



**HAL**  
open science

## DEXI-Pépi: Modèle d'évaluation de la durabilité en pépinière hors-sol

Fabien Robert, E. Meslin, L. Mary, R. Manceau, J. Fillatre, G. Fortino,  
Vincent Faloya

### ► To cite this version:

Fabien Robert, E. Meslin, L. Mary, R. Manceau, J. Fillatre, et al.. DEXI-Pépi: Modèle d'évaluation de la durabilité en pépinière hors-sol. *Innovations Agronomiques*, 2017, 55, pp.71-84. 10.15454/1.5137759036095466E12 . hal-01608404

**HAL Id: hal-01608404**

**<https://hal.science/hal-01608404>**

Submitted on 26 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License

## DEXI-Pépi : Modèle d'évaluation de la durabilité en pépinière hors-sol

Robert F.<sup>1</sup>, Meslin E.<sup>1</sup>, Mary L.<sup>2</sup>, Manceau R.<sup>3</sup>, Fillatre J.<sup>4</sup>, Fortino G.<sup>5</sup>, Faloya V.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Astredhor, Unité nationale, 44 rue d'Alésia, 75682 Paris Cedex 14

<sup>2</sup>Astredhor, Station Caté, Vézendoquet, 29250 Saint Pol-de-Léon

<sup>3</sup>Val'hor, 44 rue d'Alésia, 75682 Paris Cédex 14

<sup>4</sup>Armefflor, 1 Chemin de l'IRFA - 97410 Saint-Pierre de La Réunion

<sup>5</sup>Maison de l'Agriculture Avenue de Paris 50009 Saint-Lô Cedex

<sup>6</sup>Inra de Rennes, 65 rue de Saint-Brieuc 35042 Rennes

Correspondance : fabien.robert@astredhor.fr

### Résumé

La méthode DEXi-Pépi a été développée afin d'avoir une approche globale d'amélioration environnementale, économique et sociale des systèmes de culture hors sol de pépinière. Cette méthode, adaptée du modèle DEXiPM®, est un modèle hiérarchique multicritère et qualitatif qui comporte 89 critères d'entrée : (i) 56 critères dépendants du système de culture, (ii) 23 critères liés au contexte et dépendant du système et (iii) 10 critères liés au contexte et indépendant du système. Plusieurs critères sont redondants dans l'évaluation (26). Le nombre de critère d'entrée par pilier de la durabilité est déséquilibré, reflétant en partie le déséquilibre des connaissances sur certains piliers. Le modèle DEXi-Pépi est un prototype qui est amené à évoluer au fur et à mesure des utilisations et en fonction des attentes des utilisateurs.

**Mots-clés** : Durabilité, Pépinière, Modèle *ex-ante*

### Abstract: Development of a model to assess the sustainability in soilless nursery

The DEXi-Pépi method was developed in order to have a global approach for improving aboveground nursery culture systems. This method, adapted from DEXiPM® model, is a hierarchical multi-criteria and qualitative model that includes 89 entry criteria: (i) 56 criteria dependent of the culture system, (ii) 23 criteria linked to the context and system-dependent and (iii) 10 criteria linked to the context and independent of the system. Several criteria are redundant in the assessment (26). The number of entry criteria for each pillar of sustainability is unbalanced, partly reflecting the imbalance of knowledge on some pillars. The DEXi-Pépi model is a prototype that will evolve as the use increases and according to the users' expectations.

**Keywords**: Sustainability, Nursery, Ex-ante model,

## Introduction

De nombreuses références techniques sont régulièrement obtenues (Piasentin, 2009) pour améliorer l'impact des systèmes de culture horticoles sur l'environnement et leur rentabilité, mais aucune approche globale n'existe qui prendrait en compte l'impact de la modification d'une composante du système sur les autres.

