

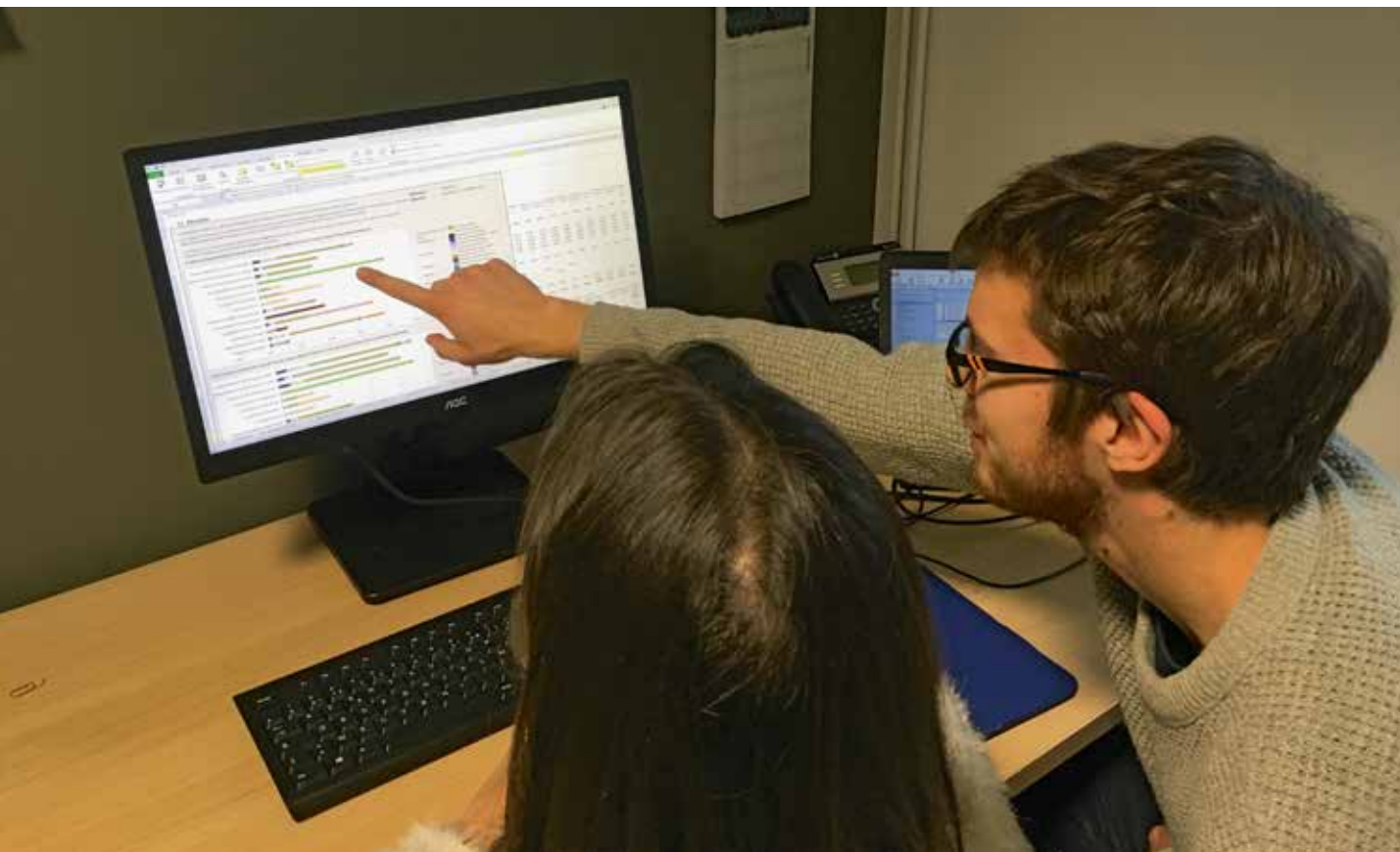
VitLCA[®], un nouvel outil pour tester les améliorations environnementales en viticulture

