

Rapport de césure d'ingénieur agronome

Stage effectué à l'Institut National de la Recherche Agronomique

Domaine de Gotheron
26320 Saint-Marcel-lès-Valence

Du 05/05/2015 au 01/11/2015

**Comment exploiter les résultats de DEXiFruits pour évaluer
la durabilité des systèmes de fruits arboricoles ?**

Présenté par Amélie Valadas



Tuteurs pédagogiques du stage

Raphaël Métral (Inra Montpellier)

Elena Kazakou (CEFE/CNRS)

Maître de stage

Alice Vélu (Inra)

Co-encadrants

Aude Alaphilippe (Inra)

Claude-Éric Parveaud (ITAB, GRAB)

Remerciements

Je tiens à remercier dans un premier temps ma maître de stage et les co-encadrants du stage.

Merci à Alice Vélou pour sa patience et pour le temps qu'elle a consacré à mon encadrement. Merci à Aude Alaphilippe pour sa disponibilité, ses conseils et pour avoir partagé son bureau. Merci à Claude-Éric Parveaud pour avoir pris du temps pour discuter avec moi et partager ses connaissances.

Je tiens à remercier le financeur de ce stage, le GIS Fruits ainsi que les porteurs de projet DEXiFruits et SCEP-DEPHY.

Je remercie aussi mes tuteurs de stage SupAgro : Raphaël Métral qui m'a accompagné tout au long de ce stage et Elena Kazakou pour sa disponibilité durant la période de césure.

Pour finir, je remercie toutes les personnes de l'unité, en particulier l'équipe SaVAGE pour leur accueil et leur bonne humeur.

Liste des abréviations

AB : Agriculture Biologique

Abri : Amélioration de l'abricotier

AMC : Analyse MultiCritère

Bas : Bas-intrants

Bio : Biologique

BioREco : Bio pour agriculture Biologique, R pour Raisonné, Eco pour Econome en intrants

CAN : Cellule d'Animation Nationale

Ctifl : Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes

DEXiPM: DEXi for integrated Pest Management

Eco : Econome en intrants

GRAB: Groupe de Recherche en Agriculture Biologique

GIS : Groupement d'Intérêt Scientifique

PSPE : Pour et Sur le Plan ECOPHYTO

IFPC : Institut Français des Productions Cidricoles

IFT : Indice de Fréquence de Traitements

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

IR : Ingénieur Réseau

IT : Ingénieur Territorial

ITAB : Institut Technique de l'Agriculture Biologique

LPO : Ligue de protection des oiseaux

MASC: Multi-attribute Assessment of the Sustainability of Cropping systems

Mqp : Maladie et qualité du pêcher

OILB : Organisation Internationale de la Lutte Biologique

PFI : Production Fruitière Intégrée

Rai : Raisonné

SaVAGE : Système Verger AGro-Ecologique

SCEP : Système de Culture Econome en pesticides et Performant économiquement

SdC : Système de Culture

UERI : Unité Expérimentale de Recherches Intégrées

VBIP : Verger Bas Intrants Phytosanitaires

Table des matières

Introduction	1
1. Contexte général et éléments de bibliographique	2
1.1. L'évaluation de la durabilité des systèmes de culture.....	2
1.1.1. Définition de la durabilité agricole.....	2
1.1.2. L'analyse multicritère (AMC).....	2
1.2. Le plan ECOPHYTO 2018.....	3
1.2.1. Présentation générale.....	3
1.2.2. Les réseaux DEPHY.....	3
1.2.3. Les projets « Pour et Sur le Plan ECOPHYTO » (PSPE).....	3
1.2.4. Le projet DEXiFruits.....	5
1.3. Présentation du stage	5
1.3.1. Contexte du stage.....	5
1.3.2. Les objectifs du stage.....	6
2. Matériels et méthodes.....	7
2.1. DEXiFruits : un outil d'évaluation multicritère de la durabilité des systèmes de culture.....	7
2.1.1. Ses principes de construction.....	7
2.1.2. Description du fonctionnement de l'outil.....	8
2.1.3. Le système type.....	9
2.1.4. Formats de présentation des résultats.....	10
2.2. Sélection des données utilisées pour DEXiFruits.....	11
2.2.1. Les systèmes de cultures mobilisés dans l'étape 1.....	12
2.2.2. Les systèmes de cultures mobilisés dans l'étape 2.....	15
2.2.3. Détermination du classement SCEP.....	17
3. Résultats et discussions.....	21
3.1. Comment faciliter l'interprétation des résultats de DEXiFruits ?.....	21
3.1.1. Le cadre d'interprétation.....	21
3.1.2. Adaptation du cadre générique à trois types d'utilisation.....	27
3.1.3. Méthodologie générale d'interprétation des résultats.....	43
3.1.4. Discussions.....	45
3.2. Intérêt de l'outil DEXiFruits dans l'identification de systèmes économes et performants (SCEP).....	46
3.2.1. Comparaison des résultats de DEXiFruits et du classement SCEP.....	46
3.2.2. Discussion sur l'intérêt de DEXiFruits vis-à-vis du classement SCEP pour identifier les systèmes économes et performants.....	52
Conclusion et perspectives.....	53

Liste des figures

Figure 1 : Les quatre types de relations cruciales pour le développement durable dans les exploitations agricoles. (Source : Landais E., 1998).....	2
Figure 2 : Description du projet SCEP- DEPHY.....	4
Figure 3 : Schéma simplifié de l'arbre de décision de DEXiFruits	8
Figure 5 : Exemple d'une partie de la fonction d'utilité définissant la rentabilité. (Source : DEXi)	9
Figure 4 : Critères agrégés et pondérations définissant la rentabilité d'un système de culture.	9
Figure 7 : Schéma de l'agencement des systèmes de culture de BioREco	12
Figure 8 : Représentation schématique des systèmes de BioREco.....	13
Figure 9 : Schéma de l'agencement des systèmes de culture d'Ecopêche.....	14
Figure 10 : Explicitation de la méthode permettant de déterminer les systèmes économes en pesticides	18
Figure 11 : Explicitation de la méthode permettant de déterminer les systèmes performants économiquement	18
Figure 12 : Classements SCEP des différents systèmes étudiés dans le réseau DEPHY EXPE Pomme.	19
Figure 13 : Classements SCEP pour les 6 SdC de BioREco	20
Figure 14 : Résumé du cadre d'interprétation pour DEXiFruits.	21
Figure 15 : Exemple d'un graphique de performance créé sur IZIEval pour les trois systèmes Ecopêche.....	22
Figure 16 : Relations entre les notes et les couleurs utilisées dans DEXiFruits	23
Figure 17 : Tableau de type IZIEval généré pour un système type pomme à couteau.....	23
Figure 18 : Exemple d'un tableau de type Visu représentant l'intégralité de l'arbre de DEXiFruits pour le système type pomme à couteau.....	24
Figure 19 : Exemple de graphique de performances expliquant la rentabilité pour le système type en pomme à couteau.....	26
Figure 20 : Graphiques de performance représentant les notes de la durabilité globale et de ses piliers pour les trois systèmes Ecopêche. (Source : DEXi).....	28
Figure 21 : Graphique de performance expliquant la rentabilité des trois systèmes de culture Ecopêche en 2014 (capture d'écran IZIEval).....	29
Figure 22 : Explicitation des relations entre les couleurs utilisées dans DEXiFruits et celles définies pour les pastilles de couleur.	30
Figure 23 : Synthèse des résultats d'EcoPêche permettant d'illustrer les réponses aux objectifs.	30
Figure 24 : Synthèses des impacts environnementaux des trois systèmes EcoPêche.	31
Figure 25 : Résumé de la méthodologie 1.....	32
Figure 26 : Synthèse des critères divergents pour le système Eco Ariane entre 2009 et 2013.	34
Figure 27 : Illustration du travail pouvant être réalisé pour interpréter les tableaux de type Visu	35
Figure 28 : Graphiques et tableau illustrant les évolutions de rendement et de valeur de production pour Eco_Ariane entre 2009 et 2013	36
Figure 29 : Graphiques illustrant les évolutions des coûts de production, des coûts en protection et du temps de travail entre 2009 et 2013, pour les deux variétés étudiées.....	37
Figure 30 : Résumé de la méthodologie 2.....	38
Figure 31 : Explicitation de l'étape c) de la méthodologie 3.	40
Figure 32 : Synthèse des critères modifiés par l'enherbement total.....	41
Figure 33 : Résumé de la méthodologie 3.....	42
Figure 34 : Schéma récapitulant les étapes permettant d'interpréter les résultats de DEXiFruits.	44
Figure 35: Graphique de performance permettant de comparer Rai_Smoothee et Rai_Ariane par rapport au classement SCEP.	48
Figure 36 : Comparaison des valeurs seuils du chiffre d'affaires et de l'IFT Hors NODU Vert pour le classement SCEP et DEXiFruits.....	49

Liste des tableaux

<i>Tableau 1: Définition des classes qualitatives du rendement pour la pomme à couteau.....</i>	<i>8</i>
<i>Tableau 2: Synthèse des objectifs et des pratiques culturales des différents modes de production dans BioREco.</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 3: Synthèse des objectifs et des pratiques culturales des différents systèmes dans Ecopêche.</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 4 : Proportion de critères d'entrée de DEXiFruits pouvant être renseignés avec les données du "Point zéro" (avec et sans les diagnostics techniques) et d'Agrosyst. (Production personnelle)</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 5 : Critères d'entrée de DEXiFruits renseignés à l'aide du système type pour les SdC du réseau EXPE Pomme.....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 6 : Seuils permettant de définir le classement SCEP</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 7 : Résumé des notes de durabilité et de ses piliers pour Eco_Ari en 2009 et 2013</i>	<i>33</i>
<i>Tableau 8 : Classements SCEP et résultats DEXiFruits (notes de la durabilité globale et de ses trois piliers) pour 27 systèmes du réseau DEPHY EXPE</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 9 : Résultats des classements SCEP et DEXiFruits pour B1 et E1</i>	<i>49</i>
<i>Tableau 10 : Pastilles de couleur résumant la comparaison des SdC B1 et E1</i>	<i>50</i>

Introduction

En fournissant 19% de la production agricole européenne, la France est actuellement le premier producteur agricole européen [1]. Pour atteindre de telles performances, la France s'appuie sur des systèmes de production intensifs dont les stratégies de protection et de fertilisation dépendent fortement des intrants (Aubertot J-N et al., 2005). Cette situation est particulièrement vraie dans la filière arboricole qui utilise une grande quantité de pesticides pour répondre aux exigences des consommateurs. La filière doit par exemple, obtenir des fruits « sans défaut » : avec une couleur homogène, sans blessure et d'un calibre bien défini.

Néanmoins, l'emploi de ces produits phytosanitaires est fortement décrié par les consommateurs qui ont pris conscience des risques associés à leur usage pour leur santé et l'environnement (Aubertot J-N et al., 2005). Ils sont donc de plus en plus réticents à consommer les produits issus des systèmes dits conventionnels (Aubertot J-N et al., 2005).

De plus, ces systèmes se trouvent dans une impasse car l'usage répété et exclusif de pesticides a provoqué l'apparition de résistances chez certaines populations cibles. Pour limiter ce phénomène, les agriculteurs diversifient les substances actives employées mais le nombre de produits homologués tend à diminuer car les autorisations sont de plus en plus rares (Messéan et al., 2010). Par ailleurs, ces systèmes autrefois très performants sont de moins en moins rentables à cause notamment de la concurrence des agricultures étrangères ou de celles jugées plus respectueuses de l'environnement (Aubertot J-N et al., 2005).

Face aux réticences des consommateurs et aux difficultés des agriculteurs, les pouvoirs publics ont régulièrement renforcé les cadres réglementaires pour essayer de diminuer la consommation en produits phytosanitaires (Aubertot J-N et al., 2005). Par exemple, la directive européenne 128/2009 définit une utilisation « durable » des pesticides et encourage le recours à la protection intégrée.

Pour répondre aux nouveaux enjeux sociétaux et politiques, l'agriculture française doit donc devenir plus durable pour permettre aux agriculteurs de vivre de leur métier tout en répondant aux exigences des consommateurs et en limitant leurs impacts sur l'environnement.

Cependant, le concept de « durabilité agricole » reste, à l'heure actuelle, une notion subjective pour la majorité des acteurs du monde agricole. Des outils d'évaluation ont donc été créés pour les aider à identifier les systèmes de culture durables. DEXiFruits a par exemple, été développé dans la filière arboricole pour permettre aux acteurs de terrain d'évaluer la durabilité de leurs systèmes de culture de fruits.

Cet outil permet de cibler les avantages et les inconvénients de chaque système dans l'optique d'une éventuelle amélioration. Lors des premiers tests de l'outil, certains utilisateurs ont exprimé le besoin d'être guidés dans l'interprétation des résultats fournis par DEXiFruits. Ce stage a donc pour objectif de réfléchir aux moyens d'interpréter et d'utiliser les résultats de DEXiFruits en fonction de divers types d'utilisation.

Dans un premier temps, nous présenterons certains éléments de contexte permettant de comprendre les fondements de l'outil DEXiFruits. Nous nous attarderons ensuite sur sa description et sur l'explicitation des méthodes étudiées et mises en œuvre durant le stage. Enfin, les résultats seront exposés puis discutés.

1. Contexte général et éléments de bibliographique

Avant d'évaluer la durabilité des systèmes de culture, il est nécessaire d'expliciter la notion de durabilité agricole.

1.1. L'évaluation de la durabilité des systèmes de culture

1.1.1. Définition de la durabilité agricole

Le développement durable a été défini, dans le rapport Brundtland (1987) comme « un développement devant permettre de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ». Cette définition communément admise, est parfois discutée à cause de sa traduction opérationnelle (Landais E., 1998). Pour être appliquée à l'agriculture, la notion de durabilité devait être explicitée. Elle a donc été décomposée par la Commission Française du Développement Durable (CFDD), en 3 liens (Landais E., 1998) :

Le lien économique renvoie notamment aux marchés et à l'insertion de l'activité productive des exploitations dans les filières amont et aval.

Le lien social s'intéresse aux relations entre agriculteurs et avec la société.

Le lien environnemental étudie les interactions de l'activité agricole avec les milieux et les ressources naturelles.

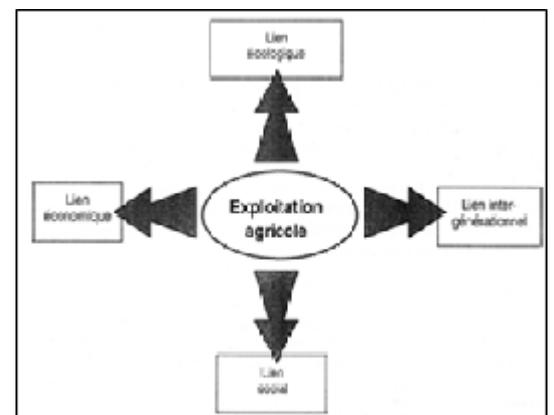


Figure 1 : Les quatre types de relations cruciales pour le développement durable dans les exploitations agricoles. (Source : Landais E., 1998)

La durabilité agricole est donc complexe à estimer car elle nécessite de prendre en compte divers objectifs pouvant parfois être antagonistes et diverses échelles de temps (Landais E., 1998). Pour permettre aux acteurs du monde agricole de mettre en évidence les systèmes de culture durables, des méthodes reposant sur l'analyse multicritère peuvent être utilisées.

1.1.2. L'analyse multicritère (AMC)

L'AMC désigne l'ensemble des méthodes d'aide à la décision visant à résoudre des problèmes complexes lorsque plusieurs objectifs potentiellement contradictoires sont visés (Aissani L. et al., 2012). Ces méthodes permettent à l'utilisateur de hiérarchiser les différentes possibilités s'offrant à lui et peuvent éventuellement l'aider à déterminer la solution optimale (Aissani L. et al., 2012).

Pour réaliser une analyse multicritère, il faut tout d'abord définir le « problème » étudié et les solutions permettant de le résoudre. Chacune de ces solutions est ensuite décrite à l'aide de critères. L'évaluation multicritère, dernière étape de l'AMC, permet d'agrèger les critères pour évaluer globalement chacune des solutions proposées (Ben Mena S., 2000).

Divers modèles d'AMC existent car plusieurs méthodes d'agrégation sont possibles: l'agrégation partielle, locale ou complète. Cette dernière, utilisée pour évaluer la durabilité agricole, agrège l'ensemble des critères en un seul (Lehoux N., Vallée P., 2004). Ce type d'AMC a par exemple, été utilisé dans le cadre du Plan ECOPYTO 2018 pour évaluer si les systèmes de culture utilisant moins d'intrants, étaient durables.

1.2. Le plan ECOPHYTO 2018

1.2.1. Présentation générale

Le plan ECOPHYTO 2018, mis en place nationalement, visait à réduire de 50% l'usage des produits phytosanitaires, si possible, d'ici 2018. Il a été mis à jour en janvier 2015 avec la création du Plan ECOPHYTO 2 dont l'objectif est de réduire de moitié l'usage de pesticides d'ici 2025. Un palier intermédiaire a de plus, été ajouté puisqu'une réduction de 25% devra être effective d'ici 2020 (MAAF&MEDDE, 2015).

1.2.2. Les réseaux DEPHY

Une des actions majeures de ce plan est la mise en place du réseau DEPHY en 2009 [2]. Celui-ci doit permettre de (1) « Démontrer que réduire l'utilisation de produits phytosanitaires est possible, (2) Expérimenter des systèmes économes en produits phytosanitaires et (3) Produire des références sur les systèmes économes en **phyt**osanitaires » [2].

Deux types de réseaux DEPHY existent :

- **Le réseau DEPHY FERME**

Il regroupe environ 1900 exploitations agricoles françaises engagées dans une démarche volontaire de réduction de l'usage des produits phytosanitaires [2]. Des groupes d'une dizaine d'exploitations sont formés et chacun d'eux est animé par un ingénieur réseau (IR). De plus, des ingénieurs territoriaux (IT) assurent le lien entre les IR et la Cellule d'Animation Nationale (CAN), responsable de la gestion nationale du réseau.

A leur entrée dans le réseau DEPHY FERME, les exploitations sont plus ou moins économes en produits phytosanitaires : celles qui le sont, permettent de démontrer qu'une réduction d'utilisation des produits phytosanitaires est possible. Celles fortement consommatrices en pesticides travaillent avec leur ingénieur réseau pour mettre en place un projet triennal visant à réduire leur dépendance (Réseau DEPHY FERME, 2014).

- **Le réseau DEPHY EXPE**

Il regroupe 200 sites expérimentaux et 41 porteurs de projet choisis entre 2011 et 2012. Son objectif est de « concevoir, lister et évaluer » des systèmes de culture permettant de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires (Réseau DEPHY FERME, 2014).

1.2.3. Les projets « Pour et Sur le Plan ECOPHYTO » (PSPE)

Le plan national ECOPHYTO comprend 8 axes dont l'axe 3 dédié à la recherche. Son objectif principal est de développer des innovations pour mettre au point des systèmes de culture économes en pesticides. Cet axe est structuré en divers appels à projet de recherche (APR) (Réseau DEPHY FERME, 2014) dont l'appel « Pour et Sur le Plan Ecophyto » (PSPE), lancé en 2012. Cet appel a permis de financer une vingtaine de projets de recherche en lien direct avec les réseaux DEPHY. Les projets SCEP-DEPHY et DEXiFruits (Réseau DEPHY FERME, 2014) sur lesquels est basé mon stage, étudient les méthodologies d'évaluation multicritère de ces réseaux.

