



HAL
open science

Assurer les pertes dues aux maladies pour réduire l'usage des pesticides : Théorie et expérimentation dans la vigne

Cécile Aubert, Yann Raineau, Marc Raynal

► To cite this version:

Cécile Aubert, Yann Raineau, Marc Raynal. Assurer les pertes dues aux maladies pour réduire l'usage des pesticides : Théorie et expérimentation dans la vigne. 16. Journées de recherche en sciences sociales INRAE, SFER, CIRAD (JRSS), Dec 2022, Clermont-Ferrand, France. hal-04228233

HAL Id: hal-04228233

<https://hal.inrae.fr/hal-04228233>

Submitted on 4 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Assurer les pertes dues aux maladies pour réduire l’usage des pesticides : Théorie et expérimentation dans la vigne

Cécile Aubert* Yann Raineau† Marc Raynal‡

Abstract

Les pesticides représentent une assurance relativement peu coûteuse contre les pertes de récolte dues aux maladies dans la vigne. Nous proposons l’utilisation d’une assurance maladie conditionnelle au respect d’un protocole de traitement permettant de réduire l’intensité des traitements. Nous présentons une modélisation très simple de cet outil pour comparer son efficacité à celle d’une subvention classique. Nous résumons ensuite une expérimentation de l’outil, menée sur quatre campagnes, entre 2019 et 2022, et impliquant deux caves coopératives et un assureur privé, ainsi que la Région Nouvelle Aquitaine. Nous montrons que l’assurance incitative peut conduire à l’expérimentation par les viticulteurs de nouvelles pratiques, et potentiellement à une modification de leur perception des risques.

*BSE, Université de Bordeaux, France. E-mail address: Cecile.Aubert@tse-fr.eu

†ETISS, INRAe, Bordeaux, France. E-mail address: Yann.Raineau@u-bordeaux.fr

‡IFV, UMT SEVEN, Vinopôle, 33290 Blanquefort, France, France. E-mail address:

Marc.Raynal@vignevin.com

1 Introduction

Les pesticides ont permis une hausse majeure de la production agricole depuis des décennies. Ils nuisent cependant à la santé humaine et à la biodiversité. La demande sociale et les préoccupations des scientifiques ont conduits à la mise en place de plans de réduction (tels les plans Ecophyto) sans succès notable à ce jour. Un des freins à la baisse de l'usage des pesticides de synthèse est le fait que les réduire fait courir des risques de perte aux agriculteurs. Or l'Assurance Récoltes, subventionnée par la PAC (FEADER), ne couvre que les aléas climatiques, et non, à ce jour, les dégâts dus aux maladies.

Ce frein à la baisse de l'usage des produit phytosanitaires est tout particulièrement présent dans la vigne : trois maladies (mildiou, oïdium et blackrot) peuvent causer des pertes extrêmement importantes dans les vignes, mais sont relativement bien maîtrisés par les produits phytosanitaires. Le prix de ces produits restant marginal dans le prix du produit fini (4 à 5% du prix d'une bouteille de vin), ils sont très attractifs. Réduire leur usage est perçu comme une prise de risque très importante pour beaucoup de viticulteurs, malgré la montée en puissance de l'agriculture biologique. Il est peu coûteux de se prémunir, grâce aux produits phytosanitaires, contre les risques de perte de la récolte, destruction qui peut parfois être totale en conditions favorables aux maladies. Au contraire, la suppression inopinée d'un traitement peut ainsi facilement induire 30 à 50 % de perte de récolte. La vigne représente près de 25 % des pesticides utilisés en France, pour seulement 2 à 3 % des surfaces cultivées. Ce secteur est donc une cible privilégiée si l'on souhaite réduire de façon notable la part des intrants chimiques dans la production agricole française.

Nous étudions dans cet article une voie innovante pour inciter les viticulteurs à réduire leur usage de produits phytosanitaires : une *assurance conditionnelle à un effort de réduction* des Indicateurs de Fréquence de Traitement (IFT). Une telle assurance a l'effet paradoxal de faire prendre un risque à l'agriculteur (en réduisant les pesticides) mais le protège, partiellement au moins, de ce risque. Cet outil a certains avantages sur des outils de politique classique comme la taxation ou la subvention.

Nous présentons dans un premier temps un modèle théorique très simple pour contraster le coût d'une subvention incitant au changement de pratiques, avec le coût d'une assurance con-

ditionnelle à ce changement. Cette comparaison est d’abord faite pour un agriculteur neutre à l’égard du risque (mais qui peut surestimer l’effet négatif d’une baisse des produits phytosanitaires sur ses récoltes), puis un agriculteur averse au risque. Dans un second temps, nous présentons les résultats d’une expérimentation menée sur 4 campagnes (2019 à 2022) pour deux coopératives, Tutiac et Buzet, en association avec l’assureur Groupama. Les coopératives ont, dans le cadre de cette expérimentation, effectivement souscrit une assurance maladie conditionnelle au respect d’un ”protocole de traitement assurable” (l’adoption de pratiques conduisant à une réduction des intensités de traitement). Elles ont bénéficié du support d’un outil d’aide à la décision, incorporé au protocole de traitement assurable. Cette expérimentation a permis de tester en grandeur réelle l’intérêt d’une assurance, et a confirmé une hypothèse de mauvaise connaissance des risques associés aux pratiques plus vertueuses.