Par ailleurs, améliorer un seul facteur de production dans l'itinéraire de culture ne suffit pas systématiquement à optimiser le système dans son ensemble. Des mesures réalisées en 2010 en station expérimentale (Mary, 2011) montrent par exemple qu'en associant un substrat sans tourbe, d'impact environnemental moindre (protection des tourbières, ressource locale avec meilleur bilan CO<sub>2</sub>) et un fertilisant organique (moindre utilisation d'énergie fossile par rapport à un engrais enrobé), l'impact environnemental local peut être très négatif, le lessivage des éléments minéraux était de 85 % supérieur à l'itinéraire conventionnel associant un substrat comportant 60 % de tourbe et une fertilisation par des engrais à libération programmée. L'utilisation d'un fertilisant organique nécessite un substrat adapté pour éviter les pertes en éléments fertilisants. L'association de solutions d'impact moindre sur l'environnement ne conduit pas nécessairement à une baisse proportionnée de l'impact, et nécessite que soit évaluée la portée de l'association des solutions bénéfiques.

Ainsi, l'élaboration d'outils d'évaluation et de diagnostic agro-environnemental et de durabilité a fait l'objet de beaucoup d'attention de la part des agronomes depuis une vingtaine d'années et cela que ce soit pour orienter des politiques publiques, diagnostiquer les pratiques d'exploitants agricoles, les sensibiliser, mesurer les performances environnementales au niveau d'exploitations ou de parcelles, améliorer ou concevoir des itinéraires techniques ou échafauder des outils de management.

Girardin (1997) s'est intéressé aux moyens de caractériser l'effet des pratiques culturales sur l'environnement. Plus récemment, Peschard *et al.* (2004) puis Bockstaller *et al.* (2008) ont réalisé un panorama et des analyses des méthodes et indicateurs d'évaluation environnementale ou de la durabilité. Ainsi, 4 groupes de méthodes se différencient : (i) celles qui s'intéressent aux différentes dimensions de la durabilité (IDEA, Arbre, MASC), (ii) celles centrées sur la dimension environnementale à l'échelle de la parcelle et/ou de l'exploitation (DAEG, DIALECTE, DIALOGUE, DIAGE, DAEG, INDIGO, PLANETE, AQUAPLAINE), (iii) celles centrées sur la dimension environnementale à l'échelle d'un produit ou d'une filière (ACV), (iv) celles à l'échelle du territoire.

Les méthodes DIALECTE et DIAGE sont plus adaptées à l'évaluation des exploitations (Bockstaller *et al.*, 2008 ; Peschard *et al.*, 2004). La méthode PLANETE s'intéresse uniquement aux questions de l'énergie et de l'effet de serre et la méthode AQUAPLAINE au transfert de pesticides (Bockstaller *et al.*, 2008). Les indicateurs des méthodes INDIGO, DIALOGUE et DAEG sont calculés à l'échelle de la parcelle.

Une méthode plus récente est le modèle Dexi qui constitue un outil d'évaluation *ex ante* de la durabilité des pratiques d'un système par une approche globale fondée sur les connaissances expertes (Bohanec *et al.*, 2004 ; Delmotte, 2009 ; Endure, 2010). Cette méthode permet d'envisager une évaluation multicritère itérative pour maximiser la durabilité globale des systèmes considérés. La méthode DEXiPM®, qui a été développée pour les grandes cultures dans le cadre du réseau d'excellence ENDURE (2007-2010), a vocation à pouvoir comparer les performances de systèmes innovants avec celles de systèmes existants et d'identifier les pratiques qui permettront d'améliorer la durabilité du système (Messéan *et al.*, 2010). DEXiPM a été développé grâce à l'utilisation libre du logiciel DEXi (Bohanec, 2009). Une telle méthode est apparue d'intérêt pour les cultures ornementales dont les systèmes de production intègrent de nombreuses solutions d'amélioration d'impact environnemental avec la difficulté de connaître l'incidence sur la composante économique et sociale de ces systèmes.

