

Evaluation des performances socio-économiques et environnementales de systèmes viticoles en bordelais par une méthode multicritère d'aide à la décision

Nawel Aouadi ⁽¹⁾, Francis Macary ⁽¹⁾, Adeline Alonso Ugaglia ⁽³⁾

(1) Irstea-ETBX, 33612 Cestas-Gazinet, France

(2) SAVE, Bordeaux Sciences Agro, INRA, Univ. Bordeaux, 33140 Villenave d'Ornon, France

Résumé

Le défi majeur du monde agricole aujourd'hui est de réduire l'usage des pesticides tout en maintenant un niveau de rendement, de qualité et de rentabilité satisfaisant. Le projet PhytoCOTE s'intéresse à ce sujet avec un projet de recherche ambitieux du LabEx COTE de l'université de Bordeaux. L'axe agronomique que nous mettons en œuvre a pour objectif d'étudier l'usage des produits phytosanitaires dans la région du Blayais au nord de Bordeaux, évaluer les performances des systèmes viticoles existants et proposer des scénarios de changement de modes de production et pratiques pour réduire le recours aux pesticides.

Pour ce faire, une quarantaine de systèmes viticoles au sein des exploitations agricoles appartenant à différents modes de conduite ont été enquêtés. Ces systèmes ont été évalués en utilisant une méthode d'analyse multicritère d'aide à la décision appartenant aux méthodes ELECTRE : Electre Tri-C. Six critères d'évaluation ont été retenus d'une part pour les performances socio-économiques (rentabilité économique, charge de travail, complexité du système viticole) ; d'autre part pour les performances environnementales (pression phytosanitaire, écotoxicité des pesticides, pratiques agro-écologiques, niveau de la dérive des produits)

Trois scénarios de changement de pratiques ont été construits en intégrant les bonnes pratiques identifiées sur le terrain : un scénario conventionnel raisonné optimisé (scénarios Raisonné-Max) ; deux scénarios en démarche agro-écologique : Agroécologie-Bio (sans produits de synthèse) et Agroécologie-conv (avec usage optimisé de produits de synthèse).

Electre Tri-C a permis d'affecter chaque système viticole ainsi que les 3 scénarios dans une des quatre catégories de performance prédéfinies. On note une supériorité de la performance socio-écologique des scénarios agro-écologiques et des systèmes biologiques. Cela tient principalement à un niveau de valorisation de la production plus élevé dans ces systèmes et un niveau de pression phytosanitaire plus faible avec des pratiques plus favorables au renforcement de la biodiversité.

Ces résultats axés sur des démarches concrètes et réalistes constituent des modèles adaptables à des exploitations viticoles conventionnelles.

Mots-clés : *Systèmes viticoles - Bordelais - Pesticides - PhytoCOTE - Evaluation multicritère - Aide à la décision - Méthode ELECTRE Tri-C - Performances socio-économiques - Performances environnementales - Démarche agroécologique*

Abstract :

The major challenge for agriculture today is to reduce the pesticide use in agriculture while maintaining a satisfactory level of yield, quality and profitability. The PhytoCOTE project deals with these issues with an ambitious research project of the LabEx COTE of the University of Bordeaux. The agronomic axis aims to study the use of pesticides in the Blayais region in the North of Bordeaux, evaluate the performance of existing viticultural systems and propose scenarios for changing practices to reduce the use of pesticides.

Forty viticultural systems implemented in farms and adopting different crop practices were surveyed. These systems were evaluated using multi-criteria decision aid methods: Electre Tri-C methods.

Six criteria of evaluation were selected for socio-economic performance (economic profitability, workload, and complexity of the system) and environmental performance (pesticide pressure, ecotoxicity of pesticides, agro-ecological practices, pesticide drift)

Three scenarios for changing practices were built including the best practices identified in the field: The first one optimizes conventional practices (Conv-Max scenario); the other two scenarios adopt an agro-ecological approach: Agroecology-Bio (without synthetic chemicals) and Agroecology-conv (with optimized use of synthetic chemicals).

Electre Tri-C sorts the existing systems and the 3 scenarios into one of the four pre-defined categories of performance. Organic systems as well as agro-ecological scenarios were assigned into high level performances. This result can be explained by the high level of profitability and the low level of pesticide pressure in these systems associated to practices that enhance biodiversity in the vineyard.

These results, based on realistic approaches, are adaptable models for conventional agriculture.

Key words : *Viticultural system - Bordeaux region - Pesticides - PhytoCOTE – Multicriteria evaluation - Decision aid methods - ELECTRE Tri-C method - Socio-economic performances - environmental performances – Agroecological approach*

Introduction

Pendant un demi-siècle, la très forte augmentation de la productivité en agriculture a été permise grâce à la génétique, à l'agrochimie (fertilisants, pesticides), à la mécanisation, aux différentes structures du développement agricole sur fond d'accompagnement de la « banque verte ».

Le concept de production visait alors à l'augmentation des rendements des plantes cultivées tout en éliminant les adventices et surtout les maladies cryptogamiques et ravageurs de ces plantes, à l'encontre de considérations agronomiques et écologiques.

