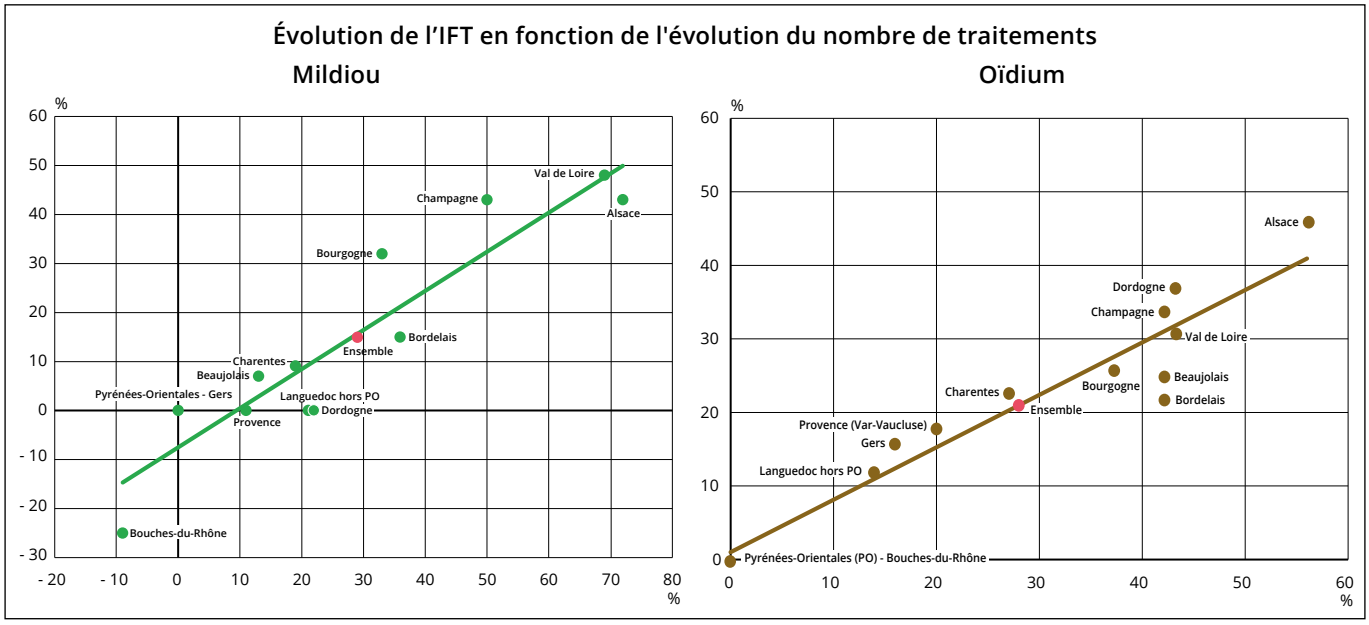
ns : évolution non significative

Lecture : en Bordelais, l'IFT mildiou moyen augmente de 15 % quand la pression parasitaire ressentie pour le mildiou est stable, de 17 % quand cette pression augmente. L'évolution de l'IFT mildiou moyen quand la pression parasitaire ressentie pour le mildiou baisse n'est pas significative statistiquement.

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

Graphique 2

Liens entre traitements, IFT et leurs évolutions entre 2010 et 2016 par maladie



Champ : parcelles répondantes aux trois enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture.

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

Le nombre de traitements évolue donc de façon similaire aux IFT en fonction de l'évolution des pressions parasitaires ressenties. Quand la pression parasitaire du mildiou augmente, 42 % de traitements supplémentaires sont appliqués, contre + 22 % quand elle est stable et + 8 % quand elle diminue. Concernant l'oïdium, ces hausses sont respectivement de + 36 %, + 26 % et + 18 % selon l'évolution de la pression ressentie.

La lutte contre l'oïdium souvent concomitante à celle contre le mildiou

La combinaison des traitements lors des passages de pulvérisateurs explique en partie l'augmentation du nombre de traitements contre l'oïdium alors que le niveau de pression ressentie est faible ou stable. En effet, au niveau national, en 2016, près des trois quarts des passages combinent un traitement contre le mildiou et un autre contre l'oïdium (*tableau 3*). La combinaison des traitements lors d'un même passage est en hausse par rapport à 2010 (+ 7 %). Elle est la plus élevée en Alsace, où 92 % des passages sont concernés en 2016. Le bassin des Bouches-du-Rhône fait office d'exception avec une légère baisse de la simultanéité des traitements lors d'un même passage.

L'augmentation de la pression du mildiou semble donc avoir indirectement favorisé le développement de traitements préventifs contre l'oïdium. Ainsi, l'IFT oïdium croît de

Tableau 3

Part des passages comprenant des traitements simultanés contre le mildiou et l'oïdium

Bassin	2010	2016
	%	
Alsace	77	92
Beaujolais	80	87
Bordelais	67	77
Bouches-du-Rhône	66	63
Bourgogne	77	84
Champagne	70	76
Charentes	70	74
Dordogne	76	85
Gers	71	76
Languedoc hors PO	64	72
Provence (Var - Vaucluse)	65	66
Pyrénées-Orientales (PO)	37	44
Val de Loire	63	69
Ensemble	**67**	**74**

Champ : parcelles répondantes aux trois enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture.

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

+ 27 % quand la pression du mildiou augmente en 2016 par rapport à 2010, de + 18 % quand elle est stable et de + 14 % quand elle diminue (*tableau 4*). Les pressions des deux principales maladies sont corrélées positivement mais à un niveau moyen au niveau national (*tableau 5*). En 2016, ces pressions sont faiblement corrélées dans certains bassins septentrionaux (coefficient de corrélation inférieur à 0,2). Des traitements contre les deux maladies y ont été effectués en réaction à la pression de l'une ou de l'autre de ces deux maladies.

Tableau 4

Évolution des IFT Oïdium en fonction de l'évolution de la pression du mildiou

	Évolution de l'IFT oïdium 2010-2016 (%)		
	Pression mildiou en baisse	Pression mildiou stable	Pression mildiou en hausse
Alsace	ns	51	45
Beaujolais	17	23	37
Bordelais	nd	17	26
Bouches-du-Rhône	ns	ns	nd
Bourgogne	24	26	28
Champagne	nd	41	34
Charentes	25	20	23
Dordogne	ns	33	42
Gers	ns	17	ns
Languedoc hors PO	ns	11	ns
Provence (Var - Vaucluse)	ns	24	35
Pyrénées-Orientales (PO)	ns	ns	ns
Val de Loire	ns	25	36
Ensemble	**14**	**18**	**27**

ns : non significatif.
Champ : parcelles répondantes aux trois enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture.

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

Tableau 5

Corrélations entre les pressions mildiou, oïdium et leurs évolutions entre 2010 et 2016

	Entre les pressions mildiou et oïdium en 2010	Entre les pressions mildiou et oïdium en 2016	Entre l'évolution de la pression du mildiou et l'évolution de la pression de l'oïdium
Alsace	0,41 ***	0,13 *	0,25 ***
Beaujolais	0,21 ***	0,2 ***	0,33 ***
Bordelais	0,47 ***	0,33 ***	0,31 ***
Bouches-du-Rhône	0,45 ***	0,3 ***	0,34 ***
Bourgogne	0,39 ***	0,16 ***	0,27 ***
Champagne	0,16 ***	0,16 ***	0,14 ***
Charentes	0,46 ***	0,48 ***	0,44 ***
Dordogne	0,59 ***	0,48 ***	0,52 ***
Gers	0,24 ***	0,51 ***	0,38 ***
Languedoc hors PO	0,32 ***	0,32 ***	0,35 ***
Provence (Var - Vaucluse)	0,39 ***	0,34 ***	0,41 ***
Pyrénées-Orientales (PO)	ns	0,23 **	0,24 ***
Val de Loire	0,38 ***	0,1 **	0,4 ***
Ensemble	**0,35 *** **	**0,29 *** **	**0,35 *** **

* significative à 10 %, ** significative à 5 %, * significative à 1 %, ns : non significative.
Champ : parcelles répondantes aux trois enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture.

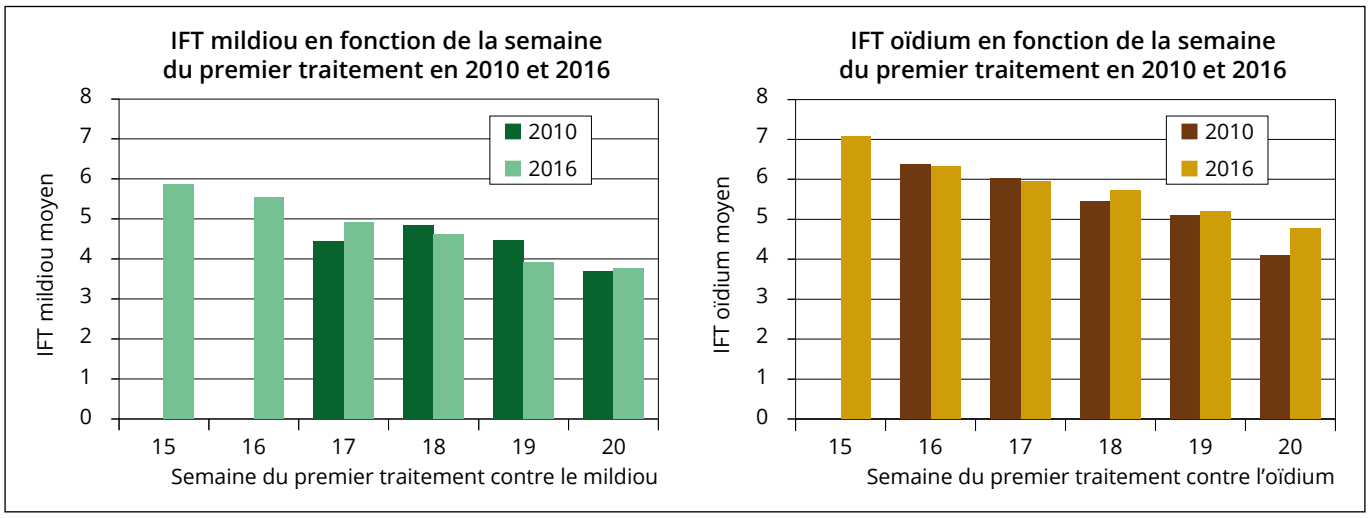
Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

L'impact de la date du 1er traitement sur l'IFT

Le niveau de l'IFT dépend fortement de la date du premier traitement, liée aux conditions météorologiques du printemps. Toutes choses égales par ailleurs, réaliser plus tôt le premier traitement contre une maladie coïncide avec une hausse de l'IFT de la maladie fongique concernée, et donc de l'IFT fongicide (même constat selon une étude plus ancienne autour de l'IFT total : « *Quantifying the impact of crop protection practices on pesticide use in wine-growing systems* », Mailly, Hossard, Barbier, Thiollet-Scholtus, Gary (2017)). Une analyse économétrique sur les données de panel dans certains bassins fournit un ordre de grandeur de la baisse de l'IFT fongicide quand on décale le premier traitement d'une semaine, à pression donnée (cf. *annexe 2*). Dans plusieurs bassins, les premiers traitements contre chacune des maladies ont été effectués plus précocement en 2016 qu'en 2010. Le bassin Languedoc hors Pyrénées-Orientales illustre particulièrement bien ce phénomène de corrélation entre les dates du 1er traitement et les niveaux de l'IFT (*graphique 3*). L'IFT mildiou moyen de la campagne 2016 vaut 5,9 pour les parcelles dont le premier traitement anti-mildiou a été effectué début avril (semaine 15), contre 3,9 pour celles ayant démarré fin avril (semaine 19). Dans ce bassin, la plus grande précocité des traitements en 2016 qu'en 2010 conduit à une augmentation de l'IFT.

