

## **Variétés résistantes et acceptabilité par le marché : une évaluation par l'économie expérimentale**

***Alejandro Fuentes Espinoza***

*GREThA, CNRS, UMR 5113, Université de Bordeaux  
Institut des Sciences de la Vigne et du Vin*

***Anne Hubert***

*GREThA, CNRS, UMR 5113, Université de Bordeaux  
Institut des Sciences de la Vigne et du Vin*

***Yann Raineau***

*USC INRA-GREThA 1441  
GREThA, CNRS, UMR 5113, Université de Bordeaux  
Institut des Sciences de la Vigne et du Vin*

***Céline Franc***

*Unité de recherche Œnologie - USC INRA 1366 - EA 4577  
Institut des Sciences de la Vigne et du Vin*

***Eric Giraud-Héraud***

*USC INRA-GREThA 1441  
GREThA, CNRS, UMR 5113, Université de Bordeaux  
Institut des Sciences de la Vigne et du Vin  
[eric.giraud-heraud@u-bordeaux.fr](mailto:eric.giraud-heraud@u-bordeaux.fr)*

**Cahiers du GREThA  
n° 2018-22  
octobre**

**Variétés résistantes et acceptabilité par le marché :  
une évaluation par l'économie expérimentale**

**Résumé**

*Nous proposons dans cet article une analyse de la valorisation par les consommateurs de vins blancs issus de variétés résistantes et produits dans la région viticole du Languedoc en France (millésime 2016). Pour cela nous donnons les résultats d'une expérience en laboratoire réalisée à Paris en Juin 2017, où un panel de plus de cent-soixante consommateurs, acheteurs réguliers de ce type de vin, devait évaluer un vin de cépage Bouquet 3159 (monogénique résistant au mildiou et à l'oidium et optimisé sur la qualité) en comparaison avec deux vins conventionnels de niveaux qualitatifs différents, ainsi qu'avec un vin certifié biologique de typicité et de niveau de prix comparables. Les performances environnementales et sanitaires des modes de production des différents vins ont été quantifiées au moyen de plusieurs indicateurs : l'indicateur de fréquence de traitements (IFT) et l'analyse de résidus de pesticides.*

*Les consommateurs ont d'abord évalué les vins après dégustation et avec un niveau minimal d'information portant sur la région d'origine et le millésime, puis après information sur les modes de production et le niveau atteint par nos indicateurs. La méthode utilisée pour crédibiliser les évaluations individuelles est celle de l'économie expérimentale, via une procédure de révélation directe des consentements à payer (prix maximum d'achat pour une bouteille de vin en fonction de l'information disponible). Les résultats obtenus montrent la difficulté d'acceptation, au niveau purement sensoriel, du vin issu de variété résistante, par les consommateurs. Nous vérifions néanmoins qu'une communication orientée sur les performances environnementales et sanitaires conduit à fortement améliorer la position du vin de variété résistante, pour le placer en tête des évaluations qualitatives moyennes. Sur le plan économique, nous montrons que cette valorisation se traduit par des parts de marchés élevées, gagnées sur le terrain des vins conventionnels. Les pertes de part de marché sont en revanche plus limitées pour le vin conventionnel premium, laissant entrevoir que les vins de qualité supérieure seraient moins directement concurrencés par les vins issus de variétés résistantes.*

**Mots-clés:** Vin, Variétés résistantes, Indicateur de fréquence de traitements, Analyse de résidus de pesticides, Consentement à payer, Economie expérimentale.

**Resistant grape varieties and market acceptance:  
an evaluation based on experimental economics  
Abstract**

*We analyze consumers' evaluations of white wines from resistant varieties, produced in the Languedoc winegrowing region of France (2016 vintage). We use the results from a laboratory experiment performed in Paris in June 2017, where a panel of more than one hundred and sixty consumers, regular buyers of this type of wine, were asked to evaluate a wine of the Bouquet 3159 grape variety (monogenic variety resistant to mildew and powdery mildew and optimized for quality) and compare it with two conventional wines of different quality levels, and with a certified organic wine of similar type and price. The environmental and health performances and the production methods of the different wines were quantified according to several indicators: treatment frequency indicator (TFI) and pesticide residue analysis*

*The consumers first evaluated the wines after tasting, having been given only a minimum amount of information about the region of origin and the vintage, then again after receiving information on production methods and the levels of our indicators. The method used to lend credibility to individual valuations used experimental economics, via a mechanism based on direct disclosure of their willingness to pay (maximum purchase price for a bottle of wine according to available information). The results showed that, on a purely sensory level, consumers had difficulty in accepting wine from a resistant variety. We were then able to see that communication focusing on environmental and health performances very much improved the position of the resistant variety of wine, putting it ultimately at the top of the average qualitative evaluations. In economic terms, we show that this promotion results in high market share, gained from conventional wines. Market share losses were lower, however, for the premium conventional wine, suggesting that the higher quality wines would be less directly challenged by wines produced from resistant varieties.*

**Keywords:** Wine, Resistant varieties, Treatment frequency indicator, Pesticide residue analysis, Willingness to pay, Experimental economics.

**JEL:** D12, Q11, Q13, Q16

**Reference to this paper:** Fuentes Espinoza A., Hubert A., Raineau Y., Franc C., Giraud-Héraud E. (2018) Variétés résistantes et acceptabilité par le marché: une évaluation par l'économie expérimentale, *Cahiers du GREThA*, n°2018-22.

<http://ideas.repec.org/p/grt/wpegrt/2018-22.html>.

## Introduction

Les variétés résistantes aux maladies cryptogamiques constituent une innovation reconnue pour diminuer l'usage des intrants en viticulture (voir par exemple Merdinoglu et al. 2009). De nombreux débats au niveau agronomique se sont posés sur les moyens les plus efficaces de pérenniser cette résistance (e.g. Bouquet, 1980 ; Delmas et al. 2016; Delmotte et al., 2014) et sur l'amélioration qualitative des produits de ces variétés en vue d'une mise en marché des vins qui en sont issus (Salmon, Ojeda et Escudier, 2017). Sur le plan économique les analyses se sont orientées sur les attentes des producteurs (Lybbert et Gubler, 2008; Lybbert et al., 2012) et sur la réduction des coûts liés à l'usage de ces innovations (Binzen Fuller, Alston et Sambucci, 2014). Toutefois, il n'existe pas à notre connaissance de travail effectué sur l'acceptation des vins issus de variétés résistantes par les consommateurs. La raison principale est que comme pour beaucoup de produits innovants, il n'existe pas encore de données de consommation sur une période de temps suffisamment longue et que par ailleurs, notamment dans le domaine du vin, il est toujours difficile de comprendre les réels arbitrages effectués par les consommateurs, entre d'une part les aspects purement qualitatifs, intrinsèques au produit, et d'autre part les effets extrinsèques liés à l'étiquetage et à l'information dont disposent les consommateurs sur les modes de production (provenance, certifications, allégations, etc.), surtout quand ils sont orientés sur les performances environnementales.

Cet article propose une méthodologie d'évaluation des attentes et arbitrages des consommateurs dans le cadre de l'économie expérimentale. Il s'agit de recueillir des consentements à payer des consommateurs (en général pour une bouteille de vin sous différentes configurations informationnelles) avec une expérience contrôlée en laboratoire (i.e en l'absence d'interactions sociales) et en garantissant une crédibilité des révélations de consentement à payer par des méthodes incitatives de révélation (voir par exemple Lusk et Shogren, 2007 pour un tour d'horizon de ces méthodes). Les questions générales que nous posons sont alors les suivantes :

- Quel est le consentement à payer d'un consommateur pour un vin de variété résistante, en comparaison de son consentement à payer pour d'autres vins conventionnels, issus de la même région de production et du même niveau de prix ?
- Quel est l'effet de l'information de la performance environnementale et sanitaire sur le consentement à payer des vins de variétés résistantes et sur les arbitrages qualité-prix des consommateurs?

Des premiers éléments de réponses à ces questions sont fournis dans cet article avec les résultats d'un marché expérimental mené à Paris en Juin 2017. Dans le cadre d'un travail spécifique sur les vins blancs de la région viticole du Languedoc en France, nous avons sélectionné un vin de cépage Bouquet 3159 produit à l'Institut National de la Recherche Agronomique<sup>1</sup> (INRA). Le vin de millésime 2016 a été confronté à deux types de vins conventionnels: un vin conventionnel standard de la même propriété viticole, et également commercialisé par l'INRA, et un vin 'premium' d'une autre propriété de la même région de production du Languedoc, mais de qualité et de prix supérieurs. Nous avons également sélectionné pour cette expérience un vin biologique régional pour mieux positionner l'option 'variété résistante' par rapport à une alternative de mode de production qui s'inscrit elle aussi

---

<sup>1</sup> INRA-Pech Rouge, Experimental Unit (<https://www1.montpellier.inra.fr/pechrouge/index.php/en/>)

dans la démarche de réduction des pesticides, mais qui est néanmoins plus traditionnelle pour les consommateurs. Les performances environnementales et sanitaires des modes de production des différents vins ont été quantifiées au moyen de l'indicateur de fréquence de traitements (IFT) et d'analyses de résidus de pesticides, chimiques ou biologiques.

Les résultats obtenus montrent la difficulté d'acceptation, au niveau purement sensoriel, du vin de variété résistante par les consommateurs. Les consentements à payer révélés sont en effet significativement plus faibles que pour des vins traditionnels qualitatifs. Néanmoins une communication orientée sur les performances environnementales et sanitaires conduit à fortement améliorer la position du vin de variété résistante sur le marché. En utilisant les prix de vente réels et en les comparant aux consentements à payer recueillis, nous estimons ensuite les pertes de parts de marché des vins conventionnels. On constate alors que ces pertes sont considérablement réduites pour des vins qualitatifs en dépit d'une faible performance environnementale (IFT supérieur à 10) et sanitaire (présence de résidus de pesticides de synthèse dans le cas des vins conventionnels ou de résidus de cuivre dans le vin Bio). Les enseignements de politique publique concernent les attentes des consommateurs en matière environnementale et sanitaire qui s'inscrivent aujourd'hui comme un élément à part entière de la qualité des vins.

## Matériel et méthodes

Une très large littérature est aujourd'hui disponible concernant l'attente des consommateurs de vins pour une amélioration environnementale et sanitaire des modes de production. Comme le soulignait récemment Schäufele et Hamm (2017), dans une revue de la littérature, ces considérations de développement durable deviennent en effet de plus en plus importantes pour les consommateurs européens et nord-américains et se traduisent peu à peu dans les actes d'achat (voir également Forbes et al, 2009 ; Pomarici, and Vecchio, 2014, Delmas and Grant, 2014). Dès lors, un grand nombre de ces travaux se sont focalisés sur les vins biologiques pour évaluer le 'premium' obtenu grâce à cette certification en lien avec l'étiquetage environnemental (e.g. Brugarolas et al., 2005 ; Schäufele and Hamm, 2018). Cependant plusieurs auteurs ont montré la difficulté de bien comprendre les motivations réelles des consommateurs de vins bio qui bien souvent interprètent cette certification comme un signal de qualité en général (e.g. Pagliarini, Laureati and Gaeta , 2013). De plus, les auteurs ont montré la difficulté de mesurer les réels arbitrages des consommateurs entre d'une part les attributs de développement durable et d'autre part la valorisation organoleptique qui bien souvent reste prédominante (Loureiro, 2003 ; Schmit, Rickard et Taber, 2013). Il va de soi que ces résultats restent dépendants des spécificités des marchés et des consommateurs en fonction de leur âge, de leur genre ou de leur revenu (e.g. Thomas et Pickering, 2005 ; Sellers-Rubio and Nicolau-Gonzalbez, 2016) ce qui nécessitera un grand nombre d'études empiriques pour dégager, ou non, des résultats plus généraux.

Plus récemment, Schäufele and Hamm (2018) ont proposé de se concentrer sur la différence très grande qu'il y a entre d'une part les intentions et les attentes des consommateurs et les achats réels sur un marché qui bien souvent ne confirment pas les intentions et les attentes déclarées (le fameux « *attitude-behaviour-gap* »). Les méthodes d'incitations que l'on trouve dans la littérature en économie expérimentale permettent de résoudre en partie ce phénomène en évitant le 'biais de désirabilité sociale' et en tenant compte des contraintes de revenus des consommateurs (voir par exemple pour des applications au vin, Combris et al, 2009 ; Vecchio, 2013). L'expérience en laboratoire que nous menons s'inscrit dans le cadre de ces méthodologies d'économie expérimentale et permet de tester des vins innovants qui ne disposent pas de données historiques de consommation et d'achat. Nous avons choisi d'utiliser une méthode de révélation directe des consentements à payer des consommateurs (Combris,

Giraud-Héraud, Seabra Pinto, 2013) pour laquelle les consommateurs fixent des prix minimum d'achat, suite à une comparaison des produits qui leur sont proposés à la vente. Le vin qui leur sera vendu sera alors celui qui maximise leur surplus (différence entre le CAP et les prix de vente tirés au hasard dans le même esprit que la méthode originale proposée par Becker, DeGroot-et Marschak, 1964).

