Les motivations économiques et non économiques dans le choix de pratiques des viticulteurs. Une approche par la programmation mathématique

Economic and non-economic motivations of vine-growers' practices: A mathematical programming approach

Jesús Lozano Vita, Florence Jacquet et Sophie Thoyer

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/economierurale/5937>

DOI : 10.4000/economierurale.5937

ISSN : 2105-2581

Éditeur

Société Française d'Économie Rurale (SFER)

Édition imprimée

Date de publication : 30 septembre 2018

Pagination : 69-87

ISSN : 0013-0559

Référence électronique

Jesús Lozano Vita, Florence Jacquet et Sophie Thoyer, « Les motivations économiques et non économiques dans le choix de pratiques des viticulteurs. Une approche par la programmation mathématique », *Économie rurale* [En ligne], 365 | Juillet-septembre 2018, mis en ligne le 30 septembre 2020, consulté le 06 janvier 2020. URL : <http://journals.openedition.org/economierurale/5937> ; DOI : 10.4000/economierurale.5937

Les motivations économiques et non économiques dans le choix de pratiques des viticulteurs

Une approche par la programmation mathématique

Jesús LOZANO VITA, Florence JACQUET • MOISA, CIRAD, CIHEAM-IAMM, INRA, Montpellier SupAgro, Université de Montpellier, Montpellier
Sophie THOYER • CEEM, Université de Montpellier, CNRS, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier

Les agriculteurs choisissent leurs itinéraires techniques non seulement en fonction des contraintes auxquelles ils font face et de leur profit espéré, mais aussi en fonction de leurs motivations et préférences personnelles. Les auteurs proposent une méthode originale de modélisation de la décision de l'agriculteur, fondée sur la programmation multi-objectif, afin de prendre en compte différents types de motivations, économiques et non économiques. À partir de simulations reproduisant les itinéraires techniques de cinq viticulteurs d'une coopérative du Sud de la France, ils montrent qu'il est possible de « révéler » les poids relatifs de ces motivations et que ceux-ci sont proches des poids « déclarés » par ces mêmes viticulteurs. Ce travail illustre comment les modèles de programmation mathématique, utilisés en aide à la décision publique, peuvent être enrichis pour mieux refléter la diversité des motivations des agriculteurs.

MOTS-CLÉS : viticulture, programmation multi-objectif, comportement, pratique agricole

Economic and non-economic motivations of vine-growers' practices: A mathematical programming approach

Farmers' practices can be explained not only by expected profit and constraints, but also by motivations and personal preferences. This paper proposes an original method of modeling the decision of the farmer that allows the different types of motivations—economic and non-economic—to be taken into account. It is based on multi-objective programming. The authors use simulations that reproduce the technical choices of five winegrowers belonging to the same cooperative in the south of France and show that they can reveal the relative weights of these motivations for each of them, and that these weights are close to those obtained in a declarative survey. This work illustrates how mathematical programming models can be enriched to better reflect the diversity of farmers' motivations. (JEL: Q15, C61).

KEYWORDS: viticulture, multi-objective programming, behaviour, agricultural practice

Les conséquences environnementales des activités agricoles sont devenues un sujet majeur de préoccupation pour la société, comme le démontre la récente consultation publique lancée par la Commission européenne pour la modernisation et la simplification de la Politique agricole commune (PAC) (Ecorys, 2017) : 57 % des citoyens qui y ont répondu

placent la question de la protection de l'environnement et des ressources naturelles en tête de liste des défis que devrait relever la PAC. De fait, la réforme de la PAC de 2014 a amorcé un tournant notable avec le « verdissement » des aides. La France a elle aussi engagé des efforts pour inciter les agriculteurs à adopter des pratiques plus respectueuses de l'environnement, à

travers successivement les lois Grenelle en 2009 et 2010, le plan Ecophyto présenté en 2008, la Loi d'Avenir de 2014 et le plan Ecophyto II lancé en 2015. Dans ce contexte, un cortège de dispositifs et d'incitations publiques existe pour encourager les agriculteurs à rationaliser et diminuer l'usage des pesticides.

Le raisonnement économique classique qui sous-tend ces politiques publiques est que les pratiques respectueuses de l'environnement sont plus coûteuses (et parfois plus risquées) que les pratiques conventionnelles et qu'il faut donc accompagner financièrement l'agriculteur pour qu'il s'y engage. C'est notamment la logique des Mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC), qui sont des contrats cofinancés par la PAC, compensant le manque à gagner et les coûts additionnels des cahiers des charges que l'agriculteur s'engage volontairement à mettre en œuvre.

Mais les constats de terrain, notamment le taux d'engagement décevant dans les contrats agro-environnementaux de réduction des pesticides (Barbut, 2009) et les analyses empiriques (*e.g.* Mzoughi, 2011 ; Kuhfuss *et al.*, 2012) montrent que les motivations des agriculteurs ne sont pas purement le résultat d'un calcul de maximisation du profit espéré. Nous pouvons observer des agriculteurs qui choisissent de ne pas s'engager dans ces contrats même si le paiement proposé est largement supérieur aux coûts et, inversement, des agriculteurs qui adoptent ces pratiques sans incitation financière. Au-delà des enjeux de risque, depuis longtemps intégrés dans le raisonnement économique, la littérature en économie comportementale, inspirée des travaux plus anciens en psychologie sociale, montre que les ressorts des décisions des acteurs économiques sont aussi non économiques (Camerer *et al.*, 2011).

Cette littérature distingue en général deux types de facteurs motivationnels

qui ont un impact sur les individus : les motivations intrinsèques et les motivations extrinsèques. Les motivations intrinsèques sont celles qui orientent les choix en fonction de la satisfaction des normes personnelles de l'individu comme son sens du devoir, ses règles morales, ses valeurs, son sentiment d'accomplissement personnel. Nous y retrouvons par exemple l'altruisme ou les préférences personnelles pour l'environnement. Les motivations extrinsèques sont celles qui sont guidées par le contexte extérieur : elles peuvent être de nature économique, comme les taxes ou les subventions, ou de nature sociale, comme la réputation et la place de l'individu au sein de son groupe social de référence (Frey et Stutzer, 2006 ; Bénabou et Tirole, 2006, voir Serra, 2017, pour une revue complète).

Cette littérature d'économie comportementale (Serra, 2017) est très mobilisée pour expliquer les comportements pro-sociaux et pro-environnementaux, qui semblent irrationnels lorsque nous ne les analysons qu'à travers le prisme du raisonnement économique standard.

Dans la même veine, nous retrouvons de nombreux travaux cherchant à expliquer les choix de production des agriculteurs et les impacts des normes personnelles et sociales dans leur prise de décision. Ils remobilisent les analyses plus anciennes des sociologues ruraux (Gasson, 1973 ; Burton, 2004) ou s'appuient sur les développements plus récents de l'économie comportementale (Chen *et al.*, 2009 ; Grolleau *et al.*, 2015 ; Kuhfuss *et al.*, 2016). Ces travaux expliquent aussi l'hétérogénéité des choix des agriculteurs dans des contextes où pourtant ils semblent faire face à des contraintes techniques et économiques semblables (Willock *et al.*, 1999 ; Maybery *et al.*, 2005).

L'intégration progressive de ces facteurs « non rationnels » dans la théorie économique est une avancée importante.

Cependant, malgré le succès grandissant de cette littérature et l'écho qu'elle trouve auprès des décideurs publics, la plupart des évaluations ex-ante de politiques publiques s'appuient sur des modèles de simulation de type programmation mathématique fondés sur une hypothèse de maximisation du revenu espéré et qui n'intègrent pas d'autres motivations ou préférences, en dehors de l'aversion au risque (Bocquého *et al.*, 2013 ; Colen *et al.*, 2016). Il est donc important de pouvoir développer des modèles de la décision des agriculteurs qui intègrent ces dimensions comportementales, en complément des enquêtes qualitatives sur les motivations des agriculteurs.