Ainsi les intrants, principalement fertilisants et pesticides faciles à utiliser et très efficaces, ont été appliqués durant cette période de façon systématique bien évidemment au détriment de la santé des écosystèmes et celle des humains (Pelt, 2001 ; Angelliaume-Descamps et Tulet, 2005). Leur usage excessif trouve ses conséquences dans la contamination des hydrosystèmes et des sols (Van der Werf, 1996). Les transferts des pesticides d'origine agricole essentiellement depuis les parcelles d'épandage vers les cours d'eau, sont bien connus (Aubertot et al., 2005). La toxicité des molécules de synthèse, dont certaines cancérigènes, mutagènes, reprotoxiques pour les utilisateurs, les riverains notamment est désormais avérée (Baldi et al., 2012). Les pesticides ont des effets délétères (directs et indirects) pour de nombreux organismes non cibles des milieux récepteurs (Gouraud et al., 2001 ; Dorioz et Ombredane, 2004). Malgré toutes les actions de politiques publiques mises en œuvre pour réduire leurs usages, les constats de la pollution des milieux aquatiques régulièrement publiés suite aux synthèses des différents acteurs sur le terrain (Agences de l'eau, Agences Régionales de santé) présentent un bilan très lourd de cette situation récurrente depuis les dernières décennies.

Suite au Grenelle de l'Environnement en 2017 (MEDDTL, 2010), la loi n° 2009-967 a été adoptée avec un objectif de réduction significative des pesticides en dix ans. Ces dispositions ont été mises en œuvre dans le cadre du Plan Interministériel français Ecophyto (MAP, 2008 ; INRA, 2010). Une telle orientation politique en vue de passer d'un système global productiviste à un système plus durable nécessite de profondes mutations dans les pratiques de protection phytosanitaire et de façon plus globale de production (Bockstaller et al., 2008). Fin 2012, le Ministre en charge de l'Agriculture a lancé le projet agroécologique pour la France (MAAF, 2012) en ciblant le retour de l'agronomie au cœur des processus, en relation avec la prise en compte de l'Écologie afin de valoriser au mieux les agroécosystèmes et la transition agroécologique (Altieri, 1995 ; Dalgaard et al., 2003 ; Doré et al., 2011). Le plan Ecophyto a été renforcé afin d'aboutir à la réduction attendue des pesticides (MAAPRAT-MEDD, 2011).

Le projet de recherche PhytoCOTE (Macary et Devier, 2015) dans le Bordelais qui a débuté mi-2015 pour une période de cinq ans, est une émanation du groupe "Pesticides" du LabEx COTE de l'Université de Bordeaux. Il a pour objectif de mettre en œuvre des travaux de recherche dans une démarche originale d'intégration, relatifs à l'usage des pesticides dans les agrosystèmes notamment en viticulture, à leurs transferts et impacts dans les écosystèmes connexes, ainsi que l'évaluation des effets de changements de pratiques par modélisation de différents scénarii. Ce projet a suscité de multiples approches scientifiques pluridisciplinaires (agronomie, chimie environnementale, hydrobiologie, écologie, écotoxicologie, socio-économie).

Ce papier présente plus particulièrement les travaux de l'axe agronomique. Les travaux développés ici visent en premier lieu à caractériser les pratiques viticoles et notamment celles concernant la protection phytosanitaire de la vigne. Puis ils proposent une analyse des modes de conduite des systèmes viticoles (conventionnel à différents degrés de raisonnement, agrobiologie, démarche agroécologique, ...) et le comportement décisionnel des viticulteurs face aux choix des traitements afin d'anticiper leur capacité à changer leurs pratiques, voire de mode de conduite dans le futur. Nous

avons ainsi évalué les performances socio-économiques et environnementales d'une quarantaine de systèmes viticoles (activité vigne sur chaque exploitation) sur la zone d'étude. Cette approche a permis de nourrir la réflexion pour la construction de scénarios de changement de pratiques, en favorisant une véritable démarche agroécologique, pour réduire la pression et l'impact phytosanitaire sur les écosystèmes. Ces scénarios sont évalués et comparés avec les résultats de performances des systèmes viticoles existants. Une mise en débat avec les professionnels viticoles a eu lieu sur le terrain.

Matériels et méthodes

- *Acquisition des données sur les pratiques viticoles et choix décisionnels des acteurs*

La zone d'étude est localisée dans le sud-ouest de la France, dans la région du Blayais, au nord de Bordeaux, sur la rive droite de l'estuaire de la Gironde. Elle intègre un bassin versant expérimental (BVE) qui s'étend sur 830 ha, sur la commune de Marcillac, dans le bassin versant de la Livenne, affluent de la Gironde. L'activité agricole prépondérante dans la zone d'étude est la viticulture (53% de la SAU). Le reste de la superficie est occupé principalement par des prairies permanentes et des forêts. Ce BVE a été complété par une approche agronomique à l'échelle du Blayais afin d'obtenir une plus grande variété de modes de conduite viticole et de pratiques. En effet sur le BVE se trouve une coopérative viticole importante : les vigneron de Tutiac¹ dont l'influence locale en termes de modes de conduite de la vigne est très forte et occulte certaines initiatives que nous avons pu observer dans une zone d'étude élargie.