Nous décrivons par la suite notre protocole expérimental qui débute par une sélection des vins et la mesure des indicateurs de développement durable, afin de contrôler au mieux l'effet de l'information dont dispose le consommateur au moment de révéler son consentement à payer.

## 1. Sélection des vins

La sélection des vins que nous avons soumis aux consommateurs pour effectuer une comparaison s'est déroulée de la façon suivante. Nous avons commencé par sélectionner un vin issu de variété résistante, disponible à la vente et optimisé sur le plan qualitatif (variété monogénique partiellement résistante au mildiou et totalement résistante à l'oïdium). En France l'Institut National de la Recherche Agronomique effectue ce type d'activités sur son site expérimental de l'INRA Pech Rouge. En se concentrant sur les vins disponibles du millésime 2016, un jury professionnel de 10 dégustateurs, réunis en décembre 2016 à l'INRA Pech Rouge pour une dégustation à l'aveugle a finalement proposé de se focaliser uniquement sur les vins blancs de cette exploitation en retenant le vin *a priori* le plus qualitatif pour les variétés résistantes : un vin issu du cépage Bouquet 3159, aromatique avec une typicité ne tranchant pas trop avec celle des vins traditionnels du Languedoc. Un deuxième vin blanc a été sélectionné sur la même exploitation de l'INRA Pech Rouge, et du même millésime 2016, mais cette fois produit à partir de variétés autorisées dans le cadre de l'Indication Géographique Protégée 'Aude' dont peut bénéficier ce vin. En dépit de la différence des cépages, ce vin 'conventionnel standard' de l'exploitation pouvait alors être considéré, selon l'avis du jury de dégustation, comme substituable au vin de variété résistante (les écarts de typicité n'étant pas particulièrement importants). Pour compléter le dispositif nous avons toutefois pris la décision de sélectionner ensuite un vin dit 'conventionnel premium' de la même région viticole du Languedoc (mais cette fois en Appellation d'Origine Protégée 'Languedoc') et du même millésime 2016, et qui pouvait représenter idéalement un substitut en qualité plus élevée, avec un niveau de prix supérieur, tout en restant en dessous du prix psychologique des 10€ (comme on le voit plus loin sur le tableau 1, le prix départ propriété de ce vin conventionnel premium au moment de l'expérience est de 8,90 € alors que le vin de variété résistante est facturé à 6€ et le vin 'conventionnel standard' vendu à 4,70 € par la propriété).

En dehors des aspects organoleptiques, le deuxième critère qui a motivé notre sélection est celui de la performance des vins en matière de réduction de l'usage des produits phytosanitaires au niveau du vignoble. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi de sélectionner également un vin de la certification biologique bien connue des consommateurs. La certification bio peut en effet être valorisée pour ce qu'elle représente en matière de réduction de l'usage des pesticides, même si elle reste coûteuse, et dans certains cas risquée, pour les producteurs.<sup>2</sup> Ce vin bio que nous avons rajouté à l'expérience, toujours du même millésime

---

<sup>2</sup> La certification bio connaît une croissance importante en France et dans le monde (voir récemment la prospective de France Agrimer, 2017) mais connaît des aléas liés à la difficulté de prévenir le développement des maladies de la vigne dans certaines régions viticoles et à l'usage souvent considéré comme abusif du cuivre, pour venir à bout de ces maladies cryptogamiques.

2016 et de la même région viticole du Languedoc, est de niveau de prix équivalent au vin conventionnel premium (8€ la bouteille départ propriété). Nous verrons dans les sections suivantes que la performance environnementale et sanitaire peut également être considérée comme relativement équivalente à celle du vin de variété résistante, mais qu'en revanche la détection de résidus de cuivre dans ce vin (issue de l'acceptation de l'usage de cuivre afin d'éviter la prolifération du mildiou) peut susciter des réactions négatives en matière de consentement à payer.

## 2. Indicateur de Fréquence de Traitements (IFT)

Mesurer les impacts environnementaux de l'agriculture est une tâche complexe, abordée dans la littérature au travers de différentes familles d'approches méthodologiques : cartographies des risques, analyses du cycle de vie, élaboration d'indicateurs agro-environnementaux (Payraudeau et van der Werf, 2005). On distingue, au sein de cette famille d'indicateurs agro-environnementaux, les indicateurs d'état, mesurant la qualité environnementale du milieu (approche par l'aval), et les indicateurs de pression, fondés sur les pratiques agricoles, mesurées ou modélisées (approche par l'amont)(Pingault *et al.*, 2009). Ces indicateurs de pression peuvent porter sur différents types d'aspects de l'activité agricole : rotation des cultures (et ses impacts sur la biodiversité), recours à l'irrigation, utilisation d'engrais et d'amendements et bien sûr, utilisation de pesticides.

Concernant la mesure de l'utilisation de pesticides, Falconer (2002) faisait état du manque d'indicateurs environnementaux, reconnus largement, à disposition des producteurs et surtout des régulateurs pour aller vers des itinéraires techniques plus durables ; concevoir et évaluer des politiques publiques les favorisant. Il semble en effet qu'aucun indicateur n'arrive à tenir compte des différents paramètres à considérer pour juger de l'impact environnemental de l'usage des pesticides : les doses utilisées, les vitesses relatives de dégradation des produits considérés, leurs dispersions relatives dans les compartiments air, eau, sol et enfin leurs toxicités relatives et combinées (« effets cocktails » liés aux interactions encore mal connues entre les différentes matières actives) vis-à-vis de différentes espèces vivantes (Levitan, Merwin et Kovach, 1995, van der Werf, 1996, Bockstaller, Girardin et van der Werf, 1997).

Les indices les plus employés en la matière tiennent avant tout compte du premier aspect : ils sont construits autour d'une comptabilité des doses appliquées par les agriculteurs. C'est notamment le cas de l'Indicateur de Fréquence de Traitements phytosanitaires (IFT), défini comme le nombre de doses de référence<sup>3</sup> appliquées sur une parcelle culturale pendant une campagne(Pingault *et al.*, 2009), indicateur issu de travaux de recherche danois (Gravesen, 2003) plus tard réadaptés en France par l'INRA et l'IRSTEA (Aubertot *et al.*, 2005, Champeaux, 2006).

$$IFT = \frac{\text{dose appliquée}}{\text{dose de référence}} \times \frac{\text{surface traitée}}{\text{surface totale}}$$

L'IFT ainsi défini représente non pas un nombre de traitements effectués mais plus exactement le nombre de *doses de référence* appliquées sur une parcelle. Par rapport au simple nombre de traitements phytosanitaires, cet indice présente l'avantage de tenir compte à la fois des doses réellement appliquées et de la superficie réellement traitée. Enfin, cet indice correspondant à un rapport exprimé en unités, il est possible d'additionner des doses de produits différents, et

---

<sup>3</sup>La dose de référence utilisée le plus souvent est la dose homologuée (Ministère de l'Agriculture, 2015). Cette dose homologuée est déterminée en France par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) et figure au sein de l'Autorisation de mise sur le marché (AMM) du produit, en tant que dose maximale d'emploi.

de les regrouper par catégories : « IFT fongicides », « IFT herbicides », etc. Cette distinction est intéressante pour comprendre les importances relatives et les différents usages de ces pesticides selon les cultures et les régions.

La difficulté de ce genre d'indices synthétiques, reposant sur un principe simple d'addition de quantités de pesticides, reste néanmoins la considération égale des différents produits utilisés, quels que soient leur degré de toxicité ou de rémanence dans l'environnement (Barnard *et al.*, 1997). En cela, l'IFT comme d'autres indicateurs non pondérés par les profils de pesticides restent des indicateurs environnementaux et sanitaires imparfaits<sup>4</sup>. Il n'empêche que leur usage s'est fortement répandu, en France notamment, avec l'appui des pouvoirs publics systématisant leur usage et leur relevé au travers d'enquêtes de terrain<sup>5</sup>. Malgré ses imperfections, cet indicateur devient la mesure d'efficacité des politiques publiques françaises, dans le sens qu'une baisse des IFT doit pouvoir objectiver une amélioration environnementale, ce qui donne une importance cruciale au processus d'arbitrage des doses homologuées des produits.

Si l'IFT concerne des pratiques culturelles, l'originalité de notre propre démarche est de les attribuer à un produit fini. Cela a été rendu possible par la mise à disposition des cahiers de traitements des parcelles dont sont issus les vins de l'expérimentation. Par souci de simplification, nous dirons donc dans la suite qu'un vin a un IFT de X pour transcrire le fait qu'il est issu de parcelles dont la moyenne des IFT, pondérée par la composition de l'assemblage, est de X<sup>6</sup>. Plus précisément, pour nous approcher au mieux d'un indicateur environnemental, nous considérerons des IFT hors produits de biocontrôle. Au final, nous obtenons les performances environnementales reproduites sur le tableau 1 : le vin de variété résistante a ainsi un IFT hors biocontrôle de 2, le vin 'conventionnel standard', de 16,9, le vin 'conventionnel premium', de 12,7, et le vin bio, de 2. Ainsi le vin Bio obtient le même niveau de performance environnementale que celui de variété résistante,<sup>7</sup> ce qui facilite la comparaison pour les consommateurs.

### 3. Analyses des résidus de pesticides

La question de la présence de résidus de pesticides dans les produits alimentaires est un sujet ancien dans la littérature scientifique. Dans le cas du vin, les analyses sont plus récentes et font suite à la sensibilisation croissante des médias (et donc des consommateurs) sur cette question de l'usage des pesticides dans le domaine viticole<sup>8</sup>. Toutefois, les techniques d'évaluation sont en perpétuelle évolution et l'on constate bien souvent une réelle variabilité des résultats en

---

<sup>4</sup>La distinction récente des produits dits de *biocontrôle*, substances utilisées comme pesticides mais que l'on peut trouver à l'état naturel dans l'environnement (comme les produits à base de soufre en viticulture), permet tout de même d'affiner l'IFT en un « IFT produits de biocontrôle » et un « IFT hors produits de biocontrôle ». Un point d'IFT de biocontrôle est alors jugé moins dommageable pour la santé ou l'environnement qu'un point d'IFT hors biocontrôle.

<sup>5</sup>Récemment, le syndicat de l'AOC Bordeaux - Bordeaux Supérieur a fait part du souhait d'inscrire à son cahier des charges que tout adhérent devait mesurer et connaître son IFT.

<sup>6</sup>Voir également notre annexe détaillée disponible sur simple demande auprès des auteurs.

<sup>7</sup>Notons que ce vin « bénéficie » dans notre échelle de la décision de ne retenir que les produits hors biocontrôle, excluant donc les produits anti-oïdium à base de soufre.

<sup>8</sup>Voir par exemple l'article de L'Obs du 1<sup>er</sup> octobre 2017 « "Le vin conventionnel contient jusqu'à 12 pesticides. Le vin naturel, aucun" : plaidoyer pour le vin naturel », celui de l'UFC Que Choisir du 24 septembre 2013 « La peste soit des pesticides » ou encore celui de 60 Millions de consommateurs en date du 25 avril 2012 « Des pesticides même dans le vin bio ».

fonction des laboratoires d'analyses et de l'évolution des vins. C'est la raison pour laquelle nous avons fait appel à deux laboratoires différents pour effectuer ces analyses :

- L'Unité Œnologie de l'Institut des Sciences de la Vigne et du Vin (ISVV), Université de Bordeaux, France.
- El Instituto de Investigación y Análisis Alimentario (IIAA) de la Universidad de Santiago de Compostela (USC), Espagne.

L'ISVV a examiné la présence de 190 substances actives et a quantifié les composés détectés. L'IIAA a quantifié les résidus de pesticides dans les quatre échantillons de vin à partir d'une liste prédéfinie contenant 33 composés. L'IIAA a également examiné les vins au niveau de la présence d'un métabolite des dithiocarbamates, l'ETU (éthylène thiourée). Toutefois, afin de relier les pratiques aux champs et les composés retrouvés dans le vin, nous avons fait le choix d'orienter la prospection analytique autour des résidus, principalement sur les substances actives appliquées à la parcelle. De plus, les informations communiquées aux consommateurs n'ont concerné que les résidus de pesticides appliqués à la vigne.

Notons à ce stade que les limites maximales de résidus (LMR), qui cherchent à garantir une certaine innocuité des produits alimentaires auprès des consommateurs européens, n'existent pas encore pour le vin (voir l'annexe VI du règlement 396/2005) et uniquement pour les raisins de cuve (en mg/kg). Les résultats de nos analyses ne peuvent donc être comparés à des limites réglementaires propres au vin. En l'absence de LMR permettant de fournir une valeur comparative de référence, nous avons dès lors choisi de communiquer aux consommateurs une information en termes de nombre de résidus présents et en termes de quantité. Seuls les résidus de composés détectés au-delà du seuil de quantification ont été comptabilisés. Ainsi, le faible signal du métabolite ETU pour le vin conventionnel premium (seul vin en présentant) n'a pas été considéré car se situait en dessous de la limite de quantification. Enfin, le cuivre est le seul pesticide cité. Cette saillance sur le nom de la molécule a été volontaire afin d'évaluer si le vin bio pourrait effectivement être stigmatisé par la présence de cuivre (principal point d'achoppement de cette certification). Aucun résidu n'a pu être détecté pour ce qui concerne le vin issu de cépages résistants. En revanche, les vins 'conventionnel standard' et 'conventionnel premium' font état respectivement de six et trois résidus de pesticides qui ont effectivement été appliqués au niveau du vignoble.



