

# Amélioration des performances environnementales des pratiques viticoles et analyse des risques pour la qualité du raisin : étape vers l'écoqualiconception ©

## Improvement of the environmental performance of winegrowing practices and risk analysis for grape quality: Step towards ecoqualiconception ©

Sandra Beauchet<sup>1</sup>, Marie Thiollet-Scholtus<sup>2</sup>, Christel Renaud-Gentié<sup>1</sup>, et Frédérique Jourjon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unité de Recherche GRAPPE, Univ Bretagne Loire, Ecole Supérieure d'Agricultures (ESA)-INRA, 55 rue Rabelais, BP. 30748, 49007 Angers Cedex, France

<sup>2</sup> INRA - SAD - UR-0055-ASTER, 28, rue de Herrlisheim, 68000 Colmar, France

**Résumé.** L'évolution des itinéraires techniques viticoles (ITKv) vers un plus grand respect de l'environnement passe par une évaluation de leurs performances environnementales. Dans un contexte de gestion durable, plusieurs autres facteurs sont à prendre en compte, notamment le risque de modification de la qualité des raisins issus de ces ITKv. Les résultats d'évaluation environnementale par la méthode d'Analyse du Cycle de Vie (ACV) ainsi que l'évaluation de la qualité du raisin s'appuient sur beaucoup de données. Ce travail montre l'intérêt d'une méthode d'évaluation multicritère conjointe «environnement et qualité», dans le processus de changement de pratiques pour une amélioration des performances. Les résultats obtenus sur 5 ITKv montrent des différences de notes entre les 2 millésimes étudiés et des pratiques ont été identifiées pour leurs forts impacts sur les résultats ACV. Des propositions théoriques de changement de pratiques sont testées sur l'un des ITKv. Ces propositions améliorent les notes environnementales finales de +0,15 points à +0,77 points (/10) quand elles sont mises en œuvre séparément et +2,29 points (/10) en étant combinées. Un modèle explicatif de la qualité du raisin permet de vérifier que les nouvelles pratiques ne peuvent potentiellement pas altérer la qualité du raisin. La méthode d'évaluation conjointe CONTRA-QUALENVIC adaptée à la viticulture montre ici qu'elle peut être une aide à l'amélioration des ITKv.

**Abstract.** The evolution of technical management routes (TMRs) towards greater respect for the environment requires an assessment of environmental performances. In the context of sustainable management other factors must be taken into account, as the risk of grape quality changes. Environmental assessment results using the Life Cycle Assessment (LCA) method and the assessment of grape quality are based on numerous data and needs multicriteria decision-making analyzes. This work aims to show the interest of a joint evaluation method "environment and quality", in the process of change of practices to improve performances. The results obtained on 5 TMRs show a great difference of score between the 2 vintages studied and some practices were identified as having the biggest impact difference. Proposals for modifying practices were tested on a TMR. These theoretical proposals for changing practices improved the final environmental scores from +0.15 points to +0.77 points (/ 10) while studied independently and +2.29 points (/ 10) while combined. A model explaining the quality of grapes using viticultural practices verifies that the proposed new practices don't present a potential risk for grape quality. The method of joint evaluation CONTRA-QUALENVIC adapted to viticulture shows here that it can be a tool to help improving TMRs.

### 1. Introduction

Les filières agricoles sont confrontées aujourd'hui à des exigences de pluri-performance de leur système de production : économique, environnementale, sociale en cohérence avec les attentes des consommateurs et des acheteurs.

La prise en compte de l'environnement dans le secteur viticole mondial est de plus en plus prégnante, particulièrement en France où des programmes de

réduction de l'utilisation des pesticides de 50 % entre 2008 et 2018 ont été mis en œuvre. Cette volonté de réduction des impacts rejoint les enjeux économiques de la filière que ce soit vis-à-vis de la réduction du coût des intrants ou pour s'adapter à la demande croissante de vins produits de manière respectueuse de l'environnement de la part des metteurs en marché, et de certains consommateurs [1].

L'évolution des itinéraires techniques viticoles vers un plus grand respect de l'environnement passe par une évaluation des performances environnementales. Dans un

contexte de gestion durable des itinéraires techniques viticoles, plusieurs autres facteurs sont à prendre en compte, notamment le risque de modification de la qualité des raisins issus de ces itinéraires techniques. En effet, une adaptation des pratiques viticoles pour une amélioration des performances environnementales ne peut se faire qu'à condition de maintenir le niveau de rendement et de qualité du raisin visé.