Nous avons alors enquêté une quarantaine de viticulteurs professionnels, des coopérateurs et des indépendants dans cette région viticole du Blayais (Aouadi et Macary, 2018) qui mettent en œuvre différents modes de conduite (conventionnel raisonné, biologique, biodynamique, démarche agroécologique). Cette enquête visait à caractériser les pratiques agricoles adoptées par les viticulteurs en termes de protection phytosanitaire de la vigne (produits utilisés, doses appliquées, matériel de pulvérisation et surtout leurs critères de décision dans le choix des traitements effectués) ; de gestion de l'inter-rang (enherbement et travail du sol) et du cavaillon mais aussi les travaux en verts de la vigne (ébourgeonnage, effeuillage...). Les données techniques récoltées ont permis de construire un itinéraire technique pour chaque exploitation enquêtée. Des informations sur la production viticole (rendement, type de vin produit) ainsi que des données sur les charges de mécanisation et de main d'œuvre ont aussi été recueillies pour le calcul des résultats économiques.

- *Evaluation des performances des systèmes viticoles*

L'objectif est d'évaluer le degré de performances socio-éco-environnementales de chaque système viticole² suivant les pratiques mises en œuvre, en les comparant à des 'standards' que nous avons établis suivant quatre catégories (très bonnes, bonnes, moyennes, faibles). Nous avons alors choisi des critères représentatifs des performances socio-économiques et environnementales (cf § suivant). Il ne s'agit donc pas de comparer les résultats réels d'exploitations viticoles, comme cela se fait par les centres de gestion agricole, mais bien d'évaluer les performances de chaque système par le prisme des pratiques viticoles associées et liées à leur efficacité en matière de réduction de l'usage des produits phytosanitaires tout en conservant un bon niveau de résultat économique, base de fonctionnement de toute entreprise.

La figure 1 présente la démarche globale mise en œuvre.

¹ Les Vignerons de Tutiac : 450 adhérents, 5 000 ha vignes AOP « Bordeaux Côtes de Blaye » et « Bordeaux Supérieur », 250 000 hl de vin produit / an

² Système viticole : Activité vigne au sein d'une exploitation agricole

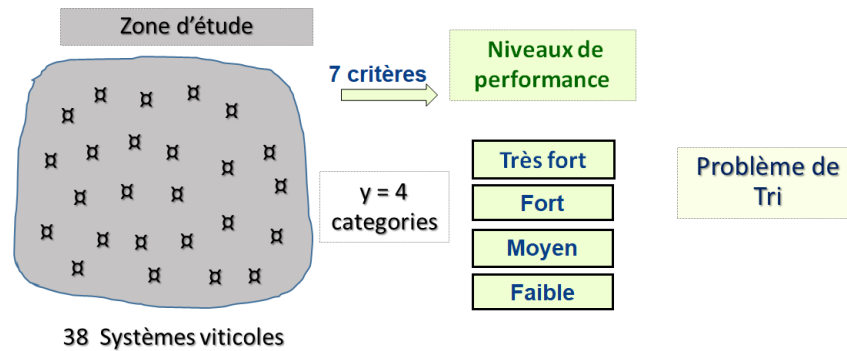
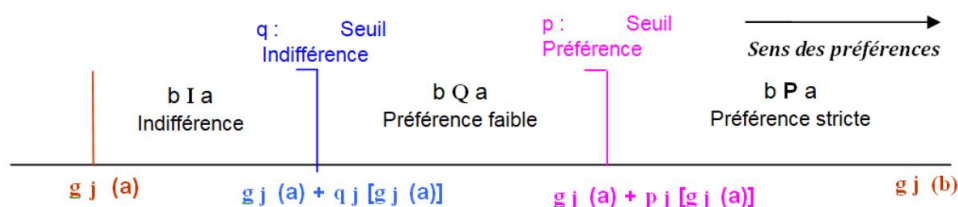


Figure 1. Schéma global de la démarche

o Choix de la méthode :

Différentes méthodes d'évaluation peuvent être retenues, nous avons choisi des méthodes multicritères pour l'aide à la décision de la famille ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la réalité) dites de surclassement développés par Roy (1968, 1985). Car ces méthodes ont déjà été utilisées au sein de l'équipe dans différents contextes agroenvironnementaux depuis une quinzaine d'années (Macary, 2013 ; Macary et al, 2010, 2013a, 2013b, 2014). Elles présentent plusieurs avantages, tels que la possibilité de prendre en compte des critères qualitatifs et quantitatifs, de pondérer les critères retenus. De plus, elles acceptent l'égalité ou l'incomparabilité des alternatives (ici les systèmes viticoles), ainsi que la notion de préférence faible d'une alternative par rapport à une autre, ou par rapport à une alternative de référence. Pour ces travaux, nous avons choisi une méthode utilisable dans le cadre d'une problématique de tri des alternatives : ELECTRE Tri-C (Almeida-Dias et al., 2010), dans le but d'affecter chaque système viticole dans une catégorie de niveau de performance prédéfinie.