Tableau 1 : Caractéristiques des vins sélectionnés

Vins	Vin de 'variété résistante'	Vin 'conventionnel standard'	Vin 'conventionnel premium'	Vin 'bio'
Code	309	417	575	231
Qualité organoleptique	Standard	Standard	Supérieure	Standard
IFT (hors produits biocontrôle)	2	16,9	12,7	2
Encépagement	100 % Cépage résistant Bouquet 3159	45% Sauvignon, 31% Viognier, 17% Chenin, 7% Arriloba	50% Roussanne, 30% Grenache blanc, 20% Viognier	100% Viognier
Résidus produits phytosanitaires	Absence de résidus de pesticides appliqués	Résidus de 6 pesticides appliqués	Résidus de 3 pesticides appliqués	Résidus de cuivre appliqué
Prix de vente (départ propriété)	6€/bouteille	4,70 €/bouteille	8,90 €/bouteille	8 €/bouteille

#### 4. Recrutement des consommateurs

La sélection des consommateurs a été réalisée par une entreprise de recrutement spécialisée. Les consommateurs ont tous été recrutés dans la région parisienne où se tenait l'expérimentation en laboratoire. Un certain nombre de filtres de recrutement a été défini pour équilibrer au mieux notre population :

- Le panel devait se répartir équitablement entre hommes et femmes.
- Le panel devait être réparti de manière homogène en termes d'âge, ciblant uniquement des personnes majeures.
- Le panel devait être représentatif de toutes les catégories socio professionnelles en limitant à 10% maximum la proportion d'étudiants.
- 100% des consommateurs devaient être acheteurs de vins au moins 1 fois par semaine.
- 100% des recrutés devaient être consommateurs de vin blanc sec au moins 2 fois par mois.
- Aucune personne du panel ne devait appartenir au milieu vitivinicole.

Les consommateurs étaient dédommagés par l'entreprise de recrutement, en déconnexion complète avec le processus de notre expérience. Au final, et en tenant compte de ces filtres de recrutement, le panel était constitué de 163 consommateurs, 82 femmes et 81 hommes avec un âge moyen de 50,8 ans (écart type de 11,8). L'âge minimal étant de 22 ans et l'âge maximal, de 81 ans. On dénombre 22 consommateurs dans la tranche d'âge 20-35 ans, 73 consommateurs dans la tranche 36-55 ans, 68 consommateurs ont plus de 56 ans. La moyenne d'âge des hommes est de 51,9 ans et celle des femmes est de 49,9 ans. Les consommateurs ont été classés en trois groupes selon leurs revenus mensuels. Le premier groupe rassemble 60 consommateurs avec des revenus inférieurs à 2000€ mensuel. Le second groupe compte 73 consommateurs avec des revenus entre 2000€ et 4000€ mensuel. Enfin le dernier groupe réunit 30 consommateurs avec des revenus supérieurs à 4000€ mensuel. En moyenne, les femmes ont des revenus supérieurs à ceux des hommes du panel.

## 5. Protocole d'économie expérimentale

L'expérimentation s'est tenue en Juin 2017 dans une salle d'analyse sensorielle<sup>9</sup> de la région parisienne, contrôlée en température ambiante, avec neuf sessions (chaque session comportant entre 17 et 20 consommateurs) conduites dans la même semaine (conditions externes homogènes pour les consommateurs). Il faut noter que chaque consommateur recruté était dédommagé à hauteur de 30 € par l'entreprise de recrutement, pour participer à cette expérience (en déconnectant cette indemnité de la vente des vins effectuée durant l'expérimentation). Chaque consommateur avait reçu à domicile un courrier explicatif des conditions de l'expérience et du principe de vente retenu, avec une explication de la notion de consentement à payer et du mécanisme de révélation proposé. Ce mécanisme était réexpliqué en séance à l'aide d'exemples, pour bien garantir sa compréhension et l'incitation à la révélation des CAPs compte tenu du niveau d'information disponible sur les produits mis en vente. Avant de commencer l'expérience, il a été précisé aux consommateurs que l'étude s'intéressait à leur jugement personnel, avec l'objectif de recueillir à chacune des étapes, leurs arbitrages sensoriels et économiques. Nous avons également bien précisé que le refus absolu d'achat d'un vin à un moment ou à un autre de l'expérience se traduisait par un CAP nul.

Le protocole expérimental consistait à effectuer une comparaison entre les quatre vins, en donnant de plus en plus d'information sur ces différents vins (voir sur ce point Fuentes Espinoza, 2016): plusieurs étapes d'évaluations étaient ainsi proposées aux consommateurs, et à chaque étape nous relevions de nouveaux CAPs pour chaque vin, en fonction de l'information disponible concernant ces vins à ce stade de l'expérimentation. Chaque étape correspondait donc à une information supplémentaire, ce qui pouvait conduire chaque consommateur à réévaluer son CAP s'il le désirait. Comme il est d'usage dans le champ de l'économie expérimentale, nous avons garanti aux consommateurs que chaque information fournie n'était pas mensongère et pouvait être vérifiée à la fin de l'expérience.

Tous les consommateurs disposaient au départ d'une seule information, commune aux quatre vins, sur le fait que les vins provenaient tous de la région de production « Languedoc » et du millésime 2016. Cette information avait pour but de fournir aux consommateurs un cadre minimal d'évaluation et de structuration cognitive. Juste avant le début de l'expérience, chaque vin a été servi dans un verre transparent de dégustation, selon une quantité standard de 20 ml par verre, et de telle sorte qu'au moment de la première et unique dégustation (étape 1, voir ci-dessous) chaque vin avoisine la température de 12°C. Les vins ont été codés et ordonnés de manière aléatoire par poste, répondant à la règle des carrés latins.

Pour garder intacte l'incitation économique à chaque étape et sur chacune des déclarations faites, les participants sont seulement informés, en début de séance, que la vente finale portera sur une des étapes de l'expérience. Sans plus d'informations, cette étape peut donc *a priori* être n'importe laquelle. Une enveloppe, visible de tous, est accrochée au mur avant la rentrée des participants dans la salle. Il leur est dit en début de séance que cette enveloppe serait ouverte juste avant la vente et qu'elle contenait le numéro de l'étape sur laquelle porterait la vente. L'incitation et le dévoilement des conditions de la vente sont ainsi rendus acceptables et concrets. On notera que ce principe est similaire à la fixation *ex ante* des prix de vente dans le

---

<sup>9</sup>Salle conforme à la norme NF EN ISO 8589 de Mai 2010 « Analyse sensorielle - Directives générales pour la conception de locaux destinés à l'analyse »

cadre de la méthode *Princed* développée par Johnson *et al.* (2015) pour la mesure des préférences. A noter enfin que les consommateurs n'étaient pas informés du nombre d'étapes de l'expérimentation afin d'éviter de créer des attentes et des comportements stratégiques entre étapes. Comme cela a été expliqué longuement aux consommateurs durant la première demi-heure de l'expérience, cette étape de vente garantit la nécessité pour chacun de fournir à chaque étape de l'expérience son véritable CAP pour chacun des vins, en tenant compte de l'information disponible à l'étape considérée et dans un cadre de comparaison entre les quatre vins proposés.

Les étapes d'évaluations étaient les suivantes :

**Étape 1 (Evaluation organoleptique) :** Chaque consommateur procède à une évaluation organoleptique de chacun des quatre vins (évaluation globale en tenant compte des caractéristiques visuelles, olfactives et gustatives). Il est demandé à chaque consommateur de respecter l'ordre de dégustation individuel proposé sur chacun des postes de dégustation (verres disposés en ligne, de gauche à droite, sachant que l'ordre diffère d'un poste à l'autre). Les consommateurs donnent ensuite une évaluation de chaque vin à l'aide d'une note hédonique sur une échelle non graduée de 0 à 10<sup>10</sup>, puis d'un consentement à payer pour une bouteille de chaque vin.

**Étape 2 (Information IFT) :** Cette étape débute par une explication succincte concernant l'utilisation de produits phytosanitaires pour préserver les cultures et rendements, et leur impact potentiel sur l'environnement (sols, eau, air) et l'homme (riverains, viticulteurs). Après avoir défini et expliqué la notion d'IFT (hors produits de biocontrôle), nous fournissons au consommateur le niveau atteint par cet indicateur pour chacun des vins (valeurs figurant sur le tableau 1).

A la fin de cette étape, les consommateurs fournissent un nouveau CAP pour chacun des vins (révisant ou non le CAP de l'étape 1).

**Étape 3 (Information type de viticulture) :** A cette étape, sont présentées aux consommateurs les définitions des termes suivants :

- « vin conventionnel », impliquant une utilisation de produits phytosanitaires de synthèse et d'origine naturelle ; dans le respect de la réglementation Européenne.
- « vin biologique », impliquant uniquement une utilisation de produits phytosanitaires d'origine naturelle<sup>11</sup> ;
- « vin de variété résistante », issus d'une innovation variétale : variété non traditionnelle dans la région de production, mais résistante aux maladies de la vigne, et permettant une utilisation très réduite des produits phyto sanitaires.

---

<sup>10</sup>Nous avons utilisé une échelle non graduée pour les étapes d'évaluation visuelle, olfactive et gustative. Le consommateur indique sa réponse par un trait vertical qui traverse le trait horizontal au point qu'il pense le mieux correspondre à sa perception du vin évalué.

<sup>11</sup> Nous n'avons pas donné plus de précision sur la notion de vin bio, en particulier sur la question de la réduction potentielle de l'usage des sulfites. L'objectif était en effet pour nous de mettre l'accent sur la réduction de l'usage des pesticides au niveau de la parcelle.

Pour chacun des quatre vins nous avons alors donné l'information sur la correspondance de ces définitions avec chaque vin de l'expérience. En ayant cette information complémentaire, chaque consommateur procède alors, s'il le désire, à la réévaluation des différents CAPs.

**Étape 4 (Information résidus de pesticides) :** A cette étape, nous donnons aux consommateurs les informations, contenues dans le tableau 1, concernant la présence ou non de plusieurs résidus de pesticides appliqués à la parcelle. Dans le cas du vin Bio, nous informons les consommateurs que le pesticide retrouvé de façon limitée correspond au cuivre, autorisé en agriculture biologique. Compte tenu de cette information supplémentaire les consommateurs révisent alors ou non leurs CAPs pour chacun des vins, comme précédemment.

Avant l'étape finale de la vente, deux étapes intermédiaires ont été introduites mais dont nous n'exploiterons pas ici les résultats. Sur ces deux étapes, les consommateurs ne devaient plus considérer que deux des quatre vins initiaux (le vin bio et celui de variété résistante), toujours en donnant pour chaque bouteille son CAP. Dans un premier temps, les consommateurs redonnaient deux nouvelles séries de CAPs sur le vin bio et le vin de cépage résistant sans plus d'information qu'à l'étape 4. Dans un deuxième temps, nous montrions les étiquettes et contre-étiquettes de chacun de ces deux vins pour demander de nouveaux CAPs. De manière pratique, ces deux étapes permettaient de réaliser la vente promise en fin de protocole, nécessaire pour créer une incitation économique véritable, tout en ménageant les coûts de l'expérimentation. C'est en effet sur l'une d'entre elles deux que portait la vente (numéro d'étape inscrit sur l'enveloppe accrochée au mur), permettant aux expérimentateurs de n'avoir en stock que ces deux vins.

**Étape finale (Vente) :** A cette étape l'enveloppe accrochée au mur est décachetée. L'étape intermédiaire ainsi dévoilée fait l'objet de la vente en séance pour un certain nombre de consommateurs choisis aléatoirement dans la salle. Les prix de vente de chacun des quatre vins sont également tirés au hasard dans une urne de prix (la distribution des prix au sein de l'urne n'étant pas connue préalablement par les consommateurs) et s'imposent à chaque consommateur. Dès lors, chaque consommateur sélectionné pour la vente achète le vin qui maximise son surplus (différence entre le CAP déclaré à l'étape intermédiaire et le prix de vente d'un vin), si tant est qu'au moins un surplus soit positif<sup>12</sup>.