1. Le projet SCEP-DEPHY

Le projet SCEP-DEPHY lancé en 2013, a pour objectif de (1) « valoriser la grande richesse de données du réseau DEPHY pour produire des connaissances sur les systèmes ECOPHYTO » et (2) « d’accompagner le réseau en lui fournissant des outils d’animation fondés sur la caractérisation de systèmes de culture et des recommandations pour son fonctionnement » (Munier-Jolain N., 2014). Il est coordonné par N.Munier -Jolain (INRA Dijon) et s’articule en 5 tâches (Figure 2) :

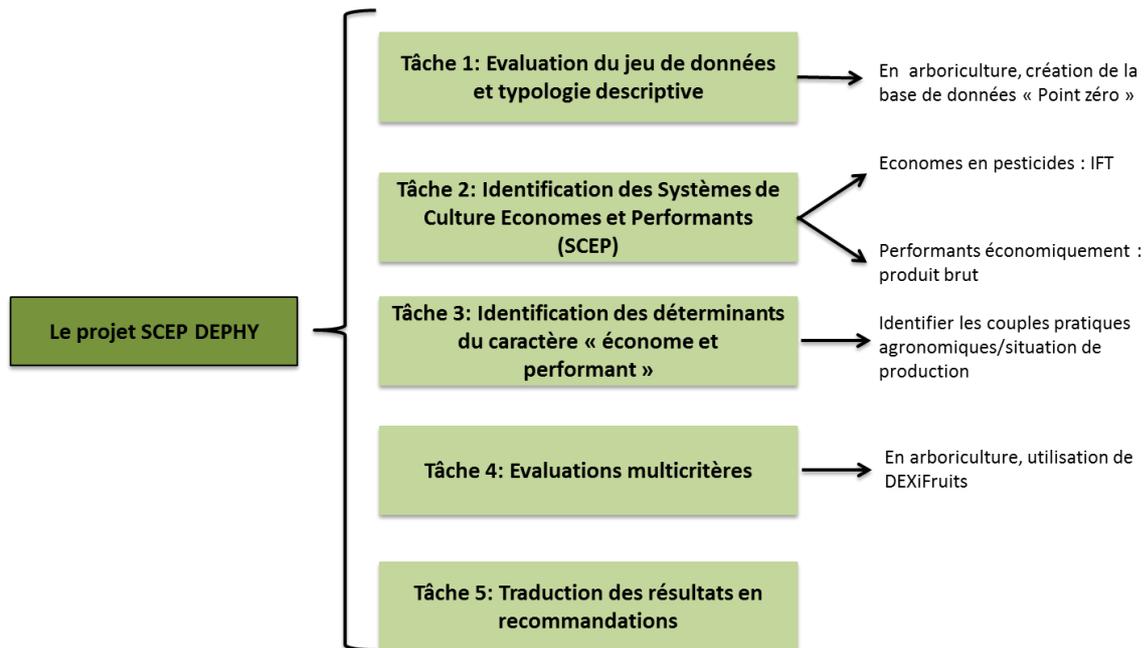


Figure 2 : Description du projet SCEP- DEPHY

Ce projet repose principalement sur la détermination de systèmes économes en pesticides et performants économiquement (SCEP) pour l’ensemble des filières de production (Figure 2, tâche 2). Dans la suite du rapport, nous nous concentrerons sur la filière arboricole. Une base de données, initialement nommée « Point zéro », répertorie divers renseignements sur les systèmes de culture (SdC) au moment de leur entrée dans le réseau DEPHY FERME et pour les années suivantes. Ses données sont utilisées pour évaluer les systèmes en déterminant leurs performances économiques et leur utilisation en produits phytosanitaires (classement SCEP).

Le classement SCEP est basé sur deux indicateurs:

- **l’Indice de Fréquence de Traitements (IFT)** qui estime la consommation en produits phytosanitaires d’un système de culture¹
- **le chiffre d’affaires²** traduisant la performance économique (Réseau DEPHY FERME, 2014).

1 L’IFT compare, pour chaque produit phytosanitaire utilisé, la dose appliquée à la dose homologuée en tenant compte de la surface traitée. (Réseau DEPHY FERME, 2014).

2 Le chiffre d’affaires d’un système de culture (€/ha) correspond au total des ventes réalisées (en arboriculture, il correspond aux rendements multipliés par les prix de vente).

1.2.4. Le projet DEXiFruits

L'ambition du projet DEXiFruits est de développer « DEXiFruits », un outil d'évaluation multicritère de la durabilité des SdC de fruits arboricoles. La création d'un tel outil était en effet nécessaire pour la filière arboricole qui ne possédait pas d'outil générique pour évaluer la durabilité des SdC (Alaphilippe A., 2014).

Le projet DEXiFruits coordonné par A. Alaphilippe (UERI de Gotheron), est multi-partenarial puisqu'il mobilise l'Inra, le Ctifl, l'IFPC et Agrocampus Ouest. Il a officiellement débuté le 23 juillet 2013 pour une durée de 26 mois.

Il est défini comme un projet **SUR le Plan ECOPHYTO** car son développement s'appuie sur les réseaux DEPHY via notamment le projet SCEP DEPHY. Mais c'est également un projet **POUR le Plan ECOPHYTO** car l'outil est à destination des acteurs du terrain (IR et arboriculteurs des réseaux DEPHY) qui pourront évaluer et/ou comparer des SdC. L'objectif de l'outil est de faire réfléchir sur les leviers éventuellement mobilisables pour améliorer les performances économiques, sociales et environnementales des SdC. Son fonctionnement sera détaillé dans la suite du rapport (cf Matériels et Méthodes).

1.3. Présentation du stage

1.3.1. Contexte du stage

Ce stage, d'une durée de 6 mois a été effectué dans le cadre de ma deuxième année à Montpellier SupAgro et a ensuite été prolongé lors de mon année de césure.

Il est financé par le GIS Fruits³ et est co-encadré par A.Vélu (ma maître de stage) chargée de mission pour le projet DEXiFruits (UERI de Gotheron), A. Alaphilippe (coordinatrice scientifique du projet DEXiFruits, UERI de Gotheron) et C-E. Parveaud (chargé de projets au GRAB et à l'ITAB).

Mon stage s'est déroulé à l'Unité Expérimentale des Recherches Intégrées (UERI) de Gotheron, situé sur le Domaine de Gotheron à Saint-Marcel-lès-Valence (26) en Rhône-Alpes. Le domaine d'une superficie de 90 ha, compte 20 ha dédiés à l'arboriculture (vergers de pommiers, de pêchers et d'abricotiers). Sur ces parcelles, sont développés des programmes d'expérimentations-recherche en lien avec la durabilité des systèmes de production fruitière.

Pour répondre à cette thématique générale, trois programmes sont particulièrement étudiés : la production fruitière intégrée pour les fruits à noyaux, pour les fruits à pépins et l'arboriculture fruitière biologique.

L'UERI de Gotheron emploie 23 personnes, réparties en 4 équipes de recherche intitulées : Vergers Bas Intrants Phytosanitaires (VBIP), Maladies et qualité du pêcher (Mqp), Amélioration de l'abricotier (Abri) et Système Verger AGro-Ecologique (SaVAGE) dont je fais partie.

Enfin, le domaine de Gotheron accueille d'autres organismes comme la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) Drôme. La LPO est une association nationale de loi 1901 qui œuvre « pour la protection des espèces, la préservation des espaces et pour l'éducation et la sensibilisation à l'environnement » [5]. Elle est présente dans 21 régions et dans 79 départements dont la Drôme [5].

³ Le Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Fruits regroupe 22 partenaires de la filière fruitière française, impliqués dans la recherche, le développement, la formation et l'organisation professionnelle. Son objectif est de mettre en œuvre une stratégie commune pour conjuguer performances économiques, sociales et environnementales dans la filière. (Source : <https://www.gis-fruits.org>)

Le Groupement de Recherche en Agriculture Biologique (GRAB) est aussi présent sur le domaine. Cet organisme cherche notamment à améliorer les pratiques et les techniques de l'agriculture biologique pour répondre aux enjeux planétaires (changement climatique, accroissement de la population)[6]. Ses expérimentations sont menées pour quatre filières végétales (arboriculture, viticulture, maraîchage et plantes aromatiques/médicinales) et dans trois régions du Sud-Est de la France (Provence Alpes Côte d'Azur, Languedoc-Roussillon et Rhône-Alpes) [6].

1.3.2. Les objectifs du stage

Ce stage est centré sur l'utilisation de l'outil DEXiFruits en mobilisant des SdC spécialisés en pommes et en pêches.

L'objectif de ce stage est de réfléchir aux moyens de valoriser les résultats de DEXiFruits en fonction de divers types d'utilisation.

Pour ce faire, deux objectifs principaux ont été fixés:

- Faire l'inventaire des types d'utilisation possibles de l'outil et proposer des solutions pour interpréter ses résultats.

Lors des premiers ateliers de transfert de l'outil, nous avons constaté que l'interprétation des résultats de DEXiFruits était complexe et nécessitait d'être réfléchi. Durant cette première étape de 4 mois, une méthodologie générale d'interprétation des résultats, mobilisable pour diverses utilisations a été travaillée et proposée.

- Discuter de l'intérêt de l'évaluation de DEXiFruits pour l'identification de systèmes économes et performants (SCEP).

Cet outil est en partie destiné aux acteurs des réseaux DEPHY et devrait notamment être utilisé pour identifier des SCEP dans ces réseaux. Pour étudier l'intérêt de l'utilisation de DEXiFruits pour cette identification, des systèmes du réseau DEPHY EXPE ont été évalués et les résultats comparés au classement SCEP (mis en place dans le cadre du projet SCEP-DEPHY).

2. Matériels et méthodes

La première étape du stage a été consacrée à la prise en main de l'outil DEXiFruits et à la recherche de données pour le renseigner et réfléchir à l'interprétation de ses résultats.

2.1. DEXiFruits : un outil d'évaluation multicritère de la durabilité des systèmes de culture

2.1.1. Ses principes de construction

DEXiFruits est un outil d'évaluation de la durabilité des SdC de fruits arboricoles. Il les évalue sur les « trois piliers de la durabilité » : économique, social et environnemental.

L'outil est utilisé avec le logiciel DEXi (Bohanec, 2011). Celui-ci permet de créer des arbres hiérarchiques qui décomposent un problème complexe (ici la durabilité) en problèmes de plus en plus faciles à résoudre. Ce logiciel a été choisi pour sa simplicité d'utilisation, indispensable pour le transfert de l'outil et pour sa transparence puisque tous les choix effectués par les concepteurs sont visibles par l'utilisateur (Alaphilippe A., 2014).

DEXiFruits a été conçu pour être générique à tous les fruits à pépins et noyaux métropolitains. Actuellement, il est adapté à la pomme à couteau, la pêche et sera prochainement disponible pour la pomme à cidre.

Son objet d'étude est le SdC défini comme « un ensemble cohérent et ordonné de techniques culturales mises en œuvre sur un lot de parcelles conduites de la même façon, selon les mêmes principes de gestion et avec les mêmes objectifs » (Réseau DEPHY FERME, 2014). Cette échelle a été choisie car elle permet d'analyser finement les conséquences des interventions culturales tout en ayant une échelle temporelle suffisamment longue pour analyser les performances économiques et sociales des systèmes (Craheix D. et al., 2011).

Cet outil sera disponible en libre accès sur Internet à la fin du projet DEXiFruits (wiki MASC-DEXiPM⁴ et/ou plateforme Erytage⁵).

DEXiFruits dérive d'autres outils d'évaluation multicritère :

- MASC (Multi-attribute Assessment of the Sustainability of Cropping systems) (Sadok et al., 2009) : outil de terrain développé pour évaluer *a posteriori* (ex post) la durabilité des SdC de cultures assolées.
- DEXiPM_pomefruit. : outil « recherche » type DEXiPM, conçu pour concevoir *a priori* (ex ante) des systèmes innovants en protection des cultures de fruits à pépins (Messéan et al., 2010). Les DEXiPM ont été adaptés à d'autres espèces comme les grandes cultures, la vigne ou les légumes.

⁴ <http://wiki.inra.fr/wiki/deximasc/Interface+IZI-EVAL/Accueil>

⁵ <http://agriculture.gouv.fr/rmt-erytage-evaluation-de-la-durabilite-des-systemes-et-territoires-agricoles>

2.1.2. Description du fonctionnement de l'outil

Cet outil se présente sous la forme d'un « arbre hiérarchique » qui permet de décomposer un problème complexe en critères simples à acquérir ou à estimer (Figure 3).

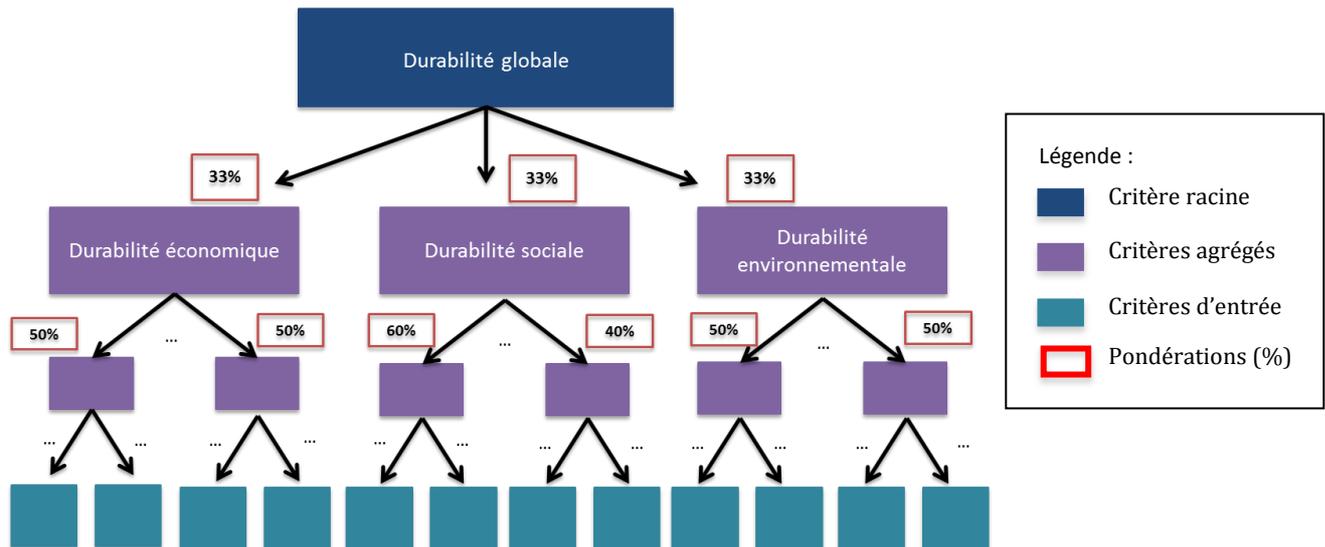


Figure 3 : Schéma simplifié de l'arbre de décision de DEXiFruits

Cet arbre comporte trois types de critères (Figure 3) :

(1) Le **critère racine** correspond au problème complexe : la durabilité globale.

(2) Les **critères d'entrée** ou données du système, sont remplis par les utilisateurs. DEXiFruits compte actuellement, 57 critères d'entrée caractérisés par 2 à 5 classes qualitatives (type : faible, moyen, fort). Ils correspondent à des éléments de contexte décrivant la situation régionale (exemple: mosaïque des cultures), pédoclimatique (ex: sensibilité de la parcelle au ruissellement) ou de l'exploitation (ex: présence d'infrastructures agroécologiques). Ils décrivent aussi les résultats (ex: la valeur de production, le rendement...) et les pratiques culturales spécifiques à chaque système de culture (ex: IFT, niveau d'enherbement...).

Pour les renseigner, les données utilisées peuvent être qualitatives ou quantitatives. Pour ces dernières, une méthode de « seuillage » permet d'établir une correspondance entre les valeurs quantitatives et les classes qualitatives des critères d'entrée (Alaphilippe A., 2014). Pour le rendement, par exemple (Tableau 1) :

Tableau 1: Définition des classes qualitatives du rendement pour la pomme à couteau

Seuils quantitatifs	Classes qualitatives du rendement
<30 T/ha	Très faible
Entre 30-43 T/ha	Faible
Entre 44-56 T/ha	Moyen
Entre 57 et 70 T/ha	Assez élevé
>70 T/ha	Elevé

Lors de l'évaluation d'un système de culture, chacun des critères a été évalué en fonction :

- Du nombre de classe du critère. Par exemple, le critère « rendement » compte 5 classes.
- La classe attribuée au critère lors de l'évaluation : si le rendement du système est jugé très faible (classe la plus basse), la note attribuée sera 1/5.

(3) Les **critères agrégés** sont définis à partir de critères d'entrée et/ou d'autres critères agrégés. L'agrégation⁶ de chaque critère est déterminée par la pondération des critères sous-jacents (ou fils) et s'effectue grâce à une fonction d'utilité (Figure 5). Cette agrégation est une combinaison d'informations tirées de la bibliographie, de calculs sur les bases de données ou à dire d'experts. Les agrégations sont basées sur un raisonnement qualitatif du type « Si-Alors » (Alaphilippe A., 2014). Par exemple, **SI** « le critère A est faible » **ET SI** « le critère B est faible » **ALORS** « le critère agrégé correspondant sera faible ». Prenons l'exemple de la rentabilité (Figures 4 et 5) :

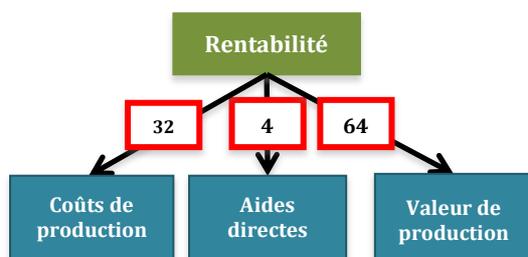


Figure 4 : Critères agrégés et pondérations définissant la rentabilité d'un système de culture.

Aides	Valeur de la production	Coûts de production	Rentabilité
Faibles - aucune	Très faible	Très élevés	Très faible
Faibles - aucune	Très faible	Elevés	Très faible
Faibles - aucune	Très faible	Moyens	Faible
Faibles - aucune	Très faible	Faibles	Faible
Faibles - aucune	Faible	Très élevés	Très faible
Faibles - aucune	Faible	Elevés	Faible
Faibles - aucune	Faible	Moyens	Moyenne
Faibles - aucune	Faible	Faibles	Moyenne

Figure 5 : Exemple d'une partie de la fonction d'utilité définissant la rentabilité. (Source : DEXi)

Les fonctions d'utilité peuvent être renseignées manuellement ou de manière semi-automatique en définissant au préalable un poids (exprimé en %) à chaque critère d'évaluation (Alaphilippe A., 2014).

2.1.3. Le système type

L'arbre de décision de DEXiFruits est associé à un « système type ». Il correspond à un verger « type » représentatif de la majorité des systèmes de culture de France, pour une espèce donnée (Alaphilippe A., 2014). Tous ses critères d'entrée ont été complétés en priorité grâce à de la bibliographie, à des calculs sur la base de données DEPHY Arbo, à dire d'expert ou en dernier recours en utilisant la classe moyenne.

Il est très utilisé dans DEXiFruits car il permet de :

- compléter un critère d'entrée manquant
- évaluer un système de culture en le comparant au système type
- comparer des systèmes de culture en utilisant le même contexte (décontextualisation de l'évaluation). Dans ce cas, tous les critères d'entrée de contexte sont complétés avec les critères du système type. Cette comparaison est particulièrement intéressante pour visualiser les impacts d'une pratique culturale en s'affranchissant des effets contextuels.

⁶ La classe d'un critère agrégé est définie en fonction des classes et des pondérations des critères « fils » utilisés pour le construire.

2.1.4. Formats de présentation des résultats

Les résultats de DEXiFruits peuvent être visualisés grâce au logiciel DEXi et à l'interface IZIEval⁷. Cette dernière a été créée ad-hoc pour faciliter l'utilisation des outils développés sous DEXi.

Les résultats de cet outil peuvent être visualisés selon trois formalismes :

- Les **graphiques de performances (annexe 1)** peuvent être réalisés avec les deux outils informatiques. Ils permettent de visualiser, sous forme de graphiques « radar », les notes des critères sélectionnés par l'utilisateur.
- Les **tableaux de bord créés avec l'interface IZIEval (annexe 2)** représentent soit la structure entière de l'arbre soit une partie. Ils attribuent pour chaque critère, la note définie lors de l'évaluation et une couleur (rouge, orange, jaune, vert clair et vert foncé) en lien avec la performance du SdC. Plus cette couleur tend vers le vert foncé, plus le critère est considéré comme « favorable ». Lors des ateliers de présentation de l'outil DEXiFruits, ces tableaux ont été peu utilisés car jugés peu fonctionnels (manque de lisibilité).
- Les **tableaux de bord de type Visu (annexe 3)** sont obtenus grâce à un tableur Excel. A la différence des tableaux de type IZIEval, ils représentent automatiquement la structure entière de l'arbre et sont plus lisibles. Par contre, la manipulation de ce tableur nécessite une exportation des fichiers depuis DEXi qui peut être difficile pour les utilisateurs.

⁷ Interface disponible sur : <http://wiki.inra.fr/wiki/deximasc/Interface+IZI-EVAL/Accueil>

2.2. Sélection des données utilisées pour DEXiFruits

Pour atteindre chacun des objectifs du stage, une première étape consistait à rechercher des données pour réaliser les évaluations avec DEXiFruits.

