

P A V



N° 10

Edition 2013

***P**rogrès **A**gricole et **V**iticole*

***P**ublications et **A**ctualités **V**itivinicoles de
l'Académie de la Vigne et du Vin du GiESCO*



**Les cépages résistants peuvent
aussi éviter la chaptalisation !**

*Mensuel
130^{ème} année*

Evaluation environnementale d'itinéraires viticoles représentant une diversité régionale par analyse de cycle de vie

Environmental evaluation of vineyard Technical Management Routes representing a regional diversity using the Life Cycle Assessment

Christel Renaud-Gentié¹, Stéphane Burgos², Marc Benoît³, Frédérique Jourjon¹

¹UPSP GRAPPE, PRES L'UNAM, Groupe ESA, 55 rue Rabelais, 49007 Angers – France,

²Ecole d'Ingénieurs de Changins, route de Duillier, CH-1260 Nyon, Switzerland

³INRA, SAD, Aster, UR 055, 662 avenue Louis Buffet, F-88500 Mirecourt, France

Corresp. Author: Tel (33) 2 41 23 55 55 Email c.renaud@groupe-esa.com

Résumé

La pression sociale et économique sur la filière viticole pour adopter des pratiques durables est croissante. En France, un des objectifs de la politique environnementale des décideurs publics est la réduction de 50% de l'utilisation des pesticides entre 2008 et 2018, et une nouvelle exigence d'affichage environnemental sur les produits de grande consommation pourrait être imposée sous peu. Ces exigences concernent directement la filière viticole. Les vignerons doivent donc poursuivre l'adoption de pratiques plus respectueuses de l'environnement tout en assurant le maintien de la qualité de leurs vins. Or peu de réponses existent aujourd'hui à la question de la compatibilité entre l'objectif environnemental et qualitatif du produit et le lien entre la qualité environnementale des itinéraires techniques viticoles et la qualité du raisin et vin n'a jamais été étudié.

Le travail engagé par le laboratoire Grappe de l'ESA d'Angers se propose d'apporter des éléments utiles aux choix d'itinéraires techniques ou de pratiques agro-viticoles répondant au double objectif qualitatif et environnemental. Il s'agit de caractériser des itinéraires techniques contrastés représentant la diversité des pratiques du vignoble. Ceci est un préalable à la fourniture de références utilisables par les acteurs de la production pour des choix techniques pertinents conjuguant ces deux objectifs. Parmi les nombreux indicateurs et méthodes permettant d'évaluer les performances environnementales en agriculture, l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) de plus en plus utilisée en agriculture, a été choisie pour cette étude. Cet article développe la première phase du projet comprenant le choix des itinéraires techniques à étudier et la mise au point de l'analyse du cycle de vie illustrée par des résultats sur un itinéraire.

Les travaux se basent sur l'observation de 5 situations en Anjou, représentant la diversité des itinéraires techniques rencontrés dans la région sur Chenin blanc pour vins blancs secs. Pour établir les types d'itinéraires existant, des travaux d'enquête sur 77 parcelles et des traitements poussés (typologie, analyse de règles d'association) de ces données ont été réalisés au préalable. La méthode d'évaluation environnementale retenue, l'Analyse du Cycle de Vie fait ici l'objet d'adaptations à la situation viticole (Renaud et al, 2010, 2011). L'itinéraire technique de production de raisins est évalué sur 3 millésimes 2010, 2011 et 2012 et est pris en compte dans son ensemble jusqu'à la récolte des raisins à la parcelle. La qualité des raisins est évaluée parallèlement.

Les premiers résultats obtenus permettent d'identifier les postes principaux d'impacts environnementaux par itinéraire technique. A titre d'exemple, dans le cas de l'itinéraire en conduite raisonnée présenté, la plantation dominée en grande partie par les piquets, les opérations occasionnelles dominées par la fertilisation organique, le désherbage chimique, la vendange mécanique (consommation de diesel principalement) sont les principaux contributeurs aux impacts environnementaux. Toutes les autres opérations impactent principalement par leur consommation de carburant et les émissions de sa combustion. Les résultats n'intègrent pas encore aujourd'hui la quantification des émissions des pesticides, par absence de modèle de calcul de ces émissions à ce jour.

Mots clefs : ACV, itinéraire technique viticole, impact environnemental,

Summary

The social and economic pressure on the wine sector to adopt sustainable practices is increasing. In France, one of the objectives of the environmental policy of the public decision makers is the reduction of 50% of the use of the pesticides between 2008 and 2018, and a new requirement of environmental posting on the fast-moving consumer goods could be imposed. These requirements relate to the wine sector directly. The vine growers must thus continue the adoption of more respectful practices of the environment while ensuring the maintenance of the quality of their wines. However few answers exist today with the question of compatibility between the environmental and qualitative objective of the product and the link between the environmental quality of the vineyard technical management routes (TMR) and the quality of grape and wine was never studied.