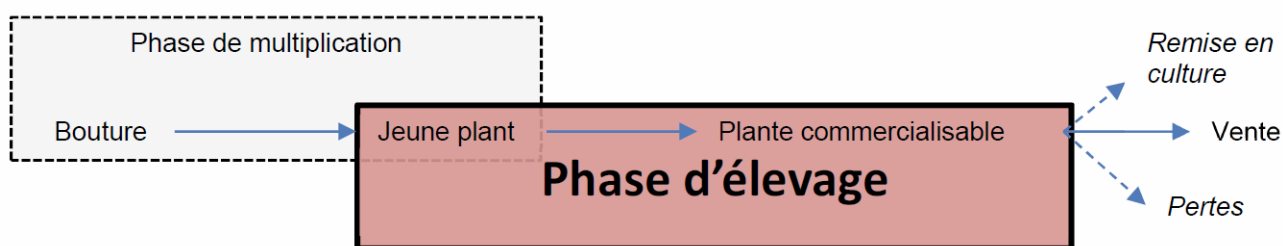
## 1. Matériel et méthodes

Le choix du développement de la méthode DEXi en horticulture a porté sur les systèmes de pépinière hors-sol qui permettent la production d'arbustes d'ornement en conteneurs de 3 à 4 litres (principal segment de marché de la pépinière hors-sol en France), pour lesquels les enjeux environnementaux, en matière d'effluents notamment, sont plus forts.

L'unité d'étude considérée est un groupe de plantes géré de manière homogène (même itinéraire technique) constituant le plus généralement une aire de culture, ou parcelle, mais qui peut également n'en constituer qu'une portion.

L'échelle spatiale considérée est l'aire de production et ses abords proches. Lorsque les plantes sont déplacées en cours de culture, par exemple mises sous abri l'hiver, l'abri devient alors partie intégrante de l'évaluation. L'échelle spatiale englobe toujours le ou les lieux de culture du groupe de plantes étudié ainsi que ses abords proches.

La production d'un arbuste peut être découpée en deux phases successives (Figure 1) qui sont la phase de multiplication et la phase d'élevage. Celles-ci sont spécifiques et avec des conditions de culture différentes (Mary, 2011).



**Figure 1** : Phase de la production d'arbuste étudié par le modèle DEXi-Pépi ; le modèle évalue la phase d'élevage, représentée par le rectangle rouge

Le développement de l'outil a été réalisé en deux phases successives.

Phase 1 : Identification des itinéraires techniques conventionnels et alternatifs afin de constituer un référentiel de critères utilisables dans la méthode.

Un panel d'itinéraires techniques a été identifié à partir de la bibliographie et à partir des nombreuses références techniques acquises par l'institut Astredhor. Ces références portent essentiellement sur des aspects agronomiques et environnementaux : contenants, substrats, fertilisation, irrigation, gestion des effluents, eau, désherbage, lutte contre les ravageurs... Des compléments ont été apportés par Arméflhor pour des situations particulières liées aux aspects aux exigences climatiques et environnementales du territoire de l'île de la Réunion.

Des travaux d'expérimentation ont été menés tout au long du projet pour compléter les références techniques sur le système de culture pépinière, notamment pour l'aspect gestion et impact des effluents.

Phase 2 : Développement de la méthode d'évaluation globale du système de culture de pépinière hors sol.

La méthode DEXi repose sur la mise en œuvre d'un logiciel de modélisation multi attribut d'aide à la décision (Bohanec, 2004), sous la forme d'un arbre hiérarchique contenant les critères d'évaluation sélectionnés. La pondération s'est appuyée soit sur un groupe d'experts pour l'affectation de poids lorsque l'agrégation est linéaire, soit par le renseignement de fonctions d'utilité lorsque les priorités ou les dépendances ont été identifiées entre les critères d'évaluation à agréger.

L'objectif de durabilité agro-écologique a été divisé en sous-objectifs en fonction des contextes culturels identifiés : durabilité des ressources biotiques, durabilité des ressources abiotiques, risques sur l'environnement.

Les critères d'entrée du modèle renvoient à la description technique du système de culture, ainsi qu'à la description d'éléments de contexte (pédoclimatique, économique, social, politique). Ils sont de trois types : (i) les critères décrivant les éléments du contexte indépendants du système (ex. : climat), (ii) les critères décrivant les éléments du contexte dépendants du système (ex. : pression des adventices) et (iii) les critères décrivant le système (ex. : gestion de la fertilisation).

Les différents critères choisis ont été agrégés vers le niveau supérieur en utilisant une fonction d'utilité à chaque "nœud". Les fonctions d'utilité ont été définies par des règles de type « si, alors » telles que : <SI cri1 est bon> ET <SI cri2 est mauvais> ALORS <le critère agrégé est moyen>. Elles sont renseignées manuellement (exprimées en %), qui peuvent être bornées ou fixées afin de garantir une analyse cohérente dans le cadre de la durabilité totale, d'autres sont à fixer par l'utilisateur.