Le principe du surclassement (Roy, 1968) consiste soit à comparer une alternative avec chacune des autres, critère par critère (méthode de rangement, type Electre III) ou soit à comparer chaque alternative avec des alternatives virtuelles créées pour définir chaque catégorie de niveau de performance (méthode d'affectation, type Electre Tri-C), en accord avec les préférences du décideur. Dans le second cas, les valeurs réelles des alternatives par critère, sont remplacées par des valeurs caractéristiques de chaque alternative associée à une catégorie de performance. La figure 2 illustre le principe du surclassement.



$g_j(a)$ = valeur de la performance de l'alternative a par rapport au critère j

I, Q, P, représentent les relations de préférences.

Figure 2. Principe du surclassement

Source : Macary et al. (2010)

○ Critères et indicateurs d'évaluation

Après concertation avec les professionnels agricoles, et divers experts agronomes et économistes (INRA Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro), nous avons retenus sept critères pour évaluer les performances socio-économiques et environnementales des systèmes viticoles étudiés (Tableau 1). Les données d'entrée des modèles ELECTRE sont intégrées dans une matrice des performances qui présente pour chaque alternative, les valeurs calculées pour les critères quantitatifs (REN, PPS, IRE, TRA) et les notes attribuées pour les critères qualitatifs (PAE, PUL, SYS).

Tableau 1. Liste des critères retenus pour l'évaluation des performances des systèmes viticoles

Nom du critère	Descripteur
CR1 (REN) La rentabilité du système viticole. (Quantitatif)	Marge du système viticole = Produit brut – charges opérationnelles – charges de mécanisation – main d'œuvre.
CR2 (PPS) La pression phytosanitaire. (Quantitatif)	IFT : Indice de Fréquence de Traitement (au niveau du système viticole)
CR3 (IRE) Le risque d'écotoxicité des produits phytosanitaires. (Quantitatif)	IRTE* : indice théorique de risque de toxicologie vis-à-vis de l'environnement.
CR4 (PAE) Les pratiques agroécologiques. (Qualitatif)	Nature de l'enherbement de l'inter-rang - Désherbage du cavaillon - Infrastructures agroécologiques (bandes enherbées, bandes fleuries, plantation ou entretien de haies ; hôtel à insectes, nichoirs) - Usage de produits de bio-contrôle.
CR5 (PUL) Le niveau de dérive lors de la pulvérisation. (Qualitatif)	Nature de l'appareil de pulvérisation : Appareil confiné majoritairement ; Appareil face par face majoritaire / panneaux récupérateurs ; Appareil aéroconvection majoritaire / autre de meilleure qualité ; Appareil aéroconvection ; Appareil pneumatique.
CR6 (TRA) La charge de travail pour l'activité vigne. (Quantitatif)	Somme du nombre d'heure de travail mécanique pondéré et du nombre d'heure de travail manuel.
CR7 (SYS) La complexité de la mise en œuvre du système. (Qualitatif)	Nombre d'opérations mécaniques et manuelles ainsi que la disposition du parcellaire.

*L'IRTE (Indice de risque de toxicologie vis-à-vis de l'environnement) évalue les impacts écotoxicologiques sur les organismes vivants non cibles (les invertébrés terrestres, les oiseaux herbivores, les organismes aquatiques). Cet indicateur a été développé à l'Institut Méditerranéen de Montpellier (IAMM), ainsi que le logiciel de calcul EtoPhy. (Mghirbi et al, 2015).

Concernant notamment le critère rentabilité, eu égard à son importance, il a été évalué en calculant 'une marge des systèmes viticoles'. Cette marge est estimée pour une année normale en termes de production où on considère un rendement constant fixé par le décret de l'appellation pour tous les systèmes. Elle est calculée de la façon suivante :

Marge du système viticole (€/ha) = (Rémunération forfaitaire/ha) – charges opérationnelles (intrants et carburant) – charges de mécanisation – main d'œuvre (mécanique et manuelle)

Le calcul économique des coûts a été réalisé à partir de référentiels technico-économiques standards par exemple nous avons utilisé la base de données du BCMA³ pour calculer les charges de mécanisation.

Concernant la rémunération de la production nous avons considéré 6 référentiels de rémunération forfaitaire à l'hectare : un référentiel conventionnel basique, 4 référentiels conventionnels intermédiaires et un référentiel bio. Ces référentiels sont décrits pour un certain nombre de pratiques par exemple la pratique de l'ébourgeonnage et de l'épamprage, le type d'enherbement, le niveau de la vigueur de la vigne.

Le niveau de rémunération varie de 5400 €/ha à 8000 €/ha.

○ Paramétrage du modèle

Une pondération des critères d'évaluation a été réalisée en utilisant la méthode de Simos, Roy et Figueira et le logiciel SRF (*Figueira et Roy, 2002*).

Cette étape a été réalisée en concertation avec des viticulteurs et conseillers viticoles de la zone d'étude, des agronomes de l'enseignement supérieur et de la recherche. Plusieurs tests de pondération ont été réalisés dans le but d'obtenir la meilleure combinaison entre l'ordre d'importance de ces critères et leurs poids respectifs.