The work started by ESA of Angers proposes to bring elements useful for the technical choices of TMR or agro-viticultural practices answering the double qualitative and environmental objective. It is a question of characterizing TMR contrasted by their environmental performance and obtained product quality. This is a precondition to the supply of references usable by the stakeholders of the production for relevant technical choices combining these two objectives. Among the many indicators and methods making it possible to evaluate the environmental performances in agriculture, the Life cycle assessment (LCA) increasingly used in agriculture, was selected for this study.

Work is based on the observation of 5 situations in Anjou, representing the diversity of the TMR met in the area on white Chenin for dry white wines. To establish the types of routes existing, an investigation work on 77 plots and specific treatments (typology, analyzes of association rules) of these data were realized as a preliminary. The method of environmental assessment adopted, the LCA is here the object of adaptations to the vineyard situation (Renaud et al., 2010, 2011). The TMR of grapes production is evaluated over 3 years 2010, 2011 and 2012 and is taken into account as a whole until the harvest of grapes. The quality of grapes is evaluated in parallel.

The first results make it possible to identify the principal contributors to environmental impacts for each TMR. In the TMR presented as an example (reasoned production), the plantation dominated mainly by the stakes, the occasional operations dominated by the organic fertilization, the chemical weed control, the mechanical vintage (consumption of diesel mainly) are the main contributors. All the other operations impact mainly by their fuel consumption and its combustion emissions. The results do not integrate yet the quantification of the emissions of the pesticides, by absence of model of calculation of these emissions to date.

Keywords: LCA, vineyard technical management routes, environmental impacts.

1. Introduction

En France, l'un des objectifs de la politique environnementale des décideurs publics concerne la réduction de 50% de l'utilisation des pesticides entre 2008 et 2018 ; elle s'accompagne d'une nouvelle exigence d'affichage environnemental sur les produits de grande consommation qui pourrait également s'imposer dans un avenir proche. Ces exigences concernent directement la filière viticole qui subit une pression sociale et économique croissante exigeant pour les vignerons de poursuivre l'adoption de pratiques plus respectueuses de l'environnement tout en assurant le maintien de la qualité de leurs vins.

En agronomie, un champ de recherche émerge liant les évaluations multicritères de produits et leurs impacts environnementaux (Bockstaller et al. 2008). Il existe de nombreuses méthodes permettant d'évaluer l'impact d'une production agricole sur l'environnement (Bockstaller and al. 2008, Payraudeau and al. 2005). Cependant, lorsque l'on souhaite réaliser un bilan le plus exhaustif possible, l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est l'outil le plus abouti, dans le domaine de l'évaluation globale et multicritère des impacts environnementaux (Boeglin et al., 2005). Elle permet, en intégrant toutes les phases du processus de production, d'éviter que les améliorations environnementales locales ne soient que la résultante d'un déplacement des charges polluantes (Jolliet, 2001). Les impacts couramment retenus sont l'émission de gaz à effet de serre, l'eutrophisation, l'acidification, la toxicité humaine et l'écotoxicité, ainsi que l'épuisement des ressources naturelles ou encore l'érosion et la quantité d'énergie consommée, mais d'autres catégories d'impact peuvent être analysées. L'ACV est, par ailleurs, une méthode d'analyse des impacts environnementaux normalisée au niveau international par une norme ISO (International Organization for Standardization) : la norme ISO 14 040 à 14 049.

La méthodologie ACV a déjà été mise en œuvre dans la filière vitivinicole ((Petti et al. 2010), (Claudine and Fearné 2011), (Vázquez-Rowe et al. 2012; Bellon-Maurel et al. 2012)). Cependant, bien que certaines de ces études aient inclus la production de raisins dans le système de production, l'accent a majoritairement été mis sur l'élaboration du produit final, à savoir une bouteille de vin, mais la majorité des auteurs a proposé peu d'éléments de mise au point de la méthode ni de détail de résultats concernant la partie viticole, par ailleurs, peu d'itinéraires différents ont été comparés. Un travail de mise au point de la méthode concernant les itinéraires techniques de production de raisins est donc nécessaire dans un but d'optimisation fine des itinéraires techniques viticoles. Un des enjeux de l'Analyse du Cycle de Vie lorsqu'elle est appliquée à la viticulture est de déterminer une performance quantifiée du produit dans le temps et dans l'espace pour servir de valeur de référence pour l'analyse et l'optimisation environnementale du processus de production. Il s'agit donc, grâce à l'utilisation de la méthode ACV en viticulture, de pouvoir fournir des références utilisables par les acteurs de la filière pour leurs choix techniques.