## 2. Résultats

Les travaux ont permis 1) l'élaboration de l'arborescence, spécifique des systèmes de culture de pépinière hors-sol, 2) des critères d'entrée du modèle, accompagnés de leur définition et de leur échelle de notation et 3) des règles d'agrégation des critères à chaque embranchement, appelées fonctions d'utilité.

### 2.1 L'élaboration de l'arborescence

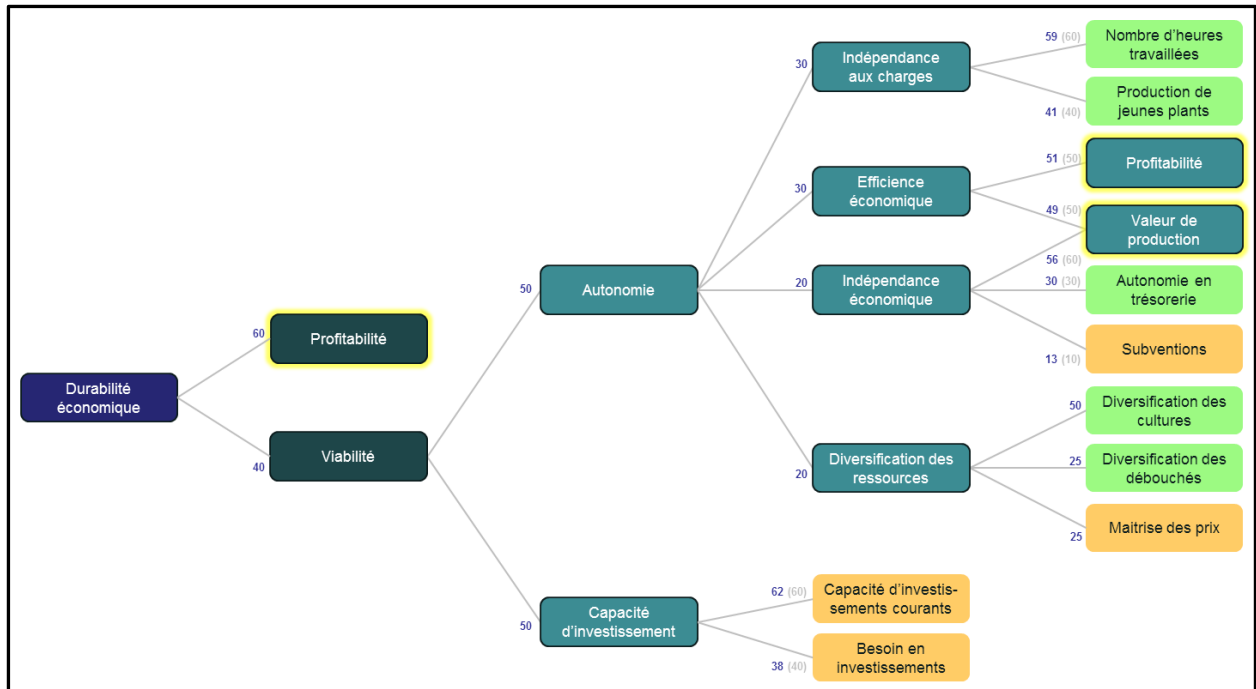
L'arborescence est constituée de plusieurs niveaux, démarrant par la "Durabilité totale" divisée en trois branches "Durabilité environnementale", "Durabilité sociale" et "Durabilité économique". Chacune de ces branches est à nouveau divisée en sous-embranchements de plus en plus précis et s'achevant sur les critères d'entrée. On comptabilise ainsi pour la "Durabilité environnementale" 9 niveaux d'embranchements, 11 pour la "Durabilité économique" (exemple de la "Viabilité" en Figure 2) et 5 pour la "Durabilité sociale". Ces différences traduisent à la fois le déséquilibre du niveau de connaissances entre les piliers et l'intérêt des acteurs pour telle ou telle thématique.

