
***Choix de pratiques des viticulteurs et facteurs
comportementaux : une approche par la
modélisation multi-objectif***

Jesus Lozano Vita*, Florence Jacquet* et Sophie Thoyer**

** INRA, UMR 1110 MOISA, F.34000 Montpellier, France*

*** Montpellier SupAgro, UMR 1135 LAMETA, F.34000 Montpellier, France*

11es Journées de Recherches en Sciences Sociales (JRSS)

Lyon – 14 et 15 décembre 2017

Résumé

Les conséquences environnementales des activités agricoles sont devenues un sujet de préoccupation majeur pour la société. Dans ce contexte, tout un cortège de dispositifs et d'incitations publiques existe pour inciter 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 que les pratiques conventionnelles et qu'il faut donc accompagner financièrement l'agriculteur pour qu'il s'y engage. Cependant, les agriculteurs prennent leurs décisions en tenant compte de nombreux facteurs autres que ceux économiques comme : leur préoccupation pour l'environnement, les risques pour leur santé, leur perception de la norme sociale ou leurs habitudes (Aguilera et al., 2007 ; Anguines et Glavas, 2012 ; G. Grolleau et al., 2015). Ces types de motivations ont été identifiés comme facteurs clés dans les décisions des agriculteurs (Howley 2015).

Cet article étudie l'influence de ces différents facteurs sur le choix d'un itinéraire technique dans le vignoble de Dom Brial. Notre méthode consiste à mener une enquête qualitative auprès des agriculteurs en les interrogeant sur les différentes motivations, économiques et non économiques, qui guident leurs choix de pratiques. Puis nous construisons un modèle de simulation des choix des agriculteurs intégrant ces différentes dimensions. Nous pouvons ainsi mieux expliquer l'hétérogénéité des pratiques observées sur des territoires où les contraintes techniques et économiques sont pourtant relativement semblables.

Mots-clés : vigne, agriculture, programmation multi-objectifs, programmation compromise, économie comportementale, GAMS.

Introduction

Les conséquences environnementales des activités agricoles sont devenues un sujet de préoccupation majeur pour la société, comme le démontre la récente consultation publique lancée par la Commission européenne pour la modernisation et la simplification de la PAC : 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 récente 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 les lois Grenelle, notamment les plans Ecophyto (2008-2009) puis la loi d'avenir sur le Produire Autrement (2014). Dans ce contexte, tout un cortège de dispositifs et d'incitations publiques existe pour inciter 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 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 ((Ministère de l'agriculture, 2008) et les analyses empiriques (e.g. Kuhfuss et al., 2012 ; Howley 2015) montrent que les motivations des agriculteurs ne sont pas purement le résultat d'un calcul de maximisation du profit espéré. On peut 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, on observe aussi 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, et liés à des motivations intrinsèques, comme l'altruisme ou les préférences environnementales, à des « biais comportementaux » largement partagés dans les groupes sociaux comme le mimétisme ou les habitudes, et à la sensibilité aux normes sociales, c'est à dire le positionnement dans le groupe ou les de réputation (e.g. Cialdini, 2005 ; Aguilera et al., 2007; Chen et al., 2009 ; Kuhfuss et al., 2014; Grolleau et al., 2015). Cette littérature est très mobilisée pour expliquer les comportements pro-sociaux et pro-environnementaux, qui semblent irrationnels lorsqu'on ne les analyse qu'à travers le prisme du raisonnement économique standard.

Dans la même veine, de nombreux travaux existent aussi pour expliquer les choix de production des agriculteurs, remobilisant en passant aussi les analyses plus anciennes

des sociologues comme R. Gasson (Gasson R., 1973) mais permettant aussi d'expliquer l'échec de politiques publiques incitatives ou l'hétérogénéité des choix des agriculteurs dans des contextes où pourtant ils semblent faire face à des contraintes techniques et économiques semblables (e.g. Willock et Deray, 1999 ; Maybery et al., 2005).

Or, la plupart des évaluations ex-ante de politiques publiques, notamment celles conduites par la Commission européenne lors des réflexions sur les évolutions de la PAC (les « impact assessment ») s'appuient avant tout sur des modèles de simulation de type programmation mathématique. Mais ces modèles, même les plus récents construits à l'échelle de l'exploitation individuelle (Louhichi et al., 2013) sont tous fondés sur une hypothèse de maximisation du revenu espéré et n'intègrent pas d'autres comportements qu'éventuellement l'aversion au risque.

Notre contribution est de proposer une méthode pour intégrer d'autres dimensions comportementales qui peuvent peser dans les décisions des agriculteurs dans des modèles de simulation de type programmation mathématique, afin d'enrichir la boîte à outil de l'évaluateur. Pour cela, il faut pouvoir identifier et mesurer le poids des facteurs comportementaux dans la fonction d'utilité de l'agriculteur. Notre méthode consiste à mener une enquête qualitative auprès des agriculteurs en les interrogeant sur les différentes motivations, économiques et non économiques, qui guident leurs choix de pratiques agricoles. Puis nous construisons un modèle de simulation des choix des agriculteurs intégrant ces différentes dimensions. Le « calibrage » des modèles sur les pratiques observées nous permet de révéler les poids respectifs de ces différentes motivations dans les choix de l'agriculteur. Nous pouvons ainsi mieux expliquer l'hétérogénéité des pratiques observées sur des territoires où les contraintes techniques et économiques sont pourtant relativement semblables.

Nous présentons un cas d'étude conduit sur une coopérative viticole des Pyrénées Orientales, la coopérative de Dom Brial. La vigne est une des cultures les plus consommatrices de pesticides. En France elle occupe 3,7% de la SAU et utilise autour de 20 % du total des pesticides (Aubertot et al., 2005). En viticulture, l'utilisation intensive de pesticides génère des problèmes de pollution diffuse de l'environnement et de qualité de l'eau. Le plan Ecophyto, mis en place en 2009 puis renouvelé en 2016, a pour but de réduire l'utilisation des pesticides en agriculture et il concerne largement la viticulture. La réduction de l'usage des pesticides est possible en viticulture vu qu'il n'existe pas vraiment d'impasse technique, les pratiques pro-environnementales, comme le désherbage mécanique, étant aussi efficaces que le désherbage chimique.