Un de nos objectifs est de proposer et de tester une méthode pour le faire, afin d'enrichir la boîte à outils de l'évaluateur. Pour cela, il faut non seulement pouvoir identifier et introduire ces facteurs comportementaux dans un modèle d'exploitation agricole, mais aussi mesurer leurs poids relatifs dans la décision de l'agriculteur. Notre contribution est de montrer que nous pouvons étudier l'importance de ces motivations, économiques et non économiques, à travers un modèle de programmation mathématique, et ceci en limitant le recours aux enquêtes déclaratives.

Notre méthode a consisté à mener des entretiens semi-dirigés auprès de quelques personnes ressources, notamment les techniciens agricoles, afin d'identifier avec eux les leviers comportementaux susceptibles d'expliquer les choix techniques des agriculteurs. Nous avons ensuite mené une enquête qualitative auprès des agriculteurs, d'abord en les interrogeant sur les motivations économiques et non économiques qui, selon eux, guident leurs choix de pratiques agricoles, ensuite en leur demandant d'évaluer sur une échelle de Likert l'importance qu'ils accordaient à chacune. Parallèlement, nous avons construit un modèle de simulation des

choix des agriculteurs intégrant ces différentes motivations. Le « calibrage » du modèle sur les pratiques observées nous a permis de révéler les poids respectifs de ces différentes motivations dans les choix de pratiques. Nous avons ensuite confronté ces résultats de la simulation avec les mesures effectuées lors de nos enquêtes afin de vérifier si notre approche *via* la modélisation amenait à des résultats proches de ceux des enquêtes.

Mené sur le terrain avec cinq viticulteurs, notre travail permet de mieux comprendre les déterminants de l'hétérogénéité des pratiques observées sur le territoire et de tester la possibilité d'utiliser notre approche de modélisation pour révéler le poids des différentes motivations.

L'article s'articule en quatre parties : nous présentons d'abord le terrain sur lequel nous avons travaillé, l'enquête que nous avons conduite et les données que nous avons obtenues. Dans une deuxième partie, nous justifions et décrivons le modèle de programmation multi-objectif. Dans la troisième partie, nous comparons les résultats de l'enquête et ceux tirés des simulations du modèle. La dernière partie met en avant les limites et les perspectives de ce travail.

Cas d'étude : enquête et données

Nous présentons un cas d'étude conduit sur une coopérative viticole des Pyrénées-Orientales, la coopérative de Dom Brial, et centré sur les pratiques d'usage des pesticides des viticulteurs. Depuis 2007, les élus de cette coopérative viticole ont choisi de promouvoir des pratiques d'entretien de la vigne plus durables, à travers le développement du label « Vignerons en Développement Durable ». En 2014, la coopérative a déposé avec succès un projet de Groupement d'intérêt économique et environnemental (GIEE) centré sur la

reconquête de la qualité des eaux de son bassin versant par la réduction de l'usage des pesticides des viticulteurs adhérents. Cependant, malgré les efforts des élus et des techniciens de la coopérative pour promouvoir des pratiques plus durables, nous observons une grande hétérogénéité de pratiques des viticulteurs alors même qu'ils semblent être soumis à des contraintes techniques et économiques semblables. En théorie, en supposant un comportement purement économique de maximisation du profit, les viticulteurs devraient adopter les pratiques les plus rentables. Cependant, malgré les incitations des politiques publiques et les améliorations technologiques, de nombreux viticulteurs conservent leurs anciennes pratiques, alors même que des pratiques plus économes en pesticides seraient plus profitables. Parallèlement, d'autres viticulteurs préfèrent des techniques plus respectueuses du milieu naturel, même si elles sont plus coûteuses. Cette hétérogénéité de pratiques observées permet de supposer l'existence de motivations non économiques qui influencent les choix des viticulteurs.

En 2015, une enquête auprès de la même coopérative sur les motivations des viticulteurs à signer un contrat agro-environnemental (Le Coent, 2016) a d'ailleurs permis de montrer que les motivations intrinsèques et les normes sociales jouent un rôle important dans la décision de signer une Mesure agro-environnementale et climatique (MAEC) de réduction des pesticides. Nous nous sommes appuyés en partie sur ces travaux pour construire notre propre enquête et pour prendre contact auprès des dirigeants et des techniciens de la coopérative.

Le travail de terrain que nous avons réalisé avait les objectifs suivants :

- acquérir une connaissance fine des itinéraires techniques pratiqués par les agriculteurs et en faire une typologie ;

- identifier des agriculteurs ayant adopté des itinéraires techniques différents mais faisant face à des contraintes techniques similaires (même nature de sol, localisation proche pour que les conditions d'ensoleillement et de pluviométrie soient semblables, etc.). Pour des raisons de temps disponible, nous avons choisi de nous limiter à cinq exploitations ;
- identifier les principales motivations de ces cinq agriculteurs de la coopérative dans leurs choix d'un itinéraire technique par une enquête qualitative et collecter les données socio-économiques nécessaires à la modélisation de leurs exploitations.

1. Les itinéraires techniques

Dans un premier temps, des entretiens exploratoires auprès des agriculteurs et des techniciens de la coopérative nous ont permis de définir les différentes composantes d'un itinéraire technique de conduite de la vigne : entretien du sol, taille, épannage¹, travail en vert, fertilisation, lutte contre les ravageurs, et les maladies de la vigne et vendanges. Nous avons choisi de nous centrer sur les deux composantes pour lesquelles il y a des variations significatives dans les techniques utilisées au sein de la coopérative étudiée : l'entretien du sol, notamment la gestion des mauvaises herbes, et la lutte contre la tordeuse de la grappe, un ravageur de la vigne qui attaque les grains de raisin.

Nous observons les modalités suivantes d'entretien du sol : désherbage chimique « en plein », c'est-à-dire sur l'ensemble de la parcelle, désherbage mécanique, enherbement, et différentes combinaisons entre ces techniques. Le désherbage chimique s'appuie sur la pulvérisation d'herbicides pour éliminer tous les adventices. Le

1. Ébourgeonnage sur la partie basse du cep.

désherbage mécanique a recours à des outils de travail du sol pour limiter le développement des mauvaises herbes. Une dernière possibilité est l'enherbement, c'est-à-dire l'implantation d'une couverture végétale, semi-permanente ou permanente, entre les rangs de la vigne. Nous devons également distinguer le travail réalisé dans l'inter-rang de celui réalisé sur la ligne de souches, communément appelée « sous le rang ». En effet, le désherbage mécanique sous le rang étant beaucoup plus difficile à réaliser et exigeant des outils spécifiques comme l'intercep, les viticulteurs choisissent souvent de maintenir le désherbage chimique sous le rang.

Dans la lutte contre la tordeuse de la grappe, nous trouvons deux possibilités d'action : une stratégie de lutte biologique, dite de « confusion sexuelle » par utilisation de phéromone ou une stratégie de lutte par des pesticides chimiques.

La combinaison de toutes ces pratiques donne mathématiquement 24 itinéraires techniques potentiels. Mais tous ne sont pas observés. Les 16 itinéraires techniques que nous avons choisi de conserver (*tableau 1*) sont, selon l'avis des experts enquêtés, plus ou moins fréquemment observés dans la zone. Les autres sont, pour la plupart, des combinaisons incohérentes du point de vue agronomique. Ainsi, par exemple, aucun agriculteur ne fait un désherbage mécanique sous le rang (pratique difficile à mettre en œuvre et qui a besoin d'un investissement important) avec un désherbage chimique sur l'inter-rang (pratique intensive en herbicides).

Dans le *tableau 1*, la deuxième colonne (« Rang ») indique la modalité de désherbage sous le rang. La troisième colonne concerne la modalité de désherbage dans l'inter-rang. Les viticulteurs alternent souvent les techniques dans l'inter-rang. Par exemple, dans l'itinéraire 2 « désherbage mécanique (2/3) + enherbement (1/3) », le viticulteur pratique le désherbage

mécanique deux inter-rangs sur trois et l'enherbement un inter-rang sur trois. La quatrième colonne indique la modalité de lutte contre la tordeuse de la grappe.

2. Les agriculteurs et leurs motivations

Cinq viticulteurs ont été sélectionnés à partir de l'expertise du technicien de la coopérative. Ils ont été choisis en raison de conditions économiques et techniques similaires et de l'hétérogénéité de leurs pratiques. La prise en compte de la diversité des structures et contraintes des exploitations supposerait de construire des modèles différents pour chaque type. Soulignons d'emblée qu'il ne s'agit pas de rechercher un échantillon représentatif des viticulteurs de la cave coopérative mais seulement d'identifier quelques cas d'étude pour tester notre approche de modélisation.

Les cinq viticulteurs interviewés (identifiés comme les viticulteurs « B », « C », « V », « T », et « F ») sont situés dans les communes de Rivesaltes, Pia, Peyrestortes, Baixas et Calces. Pour tous, la vigne est l'activité principale. Ils ont entre 49 et 57 ans. Ils ont des exploitations semblables, sans contraintes spécifiques, d'une taille d'environ 20 hectares (voir *tableau 2*). Tous les viticulteurs interviewés déclarent avoir la majorité de leurs vignes plantées à un intervalle large qui permet l'entretien mécanique du sol. Aucun d'entre eux ne rencontre de difficultés au moment de réaliser l'entretien mécanique du sol. À la question sur leur facilité à labourer les sols, les réponses se positionnent entre « Très facile » et « Facile ». Les 16 itinéraires techniques identifiés sont donc faisables sur ces cinq exploitations. Ils travaillent seuls leurs parcelles, avec l'aide occasionnelle de leur famille, sauf le viticulteur « T » qui est à la retraite et dispose de deux salariés.

Les enquêtes auprès de ces cinq viticulteurs nous ont permis d'identifier quatre

grandes catégories de motivations qui ont un impact dans leur choix d'un itinéraire technique. Nous les retrouvons aussi dans la littérature :

- Motivation économique (« Coût » dans le *tableau 2*) : les choix des agriculteurs en termes de pratiques pro-environnementales sont bien sûr guidées par des préoccupations économiques (motivation extrinsèque) comme le confirment beaucoup d'études (Chouinard *et al.*, 2008 ; Sheeder et Lynne, 2011 ; Trujillo *et al.*, 2016). Dans le cas de nos viticulteurs, nous l'avons traduite par un objectif de minimisation des coûts. En

vigne, le revenu par hectare dépend du coût de production mais aussi du rendement et du prix de vente, lui-même fonction du cépage et de la stratégie de commercialisation de la coopérative. Le choix des itinéraires techniques auxquels nous nous intéressons n'influence qu'à la marge la qualité et la quantité de raisin produite, c'est donc essentiellement sur la variable de coût que se fait le raisonnement économique dans notre cas d'étude. Notre enquête a donc demandé aux viticulteurs de déclarer l'importance qu'avaient pour eux les coûts associés à un itinéraire

Tableau 1. Itinéraires techniques

	Rang	Inter-rang	Lutte contre les ravageurs
Itinéraire 1	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Insecticide
Itinéraire 2	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Insecticide
Itinéraire 3	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Insecticide
Itinéraire 4	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique	Insecticide
Itinéraire 5	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Insecticide
Itinéraire 6	Désherbage chimique	Désherbage chimique	Insecticide
Itinéraire 7	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Confusion
Itinéraire 8	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Désherbage chimique (1/2)	Insecticide
Itinéraire 9	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Confusion
Itinéraire 10	Désherbage chimique	Désherbage mécanique	Insecticide
Itinéraire 11	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Confusion
Itinéraire 12	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique	Confusion
Itinéraire 13	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Confusion
Itinéraire 14	Désherbage chimique	Désherbage chimique	Confusion
Itinéraire 15	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Désherbage chimique (1/2)	Confusion
Itinéraire 16	Désherbage chimique	Désherbage mécanique	Confusion

Source : les auteurs.

technique dans le choix de cet itinéraire (sur une échelle de Likert allant de 1 : pas du tout à 5 : très important). Les viticulteurs « C » et « V » ont placé le facteur de minimisation des coûts comme très important.

- Travail (« Travail » dans le *tableau 2*) : dans la lignée des travaux de Gasson (1973), des recherches en sociologie rurale montrent que les agriculteurs sont aussi concernés par leur style de vie et que cela peut les guider dans leurs choix de pratiques (Austin *et al.*, 1996 ; Willock *et al.*, 1999 ; Maybery *et al.*, 2005). Dans notre cas d'étude, les viticulteurs travaillent seuls ou avec l'aide de la famille. L'adoption d'itinéraires techniques exigeant beaucoup de temps de travail peut se faire au détriment de leurs temps de vie personnelle (motivation intrinsèque). Ils déclarent tous que l'embauche d'un salarié est coûteuse, et souvent hors de leur portée, et qu'ils préfèrent éviter d'avoir recours à de la main-d'œuvre occasionnelle. Cette sensibilité au temps nécessaire pour l'activité agricole, qui tient compte de leurs préférences pour le temps disponible pour d'autres occupations, est la motivation que nous avons cherché à mesurer ici. Dans notre enquête, nous leur avons demandé de déclarer l'importance pour eux de la charge de travail dans le choix des itinéraires techniques. Les viticulteurs « V » et « T » déclarent que c'est un facteur très important, l'agriculteur « F » indique une importance moyenne.
- Norme sociale (« N. Sociale » dans le *tableau 2*) : l'influence des normes sociales dans le comportement des individus est un facteur qui a été longtemps sous-estimé ou même ignoré dans l'analyse des décisions des agents économiques. Or, les psychologues ont montré que c'est un facteur très puissant d'orientation du comportement des

individus (Cialdini, 2005 ; Goldstein *et al.*, 2008). Nous distinguons généralement la norme descriptive de la norme injonctive. La première traduit le fait qu'un individu préfère une alternative qui lui permet de se conformer aux choix des autres membres de son groupe social, ou de ce qui va être, pense-t-il, le choix majoritaire du groupe. La seconde reflète le fait qu'un individu va chercher à se conformer au choix qu'il pense être celui que son groupe souhaite lui prescrire. Dans le cas des agriculteurs, des recherches empiriques ont montré que, même s'ils l'avouent rarement, ils ont tendance à agir comme la majorité des autres agriculteurs du voisinage ou de leur groupe professionnel. Par exemple, il a été montré qu'ils adoptent plus facilement des pratiques pro-environnementales s'ils savent que les autres agriculteurs s'engagent aussi (Chen *et al.*, 2009 ; Kuhfuss *et al.*, 2016). Dans notre cas, le groupe professionnel de référence est celui des viticulteurs adhérents à la coopérative. En effet, ils se rencontrent régulièrement lors de réunions de la coopérative et ils ont le même conseiller technique. Nous faisons l'hypothèse qu'ils sont sensibles à la norme sociale établie à l'intérieur de ce groupe (motivation extrinsèque). Notre enquête posait les questions suivantes : « Les pratiques de vos voisins sont-elles importantes pour le choix de l'itinéraire ? » « Le fait que la plupart des agriculteurs de la coopérative réalisent un itinéraire technique déterminé, influence-t-il mon choix d'un itinéraire déterminé ? ». C'est l'agriculteur « B » qui a donné le plus d'importance à ce facteur social.

- Préférence environnementale (« Env. » dans le *tableau 2*) : le choix d'un itinéraire technique est aussi déterminé par la sensibilité des agriculteurs aux

problèmes environnementaux. Les individus peuvent tirer un sentiment de satisfaction personnelle lorsqu'ils alignent leurs pratiques avec leurs valeurs (motivation intrinsèque). Par exemple, Mzoughi (2011) montre que les préoccupations morales et sociales comptent dans le choix des pratiques pro-environnementales des agriculteurs. Comme il est souvent peu discriminant d'interroger sur les préférences environnementales, les répondants ayant toujours tendance à répondre qu'ils sont favorables à la protection de l'environnement, nous avons préféré poser des questions mesurant leur perception des enjeux environnementaux liés à l'usage des herbicides. Ils devaient ainsi se positionner sur une échelle de Likert allant de 1 (très positif) à 5 (très négatif), 3 étant la position neutre, sur la question : « Pensez-vous que les pesticides ont un impact positif, neutre ou négatif sur la qualité de l'eau ? »

3. Les attributs du modèle

Les attributs du modèle sont les éléments que le décideur utilise pour prendre une décision. Dans la partie précédente, les quatre motivations principales des cinq agriculteurs de la coopérative ont été identifiées. Elles nous permettent de

définir quatre attributs pour chaque itinéraire technique : les coûts de l'itinéraire technique (Coût), ses besoins en travail (Travail), sa « distance » par rapport à l'itinéraire technique le plus utilisé (N. Sociale), et son impact environnemental potentiel (Env.). Pour chacun des 16 itinéraires techniques identifiés dans le *tableau 1*, nous avons mesuré (par des indicateurs) ces attributs.

(I) Coût : Les coûts de chaque itinéraire technique ont été calculés en additionnant les approvisionnements en intrants, les coûts de mécanisation, les amortissements et les coûts de la main-d'œuvre salariée et familiale. Ils ont été estimés d'après les données de la Chambre d'agriculture du Roussillon pour les itinéraires 6 et 14 (Africano *et al.*, 2010) et d'après nos enquêtes et l'expertise du technicien de la coopérative pour les autres.

(II) Besoin en travail : L'indicateur retenu est le besoin de main-d'œuvre, mesuré en heures par hectare. Il a aussi été construit, comme l'attribut précédent, à partir des données de la Chambre d'agriculture du Roussillon (Africano *et al.*, 2010) et l'expertise du technicien.

(III) Norme sociale : Pour la construction de cet attribut, les itinéraires techniques observés chez les viticulteurs de la coopérative ont été classés du plus

Tableau 2. Caractéristiques des viticulteurs

Agriculteur	Main-d'œuvre disponible	Âge	Itinéraire technique	Coût	Travail	N. Sociale	Env.
« B »	1,5 UTA	49	N°8	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
« C »	1,5 UTA	55	N°13	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
« V »	1,5 UTA	57	N°10	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
« T »	3 UTA	69	N°11	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
« F »	1,5 UTA	55	N°7	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

Note : les chiffres en gras montrent la réponse du viticulteur sur l'échelle de Likert.

Source : les auteurs.

fréquemment pratiqué dans la coopérative au plus rarement pratiqué. Plus un itinéraire est présent sur le territoire de la coopérative, plus on considère qu'il correspond à la norme sociale sur le territoire de la coopérative, et plus son score est bas (sur une échelle de 1 à 10). Donc les itinéraires avec des scores proches de 1 sont les itinéraires les plus utilisés sur le territoire de la coopérative et de la même façon les itinéraires avec des scores proches de 10 sont pratiqués marginalement. Les viticulteurs qui donnent de l'importance à la norme sociale devraient privilégier le choix des itinéraires techniques avec des scores proches de 1.

(IV) Impact environnemental potentiel : Nous le mesurons par l'Indice de fréquence de traitement (IFT). L'IFT est un indicateur répandu et bien connu des viticulteurs de la coopérative. Il se calcule selon la formule suivante : $IFT = (\text{dose de substance active appliquée} \times \text{surface traitée}) / (\text{dose de substance active homologuée} \times \text{surface totale de la parcelle})$. Les viticulteurs qui donnent de l'importance à l'impact environnemental de leurs pratiques devraient privilégier le choix des itinéraires techniques avec un IFT faible.

Le *tableau 3* reprend les valeurs des indicateurs des quatre attributs pour chacun des seize itinéraires techniques.

Nous modélisons la décision du viticulteur en faisant l'hypothèse qu'il cherche à minimiser les quatre attributs de sa fonction d'utilité, dans des proportions variables qui dépendent de l'importance relative qu'il donne à ces quatre attributs : minimiser les coûts, minimiser l'utilisation de la main-d'œuvre, minimiser la déviation par rapport à la norme sociale et minimiser l'impact environnemental. Selon les préférences de chaque viticulteur, l'importance de ces quatre attributs sera différente et par conséquent l'itinéraire technique choisi aussi.

Le modèle

À la suite du travail d'enquête, nous avons construit un modèle de programmation mathématique multicritère permettant d'intégrer les motivations économiques et non économiques dans la fonction objectif.

1. Un modèle de programmation par compromis

Le modèle a été construit en utilisant la programmation par compromis (CP). Il a été développé sur le logiciel de programmation mathématique *General Algebraic Modeling System* (GAMS).

Depuis 1970, les modèles multicritères *Multiple criteria decision making* (MCDM) se sont développés et ont été utilisés pour étudier des choix à déterminants multiples (Bartlett et Clawson, 1978 ; Bazaraa et Bouzaher, 1981 ; Barnett *et al.*, 1982 ; Romero et Rehman, 1985 ; Romero, 1996 ; Berbel et Rodriguez, 1998 ; Tiwari *et al.*, 1999 ; Romero et Rehman, 2003). Ces modèles permettent en effet de simuler des choix prenant en compte simultanément plusieurs critères de décision des agents économiques.

Nous distinguons deux grands types de modèles multicritères : les modèles de programmation par but (ou *Goal Programming*) dans lesquels on fait l'hypothèse que le décideur cherche à atteindre un niveau satisfaisant et non pas optimal de ses critères de décision, et les modèles de programmation multi-objectif (*Multi Objective Programming*) dans lesquels on va chercher cette fois-ci la décision optimale, celle qui permet de maximiser et/ou minimiser l'ensemble des critères.

Le premier type de modèle se base sur l'hypothèse que le décideur se satisfait d'un certain niveau d'atteinte de ses objectifs, hypothèse que l'on peut rapprocher d'une conception de la « rationalité limitée » du décideur au sens de Herbert

Tableau 3. Indicateurs des attributs par itinéraire

	Coût (€/ha)	Travail (h/ha)	N. Sociale (1-10)	Env. (IFT)
Itinéraire 1	831	17.7	10	7
Itinéraire 2	851	17.1	8	7
Itinéraire 3	874	16	6	7,66
Itinéraire 4	888	20	6	7
Itinéraire 5	894	16.5	4	7,66
Itinéraire 6	921	15	3	9
Itinéraire 7	921	16.2	10	4
Itinéraire 8	941	16	2	8,33
Itinéraire 9	941	15.6	8	4
Itinéraire 10	955	18	1	7,66
Itinéraire 11	964	15	6	4,66
Itinéraire 12	978	18.5	6	4
Itinéraire 13	984	14.5	4	4,66
Itinéraire 14	1018	13.5	3	6
Itinéraire 15	1031	14.5	2	5,33
Itinéraire 16	1045	16.5	1	4,66

Source : les auteurs.

Simon (Simon, 1955). La construction d'un modèle de ce type suppose donc que l'on connaisse les niveaux d'aspiration du décideur. Le second type de modèle se base sur l'idée d'une maximisation de l'ensemble des objectifs qui ont chacun des poids différents dans sa prise de décision. Notre objectif étant de révéler, à partir de l'itinéraire technique pratiqué, les poids accordés par l'agriculteur à différents objectifs, c'est dans ce second type d'approche que nous nous sommes situés.