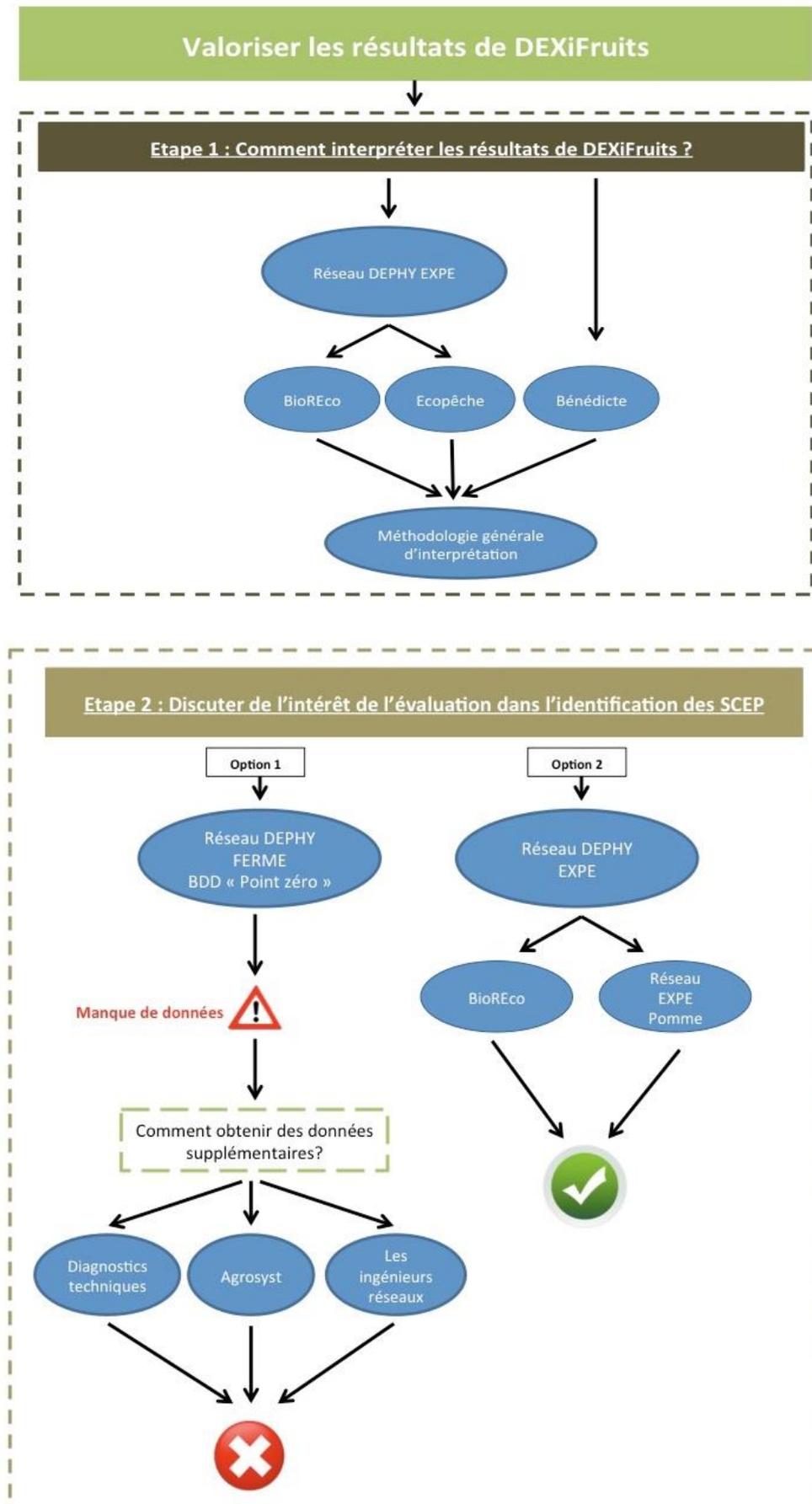


Figure 6 : Graphique de décision expliquant les différentes tâches du stage

2.2.1. Les systèmes de cultures mobilisés dans l'étape 1 (Figure 6, Etape 1)

Pour proposer une méthodologie d'interprétation des résultats, nous avons renseigné DEXiFruits avec des systèmes du Domaine de Gotheron puisque les données étaient facilement accessibles. Nous avons étudié trois vergers différents : BioREco (pomme), EcoPêche (pêche) et un verger de pêches Bénédicte.

De fait, 17 systèmes de culture ont été évalués à l'aide de DEXiFruits :

- 6 SdC de BioREco étudiés sur deux campagnes : 2008/2009 et 2013/2014,
- 3 SdC EcoPêche évalués en 2013/2014,
- 2 SdC Bénédicte en 2013/2014.

a) BioREco

BioREco est une expérimentation système⁸ en verger de pommiers, visant à «expérimenter et évaluer des systèmes de production de fruits permettant la réduction d'utilisation des pesticides » tout en restant viables économiquement.

Ce dispositif planté en 2005 à l'UERI de Gotheron est géré par S. Simon (ingénieure de recherche dans l'équipe SaVAGE) et fait partie du réseau DEPHY EXPE.

Il possède une superficie de 3,3ha et compte 1000 arbres/ha conduits de manière centrifuge⁹. Les rangs sont séparés les uns des autres par 3m d'inter-rang (Figure 7) enherbé et sont irrigués par micro-aspiration.

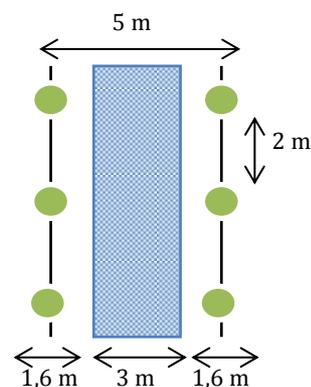


Figure 7 : Schéma de l'agencement des systèmes de culture de BioREco

Ce dispositif, comporte trois modes de production aux objectifs différents (tableau 2) :

- **RAI** : Conduite de la parcelle de manière raisonnée avec une protection principalement chimique et sans prise de risque. Ce système mobilise les pratiques utilisées par les arboriculteurs en systèmes conventionnels (charte nationale de la Production Fruitière Intégrée¹⁰).
- **ECO** : mode de protection économe en intrants. Il est conduit de manière à diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires en utilisant des innovations techniques et des règles de décision plus risquées. La protection chimique est utilisée seulement en dernier recours (préconisations de l'Organisation Internationale de la Lutte Biologique (OILB)).

⁸ Les approches systèmes (ou expérimentations systèmes) s'opposent aux approches « analytiques » qui cherchent à comparer des « variantes techniques élémentaires » (Meynard J-M, 2015). Les expérimentations systèmes permettent quant à elles, d'évaluer « un ensemble cohérent de choix tactiques ». Pour ce faire, « des règles de décision sont mises en place et permettent d'adapter les choix en fonction des aléas climatiques notamment » (Meynard J-M, 2015).

⁹ La conduite centrifuge est un mode de taille utilisé pour modifier la forme de l'arbre. L'arbre est « de forme cylindrique, de manière à dégager une cheminée centrale pour le passage de la lumière indirecte et permettre l'établissement de branches centrifuges ».

(Source : https://www.vs.ch/NavigData/DS_68/M31352/fr/Pr%C3%A9sentation%20taille%20centrifuge.pdf)

¹⁰ La Production Fruitière Intégrée (PFI) désigne « des systèmes de production économique de fruits et légumes de haute qualité donnant la priorité aux méthodes plus sûres au niveau environnemental, minimisant les effets secondaires et l'utilisation de produits agrochimiques, afin d'améliorer la protection de l'environnement et la santé humaine ». (Source : <http://arboriculture.ecophytopic.fr/arbo/itin%C3%A9raires-et-syst%C3%A8mes/production-fruiter%C3%A8re-int%C3%A9gr%C3%A9e>)

- **BIO** : modes de protection et de production obéissant aux critères de l'Agriculture Biologique. (Règlement CEE n°2092/91 modifié et annexes notamment).

Tableau 2: Synthèse des objectifs et des pratiques culturales des différents modes de production dans BioREco.

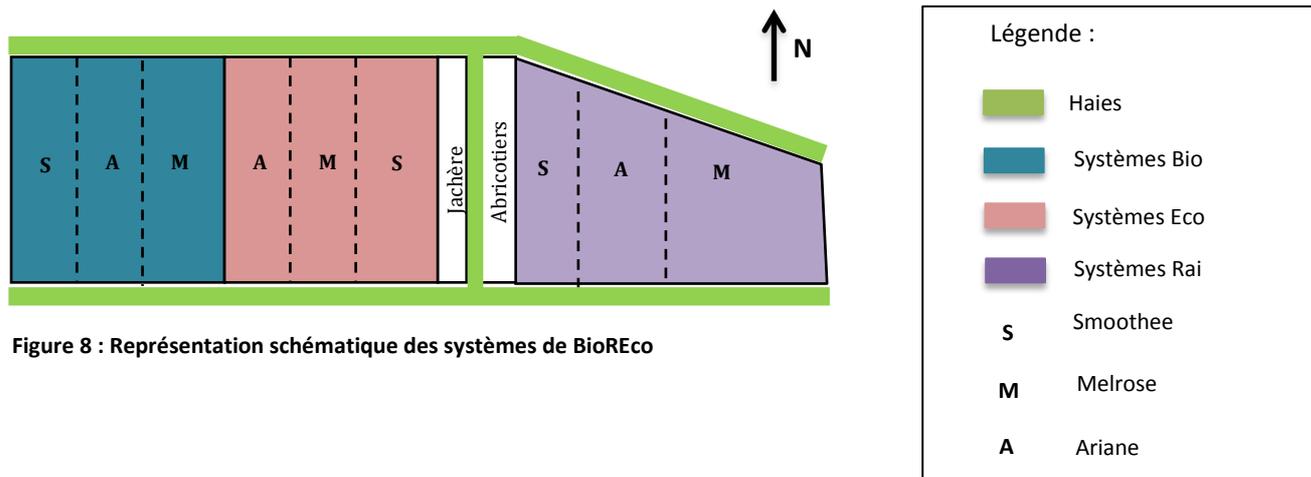
Protection	Bio	Eco	Rai
Stratégie générale	Production commerciale régulière		
Fertilisation	Organique	Minérale et organique	Minérale
Gestion de la charge	Eclaircissage manuel	Eclaircissage chimique et manuel	
Entretien du sol du rang	Mécanique	Mécanique Chimique en dernier recours	Chimique

Pour chacun de ces modes de production, trois variétés de pommes différentes ont été plantées:

- **Smoothie®**, type Golden, considérée comme une référence en verger conventionnel. Elle est sensible à la tavelure¹¹ maladie fongique due à *Ventura inaequalis*
- **Melrose** est une variété peu sensible à la tavelure
- **Ariane** porte le gène Vf de résistance aux races communes de tavelure. Cependant, cette résistance a été contournée sur le site en 2012, rendant la variété très sensible à cette maladie.

Pour ce stage, nous nous sommes concentrées uniquement sur les variétés Smoothie et Ariane.

Le dispositif se compose donc de 9 systèmes d'environ 3700 m² chacun (Figure 8).



¹¹ La tavelure est une des principales maladies fongiques du pommier. Elle est causée par un champignon ascomycète *V. inaequalis* qui entraîne des lésions noires ou brunes sur les feuilles, les fruits et parfois le bois. Cette maladie peut conduire à une perte de chiffre d'affaires car les fruits tachés sont moins valorisés.

b) EcoPêche

EcoPêche est une expérimentation système⁹ ayant pour objectif « la conception et l'évaluation multisite des vergers de pêches-nectarines économes en produits phytosanitaires ».

Il repose sur 7 sites d'expérimentation dont l'UERI de Gotheron qui possède 3 parcelles expérimentales de 2500 m² chacune. Cette expérimentation fait également partie du réseau DEPHY EXPE.

Les parcelles de Gotheron ont été plantées durant l'hiver 2011 (533 arbres/ha) et sont conduites en double Y.

Trois modes de production sont présents dans ce système et sont similaires à ceux mis en place dans BioREco (Tableau 3):

- Le système **RAI (SdC_Rai)** est défini comme le système de référence. Les pratiques mises en place correspondent à celles employées par les producteurs en PFI.
- Le système **AB (SdC_Bio)** est conduit en Agriculture Biologique.

Ces systèmes possèdent un aménagement identique : inter-rangs enherbés et irrigation par micro-aspersion.

- Le système **BAS (SdC_Bas)** ou « économes en intrants », est conduit de manière à diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires en utilisant des innovations techniques et des règles de décision plus risquées. Ce système est en enherbement total et est irrigué grâce à des micro-asperseurs enfouis dans le sol.

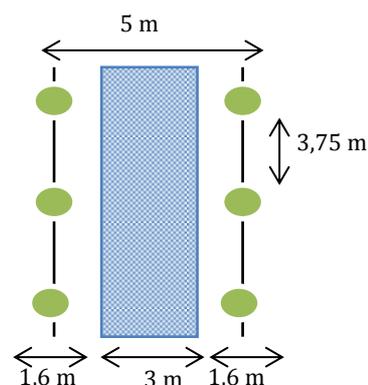


Figure 9 : Schéma de l'agencement des systèmes de culture d'Ecopêche

Tableau 3: Synthèse des objectifs et des pratiques culturales des différents systèmes dans EcoPêche.

Protection	Bio	Bas	Rai
Stratégie générale	Production commercialisable optimale	Maintenir la performance économique tout en limitant les intrants	Production commercialisable optimale
Fertilisation	Organique	Minérale et fertirrigation	Minérale
Gestion de la charge	Eclaircissage manuel	Eclaircissage chimique et manuel	
Entretien du sol du rang	Mécanique	Enherbement total Tonte	Chimique

Deux variétés sont implantées dans ces systèmes : Surprise pour le SdC_Rai et Elise pour les deux autres. Cette dernière est plus adaptée aux SdC_Bas et SdC_Bio du fait de sa moindre floribondité. Ce choix permet de limiter les coûts d'éclaircissage et de récolte, tâches exclusivement manuelles. Dans le cas du SdC_Rai, la forte floribondité de Surprise est gérée en utilisant des éclaircissants chimiques en plus de l'éclaircissage manuel.

c) Bénédicte

Pour réaliser des évaluations avec DEXiFruits, un verger de pêches de variété Bénédicte a été étudié. Cette parcelle, plantée sur le domaine en 1999 est divisée en 5 rangs avec une distance de plantation en 4m x 5m. Elle est conduite en agriculture biologique et est irriguée par aspersion sous frondaison. Ses inter-rangs sont enherbés de manière spontanée.

Cette parcelle compte deux modalités (deux SdC) avec une partie des rangs du verger entretenue mécaniquement et l'autre enherbée avec du trèfle blanc nain. Cette légumineuse a été sélectionnée pour sa faible pousse et sa résistance à la sécheresse.

d) Récupération des données pour utiliser DEXiFruits

Les critères d'entrée de DEXiFruits ont pu être entièrement renseignés à partir des informations collectées sur ces systèmes. Les données du système type n'ont donc pas été utilisées.

Concernant les systèmes BioREco et EcoPêche, l'essentiel des critères a été complété à l'aide des bases de données utilisées pour ces essais. Les autres ont été renseignés en interrogeant les techniciens connaissant bien les systèmes. Ces entretiens étaient nécessaires notamment pour renseigner certains critères sociaux dépendant fortement du ressenti des personnes gérant les systèmes (satisfaction de l'arboriculteur vis-à-vis du marché visé, complexité du système...).

Pour les systèmes présentant des résultats différents de ceux attendus, les critères d'entrée ont été vérifiés avec des experts (ingénieurs de recherche ou techniciens impliqués dans l'essai).

Pour les systèmes « Bénédicte », la totalité des critères d'entrée de DEXiFruits ont été complétés à dire d'expert en interrogeant Claude-Eric Parveaud (GRAB).

2.2.2. Les systèmes de cultures mobilisés dans l'étape 2 (Figure 6, Etape 2)

Pour discuter de la pertinence de l'outil dans l'identification des systèmes économes et performants, nous nous sommes tout d'abord concentrées sur le réseau DEPHY FERME où une grande quantité de données est recueillie.

a) Données du réseau DEPHY FERME (Figure 6)

La base de données « Point zéro » (ou BDD DEPHY Arbo) créée dans le cadre du Plan Ecophyto, répertorie certaines données des SdC du réseau DEPHY FERME. Au total, 177 systèmes de culture arboricoles¹² ont été étudiés dont 111 spécialisés en pommes et/ou pêches (soit 63% des systèmes adhérents au réseau DEPHY FERME).

Dans un premier temps, nous avons comparé les critères d'entrée de DEXiFruits et les données disponibles dans le « Point zéro » (Tableau 4). Cette étude nous a permis de déterminer si les informations présentes dans la BDD étaient suffisamment complètes pour remplir la majorité des critères d'entrée de DEXiFruits. De fait, moins de la moitié de ces critères pouvaient réellement être renseignés avec la base de données. Il semblait donc difficile de l'utiliser alors que plus de la moitié des critères d'entrée étaient complétés avec le système type.

¹² Seuls les systèmes produisant des abricots, des pêches, des clémentines, des pommes, des olives, des poires ou des prunes ont été pris en compte.

Pour pallier ce manque de données, nous avons envisagé trois alternatives :

- (1) Mobiliser les **ingénieurs réseaux** (IR) de DEPHY FERME pour qu'ils complètent les données manquantes de la base de données « Point zéro ». Cette solution a été écartée car les IR étaient peu mobilisables dans le temps imparti par mon stage.
- (2) Utiliser les **diagnostics techniques** rédigés pour chacun des systèmes du réseau DEPHY FERME. Ils ont été créés pour compléter les informations présentes dans la BDD « Point zéro » en décrivant « les trajectoires individuelles de changements de pratiques » (**Munier-Jolain N., 2014**) et résumant certains éléments de contexte.
- (3) Exploiter la base de données **Agrosyst**, mise en place sur le réseau DEPHY depuis mars 2014. Cette base de données rassemble l'ensemble des données recueillies dans les filières de production pour à terme, produire des références nationales (**Munier-Jolain N., 2014**).

Là encore, pour identifier la solution la plus pertinente, des comparaisons entre les critères d'entrée de DEXiFruits et les deux sources de données (diagnostics techniques et Agrosyst) ont été effectuées (**Tableau 4**). Dans les deux cas, les critères de contexte sont les moins bien renseignés. Néanmoins, les deux alternatives semblaient intéressantes pour réaliser des évaluations de systèmes de culture.

Tableau 4 : Proportion de critères d'entrée de DEXiFruits pouvant être renseignés avec les données du "Point zéro" (avec et sans les diagnostics techniques) et d'Agrosyst. (Production personnelle)

DEXiFruits	BDD* « Point zéro »	Agrosyst	BDD + DT**
Éléments de contexte (26 éléments)	27 %	58 %	50 %
Éléments du SdC (31 éléments)	61 %	68 %	71 %
Critères d'entrée totaux (57 éléments)	45 %	63 %	61 %

*BDD : Base de données **DT : Diagnostic technique

Les données d'Agrosyst n'étant pas disponible pour ce travail, nous nous sommes focalisées sur l'analyse des diagnostics techniques. Leur contenu s'est avéré trop hétérogène d'un diagnostic à l'autre et certains ne permettaient pas de compléter les informations manquantes dans la BDD.

Face au manque récurrent de données, nous nous sommes finalement orientées vers le réseau DEPHY EXPE.

b) Les données du réseau DEPHY EXPE

Concernant le réseau DEPHY EXPE, 27 systèmes de culture ont été étudiés : 6 SdC de BioREco et 21 SdC du réseau DEPHY EXPE Pomme. Ce dernier a été mis en place nationalement en 2011 et est coordonné par F.Zavagli (Ctifl Lanxade). Il est développé sur 6 sites expérimentaux¹³ afin de « proposer un système permettant de réduire l'usage des produits phytosanitaires d'au moins 50% tout en restant viable économiquement » [4]. Ces systèmes de production utilisent différents

¹³ CEFEL (82), CEHM (34), Centre Ctifl Lanxade (24), Invenio (87), La Morinière (37) et La Pugère (13)

«moyens et techniques innovants de protection contre les bio-agresseurs, d’entretien du sol et de maîtrise de la charge » et évoluent dans des contextes différents [4].

Pour étudier les systèmes de ce réseau, nous avons repris le travail d’A.Salaün (Salaün A., 2015) qui a évalué ces systèmes en faisant une moyenne des années 2013 et 2014. Le système type a été utilisé pour renseigner 22 des 57 critères d’entrée de DEXiFruits, en particulier des critères « sociaux » (Tableau 5).

Tableau 5 : Critères d’entrée de DEXiFruits renseignés à l’aide du système type pour les SdC du réseau EXPE Pomme

Critères de contexte	Critères spécifiques du système
Importance et connectivité des IAE de l’exploitation	Aides directes
Diversité des IAE de l’exploitation	Apports N minéral
Connaissances et compétences de l’arboriculteur et de ses employés	Apports N organique
Accès aux connaissances	Apports P minéral
Accès aux équipements et aux intrants	Apports P organique
Disponibilité en ressources financières	Apports en K minéral
Difficultés à recruter de la main d’oeuvre	Amendements organiques
Dépendance aux marchés	Coûts de production
Satisfaction vis-à-vis du marché visé	Régularité de distribution de la charge de travail
Accessibilité sociale du produit pour les consommateurs	Complexité du système
Acceptabilité de la stratégie pour la société	Difficultés physiques et pénibilité du travail

Critères en rouge: critères d’entrée intervenant dans le pilier social

2.2.3. Détermination du classement SCEP

a) Présentation générale

Le classement SCEP a été mis en place sur les réseaux DEPHY pour identifier les Systèmes de Culture Economes en produits phytosanitaires et Performants économiquement. Il repose sur deux indicateurs : l’IFT Hors NODU vert et le chiffre d’affaires (CA).