Dans la coopérative de Dom Brial on observe des agriculteurs qui semblent être soumis aux mêmes contraintes techniques et économiques, et qui pourtant adoptent des pratiques assez hétérogènes. 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 des améliorations technologiques, de nombreux agriculteurs conservent leurs anciennes pratiques, alors même que des pratiques plus économes en pesticides seraient plus profitables. Parallèlement, d'autres agriculteurs préfèrent des voies plus respectueuses

du milieu naturel, même si elles sont plus coûteuses. Ainsi cette grande hétérogénéité de pratiques observées permet de supposer l'existence des motivations non-économiques qui influencent les choix des agriculteurs.

L'article s'articule en quatre parties :

- I) Caractérisation des viticulteurs de la coopérative de Dom Brial et de leurs motivations dans les choix de leurs itinéraires techniques.
- II) Présentation du modèle de programmation mathématique multi-objectifs.
- III) Analyse des résultats en comparant les résultats des enquêtes et de la modélisation.
- IV) Conclusion.

I. Caractérisation des viticulteurs de la coopérative de Dom Brial

Le travail s'appuie sur des données collectées dans une coopérative viticole du sud de la France, la coopérative Dom Brial (département des Pyrénées Orientales dans la région Occitanie) et des données de la chambre départementale d'agriculture (Africano et al., 2010). 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 elle dépose avec succès un projet de GIEE centré sur la reconquête de la qualité des eaux de son bassin versant par la réduction de l'usage des pesticides des adhérents (<http://www.dom-brial.com/>). Cette coopérative a fait aussi l'objet d'une enquête sur les motivations des viticulteurs à signer un contrat agro-environnemental en 2015 dans le cadre de la thèse de P. Le Coent (2016). Le travail de Le Coent a permis de montrer que la norme sociale joue un rôle important dans l'adoption des pratiques pro-environnementales. Nous nous sommes appuyés en partie sur ce travail pour construire notre propre enquête et pour prendre contact auprès des dirigeants et des techniciens de la coopérative.

Un travail de terrain préliminaire ayant plusieurs objectifs a été réalisé sur la coopérative :

- Acquérir une connaissance des itinéraires techniques pratiqués par les agriculteurs et en faire une typologie.
- Identifier des agriculteurs ayant adopté différents itinéraires techniques 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) pour modéliser leurs choix. 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 et collecter les données socio-économiques nécessaires à la modélisation de leurs exploitations.

Dans ce travail, dans un premier temps des entretiens exploratoires ont été faits avec les agriculteurs et les techniciens de la coopérative pour avoir une vision globale de la conduite de la vigne. Cela nous a permis de définir les différentes composantes d'un itinéraire technique dans l'activité viticole : entretien du sol, taille, épamprage, travail en vert, fertilisation, lutte contre les ravageurs, 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 : l'entretien du sol et la lutte contre les ravageurs, plus précisément contre la tordeuse de la grappe.

Entretien du sol

Chez les viticulteurs on peut trouver les modalités suivantes d'entretien du sol : Désherbage chimique « en plein », désherbage mécanique, enherbement, et différentes combinaisons entre ces techniques. Le désherbage chimique consiste en utiliser de produits chimiques, normalement en les pulvérisant, afin d'éliminer tous les mauvaises herbes de notre exploitation. Par contre le désherbage mécanique fait 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 implanter une couverture végétale, semi-permanent ou permanent, entre les rangs de la vigne. On peut distinguer également le travail réalisé dans l'inter-rang de celui réalisé sur la ligne de souches, communément appelée « sous le rang ».

Ravageurs

Dans la lutte contre la tordeuse de la grappe on trouve deux possibilités d'action : une stratégie de lutte par confusion sexuelle et une stratégie de lutte chimique. La lutte par confusion sexuelle empêche la reproduction de ce papillon merci à la diffusion des phéromones synthétiques qu'empêchent les males de retrouver les femelles.

Typologie des itinéraires techniques

Ainsi on peut définir 16 itinéraires techniques couvrant l'ensemble des combinaisons possibles (voir Tableau 1). La deuxième colonne indique la modalité de désherbage sous le pied de vignes. La troisième colonne montre la modalité de désherbage dans l'inter-rang, les viticulteurs souvent alternent des techniques dans l'inter-rang. Par exemple, dans l'itinéraire 2 « Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3) » : Le viticulteur pratique désherbage mécanique deux inter-rang sur trois et de l'enherbement un inter-rang sur trois. La quatrième colonne indique la modalité de lutte contre la tordeuse de la grappe.

	Rang	Inter-rang	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

Tableau 1 Itinéraires techniques

Agriculteurs

On a sélectionné, à partir de ce premier entretien qualitatif avec le technicien, cinq viticulteurs à enquêter. Ils ont été choisis en raison de conditions économiques et techniques similaires (types de sols et de structures) et de l'hétérogénéité de leurs pratiques.

Dans les entretiens exploratoires quatre facteurs qui motivent le comportement des viticulteurs ont été identifiés : Coûts, Main d'œuvre, Norme Sociale et Environnement. Postérieurement, le questionnaire adressé aux agriculteurs avait le but d'obtenir des données de contrôle sur les viticulteurs et leur exploitation (âge, formation, sol de l'exploitation, équipement, cépages) et de mesurer l'importance de leurs motivations, monétaires (Coûts et Main d'œuvre) et non-monétaires (Norme Sociale et Environnement) dans leur prise de décision. Cette deuxième partie est issu d'une

vaste littérature (e.g. Maybery et al, 2005 ; Toma et Mathijs, 2007 ; Mzoughi, 2011 ; Howley, 2015) qui montre que les facteurs non-économiques ont un impact considérable dans la prise de décisions des agriculteurs.

Résultats des entretiens d'après les viticulteurs

Dans le Tableau 2 les caractéristiques des cinq viticulteurs et les principaux résultats des enquêtes sont présentés. Les quatre dernières colonnes sont le résultat des réponses des viticulteurs sur des questions posées sur l'importance de leurs motivations, pouvant aller entre 1- Pas très important et 5-Tres important.

Agriculteur	MOE	Age	Formation	Revenu principale	Itinéraire technique	Coûts	M d'Œ	Norme Sociale	ENV
« B »	1,5 UTA	49	BTS Agricole	La vigne	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	BPA Agricole	La vigne	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	BPA Agricole	La vigne	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	-	Autre	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	BPA Agricole	La vigne	N°7	1-2- 3 -4-5	1-2- 3 -4-5	1 -2-3-4-5	1-2-3- 4 -5

Tableau 2 Caractéristiques de viticulteurs

Sur les cinq viticulteurs interviewés, il n'y a que l'agriculteur « T » qui est à la retraite. Pour lui, la vigne ne représente pas une partie importante de son revenu. Ce viticulteur est le seul qui a des employés à temps complet (deux salariés) dans son exploitation. Pour les autres agriculteurs, la vigne est leur activité principale et ils ont tous entre 49 et 57 ans. Ils travaillent seuls leurs parcelles. Les exploitations ont autour de 20 hectares. Tous les viticulteurs interviewés déclarent avoir presque toutes leurs vignes plantées à un intervalle large qui permet l'entretien mécanique du sol. Les viticulteurs ont des exploitations dans les communes de Rivesaltes, Pia, Peyrestortes, Baixas et Calces. Aucun d'entre eux ne rencontre de difficultés au moment de réaliser l'entretien mécanique du sol. A la question sur leur facilité à labourer les sols, les réponses se positionnent entre « Très facile » et « Facile ».

Donc, après la réalisation des entretiens, on peut affirmer qu'il n'y a pas de différences significatives entre les exploitations concernant le contexte dans lequel se fait le choix des pratiques culturales, à l'exception de celle de « T ». Les viticulteurs interviewés ont des exploitations similaires, qui ne posent pas de problème au moment du choix d'un itinéraire technique.

Les résultats obtenus sur l'importance accordée aux différents aspects considérés montrent une hétérogénéité dans les réponses avec une importance moyenne à forte accordée aux couts, des grandes différences sur la question de la main d'œuvre et la sensibilité norme sociale, et une sensibilité plutôt forte aux questions environnementales. Ces résultats seront analysés en profondeur dans la section IV.

II. Modélisation des exploitations agricoles

A la suite du travail d'enquête, nous avons construit un modèle de programmation mathématique multicritère permettant d'intégrer les facteurs comportementaux. La fonction objective du modèle intègre les différentes motivations comme des objectifs à atteindre.

La simulation du choix des itinéraires techniques par le modèle et la comparaison des résultats avec les pratiques observées des agriculteurs nous permet d'obtenir les poids relatifs des motivations dans la prise de décision.

Choix du modèle

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

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

La Programmation par Compromis (CP) est une des méthodes de MCDM qui a été la plus utilisée dans le domaine agricole (Romero et al., (1987) ; Piech et Rehman (1993) ; Baja et al., (2007) ; Ballesterio (2007) ; Calcaterra (2016)) La CP a été initialement proposée par Yu (1973) et Zeleny (1973). L'idée de base de la CP est d'établir un point idéal où chacun des objectifs atteint sa valeur optimale. Ce point idéal est impossible à atteindre à cause du conflit logique entre les différents objectifs du décideur. Selon l'axiome d'élection de Zeleny (1982) « The best-compromise solution is the nearest solution to the ideal » ; ainsi, la CP permet de choisir la solution la plus proche du point idéal. L'idéal est le point dans lequel tous les objectifs atteignent leur valeur optimale. Cet idéal est en général une solution utopique, donc ce n'est pas une solution au problème. Le point idéal est obtenu en optimisant chaque objectif de façon indépendante. On peut définir aussi l'anti-idéal, c'est-à-dire la valeur la plus éloignée de l'idéal que peut prendre chaque objectif. Pour trouver la solution la plus proche de l'idéal il faut minimiser les distances de chacun des objectifs par rapport à son optimum. Cette notion de distance est présentée dans l'équation (1).

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

où: j représente chaque objectif, le nombre d'objectifs étant compris entre 1 et n

$F_j(X)$ étant la valeur qui prend l'objectif j pour un itinéraire technique (X)

F^*_j étant l'idéal pour l'objectif j

F^{**}_j étant l'anti-idéal pour l'objectif j

ω_j étant le coefficient de pondération reflétant l'importance de l'objectif F_j .

$L(\omega)$ Étant la distance vers le vecteur idéal

La distance à minimiser est ainsi la somme pondérée des distances de chaque objectif à son idéal, chacune de ces distances étant normalisée par la différence entre idéal et anti-idéal de l'objectif considéré.

Fonction objectif et poids des indicateurs

La programmation par compromis cherche la solution la plus proche de l'idéal. La fonction objective à minimiser est définie comme l'addition pondérée des distances normalisées de chaque attribut vers son idéal (équation 1).

Chacun des attributs a associé un poids « W » qui représente l'importance accordée par le décideur à cet attribut. Notre travail consiste tout d'abord à réaliser une estimation de ces poids pour chacun des itinéraires possibles.

La fonction objective à minimiser spécifique à notre modèle est la suivante :

$$L = w1 \left| \frac{N1}{C\#-C^*} \right| + w2 \left| \frac{N2}{MOE\#-MOE^*} \right| + w3 \left| \frac{N3}{NS\#-NS^*} \right| + w4 \left| \frac{N4}{IFT\#-IFT^*} \right| \quad (2)$$

Où $N1$, $N2$, $N3$ et $N4$ sont les déviations de chaque objectif, coût, main d'œuvre, norme sociale, IFT, vers l'idéal. Notre modèle cherche à minimiser L , la somme pondérée de ces déviations. Les indices # et * désignent l'anti-idéal et l'idéal de chaque attribut. Comme chacun des objectifs est mesuré dans des unités différentes, les distances à l'idéal sont normalisées, en utilisant les valeurs de l'idéal et anti-idéal de chaque attribut.

Attributs du modèle

Les différents itinéraires techniques identifiés dans la première phase des entretiens vont constituer la variable principale de notre modèle. A chacun de ces itinéraires est associé différents indicateurs économiques (i.e. le coût et le besoin en main d'œuvre par itinéraire), ainsi que des indicateurs non-économique (i.e. le degré de conformité

avec la norme sociale et l'impact environnemental). Ces indicateurs vont constituer les attributs du modèle.

Les attributs sont les variables que le décideur utilise pour prendre une décision, c'est-à-dire, dans notre étude ses motivations. Quatre indicateurs ont été pris en compte comme attributs : coûts directs, besoin de main d'œuvre, degré d'accord avec la norme sociale et impact environnemental. Bien que ces quatre attributs ne prennent pas en compte tous les aspects qui interviennent dans le choix d'un itinéraire technique, ils ont été retenus à la suite des enquêtes chez les viticulteurs car ils ont été identifiés par les enquêtes comme les principaux facteurs.

a) Coût : Le premier facteur monétaire est la minimisation des coûts. Ce facteur correspond à une motivation purement économique des agriculteurs. L'indicateur choisi pour représenter le profit dans notre modèle est donc le Coût direct (C). Les viticulteurs ont intérêt à la minimisation des Coûts. Chaque itinéraire technique a un coût associé, lequel comprend les approvisionnements, les coûts de mécanisation, les amortissements et les coûts de la main d'œuvre. Les coûts de chaque itinéraire sont exprimés en euros par hectare. Ils ont été estimés d'après les données de la chambre d'agriculture du Roussillon (Africano et al., 2010) et l'expertise du technicien de la coopérative Dom Brial. Les données pour les itinéraires 6 et 14 proviennent de la chambre d'agriculture du Roussillon, le reste des itinéraires ont été construits par nous avec la validation du technicien.

b) Main d'œuvre : Le deuxième facteur monétaire est la main d'œuvre (MOE). L'indicateur choisi est la MOE requise par chaque itinéraire technique. En général les viticulteurs ont de petites exploitations qu'ils exploitent seuls ou avec l'aide de la famille et l'adoption des itinéraires techniques avec un fort besoin de temps de travail peut être très contraignante pour eux. Le coût d'embauche d'un salarié fixe à temps complet, ne peut pas être assumé pour la majorité des exploitants et ils cherchent à éviter de recourir à de la main d'œuvre occasionnelle. Cet indicateur est mesuré en heures par hectare. Il a été aussi construit, de la même manière que l'attribut précédant, selon les données de la chambre d'agriculture du Roussillon (Africano et al., 2010) et l'expertise du technicien.

c) Norme Sociale : Comme troisième facteur non-monétaire, on a identifié le besoin d'appartenance à la communauté des viticulteurs. L'indicateur choisi pour représenter cette motivation est le degré de déviation par rapport à la Norme Sociale (NS).

L'influence des normes sociales dans le comportement des individus qui sont autour de nous est un facteur qui, normalement, est sous-estimé ou n'est pas pris en compte pour analyser les décisions des agents économiques. Pourtant il est un facteur très puissant qui oriente le comportement des individus (Cialdini, 2005, Goldstein et al. 2008). Si un message ou une action transmet l'idée qu'un comportement indésirable fait partie de la norme sociale, cette information aura des effets négatifs (Beretti A. et al., 2013). Par exemple dans le cas où on informe la population qu'utiliser la voiture est polluant, et que pour ce propos on montre des images dans lesquels tout le monde

utilise la voiture, la norme sociale implicite est d'utiliser la voiture. Cette nécessité d'agir en concordance avec la norme sociale apparaît dans le domaine agricole où par exemple les agriculteurs adoptent plus facilement des pratiques pro-environnementales s'ils savent que les autres agriculteurs s'engagent aussi (Chen X. et al. (2009), Kuhfuss L. et al. (2014)). Ce comportement est expliqué par l'idée que les pratiques qui sont hors d'une norme sociale provoquent des pertes d'utilité chez les agriculteurs, laquelle peut ne pas être suffisamment compensée par l'augmentation du bénéfice économique. Cette perte d'utilité est perçue comme une perte de réputation ou de position sociale dans le groupe (Lindbeck A., 1997).

Il existe plusieurs classifications de la norme sociale, une de plus utilisées est la distinction entre la norme sociale injonctive et la norme sociale descriptive. La norme sociale injonctive informe de ce qui doit être fait. Par contre la norme sociale descriptive montre ce qui se fait actuellement par la majorité du groupe (Cialdini et al., 1990). Dans notre étude on prend en compte la norme sociale descriptive, comme indicateur de la volonté de conformité avec le groupe.

Pour la construction d'un indicateur de norme sociale descriptive, les itinéraires techniques utilisés dans la coopérative ont été rangés de plus fréquent au moins fréquent. Les plus utilisés ont une notation plus proche de 1 et les moins pratiqués une notation plus proche de 10. Cet indicateur a été construit d'après les entretiens avec les viticulteurs et le technicien de la coopérative.

d) Environnement : Le quatrième facteur non-matériel, est associé avec la préférence des viticulteurs pour préserver l'environnement. Pour représenter la sensibilité des agriculteurs à la protection de l'environnement nous avons choisi l'indice de fréquence de traitement ou IFT. L'IFT est un indicateur répandu et bien connu par les viticulteurs de la coopérative. Il se calcule selon la formule suivante : $IFT = (Dose\ de\ substance\ active\ appliquée \times Surface\ traitée) / (Dose\ de\ substance\ active\ homologuée \times Surface\ totale\ de\ la\ parcelle)$. La limite de cet indicateur est qu'il ne prend pas en compte la toxicité des produits utilisés.

Le tableau 3 reprend les valeurs des attributs pour chacun des itinéraires techniques.

L'objectif du décideur est de minimiser 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 viticulteurs l'importance de ces quatre attributs sera différente et par conséquent leurs itinéraires techniques aussi. Cette minimisation des attributs est reprise dans la fonction objectif du modèle.

	Rang	Inter-rang	Ravageurs	Coût/Ha	Heures/Ha	Norme Sociale	IFT
Itinéraire 1	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Insecticide	831	13,5	10	7
Itinéraire 2	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Insecticide	851	14,5	8	7
Itinéraire 3	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Insecticide	874	14,5	6	7,66
Itinéraire 4	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique	Insecticide	888	15	6	7
Itinéraire 5	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Insecticide	894	15	4	7,66
Itinéraire 6	Désherbage chimique	Désherbage chimique	Insecticide	921	15,6	3	9
Itinéraire 7	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Confusion	921	16	10	4
Itinéraire 8	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Désherbage chimique (1/2)	Insecticide	941	16	2	8,33
Itinéraire 9	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Confusion	941	16,2	8	4
Itinéraire 10	Désherbage chimique	Désherbage mécanique	Insecticide	955	16,5	1	7,66
Itinéraire 11	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Confusion	964	16,5	6	4,66
Itinéraire 12	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique	Confusion	978	17,1	6	4
Itinéraire 13	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Confusion	984	17,7	4	4,66
Itinéraire 14	Désherbage chimique	Désherbage chimique	Confusion	1018	18	3	6
Itinéraire 15	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Désherbage chimique (1/2)	Confusion	1031	18,5	2	5,33
Itinéraire 16	Désherbage chimique	Désherbage mécanique	Confusion	1045	20	1	4,66

Tableau 3 Attributs par itinéraire

III. Analyse des Résultats

Cette section est divisée en deux parties. Dans la première partie on présente les résultats du modèle. Des variations paramétriques du poids de chacun des attributs ont été réalisées dans notre modèle de programmation multicritère dans le but de révéler les poids des attributs qui correspondrait au choix de chaque itinéraire technique. Dans la deuxième partie, les résultats de l'enquête réalisée auprès des viticulteurs de la coopérative Dom Brial sont comparés avec les résultats issus de la modélisation.

Résultats du modèle multicritères

Notre travail consiste à faire une estimation du poids de chacun de nos indicateurs, qui permet que la solution trouvée par le modèle coïncide avec l'itinéraire observé dans la réalité. En réalisant des variations paramétriques sur tous les coefficients ou poids possibles de chacun des quatre indicateurs du modèle (Coûts, Main d'œuvre, Norme Sociale et Environnement), on peut obtenir l'ensemble des solutions. De cette façon, on obtient des intervalles de variation des poids de nos attributs pour lesquels le modèle choisit l'un des 16 itinéraires possibles sur le terrain.

Le poids que prend chacun des quatre indicateurs dans la décision de l'agriculteur peut varier entre 0 et 1. La somme totale de poids des quatre indicateurs doit être 1.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le Tableau 4. On a réalisé dans le modèle des simulations paramétriques, dans lesquelles les poids des attributs ont été modifiés par intervalles de 0,1, en respectant la contrainte de la somme des poids égale à 1. Ceci nous donne au total 286 simulations. Par exemple une des simulations considère que l'attribut coût compte pour 50% dans la décision de l'agriculteur, l'attribut main d'œuvre 10% ; la Norme Sociale et l'attribut environnemental 20% chacun. Ce vecteur de poids (0,5 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,2) est une des combinaisons possibles. simulées. Dans le Tableau 3 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 pour chacun des attributs 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.

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. Quelques soient les poids choisis, ces itinéraires sont dominés

par d'autres itinéraires. Ainsi ils ne sont jamais une solution efficace pour les viticulteurs, quelles que soient leurs préférences.

Quand l'attribut « coûts » 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, les deux itinéraires choisis sont les suivants : désherbage chimique sous le rang plus enherbement et travail du sol dans l'inter rang. Dès que ce poids augmente vers 65%, les itinéraires techniques choisis sont le désherbage mécanique sous le rang plus enherbement et le travail du sol dans l'inter rang (itinéraires 1, 3, 4, 5 et 6).

Lorsque le poids de l'attribut « Main d'Œuvre » 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 des 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 sont : désherbage chimique en plein plus la confusion sexuelle ; désherbage chimique sous le rang, désherbage chimique et désherbage mécaniques dans l'inter-rang et de la confusion sexuelle ; désherbage chimique sous le rang, de l'enherbement un inter-rang sur deux et désherbage mécanique un inter-rang sur deux avec insecticide ou confusion sexuelle (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.

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).

Itinéraire	Rang	Inter-rang	Ravageurs	N	Coûts	MOE.	NS.	Env.
Itinéraire 1	Désh. Mécanique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Insecticide	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	Désh. Mécanique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Insecticide	-	-	-	-	-
Itinéraire 3	Désh. Chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Insecticide	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	Désh. Mécanique	Désherbage mécanique	Insecticide	1	0,5	-	0,3	0,2
Itinéraire 5	Désh. Chimique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Insecticide	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	Désh. Chimique	Désherbage chimique	Insecticide	16	0,40 (0,3 - 0,5)	0,30 (0,2 - 0,5)	0,30 (0,1 - 0,4)	-
Itinéraire 7	Désh. Mécanique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Confusion	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	Désh. Chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Désherbage chimique (1/2)	Insecticide	2	0,30 (0,2 - 0,4)	0,15 (0,1 - 0,2)	0,55 (0,5 - 0,6)	-
Itinéraire 9	Désh. Mécanique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Confusion	-	-	-	-	-
Itinéraire 10	Désh. Chimique	Désherbage mécanique	Insecticide	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	Désh. Chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Confusion	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	Désh. Mécanique	Désherbage mécanique	Confusion	12	0,20 (0,0 - 0,4)	-	0,20 (0,0 - 0,3)	0,60 (0,4 - 1,0)
Itinéraire 13	Désh. Chimique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Confusion	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	Désh. Chimique	Désherbage chimique	Confusion	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	Désh. Chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Désherbage chimique (1/2)	Confusion	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	Désh. Chimique	Désherbage mécanique	Confusion	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)

Tableau 4 Résultats de la modélisation

Comparaison des résultats de l'enquête et du modèle

a) Agriculteur « B » :

Son itinéraire technique correspond à : « Désherbage chimique sous le rang plus travail du sol, un inter-rang sur deux, et désherbage chimique, un inter-rang sur deux » (Itinéraire 8). Il ne réalise pas de « confusion sexuelle ». D'après l'enquête, le critère le plus important au moment du choix d'un itinéraire technique est « sa tranquillité à lui ». Le moins important est de réduire la charge de travail. Il juge l'influence des pratiques de ses voisins sur ses propres pratiques comme importante. Selon lui, les pesticides ont un impact modéré sur l'environnement et il considère qu'il fait les mêmes efforts pour l'environnement que la plupart des viticulteurs de la coopérative. À l'avenir, il ne souhaite pas faire d'enherbement sur son exploitation, car il pense qu'il existe un risque de concurrence dans l'utilisation de l'eau entre la vigne et l'herbe. Il réfléchit pour les années suivantes à ne faire que du désherbage mécanique.. Nous avons extrait du tableau 4 cet itinéraire , afin de comparer les résultats du modèle et du tableau 2 l'évaluation sur échelle de Likert de ses préférences déclarées pour les 4 attributs de décision.

Agriculteur	Itinéraire	Rang	Inter-rang	Ravageurs	Coûts	MOE	NS	Env.
"B"	N°8	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Désherbage chimique (1/2)	Insecticide	0,30 (0,2 - 0,4)	0,15 (0,1 - 0,2)	0,55 (0,5 - 0,6)	-
					1-2- 3 -4-5	1 -2-3-4-5	1-2-3- 4 -5	1-2- 3 -4-5

Tableau 2 Résultats Agriculteur B

Selon notre modèle, les attributs qui devraient avoir le plus de poids pour un agriculteur qui utilise l'itinéraire 8 sont la Norme Sociale et les Coûts. L'environnement n'est pas un facteur important. La main d'œuvre a une importance faible.

Selon les déclarations de l'agriculteur B :

- La minimisation d'emploi de main d'œuvre est le critère le moins important.
- Il est le viticulteur qui déclare une préoccupation moindre pour l'environnement en comparaison avec les autres viticulteurs interviewés.
- Il donne beaucoup d'importance aux pratiques de ses voisins.

Ainsi, on observe que les attributs dominant dans le modèle correspondent aux déclarations dans l'entretien. Les résultats obtenus avec les deux méthodologies sont cohérents.

b) Agriculteur « C » :

Son itinéraire technique correspond à : « Désherbage chimique sous le rang plus travail du sol, deux inter-rangs sur trois, et enherbement, un inter-rang sur trois ». Il réalise la « confusion sexuelle » (Itinéraire 13). Pour lui le critère le plus important pour choisir un itinéraire est de minimiser les coûts. Le moins important est de réduire la charge de travail. Il considère que les pratiques de ses voisins, en général, n'ont pas du tout d'importance sur

ses propres choix. Selon lui, les pesticides ont un impact modéré sur l'environnement mais il considère qu'il fait plus d'efforts pour l'environnement que la plupart des viticulteurs de la coopérative. À l'avenir, il pense continuer avec la pratique de « confusion sexuelle ». Il aimerait passer à l'utilisation de l'inter-ceps (technique de désherbage mécanique) sous le rang et de cette manière ne plus utiliser de désherbants chimiques. Par contre, pour l'instant, l'utilisation de l'inter-ceps est très coûteuse pour lui.

Agriculteur	Itinéraire	Rang	Inter-rang	Ravageurs	Coûts	MOE	NS	Env.
"C"	N°13	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (2/3) + Enherbement (1/3)	Confusion	0,20 (0,1 - 0,3)	0,20 (0,1 - 0,3)	0,20 (0,2 - 0,3)	0,40 (0,3 - 0,5)
					1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

Tableau 3 Résultats Agriculteur C

Selon le modèle l'attribut principal qui détermine le choix de cet itinéraire est de réduire l'impact des pratiques sur l'environnement. Cet attribut prend un poids d'environ 40% dans la décision. Cet itinéraire correspond à un poids modéré des autres attributs (coûts, main d'œuvre et norme sociale), qui comptent autour de 20%.

Selon les déclarations de l'agriculteur :

- La minimisation d'emploi de main d'œuvre est le critère le moins important.
- Il considère qu'il fait plus d'efforts pour l'environnement que ses voisins.
- Il ne prend pas en compte les pratiques de ses voisins.

Dans les deux méthodes, le facteur le plus important dans le choix de l'itinéraire technique est l'environnement.

Par contre les déclarations du viticulteur « C » donnent plus de poids à l'attribut Coûts et moins d'importances aux facteurs Main d'œuvre et Norme Sociale que le modèle. Notre modèle réalise donc une sous-estimation de l'importance du facteur coût. Une explication possible est que cet agriculteur aurait des coûts spécifiques plus élevées que le reste des agriculteurs et qu'ils ne sont pas pris en compte par le modèle ou bien il peut s'agir d'un mauvais calibrage plus général de l'attribut coût dans la construction du modèle.

c) Agriculteur « V » :

L'itinéraire technique de l'agriculteur V est défini comme : « Désherbage chimique sous le rang plus travail du sol de l'inter-rang » (Itinéraire 10). Par contre, il déclare avoir recours à des herbicides chimiques quand il n'arrive pas à gérer les adventices de façon mécanique. Sur la dernière année, ce désherbage chimique a été réalisé sur plus de 60% de son exploitation. Une gestion complètement chimique correspond à l'itinéraire 6. Il ne réalise pas de la confusion sexuelle. Dans le choix de son itinéraire technique, il met en avant les critères de minimisation des coûts et de réduction de la charge de travail. Il considère que les pratiques de ses voisins n'ont pas du tout d'importance. Selon lui, les pesticides ont un impact très fort sur l'environnement mais il considère qu'il fait les mêmes efforts pour l'environnement que la plupart des viticulteurs de la coopérative. Dans le futur il ne pense pas changer ses pratiques.

Agriculteur	Itinéraire	Rang	Inter-rang	Ravageurs	Coûts	MOE	NS	Env.
"V"	N°10	Désherbage chimique	Désherbage mécanique	Insecticide	0,25 (0,1 - 0,5)	0,05 (0,0 - 0,1)	0,65 (0,5 - 1,0)	0,05 (0,0 - 0,2)
					1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
	N°6	Désherbage chimique	Désherbage chimique	Insecticide	0,40 (0,3 - 0,5)	0,30 (0,2 - 0,5)	0,30 (0,1 - 0,4)	-

Tableau 4 Résultat Agriculteur B

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 Coûts avec un poids de 25%. L'importance de la Main d'œuvre et de l'impact sur l'environnement est pratiquement nulle.

Par contre si on regarde les résultats du modèle pour l'itinéraire 6, les facteurs de Coûts, Main d'œuvre et Norme Sociale ont la même importance et le facteur environnemental continue à ne pas avoir d'impact.

Selon ses déclarations :

- Au moment de choisir un itinéraire technique déterminé, les critères les plus importants sont la minimisation des coûts et de la main d'œuvre.
- Les pratiques que réalisent ses voisins n'ont pas d'importance pour lui.
- Il est très concerné par l'impact de ses pratiques sur l'environnement.

Dans son cas les résultats du modèle sont incohérents par rapport à l'entretien réalisé si on prend en compte l'itinéraire 10. Dans toutes les réponses aux questions posées lors de l'entretien il se positionne aux extrêmes. Un biais de désirabilité peut apparaître dans ses réponses, c'est-à-dire que ses réponses ne correspondent pas à la réalité et qu'il cherche à répondre ce que l'enquêteur attend de lui. Par contre si on considère que son itinéraire est le 6, vu qu'il dit avoir eu recours aux herbicides chimiques régulièrement la dernière année, le modèle montre l'importance des facteurs Coûts et Main d'œuvre. 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 dit) et que dans les faits l'environnement ne lui importe pas tant que ce qu'il affirme.

d) Agriculteur « T » :

Son itinéraire technique est défini comme : « Désherbage chimique sous le rang plus travail du sol un inter-rang sur deux et enherbement un inter-rang sur deux ». Par ailleurs il réalise la « confusion sexuelle » (Itinéraire 11). « T » est le seul viticulteur qui a deux salariés à temps complet en travaillant sur son exploitation. Il est aussi le seul retraité et la vigne ne représente pas pour lui une partie importante de ses revenus. Le critère le plus important pour lui est de réduire la charge de travail. Le critère le moins important est : faire comme le reste des viticulteurs de la coopérative. Il considère que les pratiques de ses voisins en général, n'ont pas du tout d'importance. Selon lui les pesticides ont un impact fort sur

l'environnement et il considère qu'il fait plus d'efforts pour l'environnement que la plupart des viticulteurs de la coopérative. À l'avenir, il est en train d'essayer de nouvelles techniques de travail sous le rang. Il n'envisage pas l'utilisation de l'inter-ceps, mais envisage d'essayer l'enherbement sous le rang :

Agriculteur	Itinéraire	Rang	Inter-rang	Ravageurs	Coûts	MOE	NS	Env.
"T"	N°11	Désherbage chimique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Confusion	0,15 (0,0 - 0,3)	0,45 (0,3 - 0,6)	0,05 (0,0 - 0,1)	0,35 (0,2 - 0,5)
					1-2- 3 -4-5	1-2-3-4- 5	1 -2-3-4-5	1-2-3-4- 5

Tableau 5 Résultats Agriculteur T

Selon notre modélisation, les critères les plus importants dans le choix de cet itinéraire sont la Main d'œuvre, 45% et l'Environnement, 35%. Les Coûts prennent une place moins importante et ne comptent que pour 15% environ.

Selon ses déclarations dans l'enquête:

- 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.

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

e) Agriculteur « F » :

Son itinéraire technique est défini comme : « Désherbage mécanique sous le rang plus travail du sol un inter-rang sur deux et enherbement un inter-rang sur deux ». Il réalise de la « confusion sexuelle » (Itinéraire 7). Dans son ménage, les revenus qui proviennent de la vigne représentent 50% du total. Selon ses déclarations, le critère le plus important dans son choix d'un itinéraire technique est de réduire l'utilisation de produits dangereux pour sa santé. Le moins important est d'utiliser les mêmes techniques que les autres viticulteurs de la coopérative. Il considère que les pratiques de ses voisins en général n'ont pas du tout d'importance. Selon lui les pesticides ont aussi un impact fort sur l'environnement, il considère qu'il fait plus d'efforts pour l'environnement que la plupart des viticulteurs de la coopérative.

Agriculteur	Itinéraire	Rang	Inter-rang	Ravageurs	Coûts	MOE	NS	Env.
"F"	N°7	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique (1/2) + Enherbement (1/2)	Confusion	0,25 (0,0 - 0,5)	0,20 (0,0 - 0,5)	0,05 (0,0 - 0,1)	0,50 (0,2 - 0,9)
					1-2- 3 -4-5	1-2- 3 -4-5	1 -2-3-4-5	1-2-3-4- 5

Tableau 6 Résultats Agriculteur F

Selon les résultats du modèle, le critère principal est l'environnement avec un poids autour de 50%. La main d'œuvre et les couts interviennent faiblement, la norme sociale quasiment pas.

Selon ses déclarations:

- 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.

IV. Conclusion

Cet article se base sur la combinaison d'un travail de modélisation et d'un travail d'enquête afin d'analyser le rôle des facteurs comportementaux dans les choix d'itinéraires techniques des viticulteurs. L'originalité méthodologique de notre travail est de confronter les résultats d'enquêtes qualitatives sur les motivations des agriculteurs dans le choix de leurs itinéraires techniques et les résultats d'un modèle de programmation multi-objectif qui permet d'identifier le poids de ces différents facteurs.

Le modèle nous permet de « révéler » les poids des différents facteurs de choix pour un itinéraire donné. Cette démarche est inspirée des techniques d'estimation des poids de différents groupes sociaux dans la fonction de préférence politique des décideurs (Rausser et Foster, 1990, Von Cramon Taudabel, 1992). Elle permet de mieux décrire et de mesurer les motivations financières et comportementales du choix de pratiques chez les agriculteurs.

En comparant les résultats du modèles avec les résultats de l'enquête, nos résultats montrent que les motivations non-matérielles, comme la norme sociale ou les préférences pour l'environnement jouent un rôle important dans la prise de décision des viticulteurs. On trouve certes quelques divergences entre le modèle et l'enquête, notamment pour l'agriculteur « V » mais qui révèlent probablement des problèmes liés à l'enquête (biais de désirabilité par exemple, ou contrainte économique non évoquée). Pour les autres agriculteurs, les résultats du modèle sont globalement cohérents avec les résultats de l'enquête et permettent de confirmer le poids déclaré des critères qui pèsent sur leur décision par un poids estimé par simulation. Sur un échantillon restreint d'agriculteurs, nos résultats aident à mieux comprendre la diversité des pratiques dans la conduite de la vigne et mettent en lumière qu'elle est plus liée à la diversité des motivations des viticulteurs qu'à l'hétérogénéité de leurs contraintes.

On observe ainsi que le facteur « préférence environnementale » joue un rôle déterminant dans la prise de décision de trois des viticulteurs et que la norme sociale est aussi un facteur clé pour deux viticulteurs. Les facteurs purement économiques comme la minimisation des coûts ne sont les facteurs principaux dans la prise de décision que dans un seul cas. Ce résultat permet d'expliquer ce que nous avons mentionné en introduction sur le manque

d'engagements dans les contrats environnementaux et plus largement le manque d'efficacité constaté des incitations purement économiques (Howley 2015, Kuhfuss 2012).

Dans le travail de Le Coent et al. (2016) la norme sociale injonctive apparait comme un facteur clé dans la prise de décision des viticulteurs. Son travail met en avant l'importance de l'opinion des groupes de référence des agriculteurs, notamment l'opinion des membres de la famille et des techniciens conseillers. Dans notre travail nous n'avons pris en considération que la norme sociale descriptive. Une étude plus détaillée de la façon dont la norme injonctive peut être modélisée sera pertinente pour compléter notre analyse et pourra peut-être permettre d'expliquer les incohérences relevées sur deux agriculteurs. D'autres limites de ce travail sont aussi à considérer pour un travail d'approfondissement ultérieur.

- Notre modèle de programmation compromis ne s'intéresse qu'à deux parties de l'itinéraire technique : l'entretien du sol et la lutte contre les ravageurs. Ce modèle peut s'enrichir avec une analyse en profondeur des autres activités comme la taille, les travaux en vert ou la fertilisation.
- Il sera nécessaire d'affiner la construction des indicateurs de norme sociale et de préférence pour l'environnement : on a utilisé la norme sociale descriptive, en prenant comme référence du groupe les pratiques les plus répandues parmi les viticulteurs de la coopérative mais il serait aussi intéressant d'interroger le viticulteur sur ce qu'est sa perception des pratiques les plus répandues. En effet, les perceptions divergent parfois de la réalité, mais ce sont les normes perçues qui pèsent dans la décision. Pour l'indicateur de l'impact sur l'environnement, l'IFT a été utilisé. Cet indicateur est lui aussi imparfait car il ne prend pas en compte la toxicité du produit utilisé et il ne concerne que la dose employée et le nombre de passages. De la même façon l'IFT ne prend pas en compte l'impact des pratiques sur la santé des viticulteurs. Un autre indicateur plus complet pourrait être utilisé.

Malgré ces limites, ce travail est une première étape qui nous permet de proposer une démarche pour mieux comprendre les motivations des agriculteurs et par conséquent créer des incitations plus efficaces. Il peut aussi aider à guider le conseil technique en visant vraiment les attentes des agriculteurs.

Références bibliographiques

- Aubertot, J. N., Barbier, J. M., Carpentier, A., Gril, J. J., Guichard, L., Lucas, P., ... & Voltz, M. (2005). Pesticides, agriculture et environnement. *Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Rapport d'expertise scientifique collective, INRA et Cemagref (France)*.
- 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)*
- Aguilera, R. V., Rupp, D. E., Williams, C. A., & Ganapathi, J. (2007). Putting the S back in corporate social responsibility: A multilevel theory of social change in organizations. *Academy of management review*, 32(3), 836-863.
- Baja, S., Chapman, D. M., & Dragovich, D. (2007). Spatial based compromise programming for multiple criteria decision making in land use planning. *Environmental Modeling & Assessment*, 12(3), 171-184.
- Ballestero, E., & Romero, C. (1991). A theorem connecting utility function optimization and compromise programming. *Operations Research Letters*, 10(7), 421-427.
- Ballestero, 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*, 182(3), 1369-1382.
- Bartlett, E. T., & Clawson, W. J. (1978). Profit, meat production or efficient use of energy in ranching. *Journal of Animal Science*, 46(3), 812-818.
- Barnett, D., Blake, B., & McCarl, B. A. (1982). Goal programming via multidimensional scaling applied to Senegalese subsistence farms. *American Journal of Agricultural Economics*, 64(4), 720-727.
- 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*, 27(4), 396-413.
- 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*, 107(1), 108-118
- Beretti, A., Figuières, C., & Grolleau, G. (2013). Behavioral innovations: The missing capital in sustainable development?. *Ecological Economics*, 89, 187-195.
- 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*, 106(28), 11812-11817.
- Cialdini, R. B. (2005). Basic social influence is underestimated. *Psychological inquiry*, 16(4), 158-161.

- Gasson, R. (1973). Goals and values of farmers. *Journal of agricultural economics*, 24(3), 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*, 35(3), 472-482.
- Grolleau, G., Mzoughi, N., & Pekovic, S. (2015). Environmental management practices: good or bad news for innovations delivering environmental benefits? The moderating effect of market characteristics. *Economics of Innovation and New Technology*, 24(4), 339-359.
- Howley, P. (2015). The happy farmer: the effect of nonpecuniary benefits on behavior. *American Journal of Agricultural Economics*, aav020.
- Kuhfuss, L., Jacquet, F., Preget, R., & Thoyer, S. (2012). Le dispositif des MAEt pour l'enjeu eau: une fausse bonne idée?. *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement-Review of agricultural and environmental studies*, 93, 395-422.
- Kuhfuss, L., Preget, R., & Thoyer, S. (2014). Préférences individuelles et incitations collectives: quels contrats agroenvironnementaux pour la réduction des herbicides par les viticulteurs. *Revue d'Études en Agriculture et Environnement*, 95(01), 111-143.
- Le Coent, P. (2016). Agri-environmental schemes: behavioral insights and innovative designs. Thèse de doctorat (Economie et gestion), Montpellier (France).
- Lindbeck, A. (1997). The swedish experiment. *Journal of Economic Literature*, 35(3), 1273-1319.
- Louhichi, K., y Paloma, S. G., Belhouchette, H., Allen, T., Fabre, J., Fonseca, M. B., ... & Flichman, G. (2013). *Modelling Agri-Food Policy Impact at Farm-household Level in Developing Countries (FSSIM-Dev): Application to Sierra Leone* (No. JRC80707). Joint Research Centre (Seville site).
- Maybery, D., Crase, L., & Gullifer, C. (2005). Categorising farming values as economic, conservation and lifestyle. *Journal of Economic Psychology*, 26(1), 59-72.
- Ministère de l'agriculture (2008) Evaluation ex post du Plan de Développement Rural National, Marché CNASEA n° 22-07, Soutien à l'agro-environnement. Synthèse de l'évaluation, 42 p.
- Rausser G. & Foster F, 1990, Political preference functions and public policy reform, *American Journal of Agricultural Economics*, 72, 641-652.
- Romero, C., & Rehman, T. (1987). Natural resource management and the use of multiple criteria decision-making techniques: a review. *European Review of Agricultural Economics*, 14(1), 61-89.
- Romero, C. (1996). *Análisis de las decisiones multicriterio* (No. 14). Madrid: Isdefe.
- Romero, C., & Rehman, T. (2003). *Multiple criteria analysis for agricultural decisions* (Vol. 11). Elsevier.

- Romero, C. (2014). *Handbook of critical issues in goal programming*. Elsevier.
- Piech, B., & Rehman, T. (1993). Application of multiple criteria decision making methods to farm planning: a case study. *Agricultural Systems*, 41(3), 305-319.
- Tiwari, D. N., Loof, R., & Paudyal, G. N. (1999). Environmental–economic decision-making in lowland irrigated agriculture using multi-criteria analysis techniques. *Agricultural systems*, 60(2), 99-112.
- Toma, L., & Mathijs, E. (2007). Environmental risk perception, environmental concern and propensity to participate in organic farming programmes. *Journal of Environmental Management*, 83(2), 145-157.
- Von Cramon-Taubadel S, 1992, A critical assessment of the political preference function approach in agricultural economics, *Agricultural Economics*, 7(3-4), 371-394.
- Willock, J., Deary, I. J., McGregor, M. M., Sutherland, A., Edwards-Jones, G., Morgan, O., ... & Austin, E. (1999). Farmers' attitudes, objectives, behaviors, and personality traits: The Edinburgh study of decision making on farms. *Journal of Vocational Behavior*, 54(1), 5-36.
- Yu, P. L. (1973). A class of solutions for group decision problems. *Management Science*, 19(8), 936-946.
- Zeleny, M. (1973). Compromise programming. *Multiple criteria decision making*, 286.
- Zeleny, M. (1982). Multi criteria decision making. *McGraw-Hills, New York*.