- *Pesticides et pression parasitaire :*

Les ravageurs et les maladies sont à l’origine de 17 à 30% de pertes de productivité à l’échelle mondiale parmi les principales cultures (Savary et al. 2019) et devraient causer davantage de dommages en raison du réchauffement climatique. Les producteurs utilisent les pesticides comme une auto-assurance pour sécuriser leurs rendements. C’est particulièrement vrai pour la viticulture française : 99,8% des surfaces sont traitées avec des fongicides, et 80% avec des herbicides. L’indice moyen de fréquence de traitement (IFT) était de 12 en 2019 (Agreste, 2021, <https://agreste.agriculture.gouv.fr>). Si les pesticides sont un outil d’assurance bon marché et efficace, ils génèrent d’importantes externalités négatives sur l’eau, la santé humaine et la biodiversité.

L’un des facteurs qui découragent les agriculteurs de réduire les traitements est l’incertitude quant aux risques de pertes de récolte associés à l’adoption des nouvelles pratiques agro-environnementales (Lapierre et al. 2021). Les effets des pesticides sur les risques, ainsi que la perception des risques et les préférences, jouent un rôle important dans les décisions relatives aux pesticides par les agriculteurs (Möhring et al. 2020). Pourtant l’assurance attire globalement peu les agriculteurs (Enjolras et Sentis, 2011, Enjolras, Capitanio et Adinolfi, 2012).

Une des causes de sur-traitement est le fait que les viticulteurs commencent les traitements trop tôt (dans 36% des cas, Möhring, Wuepper et al., 2020). Des travaux agronomiques mon-

trent que retarder la date des premiers traitements permettrait une efficacité identique tout en réduisant sensiblement la quantité totale de traitements effectués (Chen et al., 2020).

- *Assurance, croyances et risques* :

L'assurance est un outil majeur de protection des revenus des agriculteurs, dans un contexte de changement climatique et d'événements extrêmes de plus en plus fréquents. La disposition à participer à des contrats d'assurance contre ces risques est un objet d'étude qui reçoit une attention croissante. De multiples approches sont étudiées, allant des méthodes économétriques aux expérimentations de choix discret et à la formalisation théoriques. Quelques articles marquants incluent Möhring, Dalhaus, et al. (2020) (qui montrent une corrélation positive entre assurance récolte et usage des pesticides), Doherty et al. (2021) (qui étudient l'attractivité des contrats d'assurance) ou Fezzi, Menapace et Rafaeli (2021) (qui incorporent une estimation des préférences pour le risque aux choix d'assurance).

Associer une assurance à une démarche de baisse de l'usage des produits phytosanitaires chimiques est une manière de couvrir le risque de récolte anticipé. Une réduction des pesticides peut être perçue comme très risquée : les données sur la production biologique ne sont pas encore largement disponibles, et chaque agriculteur peut être incertain de sa capacité à cultiver de manière adéquate avec des doses plus faibles de pesticides. Les agriculteurs peuvent donc avoir des croyances erronées sur la répartition des "pertes" dans le cadre de pratiques plus écologiques (où les pertes sont calculées par rapport aux rendements dans le cadre de pratiques conventionnelles). Pour les inciter à adopter ces pratiques plus écologiques, une subvention doit couvrir ces "perceptions des pertes attendues" dues aux pratiques écologiques. Les subventions incitatives sont donc d'autant plus coûteuses que l'agriculteur est pessimiste quant aux pertes. Le coût de l'incitation à des pratiques plus écologiques via une subvention ne dépendra pas directement des pertes réelles, mais des pertes perçues. Au contraire, un régime d'assurance conditionnel n'accordera des paiements à l'agriculteur qu'en cas de pertes *réelles*. L'assurance est donc potentiellement beaucoup plus rentable que les subventions, si les agriculteurs surestiment la probabilité et l'ampleur des pertes.

De même, dans le cadre d'une subvention, un agriculteur peu enclin au risque n'adoptera des pratiques plus écologiques que si la subvention couvre le coût utilitaire des rendements variables.

La subvention comprendra donc un *prime de risque*. Étant donné que les paiements d'assurance sont adaptés à l'état de la nature réalisé, ils assurent, par définition, l'agriculteur et suppriment (ou du moins réduisent) la prime de risque¹. Là encore, l'assurance peut être plus rentable que les subventions.