Le choix retenu de la pondération optimale est le suivant :

	Critères	Poids (%)
CR1	Rentabilité économique (REN)	22
CR2	Pression des pesticides (PPS)	20
CR3	Risque d'écotoxicité (IRE)	15
CR4	Pratiques agro-écologiques (PAE)	13
CR5	Potentiel de dérive (PUL)	13
CR6	Charge de travail (TRA)	10
CR7	Complexité du système (SYS)	7

Figure 3. Poids des critères dans le modèle

Une valeur caractéristique permettant de définir chaque catégorie de performance a été attribuée à dire d'experts pour tous les critères, en se basant sur les valeurs statistiques du 1^{er} quartile, de la médiane et du 3^{ème} quartile pour les valeurs quantitatives et en gardant un écart quasi identique entre chaque catégorie. Le modèle effectue une comparaison de chaque système étudié avec chaque catégorie de référence pour chaque critère. Puis les fonctions d'agrégation (surclassement) permettent d'affecter chaque système dans l'une des quatre catégories prédéfinies.

Tableau 2. Valeurs caractéristiques définies par critère pour chaque niveau de performance

Performance	REN	PPS	IRE	PAE	PUL	TRA	SYS
Très forte	3300	10,5	3500	53	8	230	12
Forte	2700	13	4500	38	6	250	20

³ BCMA : Bureau Commun du Machinisme Agricole

Moyenne	2100	15,5	5500	23	4	270	28
Faible	1500	17	6500	8	1	290	36

- Construction des scénarios de changement de pratiques

Nous avons fait le choix en concertation avec les acteurs professionnels de construire des scénarios ambitieux sur un plan de la transition agroécologique, mais tout à fait réalistes, c'est-à-dire en tenant compte de modes de conduite et de pratiques déjà existantes dans la zone d'étude, mais non rencontrées de façon simultanée au sein d'un même système viticole. En effet, le but de cette démarche est d'apporter une aide à la décision auprès des conseillers chargés de porter les bonnes pratiques et de sensibiliser de façon pragmatique les viticulteurs eux-mêmes, seuls à décider d'un changement de pratique et d'une orientation vers une transition socio-écologique.

Ainsi, trois scénarios de changements de pratiques ont été proposés en combinant des bonnes pratiques existantes observées sur le terrain avec d'autres leviers dans le but de réduire le recours aux pesticides. La construction de ces scénarios a été réalisée en impliquant les acteurs de terrains, particulièrement les viticulteurs et des conseillers de terrain. En effet, l'enquête réalisée au début du projet a permis entre autres, d'identifier leurs contraintes techniques et économiques ainsi que leurs besoins vis-à-vis aux changements de pratiques. Un des éléments le plus important qui ressort des concertations est la faisabilité technique des nouvelles pratiques en termes de matériel et surtout de charge de travail.

Ces trois scénarios ont ainsi été bâtis en optimisant au maximum le raisonnement des viticulteurs conventionnels (**Scénario 1. Raisonné-Max**) et en adoptant les bonnes pratiques agroécologiques dans les deux autres mais avec la possibilité d'utiliser des produits phytosanitaires de synthèse (hors CMRs⁴ et herbicides) dans le **Scénario 2 (Agroécologie)** et en restant en mode biologique dans le **scénario 3 (Agroécologie-Bio)**.

La Stratégie phytosanitaire consiste effectivement à supprimer tous les produits CMRs, les désherbants dans l'inter-rang et sous le cavaillon, les fongicides anti-botrytis, les insecticides contre les vers de la grappe en scénarios 2 et 3 compensés par les pratiques agroécologiques, un seul traitement insecticide contre les tordeuses de la grappe dans le scénario 1.

La gestion du sol repose sur le maintien d'un couvert végétal : engrais vert semé résultant d'un mélange de graines de graminées et légumineuses, puis roulage du couvert pour assurer la pérennité des espèces, en scénarios 2 et 3. Même démarche un rang / deux en scénario 1 et autre rang en couvert naturel.

Dans les 3 cas, les infrastructures agroécologiques présentent des tournières enherbées et fleuries. De plus dans les scénarios 2 et 3, il est prévu de l'entretien et plantation de haies/arbres de différentes essences ainsi que la mise en place de nichoirs pour oiseaux, des refuges pour chauves-souris et pièges à insectes. L'adoption de ces pratiques agroécologiques permet de rétablir les régulations biologiques naturelles et de supprimer les traitements insecticides (exceptés ceux encore obligatoire : cicadelle, vecteur de la flavescence dorée).

Résultats :

Le tableau 3 résume les résultats de l'évaluation multicritère des 38 exploitations et des scénarios de changement de pratiques en utilisant le modèle ELECTRE Tri-C. Le modèle a affecté chaque système

⁴ CMR : Cancérigène, Mutagène, Reprotoxique

dans une des catégories de performances prédéfinies sans pour autant les classer au sein de ces catégories.