Le travail engagé par le laboratoire Grappe de l'ESA d'Angers depuis 2009 (Renaud et al. 2010a, b et c; Renaud et al. 2011; Renaud et al. 2012) se propose d'apporter des éléments utiles aux choix d'itinéraires techniques ou de pratiques agro-viticoles répondant au double objectif qualitatif et environnemental. Il s'agit, après avoir construit une typologie des itinéraires techniques représentatifs des systèmes de production viticoles de la zone d'étude, de caractériser des itinéraires techniques contrastés et d'observer leur performance environnementale et la qualité du produit obtenu. Cet article présente la méthodologie mise en place et les résultats de caractérisation environnementale sur l'un des itinéraires observés.

2. Matériel et Méthodes

Le travail présenté ici s'inscrit dans un processus de recherche plus global engagé depuis plusieurs années par le laboratoire Grappe de l'ESA au sein de l'UMT Vinitera ; nous ne présentons ici que les deux premières étapes du projet qui en comprend cinq :

- **Création du réseau d'observation représentant la diversité des Itinéraires Techniques viticoles (ITKv) du vignoble AOC de la moyenne Vallée de la Loire**
- **Evaluation des Qe (Performance environnementales des ITKv des parcelles sélectionnées.**

La méthode d'évaluation environnementale retenue est l'analyse du cycle de vie qui fait ici l'objet d'adaptations à la viticulture. L'itinéraire technique de production de raisins est évalué sur 3 millésimes réels et est pris en compte dans son ensemble jusqu'à la récolte des raisins à la parcelle (Figure 1).

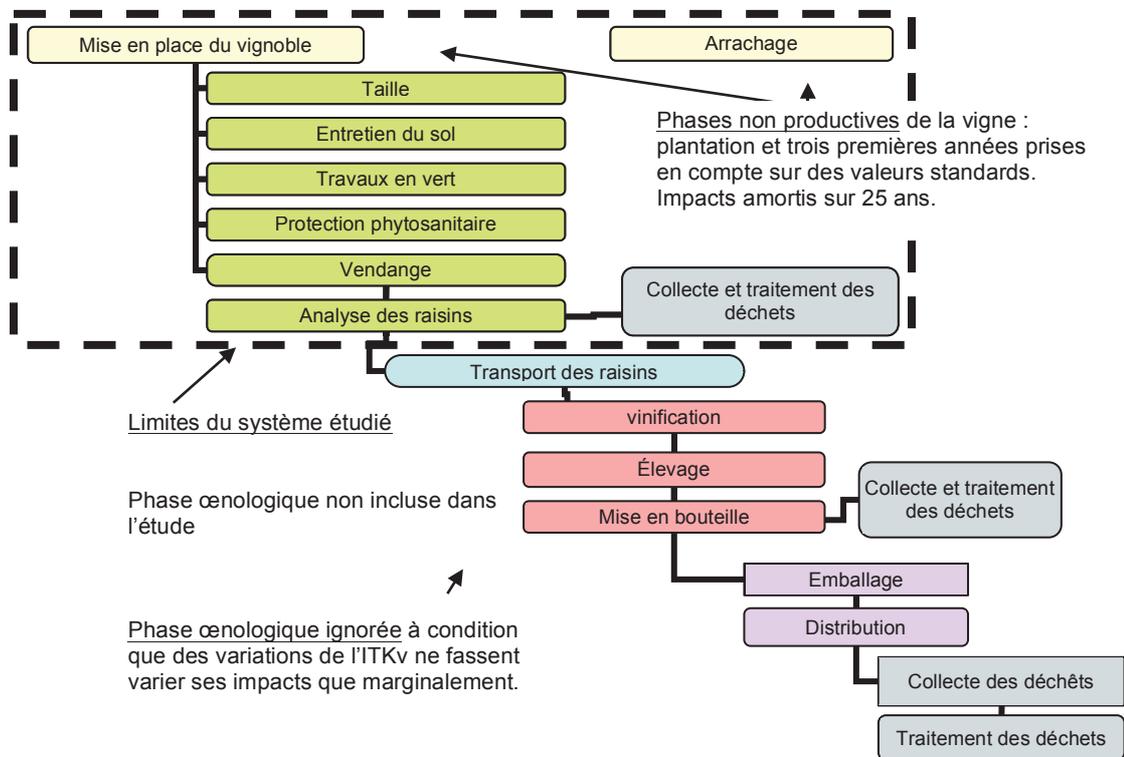


Figure 1. Cycle de vie du vin et limites du système étudié

Figure 1. Life Cycle of wine and limits of the assessed system

La qualité des raisins est évaluée en parallèle sur les baies prélevées à maturité, par analyses chimiques, sensorielles, texturales et microbiologiques. Ce dernier travail n'est pas présenté ici.

i) Recensement de la diversité itinéraires techniques viticoles et Typologie des itinéraires sur Chenin Blanc en moyenne Vallée de la Loire pour le choix des parcelles de l'observatoire

Afin de connaître les itinéraires techniques mis en œuvre dans la moyenne vallée de la Loire, et réaliser le choix des parcelles à observer, nous avons effectué une enquête auprès de 54 viticulteurs des zones de production Anjou, Saumur, Touraine. Les vigneronnes ont été choisis de façon à représenter la plus grande diversité possible du point de vue des systèmes de production (conventionnel, raisonné, biologique, biodynamique), des modes de valorisation (coopérative, négoce, grande distribution, traditionnel), des tailles de domaines, des types d'exploitation (individuel, sociétés à plusieurs associés), de la spécialisation des exploitations en viticulture (viticulture seule ou associée à d'autres productions) et des appellations.