Le premier estime la consommation en produits phytosanitaires d’un système de culture. Pour un produit phytosanitaire donné, il correspond au ratio entre la dose appliquée sur la parcelle et la dose de référence (dose homologuée). Lorsque seule une partie de la parcelle reçoit le traitement, ce ratio est pondéré par le pourcentage de surface traitée.

$$IFT = \frac{\text{Dose appliquée/ha}}{\text{Dose de référence /ha}} \times (\% \text{ de surface traitée})$$

L’IFT du SdC correspond donc à la somme des IFT pour tous les produits utilisés sur ce système au cours d’une saison culturale.

L'IFT Hors NODU Vert ne prend pas en compte les produits inscrits sur la liste du « NODU¹⁴-Vert-Biocontrôle ». Cet indicateur a été créé pour inciter les agriculteurs « à utiliser des produits de biocontrôle ayant des profils santé et environnemental favorables » [3].

Pour évaluer si le SdC est économe en produits phytosanitaires, l'IFT hors NODU Vert est comparé, pour l'arboriculture, à la distribution des IFT Hors NODU Vert du réseau DEPHY (seuls les SdC en PFI sont pris en compte pour ce calcul). La médiane¹⁵ et le premier¹⁶ quartile des IFT ont été calculé sur l'ensemble des IFT répertoriés dans la base de données « Point zéro ».

Les systèmes économes en pesticides ont un IFT inférieur à la médiane des IFT. Les systèmes considérés comme très économes ont un IFT inférieur au premier quartile (Figure 10).

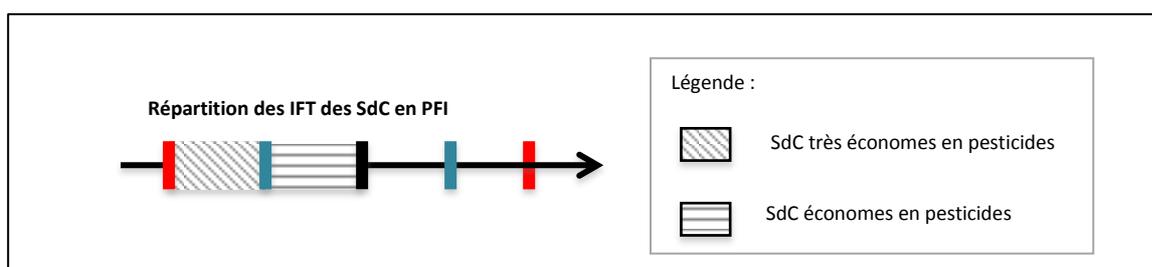


Figure 10 : Explication de la méthode permettant de déterminer les systèmes économes en pesticides

Pour estimer la performance économique des SdC, l'indicateur utilisé en arboriculture est CA. Là encore, la médiane et les quartiles sont utilisés. Un système performant aura un CA au-dessus de la médiane des CA des SdC en PFI. Un Sdc très performant aura un CA supérieur au troisième quartile¹⁷ des produits bruts des SdC en PFI (Figure 11).

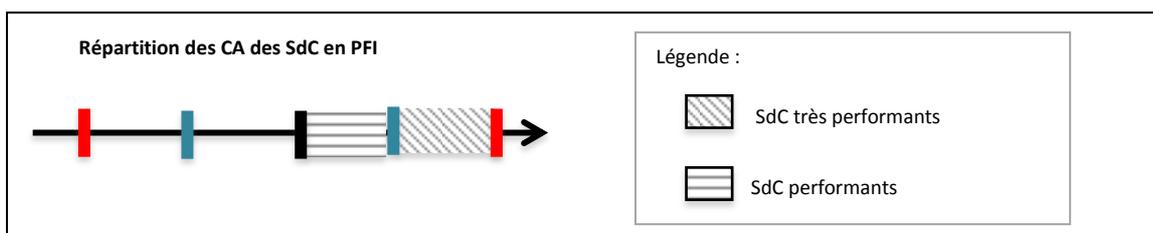


Figure 11 : Explication de la méthode permettant de déterminer les systèmes performants économiquement

Deux niveaux de systèmes économes et performants sont définis :

- **SCEP de niveau 2 (SCEP II)** si les systèmes sont économes en pesticides et performants économiquement (☐ pour l'IFT ET le CA).
- **SCEP de niveau 1 (SCEP I)** si les systèmes sont très économes et très performants économiquement (▨ pour l'IFT ET le CA).

¹⁴ Le NODU (nombre de doses unités) correspond à un nombre de traitements moyens, appliqués annuellement sur l'ensemble des cultures. C'est un indicateur national.

¹⁵ La médiane d'une série statistique, est une valeur, notée Me, telle que le nombre de valeurs de la série inférieures à Me soit égal au nombre de valeurs supérieures à Me.

¹⁶ Le premier quartile est la plus petite valeur de la série, notée Q1, telle qu'au moins 25 % des valeurs de la série soient inférieures ou égales à Q1.

¹⁷ Le troisième quartile est la plus petite valeur de la série, notée Q3, telle qu'au moins 75 % des valeurs de la série soient inférieures ou égales à Q3.

b) Détermination du classement SCEP pour les SdC du réseau DEPHY EXPE

Les SdC du réseau DEPHY EXPE Pomme : Les évaluations de DEXiFruits ayant été effectuées sur la moyenne des années 2013 et 2014, nous avons calculé les moyennes de l'IFT hors NODU Vert et du chiffre d'affaires sur ces mêmes années.

Pour déterminer leur classement SCEP moyen, ces deux indicateurs ont ensuite été comparés aux seuils déterminés nationalement (**Tableau 6**):

Tableau 6 : Seuils permettant de définir le classement SCEP

	IFT hors NODU vert (liste 2014)	Chiffre d'affaires (€/ha)
SCEP II	<34,8	>16 020
SCEP I	<26,7	>20212

Finalement, nous obtenons 3 systèmes SCEP II et 19 Non SCEP (**Figure 12**) :

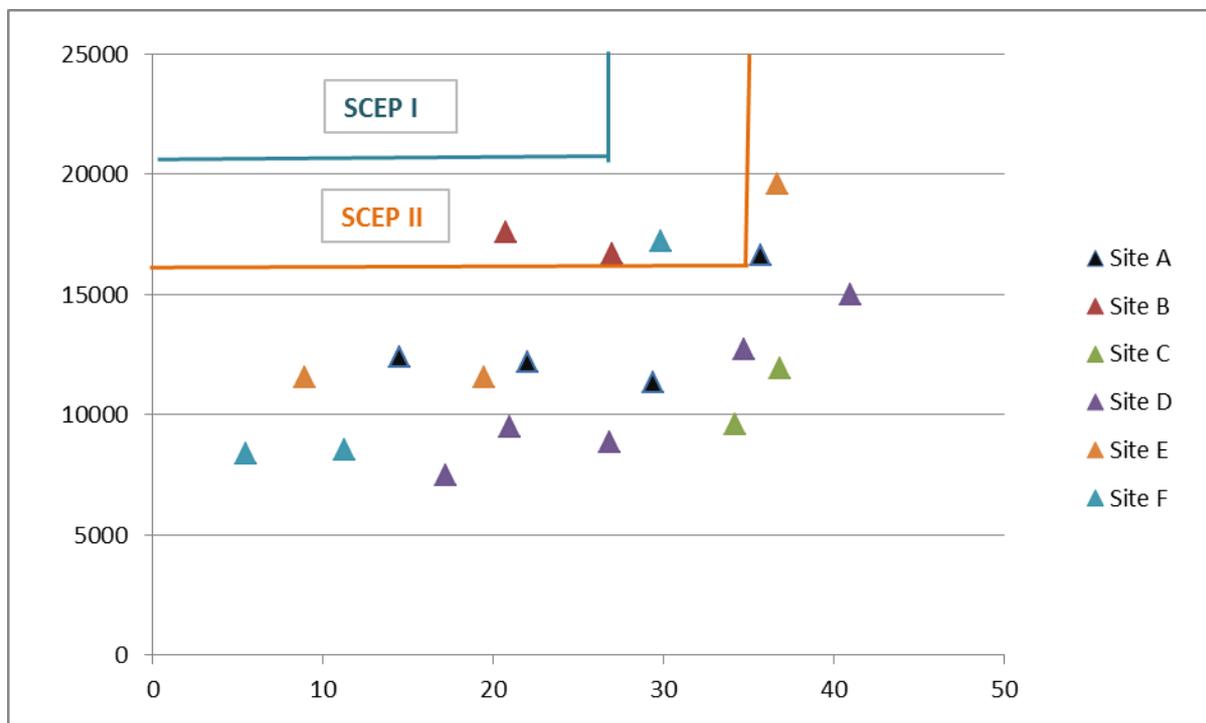


Figure 12 : Classements SCEP des différents systèmes étudiés dans le réseau DEPHY EXPE Pomme.

Pour les systèmes de BioREco : L'évaluation de DEXiFruits a été réalisée pour 2013, nous avons donc calculé l'IFT Hors NODU vert et le chiffre d'affaires pour cette année. Ils ont ensuite été comparés aux mêmes seuils que ceux utilisés pour le réseau DEPHY EXPE Pomme. Nous obtenons ainsi, 1 système SCEP I, 2 SCEP II et 4 Non SCEP (Figure 13) :

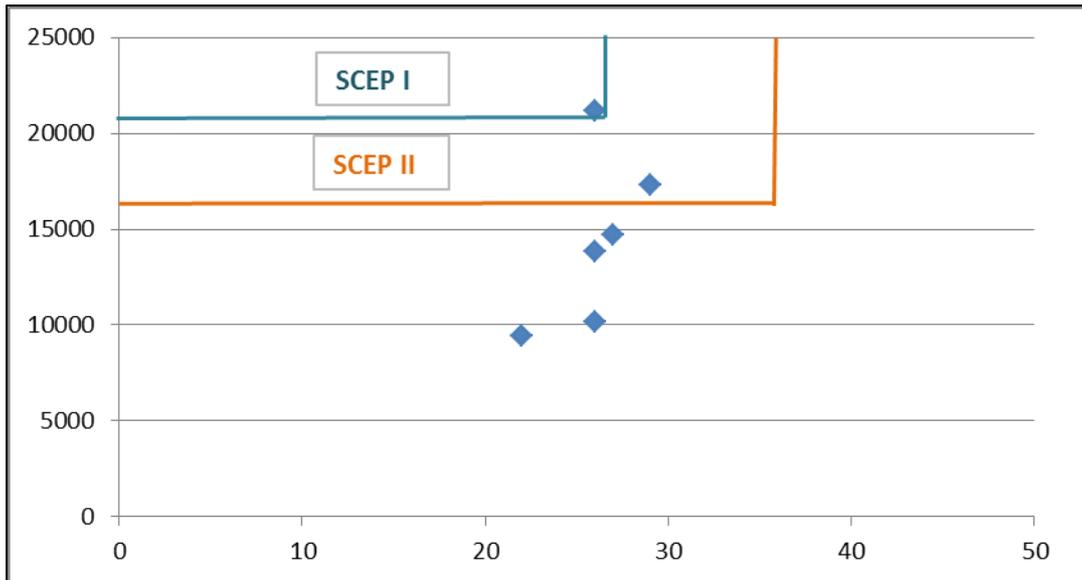


Figure 13 : Classements SCEP pour les 6 SdC de BioREco

3. Résultats et discussions

3.1. Comment faciliter l'interprétation des résultats de DEXiFruits ?

Pour pouvoir évaluer des systèmes avec DEXiFruits, il est nécessaire de disposer d'une méthodologie permettant d'interpréter les résultats. En effet, le nombre et la diversité des critères utilisés et les différents modes de représentation des résultats compliquent l'interprétation des sorties de DEXiFruits.

Cette partie exposera dans un premier temps, les grandes étapes à suivre pour interpréter les résultats de DEXiFruits et présentera les types de sorties existants. Ce cadre sera ensuite appliqué à des exemples concrets pour finalement identifier une méthode générique d'interprétation.

3.1.1. Le cadre d'interprétation

a) Explicitation de la méthodologie utilisée

L'interprétation des évaluations multicritères obéit à une méthode spécifique, définie par les personnes utilisant ce type d'outils. Quatre étapes (Figure 14) la définissent:

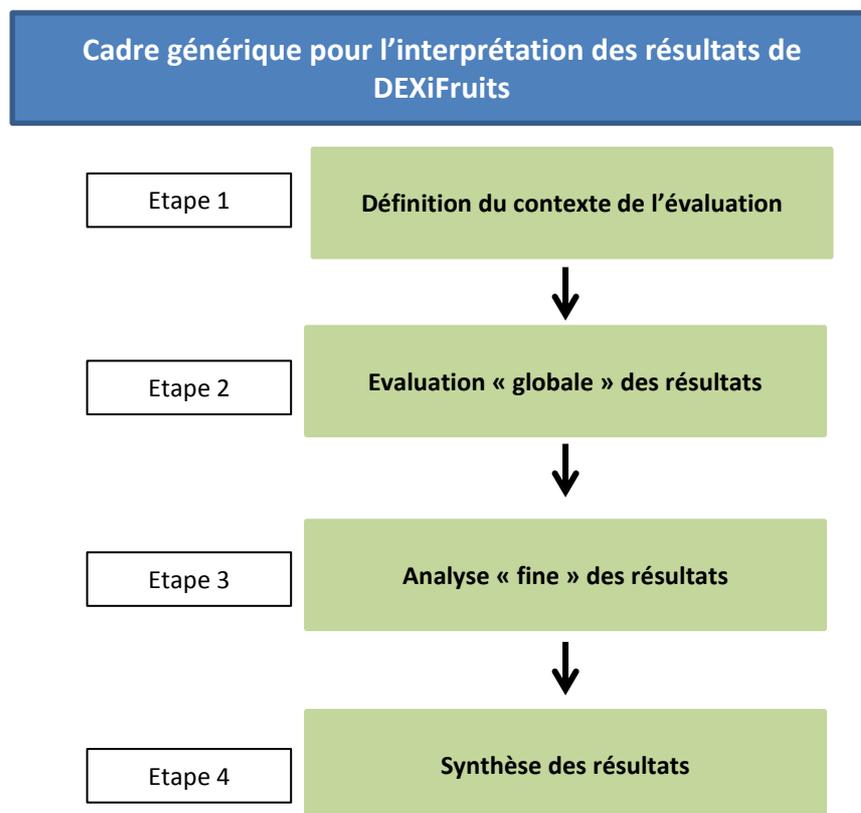


Figure 14 : Résumé du cadre d'interprétation pour DEXiFruits.

- **Définition du contexte de l'analyse** qui précise les objectifs de l'étude, le public visé et les critères d'évaluation.
- **Evaluation « globale » des résultats** qui s'effectue en calculant, avec DEXiFruits, les notes de la durabilité globale (critère racine) et de ses trois piliers (économique, social et

environnemental). Cette étape permet d'avoir une vision générale des évaluations réalisées avec DEXiFruits.

- **Analyse « fine » des résultats** qui dépend fortement des objectifs de l'analyse. Elle permet d'identifier les indicateurs les plus pertinents pour répondre aux objectifs de l'analyse. Ceux-ci correspondent à des critères de l'arbre DEXiFruits.
- **Synthèse de résultats** permet de dégager des messages synthétiques répondant aux objectifs énoncés.

b) Les sorties mobilisées pour interpréter les résultats

Avant d'appliquer cette méthodologie, il est nécessaire de comprendre et de savoir interpréter les sorties proposées par DEXi et IZIEval.

➤ Description des graphiques créés par IZIEval et DEXi

Deux types de graphiques sont disponibles pour interpréter les résultats de DEXiFruits : les graphiques de performances et les tableaux de bord.

Les graphiques de performances (ou radar) permettent de visualiser les notes obtenues pour les critères sélectionnés (chaque axe représente un critère) (Figure 15).

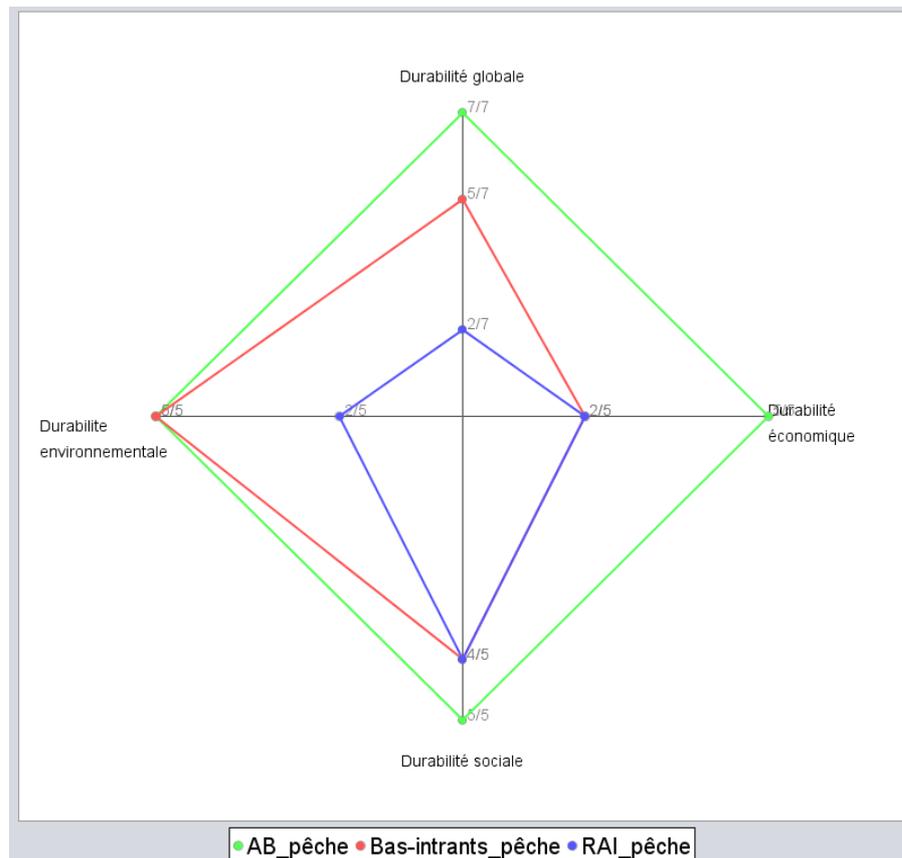


Figure 15 : Exemple d'un graphique de performance créé sur IZIEval pour les trois systèmes Ecopêche

Les **tableaux de bord** représentent la totalité de l'arbre de DEXiFruits. Cette vision d'ensemble permet notamment d'étudier les points forts et faibles de chaque système de culture. Pour ce faire, les notes attribuées lors de l'évaluation de DEXiFruits sont associées à des couleurs (**Figure 16**).

Couleur	Nombre de classe					
	2	3	4	5	6	7
	(1/2)	(1/3)	(1/4)	(1/5)	(1/6)	(1/7)
	(2/2)	(2/3)	(2/4)	(2/5)	(2/6)	(2/7)
		(3/3)	(3/4)	(3/5)	(3/6)	(3/7)
			(4/4)	(4/5)	(4/6)	(4/7)
				(5/5)	(5/6)	(5/7)
					(6/6)	(6/7)
						(7/7)

Figure 16 : Relations entre les notes et les couleurs utilisées dans DEXiFruits

Ces tableaux peuvent être créés de deux manières :

- Les tableaux de type IZIEval (**Figure 17**) créés à partir des évaluations réalisées avec IZIEval.