Graphique 3

Comparaison des IFT mildiou et oïdium en fonction de la semaine du premier traitement contre chaque maladie dans le bassin Languedoc hors Pyrénées-Orientales en 2010 et en 2016



Champ : parcelles répondantes aux trois enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture dans le bassin Languedoc hors Pyrénées-Orientales.

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

L'IFT est également lié à la fréquence des traitements après la date des premiers traitements (cf. *annexe 2*). Les vignes sont traitées contre le mildiou tous les 14 jours en moyenne en 2016, contre tous les 16 jours en 2010. Cet écart diffère selon les bassins viticoles et les types de pratiques mises en œuvre sur les parcelles (conventionnelles ou non). Les traitements contre l'oïdium sont également plus rapprochés en 2016 qu'en 2010 (1,6 jour de moins en moyenne).

Une légère baisse des dosages en moyenne

En six ans, l'intensité moyenne du dosage des traitements fongicides baisse de 7 %. En 2016, la dose moyenne appliquée correspond à 80 % de la dose homologuée. La baisse des dosages, moins forte pour la lutte contre l'oïdium que pour celle contre le mildiou (- 5 % contre - 9 %), est variable selon les bassins viticoles. Ainsi, le niveau de dosage des traitements contre le mildiou reste au même niveau en Bourgogne, tandis qu'il baisse de 14 % en Alsace (*graphique 4*). En 2016, la dose moyenne appliquée pour les traitements contre le mildiou s'établit à 78 % de la dose homologuée au niveau national, mais à 70 % dans plusieurs bassins méridionaux (Bouches-du-Rhône, Dordogne et Pyrénées-Orientales). Concernant l'oïdium, elle est de 82 % au niveau national, mais passe sous 75 % en 2016 dans plusieurs bassins du Sud-Ouest (Bordelais, Dordogne, Gers). Le raisonnement du sous-dosage

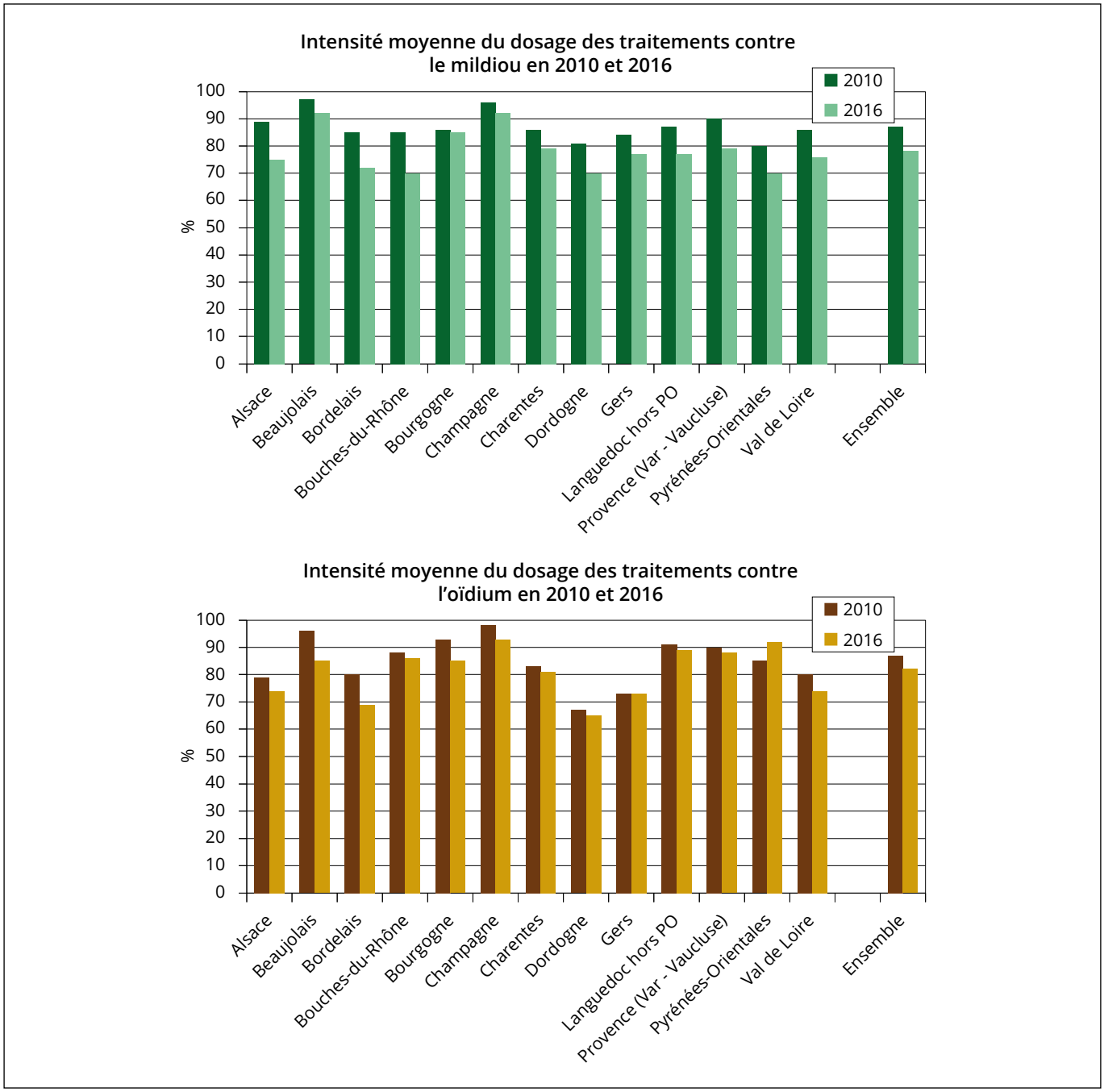
(cf. *Agreste - Primeur nº 343*) gagne du terrain. En Champagne, le niveau de dosage moyen reste élevé (respectivement 92 % et 93 % pour le mildiou et l'oïdium), malgré une baisse entre 2010 et 2016. Il s'agit des niveaux les plus élevés parmi les 13 bassins.

Les mesures prophylactiques, très variables, semblent peu corrélées à l'IFT

Le plan Ecophyto I avait pour objectif de promouvoir des pratiques visant à réduire l'utilisation des produits phytopharmaceutiques tout en maintenant une vendange satisfaisante au niveau quantitatif et qualitatif. Sa mise en œuvre a notamment abouti à la diffusion de guides méthodologiques, comme celui de co-conception de systèmes économes en produits phytosanitaires pour la filière viticole (cf. *CEPviti*). Les opérations prophylactiques constituent des solutions

Graphique 4

Intensité moyenne des dosages contre le mildiou et contre l'oïdium par bassin



Champ : parcelles répondantes aux trois enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture.

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

agronomiques alternatives ou complémentaires à l'utilisation des fongicides. La plupart consistent à aérer les grappes et les feuilles afin de limiter la contamination et le développement des maladies, et la prolifération des ravageurs. Les pratiques diffèrent cependant d'un bassin viticole à un autre, selon les caractéristiques de la vigne (type de taille, vigueur des cépages), de l'environnement (type de sol, exposition) et du climat (humidité).

L'ébourgeonnage consiste à supprimer une partie des bourgeons. En 2016, l'ébourgeonnage manuel est moins pratiqué qu'en 2010. Au moins une opération de ce type est effectuée sur 38 % des surfaces viticoles, contre 45 % en 2010. Cette pratique diminue fortement dans le Gers, le Beaujolais et en Bourgogne. L'ébourgeonnage s'effectue dans les mêmes proportions en 2016 qu'en 2010 dans les dix autres bassins. En Charentes, il n'est pas du tout effectué (cf. *Agreste Chiffres et Données nº 2020-4*). À l'opposé, les vignes de Provence (Var - Vaucluse) sont les plus ébourgeonnées manuellement (78 % de la surface en 2016). Les parcelles viticoles avec au moins un ébourgeonnage présentent un IFT fongicide inférieur à celles où cette opération n'a pas été pratiquée dans seulement 3 bassins sur 21. L'écart atteint 2,1 points en Val de Loire.

L'épamprage a pour objectif de supprimer les repousses (rameaux non fructifères présents sur la souche ou le porte-greffe). C'est une opération très répandue pour réduire l'apparition du mildiou. Elle peut être faite manuellement, mécaniquement ou chimiquement. En prenant en compte ces trois méthodes, l'épamprage est réalisé au moins une fois sur 85 % du vignoble français en 2016. La surface entière de certains vignobles (Alsace, Bordelais) est concernée. Sa généralisation ne permet pas de mesurer dans chaque bassin des différences de niveau des IFT mildiou et fongicide entre les parcelles avec épamprage et les autres.

L'effeuillage est la suppression des feuilles dans la zone des grappes. Il s'effectue sur un cinquième des vignes françaises en 2016, à un niveau très proche de celui de 2010. Sa pratique varie énormément selon les vignobles : prépondérante en Alsace et dans le Bordelais sur près de deux tiers de ces vignobles ; inexistante dans d'autres (Languedoc, Charentes, Beaujolais). Dans certains cas, le niveau moyen des dosages est légèrement inférieur grâce à une meilleure pénétration des produits. Par exemple, le dosage des traitements contre le mildiou en Val de Loire en 2016 est inférieur de 8,5 % en moyenne quand un effeuillage est effectué.

L'éclaircissage, appelé également vendange en vert, est une pratique qui se raréfie en viticulture. En 2016, 4 % des surfaces sont concernées par au moins un passage manuel, contre 6 % en 2010. Sa pratique crée un microclimat défavorable au botrytis. En 2016, le nombre de traitements contre le botrytis est généralement faible, sans possibilité d'évaluer un écart selon la pratique ou non d'un éclaircissage.

L'analyse économétrique (cf. *annexes 2 et 3*) conclut le plus souvent à des corrélations non significatives entre travaux prophylactiques et IFT. D'une manière générale, la prophylaxie ne constituerait pas actuellement un substitut à l'utilisation des fongicides mais un complément.