La Programmation par compromis (CP) initialement proposée par Yu (1973) et Zeleny (1973 et 1975) est la méthode de programmation multi-objectif la plus utilisée en économie agricole (Piech et Rehman, 1993 ; Baja *et al.*, 2007 ; Cabrini et Calcaterra, 2016). L'idée de base de la CP est d'établir un point idéal où chacun des objectifs atteint sa valeur optimale, indépendamment des autres objectifs. Ce point idéal est impossible à atteindre dans

la réalité à cause du conflit entre les différents objectifs du décideur. La CP permet de choisir la solution la plus proche du point idéal. Selon l'axiome d'élection de Zeleny (1973), « *the best-compromise solution is the nearest solution to the ideal* ». Nous définissons aussi l'anti-idéal, c'est-à-dire la valeur la plus éloignée de l'idéal que peut prendre chaque objectif. Dans la CP, nous minimisons la distance du vecteur solution au vecteur idéal.

Dans un premier temps, nous avons donc identifié les valeurs idéales et anti-idéales de chaque objectif, c'est-à-dire les valeurs minimales et maximales qu'ils peuvent prendre (tableau 4). Le calcul de l'anti-idéal nous est utile pour la normalisation des distances.

Le modèle, défini par l'équation (1), nous permet de trouver la solution la plus proche de l'idéal en minimisant $Lp(\omega)$ la somme pondérée des distances

normalisées de chacun des attributs par rapport à son idéal.

$$L_p(\omega) = \left[\sum_{j=1}^n \omega_j^p \left| \frac{F_j^* - F_j(X)}{F_j^* - F_{*j}} \right|^p \right]^{\frac{1}{p}} \quad (1)$$

avec : j attributs. : Coûts, Travail, Norme sociale et Environnement. ($n = 4$)

X : itinéraire technique, variable du modèle

$F_j(X)$: la valeur que prend l'attribut j pour un itinéraire technique (X)

F_j^* : l'idéal pour l'attribut j

$F_j^* - F_j(X)$: la distance de chaque attribut à l'idéal pour un itinéraire technique X

F_{*j} : l'anti-idéal pour l'attribut j

$F_j^* - F_{*j}$: différence entre la valeur de l'idéal et de l'anti-idéal, facteur de normalisation pour chaque attribut

ω_j : coefficient de pondération reflétant l'importance de l'attribut j (la somme des ω_j est égale à 1)

p correspond à la métrique utilisée pour calculer la distance.

Il existe différentes manières de calculer une distance entre deux points d'un espace vectoriel de dimension n , elles correspondent aux valeurs choisies pour p (pour une revue détaillée, voir Ballesterio [2007]). Ici, nous avons choisi de calculer la distance avec $p = 1$. Dans ce cas, la distance totale correspond à l'addition des distances de chaque attribut par rapport à son idéal.

2. Les résultats du modèle

Nous utilisons le modèle pour estimer toutes les combinaisons de poids des attributs dans la fonction à minimiser L qui permettent que la solution trouvée par le modèle corresponde à un itinéraire technique donné. Ces poids « révélés » nous permettent ainsi de mesurer l'importance de chaque facteur dans le choix d'un itinéraire technique donné.

Pour cela, nous avons réalisé des simulations paramétriques sur les poids de chacun des quatre attributs du modèle (Coûts, Travail, N. sociale et Env.), en les modifiant par intervalles de 0.1 et en respectant la contrainte de la somme des poids égale à 1. Ceci nous donne au total 286 simulations. Nous avons obtenu les intervalles de variation des poids de nos attributs pour lesquels le modèle choisit l'un des 16 itinéraires possibles. Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau 5.

Pour chaque itinéraire, la colonne « N » représente le nombre de fois que le modèle a trouvé une solution pour cet itinéraire technique. Par solution, on entend des combinaisons de poids différentes mais permettant d'aboutir au même itinéraire technique. Ces solutions sont indiquées dans les colonnes suivantes. Pour chaque attribut, le poids moyen est écrit en gras, et à côté entre parenthèses est indiqué l'intervalle de variation que peut prendre ce poids pour obtenir la même solution. Par exemple, pour l'itinéraire technique n° 1, le modèle considère que l'attribut Coût compte pour 65 % en moyenne (et se situe entre 50 % et 100 %) dans la décision,

Tableau 4. Vecteur idéal, vecteur anti-idéal

	Coût (€/ha)	Travail (/ha)	N. Sociale (1-10)	Env.
Vecteur idéal	831	13,5	1	4
Vecteur anti-idéal	1045	18,5	10	8,33

Source : les auteurs.

l'attribut Travail 15 % ; la Norme sociale et l'Environnement 5 % chacun. Les cellules grisées identifient les attributs avec des poids supérieur ou égal à 0,3. Il en ressort les résultats suivants :

- Il y a deux itinéraires techniques pour lesquels le modèle ne trouve aucune combinaison possible de poids des attributs : les itinéraires 2 et 9 qui sont « désherbage mécanique sous le rang » et pour l'inter-rang « enherbement un inter-rang sur trois et désherbage mécanique deux inter-rangs sur trois », avec insecticide ou confusion sexuelle. Quels que soient les poids choisis, ces itinéraires sont dominés par d'autres itinéraires. Ainsi, selon le modèle, ils ne sont jamais une solution efficiente pour les viticulteurs, quelles que soient leurs préférences. Dans la pratique, nous constatons qu'ils sont peu utilisés.
- Quand l'attribut Coût a un poids important, les itinéraires sans utilisation de la confusion sexuelle sont privilégiés. Quand cet attribut représente environ 50 % du poids dans la décision, l'itinéraire choisi est : « désherbage chimique sous le rang » et « enherbement et travail du sol dans l'inter-rang » (itinéraire 5). Dès que ce poids augmente vers 65 %, l'itinéraire technique choisi est : « désherbage mécanique sous le rang » et « enherbement et travail du sol dans l'inter rang » (itinéraire 1, *tableau 5*).
- Lorsque le poids de l'attribut « Travail » est important, les itinéraires qui utilisent la confusion sexuelle sont privilégiés au détriment de la lutte chimique. Cette pratique utilise ici moins de main-d'œuvre car il ne faut pas réaliser de passages avec les insecticides. Normalement, un travail de surveillance doit être réalisé dans les parcelles en confusion sexuelle mais dans le cas des viticulteurs étudiés, la coopérative Dom Brial s'occupe de ce

suivi. Quand le poids de cet attribut atteint 60 %, l'itinéraire choisi est le « désherbage chimique en plein » plus la « confusion sexuelle » (itinéraire 14). Pour des coefficients entre 30 % et 45 %, les itinéraires choisis privilégient tous le désherbage chimique sous le rang avec diverses modalités de désherbage de l'inter-rang et de lutte contre les ravageurs (itinéraires 3, 6, 11 et 15).

- Lorsque la « Norme sociale » a un poids important, les itinéraires qui réalisent du désherbage chimique sous le rang et du désherbage mécanique dans l'inter-rang sont privilégiés. Ce sont en effet les pratiques les plus communément observées (itinéraires 5, 8, 10, 15 et 16).
- Pour finir, les itinéraires qui prennent en compte l'impact sur l'environnement réalisent tous de la confusion sexuelle et n'utilisent pas d'herbicides dans l'inter-rang. Quand le poids de cet attribut dépasse 50 % une gestion mécanique complète est privilégiée (itinéraire 7).

Comparaison des résultats de l'enquête et du modèle

Une fois connus les résultats du modèle pour chaque itinéraire technique, nous nous intéressons aux itinéraires qui sont pratiqués par les viticulteurs enquêtés. Pour chaque viticulteur, les déterminants des choix de l'itinéraire technique « révélés » par le modèle sont comparés avec les déterminants « déclarés » lors de l'enquête.

1. Agriculteur « B »

L'itinéraire technique pratiqué dans cette exploitation est : « désherbage chimique sous le rang », « travail du sol, un inter-rang sur deux, et désherbage chimique, un inter-rang sur deux » et « insecticide » (*tableau 6*).

Tableau 5. Résultats de la modélisation

Itinéraire	N	Coût	Travail	N. Sociale	Env.
Itinéraire 1	39	0,65 (0,5 - 1,0)	0,15 (0,0 - 0,5)	0,05 (0,0 - 0,3)	0,15 (0,0 - 0,4)
Itinéraire 2	-	-	-	-	-
Itinéraire 3	6	0,45 (0,4 - 0,6)	0,30 (0,2 - 0,4)	0,15 (0,1 - 0,2)	0,10 (0,0 - 0,2)
Itinéraire 4	1	0,5	-	0,3	0,2
Itinéraire 5	7	0,50 (0,4 - 0,6)	0,05 (0,0 - 0,1)	0,35 (0,3 - 0,4)	0,10 (0,0 - 0,1)
Itinéraire 6	16	0,40 (0,3 - 0,5)	0,30 (0,2 - 0,5)	0,30 (0,1 - 0,4)	-
Itinéraire 7	44	0,25 (0,0 - 0,5)	0,20 (0,0 - 0,5)	0,05 (0,0 - 0,1)	0,50 (0,2 - 0,9)
Itinéraire 8	2	0,30 (0,2 - 0,4)	0,15 (0,1 - 0,2)	0,55 (0,5 - 0,6)	-
Itinéraire 9	-	-	-	-	-
Itinéraire 10	16	0,25 (0,1 - 0,5)	0,05 (0,0 - 0,1)	0,65 (0,5 - 1,0)	0,05 (0,0 - 0,2)
Itinéraire 11	15	0,15 (0,0 - 0,3)	0,45 (0,3 - 0,6)	0,05 (0,0 - 0,1)	0,35 (0,2 - 0,5)
Itinéraire 12	12	0,20 (0,0 - 0,4)	-	0,20 (0,0 - 0,3)	0,60 (0,4 - 1,0)
Itinéraire 13	10	0,20 (0,1 - 0,3)	0,20 (0,1 - 0,3)	0,20 (0,2 - 0,3)	0,40 (0,3 - 0,5)
Itinéraire 14	53	0,10 (0,0 - 0,3)	0,60 (0,4 - 1,0)	0,20 (0,0 - 0,5)	0,10 (0,0 - 0,3)
Itinéraire 15	17	0,05 (0,0 - 0,2)	0,30 (0,2 - 0,4)	0,45 (0,2 - 0,7)	0,20 (0,0 - 0,5)
Itinéraire 16	48	0,10 (0,0 - 0,3)	0,10 (0,0 - 0,2)	0,50 (0,2 - 0,9)	0,30 (0,0 - 0,7)

Source : les auteurs.

Selon le modèle, les attributs qui devraient avoir le plus de poids pour un viticulteur qui pratique l'itinéraire 8 sont la Norme sociale et le Coût avec respectivement un poids de 55 % et 30 %. Le Travail a une faible importance. L'Environnement n'est pas un facteur qui compte pour le choix de cet itinéraire.

Selon les déclarations de l'agriculteur B :

- La minimisation d'emploi de main-d'œuvre est le critère le moins important.
- Il est celui des viticulteurs qui déclare la plus faible préférence pour l'environnement en comparaison avec les autres viticulteurs interviewés.
- Les coûts ont une importance moyenne dans son choix d'un itinéraire technique.
- Il donne beaucoup d'importance aux pratiques de ses voisins. Il est celui des

viticulteurs qui donne le plus d'importance à ce critère.

Nous observons ainsi que les poids révélés par le modèle correspondent aux motivations déclarées. Les résultats obtenus avec les deux méthodologies sont cohérents.

2. Agriculteur « C »

L'itinéraire technique pratiqué dans cette exploitation est : « désherbage chimique sous le rang » ; « travail du sol, deux inter-rangs sur trois, et enherbement, un inter-rang sur trois » ; « confusion sexuelle » (tableau 7).

Dans ce cas, le principal facteur qui détermine le choix de cet itinéraire est, selon le modèle, l'Environnement. Cet attribut a un poids d'environ 40 % dans la décision. Les autres attributs (Coût, travail et N. Sociale) ont un poids modéré, autour de 20 %.

Tableau 6. Résultats modèle et enquête agriculteur B

Agriculteur	Itinéraire		Coût	Travail	N. Sociale	Env.
"B"	N°8	Poids révélés	0,30 (0,2 - 0,4)	0,15 (0,1 - 0,2)	0,55 (0,5 - 0,6)	-
		Préférences déclarées	1-2- 3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3- 4-5	1-2- 3-4-5

Source : les auteurs.

Tableau 7. Résultats modèle et enquête agriculteur C

Agriculteur	Itinéraire		Coût	Travail	N. Sociale	Env.
"C"	N°13	Poids révélés	0,20 (0,1 - 0,3)	0,20 (0,1 - 0,3)	0,20 (0,2 - 0,3)	0,40 (0,3 - 0,5)
		Préférences déclarées	1-2-3-4- 5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3- 4-5

Source : les auteurs.

Selon les déclarations de l'agriculteur :

- La minimisation du temps de travail est le critère le moins important dans son choix.
- Il ne prend pas en compte les pratiques de ses voisins dans ses décisions.
- Il considère qu'il fait plus d'efforts pour l'environnement que ses voisins. L'environnement est un facteur important dans sa prise de décision.
- La minimisation des coûts est le facteur le plus important qui guide son choix.

Le facteur de préférence pour l'environnement apparaît comme important dans les deux méthodologies. En revanche, les déclarations du viticulteur « C » donnent plus de poids à l'attribut Coût et moins d'importance aux facteurs Travail et Norme sociale alors que le modèle leur donne un poids équivalent. Il n'est pas exclu qu'une estimation imparfaite du coût affecté à cet itinéraire explique ce résultat, soit parce qu'il a été mal évalué globalement, soit parce que cet agriculteur fait face à des coûts spécifiques différents du coût moyen.

3. Agriculteur « T »

L'itinéraire technique pratiqué dans cette exploitation est : « désherbage chimique

sous le rang », « travail du sol un inter-rang sur deux et enherbement un inter-rang sur deux » et « confusion sexuelle » (tableau 8).

Selon le modèle, les critères les plus importants dans le choix de cet itinéraire sont le Travail (45 %) et l'Environnement (35 %). Le Coût a une place moins importante et ne compte que pour 15 % environ.

Selon les déclarations de l'agriculteur :

- Le critère le plus important dans sa prise de décision est la réduction de l'utilisation de main-d'œuvre.
- Le critère le moins important est d'être en accord avec les pratiques de ses voisins.
- Il considère qu'il fait plus d'efforts pour l'environnement que la plupart des viticulteurs de la coopérative.
- Les coûts ont une importance moyenne dans son choix d'un itinéraire technique.

Ainsi, nous constatons que les résultats du modèle sont cohérents avec ceux de l'enquête.

4. Agriculteur « F »

L'itinéraire technique pratiqué est : « désherbage mécanique sous le rang », « travail du sol un inter-rang sur deux et

Tableau 8. Résultats modèle et enquête agriculteur T

Agriculteur	Itinéraire	Coût	Travail	N. Sociale	Env.	
"T"	N°11	Poids révélés	0,15 (0,0 - 0,3)	0,45 (0,3 - 0,6)	0,05 (0,0 - 0,1)	0,35 (0,2 – 0,5)
		Préférences déclarées	1-2- 3-4-5	1-2-3-4- 5	1-2-3-4-5	1-2-3- 4-5

Source : les auteurs.

Tableau 9. Résultats modèle et enquête agriculteur F

Agriculteur	Itinéraire	Coûts	Travail	N. Sociale	Env.	
"F"	N°7	Poids révélés	0,25 (0,0 - 0,5)	0,20 (0,0 - 0,5)	0,05 (0,0 - 0,1)	0,50 (0,2 - 0,9)
		Préférences déclarées	1-2- 3-4-5	1-2- 3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3- 4-5

Source : les auteurs.

enherbement un inter-rang sur deux » et « confusion sexuelle » (tableau 9).

Selon les résultats du modèle, le critère principal est l'Environnement avec un poids autour de 50 %. Le Travail et le Coût interviennent plus faiblement 20 % et 25 % respectivement, la Norme sociale quasiment pas.

Selon les déclarations de l'agriculteur :

- Le critère le plus important dans son choix d'un itinéraire technique est de réduire l'utilisation de produits dangereux pour sa santé. Il considère aussi qu'il fait plus d'efforts pour l'environnement que la plupart des viticulteurs de la coopérative.
- Le moins important est d'utiliser les mêmes techniques que les autres viticulteurs de la coopérative. Il considère que la Norme Sociale n'est pas un facteur qui influence sa prise de décision.

Pour ce viticulteur aussi, les résultats du modèle et de l'entretien réalisé vont dans le même sens.

5. Agriculteur « V »

L'itinéraire technique que cet agriculteur déclare pratiquer le plus souvent est :

« désherbage chimique sous le rang », « travail du sol de l'inter-rang » et « insecticide » (itinéraire 10). Il reconnaît cependant qu'il a parfois recours au désherbage chimique au lieu du travail du sol dans l'inter-rang (itinéraire 6, tableau 10).

Pour l'itinéraire 10, le modèle fait clairement ressortir la Norme sociale comme le principal critère. Le poids de cet attribut est d'environ 65 %. Ensuite vient l'attribut Coût avec un poids de 25 %. L'importance de la Main-d'œuvre et de l'Environnement est pratiquement nulle. Au contraire, si nous regardons les résultats du modèle pour l'itinéraire 6, les facteurs de Coût, Main-d'œuvre et Norme sociale ont la même importance (30 %) ; le facteur Environnement n'a pas d'impact.

Selon les déclarations de l'agriculteur :

- Les critères les plus importants sont la minimisation des coûts, de la main-d'œuvre et l'impact environnemental.
- Les pratiques que réalisent ses voisins n'ont pas du tout d'importance pour lui.

Dans son cas, les résultats du modèle sont incohérents avec l'entretien réalisé si on prend en compte l'itinéraire 10. Ils le sont un peu moins si on prend en compte l'itinéraire 6. Le modèle révèle pour les

Tableau 10. Résultats modèle et enquête agriculteur V

Agriculteur	Itinéraire		Coût	Travail	N. Sociale	Env.
"V"	N°10	Poids révélés	0,25 (0,1 - 0,5)	0,05 (0,0 - 0,1)	0,65 (0,5 - 1,0)	0,05 (0,0 - 0,2)
	N°6	Itinéraire alternatif	0,40 (0,3 - 0,5)	0,30 (0,2 - 0,5)	0,30 (0,1 - 0,4)	-
		Préférences déclarées	1-2-3-4- 5	1-2-3-4- 5	1-2-3-4-5	1-2-3-4- 5

Source : les auteurs.

deux itinéraires une certaine importance des attributs coût et norme sociale. Pour aucun des deux itinéraires, l'impact environnemental potentiel n'est un facteur qui compte.

Un certain nombre d'éléments nous laisse penser que cet agriculteur n'a pas révélé ses véritables motivations lors de l'enquête. Il a hésité à nous dire qu'il pratiquait l'itinéraire 6 (qui inclut du désherbage chimique) après nous avoir dit que l'environnement était important pour lui. Il s'est positionné aux extrêmes dans toutes les réponses aux questions posées, et dans le sens qui pouvait être celui attendu par l'enquêteur : attacher de l'importance à l'environnement, être attentif aux coûts et au travail, ne pas se conformer à la norme sociale. Il s'agirait en fait d'un biais de désirabilité sociale, souvent identifié dans les enquêtes (Nederhof, 1985) : ses réponses ne correspondent pas à la réalité et il répond ce qu'il pense que l'enquêteur attend de lui.

Il est possible que cet agriculteur soit avant tout sensible aux facteurs économiques, relativement sensible à la norme sociale (en tout cas, beaucoup plus que ce qu'il ne dit) et que dans les faits l'environnement ne lui importe pas tant que ce qu'il affirme.

Ce problème rencontré avec les déclarations du viticulteur « V » est un cas assez fréquent dans lequel les individus enquêtés répondent de façon biaisée aux

questions. C'est finalement ce qui nous encourage à développer des méthodes de révélation des poids des motivations qui ne s'appuient pas sur le déclaratif.

Discussion et conclusion

Les résultats de l'enquête comme ceux du modèle indiquent que les motivations économiques, comme les coûts, et non économiques, comme le travail, la norme sociale ou les préférences pour l'environnement, jouent un rôle important dans la prise de décision des cinq viticulteurs étudiés. Pour les quatre premiers viticulteurs (« B, C, T et F »), les résultats du modèle sont globalement cohérents avec les résultats de l'enquête et permettent de confirmer le poids déclaré des facteurs qui motivent leur décision par un poids estimé par le modèle de programmation mathématique. Nous observons ainsi que le facteur « préférence environnementale » joue un rôle déterminant dans la prise de décision de trois viticulteurs et que la norme sociale est aussi un facteur clé pour deux viticulteurs. Le facteur purement économique de minimisation des coûts n'est le facteur principal dans la prise de décision que dans un seul cas, même s'il garde un poids fort dans tous les itinéraires modélisés.

Cette comparaison entre les résultats du modèle et les enquêtes reste encore grossière. Mais elle montre qu'il est

possible de construire un modèle qui, de par sa calibration sur les itinéraires techniques observés, va pouvoir révéler les poids des motivations guidant le choix de chaque individu (ou groupe d'individus). Ce résultat est d'autant plus encourageant que, comme nous l'avons vu pour le viticulteur « V », les enquêtes déclaratives peuvent comporter de nombreux biais qui les rendent insuffisamment fiables.

En conclusion, notre étude renforce les travaux déjà existants sur l'importance des motivations non économiques dans le choix de pratiques des agriculteurs, tout en proposant une méthode originale pour calculer le poids relatif de ces différents facteurs dans la fonction de décision de l'agriculteur. Cette méthode nous permet en effet de « révéler » les poids des différents facteurs de choix pour un itinéraire donné en confrontant les résultats du modèle à la réalité observée. Cette démarche, jamais utilisée dans ce contexte et avec des modèles d'exploitation, est inspirée de la littérature en économie politique, qui estime les poids de différents groupes sociaux dans la fonction

de préférence politique des décideurs (Rausser et Foster, 1990 ; von Cramon-Taubadel, 1992).

La validation complète du modèle nécessiterait un échantillon d'une centaine d'exploitations toutes soumises aux mêmes contraintes. À partir de ce modèle, il serait alors possible de simuler l'adoption d'un grand nombre des pratiques, y compris de pratiques non observées et d'étudier l'impact de politiques.

Notre méthode permet ainsi d'envisager à l'avenir de construire des modèles « multi-attributs » qui reflètent mieux les décisions des agriculteurs en intégrant leurs motivations non économiques et donc aussi de pouvoir tester de façon plus robuste l'efficacité des mesures proposées par les pouvoirs publics pour promouvoir les pratiques pro-environnementales. Ainsi, nos résultats permettent de mieux comprendre ce que nous avons mentionné en introduction sur le faible engagement des agriculteurs dans les contrats environnementaux et plus largement le manque d'efficacité constaté des incitations purement économiques. ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Africano S., Grabulos F., Mansard S. (2010). Les coûts de production en cultures raisonnée et biologique : arboriculture, viticulture et maraîchage. *Chambre d'Agriculture Roussillon. Service Entreprises (Références Pyrénées-Orientales)*.
- Austin E. J., Deary I. J., Gibson G. J., McGregor M. J., Dent J. B. (1996). Attitudes and values of Scottish farmers: "Yeoman" and "Entrepreneur" as factors, not distinct types. *Rural Sociology*, vol. 61, n° 3, pp. 464-474.
- Baja S., Chapman D. M., Dragovich D. (2007). Spatial based compromise programming for multiple criteria decision making in land use planning. *Environmental Modeling & Assessment*, vol. 12, n° 3, pp. 171-184.
- Ballesterio E. (2007). Compromise programming: A utility-based linear-quadratic composite metric from the trade-off between achievement and balanced (non-corner) solutions. *European Journal of Operational Research*, vol. 182, n° 3, pp. 1369-1382.
- Barbut L. (2009). L'évaluation ex post du PDRN : un regard instructif sur le passé pour améliorer l'avenir, Notes et études socio-économiques. *Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Centre d'études et de prospective*, n° 33, pp. 7-40.