Un questionnaire semi-directif leur a été administré. Il concernait leur exploitation, et une à trois de leurs parcelles qu'ils ont choisies comme étant les plus contrastées du point de vue de l'itinéraire technique viticole (ITKv) sur Chenin B pour la production de vins blancs secs.

La base de données ainsi obtenue contient 469 questions dont 98 concernant les parcelles, parmi lesquelles nous avons retenu 20 variables discriminantes décrivant les pratiques composant l'ITKv.

Différents traitements ont ensuite été appliqués pour l'analyse des données grâce au logiciel R (package « FactoMineR ») : L'Analyse en Composantes Multiples donne une cartographie des modalités de variables d'une part et des individus parcelles de l'autre. Ensuite, une typologie est réalisée par classification ascendante hiérarchique consolidée par K Means qui détermine des groupes d'individus proches. Enfin une Fouille de données avec règles d'association est réalisée sous le logiciel R (package « arules ») afin d'observer quelles modalités de variables se trouvent associées ensemble dans les ITKv.

A l'issue de cette étape, le choix des parcelles d'observation a été mené ; il a été guidé par différentes considérations : la recherche de contrastes au niveau des pratiques en se servant des résultats du clustering présenté ci-dessus, des contraintes logistiques pour l'organisation de la collecte des données, de l'acceptation et disponibilité des vigneronnes et du temps nécessaire par parcelle pour la collecte des données et le calcul de l'ACV. Au total ce sont 5 parcelles qui ont été retenues.

ii) Evaluation des performances environnementales des ITKv des parcelles sélectionnées

La méthode de l'ACV est ainsi appliquée pour trois millésimes, sur cet échantillon de 5 parcelles de Chenin blanc de la Moyenne Vallée de La Loire représentant la diversité des ITKv existant dans la région. D'un point de vue méthodologique, si le pas de temps des étapes productives (taille, entretien du sol, travaux en vert, protection phytosanitaire, vendange) est le millésime, les phases non productives (plantation, trois premières années de non-production et arrachage) sont, quant à elles prises en compte et amorties sur la durée de vie de la vigne.

Les impacts environnementaux sont calculés par unité fonctionnelle pertinente selon l'objectif poursuivi : au kilogramme de raisin pour mesurer les impacts d'une masse de produit, et à l'hectare de vigne lorsqu'il s'agit de les mesurer au niveau d'une surface cultivée pendant plusieurs décennies et afin de tenir compte de la corrélation négative entre rendement et qualité (teneur en sucres et polyphénols) et ce, pour ne pas défavoriser les productions plus qualitatives mais moins productives.

Selon le protocole de recherche, l'inventaire des flux d'émissions et d'extractions de matières et d'énergies est réalisé sur l'ensemble des itinéraires techniques, à partir d'enquêtes annuelles auprès des vigneronns qui cultivent ces parcelles.

Les impacts environnementaux potentiels sont calculés à partir de la base de données internationale d'inventaire des cycles de vie Ecoinvent (Nemecek and Kägi 2007) et par un logiciel spécifique à l'ACV (méthode de calcul SALCA, ART Zurich). Les impacts sont ceux classiquement retenus pour les ACV agricoles, à savoir: l'émission de gaz à effet de serre, l'épuisement des ressources naturelles, la production d'ozone troposphérique l'écotoxicité aquatique et terrestre, l'eutrophisation par azote et phosphore, la toxicité pour l'homme, l'acidification des sols, l'eau consommée.

Des mises au point méthodologiques ont été nécessaires concernant l'ACV comme le choix des modèles d'émission directes de l'azote (Nemecek and Kägi 2007; Thiollet 2003), du phosphore (Nemecek and Kägi 2007), et de l'érosion (Wischmeier and Smith 1978) les plus adaptés à la viticulture. La mise au point du modèle calculant les émissions de pesticides est en cours.

La collecte des données auprès des vigneronns des 5 parcelles a été réalisée pour 2010, 2011 et 2012. Enfin, les parcelles ont été caractérisées des points de vue pédologique et climatique.

3. Résultats

1- Création du réseau d'observation de la diversité des ITKv du vignoble AOC de la moyenne Vallée de la Loire.

Les itinéraires techniques mis en œuvre sur les parcelles enquêtées ont des caractéristiques communes (traction au tracteur, ébourgeonnage de la tête de souche, palissage plan, fourrières enherbées), mais nous avons identifié des contrastes pour les autres pratiques. Même si les parcelles sont toutes cultivées pour produire un vin blanc sec de Chenin, le matériel végétal varie (porte greffé et clone) d'une parcelle à l'autre. Les analyses par ACM, CAH et K Means ont permis d'identifier des groupes stables de parcelles très liés au système de production et au niveau « d'interventionnisme » du vigneron dans sa vigne.

La figure 2 montre la cartographie ACM des parcelles de Chenin sur les deux premiers axes. Les couleurs affectées aux numéros de parcelles représentent les 5 groupes déterminés par la méthode CAH consolidée par K Means. La première dimension est très liée au contraste existant entre les parcelles qui ne sont pas traitées avec des produits de synthèse et celles qui sont gérées en culture raisonnée ou en conventionnel. La deuxième dimension exprime les différences de raisonnement des pratiques notamment de protection du vignoble (systématiques en cas de nécessité et variation du nombre de traitements entre année favorable et défavorable) et les différences dans la gestion du feuillage (effeuillage, hauteur foliaire).

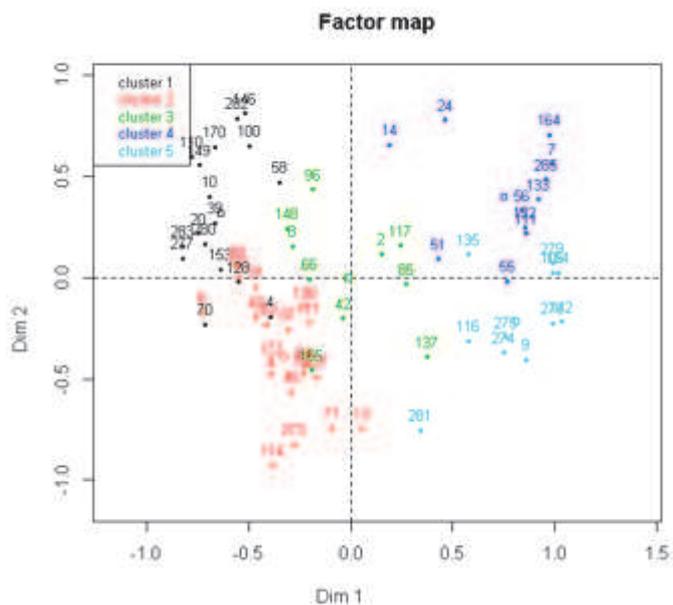
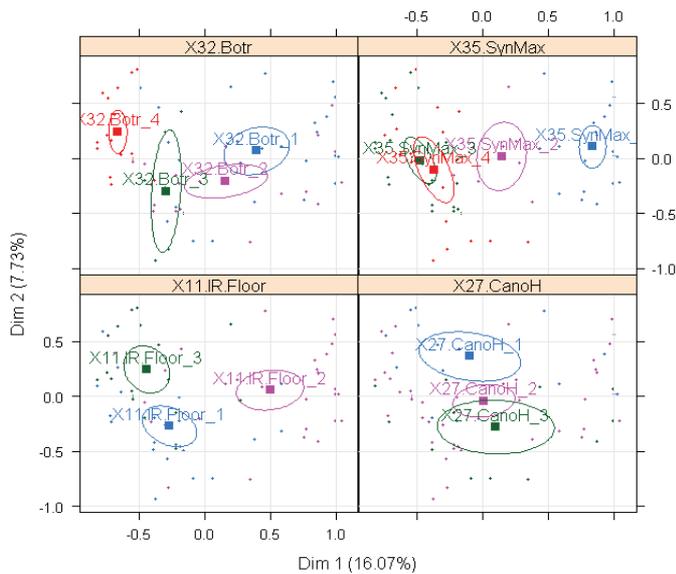


Figure 2. Cartographie ACM des itinéraires techniques de Chenin sur les axes 1 et 2

Figure 2. MCA map for Chenin technical management routes on axes 1 and 2

La figure 3 montre des représentations graphiques sur les premières dimensions de projections avec les ellipses de confiance des modalités de variables projetées sur la carte des individus, ce qui facilite l'interprétation des cartes. Il apparaît, sans entrer ici dans le détail, que certaines variables comme la stratégie de lutte contre Botrytis, le nombre de traitements de synthèse, les modes d'entretiens des sols, ou la hauteur foliaire permettent de séparer clairement les parcelles.



Explicitation des codes :

X32 Botrytis: 1 : aucun traitement, 2 : non synthétique, 3 traitement de synthèse si pression, 4 traitement synthèse systématique. X35 nombre de traitements de synthèse en année difficile, et X27 Hauteur foliaire : nombre/quantité croissante, X11, entretien sol inter-rang : 1 : enherbement tous rangs, 2 travail sol, 3 dés herbage chimique tous rangs ou 1rg/2. Les ellipses représentent les intervalles de confiance à 95% et le carré le barycentre des points par modalité

Figure 3. Exemples de cartes ACM des itinéraires techniques viticoles colorés selon les modalités des variables.