Marguerite RENOUF^{1,2}, Christel RENAUD-GENTIÉ¹, Aurélie PERRIN¹, Emmanuelle GARRIGUES-QUÉRÉ¹, Anthony ROUAULT¹, Séverine JULIEN¹, Frédérique JOURJON¹

¹USC 1422 GRAPPE, Univ. Bretagne Loire, Ecole supérieure d'agricultures (ESA-INRA), 49007 Angers, France

²School of Chemical Engineering, The University of Queensland, 4072 Brisbane, Australia

Renseignements: Christel Renaud-Gentié, e-mail: c.renaud@groupe-esa.com, tél.(+33) 2 41 23 55 55



Outil d'évaluation environnementale VitLCA[®] (Version 1.01). (Photo lead)

Introduction

Les secteurs agricole et viticole en particulier sont soumis à des pressions réglementaires et sociétales qui les amènent à prendre en compte l'environnement dans leur stratégie de production et à raisonner leurs itinéraires techniques viticoles sur des critères de performances environnementales. Différentes approches et stratégies sont ainsi explorées pour réduire les impacts de la viticulture: agriculture biologique,

biodynamie, fertilisation et contrôle des maladies et ravageurs sans intrants chimiques synthétiques, efficacité énergétique, diminution des quantités de pesticides appliqués et réduction de leurs émissions vers l'environnement (Pertot *et al.* 2017). Dans tout le cycle de production de la vigne au vin, c'est la production de raisins qui contribue le plus fortement aux impacts environnementaux (Fusi *et al.* 2014). Il est de ce fait important d'identifier les pratiques viticoles réellement plus éco-efficientes. Il est toutefois souvent

difficile d'apprécier l'influence de ces différentes pratiques sur la performance environnementale, de connaître l'étendue des améliorations réalisables ou encore de définir la priorité des types d'initiatives.

L'un des obstacles à la progression de ces connaissances est la complexité de la méthode d'évaluation couramment utilisée pour quantifier et comparer la performance environnementale des pratiques de production, à savoir l'analyse du cycle de vie (ACV) (Hellweg et Milà i Canals 2014). L'ACV quantifie les impacts environnementaux d'un produit sur l'ensemble du cycle de vie (de l'extraction des matières premières à la fin de vie du produit) et est de plus en plus utilisée dans l'étude de la viticulture durable (Renaud-Gentié *et al.* 2016).

Afin de faciliter le recours à l'ACV, un outil simplifié de calcul, adapté à la viticulture (VitLCA®), a été développé pour rendre la méthode, les calculs et l'interprétation des résultats plus accessibles aux agents de conseil et développement en viticulture. Ce travail est issu d'une collaboration entre les chercheurs en viticulture à l'École supérieure d'agriculture d'Angers (Unité Grappe (ESA-INRA)) en France et l'Université du Queensland en Australie.

Cet article décrit la méthodologie de développement de VitLCA® (Version 1.01) et comment il apporte des réponses face à la complexité de l'ACV. Il présente ensuite des exemples de résultats et identifie la gamme de pratiques alternatives qui ont pu être évaluées avec VitLCA®. Enfin, il discute des applications potentielles et des opportunités de développement futur pour VitLCA® pour l'aide à la décision de la mise en œuvre de stratégies environnementales efficaces dans ce secteur.

Matériel et méthodes

Le but de VitLCA® est de faciliter la réalisation d'une ACV en viticulture et d'aider l'utilisateur à identifier et évaluer les opportunités d'amélioration environnementale. Cet outil a été développé dans le contexte de la France, mais il peut être adapté à d'autres régions viticoles.

La structure initiale de VitLCA® a été construite en adaptant un outil développé pour la canne à sucre (CaneLCA) (Renouf *et al.* 2018a), outil approprié pour être appliqué à d'autres cultures pérennes. Une analyse d'autres outils d'ACV agricoles a également été effectuée pour comprendre les caractéristiques les rendant efficaces (Renouf *et al.* 2018b) et quelques améliorations ont été faites sur cette base.

Les caractéristiques suivantes ont été utilisées dans VitLCA® pour rendre l'ACV moins complexe pour des utilisateurs non familiers de l'ACV.