En agriculture biologique, davantage de traitements mais un IFT moins élevé

L'Agriculture biologique certifiée (AB) se développe en viticulture. Elle représente 9 % du vignoble national en 2016 contre 6,5 % en 2010. La conversion augmente. Les données des enquêtes pratiques culturales

Tableau 6

Écarts d'IFT, de nombre de traitements et de dosages, selon le mode de conduite (résultats de l'appariement, cf. *annexe 4*)

	Différence entre les parcelles menées selon des pratiques biologiques et celles menées selon des pratiques conventionnelles	
	2010	2016
IFT total	- 2,9	- 2,4
IFT fongicide moyen	- 1,9	- 1,4
Mildiou		
IFT moyen	- 1,4	- 0,8
Nombre de traitements moyen	1,5	3,5
Intensité moyenne des dosages (%)	- 34	- 31
Oïdium		
IFT moyen	- 0,2	- 0,9
Nombre de traitements moyen	1,3	1,4
Intensité moyenne des dosages (%)	- 20	- 24

Lecture : en 2010, dans les parcelles menées selon des pratiques biologiques, l'IFT mildiou est inférieur de 1,4 point à celui des parcelles menées selon des pratiques conventionnelles.
Champ : parcelles répondantes aux trois enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture.

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

en viticulture ne permettent pas de mener une analyse par bassin. Un modèle économétrique d'appariement permet d'évaluer cet écart toutes choses égales par ailleurs (cf. *annexe 4*). En 2016, l'IFT fongicide des parcelles menées selon des pratiques biologiques est inférieur de 1,4 point à celui des parcelles menées selon des pratiques conventionnelles (*tableau 6*). En 2010 comme en 2016, quelle que soit la maladie visée par le traitement, le nombre de traitements est plus grand pour les parcelles conduites en AB ; c'est le dosage plus faible qui explique l'IFT inférieur. En pourcentage des doses homologuées, le dosage se situe en moyenne à 31 points de moins pour les traitements contre le mildiou. En 2016, l'écart de l'IFT mildiou en agriculture biologique diminue par rapport à 2010, dans un contexte de forte pression de cette maladie.

Annexe 1
MÉTHODOLOGIE - DÉFINITIONS

Méthodologie

L'enquête sur les pratiques phytosanitaires en viticulture 2016 s'inscrit dans le cycle des enquêtes « pratiques culturales ». Cette enquête fait suite aux enquêtes sur les pratiques culturales en viticulture en 2013 et sur les pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010.

L'objectif de l'enquête est de décrire les pratiques phytosanitaires des agriculteurs et les raisonnements conduisant à déclencher les traitements sur les parcelles. Les données collectées permettent notamment de renseigner les indicateurs relatifs à l'usage des produits phytopharmaceutiques. Cette enquête permet d'assurer un suivi du plan d'action Ecophyto 2 qui vise à réduire progressivement l'utilisation de produits phytopharmaceutiques. Elle permet également de répondre à une partie du règlement (CE) nº 1185/2009 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2009 relatif aux statistiques sur les pesticides. Elle a bénéficié du soutien de l'Office français de la biodiversité (OFB - établissement public sous tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation).

Comparaisons temporelles : Les tableaux sur les évolutions entre 2010 et 2016 sont élaborés à partir de données recueillies uniquement sur les parcelles interrogées et répondantes lors des trois enquêtes de 2010, 2013 et 2016 (parcelles du panel). Cela correspond à 4 053 parcelles appartenant à 13 bassins viticoles. Les évolutions mesurées entre les enquêtes au niveau national et par bassin viticole tiennent compte de la marge d'imprécision inhérente aux enquêtes statistiques.

Définitions

Indicateur de fréquence de traitement (IFT) : L'IFT est un indicateur qui mesure le nombre de doses de référence de produits phytopharmaceutiques appliquées à une culture pendant une campagne. Pour un produit phytopharmaceutique donné, une dose de référence correspond à une dose recommandée pour une culture et une cible de traitement. Ces doses de référence sont les mêmes en 2010 et 2016. Le calcul de l'IFT prend en compte à la fois le nombre de traitements et, pour chaque traitement, le ratio entre la dose appliquée et la dose de référence du produit utilisé multiplié par la part de surface traitée.

L'IFT peut être décliné en segments définis selon quatre grandes catégories d'usage. Cette publication présente une analyse de l'IFT fongicide qui concerne les produits permettant de lutter contre les bactéries et les maladies cryptogamiques (dues aux champignons microscopiques).

Les IFT mildiou et oïdium sont calculés en sommant les IFT des traitements réalisés à partir de produits phytopharmaceutiques homologués et utilisés respectivement contre le mildiou et l'oïdium.

Traitements : Le traitement phytosanitaire est l'application d'un produit phytopharmaceutique lors d'un passage. Un même produit appliqué en deux fois sur la même surface compte ainsi pour deux traitements. Un mélange de deux produits appliqués lors d'un même passage compte également pour deux traitements. L'indicateur du nombre de traitements est donc fonction du nombre de produits appliqués et du nombre de passages pour chacun des produits.

Intensité moyenne du dosage : L'intensité du dosage correspond, par traitement, au rapport entre la dose appliquée et la dose de référence. Il est exprimé en pourcentage.

Prophylaxie : La prophylaxie désigne le processus actif ou passif ayant pour but de prévenir l'apparition, la propagation ou l'aggravation d'une maladie, par opposition à la thérapie curative, qui vise à la guérir.

Annexe 2
LES DÉTERMINANTS DE L'IFT FONGICIDE ISSUS D'UNE ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE SUR DONNÉES DE PANEL EN 2010, 2013 ET 2016

1 - Présentation du champ des analyses

L'existence d'un panel de parcelles enquêtées successivement en 2010, 2013 et 2016 permet de mettre en œuvre des modèles spécifiques (économétrie des données de panel) pour déterminer les effets propres de données contextuelles et de pratiques sur l'IFT fongicide.

Le champ d'observation est restreint aux parcelles conventionnelles (c'est-à-dire hors agriculture biologique) pour accroître la comparabilité entre les bassins. Il est également restreint aux parcelles ayant effectué au moins deux traitements phytosanitaires, contre le mildiou d'une part et contre l'oïdium d'autre part, afin d'intégrer des données techniques comme l'espacement des traitements. Il est enfin restreint aux parcelles ayant des données pour chacun des millésimes.

Le bassin des Pyrénées-Orientales est écarté compte tenu d'un nombre d'observations insuffisant (41) après l'application de ces critères de sélection d'observations. Le nombre d'observations prises en compte dans les modèles d'économétrie des panels est *in fine* de 3 405 parcelles sur les 4 053 initiales.

Les statistiques descriptives (*tableaux 7 et 8*) permettent de s'assurer que la sélection des observations n'introduit pas de biais trop important sur les différents IFT observés (fongicide, mildiou et oïdium) dans la plupart des bassins. Le bassin des Bouches-du-Rhône est celui où les différences sont les plus importantes car il s'agit du bassin viticole où l'Agriculture biologique est la plus développée. Dans les autres bassins, les écarts des IFT sont inférieurs ou égaux à 0,5. Ainsi, les IFT des analyses suivantes sont très légèrement supérieurs aux IFT mesurés sur l'ensemble des observations, car les observations non sélectionnées sont celles où il y a eu moins de 2 traitements contre chacune des deux maladies principales.

Tableau 7
IFT 2010 et 2016 des parcelles du panel, par bassin, sans sélection d'observations

Bassin	Panel sans sélection d'observations						
	Nombre d'observations	IFT fongicide moyen 2010	IFT fongicide moyen 2016	IFT mildiou moyen 2010	IFT mildiou moyen 2016	IFT oïdium moyen 2010	IFT oïdium moyen 2016
Alsace	240	9,3	13,6	4,9	7,0	4,2	6,1
Beaujolais	297	14,2	16,4	7,2	7,7	6,2	7,7
Bordelais	404	12,3	14,3	6,7	7,7	4,7	5,7
Bouches-du-Rhône	222	8,4	7,6	4,0	3,0	4,3	4,4
Bourgogne	371	14,1	18,0	6,6	8,7	6,6	8,3
Champagne	462	15,8	21,5	7,6	10,9	6,8	9,2
Charentes	394	12,5	14,7	7,5	8,3	4,9	6,0
Dordogne	215	10,3	12,2	6,2	6,6	3,9	5,3
Gers	136	14,8	15,5	8,5	8,2	5,6	6,5
Languedoc hors PO	458	9,5	10,6	4,2	4,5	5,2	5,9
Provence (Var - Vaucluse)	358	8,1	8,9	3,9	3,8	4,1	4,9
Pyrénées-Orientales (PO)	121	6,1	6,9	1,9	2,0	4,2	4,7
Val de Loire	375	9,3	13,1	5,0	7,5	3,7	4,9

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

Tableau 8

IFT 2010 et 2016 des parcelles du panel, par bassin, après sélection du champ d'observation

Bassin	Panel avec sélection d'observations						
	Nombre d'observations	IFT fongicide moyen 2010	IFT fongicide moyen 2016	IFT mildiou moyen 2010	IFT mildiou moyen 2016	IFT oïdium moyen 2010	IFT oïdium moyen 2016
Alsace	194	9,5	13,5	5	7,1	4,2	6,1
Beaujolais	287	14,3	16,5	7,3	7,8	6,2	7,8
Bordelais	366	12,5	14,5	6,7	7,7	4,8	5,8
Bouches-du-Rhône	148	9,1	8,2	4,5	3,5	4,5	4,6
Bourgogne	319	14,5	18,3	7	8,9	6,5	8,5
Champagne	449	15,8	21,5	7,7	10,9	6,9	9,2
Charentes	384	12,5	14,7	7,6	8,3	4,9	6
Dordogne	190	10,7	12,5	6,3	6,7	4,1	5,6
Gers	125	15	15,7	8,5	8,2	5,7	6,7
Languedoc hors PO	367	10	11,1	4,6	4,8	5,3	6,1
Provence (Var - Vaucluse)	257	8,5	9,3	4,2	4,2	4,2	4,9
Pyrénées-Orientales (PO)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Val de Loire	319	9,6	13,4	5,2	7,6	3,8	5,1

nd : non disponible.

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

Concernant les pressions parasitaires, les parts de surface du vignoble concernées par une pression forte du mildiou ou de l'oïdium sont très similaires sans et avec sélection des observations (*tableau 9*). L'écart est inférieur ou égal à 3 points dans chacun des bassins en 2010 et en 2016.

L'analyse de la variance de l'IFT fongicide (IFTF) montre que la variabilité observée dans l'échantillon est due majoritairement aux différences

Tableau 9

Comparaison de la pression par bassin en 2010 et 2016, avant et après définition du champ d'observation

Bassin	Panel sans sélection d'observations				Panel avec sélection d'observations			
	Sous forte pression mildiou en 2010	Sous forte pression mildiou en 2016	Sous forte pression oïdium en 2010	Sous forte pression oïdium en 2010	Sous forte pression mildiou en 2010	Sous forte pression mildiou en 2016	Sous forte pression oïdium en 2010	Sous forte pression oïdium en 2010
	%							
Alsace	32	82	33	18	33	82	34	20
Beaujolais	36	46	26	29	37	46	26	29
Bordelais	36	36	27	9	36	34	27	9
Bouches-du-Rhône	36	3	58	20	38	4	61	21
Bourgogne	39	70	41	19	39	68	41	18
Champagne	19	72	16	7	19	72	16	7
Charentes	44	16	34	7	44	17	35	7
Dordogne	49	32	39	19	51	33	40	21
Gers	51	12	40	6	53	11	42	6
Languedoc hors PO	28	9	33	12	30	9	33	11
Provence (Var - Vaucluse)	29	5	47	11	26	6	47	9
Pyrénées-Orientales (PO)	15	9	54	14	nd	nd	nd	nd
Val de Loire	41	80	45	21	41	80	48	23

nd : non disponible.