L'évaluation multicritère des performances des 38 exploitations viticoles caractérisées à posteriori par les modes de conduite montre un niveau de performance supérieur pour les systèmes en mode biologique. En effet, deux systèmes viticoles bios sont classés dans la performance globale très forte, les autres dans la performance forte. Dans cette catégorie, on retrouve aussi un système viticole certifié et 3 systèmes conventionnels raisonnés.

La supériorité des systèmes biologiques par rapport aux autres s'explique d'une part par une valorisation économique du produit plus importante en bio et un niveau de pression phytosanitaire plus faible. En revanche, les formules cupriques classiquement utilisées dans ces systèmes contre le mildiou peuvent avoir une écotoxicité importante estimée dans cette étude par le critère d'écotoxicité : IRTE.

Il est aussi à noter que le niveau de charges de travail (dont le niveau de surveillance élevé du vignoble) dans les systèmes biologiques est significativement plus élevé que dans les autres modes de conduite ce qui rend l'acceptabilité de ces systèmes difficiles par les viticulteurs dans des exploitations de grandes surfaces.

Tableau 3. Performances éco-environnementales des 38 SV étudiés et des 3 scénarios

Catégories	Performances	Systèmes Viticoles	Effectifs
C4	Performances très fortes	SC2, SC3, SV59	3 (7,3%)
C3	Performances fortes	SC1, SV07, SV09, SV38, SV39, SV40, SV42, SV54, SV55, SV56, SV61, SV62, SV67	13 (31,7%)
C2	Performances moyennes	SV04, SV05, SV08, SV10, SV11, SV18, SV23, SV31, SV32, SV33, SV36, SV50, SV51, SV52, SV53, SV57, SV58, SV60, SV63, SV64, SV65, SV66, SV68	23 (56,0%)
C1	Performances faibles	SV22, SV34	2 (5,0%)

SV raisonné / SV certifié environnemental / SV Bio / Scénario

Concernant les trois scénarios de changement de pratiques, les scénarios 2 et 3, en démarche agroécologique globale sur un même système, se situent au niveau de performances très fortes alors que le scénario 1 en mode conventionnel raisonné maximal se situe dans la catégorie inférieure, mais néanmoins jugée forte.

En revanche les bonnes pratiques dites agroécologiques sur les exploitations conventionnelles ne sont présentes que très partiellement, voire pas du tout, au niveau de chacun des systèmes, contrairement à leur simulation dans les scénarios.

Sachant que les mêmes référentiels économiques ont été appliqués pour les exploitations existantes et simulées, ces dernières sont optimisées sur le plan économique mais également plus performantes sur le plan environnemental.

Discussion :

Le changement de mode de conduite et de pratiques des viticulteurs afin de réduire notamment la pression phytosanitaire et le degré d'écotoxicité sur l'environnement et les humains, ne peut se faire que sous conditions de rentabilité constante voire améliorée du système viticole actuel. Pour cela il est essentiel de pouvoir mettre à disposition des acteurs socio-professionnels des outils d'aide à la décision et dans un premier temps de présenter des résultats d'analyses multicritères de systèmes existants et de scénarios favorables à ces changements.

Les méthodes ELECTRE d'aide à la décision créées par le Prof. Bernard Roy et son équipe à l'Université Paris-Dauphine à la fin des années 60 correspondent bien à nos besoins d'analyse et de démonstration. Nous avons choisi la méthode ELECTRE TRI-C, déjà utilisée au sein de l'équipe depuis plus de dix ans pour des problématiques agroenvironnementales. Nous avons à répartir une quarantaine de systèmes viticoles, dont ceux issus de nos trois scénarios prospectifs dans l'une des quatre catégories prédéfinies de performances socio-éco-environnementales. L'hypothèse de rémunération / ha forfaitaire suivant le mode de conduite et les pratiques viticoles en considérant le rendement de l'appellation est liée à la volonté de comparer les pratiques des systèmes viticoles et non pas les résultats de chaque exploitation agricole, ce d'autant qu'elles présentent assez souvent au moins un autre atelier de production, notamment ici les asperges. De plus, cela nous a franchi des épisodes météorologiques difficiles (gel, grêle, sécheresse excessive...) qui introduiraient un biais significatif dans l'analyse des résultats non imputables aux pratiques mises en œuvre.

Cette méthode a permis de bien discriminer ces différents systèmes, eu égard aux différentes hypothèses retenues.

Les performances très fortes obtenues par les deux scénarios agroécologiques et deux systèmes en mode agrobiologique dont les deux viticulteurs bénéficient d'une parfaite maîtrise technique et environnementale permettent de montrer que ce niveau ne relève pas d'une simple utopie de la part du monde académique. Ces systèmes peuvent clairement servir de modèles. Ils démontrent que la mise en œuvre d'une véritable démarche agroécologique au sein du vignoble est non seulement très favorable sur un plan agroenvironnemental, dont un gain essentiel pour la biodiversité végétale et animale, mais également sur un plan socio-économique. La rentabilité de tels systèmes est bien assurée et ce d'autant que nous n'avons pas ici intégré les démarches commerciales, car le plus souvent ces viticulteurs vendent au moins en partie leur production en bouteilles et en mode direct. La communication autour de leurs pratiques et « philosophie » d'une rupture de monoculture de la vigne est de plus en plus partagée par les clients consommateurs et sur les réseaux sociaux.

Les performances fortes correspondent au scénario « raisonné Max » partagé par des systèmes Bio, ou avec d'autre signe de qualité (Terras-Vitis, SME⁵, HVE⁶ niveau 3), ainsi que des viticulteurs en mode conventionnel raisonné, sans demande de label particulier, mais dont les pratiques sont déjà quasiment identiques à celles des groupes précédents. En revanche, la méthode d'évaluation de rémunération/ha en utilisant les référentiels forfaitaires, pénalise ces exploitations sous label, performantes d'un point de vue environnemental mais dont le niveau de rentabilité est ici sous-estimé par rapport à la réalité terrain. En effet, le plus souvent, ces viticulteurs commercialisent

⁵ SME : Système de Management Environnemental du Comité Interprofessionnel des Vins de Bordeaux

⁶ HVE : Haute Valeur Environnementale, label créé par le ministère en charge de l'agriculture, à l'issue du Grenelle de l'environnement.

directement leurs bouteilles et l'information concernant leurs pratiques leur permet de mieux valoriser les produits.

Les viticulteurs conventionnels peuvent ainsi trouver dans ces résultats des effets incitatifs concrets à un changement de mode de conduite et de pratiques au vignoble.

Ces travaux d'aide à la décision feront l'objet d'une démarche de valorisation et de transfert auprès des acteurs professionnels (agriculteurs-viticulteurs-conseillers) afin de contribuer à une tendance forte de diminution significative des usages de pesticides dans le vignoble.

Conclusion et perspectives :

La méthode multicritère d'aide à la décision Electre Tri-C a permis de bien discriminer la quarantaine de systèmes viticoles étudiés dans la région du Blayais. Le niveau de performances très fortes obtenues avec les deux scénarios en mode agroécologie « Bio et conventionnel » ainsi que deux systèmes réels chez des viticulteurs Bio permet de pouvoir valoriser ces informations auprès de la majorité de viticulteurs conventionnels plus ou moins raisonnés, sur la base de démarches concrètes.

L'adaptation des modes de conduite et des pratiques est donc possible, sous réserve de considérer la nature comme un atout pour renforcer les performances de production, et non pas un obstacle comme cela était le cas au cours des dernières décennies sous un régime de production intensive sans partage de l'espace.

Hormis la rentabilité de ces systèmes au sein des exploitations viticoles, la participation à une nouvelle définition de l'acte de production dans son cadre socio-environnemental crée un lien social des plus agréables et favorables entre les viticulteurs et les consommateurs de bon produits, mais aussi d'espaces récréatifs et de liens sociaux.

En perspective à ces travaux, il conviendra d'affiner la hiérarchie du rapport entre les différents systèmes au sein d'une même catégorie, afin d'aboutir à leur classement et pouvoir ainsi mieux les comparer. Ce travail complémentaire sera réalisé en utilisant le modèle Electre III, basé sur le processus de classement des alternatives (les systèmes viticoles dans ce projet).

Ensuite la méthode est extrapolable à d'autres appellations avec des caractéristiques de techniques de production différentes dans le Bordelais, mais aussi à d'autres régions viticoles française. Elle représente un outil d'aide à la décision, incitatif pour les viticulteurs souhaitant s'engager dans ces nouvelles démarches et pouvoir ainsi contribuer à la réduction drastique de l'usage des produits phytosanitaire dans le vignoble.

Remerciements :

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet PhytoCOTE avec le soutien financier de l'ANR dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir, au sein du Laboratoire d'Excellence COTE (ANR-10-labex-45), et de la Région Nouvelle-Aquitaine (2015-1R20602).

Références :