Le nombre de critères d'entrée par pilier de la durabilité est déséquilibré, l'évaluation de la durabilité environnementale étant surreprésentée avec 49 critères d'entrée, tandis que l'évaluation de la durabilité économique n'en mobilise que 33 et la durabilité sociale seulement 16.

La durabilité environnementale atteint 9 niveaux d'embranchement (ou degrés d'agrégation) dans l'arborescence, la durabilité économique 11 et la durabilité sociale 5. Ces déséquilibres en nombres de critères d'entrée et degrés d'agrégation s'expliquent en partie par un déséquilibre des connaissances sur les systèmes en fonction du pilier considéré, et reflète également les intérêts et préoccupations des acteurs et des concepteurs de la version DEXi-Pépi.

Pour la viabilité *sensu stricto* au moyen et au long terme, elle dépend de l'autonomie et de la capacité d'investissement de l'entreprise (Figure 2).

L'autonomie de l'entreprise est évaluée en tenant compte de (i) l'indépendance du système vis-à-vis de ses charges principales (main d'œuvre, au travers du nombre d'heures travaillées, et la production de jeunes plants), car si le système est trop tributaire de ces postes, le système est dépendant ; (ii) l'efficacité économique qui permet d'évaluer la viabilité à long terme ; elle est estimée par comparaison de la valeur de production et de la profitabilité ; (iii) l'indépendance économique est prise en compte en confrontant la 'profitabilité' et 'l'autonomie en trésorerie' avec les subventions ; (iv) la diversification des ressources de l'entreprise est considérée pour évaluer l'autonomie, notamment la diversification des cultures et la diversification des débouchés ; la capacité à maîtriser les prix est également prise en compte.



**Figure 2** : Exemple de la "Viabilité" de l'arborescence "Durabilité économique" : en orange, critères d'entrée liés au contexte ; en vert, critères d'entrée dépendants du système

La capacité d'investissement est évaluée en dissociant (i) la capacité d'investissements courants qui évalue la capacité de l'entreprise à financer les investissements requis pour assurer la pérennité du fonctionnement du système de culture (renouvellement du matériel, des structures...) et (ii) le besoin en investissement qui évalue les exigences en équipements spécifiques générés par le fonctionnement du système de culture ou la mise en œuvre d'une innovation en son sein. Cet aspect est important à prendre en compte car l'adoption de techniques innovantes peut exiger un endettement élevé au départ.

## 2.2 Les critères d'entrée du modèle

Le nombre de critères d'entrée différents du modèle est de 48, mais certains interviennent plusieurs fois dans des embranchements différents (Tableau 1). Une description de chaque critère est proposée ainsi qu'une échelle de notation, le plus généralement composée de trois ou quatre classes de type *faible*, *moyen* ou *élevé*. Le critère d'entrée "Diversification des débouchés" (Figure 3) est détaillé à titre d'exemple ci-dessous (les signes + et - indiquent si le critère est évalué positivement ou négativement par rapport à l'objectif de durabilité économique du système).

## Diversification des débouchés

**Définition**  
Évalue la part (en volume des ventes) représentée par le circuit principal de distribution des produits de l'entreprise. Plus cette part est faible, plus la diversification est élevée.

| Classes | Description   |
|---------|---|
| +       | Élevé<br>Le circuit principal représente moins de 50% des ventes (en volume)    |
| 0       | Moyen<br>Le circuit principal représente entre 50 et 80% des ventes (en volume) |
| -       | Faible<br>Le circuit principal représente plus de 80% des ventes (en volume)    |

Chemin  
Durabilité économique / Viabilité / Autonomie / Diversification des ressources

Figure 3 : Aperçu de la présentation d'un critère d'entrée du modèle avec ses niveaux de classes