2 Le modèle théorique

2.1 Rendements et pesticides

Le rendement peut être soit élevé, \bar{y} , avec une probabilité p , soit faible, \underline{y} avec $\bar{y} > \underline{y}$. Pour simplifier l'analyse à ce stade, nous supposons que ce rendement est exprimé en valeur (il s'agit donc en fait du rendement de la culture multiplié par son prix de marché moins les différents coûts de commercialisation).

La probabilité d'un rendement élevé, p , dépend de nombreux facteurs. Certains sont exogènes, comme les réalisations climatiques. D'autres sont associés au mode de culture et à l'intensité des traitements chimiques. Nous désignons par p^0 la probabilité d'un rendement élevé lorsque l'agriculteur choisit de suivre un mode de culture approchant le 'zéro intrants', c'est-à-dire un mode de culture avec une utilisation réduite d'intrants chimiques (pesticides, herbicides et/ou engrais). La probabilité correspondante dans le mode de culture "conventionnel" (situation de statu quo, avec une utilisation plus intense d'intrants chimiques) est de p^1 , $p^1 > p^0$.

Le coût en pesticides (coûts d'application compris) est de C_0 pour le mode de culture plus écologique, et C_1 pour le mode intensif. Nous supposerons $C_1 > C_0$, mais il faut noter que, pour la vigne tout au moins, le fait de réduire les intrants oblige, pour maintenir une culture saine, à des travaux plus fouillés et précis et donc à des coûts de main d'oeuvre parfois élevés. Dans certains cas, il est possible que l'économie financière liée à la baisse des pesticides soit presque nulle.

Nous supposons que le mode de culture est parfaitement observable (grâce aux carnets de

¹Un contrat d'assurance sans franchise ni seuil de déclenchement peut parfaitement assurer l'agriculteur. Dans ce cas, la prime de risque est totalement éliminée. Cependant, la plupart des contrats d'assurance, y compris les assurances subventionnées en vertu des réglementations européennes ou américaines, comportent des franchises. Les contrats incitatifs réduisent alors la prime de risque même s'ils ne l'éliminent pas.

traitements).

3 Réduction des intrants avec neutralité au risque

Considérons un agriculteur neutre au risque : son utilité est simplement son profit. Nous considérons dans un premier temps le cas où les risques de pertes liées à la baisse des intrants sont parfaitement probabilisables et connus, puis le cas où les croyances des acteurs peuvent être inexactes (faute en particulier d'observations suffisantes pour les récoltes obtenues avec une baisse des intrants).

3.1 Benchmark: Les subventions avec neutralité au risque

Considérons d'abord un agriculteur neutre vis-à-vis du risque qui peut recevoir une subvention S s'il change son mode de culture de "0" à "1".

Le changement de mode de culture est attractif si et seulement si

$$p_0\bar{y} + (1 - p_0)\underline{y} - C_0 + S \geq p_1\bar{y} + (1 - p_1)\underline{y} - C_1$$

c'est-à-dire si la subvention est suffisamment élevée, de même que le surcoût lié aux pesticides, pour compenser la baisse espérée du rendement. On obtient une valeur minimale pour que la subvention ait un effet :

$$S \geq \underline{S}^{nr} \equiv (p_1 - p_0)(\bar{y} - \underline{y}) - (C_1 - C_0)$$

Plus l'efficacité des pesticides pour contrer les pertes dues à la maladie est importante, et plus l'écart entre p_1 et p_0 est grand, ce qui nécessite une subvention plus élevée pour induire une réduction de leur usage. De même, plus la valeur d'une récolte élevée est importante en comparaison avec une récolte caractérisée par des pertes (\underline{y}), plus la subvention devra être importante, même avec un viticulteur neutre au risque.

La vigne, qui est caractérisée par des risques de perte extrêmement élevés et par une efficacité importante des traitements contre les maladies principales, est donc une culture pour laquelle il est particulièrement coûteux d'induire des pratiques plus écologiques.

3.2 Les assurances avec neutralité au risque

Considérons une assurance consistant en une cotisation C_a et une indemnité I en cas de baisse de récolte. Cette indemnité est *conditionnelle* à la baisse des intrants : elle n'est possible que si l'agriculteur choisit le mode de culture écologique. Pour simplifier l'exposition des résultats, nous supposons qu'il n'y a pas de franchise (ce qui est sans conséquence dans notre contexte où il n'y a pas de problème d'alea moral, autre que le changement de pratique, qui est supposé observable).

L'assurance est attractive si et seulement si

$$p_0(\bar{y} + (1 - p_0)(\underline{y} + I) - C_0 - C_a \geq \max\{p_1\bar{y} + (1 - p_1)\underline{y} - C_1; p_0(\bar{y} + (1 - p_0)\underline{y} - C_0\}$$

ce qui implique $(1 - p_0)I \geq C_a$: l'assurance doit être profitable pour l'agriculteur.