Les résultats d'évaluation environnementale par la méthode d'Analyse du Cycle de Vie (ACV) (ISO 14040-14044) [2,3] ainsi que l'évaluation de la qualité du raisin s'appuient sur de nombreuses données et sur des analyses multicritères rendant complexe la prise de décision de changement de pratiques quant à ses conséquences sur la performance globale du système viticole. Les méthodes d'évaluations multicritères représentent une aide dans ce type de situation afin d'évaluer conjointement plusieurs évaluations [4]. Ce travail vise à montrer l'intérêt d'une méthode d'évaluation multicritère conjointe «environnement et qualité», agrégeant ces résultats complexes, dans le processus de changement de pratiques à des fins d'amélioration de performances.

L'objectif de ce travail est de tester l'utilisation de la démarche d'évaluation multicritère (environnement/qualité) sur un itinéraire technique viticole afin d'en améliorer ses performances environnementales sans risquer de nuire à la qualité du raisin. En testant cette démarche cela permettra de construire des scénarios d'amélioration de performances environnementales à partir de changement de pratiques et de simuler les conséquences de modifications de pratiques sur la qualité potentielle du raisin via l'utilisation d'un modèle d'explication de la qualité du raisin [5].

## 2. Matériels et méthodes

La démarche mise en place s'articule en 5 étapes. i) Une évaluation environnementale par ACV et une évaluation multicritère de la qualité du raisin à la vendange réalisées sur l'itinéraire technique viticole réel ii) L'agrégation des résultats des deux évaluations selon la méthode multicritère CONTRA-QUALENVIC [4,6] aboutissant à une note de performance environnementale et une note de qualité du raisin. iii) L'identification des pratiques viticoles les plus impactantes sur un plan environnemental. iv) La simulation de changement de pratiques et ses conséquences sur un plan performance environnementale v) L'estimation des risques potentiels du changement pratiques sur la qualité du raisin en s'appuyant sur un modèle explicatif de la qualité du raisin construit à partir des pratiques viticoles et permettant de vérifier que les nouvelles pratiques proposées n'engendrent pas d'importantes modifications «théoriques» de la qualité du raisin.

Les évaluations environnementales par ACV ainsi que les évaluations multicritères de la qualité du raisin à la vendange ont été réalisées sur 5 itinéraires techniques viticoles (appelés dans le texte Technical Management Routes (TMRs)) au cours de 2 millésimes. Ces 5 TMRs sont localisés en zone d'appellation d'Origine Contrôlée Anjou-Saumur (Moyenne Vallée de la Loire, France) et produisent des vins blancs secs à partir du cépage Chenin Blanc. Ils ont été sélectionnés car ils représentent la diversité des itinéraires techniques que l'on peut rencontrer

dans la région pour le cépage concerné [7]. Les 2 années étudiées (2011 et 2013) ont été choisies pour leurs climats contrastés : 2011 se caractérise par une année chaude et sèche avec peu de pression parasitaire (année dite favorable) et 2013 par une année froide et pluvieuse avec une forte pression parasitaire (année dite défavorable) [8].

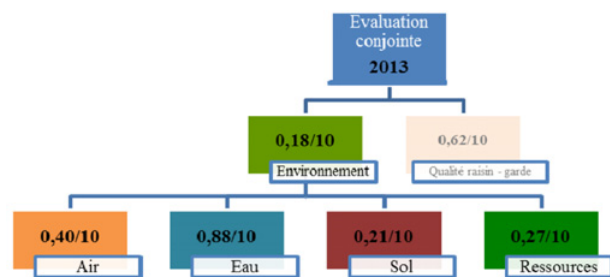
L'évaluation environnementale par la méthode ACV s'appuie sur 14 catégories d'impacts environnementaux issues de la méthode ReCiPe [9] regroupées autour de 4 compartiments environnementaux : l'air avec les catégories d'impacts «Changement climatique (kg CO<sub>2</sub> eq.)», «Amincissement de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq.)», «Formation d'oxydants photochimiques (kg NMVOC eq.)», «Formation de particules (kg PM<sub>10</sub> eq.)» ; l'eau avec les catégories d'impacts «Eutrophisation des eaux douces (kg P eq.)», «Eutrophisation des eaux de mers (kg N eq.)», «Écotoxicité des eaux douces (kg 1,4-DB eq.)», «Écotoxicité des eaux de mer (kg 1,4-DB eq.)» ; le sol avec les catégories d'impacts «Acidification des sols (kg SO<sub>2</sub> eq.)», «Écotoxicité des sols (kg 1,4-DB eq.)» ; et enfin les ressources avec les catégories d'impacts «Occupation des terres agricoles (m<sup>2</sup>a)», «Diminution des ressources en eau (m<sup>3</sup>)», «Appauvrissement des ressources en métal (kg Fe eq.)» et «Appauvrissement en ressources fossiles (kg oil eq.)». L'évaluation de la qualité du raisin est réalisée à partir de 7 critères également regroupés en plusieurs catégories ; elle a été définie en fonction des types de production visées : vin blanc sec de printemps ou vin blanc sec de garde [6].

Les résultats des évaluations environnementales et de qualité du raisin des 5 TMRs sur 2011 et 2013 ont été agrégés par la méthode CONTRA-QUALENVIC [6]. Cette méthode d'évaluation multicritère est adaptée à l'évaluation environnementale et l'évaluation de la qualité du raisin. Elle permet à partir de fonctions d'appartenances associées à la logique floue de fournir des notes finales d'évaluation environnementale d'une part et de qualité du raisin d'autre part pour chacun des TMRs et chacune des années étudiées. Ainsi le TMR numéro 4 étudié pour l'année 2013 sera identifié : 13TMR4.

A partir de l'ensemble des résultats d'évaluation environnementale et qualité réalisés sur les 5 TMR étudiés, nous avons choisi de travailler sur le TMR qui présentait le plus d'écarts de performance entre les deux années étudiées. Il s'agit du TMR 4 (ITK de type agriculture biologique modérée) caractérisé par un mode de production en culture biologique selon le cahier des charges de l'AOC Savennières. En effet, pour les 5 TMR, les écarts entre les notes finales d'évaluation environnementales vont de 1,5 à 6,7/10 points et les écarts entre les notes finales d'évaluation de la qualité du raisin vont de 1,8 à 6,75/10 points.

En 2011, cet itinéraire technique permet d'obtenir un bon compromis entre environnement et qualité avec une note de 6,85/10 en environnement et de 7,37/10 en qualité du raisin pour la production d'un vin de garde. En 2013, les notes de qualité et d'environnement diminuent fortement avec, des notes de 0,18/10 en environnement et de 0,62/10 en qualité du raisin pour la production de vin de garde.

Le TMR4 semble donc un bon exemple pour illustrer les possibilités d'adaptation des pratiques viticoles pour une amélioration de ses performances environnementales en veillant à assurer une bonne qualité du raisin produit.



**Figure 1.** Représentation des notes obtenues par le TMR4 en 2013 dans CONTRA pour son évaluation environnementale.

Il s'agira dans un premier temps de revenir à l'origine de la mauvaise note obtenue en environnement en 2013. Ainsi les résultats agrégés et intermédiaires obtenus par la méthode CONTRA-QUALENVIC pour l'évaluation environnementale puis les résultats bruts obtenus par la méthode ReCiPe [9] pour l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) seront analysés afin de remonter aux pratiques viticoles responsables des impacts environnementaux. Par la suite, des propositions théoriques de changements de pratiques seront évaluées d'un point de vue environnemental pour être ensuite évaluées par la méthode CONTRA. Si ces pratiques améliorent la performance environnementale du TMR4 en 2013, elles seront ensuite analysées quant à leur effet potentiel sur la qualité du raisin en s'appuyant sur le modèle explicatif de la qualité du raisin à partir des pratiques viticoles [5].

### 3. Résultats

#### 3.1. Diagnostic de l'origine des impacts environnementaux

La Fig. 1 montre les notes obtenues par le TMR4 en 2013 via la méthode CONTRA-QUALENVIC.

On peut observer que les mauvaises notes de performance environnementale sont généralisées à tous les compartiments de l'environnement (air, eau, sol et ressources). Les impacts sont particulièrement importants pour les compartiments sol (0,21/10) et ressources (0,27/10). A partir des notes finales obtenues, il faut rechercher la source de l'impact, en remontant dans l'évaluation jusqu'aux résultats ACV, pour cibler la ou les pratiques à améliorer en priorité.

Pour le compartiment sol, l'impact provient principalement de la catégorie d'impact «écotoxicité terrestre» où l'impact observé est proche de la limite défavorable utilisée dans le modèle CONTRA avec un impact de 37,23 kg 1,4-DB eq. en 2013 contre 5,25 kg 1,4-DB eq. en 2011. Cela explique la mauvaise note du TMR4 pour ce compartiment.

Pour le compartiment ressources, c'est la consommation de métal (313 kg Fe eq.) et de ressources fossiles (652 kg de pétrole eq.) qui engendre un impact important sur l'environnement.

Pour le compartiment eau, ce sont les catégories «écotoxicité aquatique» (7,50 kg 1,4-DB eq. pour l'écotoxicité aquatique en eau douce) et «eutrophisation» (0,61 kg P eq. pour l'eutrophisation en eau douce) qui expliquent les mauvais résultats. Il est aussi à noter que pour le compartiment air, l'impact des pratiques viticoles

mis en œuvre sur le TMR4 sur le changement climatique est aussi important avec une valeur de 1 992 kg CO<sub>2</sub> eq. en 2013 contre 1289 kg CO<sub>2</sub> eq. en 2011.

Le nombre important de traitements phytosanitaires effectués sur la parcelle est à l'origine d'une partie des impacts. Ces traitements nécessitent une consommation importante de produits phytosanitaires et d'eau ainsi qu'une consommation importante de carburant et une usure du matériel agricole. Pour le compartiment sol, cela se traduit principalement sur les catégories d'impact écotoxicité terrestre et acidification. Pour le compartiment air, l'impact se localise sur la catégorie changement climatique. Pour le compartiment ressources, c'est la consommation de ressources fossiles qui est la plus touchée par ce nombre important de traitements. Et enfin pour le compartiment eau, c'est la catégorie écotoxicité terrestre qui est la plus touchée.

Aux traitements phytosanitaires s'ajoutent le nombre important de désherbages mécaniques et de travaux mécaniques réalisés, généralement, dans la parcelle (passage de lames, buttage, débattage). Ces pratiques engendrent une consommation de carburant et une usure du matériel agricole. Les impacts de ces pratiques mécanisées sont ciblés sur le compartiment air pour leur impact sur le changement climatique et sur le compartiment ressources pour leur impact sur la consommation de ressources fossiles.

#### 3.2. Propositions théoriques de changements de pratiques

L'objectif visé est d'améliorer la note d'évaluation environnementale globale. Pour cela, trois propositions théoriques d'amélioration des performances environnementales sont faites ; elles sont basées sur la recherche dans les autres itinéraires techniques étudiés pour la même année, la «meilleure pratique» (celle présentant la meilleure note environnementale) et de l'appliquer sur l'itinéraire étudié que l'on cherche à améliorer (TMR4). Trois pratiques sont ainsi identifiées et testées dans notre démarche. Elles seront distinguées au travers de leur nom.

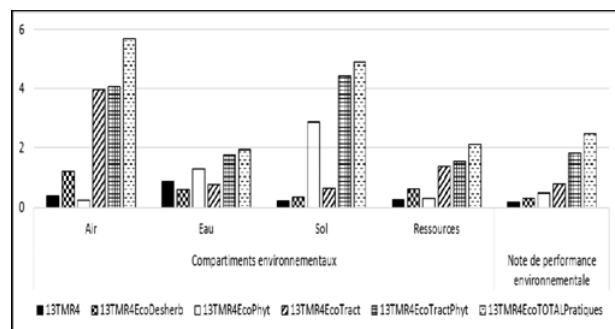
##### 3.2.1. 13TMR4EcoPhyt (économie de produits phytosanitaires pour le TMR4 en 2013)

Nous remplaçons le programme de traitements du TMR4 par celui du TMR5 qui respecte le même cahier des charges (agriculture biologique). Le programme de traitements du TMR5 permet de diminuer presque de moitié le nombre de traitements. Cela aura un impact sur plusieurs catégories d'impact environnemental (écotoxicité terrestre, acidification des sols, changement climatique, consommation des ressources fossiles et écotoxicité aquatique).