- Almeida-Dias, J., Rui-Figueira, J., Roy, B., 2010. ELECTRE TRI-C: A multiple criteria sorting method based on characteristic reference actions, *European Journal of Operational Research*, 204, 565-580.
- Altieri, M. A., 1995. *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture* (2nd ed.) Westview Press, 448.
- Angelliaume-Descamps, A., Tulet, J. C., 2005. Agriculture et environnement, in *Environnement et sociétés : Territoires, risques, développement, éducation*. Eds C. Vergnolle-Mainar and B. Desailly, CRDP Midi-Pyrénées, Toulouse, pp. 143-154.
- Aouadi, N., Macary, F., 2018. Multiple Criteria Decision Aiding method to assess vine production systems performances concerning pesticides and health near Bordeaux metropole, 88th Meeting of the EURO Working Group on Multiple Criteria Decision Aiding (EWG-MCDA) 27-29th September 2018, Lisbonne.
- Aubertot, J.-N., Barbier, J.-M., Carpentier, A., Gril, J. J., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I., Voltz, M. (Eds), 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise scientifique collective INRA, Cemagref, Paris, 902 p.
- Aubertot, J.-N., Guichard, L., Jouy, L., Mischler, P., Omon, B., Petit, M.-S., Pleyber, E., Reau, R., Seiler, A., 2011. Guide pratique pour la conception de systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires, Ministère en charge de l'agriculture, 115 p.
- Baldi, I., Lebailly, P., Rondeau, V., Bouchard, V., Blanc-Lapierre, A., Bouvier, G., Canal-Raffin, M., Garrigou, A., 2012. Levels and determinants of pesticide exposure in operators involved in treatment of vineyards: results of the PESTEXPO Study - *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* - Vol., n° pp. 1-8.
- Bockstaller, C., Guichard, L., Makowski, D., Aveline, A., Girardin, P., Plantureux, S., 2008. Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems. A review - *Agronomy for Sustainable Development* - Vol. 28, pp. 139-149.
- Dalgaard, T., Hutchings, N. J., Porter, J. R., 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinarity - *Agriculture Ecosystems & Environment* - Vol. 100, n° 1, pp. 39-51.
- Doré, T., Makowski, D., Malézieux, E., Munier-Jolain, N., Tchamitchiane, M., Titonell, P., 2011. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge, *European Journal of Agronomy*, 34, 197-210.
- Dorizio, J.-M., Ombredane, D., al., 2004. Bassin Versant et Qualité Biologique des cours d'eau. Effets de la gestion des bassins versants sur les transferts particuliers et dissous et sur la qualité biologique des eaux de surface en zone d'élevage. Action structurante INRA-Cemagref " AQUAE ", Rapport de travaux de recherches pour la gestion des agrosystèmes et les conséquences sur les hydrosystèmes, 51 p.
- Figueira, J., Roy, B., 2002. Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos procedure, *European Journal of Operational Research*, 139, 317-326.
- Gouraud, V., Bagliniere, J. L., Baran, P., Sabaton, C., Lim, P., Ombredane, D., 2001. Factors regulating brown trout populations in two French rivers: Application of a dynamic population model - *Regulated Rivers-Research & Management* - Vol. 17, n° 4-5, pp. 557-569.
- INRA, 2010. *Ecophyto R&D. Which options to reduce pesticide use?* Paris: INRA.
- Macary, F., Ombredane, D., Uny, D., 2010. A multicriteria spatial analysis of erosion risk into small watersheds in the low Normandy bocage (France) by ELECTRE III method coupled with a GIS - *International Journal of Multicriteria Decision Making* - Vol. 1, n° 1, pp. 25-48.
- Macary, F., Leccia, O., Almeida Dias, J., Morin, S., Sanchez-Pérez, J.-M., 2013. Agro-environmental risk evaluation by a spatialised multi-criteria modelling combined with the PIXAL method - *International Journal of Geomatics & Spatial Analysis* - Vol. 23, n° 1, pp. 39-70.
- Macary, F., Almeida-Dias, J., Uny, D., Probst, A., 2013. Assessment of the effects of Best Environmental Practices on reducing pesticide pollution in surface water, using multi-criteria modelling combined with a GIS - *International Journal of Multi-criteria Decision Making* - Vol. 3, n° 2-3, pp. 178-211.
- Macary, F., Almeida-Dias, RUI- Figueira, J., Roy, B., 2014. A multiple criteria decision analysis model based on Electre Tri-C for erosion risk assessment in agricultural areas, *Environmental Modelling & Assessment*, 19, 221-242.

- Macary, F., Devier, MH, coord., 2015. Projet PhytoCOTE, dossier scientifique : usages des produits phytosanitaires dans le vignoble, bioaccumulation, transfert et impact sur les agroécosystèmes, effet du changement de pratiques agricoles.
- MAAF, 2012. Agricultures, produisons autrement : projet agro-écologique pour la France, Ministère en charge de l'agriculture, 16.
- MAAPRAT-MEDD, 2011. Guide pratique pour la conception de systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires. Application aux systèmes de polyculture, Ministères en charge de l'agriculture et de l'écologie, 116.
- MAP, 2008. Plan Ecophyto 2018 de réduction des usages de pesticides 2008-2018, Ministère de l'agriculture et de la pêche, 21.
- MEDDTL, 2010. Le Grenelle de l'Environnement. Loi Grenelle 2. Mode d'emploi. Ce que dit la loi, Ministère français de l'Ecologie du Développement Durable des Transports et du Logement, 11.
- Mghirbi, O., Ellefi, K., Le Grusse, P., Mandart, E., Fabre, J., Ayadi, H., Bord. J-P., 2016. Assessing plant protection practices using pressure indicator and toxicity risk indicators: analysis of the relationship between these indicators for improved risk management, application in viticulture, *Environ Sci Pollut Res*, 22, 8058 - 8074.
- Pelt, J. M., 2001. La terre en héritage. Fayard, 280 p.
- Roy, B., 1968. Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE). *Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle (RIRO)*, 2(8) 57-75.
- Roy, B., 1985. Méthodologie multicritère d'aide à la décision, Economica, Paris.
- Van der Werf, H. M. G., 1996. Assessing the impact of pesticides on the environment - *Agriculture, Ecosystems & Environment* - Vol. 60, n° 2-3, pp. 81-96.