- Barnett D., Blake B., McCarl B. A. (1982). Goal programming via multidimensional scaling applied to Senegalese subsistence farms. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 64, n° 4, pp. 720-727.
- Bartlett E. T., Clawson W. J. (1978). Profit, meat production or efficient use of energy in ranching. *Journal of Animal Science*, vol. 46, n° 3, pp. 812-818.
- Bazaraa M. S., Bouzaher A. (1981). A linear goal programming model for developing economies with an illustration from the agricultural sector in Egypt. *Management Science*, vol. 27, n° 4, pp. 396-413.
- Bénabou R., Tirole J. (2006). Incentives and prosocial behavior. *American Economic Review*, vol. 96, n° 5, pp. 1652-1678.
- Berbel J., Rodriguez-Ocana A. (1998). An MCDM approach to production analysis: An application to irrigated farms in Southern Spain. *European Journal of Operational Research*, vol. 107, n° 1, pp. 108-118.
- Bocquého G., Jacquet F., Reynaud A. (2013). Expected utility or prospect theory maximisers? Assessing farmers' risk behaviour from field-experiment data. *European Review of Agricultural Economics*, vol. 41, n° 1, pp. 135-172.
- Burton R. J. (2004). Seeing through the 'good farmer's' eyes: towards developing an understanding of the social symbolic value of 'productivist' behaviour. *Sociologia Ruralis*, vol. 44, n° 2, pp. 195-215.
- Cabrini S. M., Calcaterra C. P. (2016). Modeling economic-environmental decision making for agricultural land use in Argentinean Pampas. *Agricultural Systems*, n° 143, pp. 183-194.
- Camerer C. F., Loewenstein G., Rabin M. (Eds.). (2011). *Advances in behavioral economics*. Princeton, Princeton University Press.
- Chen X., Lupi F., He G., Liu J. (2009). Linking social norms to efficient conservation investment in payments for ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106, n° 28, pp. 11812-11817.
- Chouinard H. H., Paterson T., Wandschneider P. R., Ohler A. M. (2008). Will farmers trade profits for stewardship? Heterogeneous motivations for farm practice selection. *Land Economics*, vol. 84, n° 1, pp. 66-82.
- Cialdini R. B. (2005). Basic social influence is underestimated. *Psychological Inquiry*, vol. 16, n° 4, pp. 158-161.
- Colen L., Gomez y Paloma S., Latacz-Lohmann U., Lefebvre M., Préget R., Thoyer S. (2016). Economic experiments as a tool for agricultural policy evaluation: insights from the European CAP. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroéconomie*, vol. 64, n° 4, pp. 667-694.
- Ecorys (2017). Modernising and simplifying the CAP- results of the public consultation, 320 p. <https://www.europedirectpyrenees.eu/wp-content/uploads/summary-public-consul.pdf>
- Frey B. S., Stutzer A. (2006). *Environmental morale and motivation*.
- Gasson R. (1973). Goals and values of farmers. *Journal of Agricultural Economics*, vol. 24, n° 3, pp. 521-542.
- Goldstein N. J., Cialdini R. B., Griskevicius V. (2008). A room with a viewpoint: Using social norms to motivate environmental conservation in hotels. *Journal of Consumer Research*, vol. 35, n° 3, pp. 472-482.
- Grolleau G., Mzoughi N., Thoyer S. (2015). *Les incitations monétaires dans la politique agro-environnementale : peut-on faire mieux avec moins ?* (No. hal-01506382).
- Kuhfuss L., Jacquet F., Préget R., Thoyer S. (2012). Le dispositif des MAET pour l'enjeu eau : une fausse bonne idée ? *Revue d'études en agriculture et environnement-Review of Agricultural and Environmental Studies*, n° 93, pp. 395-422.
- Kuhfuss L., Préget R., Thoyer S., Hanley N., Le Coent P., Désolé M. (2016). Nudges, social norms, and permanence in agri-environmental schemes. *Land Economics*, vol. 92, n° 4, pp. 641-655.
- Le Coent P. (2016). *Agri-environmental schemes: behavioral insights and innovative designs*. Doctoral dissertation, Montpellier.
- Maybery D., Crase L., Gullifer C. (2005). Categorising farming values as economic, conservation and lifestyle. *Journal*

- of *Economic Psychology*, vol. 26, n° 1, pp. 59-72.
- Mzoughi N. (2011). Farmers adoption of integrated crop protection and organic farming: Do moral and social concerns matter? *Ecological Economics*, vol. 70, n° 8, pp. 1536-1545.
- Nederhof A. J. (1985). Methods of coping with social desirability bias: A review. *European Journal of Social Psychology*, vol. 15, n° 3, pp. 263-280.
- Piech B., Rehman T. (1993). Application of multiple criteria decision making methods to farm planning: A case study. *Agricultural Systems*, vol. 41, n° 3, pp. 305-319.
- Rausser G. C., Foster W. E. (1990). Political preference functions and public policy reform. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 72, n° 3, pp. 641-652.
- Romero C. (1996). *Análisis de las decisiones multicriterio*. Madrid, Isdefe.
- Romero C., Rehman T. (1985). Goal Programming and Multiple Criteria Decision-Making In Farm Planning: Some Extensions. *Journal of Agricultural Economics*, vol. 36, n° 2, pp. 171-185.
- Romero C., Rehman T. (2003). *Multiple criteria analysis for agricultural decisions*. Boston, Mass., Elsevier.
- Simon H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 69, n° 1, pp. 99-118.
- Serra D. (2017). *Économie comportementale*. Paris, Economica, 207 p.
- Sheeder R. J., Lynne G. D. (2011). Empathy-conditioned conservation: "Walking in the shoes of others" as a conservation farmer. *Land Economics*, vol. 87, n° 3, pp. 433-452.
- Tiwari D. N., Loof R., Paudyal G. N. (1999). Environmental-economic decision-making in lowland irrigated agriculture using multi-criteria analysis techniques. *Agricultural Systems*, vol. 60, n° 2, pp. 99-112.
- Trujillo-Barrera A., Pennings J. M., Hofenk D. (2016). Understanding producers' motives for adopting sustainable practices: the role of expected rewards, risk perception and risk tolerance. *European Review of Agricultural Economics*, vol. 43, n° 3, pp. 359-382.
- von Cramon-Taubadel S. (1992). A critical assessment of the political preference function approach in agricultural economics. *Agricultural Economics*, vol. 7, n° 3-4, pp. 371-394.
- Willock J., Deary I. J., Edwards-Jones G., Gibson G. J., McGregor M. J., Sutherland A., ..., Grieve R. (1999). The role of attitudes and objectives in farmer decision making: business and environmentally-oriented behaviour in Scotland. *Journal of Agricultural Economics*, vol. 50, n° 2, pp. 286-303.
- Yu P. L. (1973). A class of solutions for group decision problems. *Management Science*, vol. 19, n° 8, pp. 936-946.
- Yu, P. L., & Zeleny, M. (1973). *On some linear multi-parametric programs*. Center for System Science, University of Rochester.
- Yu, P. A., & Zeleny, M. (1975). The set of all nondominated solutions in linear cases and a multicriteria simplex method. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, vol. 49, n° 2, pp. 430-468.
- Zeleny M. (1973). Compromise programming. *Multiple criteria decision making*.