| Durabilité | Critères   | Durabilité | Critères                            |
|------------|--|------------|-------------------------------------|
| Com        | Nombre d'heures travaillées (en négatif)         | Com        | Risques de stress azoté             |
| Eco        | Capacité à réaliser des investissements courants | Com        | Risques de stress hydrique          |
| Com        | Volatilité du marché                             | Com        | Compétences internes                |
| Com        | Echelonnement annuel du travail                  | Eco        | Diversification des cultures        |
| Social     | Impact sur le paysage                            | Com        | Coût lié aux structures             |
| Social     | Accès à l'information                            | Social     | Accès aux connaissances techniques  |
| Social     | Accès aux moyens de production                   | Eco        | Autonomie de trésorerie             |
| Social     | Satisfaction du métier                           | Com        | Consommation énergie directe        |
| Com        | Circuit de distribution                          | Com        | Risques liés à l'espèce cultivée    |
| Eco        | Besoin en nouveau matériel ou équipement         | Com        | Espèces de jeunes plants            |
| Social     | Risques d'exposition aux pesticides              | Eco        | Diversification des débouchés       |
| Com        | Subventions                                      | Com        | Contrôle des ravageurs et maladies  |
| Com        | Salaire horaire main d'œuvre                     | Com        | Pesticides                          |
| Com        | Prix moyen                                       | Com        | Coût Conteneur                      |
| Social     | Acceptabilité du mode de production              | Com        | Coût Substrat                       |
| Social     | Accessibilité des produits                       | Com        | Concurrence des adventices          |
| Social     | Flexibilité du marché                            | Com        | Coût lié aux IAE                    |
| Social     | Nombre d'heures travaillées (en positif)         | Com        | Accès aux connaissances techniques  |
| Com        | Complexité du système                            | Com        | Coût Paillage                       |
| Com        | Conformité aux exigences de qualité              | Com        | Apport de solution nutritive        |
| Social     | Risques de pénibilité au travail                 | Com        | Apport d'engrais à libération lente |
| com        | Types de jeunes plants                           | Com        | Coût de l'eau                       |
| Eco        | Dépendance à l'achat de jeunes plants            | Com        | Irrigation                          |
| Com        | Pression des ravageurs et maladies               |            |                                     |

Tableau 1 : Liste des critères ; Eco = critères du "Pilier économique" de la durabilité ; Socio = critères du "Pilier social" de la durabilité ; Com = critères communs à plusieurs "Piliers" de la durabilité.

### 2.3 Les règles d'agrégation des critères ou fonctions d'utilité

Les règles d'utilité sont établies à chaque nœud de l'arbre. Fixées à la manière de pourcentages, elles permettent de pondérer les indicateurs entre eux, leur accordant plus ou moins d'importance. Une méthodologie particulière est employée dans le cas présent pour "fusionner" deux critères évalués sur une échelle qualitative (ex. : faible + élevé = moyen).

Dans l'aperçu ci-dessous (Figure 4), le critère agrégé "Approvisionnements" est issu du rassemblement de trois critères : Coût des intrants, Coût relatif aux pots et Coût des combustibles. Au regard des coûts réels moyens de ces trois critères, une fonction d'utilité théorique est fixée : ici, dans l'ordre des trois critères cités précédemment : 65 %, 25 % et 10 % (en gris entre parenthèses).