- *Assurance privée* : Si l'agriculteur est neutre au risque et a une perception correcte des risques, un assureur privé ne peut pas faire de profit en proposant une telle assurance conditionnelle. Il ne fait pas de pertes s'il choisit I et C_a tels que $(1 - p_0)I = C_a$. Dans ce cas, le contrat n'a de valeur nette ni pour l'assureur ni pour le viticulteur (ils sont indifférents à l'existence du contrat).

- *Assureur public* : Un assureur public ne cherche pas à faire des profits mais à induire un changement de pratique. L'assurance conditionnelle pourrait être attractive pour la puissance publique si son coût est inférieur à celui de la subvention minimale permettant la transition, \underline{S}^{nr} .

Supposons $(1 - p_0)I \geq C_a$. S'assurer, en contrepartie d'un effort de changement de pratique, est attractif si et seulement si

$$p_0(\bar{y} + (1 - p_0)(\underline{y} + I) - C_0 - C_a \geq p_1\bar{y} + (1 - p_1)\underline{y} - C_1$$

c'est-à-dire

$$(1 - p_0)I - C_a \geq (1 - p_0)I^{nr} - C_a^{nr} = (p_1 - p_0)(\bar{y} - \underline{y}) - (C_1 - C_0) = \underline{S}^{nr}$$

Il existe une multitude de valeurs I^{nr} et C_a^{nr} telle que l'espérance d'indemnité nette soit la plus faible possible qui induise néanmoins le changement de pratiques. Or $(1 - p_0)I - C_a$ est

exactement le coût monétaire pour la puissance publique de l'assurance conditionnelle. Pour inciter la transition ce coût doit être au moins égal à la subvention minimale qui permet cette transition.

Lemma 1 *Considérons un agriculteur neutre au risque et dont les croyances sont identiques à celles d'un assureur privé et des décideurs publics. Une assurance conditionnelle au changement de pratique ne permet pas à un assureur privé de faire de profits, et a le même coût, pour la même efficacité, qu'une subvention.*

3.3 Les assurances avec neutralité au risque et surestimation des risques

Supposons maintenant que l'agriculteur surestime les risques de pertes liés aux changements de pratique. Cela peut être le cas pour un certain nombre de raisons : Manque d'observations si les pratiques écologiques sont très peu mises en œuvre, mauvaise attribution de pertes de récoltes aux changements de pratique (biais d'attribution), croyances façonnées par des traditions, ou aversion à l'ambiguïté.

Un agriculteur peut en effet être neutre au risque mais averse à l'ambiguïté. S'il est averse à l'ambiguïté à la Gilboa et Schmeidler (1989) (modélisation max-min), il surestimera la probabilité des mauvais états de la nature, c'est-à-dire dans notre cas, la probabilité de pertes.

Supposons que l'agriculteur connaisse bien les risques associés aux pratiques intensives, mesurés par p_1 , mais qu'il surestime les risques de pertes associés aux pratiques écologiques : il sous-estime donc p_0 . Notons p_0 sa croyance et \tilde{p}_0 la vraie valeur de la probabilité, avec $p_0 < \tilde{p}_0$.

- *Subvention* : Pour induire un changement de pratique grâce à une subvention, la puissance publique doit toujours dépenser le montant de la subvention minimale S^{nr} (au lieu de $(p_1 - \tilde{p}_0)(\bar{y} - \underline{y}) - (C_1 - C_0)$, qui est plus faible, si l'agriculteur avait eu des croyances exactes)

- *Assurance* : Pour induire un changement de pratique grâce à l'assurance, la puissance publique doit proposer un contrat tel que $(1 - p_0)I - C_a \geq (1 - p_0)I^{nr} - C_a^{nr} = (p_1 - p_0)(\bar{y} - \underline{y}) - (C_1 - C_0) = \underline{S}^{nr}$ comme précédemment.

Mais le *coût* de ce contrat est différent : il coûte de facto $\tilde{p}_0 I^{nr} - C_a^{nr}$, puisque les pertes n'auront lieu qu'avec probabilité \tilde{p}_0 . Donc le coût réel est inférieur à la subvention minimale

incitative ($\tilde{p}_0 I^{nr} - C_a^{nr} < \underline{S}^{nr}$).

Comme la véritable probabilité est inférieure à la croyance de l'agriculteur, l'assureur paiera moins souvent l'indemnité I^{nr} que ne l'estime l'agriculteur. L'écart de perception des risques crée la possibilité d'induire un changement de pratique à moindre coût, tout au moins pendant une période de temps limitée (à l'issue de laquelle l'agriculteur qui a changé de pratique pourra observer ses distributions de rendement et actualiser ses croyances).

Proposition 1 *Une assurance conditionnelle à des pratiques plus écologiques peut induire des changements de pratique à un coût inférieur à une subvention, même lorsque le viticulteur est neutre au risque, s'il sur-estime les pertes associées à ce changement ou s'il est averse à l'ambiguïté.*

Une assurance conditionnelle peut donc enclencher un phénomène d'apprentissage sur les risques réels (et de réduction de l'ambiguïté) à un coût moindre par rapport à une subvention déterministe.

4 Subventions et assurance avec aversion au risque

Considérons maintenant un agriculteur averse au risque. Sa fonction d'utilité de von Neumann et Morgenstern est une fonction $u(\cdot)$ strictement concave. Nous supposons qu'elle est quasi-linéaire dans le coût des traitements (comme souvent dans la littérature sur les efforts et les choix d'action).

4.1 Subvention avec aversion au risque

Le changement de mode de culture est attractif si et seulement si

$$p_0 u(\bar{y}) + (1 - p_0) u(\underline{y}) - C_0 + S \geq p_1 u(\bar{y}) + (1 - p_1) u(\underline{y}) - C_1$$

c'est-à-dire si la subvention est suffisamment élevée, de même que le surcoût lié aux pesticides, pour compenser la baisse espérée du rendement. On obtient une valeur minimale pour que la subvention ait un effet :

$$S \geq \underline{S} \equiv (p_1 - p_0)(u(\bar{y}) - u(\underline{y})) - (C_1 - C_0)$$

De part l'inégalité de Jensen, on sait que $\underline{S} \geq \underline{S}^{nr}$: La subvention minimale qui permet d'induire le changement de pratique est plus élevée qu'avec neutralité au risque, puisqu'il faut compenser l'agriculteur contre l'augmentation de la variance de son rendement.

L'aversion au risque rend plus coûteuse la subvention, comme attendu.

4.2 Assurance avec aversion au risque

Considérons une assurance consistant en une cotisation C_a et une indemnité I en cas de baisse de récolte.

L'assurance est attractive si et seulement si

$$p_0 u(\bar{y}) + (1 - p_0) u(\underline{y} + I) - C_0 - C_a \geq \max\{p_1 u(\bar{y}) + (1 - p_1) u(\underline{y}) - C_1; p_0 u(\bar{y}) + (1 - p_0) u(\underline{y}) - C_0\}$$

S'assurer lorsque l'on baisse les traitements, plutôt que les baisser sans s'assurer, est attractif dès lors que $C_a \leq (1 - p_0)[u(\underline{y} + I) - u(\underline{y})]$.

Supposons que cette condition est satisfaite. Alors le choix du viticulteur se fait entre une baisse des traitements associée à une couverture par l'assurance, et un maintien des traitements au niveau habituel, sans assurance. L'assurance est attractive si

$$p_0 u(\bar{y}) + (1 - p_0) u(\underline{y} + I) - C_0 - C_a \geq p_1 u(\bar{y}) + (1 - p_1) u(\underline{y}) - C_1$$

soit

$$C_a \leq (p_1 - p_0) u(\bar{y}) + (1 - p_1) u(\underline{y}) - (1 - p_0) u(\underline{y} + I) - (C_1 - C_0)$$

ou de manière équivalente

$$C_a \leq (p_1 - p_0)[u(\bar{y}) - u(\underline{y})] + (1 - p_0)[u(\underline{y}) - u(\underline{y} + I)] - (C_1 - C_0)$$

La "prime de risque" correspondant au surcoût supporté par un viticulteur averse au risque augmente la cotisation C_a la plus élevée telle que l'assurance reste attractive.

L'intuition, très classique, est qu'un assureur (public ou privé) neutre au risque (ou capable de se ré-assurer sans coût) peut obtenir un profit en proposant un contrat qui couvre l'agriculteur contre le risque maladie, tout en satisfaisant la contrainte incitative qui requiert que l'agriculteur préfère le protocole de traitement "0", comprenant une réduction des pesticides.

Les éléments étudiés dans la section précédente (aversion à l'ambiguïté à la Gilboa et Schmeidler, surestimation des pertes) renforceraient l'effet de l'aversion pour le risque.

5 Expérimentation en Nouvelle Aquitaine

Dans le cadre du projet régional VitiREV, l'IFV a expérimenté un Protocole de Traitement Assurable (PTA) (Aubert, 2020), qui représente la base d'une assurance conditionnelle au respect d'un schéma de réduction des intrants phytosanitaires. Il s'agit de tester lors de campagnes réelles la qualité d'un outil d'aide à la décision servant de base au protocole assurable, ainsi que l'adéquation de ce protocole aux besoins des viticulteurs, étant données les conditions de couverture par l'assurance.

Ce test expérimental d'une assurance conditionnelle est réalisé avec le groupe d'assurance Groupama et les Vignerons de Buzet et de Tutiac depuis 2019. Le protocole expérimenté doit permettre de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires tout en garantissant un niveau de protection du vignoble satisfaisant et en assurant financièrement les pertes de récolte.