Résumé ■ Un outil simplifié d'évaluation environnementale par analyse de cycle de vie (ACV), adapté à la viticulture, a été développé pour améliorer la rapidité et l'accessibilité de l'ACV, aux acteurs professionnels de ce secteur. Cet outil permet d'évaluer et de comparer les performances environnementales des pratiques viticoles et des itinéraires techniques en place avec des pratiques alternatives. Les utilisateurs ciblés sont en priorité les acteurs du conseil et du développement, de la recherche et de l'enseignement. Il aidera les conseillers et les décideurs du secteur viticole à comprendre comment les différentes pratiques affectent la performance environnementale, à identifier les pistes d'amélioration environnementale réalisables et à les guider dans leur prise de décision pour la mise en œuvre de stratégies environnementales.

- Fonctionnement sur la base d'un classeur MS Excel pour un accès facile;
- Centrage de l'analyse sur les processus viticoles;
- Collecte des données d'entrée sous une forme facilement connue des utilisateurs;
- Production des résultats sous différentes formes pour répondre aux différents besoins des utilisateurs (viticulteurs et chercheurs);
- Production des résultats par rapport à une gamme de références du secteur (si disponibles) afin de situer la performance du système étudié.

Les caractéristiques suivantes ont été utilisées dans VitLCA® pour faciliter l'identification et l'évaluation des opportunités d'amélioration environnementale:

- Un large éventail de paramètres de pratiques peut être modifié pour évaluer et comparer les pratiques alternatives (consommation de carburant, quantité d'intrants, durée, matériel utilisé, etc.);
- Analyse parallèle des alternatives pour faciliter la comparaison;
- Une large palette de catégories d'impact environnemental sont évaluées, y compris l'écotoxicité, qui est importante mais souvent omise;
- Les résultats de l'évaluation de l'impact sur le cycle de vie (AICV) sont générés par tonne de raisins récoltés et par hectare, de sorte que les impacts peuvent être considérés à la fois en termes de productivité et d'impacts globaux;



- Des conditions environnementales spécifiques au site ou à la région peuvent être saisies pour l'analyse personnalisée des émissions.

Les essais pilotes de VitLCA® (Version 1.01) ont été réalisés à partir des données collectées sur des parcelles de Chenin, dans la région de Saumur, en Maine-et-Loire, conduites en viticulture raisonnée (Renaud-Gentié 2015; Rouault *et al.* 2016). Les paramètres de pratiques pouvant être modifiés dans VitLCA® ont été détaillés. A partir de là, il a été possible de déduire la gamme des pratiques viticoles et des systèmes alternatifs qui pouvaient être évalués en utilisant VitLCA®.

Résultats

Les résultats de l'exemple issus de VitLCA®, présentés dans la figure 1, montrent la gamme et les sources d'impacts environnementaux pris en compte par l'outil.

Parmi les nombreux impacts environnementaux, on observe les éléments suivants:

- La combustion du carburant diesel dans les tracteurs est un facteur dominant (fig. 1). Cela est dû

non seulement aux émissions de gaz d'échappement dans les champs (changement climatique), mais aussi à la production du carburant en amont, de l'extraction à la transformation du pétrole brut en gasoil (épuisement des ressources en combustibles fossiles, pollution).

- L'utilisation de pesticides (en particulier les fongicides) est une autre source importante d'impacts, en raison de leur émission toxique sur la parcelle et aux processus de production en amont (fig. 1).
- Les matériaux de palissage (bois, acier, etc.), machines et outils sont également des contributeurs significatifs à l'impact environnemental, principalement du fait de leur production (fig. 1).
- Les émissions d'azote contribuent à dégrader la qualité des eaux et à acidifier les sols (fig. 1).
- Le transport de la main-d'œuvre, depuis l'exploitation jusqu'à la parcelle (fig. 1), mérite également d'être relevé.

Ce profil environnemental est en grande partie en accord avec les résultats d'autres études ACV, qui ont examiné en détail la phase viticole de la production

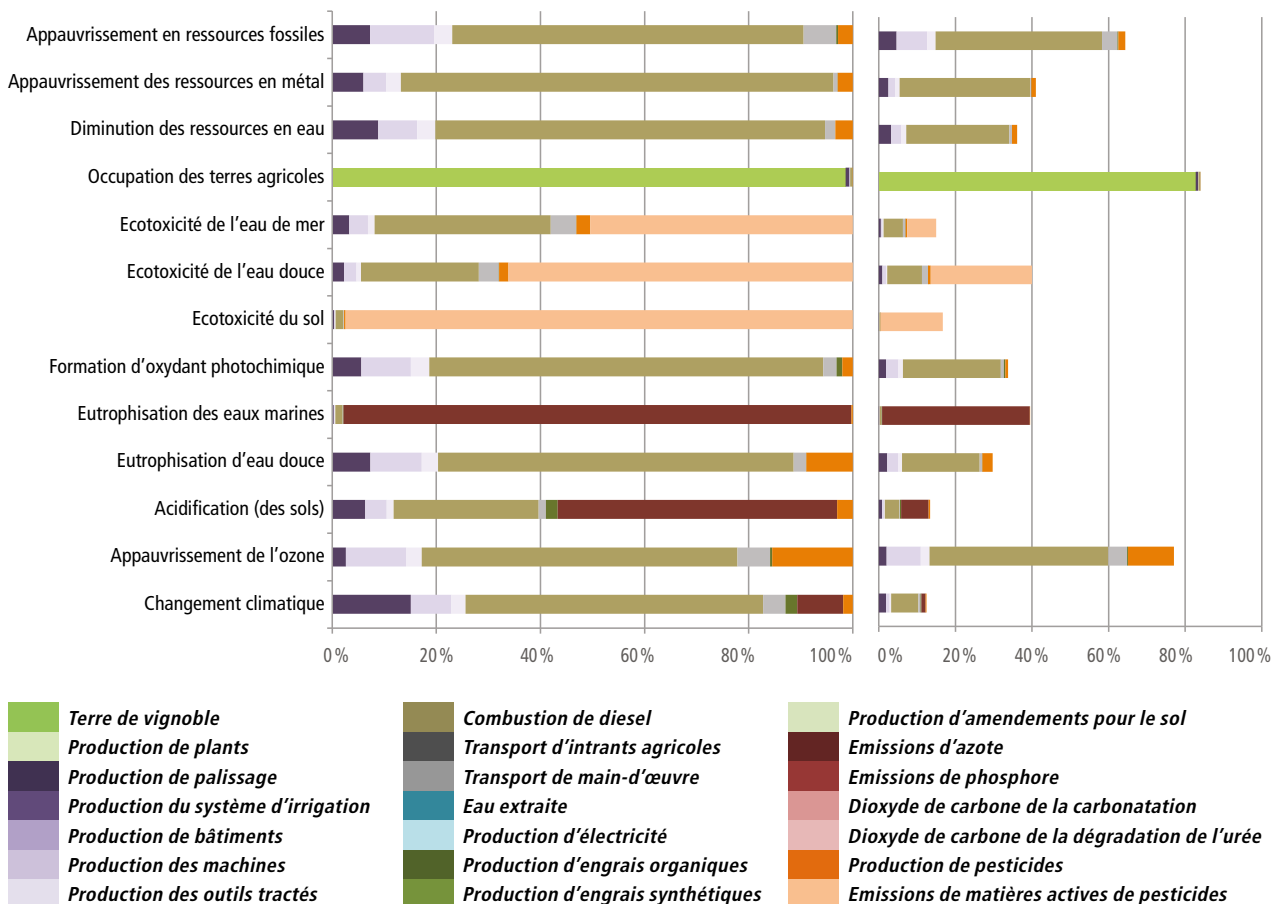


Figure 1 | Résultats d'ACV générés par VitLCA® (Version 1.01), montrant un exemple d'analyse des contributions des sources d'impacts environnementaux par tonne de raisins récoltés. Dans la partie gauche du graphique, les résultats ne sont pas normalisés. Dans la partie droite du graphique, les résultats sont normalisés par rapport à l'impact le plus élevé pour un échantillon de vignobles.

de vin (Petti *et al.* 2015, Renaud-Gentié 2015). Cependant, la comparaison de ces études est difficile, la manière de catégoriser les sources d'impacts variant significativement. Par ailleurs, le profil environnemental d'autres systèmes de viticulture (par exemple méthodes et intrants biologiques ou biodynamiques) est différent.

Les résultats du côté droit de la figure 1 ont été normalisés par rapport à un point de référence qui est l'impact maximum obtenu sur un échantillon d'itinéraires techniques qualifiés de représentatifs au sein d'une même région viticole. Ils nous renseignent non seulement sur les sources d'impacts mais aussi sur leur importance relative à cette référence. Les résultats du côté gauche de la figure 1 ne sont pas normalisés et nous renseignent seulement sur les sources d'impacts. Par exemple, la contribution des émissions d'azote à l'acidification des sols semble assez significative sur la figure 1, mais elle est en fait relativement insignifiante par rapport aux autres itinéraires techniques. La normalisation est possible dans VitLCA® si les données pour un point de référence sont disponibles.

Les paramètres de pratiques qui peuvent être modifiés dans VitLCA® sont résumés dans le tableau 1. A partir de là, il a été possible de déduire un éventail de pratiques et de systèmes alternatifs qui pourraient être évalués tels que :

- Des durées de vie de la vigne différentes ;
- Des rendements en raisins variables ;
- Des matériaux de palissage divers (par exemple, piquets en bois ou en acier galvanisé) ;
- Des puissances et efficacités énergétiques des machines différentes ;
- Des énergies différentes pour les machines (biocarburants, électricité) ;
- Le traitement de plus d'un rang à la fois, la réalisation simultanée des tâches multiples (via le couplage de machines sur le tracteur) et l'amélioration de l'efficacité opérationnelle (p. ex. la réduction du temps de marche au ralenti) ;
- La localisation des parcelles de vigne plus près du domaine pour réduire les déplacements en tracteur et en voiture ;
- Le désherbage mécanique versus par herbicides ;
- L'utilisation de différents types d'engrais (organique versus synthétique) ;
- La couverture du sol entre les rangs pour la réduction des pertes de polluants ;
- Des orientations des vignes adaptées à la pente pour la diminution du ruissellement des polluants ;
- La gestion de la vigueur de la vigne pour éviter des conditions favorables aux maladies fongiques.

Tableau 1 | Paramètres de pratique pouvant être définis et modifiés dans VitLCA®

Variables de pratique	Paramètres de pratique
Dimensions et rotations du vignoble	– types de cultures dans le système viticole – productivité du raisin (années / rendements) – autres cultures de brisures (type / années) – jachères (type / années)
Machines et outils	– quantité de machines et d'équipements en service – taille des machines et des outils – durée de vie
Opérations de tracteur (consommation de carburant)	– puissance nominale / efficacité énergétique – paramètres de fonctionnement (largeur traitée, efficacité du travail) – type de carburant / énergie utilisée - nombre d'opérations effectuées
Application de nutriments	– type de produits fertilisants (synthétique, organique) – dose appliquée – N fourni par la légumineuse – méthode d'application (surface, sous-surface ou foliaire)
Pest management	– type de matière active du pesticide (herbicide, insecticide, fongicide) – dose appliquée – type de système d'application par pulvérisation
Irrigation	– type d'infrastructure d'irrigation – durée de vie – pression de tête – source d'énergie utilisée (combustible, électricité)
Transport pour fournir des intrants	– distances de livraison du fabricant et du détaillant
Transport pour le travail	– distance entre le domaine et le vignoble

Discussion

Le test pilote de VitLCA® (Version 1.01) a confirmé qu'il peut générer des résultats cohérents avec ceux du logiciel d'ACV classique ; il est étant toutefois plus simple à l'utilisation et plus rapide. Il a également permis d'identifier l'éventail des pratiques alternatives qui pourraient être évaluées et comparées.

Dans VitLCA®, une évaluation simultanée et une comparaison à l'échelle de la parcelle peut être effectuée pour, au maximum, trois systèmes viticoles différents (systèmes conventionnels, biologiques ou une comparaison des deux) ou pratiques alternatives (comme les pratiques de gestion des adventices). L'application à l'échelle de l'exploitation viticole est, quant à elle, en cours d'investigation.

La comparaison quantitative et cohérente de la performance environnementale peut aider à orienter les

stratégies d'amélioration environnementale dans le secteur viticole. Les utilisateurs potentiels de cet outil sont :

- Les chercheurs pour accélérer et harmoniser les méthodes d'étude de systèmes de viticulture innovants et inclure les objectifs environnementaux dans la conception de nouveaux systèmes ;
- Les acteurs du transfert de la recherche (ingénieurs en centre technique, conseillers de développement...), pour accompagner la décision des viticulteurs ;
- Les enseignants pour former les futurs viticulteurs et conseillers sur les pratiques éco-efficientes.

Les tests effectués à ce jour ont également mis en évidence des possibilités d'amélioration, en particulier la présentation des résultats de l'analyse du cycle de vie pour une meilleure compréhension et interprétation par les utilisateurs. L'approche, pour catégoriser les résultats, devra être cohérente, afin de montrer clairement le lien entre les pratiques viticoles et leurs impacts et faciliter ainsi l'évaluation et le choix par l'utilisateur, des pratiques alternatives éco-efficientes. Une agrégation en un seul score des résultats des multiples indicateurs d'impact pondérés (Beauchet 2014) sera également utile pour faciliter la prise de décision. L'identification des gammes de performance environnementale pour les secteurs viticoles permettra également de générer des résultats normalisés de performance relative.

Remerciements

Cette recherche a été soutenue par le programme régional d'innovation agroalimentaire de la Loire (RFI Food for Tomorrow - CapAliment).

Bibliographie

- Beauchet S., Renaud-Gentié C. M., Thiollet-Scholts R., Siret, & Jourjon F., 2014. An innovative methodology combining Life Cycle Assessment of a product with the assessment of its quality; case of Chenin grapes in Loire Valley vineyards. In LCAFood 2014. San Francisco, USA.
- Fusi A., Guidetti R. & Benedetto G., 2014. Delving into the environmental aspect of a Sardinian white wine: From partial to total life cycle assessment. *Science of the Total Environment*, **472**, 989-1000.
- Hellweg S. & Milà I Canals L., 2014. Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. *Science*, **344**, 1109-1113.
- Pertot I., Caffi T., Rossi V., Mugnai L., Hoffmann C., Grando M. S., Gary C., Lafond D., Duso C., Thiery D., Mazzoni V. & Anfora G., 2017. A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new perspectives for the implementation of IPM in viticulture. *Crop Protection*, **97**, 70-84.
- Petti L., Arzoumanidis I., Benedetto G., Bosco S., Cellura M., De Camillis C., Fantin V., Masotti P., Pattara C., Raggi A., Rugani B., Tassielli G. & Vale M., 2015. Life Cycle Assessment in the Wine Sector. In: Bruno Notarnicola, Roberta Salomone, Luigia Petti, Pietro A. Renzulli, Rocco Roma & Cerutti, A. K. (eds.)

Conclusion

- Un outil simplifié d'évaluation des impacts environnementaux par ACV adapté à la viticulture est maintenant disponible - VitLCA® (Version 1.01).
- VitLCA® facilite l'évaluation et la comparaison des performances environnementales de pratiques viticoles alternatives, afin d'éclairer les stratégies d'amélioration environnementale dans ce secteur.
- L'impact environnemental d'un large éventail de systèmes viticoles et de pratiques alternatives peut être évalué, y compris le choix des matériaux de palissage, l'efficacité d'utilisation du carburant des machines, les pratiques de fertilisation, la gestion des fongicides.
- Les applications potentielles principales sont l'accompagnement au changement de pratiques et l'aide à la décision pour la mise en œuvre de démarches de management environnemental.
- Les principaux utilisateurs potentiels de VitLCA® sont les acteurs de la recherche, du développement et du conseil ainsi que de l'enseignement.
- Les essais pilotes réalisés à ce jour ont validé la conformité des résultats obtenus comparés à ceux générés par les méthodes et outils de calcul d'ACV classique. Ils montrent par ailleurs le gain de temps et la facilité de réalisation que permet l'utilisation de VitLCA®.
- D'autres améliorations sont prévues afin d'optimiser la présentation des résultats d'ACV pour une meilleure interprétation par les utilisateurs. ■

Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector. Case Studies, Methodological Issues and Best Practices. Springer Link.

- Renaud-Gentié C., 2015. *Eco-efficiency of vineyard technical management routes: interests and adaptations of life cycle assessment to account for specificities of viticulture.* PhD, University of Nantes Angers Le Mans.
- Renaud-Gentié C., Renaud R., Beauchet S. & Jourjon F., 2016. Millésime et performances environnementales d'un itinéraire technique viticole évaluées par ACV. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, **48** (6), 378-384.
- Renouf M. A., Poggio M., Collier A., Price N., Schroeder B. & Allsopp P., 2018a. Customised life cycle assessment tool for sugarcane growing (CaneLCA) – a development for the evaluation of alternative agricultural practices. *International Journal of Life Cycle Assessment (in press)*.
- Renouf M. A., Renaud-Gentié C., Perrin A., Van Der Werf H. M. G., Kanyarushoki C. & Jourjon F., 2018b. Effectiveness criteria for customised agricultural life cycle assessment tools. *Journal of Cleaner Production*, **179**, 246-254.
- Rouault A., Beauchet S., Renaud-Gentié C. & Jourjon F., 2016. Life Cycle Assessment of viticultural technical management routes (TMRs): comparison between an organic and an integrated management route. *OENO One*, **50**.

■ Summary

VitLCA®, a new tool to test the environmental improvements in vine growing

A simplified tool for environmental evaluation by life cycle assessment (LCA) adapted to viticulture was developed to make the environmental evaluation more accessible and faster for the professional actors of this sector. It makes it possible to assess and compare the environmental performances of current viticultural practices and technical management routes with alternative practices. The targeted users are in priority the actors of extension, development, research and teaching. It will help the agents of change and decision makers of the wine sector to understand how the various practices influence the environmental performance, to identify the possible environmental improvements and to guide them in their decision making for the implementation of environmental strategies.

Key words: Life cycle assessment, ecodesign, viticultural practices, customized calculator, technical management route.

■ Zusammenfassung

VitLCA® viticulture ein neues Werkzeug, um die ökologischen Verbesserungen zu testen

Ein vereinfachtes Werkzeug (ACV), das die Umweltverträglichkeitsprüfung des Lebenszyklus analysiert, wurde dem Weinbau angepasst und entwickelt. Die Umweltverträglichkeitsprüfung von den professionellen Akteure wird somit zugänglicher und schneller. Es erlaubt, die umweltorientierten Leistungen des Weinbaus und der alternativen Praktiken abzuschätzen und zu vergleichen. Die gezielten Benutzer sind vorzugsweise die Akteure des Rates und der Entwicklung, der Forschung und des Unterrichts. Es hilft, dem Weinbausektor Entscheidungen und Veränderung vorzunehmen, den Einfluss der verschiedenen Praktiken der umweltorientierten Leistung zu verstehen und die realisierbaren Umweltverbesserungsspuren zu identifizieren. Die Akteure können somit diese Faktoren in ihre Strategie für die Umweltumsetzung integrieren.

■ Riassunto

VitLCA®, un nuovo attrezzo per provare i miglioramenti ambientalisti in viticoltura

Un attrezzo semplificato di valutazione ambientale con analisi di ciclo di vita (ACV) adeguato alla viticoltura è stato sviluppato per rendere la valutazione ambientale più accessibile e più rapida per gli attori professionali di questo settore. Permette di valutare e comparare le prestazioni ambientali delle pratiche viticole e degli itinerari tecnici in posto e delle pratiche alternative. Gli utenti determinati sono prioritariamente gli attori del consiglio e dello sviluppo, della ricerca e dell'insegnamento. Aiuterà gli agenti del cambiamento e le istanze decisionali del settore viticolo a comprendere come le varie pratiche influenzano la prestazione ambientale, ad identificare i tracciati di miglioramenti ambientali realizzabili e guidarli nel loro processo decisionale per l'attuazione di strategia ambientale