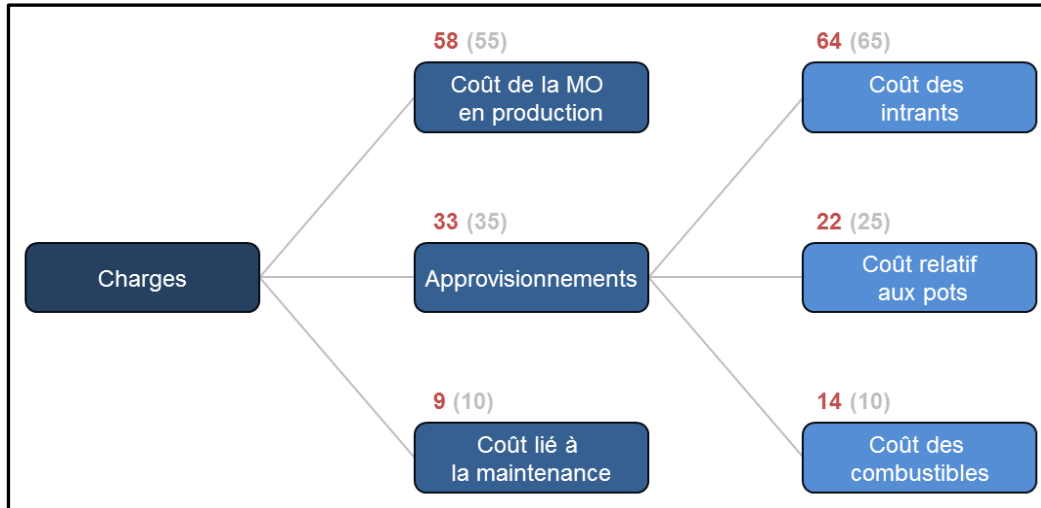


Figure 4 : Aperçu : embranchements avec les fonctions d'utilité

En implémentant dans le logiciel les critères et les règles d'utilité, celui-ci attribue de nouvelles classes pour le critère agrégé "Approvisionnements" pour l'ensemble des combinaisons possibles en rouge. La fonction d'utilité théorique souhaitée peut alors être légèrement différente de la fonction d'utilité réelle obtenue. Pour chaque critère agrégé, on vérifie que la distribution des probabilités de chaque classe est cohérente (Figure 5).

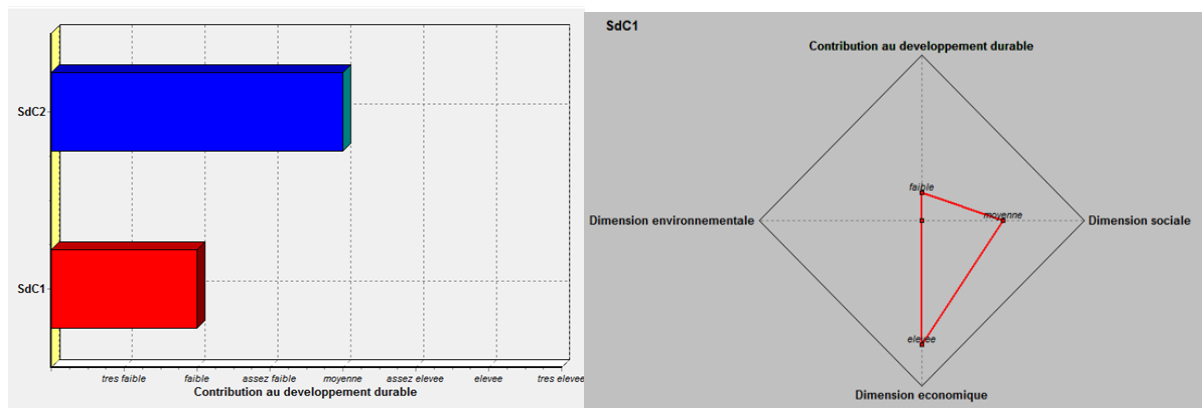
|    | cout des intrants | cout relatif aux pots | cout des combustibles | approvisionnements |
|----|-------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| 1  | tres eleve        | eleve                 | tres eleve            | tres eleve         |
| 2  | tres eleve        | eleve                 | moyen a faible        | tres eleve         |
| 3  | tres eleve        | eleve                 | faible a moyen        | tres eleve         |
| 4  | tres eleve        | eleve                 | tres faible           | tres eleve         |
| 5  | tres eleve        | moyen                 | tres eleve            | tres eleve         |
| 6  | tres eleve        | moyen                 | moyen a faible        | tres eleve         |
| 7  | tres eleve        | moyen                 | faible a moyen        | moyen a eleve      |
| 8  | tres eleve        | moyen                 | tres faible           | moyen a eleve      |
| 9  | tres eleve        | faible                | tres eleve            | tres eleve         |
| 10 | tres eleve        | faible                | moyen a faible        | moyen a eleve      |
| 11 | tres eleve        | faible                | faible a moyen        | moyen a eleve      |
| 12 | tres eleve        | faible                | tres faible           | moyen a eleve      |
| 13 | moyen a eleve     | eleve                 | tres eleve            | moyen a eleve      |

Figure 5 : Aperçu : la fonction d'utilité permet de déterminer le résultat de chaque combinaison possible à la suite de l'agrégation de plusieurs critères.

Le logiciel permet *in fine* la visualisation des résultats pour un système de production, une fois l'ensemble des critères saisis pour ce système. Plusieurs visuels sont disponibles et permettent



notamment la comparaison entre différents systèmes de production : par exemple un système en lutte conventionnelle et un autre en lutte intégrée.