Le fait d'expérimenter cette assurance conditionnelle dans deux caves différentes, dont les caractéristiques diffèrent, permet de vérifier l'adéquation des mesures proposées à des contextes de production et des structures représentatives des modes de production de vin en région Nouvelle-Aquitaine.

5.1 Les conditions de l'expérimentation

Les caves de Vignerons de Buzet et des Vignerons de Tutiac ont souscrit un contrat test, élaboré par Groupama pour assurer les surfaces engagées dans l'expérimentation, et uniquement celles-ci. Ces surfaces couvraient 60 hectares en 2019, 80 hectares, et 6 îlots en 2021, et 110 hectares en 2022. L'expérimentation intègre un suivi de Témoins Non Traités (TNT) sur ces surfaces, Raynal et al. (2021).²

- *Suivi de la pression parasitaire* : Le développement épidémique des principales maladies cryptogamiques de la vigne (mildiou, oïdium, black rot et botrytis) a été suivi toutes les semaines du débourrement à la véraison. Des observations physiologiques et sanitaires sont réalisées en suivant le protocole de l'IFV. Le nombre de bourgeons laissés à la taille et le nombre de bourgeons

²Ces témoins se présentent sous la forme de piquetées (5 cep) bâchées lors des traitements ou de rangs entiers (4 rangs consécutifs) en bordure de parcelle non traités pendant la campagne. Chaque îlot de suivi comprend une répétition de rangs entiers et 2 à 3 piquetées bâchées.

débouffés a permis d'estimer le potentiel de production du cep.³ Sur chaque cep et pour chacune des maladies, la fréquence d'organes touchés et l'intensité de destruction sont calculées (sur feuilles et sur grappes). Cela permet en particulier d'ajuster régulièrement l'estimation du potentiel de récolte pour la campagne en cours.

Un suivi est également réalisé sur des rangs traités choisis pour couvrir l'hétérogénéité des surfaces. Il permet de surveiller l'état sanitaire et de s'assurer de la bonne efficacité du niveau de protection généré par le protocole.

• *Le Protocole de Traitement Assurable* : Le Protocole de Traitement Assurable (PTA) repose sur un accès aux outils d'aide à la décision développés par l'Institut Français de la Vigne (IFV) :

- la plateforme Epicure (consultation des cartes de données météorologiques qui servent aux calculs et simulations prévisionnelles des risques épidémiques sur le vignoble, Raynal et al., 2010),

- l'accès aux OAD Optidose® et DéciTrait® (recommandations sur les doses de traitements et sur les dates optimales de leur positionnement, Davy, 2020).

Optidose® calcule la réduction de dose possible à partir du volume de la haie foliaire et de la pression parasitaire modélisée au moment du traitement. DéciTrait® utilise les sorties du modèle Potentiel Système de l'IFV pour faire des préconisations des périodes de contaminations où la vigne doit être protégée.

5.2 Résultats

Le premier point à souligner est que les pertes de récolte ont été jugées négligeables par les deux caves coopératives (à l'exception d'une parcelle aux caractéristiques spécifiques, dont les ceps ont finalement été arrachés).

Les millésimes couverts par l'expérimentation ont eu des caractéristiques très différentes. Ainsi 2019 a eu une faible pression parasitaire. Au contraire, la pression mildiou du millésime 2020 était très forte. Les premiers symptômes sont apparus sur feuilles des TNT dès le début du

³Le nombre de feuilles, d'entre-cœurs et de feuilles sur entre-cœurs est compté sur un rameau repéré par cep pour estimer la surface foliaire totale. Le nombre de grappes et de grappillons permet de calculer le taux de fertilité et d'estimer le potentiel de récolte.

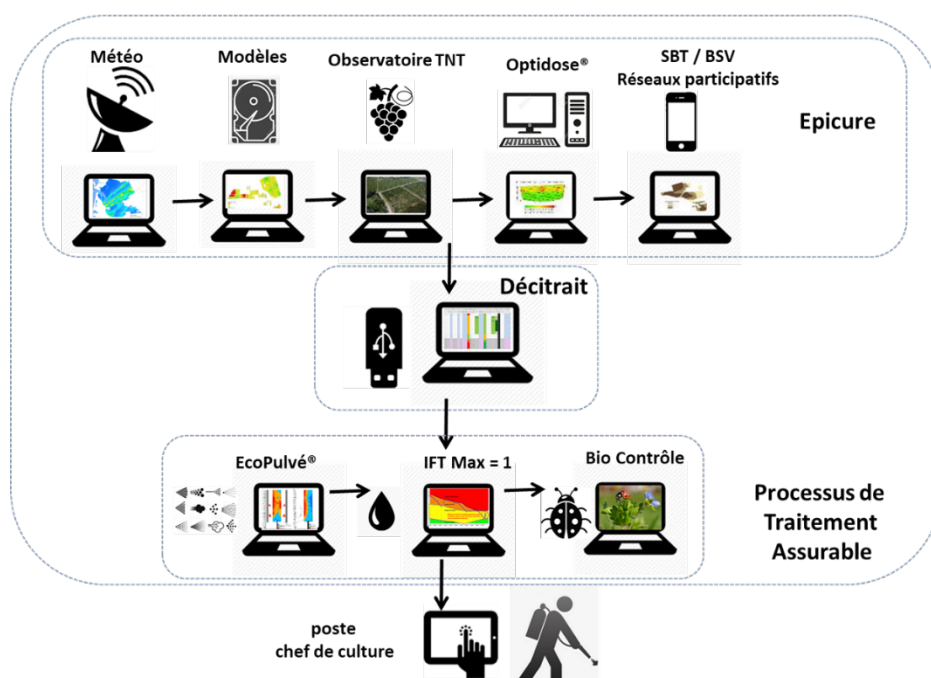


Figure 1: Le processus expérimental.

mois de mai, au stade boutons floraux séparés. On a observé 70 % de destruction des grappes sur les témoins non traités. Il s'agissait donc d'une année particulièrement difficile, pour laquelle le Protocole de Traitement Assurable a pourtant maintenu les rendements, malgré une forte baisse de l'IFT (cf. ci-dessous). Enfin, le millésime 2021 est atypique avec une pression mildiou très tardive (Fig. 2). Les premiers symptômes sur feuilles sont apparus à la fin du mois de juin. Les grappes ont été atteintes quelques semaines plus tard avec une très forte progression des dégâts à la fin du mois de juillet.

La figure 2 montre le développement du mildiou sur grappes sur les témoins non traités de de la cave de Buzet en 2019 (a), 2020 (b), 2021 (c) et sur les témoins non traités de la cave de Tutiatic en 2019 (d), 2020 (e) et 2021 (f). Les courbes représentent la fréquence de grappes atteintes (bleu) par le mildiou ainsi que l'intensité de destruction par le mildiou des grappes (rouge foncé).

- *Réduction marquée des IFT* : La modélisation précise du risque épidémique et l'observation de l'évolution de la pression parasitaire sur les témoins non traités a permis d'adapter très

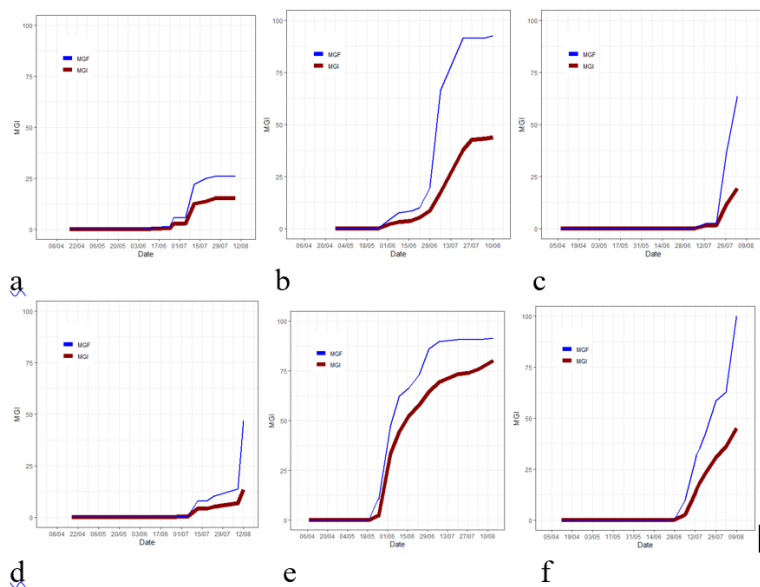


Figure 2: Les maladies relevées sur les témoins non traités

finement les traitements. Cela a abouti à une réduction de l'IFT sur chaque millésime par rapport à des pratiques conventionnelles.

Pour la cave des Vignerons de Tutiac où toutes les parcelles de l'expérimentation sont conduites en agriculture conventionnelle, l'IFT mildiou moyen enregistré est de 2.2 en 2019, 4 en 2020 et 5.8 en 2021. Par rapport aux pratiques conventionnelles de la cave, cela représente une réduction de 70 % en 2019, 50 % en 2020 et 30 % en 2021. L'IFT des traitements contre l'oïdium est de 2.4 en 2019 et 2020 et 1.4 en 2021. Cela correspond à une baisse de l'IFT de 50 % en 2019, 55 % en 2020 et plus de 70 % en 2021.