Figure 3. Examples of MCA maps where technical management routes are colored according to the modalities of variables

A la suite de ces traitements, les 5 grands types d'itinéraires identifiés se différencient principalement par le type de protection phytosanitaire, d'entretien des sols et la fréquence des interventions. L'analyse des règles d'association permet de reconstituer les logiques de conception des itinéraires des vignerons, ou du moins de combinaisons de pratiques et d'identifier les logiques fréquentes. Ces règles d'association doivent être analysées en mode expert pour s'assurer qu'elles ont une logique. En effet comme elles résultent de comptages, rien ne nous indique si elles ont une logique culturelle, c'est donc à nous de le déterminer.

La figure 4 représente les résultats obtenus en combinant les résultats d'ACM et des règles d'association.

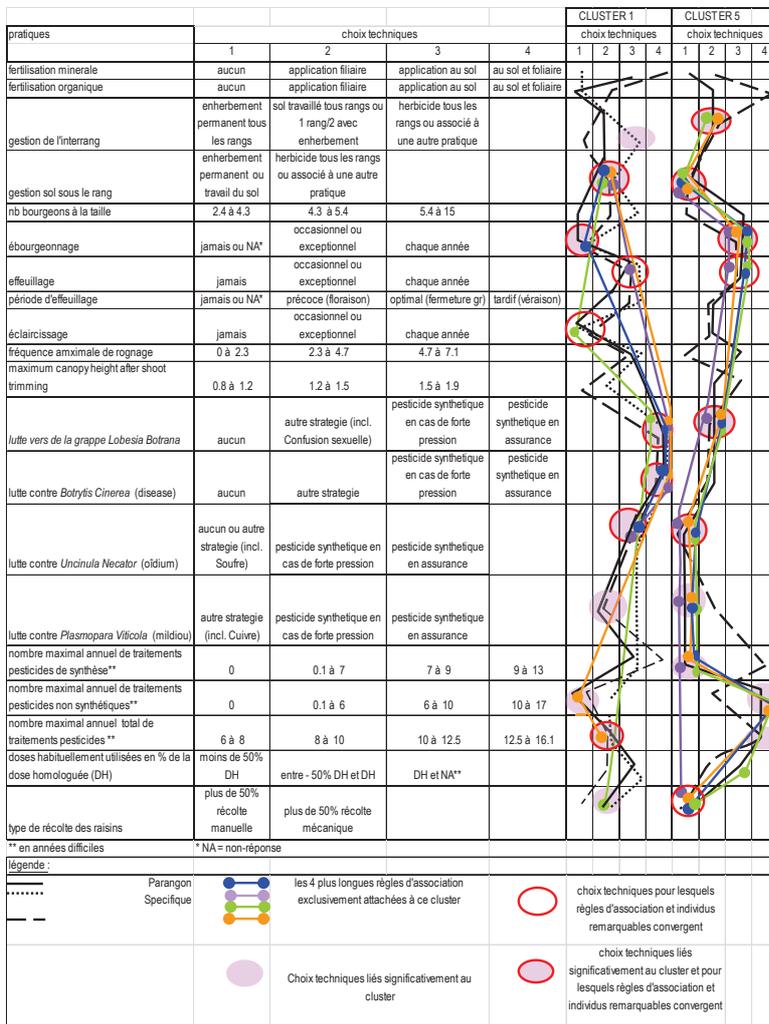


Figure 4. Caractérisation des clusters par la synthèse des différentes méthodes mises en œuvre, exemple des clusters 1 et 5

Figure 4. Characterisation of the clusters by the synthesis of the various methods implemented, example of clusters 1 and 5

Un réseau de 5 parcelles d'étude représentant ces 5 types d'ITKv a donc pu être constitué à partir des résultats. Par ailleurs, les pratiques et associations de pratiques les plus significatives de chaque groupe étant identifiées elles pourront particulièrement faire l'objet de tests de sensibilité des résultats d'ACV.

2- Evaluation des performances environnementales des itinéraires techniques viticoles, premiers résultats et perspectives :

Les travaux visant, pour chacun des cas, à identifier les techniques responsables des « points chauds » environnementaux et qualitatifs sont en cours, un premier résultat sur l'itinéraire technique raisonné représentant le groupe 1 pour le millésime 2011 est présenté figure 5 hors émissions de pesticides.