##### 3.2.2. 13TMR4EcoTract (Economie d'émission du tracteur en prenant un quad pour le TMR4 en 2013)

A partir de l'exemple du TMR3, l'utilisation d'un quad à la place du tracteur pour réaliser les traitements sera intégrée. L'utilisation d'un quad permettra de diminuer les impacts pour les mêmes catégories d'impact environnementaux que celles ciblées en changeant le programme de traitements.

\*Variable Importance in the Projection.



**Figure 2.** Représentation des notes obtenues par les propositions théoriques de changement de pratiques sur le TMR4 en 2013 pour chaque compartiment de l'environnement ainsi que pour l'étude de la note environnementale finale par rapport aux notes originelles du TMR4 en 2013 (les notes obtenues sont /10).

### 3.2.3. 13TMR4EcoDesherb (économie de passage de lames pour le désherbage du TMR4 en 2013)

Enfin des modifications sur le travail mécanique effectué sur la parcelle se feront par une diminution du temps de passage des lames passant de 6h/ha à 3h/ha comme c'est le cas du TMR2.

### 3.3. Résultats CONTRA-environnement avec les nouvelles pratiques mises en œuvre sur TMR4

Les résultats sont représentés pour chaque compartiment de l'environnement (Fig. 2). Les notes obtenues sont représentées Tableau 1 ainsi que la note finale environnementale. Il est à noter que les propositions théoriques d'amélioration de pratiques sont testées dans un premier temps indépendamment les unes des autres.

On observe que globalement chacune des propositions théoriques de changement de pratiques proposées améliore chacune des notes de compartiment. La note de compartiment air est principalement améliorée par l'utilisation d'un quad à la place d'un tracteur pour effectuer les traitements phytosanitaires. On passe d'une note de 0,40/10 pour le TMR4 original à 3,95/10 pour le TMR4 qui utilise un quad. La note de compartiment eau est globalement la note la plus difficilement améliorée avec ces changements de pratiques.

Néanmoins on observe que la diminution de la quantité de produits phytosanitaires utilisée permet d'améliorer la performance environnementale de la parcelle pour le compartiment eau en passant de 0,18/10 pour le TMR4 original à 0,48 pour le TMR4 modifié. La note du compartiment sol est nettement améliorée par la diminution de la quantité de produits phytosanitaires permettant de passer de 0,21/10 à 2,86/10. La note du compartiment ressource est principalement améliorée par l'utilisation du quad à la place du tracteur : on passe d'une note de 0,27/10 pour le TMR4 originel contre 1,37/10 pour l'épandage des produits phytosanitaires avec un quad. La note environnementale globale est ainsi améliorée quelle que soit la proposition théorique de changement de pratiques. Néanmoins cette amélioration n'est que partielle. Il faudrait combiner l'amélioration de plusieurs pratiques pour obtenir une importante amélioration de la note globale environnementale. C'est pour cela que l'amélioration environnementale doit être réfléchi à l'échelle de l'itinéraire technique. Il est possible

d'améliorer de façon individuelle les pratiques les plus impactantes. Mais étant donné qu'elles sont en relations avec d'autres pratiques, il s'agit de penser l'amélioration de plusieurs pratiques en même temps et de repenser l'itinéraire technique viticole dans sa globalité.

Ainsi associer la modification du programme de traitement phytosanitaire tout en utilisant un quad à la place d'un tracteur permet d'améliorer la note finale environnementale de 1,63 points (/10) en passant de 0,18/10 à 1,81/10. Enfin, en associant les trois propositions théoriques de changement de pratiques étudiées, on peut augmenter la note finale de 2,29 points (/10) pour arriver à une note finale de performance environnementale de 2,47/10. Cette amélioration est surtout visible au niveau des notes obtenues dans le compartiment air avec une augmentation de 5,30 points pour ce compartiment.

### 3.4. Quelles conséquences ces changements peuvent-ils provoquer sur la qualité du raisin ?

Plusieurs pratiques parmi celles proposées ci-dessus n'ont a priori aucune incidence directe sur la qualité du raisin, que l'on considère la bibliographie ou le modèle explicatif développé dans notre travail

Ainsi concernant la réduction du temps de passage des lames, notre modèle explicatif de la qualité du raisin n'identifie aucune relation significative entre la pratique et les critères de qualité étudiés (sucre, acidité totale, acide malique et tartrique, azote assimilable, pH et taux de pourriture).

D'après la bibliographie et notre modèle explicatif, un lien positif existe entre l'utilisation de fongicides qui représente une importante partie des produits phytosanitaires utilisés dans ce TMR et les concentrations des baies en acidité totale (VIP\*=1,040) et en acide malique (VIP=0,835). Une diminution du nombre de traitements fongicides, si la parcelle est sensible aux attaques fongiques, risque en effet d'affecter l'état sanitaire du feuillage de la vigne et des baies de raisin et la maturité du raisin. De plus, la diminution d'utilisation d'insecticides pourrait diminuer la concentration des baies en sucre (VIP=1,256). Ce changement risque néanmoins de faire augmenter le pH du raisin (VIP=1,774) car l'utilisation d'insecticides apparaît liée négativement au pH.

Enfin, le modèle explicatif de la qualité ne montre aucune relation significative entre le type de matériel de traction (tracteur ou quad) et les critères de qualité étudiés. Il est donc probable que l'utilisation d'un quad à la place d'un tracteur pour l'épandage des produits phytosanitaires sur la parcelle n'aura aucune conséquence sur la qualité du raisin.

Aux vues de l'utilisation du modèle explicatif de la qualité du raisin à partir des pratiques viticoles et des facteurs du milieu et des travaux bibliographiques nous pouvons considérer que le changement de pratiques tel que proposé ici pour TMR4 en 2013 pourrait permettre d'augmenter la note globale de qualité du raisin bien qu'elle engendrera probablement des modifications de notes intermédiaires de plusieurs critères de qualité (acidité totale, acide malique, sucre et pH).

\*Variable Importance in the Projection.



**Tableau 1.** Notes obtenues suite aux changements théoriques de pratiques sur le TMR4 en 2013 pour chaque compartiment de l'environnement ainsi que pour l'étude de la note environnementale finale par rapport aux notes originelles du TMR4 en 2013 (les notes obtenues sont /10).

	Compartiments environnementaux				Note de performance environnementale
	Air	Eau	Sol	Ressources	
13TMR4	0.40	0.88	0.21	0.27	0.18
13TMR4EcoDesherb	1.19	0.60	0.35	0.62	0.30
13TMR4EcoPhyt	0.24	1.28	2.86	0.31	0.48
13TMR4EcoTract	3.95	0.78	0.65	1.37	0.79
13TMR4EcoTractPhyt	4.06	1.76	4.42	1.52	1.81
13TMR4EcoTOTALPratiques	5.70	1.93	4.88	2.11	2.47

#### 4. Discussion

Les simulations effectuées montrent dans un premier temps que la méthode CONTRA-QUALENVIC permet de simuler et évaluer les effets d'un changement de pratiques. Il est ainsi possible d'envisager d'utiliser cette méthode pour travailler de manière pédagogique avec le viticulteur et son conseiller afin de trouver les pratiques viticoles qui apportent le meilleur compromis entre performance environnementale et performance de la qualité du raisin.

La démarche mise en œuvre montre tout l'intérêt du cumul des pratiques pour améliorer la performance environnementale globale de l'itinéraire technique et pour encourager à raisonner de manière globale et systémique le raisonnement de son itinéraire technique. La simulation réalisée sur le TMR4 montre clairement que la révision de l'itinéraire technique dans son ensemble est plus prometteuse pour une amélioration des performances environnementales qu'une amélioration des pratiques prises de manière isolée. Changer le quad ou modifier les traitements phytosanitaires ou faire un passage de lames plus léger permet d'améliorer les performances environnementales du TMR4 d'au minimum 0,15 points. Et si l'on prend la solution de remplacer le tracteur par un quad pour les traitements phytosanitaires, le TMR4 obtient de meilleures performances environnementales que le TMR5 pour la même année. Il faut combiner plusieurs améliorations pour que le changement soit important. La méthode CONTRA-QUALENVIC permet de calculer la note globale environnementale de ce nouvel itinéraire technique théorique «amélioré» par le cumul de toutes les pratiques modifiées et permet ainsi de revoir l'itinéraire technique viticole dans son ensemble.

Cependant, les propositions théoriques de changements de pratiques ne sont pas toutes envisageables dans la réalité. En effet, le quad qui est l'amélioration présentant les meilleurs résultats ne peut être associé à un pulvérisateur classique pour l'épandage des produits phytosanitaires, il demande d'y associer un pulvérisateur spécifique motorisé qui consomme lui aussi du carburant, ce qui n'a pu être pris en compte ici faute de données. Cette proposition de changement de pratiques n'est donc peut-être pas réalisable en réalité.

L'amélioration des résultats via CONTRA-QUALENVIC ne peut se faire pour le moment qu'en souhaitant améliorer principalement la performance environnementale des TMRs pour ensuite analyser les éventuelles conséquences que cette amélioration pourrait causer sur la qualité du raisin.

La démarche mise en œuvre ne peut se faire actuellement que dans ce sens «amélioration environnementale vs.

qualité du raisin» la réciproque n'étant pas possible faute de modèle prédictif de la qualité du raisin à partir des pratiques viticoles. Pour le moment, le modèle développé dans notre travail peut uniquement déterminer s'il y a un lien potentiel entre la pratique identifiée et l'un des critères de qualité du raisin étudié ; si cette influence est forte et si elle pourrait risquer de faire augmenter ou diminuer la valeur du critère de qualité. De plus, ce modèle n'est pour le moment utilisable que pour la production de vin blanc sec à partir de Chenin en moyenne vallée de la Loire.

#### 5. Conclusion

Nos travaux ont permis de démontrer que concilier performance environnementale et qualité des raisins est possible ; le TMR4 en est la meilleure illustration.

Ensuite nous avons montré qu'il est possible d'améliorer les pratiques viticoles d'un point de vue environnemental tout en veillant au maintien de la bonne qualité du raisin produit. A travers l'analyse de nos cinq cas d'étude et des simulations de changements de pratiques réalisées sur un cas «théorique» nous avons pu proposer des améliorations des performances environnementales tout en validant que les nouvelles pratiques proposées n'entraînaient pas de conséquences négatives sur la qualité du raisin souhaité.

Par cette étude, la méthode d'évaluation conjointe environnement/qualité CONTRA-QUALENVIC a pu être éprouvée. Le paramétrage de la méthode adaptée à la viticulture est sensible à une modification de pratique viticole et aux nouveaux impacts qu'elle engendre. L'application de la méthode CONTRA-QUALENVIC a permis de faire ressortir les pratiques qui présentaient un impact important sur les performances environnementales de l'itinéraire technique viticole étudié. Il est ainsi possible de remonter dans les notes d'évaluations obtenues jusqu'à identifier les substances responsables des impacts principaux causés, puis de proposer de nouvelles pratiques amélioratrices. Le modèle explicatif des liens entre pratiques, facteurs du milieu et critères de qualité du raisin a permis d'étudier l'influence potentielle des nouvelles pratiques proposées à des fins d'amélioration des performances environnementales, sur les différents critères de qualité du raisin.

L'enjeu est désormais de s'appuyer sur cette méthode d'évaluation conjointe pour engager des démarches d'amélioration continue d'itinéraires techniques viticoles à des fins de conception d'itinéraires respectueux de l'environnement et intégrant les exigences attendues de qualité du raisin. On parle alors d'Ecoconception et d'Ecoqualiconception®). Pour être complet, cette

méthode d'évaluation devra aussi être enrichie d'un pilier économique et social ; ceci fait l'objet de travaux en cours au sein de l'équipe de recherche.

### Références

- [1] Agence-Bio, Agence française pour le développement et la promotion de l'agriculture biologique (2013)
- [2] ISO (International Standards Organization) (2006a)
- [3] ISO (International Standards Organization) (2006b)
- [4] C. Bockstaller, L. Guichard, O. Keichinger, P. Girardin, M. B. Galan, and G. Gaillard. Sustainable Agriculture, pp. 769-784 (2009)
- [5] S. Beauchet, V. Cariou, C. Renaud-Gentié, M. Meunier, R. Siret, M. Thiollet-Scholtus, and F. Jourjon, *Oeno One*
- [6] S. Beauchet, *thèse de doctorat*, L'Université Bretagne Loire (2016)
- [7] C. Renaud-Gentié, S. Burgos, M. Benoît, *Europ. Jour. of Agron.* **56**, 19–36 (2014a)
- [8] C. Renaud, C. Renaud-Gentié, S. Beauchet, and F. Jourjon, *37th OIV Congress, 9–14 November 2014. Mendoza, Argentina* (2014b)
- [9] M. Goedkoop, R. Heijungs, M. Huijbregts, A. De Schryver, J. Struijs, R. van Zelm, *ReCiPe 1* (2009)