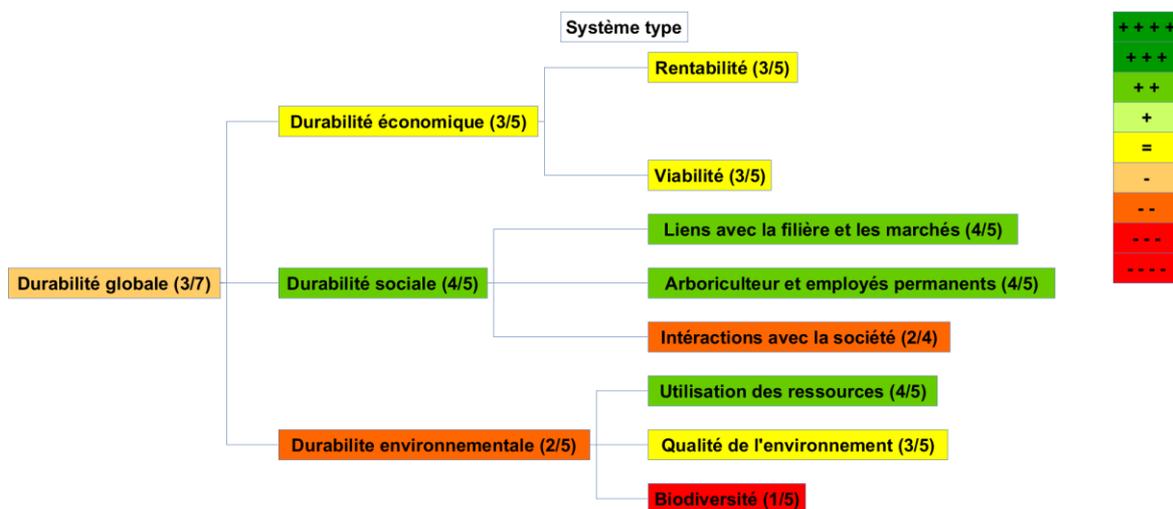


Figure 17 : Tableau de type IZIEval généré pour un système type pomme à couteau

Les tableaux de type Visu obtenus (Figure 18, Annexe 4) avec DEXi. Les étapes permettant de les créer, sont spécifiées dans un fichier Excel (première feuille de calcul).

Durabilité globale (3/7)	Durabilité économique (3/5)	Rentabilité (3/5)	Aides (1/3)				
			Valeur de la production (3/4)				
			Coûts de production (2/4)				
			Viabilité (3/5)	Stabilité (3/5)	Régularité de la production (3/3)		
					Efficacité économique (3/4)		
					Valeur de la production (3/4)		
		Rentabilité (3/5)					
		Autonomie (2/4)			Dépendance aux marchés (1/3)		
					Dépendance aux pesticides (2/4)	Coûts de la protection des cultures (2/4)	
			Dépendance à la main d'oeuvre (3/4)	Valeur de la production (3/4)			
		Risques liés à l'investissement (3/3)		Besoin en équipement (3/3)			
		Disponibilité en ressources financières (3/3)					
	Durabilité sociale (4/5)	Liens avec la filière et les marchés (4/5)	Accès aux équipements et aux intrants (4/4)				
			Accès aux connaissances (2/2)				
			Accès aux marchés (2/4)	Satisfaction vis-à-vis du marché visé (2/3)			
			Prix de vente (2/4)				
			Arboriculteur et employés permanents (4/5)	Difficultés de gestion du système (4/4)	Complexité du système (3/3)		
					Régularité de distribution de la charge de travail (3/3)		
		Difficultés à recruter de la main d'oeuvre (2/3)					
		Niveau technique (3/3)		Connaissances et compétences de l'arboriculteur et de ses employés (3/3)			
		Accès aux connaissances (2/2)					
		Risques pour la santé (2/4)		Difficultés physiques et pénibilité du travail (3/4)			
		Risques liés à l'utilisation de		Précautions phytosanitaires et produits dangereux (2/4)			
		Satisfaction (3/5)		Satisfaction vis-à-vis du marché visé (2/3)			
Stabilité (3/5)							
Intéactions avec la société (2/4)	Accessibilité sociale du produit pour les consommateurs (2/2)						
	Contribution à l'emploi (2/4)		Temps de travail (3/4)				
	Acceptabilité du système par la société et le voisinage (2/3)		Acceptabilité de la stratégie par la société (2/3)				
	Perturbations pour le voisinage (1/2)						
	Transfert de connaissances vers la société (2/3)						
	Valeur sociale du paysage (2/3)						

Figure 18 : Exemple d'un tableau de type Visu représentant l'intégralité de l'arbre de DEXiFruits pour le système type pomme à couteau

➤ **Préconisations sur l'utilisation des graphiques**

Ces graphiques sont parfois difficiles à interpréter à cause notamment de leur manque de lisibilité. Nous allons donc formuler des conseils de mise en page et des clés de lecture pour faciliter leur interprétation.

Les graphiques de performances peuvent être utilisés pour :

- **classer ou comparer des systèmes de culture.** Seuls des critères de même niveau seront comparés. (Pas de représentation de critères fils et pères sur un même graphique).
- **expliquer les notes de certains critères agrégés**, un même graphique pourra représenter un critère père et ses critères fils.

Des conseils peuvent permettre de faciliter la lecture de ces graphiques :

- Ils doivent représenter au plus 6 critères pour être lisibles.
- Les graphiques de performances ne doivent pas prendre en compte plus de 8 systèmes de culture.
- L'analyse des résultats doit être faite à l'aide de la représentation de l'arbre de décision DEXiFruits (**Annexe 8**). Cet arbre peut être imprimé et utilisé en parallèle des graphiques. Il permet de repositionner les critères au sein de l'arbre et met en évidence leurs liens avec les autres critères.
- Plus la note du critère est éloignée du centre du graphique, plus le critère est jugé «favorable». Par exemple (**Figure 19**), le critère « aides directes » (noté 1/3) n'est pas favorable à la rentabilité du système. A l'inverse, le critère « valeur de production » (noté 3/4), plus « éloigné » du centre du graphique est favorable à la rentabilité.
- La mise en forme des graphiques peut aussi être améliorée (**Figure 19**). Les critères agrégés pourront par exemple, être repérés grâce à un rectangle vert () alors que les critères d'entrée seront mis en évidence par un rectangle rouge (). Par ailleurs, la note maximale de chacun des critères sera représentée afin de mettre en évidence d'éventuelles marges de progression.

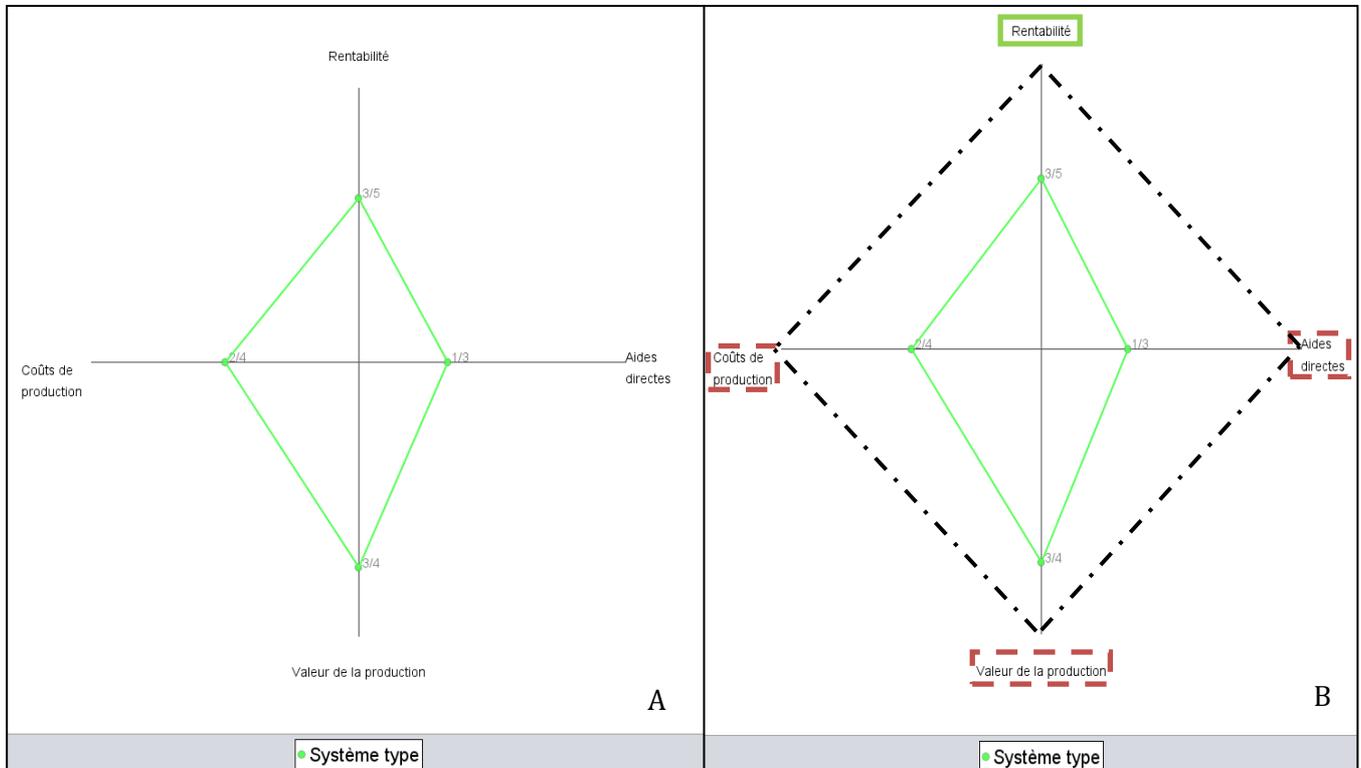


Figure 19 : Exemple de graphique de performances expliquant la rentabilité pour le système type en pomme à couteau

A : Capture d'écran sur IZIEval

B : Graphique modifié en fonction des préconisations énoncées

Les tableaux de type Visu représentent toutes les ramifications de l'arbre. Pour faciliter l'interprétation, l'arbre peut être imprimé mais la mise en page doit être modifiée pour n'occuper qu'une feuille A4 (augmentation de la police (Calibri, 12 pts conseillée)) et assurer la lisibilité des notes et intitulés de chaque critère.

Enfin, chaque graphique synoptique devra être nommé en fonction du système qu'il décrit. Sa lecture pourra se faire indifféremment de droite à gauche ou inversement.

3.1.2. Adaptation du cadre générique à trois types d'utilisation

DEXiFruits peut être utilisé pour trois types d'évaluation :

- **Comparer plusieurs systèmes de culture pour une année donnée.** Cette évaluation permet d'identifier les points forts et faibles des systèmes pour ensuite les classer et définir le système le plus durable.
- **Evaluer la trajectoire d'un système** (ou son évolution au cours du temps). Cette étude met en évidence les tendances au cours du temps sans analyser l'ensemble des critères de DEXiFruits.
- **Analyser les conséquences d'un changement de pratiques** dans un contexte donné en révélant les critères modifiés par ce changement.

a) Méthodologie 1 : comparaison de plusieurs systèmes de culture- Exemple d'EcoPêche

La comparaison de plusieurs systèmes de culture sur une année donnée peut être utilisée pour comparer un système à d'autres systèmes existants ou fictifs (ex: comparaison avec le système type). Pour illustrer cette méthodologie, nous l'appliquerons aux trois systèmes de culture EcoPêche présents sur le domaine de Gotheron, en 2014 ([annexe 4](#)) :

➤ Etape 1 : Définition du contexte de l'analyse

Principe : Pour rappel, le contexte de l'analyse est défini en déterminant les objectifs de l'analyse, le public visé et les critères d'évaluation. Ces derniers peuvent être identifiés en isolant des mots-clés qui résument les objectifs.

Exemple : Ces systèmes EcoPêche ont pour objectif d'évaluer la possibilité de produire des pêches en utilisant moins d'intrants¹⁸ tout en restant viable et rentable économiquement.

Les SdC_Bio et SdC_Bas seront donc comparés au SdC_Rai (référence) pour évaluer si ces systèmes (1) utilisent moins **d'intrants**, (2) restent **rentables** et **viables** économiquement tout en limitant (3) les **impacts** sur l'environnement, les consommateurs, l'arboriculteur et ses employés.

Cette analyse sera réutilisée par les porteurs de projet EcoPêche.

➤ Etape 2 : Evaluation globale des résultats

Principe : Cette étude est la première étape de l'interprétation des résultats. Elle peut être réalisée à l'aide des graphiques de performances construits avec IZIEval et DEXi.

Exemple : Pour les systèmes EcoPêche ([Figure 20](#)), le SdC_Bio a obtenu les meilleures notes pour la durabilité globale et ses trois piliers. Le SdC_Rai est le moins durable car seule sa durabilité sociale est bonne. Enfin, le SdC_Bas occupe une position intermédiaire car seule la durabilité économique est jugée mauvaise.

D'après ces évaluations, le SdC_Bio est donc le système le plus durable.

¹⁸ Les intrants regroupent, dans ce cas-là, les fertilisants organiques et minéraux et les produits phytosanitaires.

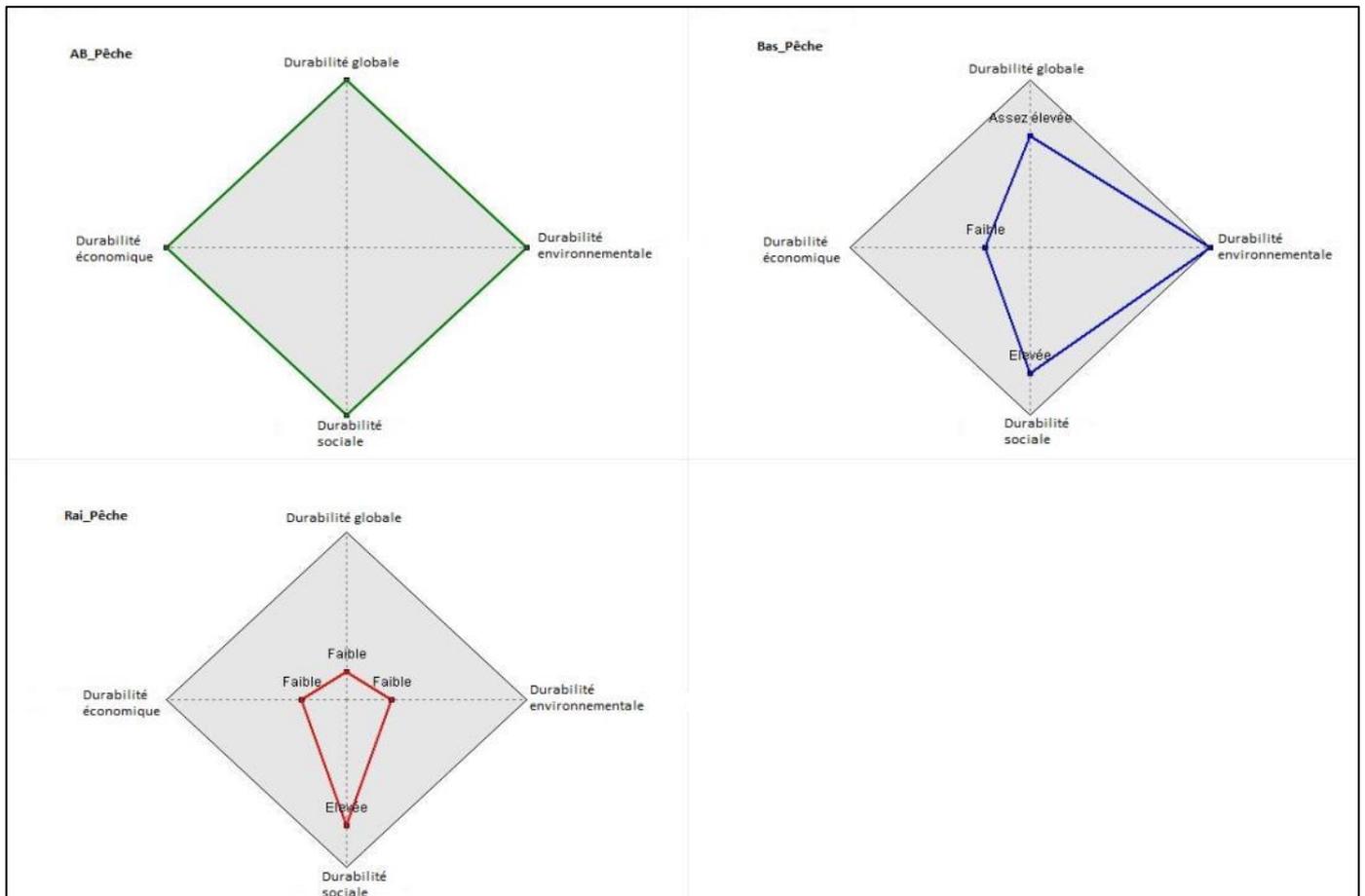


Figure 20 : Graphiques de performance représentant les notes de la durabilité globale et de ses piliers pour les trois systèmes Ecopêche. (Source : DEXi)

➤ **Etape 3 : Analyse « fine » des résultats**

Principe : L'analyse fine des résultats est divisée en trois étapes :

- (1) Mettre en évidence des critères renseignés avec le système type à l'aide des tableaux de bord. Ces critères peuvent fortement impacter l'évaluation des systèmes. Imaginons par exemple, un critère agrégé C défini grâce à deux critères A et B. Ils sont tous deux remplis grâce au système type et sont jugés « défavorables ». C va donc être considéré comme « défavorable » sans pour autant être un point faible du système étudié.
- (2) Identifier des indicateurs pertinents à analyser au regard des objectifs. Elle doit prendre en compte les critères d'entrée et agrégés.
- (3) Déterminer les différences et similitudes entre les systèmes grâce aux tableaux de bord. Elles seront ensuite expliquées grâce aux graphiques de performances.

Exemple : L'un des mots clés mis en évidence pour les systèmes EcoPêche est « rentabilité ». Nous étudierons donc tous les critères en lien avec cette notion (rentabilité, aides, valeur de la production et coûts de production). Le système type n'a pas été utilisé dans cet exemple.

Pour expliquer la rentabilité (mot-clé) des systèmes EcoPêche, 6 critères peuvent donc être représentés : la « rentabilité » définie par la « valeur de production », « les coûts de production » et

« les aides ». Le « prix de vente » et le « rendement » sont aussi utilisés car ils permettent de calculer la « valeur de production » (Figure 21).

Globalement, la « rentabilité » est bonne dans le SdC_Bio et moyenne dans les deux autres systèmes. Pour le SdC_Bio cela s'explique par une valeur de production correcte (le faible rendement est «compensé» par un prix de vente très élevé), des coûts de production relativement faibles et des aides supplémentaires.

Les deux autres systèmes possèdent une faible valeur de production car leur rendement n'est pas bien valorisé (le prix de vente pour les SdC_Bas et SdC_Rai est très inférieur à celui appliqué pour le SdC_Bio).

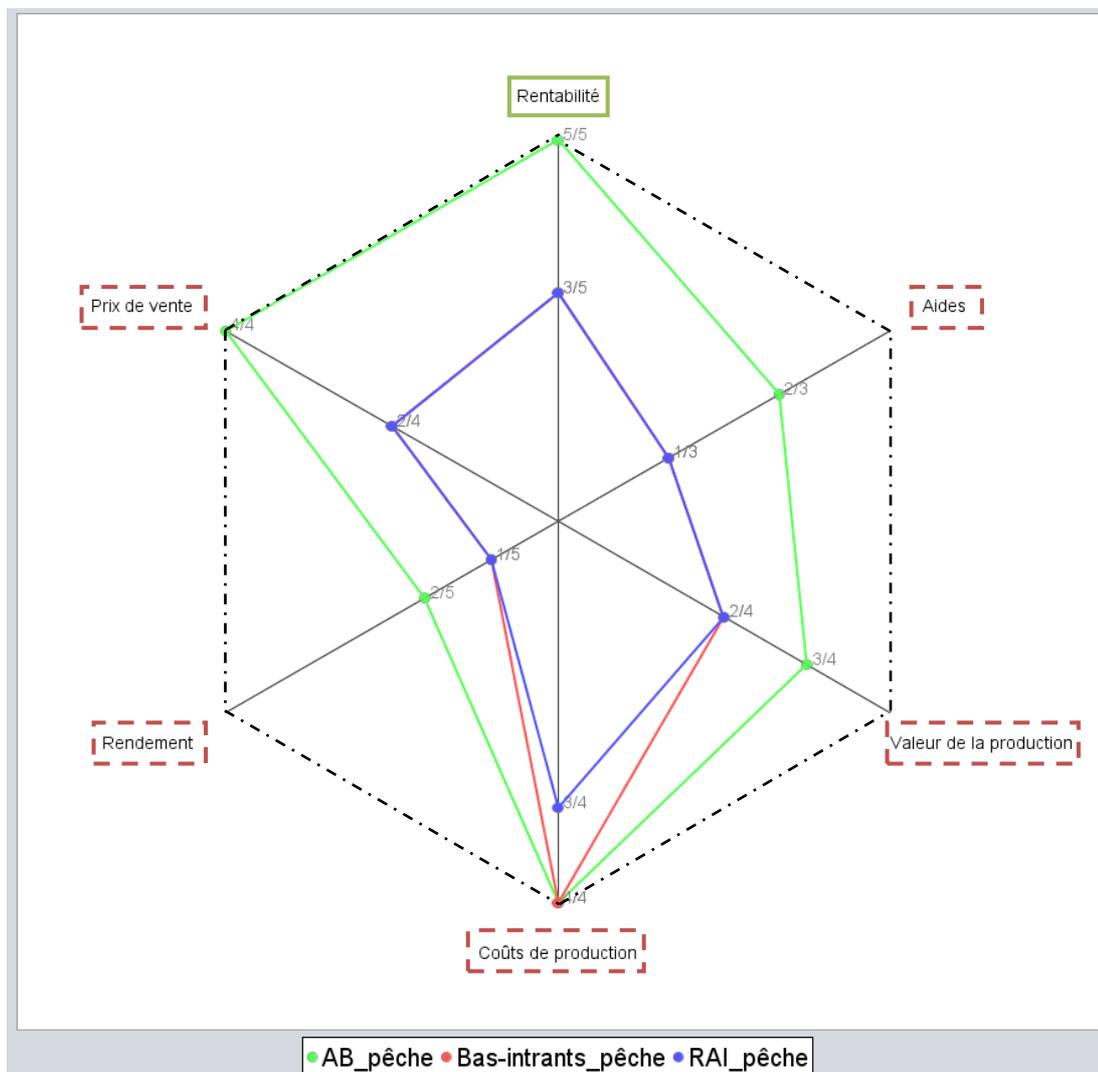


Figure 21 : Graphique de performance expliquant la rentabilité des trois systèmes de culture Ecopêche en 2014 (capture d'écran IZIEval)

Etape 4 : Synthèse des résultats

Principe : Pour exposer les résultats les plus importants, des pastilles de couleur (Figure 23) et/ou des tableaux synthétiques (Figure 24) pourront être utilisés.

Les pastilles sont définies à partir des couleurs utilisées pour l'évaluation de DEXiFruits. Nous avons choisi de conserver trois des sept couleurs mobilisées par DEXiFruits afin de mieux synthétiser les informations (Figure 22) :

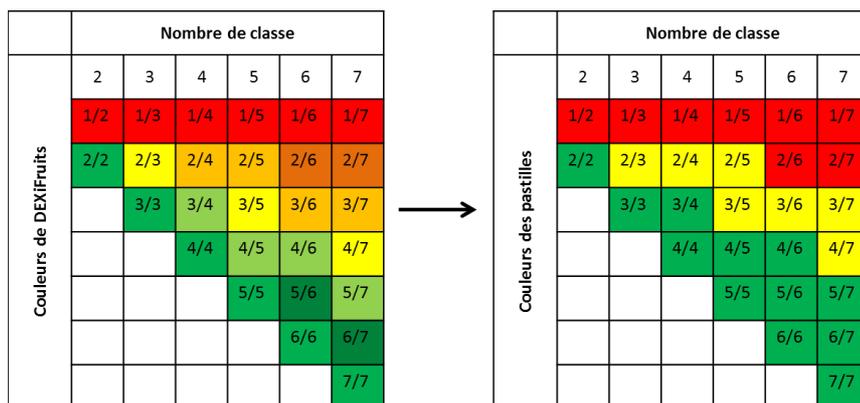


Figure 22 : Explication des relations entre les couleurs utilisées dans DEXiFruits et celles définies pour les pastilles de couleur.

Exemple : Les pastilles de couleur ont été utilisées pour répondre aux objectifs initiaux de l'analyse. Les critères utilisés ont été sélectionnés à partir de l'analyse fine des résultats (Figure 23).

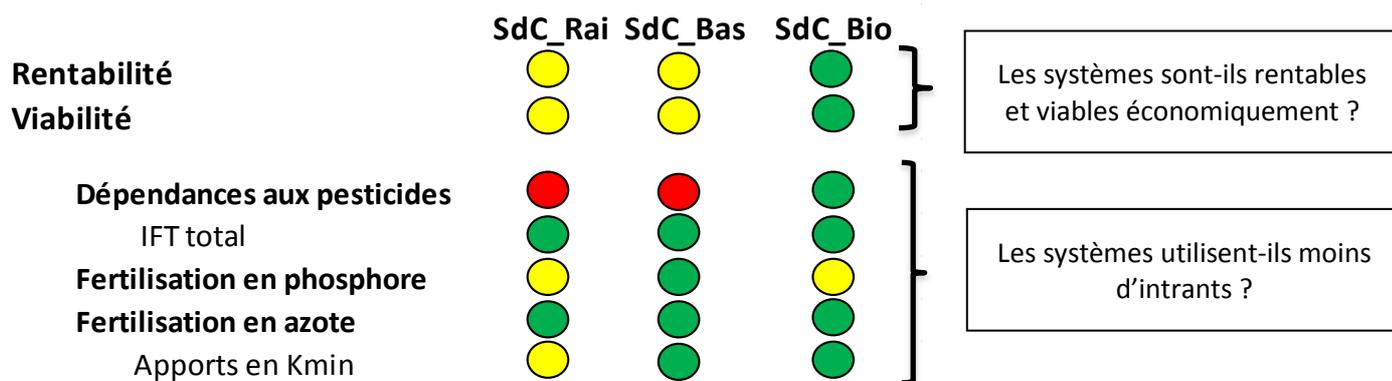


Figure 23 : Synthèse des résultats d'EcoPêche permettant d'illustrer les réponses aux objectifs.

Les tableaux synthétiques sont utilisés pour identifier les impacts des systèmes sur l'environnement. Ils reprennent les indicateurs présentant de mauvaises notes (en bleu) et les lient aux pratiques expliquant ces résultats (en noir).

SdC_Bio	SdC_Rai	SdC_Bas
<p>Qualité chimique du sol → Utilisation d'intrants contenant des métaux lourds</p>	<p>Qualité physique du sol → Utilisation des machines, opération de gestion du couvert et amendements organiques</p> <p>Qualité physique du sol → Utilisation de machines, enherbement partiel et amendements organiques</p>	
	<p>Amélioration de la structure du sol et stimulation de son activité biologique → Amendements organiques</p>	
	<p>Qualité des eaux superficielles</p> <p>→ Utilisation d'intrants contenant des métaux lourds, enherbement partiel et apports en phosphore organique</p> <p>→ Enherbement partiel et apports en phosphore</p>	
	<p>Qualité des eaux souterraines → Enherbement partiel</p>	
	<p>Perturbations mécaniques</p> <p>→ Travail mécanique sur le rang, opération de gestion du couvert sur l'inter-rang et enherbement partiel</p> <p>→ Opération de gestion du couvert sur l'inter-rang et enherbement partiel</p>	
<p>Utilisation des terres → Rendement</p>	<p>Emissions de CO2 et autres GES → Utilisation de machines et apports en phosphore organique</p>	<p>Utilisation des terres → Rendement</p>

Figure 24 : Synthèse des impacts environnementaux des trois systèmes EcoPêche.

➤ **Conclusion de la méthodologie (Figure 25)**

Comparaison de plusieurs SdC/1 année

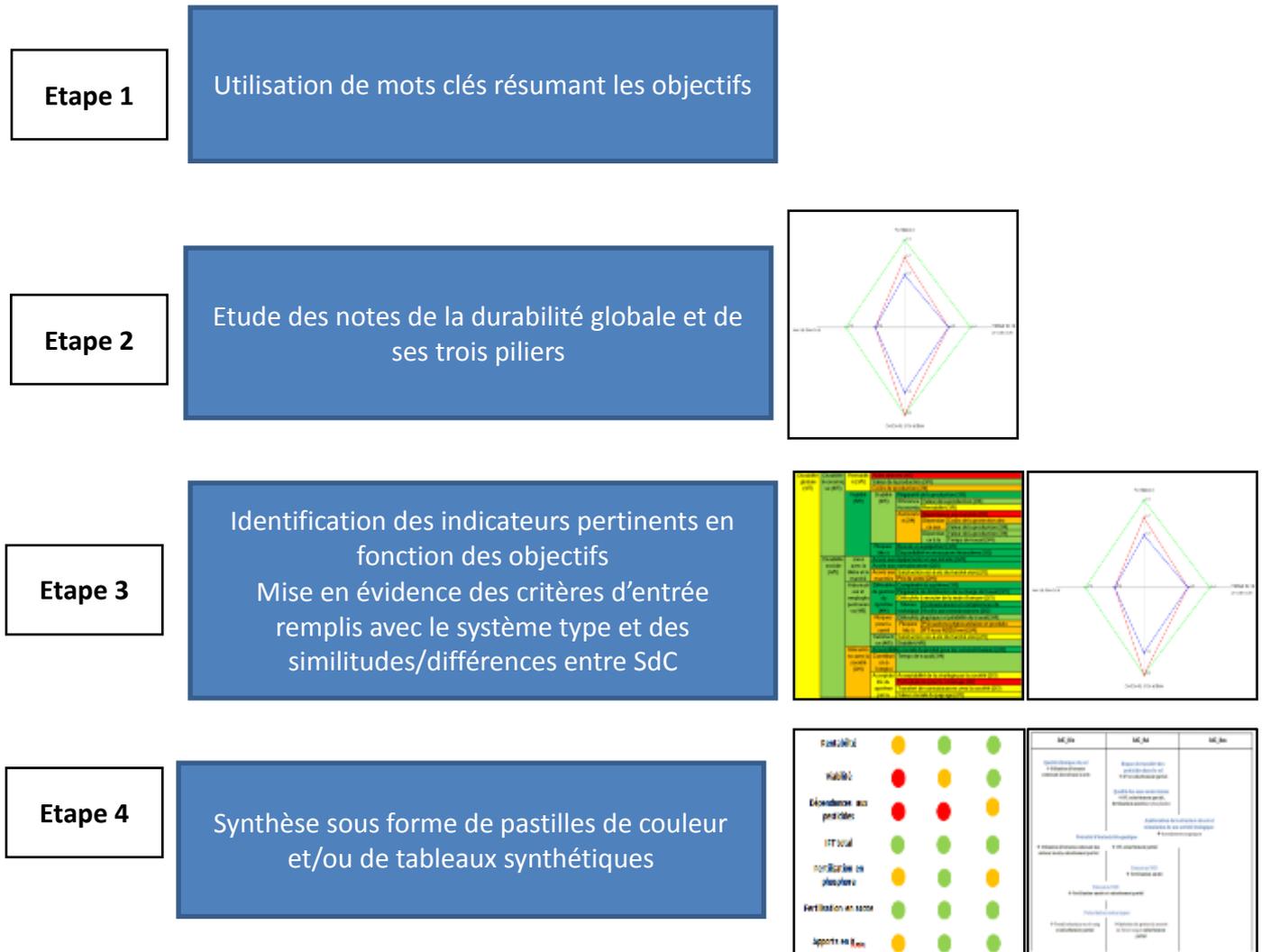


Figure 25 : Résumé de la méthodologie 1.

b) Méthodologie 2 : analyser la trajectoire d'un système de culture – Exemple de BioREco

L'étude de la trajectoire d'un système de culture peut par exemple, permettre de réfléchir à des pistes d'amélioration ou évaluer les conséquences d'un changement de stratégie.

Pour illustrer cette méthodologie, nous étudierons le système de culture Eco_Ariane sur deux années: 2009 et 2013. Elles ont été choisies en tenant compte de l'alternance des variétés, de l'âge des pommiers et du contournement de la résistance en 2012.

➤ **Etape 1 : Définition du contexte de l'analyse**

Principe : Les objectifs de l'analyse sont de mettre en évidence les divergences entre les années, les expliquer et chercher des pistes d'améliorations.

➤ **Etape 2 : Evaluation globale des systèmes**

Principe : Cette analyse peut être réalisée à l'aide de tableaux répertoriant les notes obtenues pour la durabilité globale et ses piliers, pour chacun des systèmes étudiés. Cette méthode peut être mise en œuvre lorsque peu de systèmes sont évalués.

Exemple : Pour les deux années étudiées (**Tableau 7**), Eco_Ari a une durabilité globale moyenne. Celle-ci est tout de même meilleure en 2009 du fait d'une meilleure durabilité économique.

Tableau 7 : Résumé des notes de durabilité et de ses piliers pour Eco_Ari en 2009 et 2013

	Eco_Ari_09	Eco_Ari_13
Durabilité globale	3/7	2/7
Durabilité économique	2/5	1/5
Durabilité sociale	2/5	2/5
Durabilité environnementale	5/5	5/5

➤ **Etape 3 : Analyse fine des résultats**

Principe : Dans cette troisième étape, nous ne cherchons pas à analyser tous les critères mais à dégager une tendance générale.

Pour ce faire, un tableau Excel « synthétique » peut être créé en représentant la totalité de l'arbre et les couleurs attribuées lors de l'évaluation avec DEXiFruits. Il pourra être construit à l'aide des tableaux de bord qui devront être recopiés sur Excel.

Pour rendre ce tableau synthétique, trois options peuvent être mises en place :

- (1) Griser tous les critères d'entrée similaires entre les systèmes.
- (2) Griser tous les critères agrégés définis par des critères d'entrée similaires.
- (3) Supprimer les branches de l'arbre entièrement similaires d'un profil à l'autre.

La trajectoire des systèmes peut aussi être analysée directement sur les tableaux de type Visu. Pour ce faire, tous les critères différents entre les systèmes de culture, seront entourés à l'aide d'un feutre et les critères d'entrée divergents seront pointés par une croix noire. Cette technique est plus rapide que la précédente mais peut-être moins lisible.

Exemple : Ces deux représentations, ont été utilisée pour Eco_Ariane : La **Figure 26** représente le tableau Excel synthétique et la **figure 27**, le tableau de type Visu retravaillé.

Arbre DEXiFruits	Eco_Ari_09	Eco_Ari_13
Durabilité globale		
Durabilité économique		
Rentabilité		
Aides		
Valeur de la production (€/ha)	10012	15227
Coûts de production (€/ha)	11930	23974
Viabilité		
Stabilité		
Régularité de la production		
Effizienz économique		
Valeur de la production		
Rentabilité		
Autonomie		
Dépendance aux marchés		
Dépendance aux pesticides		
Coûts de la protection des cultures (€/ha)	977	1489
Valeur de la production		
Dépendance à la main d'œuvre		
Valeur de la production		
Temps de travail	871	1576
Risques liés à l'investissement		
Durabilité sociale		
Liens avec la filière et les marchés		
Arboriculteur et employés permanents		
Difficultés de gestion du système		
Risques pour la santé		
Satisfaction		
Satisfaction vis-à-vis du marché visé		
Stabilité		
Interactions avec la société		
Accessibilité sociale du produit pour les consommateurs		
Contribution à l'emploi		
Temps de travail (h/ha)	871	1576
Acceptabilité du système par la société et le voisinage		
Durabilité environnementale		
Utilisation des ressources		
Utilisation d'énergie		
Matériel d'irrigation		
Utilisation des machines		
IFT total	16	35
Fabrication des engrais		
Utilisation de l'eau		
Utilisation des terres		
Rendement	37	62
Disponibilité en terres non cultivées		
Pression foncière de la région		
Importance et connectivité des infrastructures agro-		
Utilisation de fertilisants non renouvelables		
Qualité de l'environnement		
Qualité du sol		
Qualité physique du sol		
Risque de compaction		
Risque d'érosion		
Amélioration de la structure du sol		
Amendements organiques		
Qualité chimique du sol		
Qualité biologique du sol		
Risque de transfert des pesticides dans le sol		
IFT hors NODU vert	14	24
Niveau d'enherbement		
Perturbations mécaniques		
Travail mécanique sur le rang		
Risque de compaction		
Opérations de gestion du couvert de l'inter-rang		
Stimulation de l'activité biologique		
Amendements organiques		
Qualité de l'eau		
Qualité de l'air		
Risque de transfert des pesticides dans l'air		
Potentiel de réchauffement climatique		
Emissions de N2O		
Emissions de CO2 et autres GES		
ou Utilisation d'énergie		
Emissions de NH3		
Biodiversité		
Flore		
Qualité du paysage		
Qualité des IAE à l'échelle de l'exploitation		
Qualité de l'habitat verger		
Intensité des pratiques		
Stimulation de l'activité biologique		
Qualité des IAE à l'échelle du verger		
Faune		
Micro-organismes		

Légende :

- Abc** Critères agrégés
- Abc Critères d'entrée
- Abc Critères similaires
- Abc Critères divergents
- Abc Critères agrégés similaires mais dont les critères fils sont différents
- Couleurs différentes entre les années
- Couleurs similaires entre les années

Figure 26 : Synthèse des critères divergents pour le système Eco Ariane entre 2009 et 2013.



Figure 27 : Illustration du travail pouvant être réalisé pour interpréter les tableaux de type Visu

La durabilité économique est jugée moyenne en 2009 et mauvaise en 2013. Cette tendance s’explique par une augmentation des coûts de production, de la protection des cultures et des temps de travail.

La durabilité sociale est jugée moyenne quels que soient le système et l’année considérés. Ceci s’explique principalement par l’insatisfaction de l’arboriculteur vis-à-vis de son système. La durabilité environnementale est bonne pour les deux années.

➤ **Etape 4 : Synthèse des résultats**

Principe : La synthèse des résultats peut s’effectuer à partir du tableau synthétique (Figure 26) créé précédemment ou du travail réalisé sur les tableaux de bord (Figure 27). Par contre, si la majorité des critères divergents sont quantitatifs, il peut être nécessaire de prendre en compte les valeurs en complément des couleurs. En effet, les changements de classes et de couleurs n’impliquent pas forcément un écart important de valeurs.

Ces données chiffrées peuvent par exemple, être mobilisées dans des tableaux récapitulatifs ou sous forme de graphiques. Ces derniers ont l’avantage de mieux représenter les tendances au cours des années.

Exemple : Les graphiques ont d’ailleurs été utilisés pour la synthèse des résultats concernant la trajectoire économique du système Eco Ariane :

Les pommiers plantés en 2005, étaient plus productifs en 2013 entraînant une augmentation de rendement et de valeur de production (Figure 28). Pour ce système, la forte progression du rendement entre 2009 et 2013, est fortement atténuée pour la valeur de production à cause des prix de vente faibles.

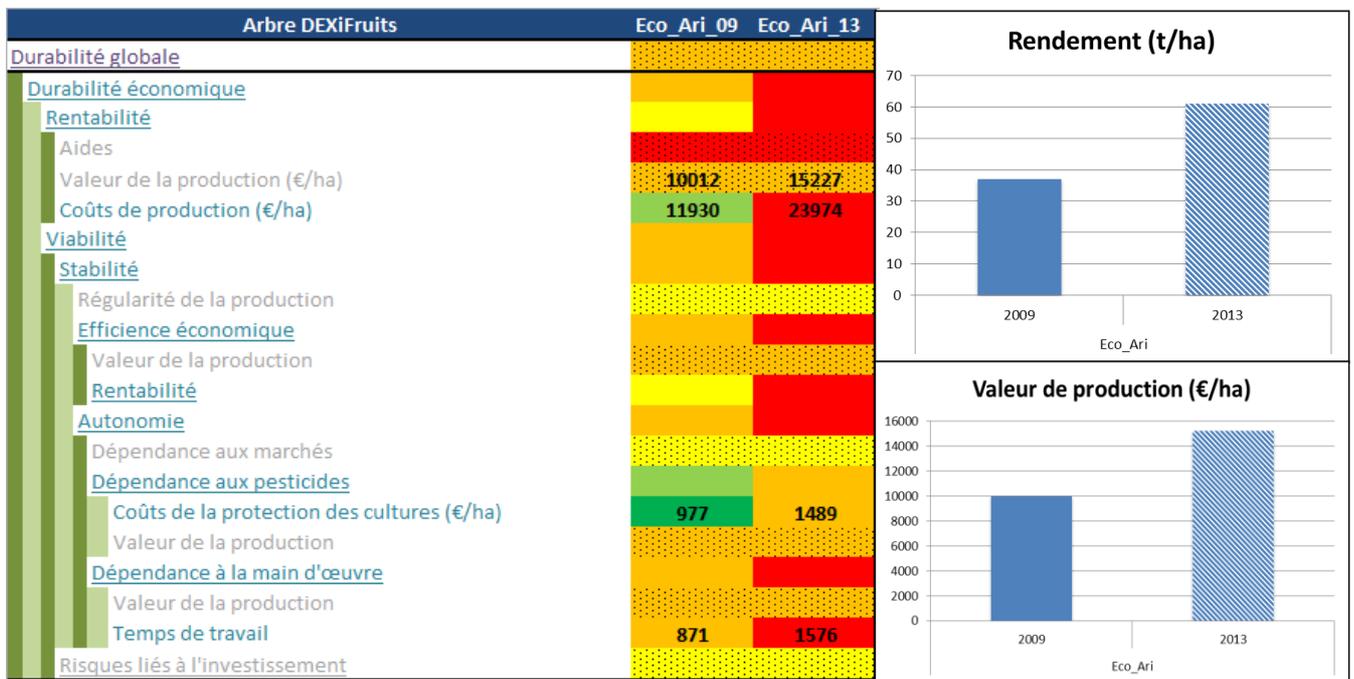


Figure 28 : Graphiques et tableau illustrant les évolutions de rendement et de valeur de production pour Eco_Ariane entre 2009 et 2013

Les coûts de production ont aussi connu une forte augmentation entre 2009 et 2013 (Figures 29). Cette tendance se justifie premièrement par des temps en main d'œuvre plus importants lors des pics de travaux (taille, éclaircissage et récolte) mais aussi par des coûts en protection des cultures plus élevés (Figure 29). Ceux-ci peuvent s'expliquer de deux manières : en 2013, les vergers ont subi une forte pression vis-à-vis de la tavelure, nécessitant une plus grande fréquence de traitements pour tous les systèmes. De plus, la variété Ariane est devenue sensible à cette maladie en 2012 et a subi des traitements supplémentaires en 2013.

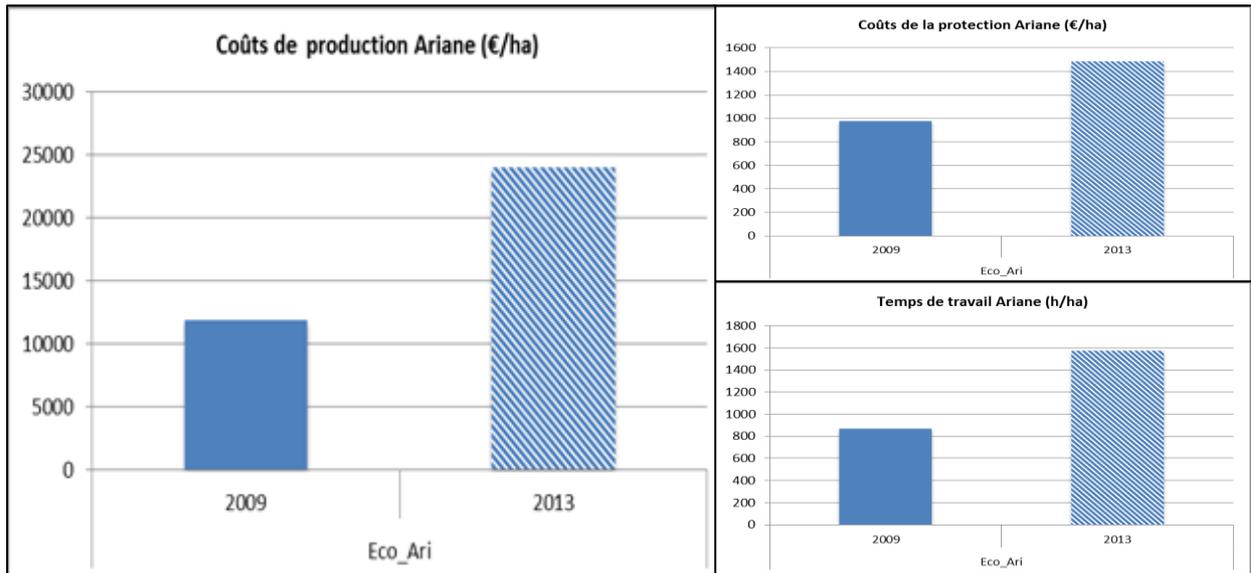


Figure 29 : Graphiques illustrant les évolutions des coûts de production, des coûts en protection et du temps de travail entre 2009 et 2013, pour les deux variétés étudiées.

La durabilité économique est donc plus mauvaise en 2013 qu'en 2009 car les coûts de production ont trop augmenté par rapport à la valeur de production, impactant la rentabilité et la viabilité du système. Si la majorité des critères différents sont qualitatifs (satisfaction des arboriculteurs, acceptabilité de la stratégie par la société), la simple analyse du tableau synthétique (ou des graphiques de type Visu) permet de tirer des conclusions et d'en faire une synthèse.

➤ **Conclusion de la méthodologie (Figure 30).**

Trajectoire d'un SDC/Plusieurs années
Analyser l'évolution des systèmes de culture pour souligner les divergences

Etape 1 Déterminer les objectifs de l'analyse : expliciter les éventuelles divergences entre les profils

Etape 2 Tableau récapitulatif des différentes notes de la durabilité et de ses piliers

Etape 3 Création d'un tableau synthétique à partir du tableau de type Visu ou utilisation directe de ces graphiques

Etape 4 Utilisation du tableau Excel synthétique et/ou des graphiques

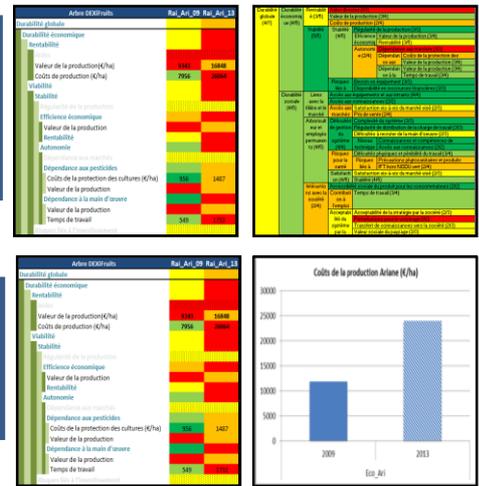


Figure 30 : Résumé de la méthodologie 2.

c) Méthodologie 3 : évaluer les conséquences d'un changement de pratique – Cas des systèmes « Bénédicte »

L'évaluation des conséquences d'un changement de pratique s'effectue en comparant deux systèmes de culture. Ceux-ci peuvent évoluer dans un même contexte et partager des pratiques culturelles similaires. C'est par exemple le cas pour les systèmes « Bénédicte », situés sur une même parcelle. Seule la pratique d'enherbement du rang les distingue puisque l'un est enherbé avec une légumineuse (trèfle blanc nain) et l'autre est travaillé mécaniquement. Dans ce cas de figure, les deux systèmes seront évalués indépendamment avec DEXiFruits et leurs résultats comparés pour identifier les critères divergents.

Cette évaluation est valable pour un système donné et ne peut pas être généralisée à l'ensemble des systèmes. Les conséquences d'une pratique dépendent en effet, du contexte étudié et des autres pratiques culturelles mises en place.

➤ **Etape 1 : Définition du contexte de l'analyse**

Principe : Une fois les objectifs définis, les critères d'évaluation peuvent être identifiés en réfléchissant aux éventuelles conséquences d'un tel changement. Pour ce faire, l'utilisateur peut mobiliser ses connaissances personnelles ou faire appel à des experts.

Exemple : Pour les systèmes « Bénédicte », l'objectif est d'identifier les conséquences de la mise en place d'un enherbement total sur une partie de la parcelle.

A l'inverse des exemples précédents, les critères d'évaluation ont été déterminés à dire d'experts (C-E. Parveaud, GRAB).

➤ **Etape 2 : Evaluation globale des systèmes**

Principe : L'évaluation globale des résultats peut être réalisée grâce aux tableaux de bord ou aux graphiques de performances.

Exemple : En analysant les tableaux de type Visu, nous remarquons que les deux systèmes ont obtenus les meilleures notes pour la durabilité globale (7/7) et ses piliers (5/5).

➤ **Etape 3 : Analyse fine des résultats**

Principe : Pour analyser les conséquences d'un changement de pratiques, l'interprétation des résultats doit révéler les divergences entre les systèmes comparés. La comparaison des systèmes de culture peut s'effectuer grâce aux tableaux de type Visu. Une fois imprimés, ils permettent très facilement de repérer les critères différents entre profils (entourés et/ou pointés d'une croix noire) (Figure 31).

Durabilité globale (7/7)	Durabilité environnementale (5/5)	Qualité de l'environnement (5/5)	Qualité du sol (5/5)	Qualité physique du sol (4/4)	Risque de compaction (4/4)	Utilisation des machines (4/4)				
						Niveau d'enherbement (3/3)				
					Risque d'érosion (4/4)	Risque de ruissellement (3/3)	Sensibilité de la parcelle à l'érosion éolienne (2/2)			
						Risque d'érosion éolienne (3/3)	Niveau d'enherbement (3/3)			
				Amélioration de la structure du sol (4/4)	Amendements organiques (4/4)					
				Qualité chimique du sol (3/3)	Maîtrise du pH du sol (3/3)					
				Utilisation d'intrants contenant des métaux lourds (2/3)						
				Qualité biologique du sol (4/4)	Risque de transfert des pesticides dans le sol (4/4)	IFT hors NODU vert (4/4)				
					Perturbations mécaniques (4/4)	Niveau d'enherbement (3/3)				
						Travail mécanique sur le rang (4/4)				
			Risque de compaction (4/4)							
		Stimulation de l'activité biologique (2/3)				Opérations de gestion du couvert de l'inter-rang (2/4)				
		Amendements organiques (4/4)								
		Qualité de l'eau (5/5)	Qualité des eaux superficielles (5/5)	Potentiel d'eutrophisation (4/4)	Risque de lixiviation du phosphore (4/4)	Risque de lixiviation des nitrates (4/4)				
							Risque de ruissellement (3/3)	Sensibilité de la parcelle au ruissellement (2/2)		
							Niveau d'enherbement (3/3)			
							Fertilisation en phosphore (4/4)	Apports de P minéral (3/3)		
						Apports de P organique (3/3)				
				Potentiel d'écotoxicité aquatique (4/5)	Risque de transfert de pesticides dans les eaux de surface (4/4)	IFT hors NODU vert (4/4)	Risque de dérive des pesticides (2/3)			
							Risque de ruissellement (3/3)			
	Risque de contamination par les métaux lourds (2/3)			Utilisation d'intrants contenant des métaux lourds (2/3)						
				Risque de ruissellement (3/3)						
Qualité des eaux souterraines (5/5)	Risque de lixiviation des nitrates (4/4)			Risque de lixiviation (3/3)	Sensibilité de la parcelle à la lixiviation (2/2)					
			Niveau d'enherbement (3/3)							
		Fertilisation en azote (4/4)	Apports de N minéral (3/3)							
			Apports de N organique (3/3)							
	Risque de lixiviation des pesticides (4/4)	IFT hors NODU vert (4/4)	Risque de lixiviation (3/3)							

Figure 31 : Explication de l'étape c) de la méthodologie 3.

Exemple : Cette technique permet par exemple de repérer rapidement les critères d'entrée influencés par ce changement de pratique : le niveau d'enherbement, le travail mécanique sur le rang, la complexité du système, les cultures associées et enfin les apports en phosphore organique. Cette même analyse sera ensuite appliquée aux critères agrégés.

➤ **Etape 4 : Synthèse des résultats**

Principe : Les divergences mises en évidence précédemment permettront de dégager les conséquences spécifiques du changement de pratique.

Exemple : Celles-ci peuvent par exemple être synthétisées sous forme de graphiques (Figure 32) pour faciliter la synthèse

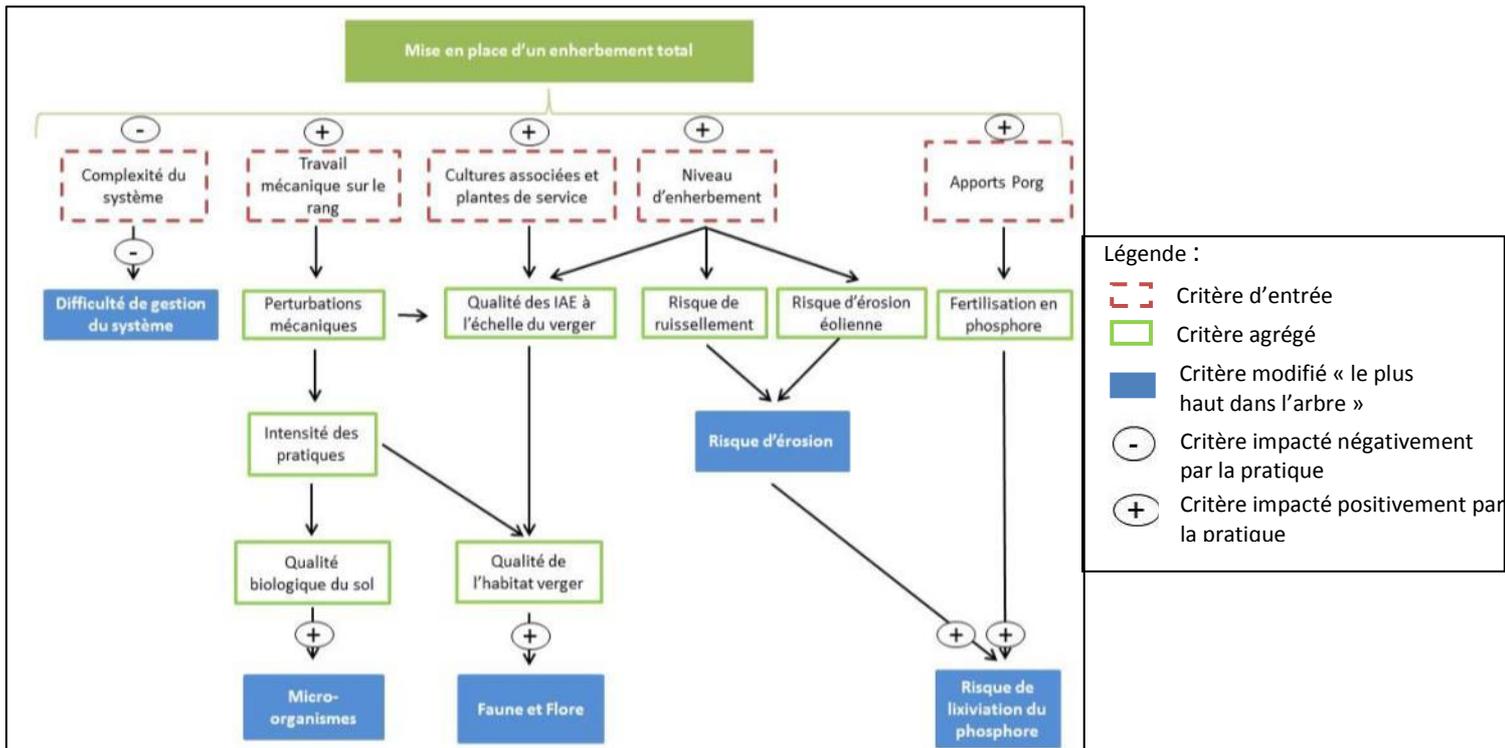


Figure 32 : Synthèse des critères modifiés par l'enherbement total.

➤ **Conclusion de la méthodologie 3 (Figure 33)**

Evaluer les conséquences d'un changement de pratique

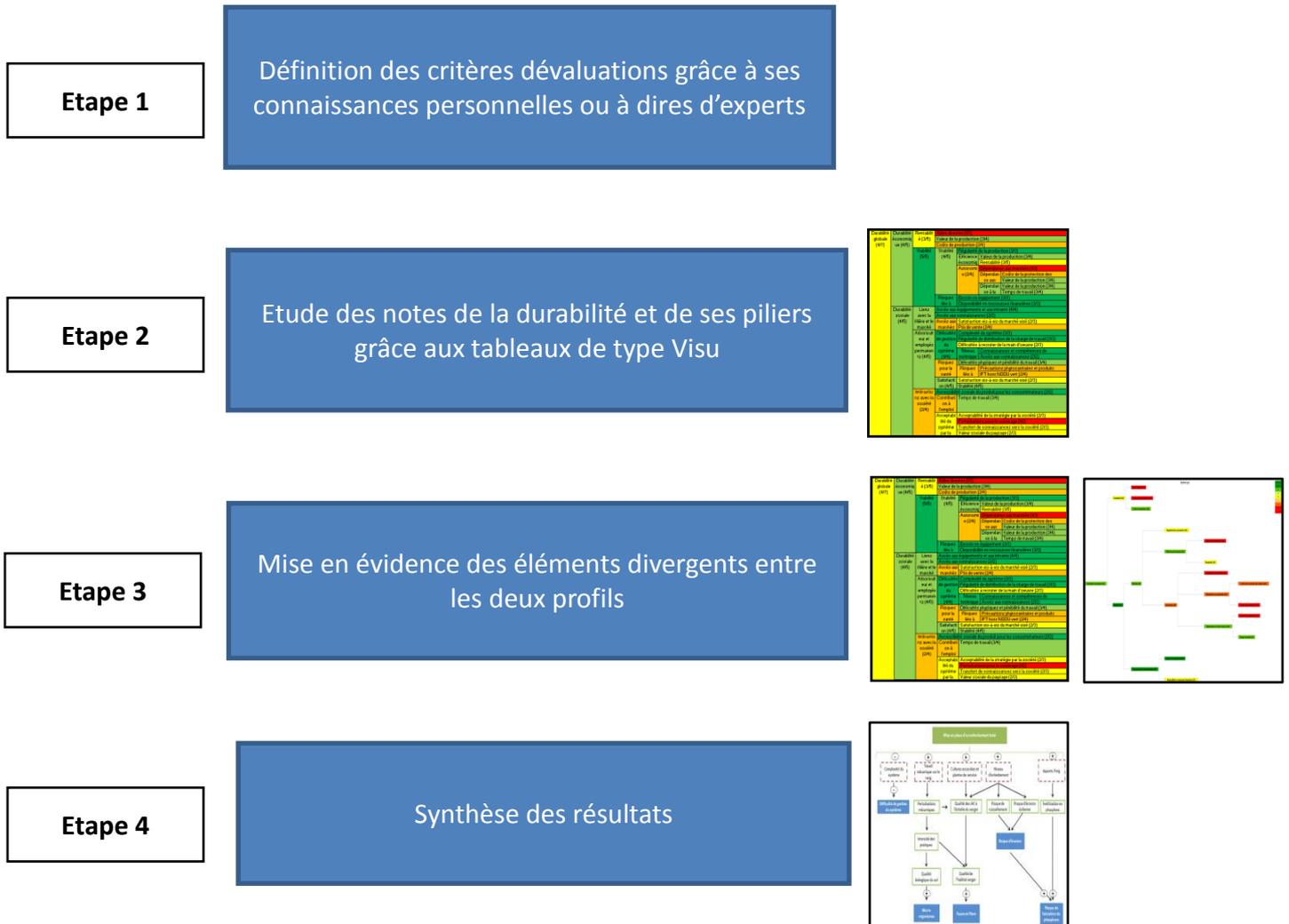


Figure 33 : Résumé de la méthodologie 3.

3.1.3. Méthodologie générale d'interprétation des résultats

Les réflexions menées sur ces différents types d'utilisations permettent de proposer une méthodologie générale pour interpréter les résultats de DEXiFruits représentée en [figure 34](#). Elle explicite chacune des étapes du cadre générique en proposant des « techniques » mobilisant les diverses représentations de DEXi et IZIEval. Elles peuvent être spécifiques ou non d'une étape ou d'un type d'utilisation. Par exemple, les pastilles de couleurs ne seront utilisées que pour la synthèse des résultats alors que les tableaux de bord sont mobilisés pour différentes étapes.

Définition du contexte : objectifs de l'analyse, public visé et identification de critères d'évaluation

Critères d'évaluation définis à partir de :

- Mots-clés résumant les objectifs → Méthodologie 1
- Connaissances personnelles ou dires d'experts → Méthodologie 3



Evaluation globale des résultats

Graphiques de performances → Méthodologie 1

Tableaux → Méthodologie 2

Tableaux de bord → Méthodologie 3



Analyse fine des résultats

Méthodologie 1

Comparer les points forts/faibles de systèmes sur une année

- Identification des indicateurs pertinents/ mots-clés
- Identification et explications des différences/similitudes entre systèmes



Méthodologie 2

Analyser la trajectoire d'un système de culture

- Mise en évidence des évolutions au cours du temps



Méthodologie 3

Identifier les conséquences d'un changement de pratiques

- Identification et analyse des divergences entre systèmes



Synthèse des résultats

Pastilles de couleur

Méthodologie 1



Tableaux synthétiques

Méthodologie 1



Méthodologie 2



Graphiques synthétiques

Méthodologie 2



Méthodologie 3



Figure 34 : Schéma récapitulant les étapes permettant d'interpréter les résultats de DEXiFruits.

3.1.4. Discussions

Cette méthodologie est un premier travail de réflexion concernant l'interprétation et de valorisation des résultats de DEXiFruits. Cette proposition semblait indispensable pour le transfert de l'outil car nous avons constaté, suite à des ateliers de transfert, que certaines personnes rencontraient des difficultés pour générer et interpréter les résultats fournis par DEXiFruits. Cette réflexion était donc nécessaire pour faciliter l'utilisation et la diffusion de l'outil.

Les résultats présentés traduisent la nécessité de bien définir les objectifs de l'analyse et de réfléchir en conséquence à l'interprétation des résultats de DEXiFruits.

La méthodologie en quatre étapes est un cadre méthodologique d'interprétation proche d'autres cadres proposés pour d'autres types d'analyses (voir cadre conceptuel de l'ACV). Cependant, les manières de réaliser ces différentes étapes et notamment les représentations graphique proposées, ne sont que des possibilités parmi d'autres. En effet, cette méthode n'a pas encore été testée et ne peut donc pas être considérée comme générique.