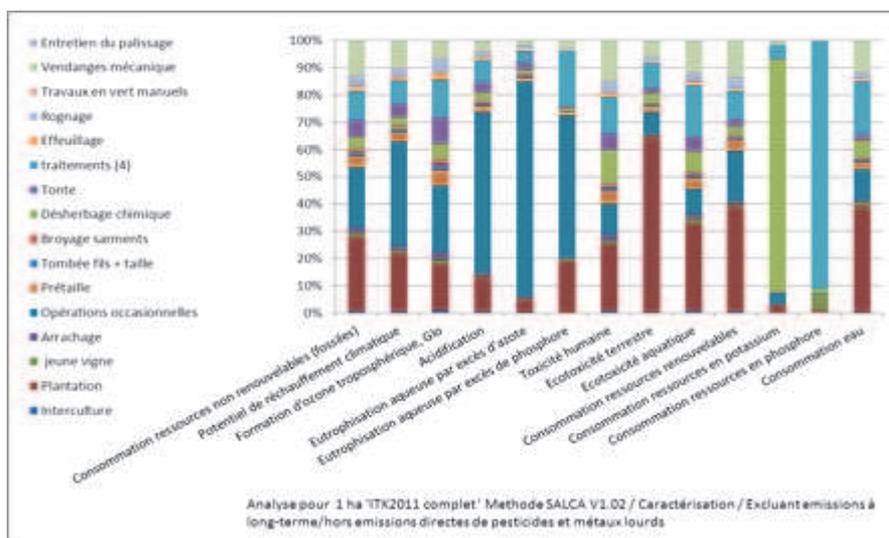


Figure 5. Exemple d'ACV d'un itinéraire technique viticole en lutte raisonnée-Année 2011

Figure 5. Example of LCA technical route in integrated system –Year 2011

D'une manière globale, les postes principaux d'impacts sur cet itinéraire en 2011 sont ;

- i) les **opérations occasionnelles** (à savoir qui ne sont pas réalisées chaque année mais dont les impacts sont amortis sur chaque année) (bleu foncé) dominées par la fertilisation organique et l'amendement calcaïque,
- ii) la **plantation** (grenat) (dont l'impact est amorti sur la durée de vie de la vigne),
- iii) la **vendange mécanique** (en gris-vert) principalement du fait de la consommation de diesel et le désherbage chimique (en vert) .

Les 4 traitements phytosanitaires mis en œuvre cette année-là apparaissent ici comme des contributeurs significatifs à la plupart des catégories d'impact, mais il est très important d'attendre la quantification des émissions directes de pesticides et de métaux lourds pour tirer des conclusions définitives. Toutes les autres opérations impactent principalement par leur consommation de carburant et les émissions qu'elle produit. Les opérations manuelles génèrent très peu d'impacts bien que le transport des salariés vers la parcelle a été pris en compte. Si l'on analyse plus finement, on peut voir que l'étape des **opérations occasionnelles** comprend notamment les amendements calcaïques qui, par l'épandage de chaux sur la parcelle engendrent de manière non négligeable des impacts sur la consommation de ressources, la toxicité humaine et l'écotoxicité (terrestre et aquatique).

La fertilisation organique contribue aux impacts sur le potentiel de réchauffement climatique, l'eutrophisation et l'acidification des milieux. C'est la fabrication du compost qui est la cause principale de ces impacts. L'étape de **plantation** engendre des effets notamment sur l'écotoxicité (terrestre et aquatique), la consommation des ressources et la consommation d'eau. Une analyse plus approfondie indique que dans cet ITKv, c'est l'installation du palissage qui contribue de manière importante sur toutes les catégories d'impacts. Ce sont notamment les piquets en acier galvanisé et les fils de palissage en polyester qui entraînent d'importantes consommations d'eau et d'énergie dues à leur fabrication, des solutions de recyclage efficaces des matériaux à l'arrachage pourraient diminuer ces impacts.

L'étape de **vendange mécanique** est la troisième étape qui influe le plus significativement sur les résultats de l'Analyse du Cycle de Vie de l'itinéraire à l'étude. La consommation du carburant et les émissions liées à sa combustion en sont la cause principale, puis l'énergie et la consommation de matière qu'il a fallu pour construire les machines. Ces deux dernières causes contribuent à la consommation de ressources, d'eau, d'énergie ; mais ont aussi un impact sur le réchauffement climatique et la toxicité humaine.

L'analyse révèle aussi l'importante consommation de ressources causée par le **désherbage chimique** et les **traitements phytosanitaires**.

L'ACV des autres itinéraires et les tests de sensibilités sur les pratiques les plus contributives mais aussi les plus caractéristiques de chaque groupe vont permettre d'identifier les leviers d'amélioration spécifiques à chaque type d'itinéraire, et de confirmer l'intérêt de la méthode pour les objectifs que nous poursuivons.

4. Conclusion

Cette démarche originale et les premiers résultats obtenus montrent l'intérêt de la méthode d'ACV pour l'évaluation environnementale des itinéraires techniques viticoles car l'ACV donne le moyen de connaître l'impact potentiel des pratiques sur l'environnement et d'identifier les leviers pour modifier de manière bénéfique les pratiques en s'engageant dans un processus d'amélioration continue. La principale difficulté de son utilisation en viticulture est **liée à la spécificité même de la viticulture à travers la diversité des pratiques rencontrées au sein des systèmes de production et la variabilité des pratiques mises en œuvre selon les millésimes**.