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

entre les parcelles (*tableau 10*), indépendamment des années. La part de la variance inter-temporelle dans celle de l'IFT fongicide est cependant plus élevée dans les 4 bassins confrontés à une très forte pression du mildiou en 2016 : Alsace, Bourgogne, Champagne et Val de Loire.

2 - Premières modélisations

La modélisation de l'IFT fongicide s'effectue par bassin viticole. Par principe de parcimonie, un nombre volontairement limité de variables explicatives est intégré aux différents modèles : indicatrices de présence d'aléas climatiques ou sanitaires exceptionnels et de pressions fortes (mildiou, oïdium, botrytis), semaine des premiers traitements, espacement moyen entre les traitements, intensité moyenne des dosages.

L'existence du panel sur trois années (2010, 2013, 2016) permet d'utiliser des modèles intégrant des effets fixes pour chaque parcelle. Ce type de modélisation permet de contrôler toutes les caractéristiques des parcelles fixes dans le temps, sans avoir les variables correspondantes dans les données (par exemple le type de sol). Les effets sont alors mesurés sur les parcelles connaissant des changements. Ainsi, les variables stables dans le temps, par exemple celles qui caractérisent les parcelles comme le cépage, l'année de plantation, la distance entre les rangs, etc, ne sont pas intégrées. De même, d'autres variables (type d'enherbement, rendement) ne diffèrent pas non plus suffisamment d'une campagne à une autre pour intégrer les différentes modélisations.

Avant de présenter les résultats des modèles de panel, des premières modélisations simples sont présentées.

Tableau 10

Sources de variabilité de l'IFT fongicide

	Part de la variance inter-individuelle	Part de la variance inter-temporelle	Part de la variance intra individuelle-temporelle dans la variance de l'IFTF
	%		
Alsace	42,2	34,8	23,0
Beaujolais	57,5	11,6	30,9
Bordelais	61,1	7,1	31,8
Bouches-du-Rhône	64,9	3,6	31,5
Bourgogne	54,3	20,3	25,4
Champagne	43,6	28,5	27,9
Charentes	49,6	12,1	38,3
Dordogne	51,0	8,9	40,1
Gers	59,8	6,1	34,1
Languedoc hors PO	56,1	3,8	40,1
Provence (Var - Vaucluse)	56,8	1,4	41,8
Val de Loire	51,8	19,9	28,3

Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).

Source : Agreste - Enquêtes pratiques phytosanitaires en viticulture en 2010 et en 2016

2-1 Modèles des moindres carrés ordinaires

Dans un premier temps, deux modélisations sont effectuées sans intégrer d'effets fixes (individuels ou temporels).

La première modélisation cherche à tester l'impact de l'évolution des seules pratiques de prophylaxie sur l'IFT fongicide en tenant compte des évolutions contextuelles : présence d'aléas climatiques ou sanitaires exceptionnels, pression des maladies (mildiou, oïdium, botrytis).

Les indicatrices de pratiques de prophylaxie (ébourgeonnage, épamprage, effeuillage et éclaircissage) sont choisies spécifiquement pour chaque bassin. Certaines pratiques de prophylaxie ne changent pas dans plusieurs bassins et ne sont pas intégrées : ainsi, l'effeuillage a très souvent été écarté des modèles.

Le modèle s'écrit : $Y_{i,t} = \alpha + X_{i,t}{}^{t}\beta + \varepsilon_{i,t}$ avec $Y_{i,t}$ la variable expliquée (IFT fongicide), $X_{i,t}$ le vecteur des variables explicatives, α et β les coefficients à déterminer et $\varepsilon_{i,t}$ le terme d'erreur.

La deuxième modélisation intègre également des variables qui caractérisent les traitements : dosage moyen des traitements, date du 1er traitement et espacement entre les traitements.

2-2 Variables contextuelles et prophylactiques

Les modèles mobilisant les seule données contextuelles et prophylactiques ont un faible pouvoir explicatif de l'IFT fongicide (R^2 inférieur à 0,1) dans deux tiers des bassins (*tableau 11*).

Sur le plan contextuel, la pression forte du mildiou est très significativement liée à l'IFT fongicide (*tableau 12*). Rencontrer un aléa exceptionnel au

Tableau 11

Résumé des estimations des modèles des moindres carrés ordinaires (variables contextuelles et prophylactiques) par bassin

Bassin	R^2 (%)	R^2 ajusté (%)	Degrés de libertés
Alsace	26	25	6 ; 575
Beaujolais	5	4	6 ; 854
Bordelais	12	11	7 ; 1090
Bouches-du-Rhône	7	6	6 ; 437
Bourgogne	6	5	7 ; 949
Champagne	12	12	7 ; 1339
Charentes	3	3	5 ; 1146
Dordogne	8	7	7 ; 562
Gers	7	5	6 ; 368
Languedoc hors PO	3	2	6 ; 1094
Provence (Var - Vaucluse)	8	7	8 ; 762
Val de Loire	17	16	8 ; 948

Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

Tableau 12

Résultats des estimations des modèles des moindres carrés ordinaires (variables contextuelles et prophylactiques) par bassin

Bassin	Alsace		Beaujolais		Bordelais	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Constante	10,46	***	15,22	***	12,20	***
Présence d'aléas exceptionnels	- 0,95	***	- 0,31	ns	0,51	*
Pression forte du mildiou	2,53	***	1,12	***	1,21	***
Pression forte de l'oïdium	0,18	ns	0,22	ns	- 0,55	ns
Pression forte du botrytis	- 0,51	ns	1,03	**	1,29	***
Au moins un ébourgeonnage effectué	- 0,06	ns	- 0,24	ns	0,73	**
Au moins un épamprage effectué			0,35	ns		
Au moins un effeuillage effectué	0,43	ns			0,67	**
Au moins un éclaircissage effectué					1,61	***

Lecture : en Alsace, les parcelles où la pression du mildiou est forte ont un IFT fongicide plus élevé que les autres parcelles du bassin.

Bassin	Bouches-du-Rhône		Bourgogne		Champagne	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Constante	8,72	***	16,12	***	17,95	***
Présence d'aléas exceptionnels	- 0,91	**	- 0,10	ns	- 1,43	***
Pression forte du mildiou	1,17	***	1,61	***	2,66	***
Pression forte de l'oïdium	0,25	ns	0,58	ns	- 0,06	ns
Pression forte du botrytis	- 0,29	ns	- 0,39	ns	- 1,82	***
Au moins un ébourgeonnage effectué	- 0,65	*	- 0,75	**	0,40	ns
Au moins un épamprage effectué	0,43	ns	0,38	ns	0,52	*
Au moins un effeuillage effectué			0,67	ns	0,23	ns
Au moins un éclaircissage effectué						

*** significatif au seuil de 0,1 % ; ** significatif au seuil de 1 % ; * significatif au seuil de 5 %.
ns : non significatif.
Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

Résultats des estimations des modèles des moindres carrés ordinaires (variables contextuelles et prophylactiques) par bassin

Bassin	Charentes		Dordogne		Gers	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Constante	14,62	***	9,18	***	15,79	***
Présence d'aléas exceptionnels	0,68	***	0,74	*	0,32	ns
Pression forte du mildiou	0,52	*	1,04	**	- 0,64	ns
Pression forte de l'oïdium	0,60	ns	- 0,04	ns	0,09	ns
Pression forte du botrytis	0,42	ns	1,13	**	2,11	***
Au moins un ébourgeonnage effectué	- 1,06	ns	0,22	ns	- 0,62	ns
Au moins un épamprage effectué			2,15	ns		
Au moins un effeuillage effectué					- 0,19	ns
Au moins un éclaircissage effectué			- 0,34	ns		

Bassin	Languedoc hors PO		Provence (Var - Vaucluse)		Val de Loire	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Constante	10,12	***	8,59	***	11,13	***
Présence d'aléas exceptionnels	- 0,23	ns	- 0,29	ns	0,18	ns
Pression forte du mildiou	0,46	ns	1,77	***	2,43	***
Pression forte de l'oïdium	1,04	***	0,23	ns	- 0,58	*
Pression forte du botrytis	- 0,78	ns	- 0,25	ns	0,86	**
Au moins un ébourgeonnage effectué	0,15	ns	0,30	ns	- 0,54	*
Au moins un épamprage effectué	0,53	*	- 0,35	ns	0,12	ns
Au moins un effeuillage effectué			1,32	**	- 0,78	**
Au moins un éclaircissage effectué			0,10	ns	- 0,46	ns

*** significatif au seuil de 0,1 % ; ** significatif au seuil de 1 % ; * significatif au seuil de 5 %.
ns : non significatif.
Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).
Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

cours d'une campagne n'a pas toujours d'effets significatifs sur l'IFT fongicide. Quand il y en a un, il peut être en hausse ou en baisse selon les bassins viticoles.

Sur le plan des pratiques prophylactiques, les corrélations sont souvent non significatives. Lorsqu'elles sont significatives, elles donnent des résultats ambigus. Effectuer au moins un effeuillage en Val de Loire ou un ébourgeonnage en Bourgogne est corrélé négativement à l'IFT fongicide mais effeuillage et éclaircissage sont à l'inverse corrélés positivement à l'IFT fongicide dans le Bordelais et en Provence.

2-3 Variables des modalités de traitement

Tout en gardant les variables du modèle précédent, ce modèle ajoute des variables explicatives propres aux traitements : semaine des premiers traitements, espacement moyen entre les traitements et intensité moyenne des dosages. Ces modèles sont beaucoup plus explicatifs (*tableau 13*) et permettent une première appréhension des impacts des caractéristiques des traitements sur l'IFT fongicide.

Tableau 13

Résumé des estimations des modèles des moindres carrés ordinaires (variables contextuelles, prophylactiques et de modalités de traitement) par bassin

Bassin	R^2 (%)	R^2 ajusté (%)	Degrés de libertés
Alsace	59	58	12 ; 569
Beaujolais	45	44	12 ; 848
Bordelais	61	60	13 ; 1084
Bouches-du-Rhône	53	51	12 ; 431
Bourgogne	62	62	13 ; 943
Champagne	66	66	13 ; 1333
Charentes	61	60	11 ; 1140
Dordogne	67	66	13 ; 556
Gers	50	48	12 ; 362
Languedoc hors PO	47	46	12 ; 1088
Provence (Var - Vaucluse)	56	56	14 ; 756
Val de Loire	55	54	14 ; 942

Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).
Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

Comme précédemment, les variables prophylactiques ont des coefficients majoritairement non significatifs (*tableau 14*).