**Figure 6** : Exemple de sorties graphiques de l'évaluation globale de deux systèmes de production (graphique de gauche) et détail des résultats pour un des systèmes (graphique de droite)

## Conclusion

Le modèle DEXi-Pépi est un prototype qui est amené à évoluer et dont l'amélioration se fera au fur et à mesure des utilisations et en fonction des attentes des utilisateurs. Celui-ci doit être évalué sur plusieurs systèmes pépinière hors sol de quelques stations de l'Institut ASTREDHOR, afin de valider pleinement les composantes de l'architecture du modèle. Le modèle doit être adapté aux systèmes de production sous abris dans le cadre de l'UMT FIORIMED qui s'intéresse au développement de solutions de production intégrée pour ces systèmes de production.

Cette méthode d'évaluation des systèmes rend possible l'identification de leurs points positifs et négatifs, ce qui peut se révéler particulièrement intéressant lors de la sélection de systèmes plus performants vis-à-vis de préoccupations précises de la durabilité. En effet, la structure hiérarchique du modèle permet de réaliser une lecture plus ou moins fine des résultats en fonction des besoins. Plus globalement, la connaissance de l'impact des pratiques selon les préoccupations de durabilité permettra d'envisager des agencements optimisés (en terme environnemental et économique) entre ces pratiques, d'identifier de nouvelles pratiques à moindre impact, d'avoir des éléments d'argumentation pour positionner les productions dans des démarches durables (Ecophyto, Certification environnementale et sociale Plante Bleue, en lien avec la démarche de certification à Haute Valeur Environnementale mise en place par le Ministère de l'Agriculture).

## Références bibliographiques

- Bockstaller C., Galan M.B., Capitaine M., Colomb B., Mousset J., Viaux P., 2008. Comment évaluer la durabilité des systèmes de production végétale ? In : Systèmes de culture innovants et durables – Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ? Ed. Educagri, pp .29-51.
- Bohanec M., Džeroski S., Žnidaršič M., Messéan A., Scatasta S., Wesseler, J., 2004. Multi-attribute modelling of economic and ecological impacts of cropping systems. *Informatica* 28, 387-392.
- Bohanec M., 2009. DEXi: program for multi-attribute decision making, Version 3.02. Jozef Stefan Institute, Ljubljana. <http://www-ai.ijs.si/MarkoBohanec/dexi.html>.
- Delmotte S., Gary C., Ripoche A., Barbier J.M., Wery J., 2009. Contextualization of on farm ex ante evaluation of the sustainability of innovative cropping systems in viticulture, using a multiple criteria assessment tool (DEXi). In: van Ittersum M., Wolf J., van Laar G. (eds) *Proceedings of AgSAP*

Conference 2009 - Integrated Assessment of Agriculture and Sustainable Development, Setting the Agenda for Science and Policy, Egmond aan Zee (The Netherlands): 180-181.

Endure, 2010. La protection intégrée dans l'agriculture européenne, Inra, 36 pp.

Girardin P., 1997. Evaluation de la durabilité d'une exploitation agricole au moyen d'indicateurs agro-écologiques. In : Interactions entre agriculture et environnement. Quels outils de diagnostic ? Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation, Paris. Actes du colloque, Paris, 1997/04-02, 58-62.

Mary L., 2011. Itinéraires techniques et démarches agro-environnementales en pépinière ornementale hors-sol. Astredhor, Programme national de recherche appliquée et d'études 2010.

Messéan A., Lô-Pelzer E., Bockstaller C., Lamine C., Angevin F., 2010. Outils d'évaluation et d'aide à la conception de stratégies innovantes de protection des grandes cultures. Innovations Agronomiques 8, 69-81.

Peschard D., Galan M.B., Boizard H., 2004. Tools for evaluating the environmental impact of agricultural practices at the farm level: analysis of 5 agri-environmental methods. In: OECD expert meeting of farm management indicators for agriculture and environment. Acte du colloque, Nouvelle Zélande, 2004/03/08-12.

Piasentin J., 2009. Application de la protection biologique intégrée sur les cultures en milieu ouvert. T. d'innovation, 64 p.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL)