

22 Février 2016- 19 Août 2016

C. Bassono

L'objectif de l'Institut Technique de la Betterave (ITB) est d'orienter et de coordonner les actions permettant d'augmenter les performances économiques de la culture de la betterave et d'améliorer son utilisation industrielle dans le respect de l'environnement. A ces fins, l'ITB travaille à la faisabilité d'un outil personnalisé d'aide au choix des variétés qui tiendrait compte du contexte agro-pédo-climatique de chaque parcelle. Le développement de cet outil, basé sur une évaluation multicritère, a été initié lors d'un stage de fin d'études financé par le GIS GCHP2E et l'ITB en 2016. L'intérêt majeur des méthodes multicritères est d'intégrer un ensemble de critères de différentes natures afin de proposer à l'utilisateur une solution qui représente un compromis judicieux sur la base de ses contraintes. Cette approche permet donc de combiner tous les critères d'évaluation des variétés. Les deux méthodes d'analyse multicritère retenues sont DEXi et ELECTRE III. Un volet économique a été intégré avec le calcul d'index de performance économique.

La méthode développée est déployée sur différents cas pratiques afin de mettre en avant des variétés qui sont globalement performantes sur l'ensemble des critères d'évaluation. En effet, elles ne sont pas uniquement retenues sur des critères de productivité (rendement, richesse), mais également sur des critères de sensibilité aux maladies ou aux montées à graines.

Introduction.

La France est le premier pays producteur mondial de sucre de betterave, avec une production d'environ 4.5 millions de tonnes pour la campagne 2015/2016. La fin des quotas sucriers de l'Union Européenne prévue en Octobre 2017 marquera une étape très importante pour la filière betterave sucre française qui devra à tout prix maintenir sa compétitivité. Le choix variétal figure parmi les décisions stratégiques prises par les agriculteurs afin de répondre aux contraintes environnementales, réglementaires et économiques auxquelles ils sont confrontés.

Cependant, le renouvellement rapide de la gamme variétale (la durée moyenne de commercialisation d'une variété est de 2 à 3 ans) ainsi que leur abondance (environ 70 variétés proposées à la commercialisation chaque année) complexifient ce choix. Les agriculteurs peuvent s'appuyer sur les résultats agronomiques obtenus par l'ITB et publiés dans le Betteravier Français.

L'ITB a mis en place plusieurs réseaux d'expérimentation post-inscription permettant d'évaluer les performances des variétés sur des critères de productivité, de qualité industrielle, de sensibilité aux maladies et de sensibilité aux montées à graines. Le choix de la variété repose donc sur la base d'un compromis raisonné réalisé par l'agriculteur qui se doit d'être le plus approprié au contexte de son exploitation.

Afin de leur proposer un conseil personnalisé, l'ITB souhaiterait développer un outil d'aide au choix des variétés qui tiendrait compte du contexte agro-pédo-climatique de chaque parcelle.

Afin de classer les variétés en considérant l'ensemble des critères d'évaluation des variétés, l'évaluation multicritère a été identifiée comme l'approche la plus appropriée. Une classification optimale nécessite de combiner tous les critères d'évaluation et de les pondérer selon les contraintes agro-pédo-climatiques et selon les objectifs de l'agriculteur. Cet article présente la construction de la méthode d'évaluation multicritère adaptée au choix variétal en betterave sucrière ainsi que quelques résultats obtenus au cours du stage.

Identification des méthodes d'analyse multicritère pertinentes pour le choix variétal en betterave sucrière

Les outils d'analyse multicritère d'aide à la décision permettent d'agrèger de façon systématique une quantité importante d'information qualitative et/ou quantitative afin de résoudre un problème de décision souvent complexe. Dans notre cas, ces outils permettent également d'évaluer l'importance relative des critères impliqués dans le processus de décision.

Un travail bibliographique sur les différentes méthodes d'analyse multicritère a dans un premier temps été réalisé afin de choisir les méthodes les plus pertinentes pour le choix variétal. Deux méthodes ont été retenues :

- d'une part, la méthode ELECTRE III qui permet de modéliser les préférences des individus tout en tenant compte des phénomènes d'imprécision et d'incertitude ;
- d'autre part, la méthode DEXi qui permet d'agrèger des critères qualitatifs en un critère unique. On obtient alors un indicateur calculé pour un contexte donné.

Construction de la méthode appliquée au choix variétal en betterave sucrière

Deux alternatives se sont présentées pour paramétrer et tester la méthode développée. La première consiste à tester la méthode sur les données moyennes publiées dans le magazine « le Betteravier Français » (BF) et permettant de définir les performances des variétés dans des situations classiques. La deuxième repose sur la définition de cas pratiques en utilisant les données spécifiques à certains essais et représentant donc plus la réalité d'une région ou d'une pression de ravageurs importante. Les cas pratiques ont été définis en fonction de la pression de ravageurs de racines (rhizomanie et nématodes), des différences climatiques et de la date de récolte.

Dans la suite de cette publication, afin de présenter la construction de la méthode et de mettre en avant son intérêt, les données moyennes publiées dans le BF ont été utilisées et concernent les variétés nouvelles nématodes.

- 1^{ère} étape : filtrage des variétés

Les variétés de betterave commercialisées sont classées selon leurs résistances à certaines maladies du sol (rhizomanie, rhizomanie/nématodes, rhizomanie/rhizoctone brun). Seule la lutte génétique est efficace en présence d'un de ces agents pathogènes. Un filtre sur ce critère est donc initialement appliqué en réponse à la pression rencontrée.

La publication des résultats pluri-annuels des variétés a pour objectif de réduire le risque pour l'agriculteur. Un conseil de l'ITB est de ne pas choisir ses variétés que sur la base des résultats annuels. C'est pourquoi afin d'assurer un équilibre dans le choix proposé, la proportion de variétés nouvelles (1 an d'expérimentation) et confirmées (2 à 3 ans d'expérimentation) à présenter en sortie d'analyse sera respectée. Pour cela, le sous jeu de données est ensuite re-divisé en deux (variétés nouvelles et variétés confirmées) ; cela constitue un deuxième filtrage des variétés.

- 2^{ème} étape : élaboration de la liste des variétés par la méthode Electre III (Le Gall, 2009)

La méthode Electre III est une méthode d'agrégation partielle. Les critères peuvent être à la fois quantitatifs et qualitatifs et les variétés sont comparées deux à deux. Cette méthode repose sur le principe de surclassement. On dit que la variété a surclasse la variété b s'il y a suffisamment de critères sur lesquels elle est « au moins aussi bonne » ; elle ne doit cela dit pas être plus mauvaise sur les autres critères. ELECTRE III nécessite une étape d'attribution de seuils et d'un poids pour chaque critère suite à laquelle le classement des variétés pourra être obtenu.

Cette dernière étape reposant sur du dire d'expert peut s'avérer difficile à réaliser. Une enquête a en conséquence été menée auprès de 15 experts de l'ITB et de quelques agriculteurs pour remédier à ce problème. L'objectif fut de classer les critères d'évaluation des variétés par ordre d'importance afin de calculer des pourcentages relatifs pour chaque critère. Ces pourcentages ont ensuite été convertis en valeurs de poids sur une base 100. Les critères identifiés comme les plus importants furent le rendement

racine, la richesse saccharine et la qualité de levée. En ce qui concerne les maladies foliaires, les pourcentages relatifs variaient d'une région à l'autre.

Une fois les poids définis suite aux résultats de l'enquête, l'analyse ELECTRE III a pu être réalisée afin d'obtenir une liste de variétés classées selon leur rang. Une analyse de sensibilité sur ces mêmes poids a ensuite permis de déterminer les critères les plus sensibles. Il s'est avéré que les critères relatifs aux maladies foliaires étaient les plus sensibles ; c'est-à-dire que pour une faible variation de poids le classement final était modifié. Pour mieux prendre en compte cette sensibilité variétale aux maladies foliaires, une évaluation du risque de maladies foliaires en fonction des pratiques agronomiques a été réalisée par la méthode DEXi.

- **3^{ème} étape : évaluation du risque de maladies foliaires par la méthode DEXi** (Craheix, 2016)

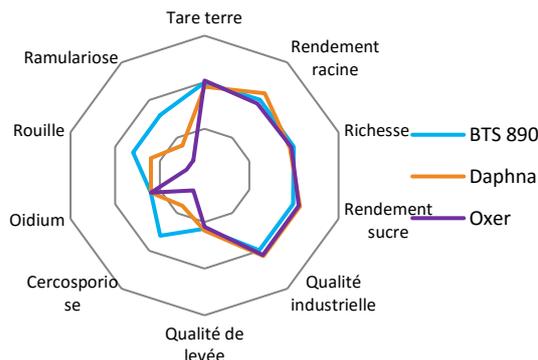
La méthode DEXi est une méthode d'agrégation complète basée sur les règles de décision. Les critères doivent être quantitatifs. Cette méthode est basée sur des règles de décision du type « si...alors », la finalité est d'établir un indice d'évaluation global. Dans le cas de notre application aux variétés de betterave sucrières, le principe est d'évaluer le risque de maladies foliaires grâce à la grille d'analyse de risque réalisée par l'ITB. Cette grille présente l'importance du risque des pratiques agronomiques sur le développement des quatre maladies foliaires (Cercosporiose, Oïdium, Rouille, Ramulariose). Une fois que les critères et leur gamme de variation sont renseignés, les règles de décisions ont été établies et l'arbre hiérarchique créé.

Le niveau de risque obtenu par l'analyse DEXi (faible, moyen élevé) permet ensuite de déduire la répartition de poids utilisée dans ELECTRE III.

- **4^{ème} étape : comparaison des performances agronomiques des variétés sélectionnées par l'analyse**

Afin de comparer les variétés d'un point de vue agronomique, des graphiques radar ont été réalisés afin de mettre en avant leurs points forts et faibles sur les critères d'évaluation. Dans l'exemple qui suit, l'analyse a été réalisée sur les variétés nouvelles nématodes ; la comparaison concerne trois variétés sur les neuf étudiées.

BTS 890, qui est classée 1^{ère} n'obtient pas forcément les meilleurs résultats en termes de productivité (rendement sucre= rendement racine*richesse saccharine). Elle est cependant très performante en ce qui concerne la qualité industrielle (Sm/Pol) et est très résistante aux 4 maladies foliaires.



DAPHNA qui est classée 2^{ème} est très productive, dispose d'une bonne qualité de levée, a une tare terre assez faible et est relativement résistante aux maladies foliaires.

Entre ces deux variétés, si le planteur n'est pas confronté à des problèmes de maladies foliaires, la variété DAPHNA lui sera conseillée (revenu économique qui augmente). Dans le cas contraire et pour ne pas lui faire courir de risque, la variété BTS 890 lui sera conseillée s'il est confronté à des problèmes de maladies foliaires.

Au contraire, **OXER** qui est classée dernière, constitue un cas assez intéressant. Elle est classée 2^{ème} en terme de productivité mais n'est pas performante sur les autres critères. En particulier pour les maladies foliaires où elle n'est résistante qu'à l'oïdium.

Nous voyons ici que la méthode développée permet de proposer des variétés qui sont performantes sur la globalité des critères (et non sur un seul critère). L'intérêt d'une telle méthode d'analyse pour le choix variétal en betterave sucrière est donc réel.

Calcul des index de performance économique

Le volet performance économique a été abordé *via* le calcul de deux index calculés pour les critères rendement racine et tare terre

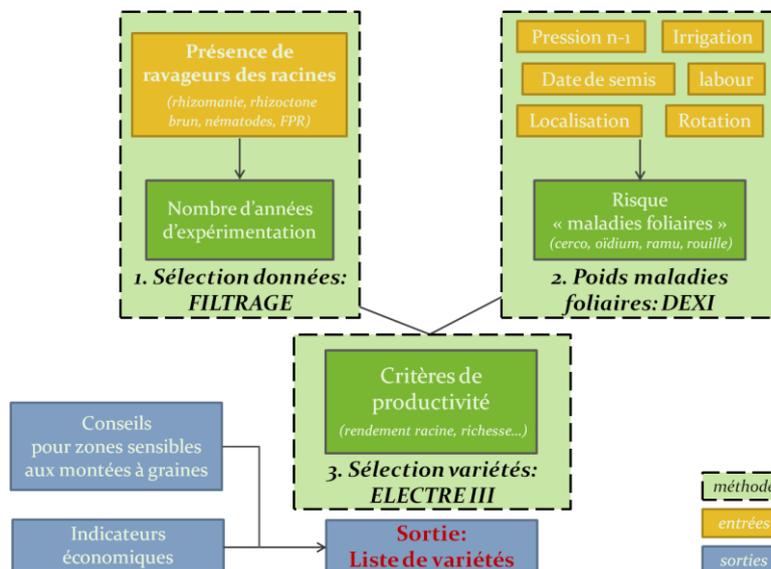
Le prix appliqué par les sucreries pour rémunérer les agriculteurs est considéré par tonne de betterave à 16% de richesse saccharine. Une conversion du rendement racine (pour des betteraves possédant une certaine richesse) est nécessaire préalablement au calcul de l'**index n°1**. Pour la tare terre, l'**index n°2** est calculé en multipliant la quantité de terre par le prix appliqué en sucrerie.

Le revenu de l'agriculteur est ensuite calculé en considérant le revenu relatif au rendement racine à 16% auquel sont soustraits le coût lié à la tare terre, aux produits phytosanitaires et aux autres charges comme le prix des semences.

Index économique 1 (€/ha) :
rendement racine à 16% (t/ha) * 25(€/t betterave)

Index économique 2 (€/ha) :
quantité de tare terre (t/ha) * 10 (€/t terre)

Schéma bilan



Conclusion.

L'évaluation multicritère développée au cours de ce stage permet dans un premier temps de prendre en compte l'aspect technique en sélectionnant les variétés les mieux adaptées au contexte agro-pédo-climatique de la parcelle considérée, dans un deuxième temps d'intégrer la dimension économique au travers du calcul d'index de performances économiques et dans un troisième temps de réaliser un conseil en fonction du risque de montées à graines de la parcelle considérée.

Les travaux effectués doivent être poursuivis. En particulier ceux concernant la généralisation de la méthode DEXi aux autres critères afin d'affiner leur pondération et ceux relatifs à la validation de la méthode sur les cas pratiques non traités.

Auteur

Caroline Bassono est une jeune ingénieure agronome diplômée d'Agrocampus Ouest en productions végétales et plus spécifiquement en ingénierie des agrosystèmes.

Soutien financier

Nous remercions sincèrement le GIS Grande Culture à Hautes Performances Economiques et Environnementales ainsi que l'Institut Technique de la Betterave pour leur soutien financier.

Pour en savoir plus.

Craheix, D. (2016). Evaluation Multicritères : Construction d'un modèle décisionnel sur DEXi.

Le Gall, A.C. (2009). Panorama des méthodes d'analyse multicritère comme outils d'aide à la décision.