Les variables liées aux modalités de traitement sont en revanche beaucoup plus significatives. Sauf en Alsace et dans le Gers, effectuer le premier traitement contre l'oïdium plus tardivement fait baisser l'IFT fongicide toutes choses égales par ailleurs. Dans tous les bassins excepté le Beaujolais, le même constat se dégage concernant le premier traitement contre le mildiou.

Tableau 14

Résultats des estimations des modèles des moindres carrés ordinaires (variables contextuelles, prophylactiques et de modalités de traitement) par bassin

Bassin	Alsace		Beaujolais		Bordelais	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Constante	25,55	***	28,91	***	27,44	***
Présence d'aléas exceptionnels	- 0,41	*	-0,27	ns	0,69	***
Pression forte du mildiou	1,12	***	0,37	*	0,90	***
Pression forte de l'oïdium	0,24	ns	0,88	***	- 0,39	ns
Pression forte du botrytis	- 0,34	ns	0,70	*	1,36	***
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	0,05	***	0,04	***	0,06	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	0,04	***	0,04	***	0,07	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	- 0,40	*	- 0,18	ns	- 0,23	**
Semaine du premier traitement anti-oïdium	- 0,35	ns	- 0,30	**	- 0,67	***
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	- 0,29	***	- 0,52	***	- 0,41	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	- 0,19	***	- 0,37	***	- 0,30	***
Au moins un ébourgeonnage effectué	0,02	ns	0,22	ns	0,69	***
Au moins un épamprage effectué			0,05	ns		
Au moins un effeuillage effectué	0,36	*			0,44	**
Au moins un éclaircissage effectué					0,59	*

Bassin	Bouches-du-Rhône		Bourgogne		Champagne	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Constante	17,26	***	36,39	***	38,86	***
Présence d'aléas exceptionnels	- 0,26	ns	0,11	ns	- 0,87	***
Pression forte du mildiou	0,65	**	0,15	ns	0,74	***
Pression forte de l'oïdium	0,14	ns	0,40	*	0,79	***
Pression forte du botrytis	- 1,03	ns	0,58	**	- 0,78	***
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	0,04	***	0,09	***	0,10	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	0,04	***	0,05	***	0,08	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	- 0,30	***	- 0,25	*	- 0,17	*
Semaine du premier traitement anti-oïdium	- 0,31	***	- 0,62	***	- 0,85	***
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	- 0,07	***	- 0,68	***	- 1,02	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	- 0,16	***	- 0,64	***	- 0,55	***
Au moins un ébourgeonnage effectué	- 0,01	ns	- 0,06	ns	0,37	*
Au moins un épamprage effectué	0,39	ns	0,30	ns	- 0,04	ns
Au moins un effeuillage effectué			0,40	ns	0,32	*
Au moins un éclaircissage effectué						

*** significatif au seuil de 0,1 % ; ** significatif au seuil de 1 % ; * significatif au seuil de 5 %.
ns : non significatif.
Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

Résultats des estimations des modèles des moindres carrés ordinaires (variables contextuelles, prophylactiques et de modalités de traitement) par bassin

Bassin	Charentes		Dordogne		Gers	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Constante	29,47	***	19,85	***	33,61	***
Présence d'aléas exceptionnels	0,46	***	0,95	***	0,52	ns
Pression forte du mildiou	0,49	***	0,34	ns	- 0,58	ns
Pression forte de l'oïdium	0,27	ns	0,70	**	0,24	ns
Pression forte du botrytis	0,92	***	0,74	**	1,90	***
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	0,06	***	0,07	***	0,05	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	0,08	***	0,07	***	0,06	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	- 0,29	***	- 0,25	**	- 0,67	***
Semaine du premier traitement anti-oïdium	- 0,64	***	- 0,60	***	- 0,25	ns
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	- 0,51	***	- 0,37	***	- 0,55	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	- 0,24	***	- 0,06	***	- 0,30	***
Au moins un ébourgeonnage effectué	- 0,02	ns	0,46	*	- 0,33	ns
Au moins un épamprage effectué			2,12	ns		
Au moins un effeuillage effectué					0,71	*
Au moins un éclaircissage effectué			-0,56	ns		

Bassin	Languedoc hors PO		Provence (Var - Vaucluse)		Val de Loire	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Constante	20,18	***	17,34	***	25,73	***
Présence d'aléas exceptionnels	- 0,19	ns	0,04	ns	0,39	*
Pression forte du mildiou	0,33	ns	0,97	***	1,16	***
Pression forte de l'oïdium	0,78	***	0,46	*	- 0,11	ns
Pression forte du botrytis	- 0,34	ns	- 0,18	ns	0,84	***
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	0,04	***	0,03	***	0,03	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	0,04	***	0,05	***	0,05	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	- 0,31	***	- 0,27	***	- 0,30	***
Semaine du premier traitement anti-oïdium	- 0,30	***	- 0,35	***	- 0,37	***
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	- 0,10	***	- 0,06	***	- 0,40	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	- 0,20	***	- 0,16	***	- 0,12	***
Au moins un ébourgeonnage effectué	0,03	ns	- 0,25	ns	- 0,17	ns
Au moins un épamprage effectué	- 0,21	ns	- 0,09	ns	0,20	ns
Au moins un effeuillage effectué			1,08	***	- 0,14	ns
Au moins un éclaircissage effectué			- 0,32	ns	- 0,25	ns

*** significatif au seuil de 0,1 % ; ** significatif au seuil de 1 % ; * significatif au seuil de 5 %.
ns : non significatif.
Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

3 - Modèles à effets fixes

Le modèle à effets fixes individuels et temporels s'écrit : $Y_{i,t} = \alpha_i + \mu_t + X_{i,t}{}^t \beta + \varepsilon_{i,t}$ avec $Y_{i,t}$ la variable expliquée (IFT fongicide), $X_{i,t}$ le vecteur des variables explicatives, α_i les effets fixes individuels, μ_t les effets fixes temporels et β les coefficients à déterminer. $\varepsilon_{i,t}$ constitue le terme d'erreur. Les effets fixes individuels permettent ainsi de prendre en compte l'IFT fongicide moyen de chaque parcelle et de mesurer l'effet des variables explicatives par les changements au sein des parcelles. Cette méthode permet de se rapprocher de l'estimation d'effets causaux en évitant les résultats liés à des variables inobservées constantes dans le temps.

3-1 Procédure de tests

Une procédure de tests d'homogénéités emboîtés (cf. *Économétrie des données de panel, Pirotte*) est effectuée afin de choisir d'intégrer ou non des effets fixes (individuels, temporels) dans chacun des 12 bassins.

Un premier test de Fisher a pour hypothèse nulle l'absence d'effets individuels. Les hypothèses nulles sont très fortement rejetées (cf. les p-value de ce premier test de Fisher dans le *tableau 15*). Le test s'effectue en utilisant le modèle des moindres carrés ordinaires et le modèle *within* avec effets individuels.

Tableau 15
Résultats des tests par bassin

Bassin	Test de Fisher n° 1	Test de Fisher n° 2	Test de Fisher n° 3	Test de Hausman
Alsace	4,75E-07	2,92E-17	2,13E-19	1,62E-07
Beaujolais	9,24E-15	8,88E-40	6,25E-40	9,32E-09
Bordelais	6,52E-15	1,89E-26	5,74E-22	6,11E-28
Bouches-du-Rhône	2,07E-15	4,49E-19	1,03E-06	1,64E-20
Bourgogne	6,26E-09	2,25E-34	1,66E-45	3,26E-07
Champagne	1,12E-03	4,18E-46	1,51E-85	3,35E-23
Charentes	3,37E-06	5,47E-24	8,88E-39	7,96E-06
Dordogne	4,08E-06	1,38E-14	4,51E-17	6,19E-03
Gers	4,97E-15	1,09E-19	7,15E-08	1,35E-50
Languedoc hors PO	3,75E-16	3,27E-33	2,89E-30	3,50E-05
Provence (Var - Vaucluse)	1,17E-19	3,54E-26	1,79E-11	2,58E-05
Val de Loire	1,71E-08	8,23E-24	2,58E-30	1,09E-13

Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

Un second test de Fisher a pour hypothèse nulle l'absence d'effets individuels et temporels. Les hypothèses nulles sont encore très fortement rejetées (cf. les p-value de ce second test de Fisher). Le test s'effectue en utilisant le modèle à doubles effets fixes et celui des moindres carrés ordinaires.

Un troisième test de Fisher a pour hypothèse nulle l'absence d'effets individuels temporels mais avec présence d'effets individuels. Il utilise le modèle *within* avec effets individuels et le modèle à doubles effets fixes.

Enfin, un test de Hausman permet de déterminer la nature des effets individuels : aléatoires ou déterministes. L'hypothèse nulle du test d'Hausman[2] est largement rejetée dans les 12 bassins. L'absence de corrélation entre les spécificités individuelles et les variables explicatives aboutit à choisir des effets fixes. L'estimateur *within* est sous certaines conditions le meilleur estimateur linéaire sans biais. Cela garantit, certes de manière restrictive, que certaines caractéristiques inobservables des parcelles (par exemple le type de sol) et composantes de l'effet fixe individuel, ne soient pas corrélées avec les variables explicatives du modèle (*i.e.* forte pression du mildiou) pour les modèles à effets fixes individuels.

Tableau 16
Résumé et valeurs des effets fixes temporels estimés des modèles (variables contextuelles et prophylactiques) à doubles effets fixes par bassin

Bassin	R^2 (%)	R^2 ajusté (%)	Degrés de libertés	Effets fixe 2010	Effets fixe 2013	Effets fixe 2016
Alsace	1	- 51	6 ; 380	10,49	9,99	11,15
Beaujolais	3	- 47	6 ; 566	22,13	21,83	15,69
Bordelais	2	- 48	7 ; 723	12,61	14,58	17,39
Bouches-du-Rhône	1	- 52	6 ; 288	8,21	8,63	7,22
Bourgogne	6	- 43	7 ; 629	13,75	8,01	8,53
Champagne	3	- 47	7 ; 889	17,47	24,43	13,28
Charentes	0	- 51	5 ; 761	14,65	16,12	14,43
Dordogne	9	- 40	7 ; 371	8,65	12,72	10,41
Gers	2	- 52	6 ; 242	18,23	15,99	17,43
Languedoc hors PO	2	- 49	6 ; 726	12,25	8,71	9,39
Provence (Var - Vaucluse)	9	- 39	8 ; 504	13,65	9,82	7,09
Val de Loire	3	- 48	8 ; 628	9,07	7,31	9,19

Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

2. L'hypothèse nulle est H0 : $E(\alpha_i \mid x_{i,t})=0$: avec α_i l'effet fixe individuel et $x_{i,t}$ les variables explicatives.

Tableau 17
Résumé et valeurs des effets fixes temporels estimés des modèles (variables contextuelles, prophylactiques et de modalités de traitement) à doubles effets fixes par bassin

Bassin	R² (%)	R² ajusté (%)	Degrés de libertés	Effets fixe 2010	Effets fixe 2013	Effets fixe 2016
Alsace	28	- 13	12 ; 374	14,66	14,69	15,33
Beaujolais	39	6	12 ; 560	33,22	32,33	27,96
Bordelais	46	18	13 ; 717	22,76	21,61	24,83
Bouches-du-Rhône	46	16	12 ; 282	8,59	9,58	8,6
Bourgogne	43	12	13 ; 623	32,6	31,24	31,8
Champagne	53	28	13 ; 883	41,86	45,69	42,59
Charentes	54	29	11 ; 755	21,69	22,97	22,22
Dordogne	65	45	13 ; 365	15,35	18,87	16,74
Gers	52	24	12 ; 236	22,72	20,99	22,98
Languedoc hors PO	46	17	12 ; 720	19,44	17,6	16,6
Provence (Var - Vaucluse)	59	37	14 ; 498	17,54	16,35	13,15
Val de Loire	31	- 6	14 ; 622	19,05	19,86	19,88

Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).
Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

Les modèles à doubles effets fixes ne sont pas satisfaisants (*tableaux 16 et 17*). Le R² ajusté de la modélisation à doubles effets fixes qui prend en compte les variables de modalités de traitement est négatif dans deux bassins.

Le modèle retenu est celui à effets fixes individuels (*tableau 18*). Les coefficients et niveaux de significativité s'avèrent être très souvent proches de ceux du modèle des moindres carrés ordinaires ; ainsi, il ne semble pas y avoir de biais important lié à des variables constantes dans le temps.

Le modèle s'écrit : $Y_{i,t} = \alpha_i + X_{i,t}{}^{t}\beta + \varepsilon_{i,t}$ avec $Y_{i,t}$ la variable expliquée (IFT fongicide), $X_{i,t}$ le vecteur des variables explicatives, α_i les effets fixes individuels et β les coefficients à déterminer. $\varepsilon_{i,t}$ constitue le terme d'erreur.

3-2 Les résultats

Les coefficients pour les 12 bassins sont présentés dans le *tableau 19*. Les 7 bassins les plus importants en termes de surface sont : Languedoc hors PO, Bordelais, Charentes, Provence (Var - Vaucluse), Val de Loire, Champagne, Bourgogne.

Tableau 18
Résumé des estimations des modèles à effets fixes individuels (variables contextuelles, prophylactiques et de modalités de traitement) par bassin

Bassin	R² (%)	R² ajusté (%)	Degrés de libertés
Alsace	64	44	12 ; 376
Beaujolais	38	6	12 ; 562
Bordelais	50	23	13 ; 719
Bouches-du-Rhône	47	17	12 ; 284
Bourgogne	56	32	13 ; 625
Champagne	64	45	13 ; 885
Charentes	56	32	11 ; 757
Dordogne	65	45	13 ; 367
Gers	53	26	12 ; 238
Languedoc hors PO	40	9	12 ; 722
Provence (Var - Vaucluse)	56	33	14 ; 500
Val de Loire	49	23	14 ; 624

Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).
Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

Toutes choses égales par ailleurs, les caractéristiques des traitements contre l'oïdium (intensité moyenne des dosages, semaine du premier traitement, espacement moyen entre les traitements) semblent les plus déterminantes dans ces sept bassins. Par exemple, espacer les traitements contre l'oïdium d'une journée supplémentaire réduirait de près de 0,5 point l'IFT fongicide en Bourgogne. Effectuer le premier traitement contre l'oïdium une semaine plus tôt ferait baisser l'IFT fongicide jusqu'à 0,7 point en Champagne.

Concernant le mildiou, ces baisses ne seraient pas systématiques dans l'ensemble des bassins. Par exemple, ce n'est pas le cas en Val de Loire et Champagne, où avancer le premier traitement contre le mildiou d'une semaine n'engendrerait pas significativement une hausse de l'IFT fongicide.

Au niveau des pressions ressenties, une pression forte s'accompagnerait d'une hausse élevée de l'IFT fongicide : + 1,4 point en Val de Loire concernant le mildiou ; + 1,1 point en Champagne concernant l'oïdium. Ces résultats sont à mettre en regard avec la proportion de parcelles où ces pressions sont ressenties comme fortes (cf. *graphique 1* pour les campagnes 2010 et 2016).

Tableau 19
Résultats des estimations des modèles à effets fixes individuels (variables contextuelles, prophylactiques et de modalités de traitement) par bassin

Bassin	Alsace		Beaujolais		Bordelais	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Présence d'aléas exceptionnels	- 0,37	ns	0,05	ns	0,94	***
Pression forte du mildiou	1,56	***	0,43	*	0,93	***
Pression forte de l'oïdium	0,09	ns	0,88	***	- 0,13	ns
Pression forte du botrytis	0,07	ns	0,33	ns	1,03	***
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	0,04	***	0,03	**	0,05	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	0,03	**	0,01	ns	0,06	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	- 0,26	ns	- 0,30	*	- 0,20	*
Semaine du premier traitement anti-oïdium	- 0,26	ns	- 0,09	ns	- 0,61	***
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	- 0,24	***	- 0,40	***	- 0,32	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	- 0,19	***	- 0,42	***	- 0,25	***
Au moins un ébourgeonnage effectué	- 0,40	ns	0,09	ns	0,10	ns
Au moins un épamprage effectué			- 0,33	ns		
Au moins un effeuillage effectué	0,54	*			- 0,38	ns

Bassin	Bouches-du-Rhône		Bourgogne		Champagne	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Présence d'aléas exceptionnels	0,24	ns	- 0,14	ns	- 0,88	***
Pression forte du mildiou	0,87	***	0,51	*	0,86	***
Pression forte de l'oïdium	- 0,57	*	0,85	***	1,12	***
Pression forte du botrytis	- 1,47	ns	0,35	ns	- 0,78	***
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	0,05	***	0,05	***	0,06	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	0,04	***	0,04	***	0,07	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	- 0,03	ns	- 0,46	***	- 0,17	ns
Semaine du premier traitement anti-oïdium	- 0,20	**	- 0,36	***	- 0,65	***
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	- 0,01	ns	- 0,62	***	-1,14	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	- 0,15	***	- 0,61	***	- 0,45	***
Au moins un ébourgeonnage effectué	0,60	*	- 0,82	***	0,07	ns
Au moins un épamprage effectué	0,26	ns	0,80	ns	- 0,57	**
Au moins un effeuillage effectué			0,47	ns	- 0,04	ns

Bassin	Charentes		Dordogne		Gers	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Présence d'aléas exceptionnels	0,64	***	0,92	***	1,00	***
Pression forte du mildiou	0,55	**	0,48	*	- 0,27	ns
Pression forte de l'oïdium	0,00	ns	0,43	ns	- 0,27	ns
Pression forte du botrytis	1,06	***	0,82	**	0,39	ns
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	0,06	***	0,06	***	0,07	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	0,08	***	0,06	***	0,08	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	- 0,32	***	- 0,10	ns	- 0,11	ns
Semaine du premier traitement anti-oïdium	- 0,51	***	- 0,63	***	- 0,35	*
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	- 0,57	***	- 0,32	***	- 0,31	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	- 0,21	***	- 0,05	*	- 0,31	***
Au moins un ébourgeonnage effectué	0,32	ns	0,34	ns	- 0,64	ns
Au moins un épamprage effectué			1,06	ns		
Au moins un effeuillage effectué					0,38	ns
Au moins un éclaircissage effectué			-0,99	*		

*** significatif au seuil de 0,1 % ; ** significatif au seuil de 1 % ; * significatif au seuil de 5 %.
ns : non significatif.
Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

Tableau 19 (suite)
Résultats des estimations des modèles à effets fixes individuels (variables contextuelles, prophylactiques et de modalités de traitement) par bassin

Bassin	Languedoc hors PO		Provence (Var - Vaucluse)		Val de Loire	
	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité	Coefficients	Seuil de significativité
Présence d'aléas exceptionnels	- 0,47	**	0,25	ns	0,93	***
Pression forte du mildiou	0,38	ns	1,09	***	1,39	***
Pression forte de l'oïdium	0,52	**	0,02	ns	- 0,23	ns
Pression forte du botrytis	0,19	ns	0,22	ns	0,93	***
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	0,04	***	0,03	***	0,01	ns
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	0,04	***	0,05	***	0,03	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	- 0,12	*	- 0,23	***	- 0,17	*
Semaine du premier traitement anti-oïdium	- 0,42	***	- 0,32	***	- 0,22	**
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	- 0,08	***	- 0,03	***	- 0,31	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	- 0,19	***	- 0,16	***	- 0,10	***
Au moins un ébourgeonnage effectué	- 0,07	ns	- 0,14	ns	- 0,33	ns
Au moins un épamprage effectué	- 0,05	ns	0,33	ns	- 0,16	ns
Au moins un effeuillage effectué			0,13	ns	0,62	ns
Au moins un éclaircissage effectué			- 0,60	ns	- 0,28	ns

*** significatif au seuil de 0,1 % ; ** significatif au seuil de 1 % ; * significatif au seuil de 5 %.
ns : non significatif.
Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).
Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires (2010, 2016) et culturales (2013) en viticulture

Subir un aléa exceptionnel (climatique ou sanitaire) aurait des impacts opposés selon les bassins : hausse dans le Bordelais, dans le Val de Loire ou en Charentes ; baisse en Champagne et dans le Languedoc hors Pyrénées-Orientales.

Toutes choses égales par ailleurs, effectuer une opération de prophylaxie aurait rarement un effet significatif sur l'IFT fongicide. Il faut rappeler néanmoins que les coefficients sont mesurés sur les parcelles qui changent de pratiques de prophylaxie : ces parcelles ne sont pas nombreuses et peuvent présenter des particularités.

Annexe 3

LES DÉTERMINANTS DES IFT FONGICIDES LES PLUS FAIBLES EN 2016

Pour déterminer les facteurs qui influencent la probabilité qu'une parcelle ait un IFT fongicide parmi les plus faibles, des régressions logistiques sont effectuées dans chaque bassin viticole. Le champ est celui des parcelles du panel menées selon des pratiques conventionnelles en 2016. Une parcelle est associée à un IFT fongicide parmi les plus faibles quand ce dernier est inférieur ou égal au 20e centile des IFT fongicides du bassin.

La sélection des variables est effectuée selon une méthode progressive (*stepwise selection*) à partir d'un modèle initial comprenant les variables suivantes :

- caractéristiques de la parcelle : type de vin revendiqué (AOP en référence), cépage ;
- enherbement dans l'inter-rang (aucun enherbement en référence) ;
- indicatrices d'opérations de prophylaxie (épamprage, ébourgeonnage, effeuillage et éclaircissage) ;
- indicatrice de mise en œuvre d'une pratique visant à réduire l'utilisation de produits phytopharmaceutiques[3] ;
- pressions fortes ressenties concernant le mildiou, l'oïdium et le botrytis (pression faible ou moyenne en référence) ;
- intensités moyennes des dosages des traitements contre le mildiou et l'oïdium ;
- semaine des premiers traitements contre le mildiou et l'oïdium ;
- espacements moyens des traitements contre le mildiou et l'oïdium.