La démarche mise en œuvre dans ce travail articule une phase préalable d'enquêtes sur les itinéraires techniques et de clustering pour identifier les typologies d'ITKv, la représentativité des systèmes évalués, puis l'évaluation ACV de leurs impacts environnementaux. Cette interrogation sur la diversité des conduites doit être articulée à toute évaluation ACV ayant vocation à représenter une diversité quelle qu'elle soit (territoriale ou autre) pour accroître la représentativité des données issues des ACV viticoles.

A terme, la démarche menée permettra de proposer aux filières viticoles une méthode et des outils d'aide à la décision quant aux choix des pratiques permettant de concilier qualité du raisin et performance environnementale. Ces résultats contribueront à accompagner la filière viticole, vers une viticulture plus respectueuse de l'environnement. Outre l'adaptation de la méthode ACV aux itinéraires techniques viticoles, cette recherche permettra, d'accompagner les changements de stratégies culturales et d'identifier les points-clés sur lesquels les efforts devront porter et ce, afin de répondre aux fortes demandes de la filière en adéquation avec les attentes des consommateurs et de la société, de plus en plus attentifs aux pratiques de production agricoles. Les auteurs remercient Dabbia Boudiaf et Sandra Beauchet pour leur contribution à l'étude.

Références Bibliographiques

BELLON-MAUREL V, CLERMIDY S, SINFORT C, OJEDA H, ROUX P. 2012. L'analyse du Cycle de Vie, une méthode exhaustive pour évaluer l'impact environnemental des itinéraires techniques en viticulture Progrès Agricole et Viticole 129(20): 474-481.

BOCKSTALLER C, GUICHARD L, KEICHINGER O, GIRARDIN P, GALAN M-B, GAILLARD G. 2008. Comparison of methods to assess the sustainability of agricultural systems. A review. Agronomy for Sustainable Development 29(1) : 223-235.

BOEGLIN N. VEUILLET, D., 2005- Introduction à l'Analyse de Cycle de Vie (ACV), Note de synthèse externe, mai 2005, éd. ADEME

CLAUDINE C, FEARNE A. 2011. Using sustainable value chain analysis as a catalyst for co-innovation in regional development: a case study of South Australian wine from the Riverland. International Journal of Innovation and Regional Development 3(2): 126-140.

NEMECEK T, KÄGI T. 2007. Life Cycle Inventory of Agricultural Production Systems. Data v 2.0 No. 15a. Zürich and Dübendorf, Switzerland:Agroscope Reckenholz-Taenikon Research Station ART, Swiss Centre for Life Cycle Inventories.

PETTI L, ARDENTE F, BOSCO S, DE CAMILLIS C, MASOTTI P, PATTARA C, et al. 2010. State of the art of Life cycle Assessment (LCA) in the wine industry. In: LCAFood 2010 (Notarnicola B, Settani E, Tassielli G, Giungato P, eds). Bari (IT), : Università degli studi di Bari, 493-498.

RENAUD C, BENOIT M, JOURJON F. 2010a. Trade-offs between quality and environment in wine production: presentation of a research program for their combined assessment. In: LCA Food 2010 (Notarnicola B, Settani E, Tassielli G, Giungato P, eds). Bari, (IT): Università degli studi di Bari, 241-246

RENAUD C, BENOIT M, JOURJON F. 2010. Evaluation des impacts environnementaux des itinéraires techniques viticoles de production de vins AOP en Val de Loire : démarche d'adaptation de la méthode de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV). . In: Proceedings VIII International Terroir Congress. Soave, Italy.

RENAUD C, BENOÎT M, THIOULET-SHOLTUS M, JOURJON F. 2011. Evaluation globale des impacts environnementaux des itinéraires techniques viticoles : l'Analyse du Cycle de Vie (ACV). Revue Suisse d'arboriculture Viticulture, Arboriculture, Horticulture 43 (3): 184-189.

RENAUD C, BENOIT M, JOURJON F. 2012. An approach for evaluation of compatibility between grape quality and environmental objectives in Loire valley PDO wine production. . Bulletin de l'OIV 85 (N° 977-978-979) 339.

THIOULET M. 2003. Construction des indicateurs viti-environnementaux de la méthode INDIGO. Colmar:INRA, 113p.

VAZQUEZ-ROWE I, VILLANUEVA-REY P, MOREIRA MT, FEIJOO G. 2012. Environmental analysis of Ribeiro wine from a timeline perspective: Harvest year matters when reporting environmental impacts. Journal of Environmental Management 98(0): 73-83.

WISCHMEIER WH, SMITH DD. 1978 Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning, USDA, 62p.