Ainsi sur chacune des étapes d'évaluations, les consommateurs devaient fournir un (nouveau) CAP pour chacun des quatre vins. A la première étape nous avons néanmoins préalablement demandé aux consommateurs une simple note hédonique pour qu'ils se focalisent sur les qualités intrinsèques des produits en donnant leur appréciation générale indépendamment de considération économique d'achat de ces vins (on vérifiera bien sûr par la suite que le CAP à

---

<sup>12</sup> Si tous les surplus sont strictement négatifs ou si le plus grand surplus est nul mais avec un CAP nul, le consommateur ne peut acheter aucun vin. Enfin, si plus d'un vin attribue le même surplus maximal, les consommateurs peuvent choisir d'acheter le vin qu'ils souhaitent parmi ceux-là. De manière pratique, les numéros préparés pour servir de prix dans l'urne présentaient une décimale, afin d'éviter de tomber trop souvent sur ce cas de figure (et le cas ne s'est effectivement pas produit).

l'étape 1 est une fonction croissante de cette note hédonique). Les étapes suivantes ne font que rajouter de l'information sur chacun des vins, concernant les modes de productions et les résultats des indicateurs sur la performance environnementale et sanitaire.

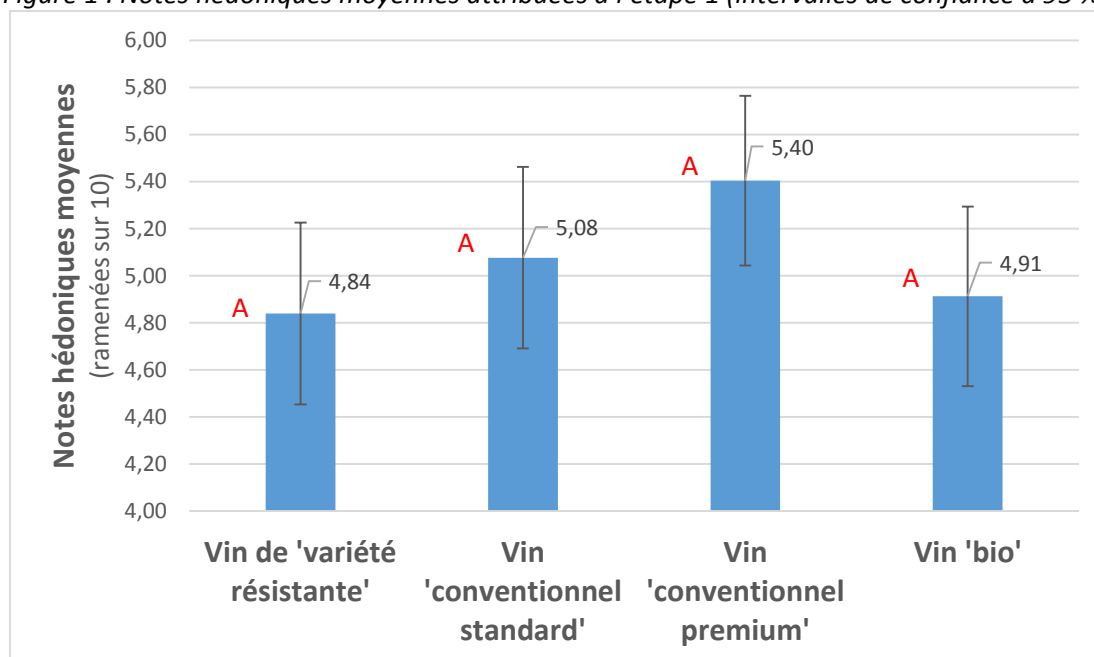
Nous reviendrons dans la discussion finale sur la pertinence de tester ce type d'informations alors qu'elles ne font pas l'objet de réglementation d'étiquetage. Notons simplement à ce stade que si le processus proposé en informations croissantes (et donc, non indépendantes) est en partie motivé pour des considérations opérationnelles de l'expérience, elle justifie pleinement la recherche de l'effet de l'apport d'information contextualisée par un prérequis organoleptique et de connaissance de la région de production et du millésime.<sup>13</sup>

## Résultats et discussions

### 1. Hiérarchisation et préférences des consommateurs

Les figures suivantes donnent un aperçu, à partir des moyennes des notes hédoniques et des consentements à payer, de la hiérarchisation des vins réalisée par les consommateurs, en tenant compte des écarts-types au sein de notre population. Sur la Figure 1, nous présentons les notes hédoniques moyennes attribuées aux quatre vins en étape 1.

Figure 1 : Notes hédoniques moyennes attribuées à l'étape 1 (intervalles de confiance à 95 %).



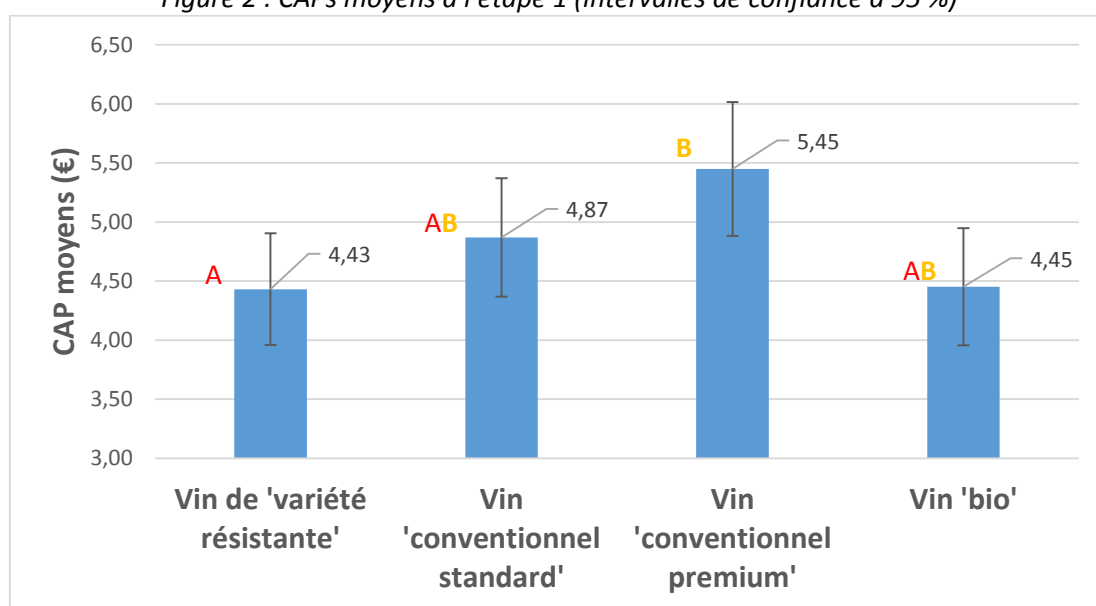
Légende : deux produits partagent la même lettre (ex : « A ») si et seulement s'ils n'ont pas été valorisés de manière significativement différente par l'ensemble du groupe (ANOVA).

<sup>13</sup> La durée fixée pour la réalisation de notre marché expérimental en laboratoire était de l'ordre de quatre-vingt-dix minutes. Au-delà (ce qui serait nécessaire pour une expérience en informations indépendantes) l'expérience serait plus coûteuse (dédommagement supplémentaire des consommateurs) et surtout perdrait en efficacité, du fait de la déconcentration des participants. En revanche l'information croissante permet de mieux contextualiser par la qualité perçue, les modifications de CAPs suite aux informations environnementales et sanitaires (voir les apports de la littérature cités en introduction de cette section).

Les moyennes des notes hédoniques semblent montrer une préférence pour les deux vins conventionnels, notamment pour le vin conventionnel « Premium ». En revanche, le vin issu de variété résistante n'est globalement pas bien perçu par les consommateurs (il obtient la plus basse note moyenne, très proche du vin bio), sans être pour autant complètement rejeté. Les caractéristiques organoleptiques particulières de ce vin, issu d'un cépage inconnu des consommateurs, si elles surprennent, ne sont donc pas complètement sanctionnées à ce stade déclaratif des préférences. En effet, sur cette étape, les différences entre les notes hédoniques accordées aux quatre vins ne sont pas significatives (une analyse de la variance donne une probabilité d'erreur du rejet de l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes de 0,1682). Les différences d'appréciation des quatre vins entre consommateurs eux-mêmes étaient donc trop fortes pour que se dégage une réelle discrimination objective entre les vins.

La Figure 2 présente les CAP moyens donnés à cette même étape.

Figure 2 : CAPs moyens à l'étape 1 (intervalles de confiance à 95 %)



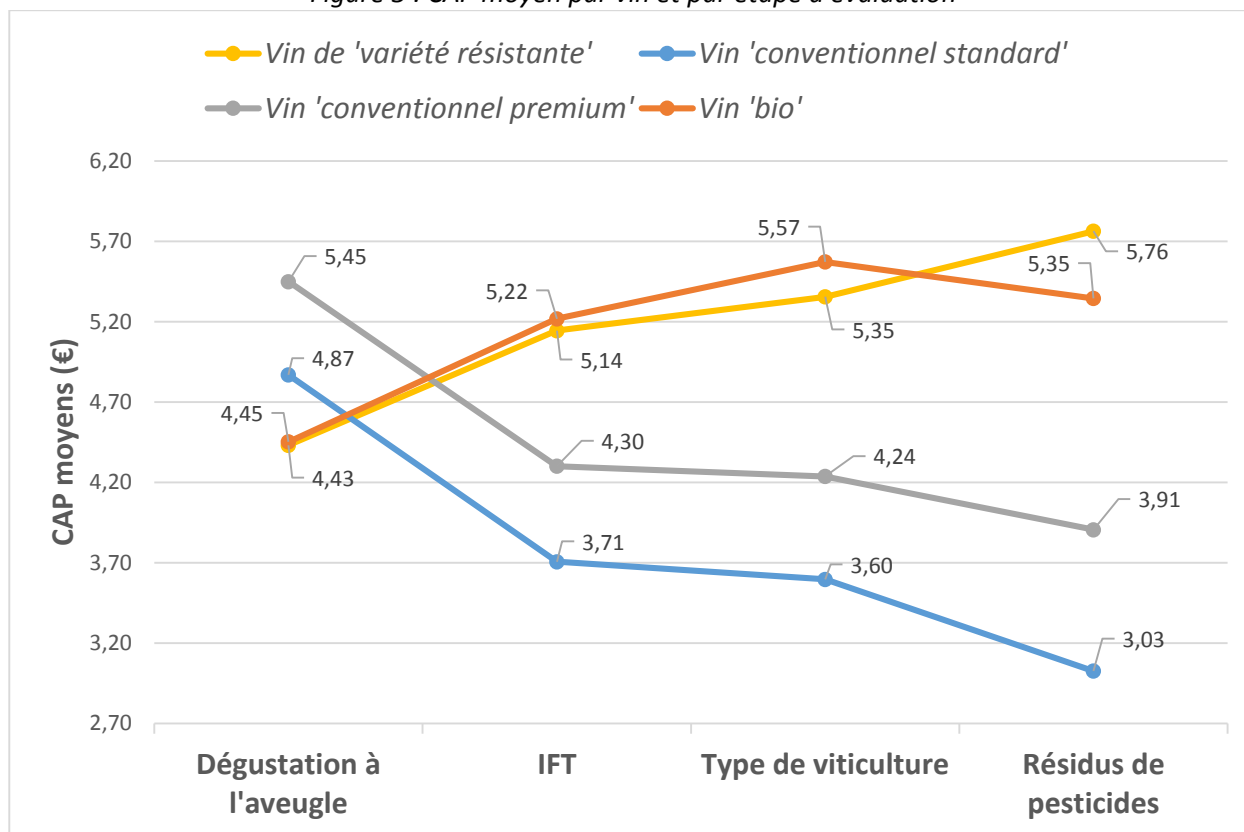
Légende : deux produits partagent la même lettre (ex : « A ») si et seulement s'ils n'ont pas été valorisés de manière significativement différente par l'ensemble du groupe (ANOVA, tests post-hoc de Tukey, seuil de 3 %).

Si l'évaluation des vins par CAP donne une image moyenne très proche de celle faite avec les notes hédoniques, nous observons qu'elle est plus discriminante. Cette fois en effet, les différences deviennent significatives dans une analyse de la variance, à un seuil inférieur à 5 % ( $p_0 = 0,0185$ ). Si l'on compare deux à deux les vins en test post-hoc de l'analyse de variance (Test de Tukey, 1949), on constate que c'est le vin premium qui est significativement mieux valorisé que le vin issu de variété résistante dès le seuil de 3 % (tandis qu'à ce seuil, chacun des deux autres vins n'est significativement différent d'aucun autre). La complémentarité des deux approches entre notes hédoniques et consentements à payer est donc ici illustrée. Avec l'incitation économique de la vente clôturant l'expérimentation, les consommateurs ont davantage marqué leurs préférences qu'ils ne l'ont fait avec les notes hédoniques.

En conclusion de cette étape 1, on voit que la comparaison des vins sélectionnés semblait assez pertinente du point de vue des consommateurs, dans la mesure où ils n'en ont rejeté aucun sur le plan organoleptique. Ces consommateurs ont néanmoins été assez perspicaces pour

reconnaitre une certaine supériorité du vin conventionnel premium, mais ce résultat est surtout démontré via la technique incitative de révélation des consentements à payer. A partir de cette étape 1 organoleptique, nous avons donc fourni aux consommateurs des informations environnementales et sanitaires. La figure 3 montre l'évolution des CAP moyens étape par étape.

Figure 3 : CAP moyen par vin et par étape d'évaluation



A l'étape 2, l'information sur les IFT inverse complètement les préférences moyennes du groupe de consommateurs et place les deux vins bio et issu de variété résistante aux premières places, alors qu'ils occupaient les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> place à la première étape. Ces deux vins les plus performants dans ce domaine (IFT=2) améliorent largement leurs CAPs par rapport aux vins 'conventionnel standard' et 'conventionnel premium' (dont les IFT sont respectivement de 12,7 et 16,9). Non seulement l'information sur les IFT a un effet négatif (attendu) sur les vins conventionnels, mais elle engendre également un gain de CAP pour les vins performants. Il est intéressant de noter que ces valorisations et dévalorisations observent une relative symétrie, visible sur la figure 3 : les deux vins performants sont réévalués d'un même montant autour de 70 à 75 centimes quand les deux vins moins performants sont dévalués d'un même montant de 1,15 €.

L'étape 3 et la connaissance du mode de production ne changent que peu la donne. La connaissance de la certification bio n'a revalorisé le CAP moyen du vin concerné que de 35 centimes (augmentation significative par test de Student apparié sur ce vin entre les deux étapes, avec une probabilité inférieure à 0,0001), soit le même ordre de grandeur absolu de valorisation de l'attribut bio pour les vins obtenu par Raineau (2018).

Ainsi à ce stade, il est possible de dire que la performance environnementale, mesurée par l'IFT, a été l'étape déterminante pour bien comprendre la hiérarchisation entre les vins. La qualité

organoleptique n'est pas oubliée (on le voit en constatant l'évolution parallèle des CAPs moyens des vins conventionnels). Néanmoins les consommateurs n'ont pas hésité à modifier leurs appréciations avec cette information sur l'utilisation des pesticides au niveau de la parcelle. La question est alors d'en connaître les raisons exactes. Est-ce pour des raisons purement altruistes de conscience collective ou est-ce par intérêt privé d'anticipation de l'innocuité des aliments ? Pour y répondre parfaitement il aurait fallu, par exemple, effectuer une enquête à ce stade de l'expérimentation (i.e. après l'étape 2) ce qui aurait rallongé et compromis notre expérimentation. Nous avons donc préféré nous limiter à l'information supplémentaire sur la présence ou non de résidus de pesticides dans les vins et en mesurer les conséquences. L'effet de l'étape 4 est de réduire encore un peu le CAP des vins conventionnels, qui s'écartent ainsi toujours plus des deux vins bio et issu de variété résistante, et d'inverser l'ordre de préférence entre ces deux derniers vins. Les résidus de cuivre provoquent en effet une légère sanction sur le CAP moyen du vin bio entre les étapes 3 et 4 (significative avec une probabilité de 0,0008 par un test de Student apparié).

Pour tester la robustesse de l'évolution de ces préférences, nous menons ci-après une nouvelle analyse de la variance des CAP, cette fois à deux facteurs : le vin et l'étape. Contrairement au début de la partie où les analyses de la variance (sur les CAP et les notes hédoniques) portaient sur l'étape 1 uniquement, nous tiendrons ici compte de l'hétérogénéité de l'ensemble des évaluations (CAP) faites par les consommateurs au cours des quatre étapes de l'expérience. Les résultats statistiques de cette analyse de variance sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : ANOVA à deux facteurs (CAP\*Etape) sur les vins des étapes 1 à 4

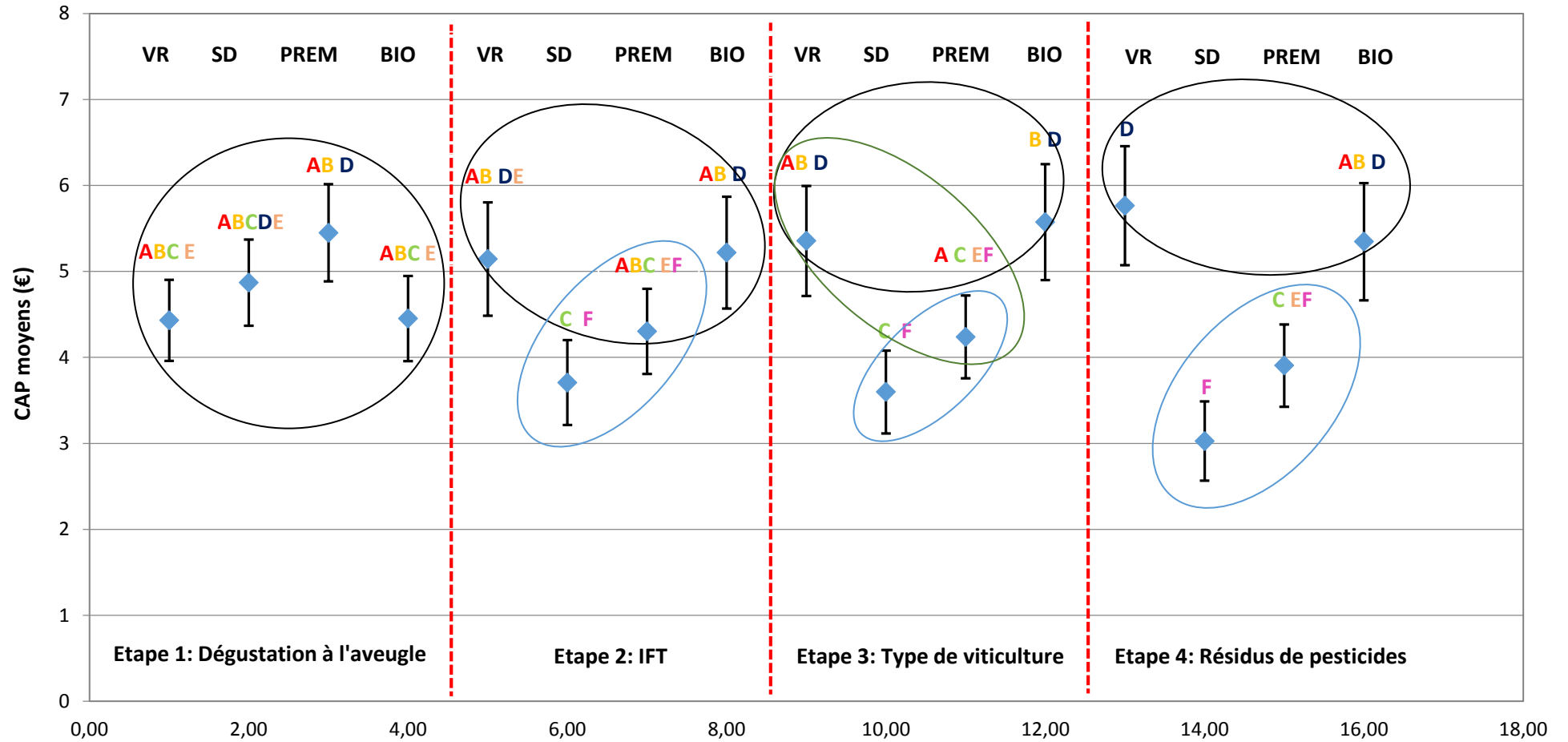
	Number of obs =	2,608	R-squared =	0.0440	
	Root MSE =	3.67694	Adj R-squared =	0.0385	
Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	1612.8592	15	107.52395	7.95	0.0000
Vin	831.62566	3	277.20855	20.50	0.0000
étape	30.7385	3	10.246167	0.76	0.5177
Vin#étape	750.49503	9	83.388337	6.17	0.0000
Residual	35043.642	2,592	13.519924		
Total	36656.501	2,607	14.060798		

Ces résultats montrent que le facteur croisé vin-consommateur est un élément significatif ( $p < 0,0001$ ) des CAP donnés au cours de l'expérimentation. Il existe donc bien un rôle croisé du vin et de l'étape dans l'hétérogénéité des appréciations économiques des vins. Dès lors, on peut mener un test post-hoc de comparaison par paires des CAP issus des différents croisements vin-étape (en utilisant à nouveau le test de Tukey) et évaluer la significativité de leurs différences. Ces résultats sont résumés sur la figure 4. Dans cette figure, on retrouve les évolutions des CAP moyens de chacun des quatre vins au cours de l'expérimentation et y sont ajoutées des lettres (A, B, C, D, E et F) permettant de notifier la significativité des différences entre les seize interactions vin-étape : deux interactions vin-étape partagent la même lettre si et seulement si elles n'ont pas été valorisées de manière significativement différente par l'ensemble du groupe (avec une probabilité inférieure à 10 %). Pour améliorer la lecture du



graphique, des cercles regroupent à chaque étape les vins à valorisation statistiquement identique.

Figure 4 : Discrimination des vins par le test de Tukey (seuil de significativité à 10%)



**VR** : vin de 'variété résistante'

**SD** : vin 'conventionnel standard'

**PREM** : vin 'conventionnel premium'

**BIO** : vin 'bio'

La figure 4 montre ainsi la ségrégation progressive des quatre vins en deux groupes : les vins conventionnels d'une part et les vins « environnementaux » d'autre part (bio et issu de cépage résistant). A l'étape 1, les quatre vins ne sont pas valorisés de manière significativement différente (ils ont en commun les lettres A et B sur le graphique).<sup>14</sup> A l'étape 2, le vin conventionnel standard (SD) devient significativement moins valorisé que les deux vins à forte performance environnementale (SD et BIO ne partagent plus de lettre commune sur le graphique) mais reste équivalent au vin conventionnel premium (PREM). A l'étape 3, les vins se différencient encore un peu plus avec l'apparition d'une différence significative entre le vin bio et le vin premium. L'étape 4 achève de distinguer les vins en deux groupes bien distincts.

Une lecture peut également être faite des lettres A, B, C, D, E, F du graphique, mais cette fois de manière horizontale en observant l'évolution de chaque vin, pris isolément, au cours des quatre étapes. Si aucun vin ne connaît de rupture complète d'une étape à l'autre, où l'évaluation de l'étape n serait significativement différente de l'évaluation du même vin à l'étape n-1, on remarque au gré des changements de lettres l'évolution progressive de chaque vin au regard de sa position initiale. On observe en particulier que ce n'est qu'à partir de la quatrième étape que les évaluations de trois des vins deviennent significativement différentes des évaluations initiales : le vin issu de variété résistante dont la valorisation augmente significativement du début à la fin de l'expérimentation (lettres ABCE en étape 1 à D en étape 4) et les deux vins conventionnels dont la valorisation diminue significativement (lettres ABCDE à F pour le vin standard et ABD à CEF pour le vin premium). Le vin bio est le seul à être valorisé de façon équivalente tout au long de l'expérimentation par les consommateurs (il garde la lettre B du début à la fin).

La figure 3 nous montrait ainsi que l'inversion de la hiérarchie entre vins « conventionnels » et vins à forte performance environnementale s'effectuait dès la première étape informationnelle. Seulement, nous voyons ici que l'enchaînement des étapes et l'apport successif d'informations sur les performances environnementales, puis sanitaires des vins, permet de conforter cette inversion des hiérarchies et de la rendre, en fin d'expérimentation, pleinement significative.

Un dernier point qu'il est important de souligner concerne la relative dispersion des goûts de nos consommateurs et la recherche des facteurs explicatifs de cette dispersion. Individuellement, nous obtenons en effet une assez forte hétérogénéité de réactions suite aux informations environnementales et sanitaires. Certains consommateurs n'ont pas valorisé les premières mais ont valorisé les secondes, faisant état d'une plus grande considération pour les enjeux privés. Pour certains encore, la valorisation n'est pas symétrique selon les vins et se fait selon leur appréciation initiale : un même IFT de 2 pour les deux vins de 'variété résistante' et 'bio' peut induire par exemple une augmentation beaucoup plus forte du CAP de celui des deux vins qui aura été préféré à l'aveugle. Enfin, le mode de viticulture n'est pas toujours neutre sur les préférences. Le vin de 'variété résistante' connaît pour un certain nombre de consommateurs une forte chute du CAP à l'étape où l'on apprend qu'il est issu d'un cépage non traditionnel. Ce comportement marque une certaine opposition à un abandon des

---

<sup>14</sup>Notons que l'analyse de variance des CAP pour cette seule étape montrait au contraire une valorisation significativement différente des vins. L'analyse considère ici l'hétérogénéité des CAP de l'ensemble de l'expérimentation et relativise les écarts entre les CAP de l'étape 1 au vu de leur accroissement au cours des étapes suivantes.

variétés traditionnelles. Nous aurions d'ailleurs pu nous attendre à cette tendance générale dans nos résultats globaux. Nous constatons au contraire que, associée à une information parfaite sur les modes de production et la mesure des performances environnementales et sanitaires des produits, le vin de variété résistante n'est pas stigmatisé négativement. Pour approfondir les résultats d'hétérogénéité au niveau individuel des consommateurs, nous avons donc étudié l'impact des variables socioéconomiques dans le consentement à payer pour chaque étape d'évaluation. Des analyses de variance (ANOVA à deux facteurs), avec une comparaison par paires à l'aide du test de Duncan ( $p < 0,05$ ) montrent que les variables sexe, âge et revenus n'ont cependant pas d'impact significatif dans la construction du CAP au cours des différentes étapes. Les consommateurs seraient seulement influencés par les caractéristiques intrinsèques et les caractéristiques liées aux aspects environnementaux et sanitaires qui sont dévoilés à chaque étape.

## 2. Analyse des surplus et parts de marché

La mesure des CAPs est souvent utilisée par les économistes pour mesurer les préférences des consommateurs en faveur de plusieurs produits qui pourraient leur être proposés sur un marché. Comme on l'a vu, ce paramètre permet de crédibiliser les déclarations des personnes interrogées, à l'aide des techniques de l'économie expérimentale. Bien souvent il permet de révéler des préférences qui n'étaient pas perceptibles à l'aide de simples notations hédoniques déclaratives. Toutefois, les préférences affichées pour un produit ne signifient pas que l'on va le préférer aux autres en termes de décision économique (beaucoup de gens préfèrent un vin Romanée Conti mais peu de gens l'achètent !). C'est la raison pour laquelle il peut être important de calculer les surplus des consommateurs, en tenant compte des prix de vente des produits (fournis ici sur le tableau 1). La définition exacte du surplus est la différence entre ce que le consommateur est prêt à payer au maximum pour un bien (son consentement à payer) et le montant effectivement payé (le prix de vente du bien en question). On considère alors qu'un consommateur achète le produit qui lui donne le surplus maximum, dans la mesure où celui-ci est positif. Pour chaque consommateur, nous avons donc calculé ce surplus et défini le vin potentiellement acheté à chaque étape de notre expérimentation.<sup>15</sup> En comptabilisant le nombre de fois où un vin est acheté, il est alors possible de calculer sa part de marché à l'étape considérée (pourcentage rapporté au nombre total de ventes).<sup>16</sup>

Les résultats sont visualisables sur la Figure 5. Lors de l'étape 1 d'appréciation hédonique, le vin conventionnel standard est très majoritairement plébiscité (73% de part de marché). On constate de plus que le vin conventionnel premium ne représente que 8% des parts de marché alors qu'il possède, en moyennes, la note sensorielle (5,4/10) et le CAP (5,45€) les plus élevés. Les vins 'bio' et 'de variété résistante' obtiennent des notes hédoniques sensiblement équivalentes (de l'ordre de 4,8/10 pour la note hédonique et de 4,40€ pour le CAP) mais

---

<sup>15</sup> En cas d'égalité de surplus, nous avons considéré que le consommateur achetait son préféré (i.e CAP le plus élevé).

<sup>16</sup> Bien entendu, les prix de vente dont nous disposons au moment de l'expérience, et qui sont reproduits sur le tableau 1 pourraient être modifiés, afin de tester la sensibilité de nos résultats au voisinage des prix communiqués.

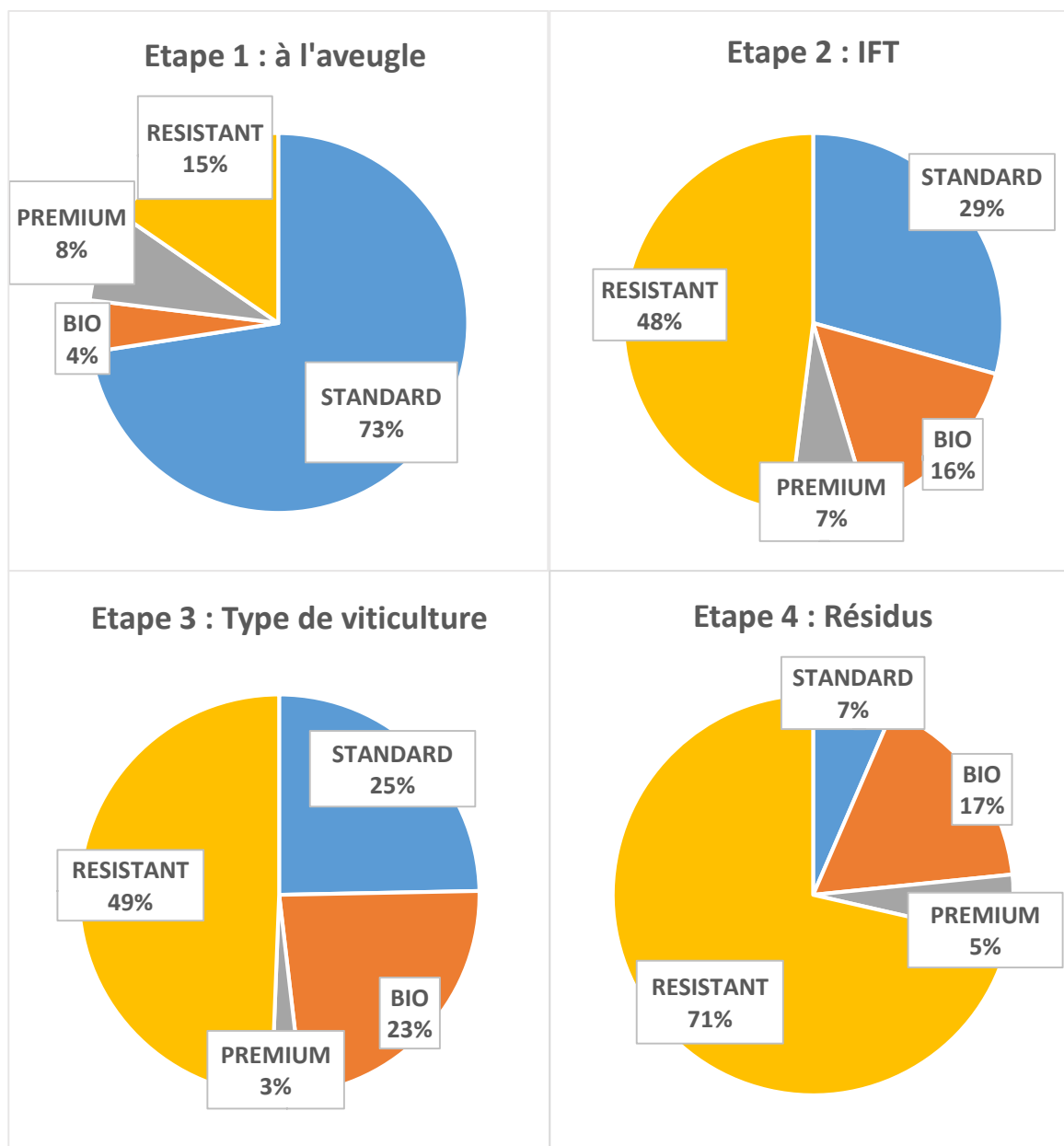
obtiennent des parts de marché assez différenciées (4% pour le vin Bio et 15% pour le vin de variété résistante). A l'étape 2, les consommateurs apprennent les niveaux atteints par l'indicateur IFT. Comme nous l'avons vu, cette information a un impact fort sur les CAPs. En conséquence les parts de marché de l'étape 1 sont largement modifiées. Le vin de variété résistante obtient 48 % de part de marché, en devenant le vin le plus acheté, tandis que le vin 'bio' quadruple son pourcentage en atteignant 16%. Il est intéressant de remarquer que si le vin conventionnel s'effondre en terme de part de marché (passant de 73% à seulement 29%) il n'en va pas de même pour le vin 'conventionnel premium' qui n'est pas particulièrement sanctionné par les consommateurs, en dépit de son IFT relativement important, de la présence de résidus détectés et de son prix élevé (part de marché qui évolue uniquement de 8% à 7%). Il est donc possible que dans ce cas, la qualité organoleptique agisse comme une force de rappel.

L'étape 3 de l'annonce des modes de production n'a qu'un impact limité sur l'évolution de la répartition des parts de marché (et donc notre commentaire en terme de CAP tient toujours quand il s'agit d'étudier les surplus) à l'exception du mode de production Bio qui gagne 7% par rapport à l'étape précédente. Comme on pouvait s'y attendre, ce gain de part de marché sera néanmoins perdu dès que le consommateur apprendra la présence de résidus de cuivre dans le vin. L'étape 4 d'information sanitaire bénéficie largement au vin de variété résistante qui, en ayant été présenté comme le seul vin dénué de résidus de pesticides, arrive à 60 % de parts de marché ! Les parts de marché reculent pour le vin 'conventionnel standard' (-18%) et 'bio' (-6%) alors que le vin 'conventionnel premium' stagne toujours autour des mêmes valeurs, environ 5% de parts de marché.<sup>17</sup> On voit donc ici un effet de contextualisation des pertes de parts de marché par la qualité organoleptique du produit, montrant au passage la nécessité d'intégrer les dimensions sensorielles dans les analyses de valorisation des certifications environnementales et sanitaires.

---

<sup>17</sup> Ce résultat est du reste conforté si l'on fait une analyse de la fidélité des consommateurs de l'étape 1 à l'étape 4 de l'expérience. En effet, 28% des consommateurs qui préfèrent le vin conventionnel premium à tous les autres vins continueraient à préférer ce vin en dépit des informations environnementales et sanitaires (contre 13% pour le conventionnel standard).

Figure 5 : Parts de marché (%) des 4 vins à chaque étape



Ainsi, au fil des informations que reçoit le consommateur, le vin de variété résistante gagne des parts de marché pour finalement être le premier vendu à la dernière étape. Le vin conventionnel premium, préféré en sensoriel, reste en position de 'niche de marché' du début à la fin de l'expérimentation. Néanmoins, contrairement au vin conventionnel standard, ses parts de marché ne seront pas entamées par l'arrivée des vins plus respectueux de l'environnement. Si l'on extrapole au marché réel, on peut en effet penser que les vins issus de variétés résistantes iront avant tout concurrencer les vins d'entrée de gamme, plutôt que les vins premium pour lesquels il est encore difficile d'imaginer une substitution totale des cépages traditionnels. Si l'on s'en tient à nos résultats, et en supposant que les prix de vente dont nous disposons reflètent bien les coûts de production, nos résultats tendent à montrer qu'avec une transparence totale des performances environnementales et sanitaires des vins :

- Plus de la moitié des parts de marché seraient destinées aux vins de variétés résistantes qui pourraient peu à peu se substituer aux vins conventionnels standards;

- Les vins bio aurait une marge de production à la condition de contrôler l'usage du cuivre et les surcoûts de production ;
- Les vins conventionnels premium resteraient minoritaires dans la consommation du fait de leur prix de vente mais conserveraient leurs parts de marché en raison de leur qualité organoleptique.
- Les vins conventionnels standards seraient peu à peu remplacés par les vins de variétés résistantes.

Ce premier travail de recherche sur l'acceptation par les consommateurs de vins de variétés résistantes a permis de mettre en évidence une réactivité très forte par rapport aux performances environnementales et sanitaires. L'information sur l'IFT a eu un fort impact sur les consentements à payer des consommateurs valorisant les vins 'bio' et issu de 'variété résistante'. Les deux vins conventionnels, préférés lors de l'évaluation sensorielle à l'aveugle, passent au second plan. L'information sur les résidus accentue le clivage en classant les vins en trois catégories significativement différentes au niveau du consentement à payer : en première position les vins issus de 'variété résistante' et 'bio', vient ensuite le vin 'conventionnel premium' et enfin, à la dernière place, le vin 'conventionnel standard'. L'analyse des surplus permet d'affiner cette analyse en reconnectant l'étude des consentements à payer avec les prix du marché.

## **Conclusion**

Notre étude de marché, basée à la fois sur la révélation des consentements à payer et les arbitrages en termes de surplus économique, nous a permis de vérifier l'importance grandissante des enjeux environnementaux et sanitaires pour les consommateurs de vins. Les variétés résistantes qui constituent une innovation radicale pour répondre à ces enjeux ont été relativement bien valorisées dans le cadre de notre marché expérimental, mené avec des vins d'entrée de gamme de la région du Languedoc. Cette innovation obtient des performances comparables à la certification Bio en termes de consentement à payer, et peut même s'avérer beaucoup plus performante en termes de part de marché, si les coûts de production facilitent des prix de vente comparables aux vins conventionnels.

Néanmoins, la qualité organoleptique du vin, issue de ces innovations, doit faire l'objet de la plus grande attention. Il est clair que dans notre expérience, et conformément aux arguments d'un certain nombre d'auteurs, celle-ci a joué un rôle important dans nos évaluations de la valorisation globale des vins par les consommateurs et dans nos évaluations du premium liés aux informations environnementales. D'une part parce qu'il est difficile de considérer qu'il existerait un 'premium' absolu lié aux informations sur la réduction des pesticides ou sur les modes de productions certifiés (on voit que ce premium est surtout relatif, et conditionnel aux autres caractéristiques du vin considéré); d'autre part, parce qu'un niveau élevé de qualité organoleptique d'un vin peut avoir des conséquences moins importantes sur les pertes de parts de marché liées à l'usage des pesticides. Cet arbitrage qualité/performance sanitaire et environnementale pourrait à cet égard faire l'objet d'études complémentaires avec d'autres types de vins, par exemple d'un niveau de qualité et de prix supérieurs. De la même façon il pourrait être utile de conforter nos résultats sur l'acceptation du mode de production par les

variétés résistantes, en se référant à d'autres vignobles qui font usages de variétés emblématiques et quasi exclusives pour leurs appellations d'origines (e.g. Cabernet sauvignon et Merlot en Bordelais, Pinot noir et Chardonnay en Bourgogne et Champagne, Sangiovese en Toscane, Tempranillo en Rioja, Touriga Nacional dans le Dão et Douro, etc.).

Un autre point important qu'il nous faut souligner concerne l'information sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits dont dispose le consommateur au moment d'effectuer son évaluation. Dans la vie réelle cette information est en partie transmise par l'étiquetage des vins. Néanmoins pour les questions relatives à la réduction de l'usage des pesticides il n'existe sur le marché que des certifications générales sur les modes de production, qu'elles soient publiques ou privées, ('Organic' wines, 'Integrated production', 'Sustainably farmed grapes', 'Pesticide residue free', etc.). Ces certifications ne correspondent pas précisément aux indicateurs que nous avons utilisés et transmis aux consommateurs. Et bien sûr les indicateurs sont pour effet de mettre beaucoup de saillance sur les performances environnementales et sanitaires des vins. Par conséquent, nos résultats doivent plus être interprétés comme des fournisseurs d'alertes sur l'évolution des tendances de consommation, dans un pays comme la France où une certaine forme de focalisation sociétale se produit aujourd'hui sur l'usage des pesticides en viticulture, avec les conséquences induites. Il pourrait être utile de pousser plus avant nos analyses pour détailler les réelles contributions des certifications, standards privés et allégations pour informer le consommateur sur ces indicateurs objectifs d'utilisation réelle des pesticides au niveau du vignoble et la présence de résidus dans les vins.

Sur le plan méthodologique, notre proposition d'évaluation des consentements à payer des consommateurs par les méthodes d'économie expérimentale permet de s'affranchir des aspects déclaratifs qui n'impliquent pas suffisamment les consommateurs. L'incitation à la révélation des consentements à payer permet ainsi de mettre en évidence des écarts d'évaluation significatifs qui n'apparaissent pas avec la simple lecture des notes hédoniques déclaratives, et donc non engageantes. La méthode d'économie expérimentale est ainsi complémentaire de l'analyse sensorielle.

## References

- Aubertot, JN., Barbier, JM. Carpentier, A., Gril, JJ., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I. and Voltz, M. 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Institut National de la Recherche Agronomique (FRA). CEMAGREF. La Recherche pour l'Ingénierie de l'Agriculture et de l'Environnement, Paris (FRA), 12.
- Bouquet, A. 1980. Vitis x Muscadinia hybridization: A new way in grape breeding for disease resistance in France, Proceed. 3rd Int. Symposium Grape Breeding, Davis (Cal.), 42-61
- Barnard, C., Daberkow, S., Padgett, M. Smith M. E., and Uri, N. D., 1997. Alternative measures of pesticide use. *Science of The Total Environment*, n°203 (3):229-244.
- Becker GM, DeGroot, MH., Marschak, J. 1964. Measuring utility by a single-response sequential method. *Behavioral Science*, 9 (3): 226-32.
- Bockstaller, C., Girardin, Ph., Hayo M. G., van der Werf. H. 1997. Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems. in *Developments in Crop Science*, 329-338. Elsevier.
- Brugarolas, M., Martínez-Carrasco, L., Martínez, A., Rico, M., 2005. Determination of the surplus that consumers are willing to pay for an organic wine. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3(1), 43-51.



Champeaux, C., 2006. Recours à l'utilisation de pesticides en grandes cultures: évolution de l'indicateurs de fréquence de traitements au travers des enquêtes «pratiques culturales» du SCEES entre 1994 et 2001. Rapport INRA-Ministère de l'agriculture et de la pêche.

Combris, P., Bazoche, P., Giraud-Héraud, E., and Issanchou, S., 2009. Food choices: What do we learn from combining sensory and economic experiments?. *Food Quality and Preference* 20 (8): 550-557.

Combris, P., Giraud-Héraud, E., and Seabra Pinto, A. (2015), Relative willingness to pay and surplus comparison mechanism. *Cahier du GREThA* 2015-20. Available at <http://cahiersdugretha.ubordeaux4.fr/WP/article.php?wp=2015-20>.

Delmas, M.A., and Grant, L.E., 2014. Eco-labeling strategies and price-premium: the wine industry puzzle. *Business Society Online First*, 53(1), 6–44.

Delmas, C., Fabre, F., Jolivet, J., Mazet, I., Richart-Cervera S., Delière, L., Delmotte, F., 2016. Adaptation of a plant pathogen to partial host resistance: selection for greater aggressiveness in grapevine downy mildew. *Evolutionary Applications*, 9 (5) 709-725.

Delmotte, F., Mestre, P., Schneider, C., Kassemeyer, H., Kozma, P., Richart-Cervera, S., Rouxel, M., and Delière, L., 2014. Rapid and multiregional adaptation to host partial resistance in a plant pathogenic oomycete: Evidence from European populations of *Plasmopara viticola*, the causal agent of grapevine downy mildew, *Infection, Genetics and Evolution*, Vol 27, 500-508.

Falconer, K., 2002. Pesticide environmental indicators and environmental policy. *Journal of Environmental Management*, n°65 (3), 285-300.

Forbes, S.L., Cohen, D.A., Cullen, R., Wratten, S.D., Fountain, J., 2009. Consumer attitudes regarding environmentally sustainable wine: an exploratory study of the New Zealand marketplace. *J.Clean.Prod.*17(13), 1195–1199.

France Agrimer, 2017. Prospective filière française des vins biologiques, avril 2017, 197 p.

Fuentes Espinoza, A., 2016. Vin, réchauffement climatique et stratégie des entreprises : comment anticiper la réaction des consommateurs ? Thèse de doctorat en économie. Université de Bordeaux. Institut National de Recherche Agronomique. 305 pages.

Binzen F., Alston, J.M., Sambucci, O.S., 2014. The value of powdery mildew resistance in grapes: Evidence from California. *Wine Economics and Policy*, 3 (2014), pp 90–107

Gravesen, L., 2003. The Treatment Frequency Index: an indicator for pesticide use and dependency as well as overall load on the environment. Paper read at Reducing pesticide dependency in Europe to protect health, environment and biodiversity, Copenhagen, Pesticides Action Network Europe (PAN), Pure Conference.

Johnson, C.A., Baillon, A., Bleichrodt, H., Li, Z., van Dolder, D., and Wakker, P.P., 2015. Prince: An Improved Method for Measuring Incentivized Preferences (April 16, 2015). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2504745> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2504745>

Leviton, L., Merwin, I., and Kovach, J., 1995. Assessing the relative environmental impacts of agricultural pesticides: the quest for a holistic method. *Agriculture, ecosystems & environment* n° 55 (3). 153-168.

Loureiro, M., 2003. Rethinking new wines: implications of local and environmentally friendly labels. *Food Policy*, n° 28 (5). 547-560.

Lybbert, T.J., Gubler, W.D., 2008. California wine grape growers' use of powdery mildew forecasts. *Giannini Foundation of Agricultural Economics • University of California*. 11-14.

Lybbert, T.J., Magnan, N., and Gubler, W.D., 2012. Multi-dimensional Responses to Risk Information: How Do Winegrape Growers Respond to Disease Forecasts and to What Environmental Effect? Robert Mondavi Institute Center for Wine Economics. Working Paper #1203. Available from (<http://vinecon.ucdavis.edu/publications/cwe1203.pdf>).

- Lusk, J.L., and Shogren, J.F., 2007. Experimental auctions: Methods and applications in Economic and Marketing Research, Cambridge University Press, Nov. 2007
- Merdinoglu D, Wiedemann-Merdinoglu S, Mestre P, Prado E, and Schneider, C., 2009. Apport de l'innovation variétale dans la réduction des intrants phytosanitaires au vignoble : Exemple de la résistance au mildiou et à l'oïdium. PAV, 126(12), 290-293.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2015. Guide méthodologique Indicateur de fréquence de traitements phytopharmaceutiques (IFT). Version 1 - Octobre 2015.
- Pagliarini E., Laureati M. and Gaeta D., 2013. Sensory descriptors, hedonic perception and consumer's attitudes to Sangiovese red wine deriving from organically and conventionally grown grapes. *Frontiers in Psychology*, 4: 1-7.
- Payraudeau, S., and van der Werf., H.M.G., 2005. Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 107 (1), 1-19.
- Pingault, N., Pleyber, E., Champeaux, C., Guichard, L., and Omon., B., 2009. Produits phytosanitaires et protection intégrée des cultures: l'indicateur de fréquence de traitement. *Notes et études socio-économiques n°32*, 61-94.
- Pomarici, E., Vecchio, R., 2014. Millennial generation attitudes to sustainable wine: an exploratory study on Italian consumers. *Journal of Cleaner Production*, 66, 537-545
- Raineau, Yann. 2018. *Défis environnementaux de la viticulture : une analyse comportementale des blocages et des leviers d'action*. Thèse de doctorat en sciences économiques, Université de Bordeaux, France.
- Salmon J.-M., Ojeda H., and Escudier, J-L., 2017. Disease resistant varieties and quality: the case of Bouquet varieties". *Actes du colloque OenoViti 2017 "New resistant Grape Varieties and Alternatives to Pesticides in viticulture for quality wine production"*, Changins 16 & 17 juin 2017.
- Schäufele, I., and Hamm, U., 2017. Consumers' perceptions, preferences and willingness-to-pay for wine with sustainability characteristics: A review. *Journal of Cleaner Production*, n°147, 379-394
- Schäufele, I., and Hamm, U., 2018. Organic wine purchase behaviour in Germany: exploring the attitude-behaviour-gap with data from a household data. *Food Quality and Preference*, Vol. 63, January 2018, 1-11
- Schmit, T.M., Rickard, B.J., and Taber, J., 2012. Consumer valuation of environmentally friendly production practices in wines, considering asymmetric information and sensory effects. *Journal of Agricultural Economics*, n° 64 (2): 483-504.
- Sellers-Rubio, R. and Nicolau-Gonzalbez, J.L., 2016, Estimating the willingness to pay for a sustainable wine using a Heckit model, *Wine Economics and Policy*, Vol 5, Issue 2, December 2016, 96-104.
- Thomas, A., and Pickering, G., 2005. X-it: Gen-X and older wine drinker comparisons in New Zealand. *International Journal of Wine Marketing*, n°17 (2), 30-48.
- Tukey, J. W.. 1949. Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*. 99-114.
- van der Werf, and Hayo M. G. 1996. "Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, n° 60 (2-3), 81-96.
- Vecchio, R., 2013. Determinants of willingness-to-pay for sustainable wine: Evidence from experimental auctions, *Wine Economics and Policy*, Volume 2, Issue 2, December 2013, 85-92.

## ANNEXE A : INDICATEURS DE FREQUENCES DE TRAITEMENTS (IFT)

*Tableau A1 : Calcul IFT vin conventionnel STANDARD*

Cible	Produit	Dose appliquée (kg ou L/ha)	Dose homologuée (kg ou L/ha)	Surf traitée/Surf totale	IFT	BIOCTRL
oïdium	Barreur	0,12	0,25	1	0,48	non
oïdium	Armicarb	3	5	1	0,60	oui
oïdium	Barreur	0,12	0,25	1	0,48	non
oïdium	Barreur	0,12	0,25	1	0,48	non
oïdium	Prevam	0,6	1,6	1	0,38	non
mildiou	Lbg	1,5	4	1	0,38	oui
mildiou	Kocide	1,5	3	1	0,50	non
oïdium	Prosper	0,6	0,6	1	1,00	non
oïdium	Collis	0,4	0,4	1	1,00	non
mildiou	Privest	2,5	2,5	1	1,00	non
tordeuse	Mageos	0,1	0,1	1	1,00	non
oïdium	Systhane new	1	1	1	1,00	non
oïdium	Dynali	0,5	0,5	1	1,00	non
mildiou	Mildicut	4	4,5	1	0,89	non
tordeuse	Steward	0,125	0,125	1	1,00	non
oïdium	Fluidosoufre	25	30	1	0,83	oui
oïdium	Prosper	0,6	0,6	1	1,00	non
oïdium	Prosper	0,6	0,6	1	1,00	non
pourriture grise	Scala	1,8	2,5	1	0,72	non
pourriture grise	Armicarb	3	5	1	0,60	oui
mildiou	Nordox 75 WG	2	2	1	1,00	non
tordeuse	Steward	0,125	0,125	1	1,00	non
mildiou	Nordox 75 WG	2	2	1	1,00	non
tordeuse	Steward	0,125	0,125	1	1,00	non
<b>IFT TOTAL</b>					<b>19,33</b>	
IFT HORS PRODUITS BIOCONTRÔLE					16,92	

**Tableau A2 : Calcul IFT vin BIO**

Cible	Produit	Dose appliquée (kg ou L/ha)	Dose homologuée (kg ou L/ha)	Surface traitée/Surf totale	IFT	BIOCTRL
oïdium	Microthiol	3	12,12	1	0,25	oui
oïdium	Microthiol	3	12,12	1	0,25	oui
oïdium	Microthiol	3	12,12	1	0,25	oui
oïdium	Microthiol	3	12,12	1	0,25	oui
oïdium	Microthiol	3	12,12	1	0,25	oui
oïdium	Microthiol	3	12,12	1	0,25	oui
oïdium	Fluidosoufre	10	30	1	0,33	oui
oïdium	Fluidosoufre	10	30	1	0,33	oui
mildiou	Kocide 35 DF	1,5	3	1	0,50	non
mildiou	Kocide 35 DF	1,5	3	1	0,50	non
insecticide	Bacivers	0,75	0,75	1	1,00	oui
insecticide	Bacivers	0,75	0,75	1	1,00	oui
insecticide	Pyrevert	1,5	1,5	1	1,00	non
<b>IFT TOTAL</b>					<b>6,15</b>	
IFT HORS PRODUITS BIOCONTRÔLE					2,00	

**Tableau A3 : Calcul IFT vin Variété résistante**

Cible	Produit	Dose appliquée (L/ha)	Dose homologuée (L/ha)	Surface traitée/Surf totale	IFT	BIOCTRL
cicadelle flav dorée	Pyrevert	1,5	1,5	1	1	non
cicadelle flav dorée	Pyrevert	1,5	1,5	1	1	non
Tordeuses	Bacivers	0,75	0,75	1	1	oui
<b>IFT TOTAL</b>					<b>3</b>	
IFT HORS PRODUITS BIOCONTRÔLE					2	

**Tableau A4 : Calcul IFT vin conventionnel PREMIUM**

Cible	Produit	Dose appliquée (kg ou L/ha)	Dose homologuée (kg ou L/ha)	Surface traitée/Surf totale	IFT	BIOCTRL
désherbage	Buggy plus	2	5,3	0,5	0,19	non
excoriose	Chaoline	2	3	1	0,67	non
mildiou/black rot	Chaoline	3	4	1	0,75	non
black rot	Antène	0,4	0,4	1	1,00	non
mildiou/black rot	Chaoline	3	4	1	0,75	non
black rot	Antène	0,4	0,4	1	1,00	non
désherbage	Buggy plus	2	5,3	0,5	0,19	non
mildiou/black rot	Chaoline	4	4	1	1,00	non
oidium/black rot	Luna sensation	0,4	0,2	1	2,00	non
vers de grappe	Reldan	1,5	1,5	1	1,00	non
mildiou/black rot	Chaoline	4	4	1	1,00	non
oidium/black rot	Milord	0,4	0,5	1	0,80	non
mildiou	BB RSR Disperss	1	3,75	1	0,27	non
oidium/black rot	Milord	0,5	0,5	1	1,00	non
mildiou	BB RSR Disperss	1	3,75	1	0,27	non
oidium	Prosper	0,5	0,6	1	0,83	non
<b>IFT TOTAL</b>					<b>12,71</b>	
IFT HORS PRODUITS BIOCONTRÔLE					12,71	

### ANNEXE B : ANALYSE DES RESIDUS DE PESTICIDES

Pour l'analyse des résidus de pesticides par l'ISVV, deux méthodes d'extraction ont été utilisées pour chaque échantillon de vin : l'extraction QuEChERS a été réalisée comme décrit dans la méthode officielle OIV (résolution OIV-OENO 436-2012) et l'extraction en phase solide a été réalisée sur cartouches C18 suivant une procédure interne validée dans le laboratoire. Les deux méthodes d'extraction utilisent trois étalons internes. Les extraits ont ensuite été injectés sur une colonne C18 pour une séparation par chromatographie en phase liquide en phase inverse et les composés ont été détectés en utilisant le mode dMRM (dynamic Multiple Reaction Monitoring) sur un spectromètre de masse à triple quadripôle (Agilent Technologies). Pour l'analyse des données des chromatogrammes, une méthode de criblage contenant 190 composés a d'abord été utilisée pour identifier les résidus de pesticides dans les vins. Les composés détectés ont ensuite été quantifiés avec une méthode validée avec confirmation parajouts dosés. Par ailleurs, le dosage du cuivre a été effectué par spectrophotométrie d'absorption atomique selon la méthode officielle OIV-MA-AS322-06 (résolution OIV-OENO 377-2009).

Dans le protocole d'analyse mis en place par l'IIAA, les échantillons ont été extraits sur des cartouches SPE en phase inverse sans étape supplémentaire de concentration ou de purification. Les isotopes stables du cyprodinil, du métalaxyl, de l'imidaclopride et du carbendazime ont été utilisés comme étalons internes. La détermination par LC-ESI-MS / MS s'est effectuée avec une colonne C18 de type UPLC. Chaque échantillon a été analysé en

dupliqua, les concentrations présentées sont issues de leur moyenne. Dans le tableau B1, les résultats des deux laboratoires sont présentés dans des colonnes séparées.

**Tableau B1 : Analyses des résidus de pesticides**

Critère	Vins		Vin de 'variété résistante'		Vin conventionnel standard'		Vin 'conventionnel premium'		Vin 'bio'		
			Standard		Standard		Supérieure		Standard		
Qualité organoleptique											
Analyses résidus de pesticides	LQ ISVV µg/L	LQ IIAA µg/L	ISVV µg/L	IIAA µg/L	ISVV µg/L	IIAA µg/L	ISVV µg/L	IIAA µg/L	ISVV µg/L	IIAA µg/L	10 % LMR raisins µg/kg
amétoctradine	0,3	0,5	0,3*	n.d.	6	7,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	600
boscalid	1	0,3	n.d.	n.d.	9	9,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	500
carbendazime	1	0,5	n.d.	n.d.	1*	1,1*	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	50
fenhexamide	1,5	0,5	n.d.	1,1*	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1500
myclobutanil	1	0,5	n.d.	n.d.	0,3 (LD)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	100
pyriméthanol	0,6	0,3	0,7*	0,8*	70	81,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	500
fluopyrame	0,1	-	n.d.	-	n.d.	-	0,5	-	n.d.	-	150
pyriofénone	0,2	-	n.d.	-	n.d.	-	0,2*	-	n.d.	-	20
spiroxamine	0,5	-	n.d.	-	1,5	-	n.d.	-	n.d.	-	50
tétraconazole	0,9	-	n.d.	-	n.d.	-	1	-	n.d.	-	50
cuivre			28*	-	45	-	79	-	200	-	5000
<b>Résidus produits phytosanitaires</b>			Absence de résidus de pesticide appliqué		Résidus de 6 pesticides appliqués		Résidus de 3 pesticides appliqués		Résidus de cuivre appliqué		

LQ : limite de quantification  
n.d. : non détecté  
\* : non appliqué au vignoble

Les teneurs retrouvées dans les échantillons sont très faibles et presque exclusivement inférieures à 10 µg/L excepté pour le pyriméthanil dans le vin conventionnel standard. Toutefois, pour ce dernier, la teneur mesurée est au moins six fois inférieure à 10 % de la LMR raisins de cuve (soit moins de 1,6 % de la LMR raisins de cuve).

Les deux laboratoires ont trouvé des résultats similaires en ce qui concerne les 33 molécules initialement sélectionnées pour la quantification.

Dans le vin conventionnel standard, seuls quatre composés ont pu être quantifiés: l'amétoctradine, le boscalid, le carbendazime et le pyriméthanil et un composé (le myclobutanil) a été retrouvé à l'état de traces. La concentration de carbendazime était faible, proche de la limite de quantification. L'utilisation de ce composé est interdite en France, mais on sait que le thiophanate-méthyle, qui est autorisé, se décompose en carbendazime. Dans l'échantillon de cépage résistant, le pyriméthanil a été quantifié à un niveau proche de la limite de quantification. L'ISVV a également trouvé des traces d'amétoctradine (proche de la limite de quantification) et l'IIA a trouvé des traces de fenhexamide. Pour les échantillons bio et conventionnel premium, aucune trace de l'un des 33 composés n'a été détectée. En revanche, après le screening des échantillons de vin (190 composés recherchés), l'ISVV a pu détecter et quantifier la spiroxamine dans l'échantillon conventionnel standard et de faibles niveaux de fluopyrame, de pyriofénone et de tétraconazole dans l'échantillon conventionnel premium.

La connaissance du programme de traitement phytosanitaire confirme l'utilisation de tous les composés trouvés dans l'échantillon conventionnel standard à l'exception du carbendazime ou du thiophanate-méthyle. Cependant, certains composés actifs utilisés n'ont pas été trouvés (cyazofamide, cycofufénamid, difénoconazole, indoxacarb, krésoxim-méthyl et tétraconazole). Pour le vin de cépage résistant, aucun des composés trouvés dans l'échantillon à l'état de trace n'a été utilisé. Les résidus détectés peuvent être dus à une contamination dans le vignoble, car les deux parcelles de vigne sont proches ou au chai, mais le fenhexamide n'a toutefois pas été utilisé. Les échantillons de cépage résistant et bio n'ont reçu aucun traitement phytosanitaire avec des molécules incluses dans les méthodes d'analyse. En ce qui concerne le vin conventionnel premium, les traitements phytosanitaires comprennent notamment le fluopyrame, la spiroxamine, le tébuconazole, le tétraconazole et la trifloxystrobine. Des traces de fluopyrame et de tétraconazole ont été détectées, mais pas de spiroxamine, de tébuconazole ou de trifloxystrobine. De plus, la pyriofénone n'a pas été appliquée sur les vignes.

Par ailleurs, certains composés ayant été utilisés ne sont pas inclus dans la méthode de dosage (alpha-cyperméthrine, chlorpyriphos-méthyle, glyphosate, fosétyl-aluminium, pyréthrines, dérivés du soufre, bicarbonate de potassium, phosphonate de potassium, phosphonate disodique, huile essentielle d'orange douce, microorganismes).

Le cuivre a été appliqué dans tous les vignobles utilisés pour produire les échantillons de vin, sauf le vin de cépage résistant. Les analyses ont montré que les vins de cépage résistant et conventionnel standard contiennent moins de cuivre que les vins bio et conventionnel premium. La teneur en cuivre de l'échantillon de cépage résistant peut là encore résulter d'une dérive du traitement phytosanitaire au vignoble ou d'une contamination lors de la vinification en cave.

La connaissance du programme de traitement phytosanitaire pour la production des quatre vins échantillonnés a également permis de constater que le métirame a été utilisé une fois pour le vin conventionnel standard et cinq fois pour le vin conventionnel premium. Ce composé est bien connu pour se dégrader en éthylèneéthiourée (ETU). Grâce à une méthode d'analyse en cours de développement, l'IIAA a détecté un faible signal pour l'ETU, bien qu'inférieur à la limite de quantification (15 µg/L) uniquement sur l'échantillon conventionnel standard.

# **Cahiers du GREThA**

## **Working papers of GREThA**

---

**GREThA UMR CNRS 5113**

Université de Bordeaux

Avenue Léon Duguit  
33608 PESSAC - FRANCE  
Tel : +33 (0)5.56.84.25.75  
Fax : +33 (0)5.56.84.86.47

<http://gretha.u-bordeaux.fr/>

---

### **Cahiers du GREThA (derniers numéros – last issues)**

- 2018-10: NAVARRO Noemí, H. Dan TRAN: *Shock Diffusion in Large Regular Networks: The Role of Transitive Cycles*
- 2018-11: CHIBA Fadoua, ROUILLON Sébastien: *Intermittent electric generation technologies and smart meters: substitutes or complements*
- 2018-12 : CHHORN Dina: *Effect of Microfinance on Poverty and Welfare: New Evidence from 9 provinces in Cambodia*
- 2018-13: BONIN Hubert: *Les banquiers et les leçons de l'Histoire : lucidité ou aveuglement ?*
- 2018-14: BALLETT Jérôme : *Anthropology and Economics: The Argument for a Microeconomic Anthropology*
- 2018-15: SINCLAIR-DESGAGNE Bernard: *The Preference for Monotone Decision Problems*
- 2018-16: NOUMEDEM TEMGOUA Claudia: *Highly skilled migration and the internationalization of knowledge*
- 2018-17: BAZIN Damien, FERRARI Sylvie, HOWART Richard B.: *H Introducing Environmental Ethics into Economic Analysis: Some insights from Hans Jonas' Responsibility Principle*
- 2018-18: GABILLON Emmanuelle: *When Choosing is Painful: A Psychological Opportunity Cost Model*
- 2018-19 : ASSOUAN Epiphane, RAMBONILAZA Tina, RULLEAU Bénédicte : *Renouvellement des infrastructures liées à l'eau et contribution des usagers: quelques points de repères*
- 2018-20: BRESCHI Stefano, LISSONI Francesco, MIGUELEZ Ernest: *Return migrants' self-selection: Evidence for Indian inventors*
- 2018-21: GRAVEL Nicolas, MAGDALOU Brice, MOYES Patrick: *Inequality Measurement with an Ordinal and Continuous Variable*

---

La coordination scientifique des Cahiers du GREThA est assurée par Valerio STERZI.

La mise en page et la diffusion sont assurées par Julie VISSAGUET