La cave des vigneron de Buzet a intégré dans l'expérimentation des surfaces conduites en conventionnel et en agriculture biologique. L'IFT mildiou est de 4 en 2019, 3.1 en 2020 et 4.4 en 2021 sur la partie conventionnelle et respectivement 3.3, 2.7 et 3.3 sur la partie conduite en agriculture biologique. Cela représente une réduction de l'IFT par rapport aux pratiques traditionnelles de la cave de 30 % en 2019, 50 % en 2020 et 40 % en 2021. La réduction de l'IFT oïdium est semblable avec des valeurs sur les surfaces expérimentées entre 1 et 3 IFT.

- *Franchises et apprentissage* : Un élément important, en lien avec les résultats de notre modèle, est que les coopératives de Tutiac et Buzet ont été catégoriques quant à leur refus de

supporter une franchise lors de la première campagne test, en 2019. Les bons résultats obtenus en suivant le Protocole de Traitement Assurable les ont cependant convaincues d'accepter une franchise de 5 % lors des campagnes suivantes. Cette acceptation montre bien une évolution de leurs croyances quant aux pertes qu'elles risquaient de subir en suivant le PTA plutôt qu'en cultivant les vignes comme sur les autres parcelles.

Ce point est important dans la mesure où on peut espérer qu'une assurance, subventionnée pendant un certain temps, permette d'éliminer une surestimation des risques (si cette surestimation existe bien, ce qui semblait être le cas dans le cadre de notre expérimentation).

6 Conclusion

L'expérimentation menée en partenariat avec Groupama, Tutiac et Buzet se poursuit. De nombreuses problématiques restent à étudier (franchise, ajustement des seuils de traitement au sein du PTA, rentabilité de l'assurance pour l'assureur privé, utilisation d'assurances indiciaires, etc.). Néanmoins les résultats des premières campagnes ont été extrêmement encourageants, malgré des années difficiles au niveau de la pression parasitaire. Ce test fournit donc une preuve de concept, relatif à l'utilisation d'une assurance conditionnelle au respect d'un protocole, comme outil pouvant permettre de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires dans la vigne. Il est à noter que les protocoles ont été efficaces lors de 3 campagnes aux caractéristiques très différentes et ont permis de modifier l'acceptabilité pour les caves d'un contrat d'assurance comprenant une franchise (ce qui présente plus de risque du point de vue du viticulteur). Il s'agit d'une démarche innovante qui requiert l'expertise jointe d'agronomes et d'économistes afin de concevoir un outil efficace.

References

Aubert C., Raineau Y, Raynal M., Magot C., Gizardin F., Lély D., Abadie P. (2020). Le soutien à la prise de risque comme levier pour une transition environnementale, *Revue des œnologues* N°177, Octobre 2020.

Chen, M., Brun, F., Raynal, M. et al. (2020). Delaying the first grapevine fungicide applica-

tion reduces exposure on operators by half. *Scientific Reports*, 10, 6404. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62954-4>

Davy, A. (2020). DeciTrait, un OAD dédié à la protection de la vigne. *PhytopA*, 732, 24-29.

Doherty, E., Mellett, S., Norton, D., McDermott, T., O' Hora, D., and Ryan, M. (2021). A discrete choice experiment exploring farmer preferences for insurance against extreme weather events, *Journal of Environmental Management*, 290, 112607.

Enjolras, G., and Sentis, P. (2011). Crop insurance policies and purchases in France, *Agricultural Economics*, 42 (4), 475-486.

Enjolras, G., Capitanio, F., and Adinolfi, F. (2012). The demand for crop insurance: Combined approaches for France and Italy, *Agricultural economics review*, 13, 5-22.

Fezzi C., Menapace L., Raffaelli R. (2021) Estimating risk preferences integrating insurance choices with subjective beliefs, *European Economic Review*, vol. 135, 103717.

Gilboa, I. and Schmeidler, D. (1989) Maxmin expected utility with non-unique prior, *Journal of Mathematical Economics*, 18, 141-153.

Möhring, N., Dalhaus, T., Enjolras, G. and Finger, R. (2020). Crop insurance and pesticide use in European agriculture, *Agricultural Systems*, 184, 102902.

Möhring, N., Wuepper, D., Musa, T. and Finger, R. (2020). Why farmers deviate from recommended pesticide timing: the role of uncertainty and information. *Pest management science*, 76 (8), 2787-2798.

Raynal M., Debord C., Guittard S., and Vergnes M. (2010). Epicure, a geographic information decision support system applied on downy and powdery risks of mildews epidemics on the Bordeaux vineyard, *Proceedings of the sixth international workshop on the grapevine downy and powdery mildew, Bordeaux, France, 4-9 July 2010, INRA-ISVV*, 144-146.

Raynal, M., Davadan, L., Lely, D., Magot, C., Gizardin, F., Taillée, M. and Robichon, G. (2021). Expérimentation au vignoble d'un protocole d'assurance pour couvrir les pertes de récolte dues aux maladies cryptogamiques et liées à la réduction des intrants phytosanitaires, *Epidemiology and Disease Forecasting, Proceedings of the 9th International Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew*.