Le modèle choisi est celui qui minimise le critère d'Akaïke (AIC).

Pour les variables significatives, l'analyse des odds ratios permet d'interpréter simplement l'augmentation de la probabilité pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus bas de son bassin.

Des caractéristiques communes des modèles retenus à l'issue de la méthode progressive (*tableau 20*) se dégagent et corroborent certaines conclusions précédentes, faites sur l'ensemble des parcelles et sur les trois périodes en économétrie des panels. Sur l'ensemble des bassins, l'IFT fongicide d'une parcelle sur laquelle on diminue les dosages moyens contre le mildiou et l'oïdium serait parmi les plus bas. En revanche, les pressions ressenties des deux principales maladies et du botrytis ne seraient pas un facteur explicatif d'un IFT fongicide faible : en 2016, la pression a été ressentie comme forte aussi bien sur les parcelles avec un IFT fongicide parmi les plus bas que sur les autres. Enfin, mis à part quelques exceptions, effectuer des opérations de prophylaxie ne conduirait pas à des IFT fongicides parmi les plus faibles.

Tableau 20
Résultats des estimations des modèles de régression logistique sélectionnés par bassin

Alsace

Covariable	Coefficient	Odds ratio	Seuil de significativité
Constante	- 16,23	0	**
Pression forte du mildiou	- 0,91	0,4	ns
Pression forte du botrytis	2,37	10,7	ns
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	- 0,06	0,9	**
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	- 0,07	0,9	**
Semaine du premier traitement anti-oïdium	0,72	2,1	*
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	0,83	2,3	***

*** significatif au seuil de 0,1 % ; ** significatif au seuil de 1 % ; * significatif au seuil de 5 %.
ns : non significatif.
Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).
Lecture : toutes choses égales par ailleurs : un odds ratio largement inférieur à 1 correspond à une diminution de la probabilité pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin ;
un odds ratio de 1 signifie l'absence d'effet pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin ;
un odds ratio largement supérieur à 1 correspond à une augmentation de la probabilité pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin.

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires en viticulture en 2016

3. Cette pratique a été demandée en 2016 uniquement via la question : « Avez-vous adopté sur la parcelle une ou plusieurs pratiques en vue de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires ? ». Une réponse positive à cette question s'accompagnait de la demande de précision de ces pratiques « [Si oui] Laquelle ou lesquelles ».

Résultats des estimations des modèles de régression logistique sélectionnés par bassin

Beaujolais

Covariable	Coefficient	Odds ratio	Seuil de significativité
Constante	- 10,56	0	**
Pression forte de l'oïdium	- 0,82	0,4	*
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	- 0,04	1	*
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	- 0,04	1	*
Semaine du premier traitement anti-mildiou	0,47	1,6	**
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	0,59	1,8	***
Avoir mis en œuvre une pratique visant à réduire l'utilisation des PPP	0,56	1,8	ns

Bordelais

Covariable	Coefficient	Odds ratio	Seuil de significativité
Constante	- 15,61	0	***
Pression forte de l'oïdium	1,12	3,1	*
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	- 0,07	0,9	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	- 0,07	0,9	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	0,35	1,4	*
Semaine du premier traitement anti-oïdium	0,54	1,7	**
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	0,41	1,5	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	0,25	1,3	*
Au moins un ébourgeonnage effectué	- 0,77	0,5	*

Bouches-du-Rhône

Covariable	Coefficient	Odds ratio	Seuil de significativité
Constante	- 4,69	0	ns
Pression forte du mildiou	- 17,09	0	ns
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	- 0,05	0,9	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	- 0,04	1	*
Semaine du premier traitement anti-oïdium	0,31	1,4	*
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	0,27	1,3	***
Type de vin IGP	- 0,17	0,8	ns
Type de vin sans IG	18,44	nd	ns

*** significatif au seuil de 0,1 % ; ** significatif au seuil de 1 % ; * significatif au seuil de 5 %.
ns : non significatif.
Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).
Lecture : toutes choses égales par ailleurs : un odds ratio largement inférieur à 1 correspond à une diminution de la probabilité pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin ;
un odds ratio de 1 signifie l'absence d'effet pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin ;
un odds ratio largement supérieur à 1 correspond à une augmentation de la probabilité pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin.

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires en viticulture en 2016

Résultats des estimations des modèles de régression logistique sélectionnés par bassin

Bourgogne

Covariable	Coefficient	Odds ratio	Seuil de significativité
Constante	- 20,30	0	***
Présence d'aléas exceptionnels	- 0,67	0,5	ns
Pression forte du mildiou	- 0,71	0,5	ns
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	- 0,07	0,9	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	- 0,08	0,9	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	0,78	2,2	**
Semaine du premier traitement anti-oïdium	0,33	1,4	ns
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	0,70	2	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	0,51	1,7	**
Au moins un épamprage effectué	- 1,95	0,1	**

Champagne

Covariable	Coefficient	Odds ratio	Seuil de significativité
Constante	- 29,43	0	***
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	- 0,10	0,9	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	- 0,06	0,9	*
Semaine du premier traitement anti-mildiou	0,68	2	**
Semaine du premier traitement anti-oïdium	0,75	2,1	***
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	0,86	2,4	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	0,61	1,8	***
Avoir mis en œuvre une pratique visant à réduire l'utilisation des PPP	0,76	2,1	*
Au moins un épamprage effectué	- 0,72	0,5	*

Charentes

Covariable	Coefficient	Odds ratio	Seuil de significativité
Constante	- 24,22	0	***
Pression forte du botrytis	- 18,38	0	ns
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	- 0,11	0,9	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	- 0,14	0,9	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	0,62	1,9	**
Semaine du premier traitement anti-oïdium	0,97	2,6	***
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	0,93	2,5	***
Avoir mis en œuvre une pratique visant à réduire l'utilisation des PPP	1,31	3,7	**
Au moins un ébourgeonnage effectué	- 17,88	0	ns

*** significatif au seuil de 0,1 % ; ** significatif au seuil de 1 % ; * significatif au seuil de 5 %.
ns : non significatif.
Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).
Lecture : toutes choses égales par ailleurs : un odds ratio largement inférieur à 1 correspond à une diminution de la probabilité pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin ;
un odds ratio de 1 signifie l'absence d'effet pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin ;
un odds ratio largement supérieur à 1 correspond à une augmentation de la probabilité pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin.

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires en viticulture en 2016

Résultats des estimations des modèles de régression logistique sélectionnés par bassin

Dordogne

Covariable	Coefficient	Odds ratio	Seuil de significativité
Constante	- 33,60	0	**
Présence d'aléas exceptionnels	- 5,29	0	*
Pression forte du mildiou	2,92	18,5	*
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	- 0,27	0,8	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	- 0,17	0,8	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	2,29	9,8	**
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	0,81	2,3	**
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	0,81	2,2	**
Avoir mis en œuvre une pratique visant à réduire l'utilisation des PPP	- 2,26	0,1	*
Au moins un éclaircissage effectué	3,15	23,3	*

Languedoc hors Pyrénées-Orientales

Covariable	Coefficient	Odds ratio	Seuil de significativité
Constante	- 10,08	0	***
Présence d'aléas exceptionnels	0,53	1,7	ns
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	- 0,04	1	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	- 0,04	1	**
Semaine du premier traitement anti-mildiou	0,34	1,4	***
Semaine du premier traitement anti-oïdium	0,23	1,3	ns
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	0,04	1	ns
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	0,24	1,3	***

Provence (Var - Vaucluse)

Covariable	Coefficient	Odds ratio	Seuil de significativité
Constante	- 12,51	0	***
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	- 0,04	1	***
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	- 0,05	1	**
Semaine du premier traitement anti-mildiou	0,19	1,2	ns
Semaine du premier traitement anti-oïdium	0,54	1,7	***
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	0,04	1	ns
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	0,21	1,2	***
Avoir mis en œuvre une pratique visant à réduire l'utilisation des PPP	0,70	2	ns

*** significatif au seuil de 0,1 % ; ** significatif au seuil de 1 % ; * significatif au seuil de 5 %.
ns : non significatif.
Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).
Lecture : toutes choses égales par ailleurs : un odds ratio largement inférieur à 1 correspond à une diminution de la probabilité pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin ;
un odds ratio de 1 signifie l'absence d'effet pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin ;
un odds ratio largement supérieur à 1 correspond à une augmentation de la probabilité pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin.

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires en viticulture en 2016

Résultats des estimations des modèles de régression logistique sélectionnés par bassin

Val de Loire

Covariable	Coefficient	Odds ratio	Seuil de significativité
Constante	- 16,42	0	***
Présence d'aléas exceptionnels	- 0,71	0,5	ns
Pression forte du mildiou	1,40	4	*
Intensité moyenne des dosages anti-mildiou	- 0,03	1	ns
Intensité moyenne des dosages anti-oïdium	- 0,06	0,9	***
Semaine du premier traitement anti-mildiou	0,38	1,5	*
Semaine du premier traitement anti-oïdium	0,31	1,4	ns
Espacement moyen des traitements anti-mildiou	0,47	1,6	***
Espacement moyen des traitements anti-oïdium	0,06	1,1	*
Au moins un effeuillage effectué	- 0,93	0,4	*
Type de vin IGP	- 2,80	0,1	ns
Type de vin sans IG	1,05	2,8	ns
Autres cépages (gamay noir, sauvignon blanc, etc.)	Ref.		
Cépage cabernet franc noir	1,15	3,2	*
Cépage chenin blanc	0,74	2,1	ns
Cépage melon blanc	0,95	2,6	ns

*** significatif au seuil de 0,1 % ; ** significatif au seuil de 1 % ; * significatif au seuil de 5 %.
ns : non significatif.
Champ : panel avec sélection d'observations (critères sus-cités).
Lecture : toutes choses égales par ailleurs : un odds ratio largement inférieur à 1 correspond à une diminution de la probabilité pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin ;
un odds ratio de 1 signifie l'absence d'effet pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin ;
un odds ratio largement supérieur à 1 correspond à une augmentation de la probabilité pour une parcelle d'avoir un IFT fongicide parmi les plus faibles du bassin.

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires en viticulture en 2016

Annexe 4
ÉVALUATION DU MODE DE CONDUITE BIOLOGIQUE DES PARCELLES

Pour comparer les IFT entre différentes parcelles selon leur mode de conduite (conventionnel ou biologique), la méthode d'estimation avec un score de propension a été employée (cf. *Estimation avec le score de propension sous R, Document de travail M 2018/01*). Elle permet de comparer les valeurs d'une variable dans deux échantillons distincts, en ajustant des différences constatées de certaines caractéristiques observables entre ces deux échantillons. Par exemple, l'estimation de l'IFT fongicide selon le mode de conduite des parcelles doit s'effectuer sans effet de structure concernant les vignobles pris en compte, car l'agriculture biologique n'est pas présente dans les mêmes proportions selon les bassins.

Cette méthode est mise en œuvre en 4 étapes :

1 - Choix des caractéristiques observables à retenir

Les variables déjà retenues dans les analyses précédentes ont été reprises dans la mesure du possible. Ainsi, l'appartenance aux 13 bassins du panel, les niveaux de pression mildiou et oïdium en 2010 et 2016, la présence d'aléas exceptionnels (climatiques ou sanitaires) constituent ces caractéristiques observables à retenir.

2 - Calcul du score de propension et appariement

L'estimation repose sur un modèle de régression logistique où la probabilité qu'une parcelle soit conduite en mode biologique dépend des variables retenues à l'étape précédente.

L'appariement sur le score de propension aboutit à la constitution de deux groupes distincts composés d'individus aux caractéristiques similaires :

- le groupe « traité » : celui qui possède la caractéristique que l'on veut étudier (dans notre cas mener la parcelle selon des pratiques biologiques) ;
- le groupe de « contrôle » : qui ne possède pas la caractéristique de traitement (dans cette analyse, les parcelles menées selon des pratiques conventionnelles).

L'appariement sur le score de propension s'effectue selon différents paramètres, notamment, pour chaque parcelle « traitée », le nombre de voisins à retenir dans le groupe de contrôle, et une borne supérieure pour la distance entre les observations (*caliper*) afin de ne pas retenir de voisins trop éloignés.

3 - Analyse de la propriété équilibrante du score de propension

Cette étape permet de s'assurer de différences de proportions faibles entre les variables qualitatives des deux groupes. Selon les résultats, les étapes 1 et 2 sont à nouveau réalisées.

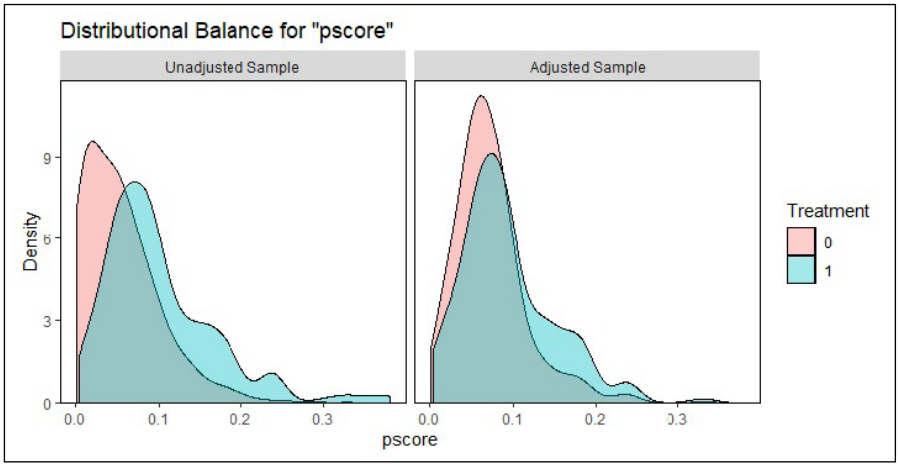
Après différents essais de choix de paramètres et répétitions des estimations, l'appariement choisi est un appariement exact sur l'ensemble des caractéristiques observables retenues, d'un seul voisin, sans caliper. Pour la comparaison selon les modes de pratiques, les groupes sont constitués de 169 observations.

4 - Estimation de l'effet de la mesure étudiée

L'estimation de l'effet moyen du traitement sur les traités (*Average treatment effect on the treated* ou ATT) permet de calculer la différence entre les IFT selon les deux groupes de parcelles.

Le graphique 5 représente les distributions du score de propension estimé avant et après appariement. Après appariement, les distributions dans les groupes des unités traitées et non traitées sont plus proches.

Graphique 5
Description de la propriété équilibrante du score de propension
Représentation graphique du support commun



Le *tableau 21* ci-dessous permet de vérifier la propriété équilibrante après l'appariement. Les différences de proportions standardisées des variables quantitatives retenues sont calculées avant et après appariement. Les différences de moyennes standardisées du score de propension sont également calculées. Elles sont pour la plupart plus faibles après l'appariement.

Le *tableau 6* page 14 présente les résultats de l'appariement *via* les écarts d'IFT, de nombre de traitements et de dosages selon le mode de conduite.

Tableau 21
Différences standardisées des proportions (pour les variables qualitatives) et des moyennes (pour le score)

	Avant appariement	Après appariement
Appartenance au bassin Alsace	0,0508	0,0543
Appartenance au bassin Beaujolais	- 0,0564	0,0137
Appartenance au bassin Bordelais	- 0,0057	- 0,0742
Appartenance au bassin Bouches-du-Rhône	0,1029	0,0936
Appartenance au bassin Bourgogne	0,0024	0,042
Appartenance au bassin Champagne	- 0,115	0,0033
Appartenance au bassin Charentes	- 0,0834	- 0,0056
Appartenance au bassin Dordogne	0,0388	0,055
Appartenance au bassin Gers	- 0,0121	0,0106
Appartenance au bassin Languedoc hors PO	- 0,0084	- 0,203
Appartenance au bassin Provence (Var - Vaucluse)	0,0461	- 0,0331
Appartenance au bassin Pyrénées-Orientales	- 0,0004	0,0039
Appartenance au bassin Val de Loire	0,0402	0,0395
Pression faible du mildiou en 2010	0,0359	- 0,0393
Pression moyenne du mildiou en 2010	- 0,0776	0,0068
Pression forte du mildiou en 2010	0,0417	0,0325
Pression faible du mildiou en 2016	0,0293	- 0,0256
Pression moyenne du mildiou en 2016	- 0,0226	- 0,0674
Pression forte du mildiou en 2016	- 0,0068	0,0929
Pression faible de l'oïdium en 2010	- 0,0039	0,0196
Pression moyenne de l'oïdium en 2010	0,0117	- 0,031
Pression forte de l'oïdium en 2010	- 0,0078	0,0114
Pression faible de l'oïdium en 2016	0,0526	0,0481
Pression moyenne de l'oïdium en 2016	- 0,0134	- 0,028
Pression forte de l'oïdium en 2016	- 0,0392	- 0,0201
Présence d'aléas en 2010	0,1212	0,033
Présence d'aléas en 2016	0,0392	0,0059
Score de propension	0,6905	0,3006

Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires en viticulture en 2016

Annexe 5

UN PHÉNOMÈNE DE RÉSISTANCE À CERTAINES MATIÈRES ACTIVES CIBLÉES CONTRE L'OÏDIUM

Entre 2010 et 2016, la résistance aux fongicides s'est développée, notamment en ce qui concerne certaines substances actives utilisées le plus souvent contre l'oïdium (cf. *notes techniques communes - gestion de la résistance aux maladies de la vigne du R4P des plans de surveillance pilotés par la DGAL*). Le cas le plus marquant est celui des strobilurines, qui font partie des inhibiteurs externes de la quinone (QoI-P). La résistance aux QoI-P a été détectée pour la première fois en 2008. Elle s'est accentuée au début de la décennie suivante, une baisse de l'efficacité des traitements étant observée dès 2012. Depuis fin 2018, ces traitements ne sont plus recommandés et leur efficacité est jugée insuffisante. En 2016, les QoI-P les plus utilisées en viticulture sont le krésoxim-méthyl et la trifloxystrobine, plus rarement l'azoxystrobine et la pyraclostrobine.

Des constats similaires sont faits pour le groupe chimique des triazoles (IDM) comprenant le difenoconazole, le tébuconazole, le tétraconazole, le myclobutanil et dans des proportions moindres le triadiménol et le penconazole. Ces substances font l'objet de surveillance et de recommandations, comme l'alternance avec des produits phytopharmaceutiques comprenant d'autres substances actives.

L'oïdium est une maladie dont les premiers foyers de contamination sont difficiles à détecter. L'échec de certains traitements dû aux résistances à certaines matières actives a conduit à des changements de programme de protection. La tendance est à l'augmentation du nombre de traitements préventifs avec, dans certains bassins, l'avancement de la date des premiers traitements. Par exemple en Champagne, le premier peut s'effectuer au stade « 7 feuilles » contre « 12 feuilles » auparavant. Les viticulteurs peuvent difficilement se passer de ces premiers traitements, surtout dans les bassins où la menace est plus importante, notamment à cause de conditions plus humides.

POUR EN SAVOIR PLUS

Site du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation :

- Ecophyto : https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-quest-ce-que-cest
- bilan sanitaire : Vigne - Bilan de la surveillance en 2016 : https://agriculture.gouv.fr/surveillance-en-sante-des-vegetaux-bilan-sanitaire-2016
- Guide CEPviti : co-conception de systèmes viticoles économes en produits phytosanitaires pour la filière viticole : https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/ 2019/03/Guide_Methodologiq_CEPViti2011-1.pdf
- Notes techniques communes - gestion de la résistance aux maladies de la vigne (Réseau de Réflexion et de Recherches sur les Résistances aux pesticides - R4P) : https://www.r4p-inra.fr/fr/notes-communes/
- Économétrie des données de panel : Théorie et applications, Paris Economica, Alain Pirotte - 2011
- *Panel data econometrics with R*, Wiley, Yves Croissant et Giovanni Millo - 2019
- Estimation avec le score de propension sous R, Document de travail M 2018/01, Simon Quentin, DMCSI Insee

Site Internet du SSP : www.agreste.agriculture.gouv.fr

Publications :

« Pratiques phytosanitaires en viticulture 2016 - Campagne 2016 »
Agreste Chiffres et Données - nº 2020-4
juin 2020

« Enquête Pratiques phytosanitaires en viticulture en 2016 : nombre de traitements et indicateurs de fréquence de traitements »
Agreste Les Dossiers - nº 2019-2
février 2019

« Apports de produits phytosanitaires en viticulture et climat : une analyse à partir des enquêtes pratiques culturales »
Agreste Les Dossiers - nº 39
mars 2017

« *Quantifying the impact of crop protection practices on pesticide use in wine-growing systems* », Mailly, Hossard, Barbier, Thiollet-Scholtus, Gary
European Journal of Agronomy - nº 84
mars 2017

« Pratiques culturales en viticulture 2013 – Réduire la dose, une pratique répandue pour les traitements fongicides »
Agreste Primeur - nº 343
décembre 2016

« Bilan conjoncturel 2016 »
Agreste Panorama - nº 5
décembre 2016

www.agreste.agriculture.gouv.fr

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
Secrétariat général
Service de la statistique et de la prospective
3 rue Barbet de Jouy
75349 Paris

Directrice de la publication : Corinne Prost
Rédacteur : Maxime Simonovici
Composition : SSP
Dépot légal : À parution
ISSN : 1760-8341 (imprimé)
ISSN : 0246-1803 (en ligne)
© Agreste 2020

agreste.agriculture.gouv.fr

AGRICULTURE.GOUV.FR
ALIMENTATION.GOUV.FR