La méthodologie générale est intéressante car elle peut être adaptée en fonction des besoins de l'utilisateur et/ou des objectifs de l'analyse. Cependant, cette méthodologie n'est applicable que sur un petit nombre de SdC évalués. Or, DEXiFruits peut également, être mobilisé dans le cadre d'une analyse globale d'un grand nombre de SdC. Pour ce type d'utilisation, nous recommandons de ne pas réaliser d'analyse fine.

Cet outil à destination des acteurs des réseaux DEPHY, pourra par exemple, être utilisé pour identifier les systèmes économes et performants (SCEP).

3.2. Intérêt de l'outil DEXiFruits dans l'identification de systèmes économes et performants (SCEP)

L'outil DEXiFruits pourrait être utilisé par les acteurs des réseaux DEPHY, pour identifier les systèmes économes et performants (SCEP). Pour discuter cette possibilité d'utilisation, les résultats de DEXiFruits seront comparés à ceux du classement SCEP, méthodologie actuellement utilisée pour repérer les SCEP.

Ce classement permet une évaluation simplifiée et rapide du caractère économe et performant des systèmes en utilisant deux indicateurs : le chiffre d'affaires et l'IFT hors NODU Vert. À l'inverse, DEXiFruits permet une analyse plus globale des systèmes en étudiant un concept plus large (la durabilité) et en utilisant 57 critères d'entrée.

La diversité de critères pris en compte dans l'évaluation avec DEXiFruits pourrait donc conduire à des classements différents de ceux de la méthodologie SCEP.

Pour valider cette hypothèse, les deux méthodologies ont été utilisées avec les systèmes du réseau DEPHY EXPE Pomme et BioREco.

3.2.1. Comparaison des résultats de DEXiFruits et du classement SCEP

28 SdC ont été évalués :

- 6 SdC de BioREco étudiés pour l'année 2013
- 21 SdC du réseau EXPE Pomme, évalués en utilisant une moyenne entre 2013 et 2014.

Dans un premier temps, seuls les résultats de DEXiFruits portant sur les notes de durabilité globale et de ses trois piliers ont été considérés. Puis, quelques systèmes ont été sélectionnés pour être analysés finement afin de discuter des deux méthodologies.

a) Evaluation globale des résultats.

Concernant la durabilité globale évaluée par DEXiFruits, la majorité des systèmes ont obtenu des notes « faible » (2/7) ou « assez faible » (3/7) (**Tableau 8**).

Pour le classement SCEP, 79% des systèmes sont classés « Non SCEP », 4 sont classés « SCEP II » et seul le SdC Bio_Ari_13 est classé « SCEP I » (**Tableau 8**).

Tableau 8 : Classements SCEP et résultats DEXiFruits (notes de la durabilité globale et de ses trois piliers) pour 27 systèmes du réseau DEPHY EXPE

Systèmes étudiés	Classement SCEP	DEXiFruits			
		Durabilité globale (/7)	Durabilité économique (/5)	Durabilité sociale (/5)	Durabilité environnementale (/5)
A1	NS	1	1	3	2
A2	NS	3	2	4	3
A3	NS	2	2	4	1
A4	NS	2	2	4	1
C1	NS	2	2	4	2
C2	NS	1	1	3	1
D1	NS	2	1	5	2
D2	NS	2	2	4	1
D3	NS	2	3	4	1
D4	NS	2	2	4	2
D5	NS	6	2	5	5
D6	NS	6	2	5	5
E2	NS	4	1	4	5
E3	NS	4	1	4	5
F1	NS	2	2	4	2
F2	NS	3	2	4	3
F3	NS	2	2	4	2
F4	NS	2	2	4	2
Bio_Smo_13	NS	4	1	4	5
Eco_Smo_13	NS	2	1	2	5
Eco_Ari_13	NS	2	1	2	5
Rai_Smo_13	NS	2	1	2	5
B1	SCEP II	7	4	5	4
B2	SCEP II	6	3	5	5
E1	SCEP II	2	2	4	2
Rai_Ari_13	SCEP II	2	1	2	5
Bio_Ari_13	SCEP I	6	3	5	5

Dans cette étude, la majorité des résultats des méthodologies sont cohérents (85 %). Nous pouvons remarquer que les systèmes notés 1/5 pour l'un des piliers, ne sont jamais classés SCEP I (systèmes grisés dans le [tableau 8](#)). Un système jugé non durable (pour au moins un pilier) ne doit pas en effet, être considéré comme très économe et très performant (définition du SCEP I).

Cependant, des résultats sont incohérents puisque certains systèmes obtiennent des notes de durabilité élevées alors qu'ils ne sont pas identifiés comme SCEP. Par exemple, les SdC D5 et D6 notés 6/7 pour la durabilité globale, sont classés non SCEP ([Tableau 8](#)). Cette incohérence laisse suggérer que le classement SCEP n'identifie pas la totalité des systèmes potentiellement intéressants en termes de durabilité.

D'autres systèmes reconnus comme SCEP II (E1 et Rai_Ari, [Tableau 8](#)) sont peu durables selon DEXiFruits (2/7). Cela suppose que des systèmes reconnus comme économes et performants peuvent être jugés « peu durables » avec DEXiFruits.

Pour mieux identifier les causes de ces divergences de classement et discuter de nos hypothèses, les systèmes ayant des différences de classements, seront comparés à d'autres systèmes jugés cohérents.

b) Analyse fine de systèmes

Deux comparaisons de systèmes ont été effectuées en utilisant la méthodologie générale d'interprétation (Figure 34). Dans cette partie, seule la synthèse des résultats est présentée.

➤ Comparaison Rai Smoother et Rai Ariane

Les SdC Rai_Smo et Rai_Ari ont des profils de durabilité similaires (mêmes notes pour la durabilité) (Figure 35) mais ont des classements SCEP différents (respectivement SCEP II et Non SCEP) (Tableau 8).

Avec DEXiFruits, nous remarquons que les classes sélectionnées pour l'IFT Hors NODU Vert et le CA sont identiques (Figure 35). Par contre, elles sont différentes pour le classement SCEP (Figure 36).

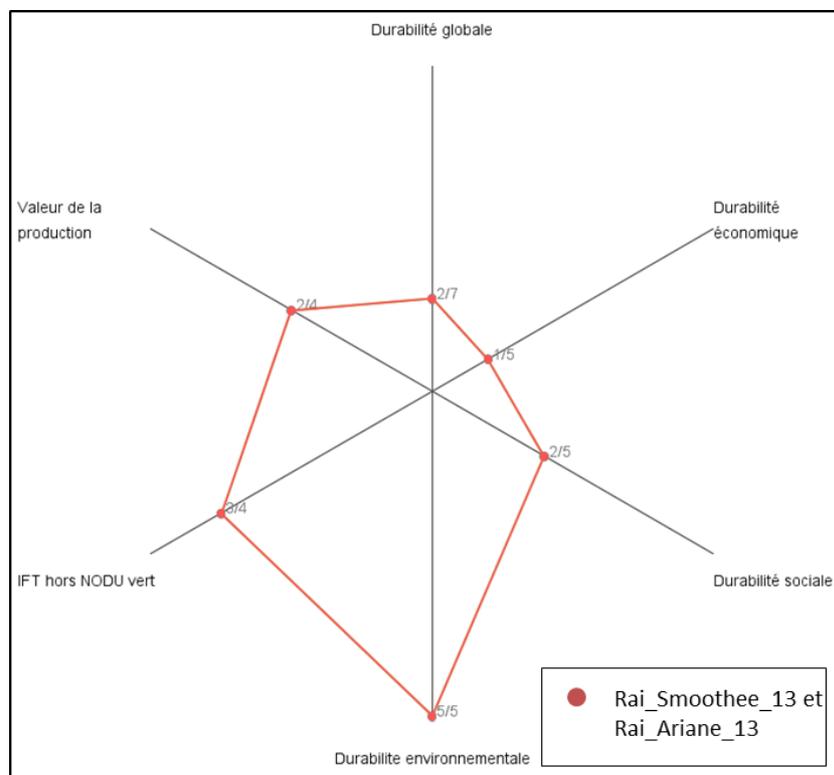


Figure 35: Graphique de performance permettant de comparer Rai_Smoother et Rai_Ariane par rapport au classement SCEP.

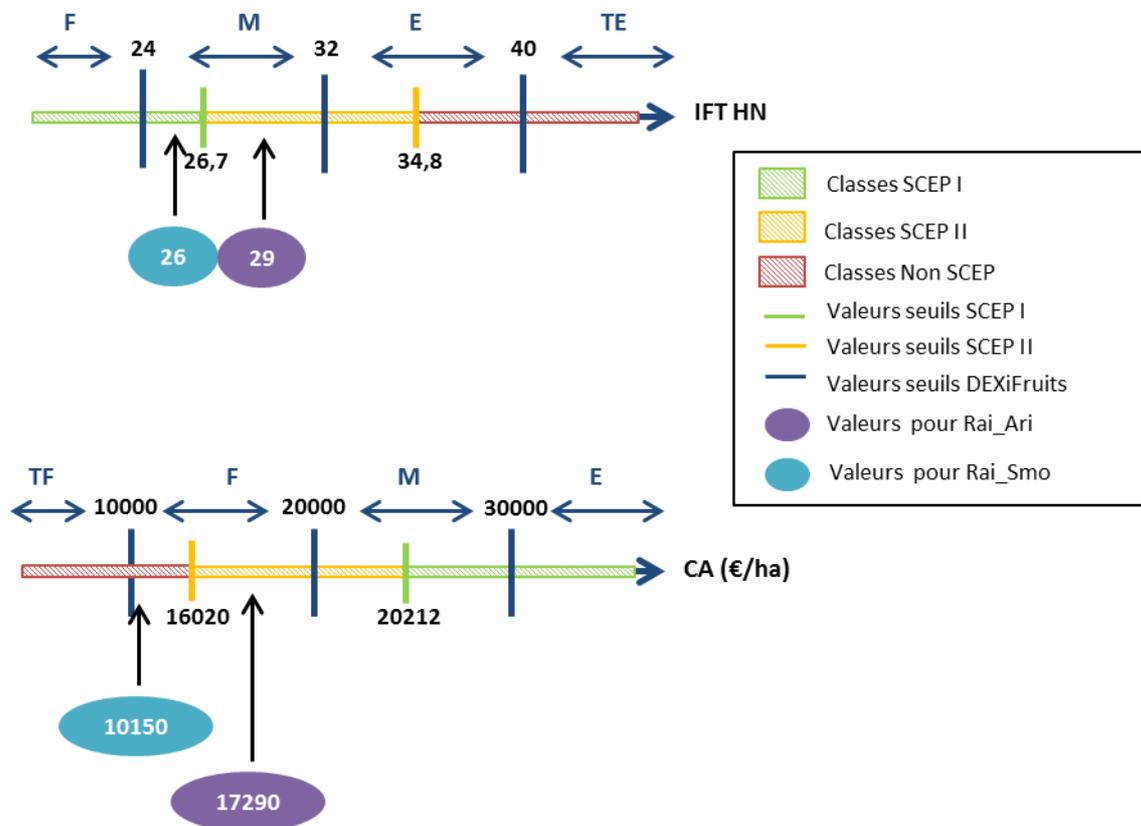


Figure 36 : Comparaison des valeurs seuils du chiffre d'affaires et de l'IFT Hors NODU Vert pour le classement SCEP et DEXiFruits.

Ces différences de classement s'expliquent par le fait que DEXiFruits et le classement SCEP n'ont pas les mêmes valeurs seuils pour le CA et l'IFT Hors NODU Vert (Figure 36). Les valeurs seuils de ces critères ont été déterminées sur la même base de données (DEPHY FERME Arbo) mais les critères ne possèdent pas le même nombre de classes (3 pour le classement SCEP et 4 pour DEXiFruits). Ces différences ont un fort impact sur les évaluations puisque le CA et l'IFT Hors NODU Vert sont des critères prépondérants dans l'évaluation de DEXiFruits.

➤ Comparaison des systèmes E1 et B1

Les systèmes E1 et B1 sont tous les deux classés SCEP II mais ont des notes de durabilité globale différentes (Tableau 9).

Tableau 9 : Résultats des classements SCEP et DEXiFruits pour B1 et E1

Systèmes étudiés	Classement SCEP	DEXiFruits			
		Durabilité globale (/7)	Durabilité économique (/5)	Durabilité sociale (/5)	Durabilité environnementale (/5)
B1	SCEP 2	7	4	5	4
E1	SCEP 2	2	2	4	2

	SdCE1	SdCB1
Durabilité globale		
Durabilité économique		
Stabilité		
Régularité de la production		
Autonomie		
<u>Valeur de la production</u>		
Coûts de la protection		
Durabilité sociale		
Durabilité environnementale		
<u>IFT Hors NODU vert</u>		
Gestion du couvert de l'inter-rang		
Biodiversité		

Tableau 10 : Pastilles de couleur résumant la comparaison des SdC B1 et E1

Suite à une analyse détaillée des résultats DEXiFruits (synthèse dans le [Tableau 10](#)), nous remarquons que la valeur de production et l'IFT Hors NODU Vert ont obtenu les mêmes notes avec DEXiFruits pour ces deux systèmes ([Tableau 10](#)). Dans ce cas-là, la divergence des deux méthodologies ne s'explique donc pas par une différence de seuillage.

Par contre, les autres critères pris en compte dans l'évaluation DEXiFruits expliquent les différences de note. Par exemple, le SdC B1 est plus autonome économiquement grâce à une meilleure régularité de la production et à de moindres coûts en protection des cultures ([Tableau 10](#)). L'irrégularité de production du SdC E1, s'explique par le fait qu'il ne soit pas encore en pleine production.

Le SdC B1 préserve aussi mieux l'environnement en favorisant la biodiversité. Par exemple, ses perturbations mécaniques sont moins importantes que pour le SdC E1 puisqu'il limite les opérations de gestion du couvert de l'inter-rang.

➤ **Conclusion intermédiaire**

Ces deux méthodologies classent différemment les systèmes mais une cohérence demeure : les systèmes classés « SCEP I » obtiennent par exemple, de bonnes notes de durabilité. A l'inverse, des systèmes jugés « Non durable » sur l'un des piliers de la durabilité, ne sont pas classés « SCEP I ».

Grâce à ces études complémentaires, nous avons pu montrer que les incohérences de classement sont essentiellement dues à la diversité des critères utilisée dans DEXiFruits, au phénomène de compensation entre les critères mais aussi à la différence de valeurs seuils entre les 2 méthodologies.

3.2.2. Discussion sur l'intérêt de DEXiFruits vis-à-vis du classement SCEP pour identifier les systèmes économes et performants

Malgré des valeurs seuils différentes, les évaluations de DEXiFruits sont, en général, cohérentes avec le classement SCEP. Ceci est dû au fait que les deux indicateurs (IFT Hors NODU Vert et chiffres d'affaires) utilisés pour définir le classement SCEP sont des critères importants dans l'évaluation de DEXiFruits. Les changements de classes de ces critères modifient donc les notes des critères les plus agrégés : la durabilité globale et ses trois piliers.

Ces deux méthodologies ne peuvent pas être considérées de la même manière car elles sont différentes de par les choix de conception et leur objet d'étude.

Le classement SCEP, actuellement utilisé dans les réseaux DEPHY, mobilise trois critères (rendement, prix de vente et IFT Hors NODU vert). Cette méthodologie est donc facile à mettre en œuvre et permet d'étudier, en peu de temps, un grand nombre de systèmes. Cependant, elle ne prend pas en compte le contexte dans lequel évolue le système alors qu'il peut influencer sur les pratiques et les décisions mises en place au sein de celui-ci.

A l'inverse, DEXiFruits nécessite 57 critères d'entrée et demande plus de temps pour être mis en œuvre sur un grand nombre de systèmes de culture.

DEXiFruits évalue la durabilité des vergers, concept bien plus large que l'identification de systèmes économes et performants. Le volet social, pris en compte dans DEXiFruits, n'est pas considéré dans le classement SCEP. Pour autant, il permet de connaître le ressenti de l'arboriculteur vis-à-vis de son SdC : un système jugé non performant par le classement SCEP peut être performant pour l'arboriculteur. Le volet économique est quant à lui, plus détaillé dans DEXiFruits et permet une évaluation plus complète de la « performance » économique. Il ne se limite pas à l'étude du chiffre d'affaires mais prend en compte la rentabilité et la viabilité du système.

En utilisant l'IFT Hors NODU Vert, le classement SCEP prend en compte le caractère « économe » en produits phytosanitaires du système. Mais il ne tient pas compte des impacts de l'utilisation de ces produits sur l'environnement et la santé humaine. La réduction des quantités de produits phytosanitaires utilisées n'est pas forcément favorable à la durabilité si elle implique l'utilisation de produits plus dangereux.

DEXiFruits, bien qu'analysant plus précisément l'impact de l'utilisation des produits phytosanitaires, est également critiquable sur ce point car la toxicité des produits utilisés n'est pas prise en compte. Cependant, des couplages avec d'autres méthodes sont envisagés et étudiés pour pallier à ce problème (couplage avec EIQ, I-N arbo (INDIGO®) et Synops).

De fait, même si ces deux méthodologies sont différentes et discutables, elles permettent d'identifier des systèmes économes et performants. Pour un grand nombre de systèmes à étudier, une première pré-sélection, en définissant le classement SCEP, permettrait de repérer les SdC économes et performants. La facilité de cette méthode a cependant quelques défauts ; nous avons notamment pu déceler que cette pré-sélection peut « rater » quelques systèmes jugés durables par l'outil DEXiFruits et les éventuelles innovations mises en place. Mais cette méthode permet déjà une bonne première sélection de systèmes. L'utilisation de DEXiFruits avec les systèmes sélectionnés, permettrait de vérifier qu'ils sont effectivement durables pour identifier et comprendre les leviers mobilisés. Ces deux méthodologies sont donc tout à fait complémentaires pour mettre en évidence les systèmes durables, économes et performants et pour l'identification de nouvelles stratégies.

Conclusion et perspectives

Aujourd'hui, la plupart des arboriculteurs doivent faire évoluer leur mode de production «conventionnel» en mobilisant des alternatives plus durables. Ce changement de stratégie est incité par le Plan ECOPHYTO qui encourage les arboriculteurs à réduire leur consommation en produits phytosanitaires.

Pour autant, ces changements ne sont pas aisés car la majorité des arboriculteurs doivent repenser leur mode de gestion, basé principalement sur l'utilisation de produits phytosanitaires. DEXiFruits, créé dans le cadre du Plan ECOPHYTO, peut accompagner les agriculteurs en leur proposant une évaluation de la durabilité de leurs systèmes de culture et une identification des leviers intéressants à mettre en œuvre.

L'objectif principal de ce stage était d'aider tout utilisateur de l'outil à bien interpréter et utiliser les résultats d'évaluation de cet outil DEXiFruits. Une méthodologie générale d'interprétation a donc été créée et incite les utilisateurs à définir leurs besoins (définition des objectifs) avant d'interpréter et discuter les résultats.

DEXiFruits conçu POUR et SUR le Plan ECOPHYTO, devrait être mobilisé par les ingénieurs réseaux afin d'évaluer les systèmes du réseau DEPHY FERME. Il pourrait également être couplé avec des bases de données telles qu'AgroSyst et permettrait d'identifier rapidement des systèmes durables et des leviers permettant une réduction de produits phytosanitaires.

Cet outil gratuit et prochainement disponible sur Internet, sera facilement utilisable par tout acteur intéressé par la démarche. Pour autant, des efforts de communication devront être fournis pour éviter que l'outil ne « tombe aux oubliettes » (formations, tutoriel...). De plus, la diffusion de l'outil pourrait être envisagée dans des établissements d'enseignement agricole où il pourrait servir de support pédagogique pour des enseignements techniques et de découverte de la problématique de durabilité des systèmes de culture.

Lors de l'atelier de transfert au congrès d'Innohort, certains chercheurs étrangers et notamment américains étaient fortement intéressés par cet outil. Il serait donc intéressant d'adapter l'outil pour un développement à l'international. Cette adaptation demanderait une réflexion sur la structure de l'arbre et les critères employés. Par exemple, l'IFT mobilisé à de nombreuses reprises dans l'arbre, n'est pas utilisé dans certains pays comme aux USA.

Enfin, le travail proposé dans ce rapport est le fruit des premières réflexions concernant l'interprétation des résultats de DEXiFruits. La méthodologie proposée devra être utilisée avec d'autres systèmes et réseaux pour prouver sa généricité. Elle sera notamment utilisée pour étudier des systèmes du réseau DEPHY FERME répertoriés dans la base de données du GrCeta.

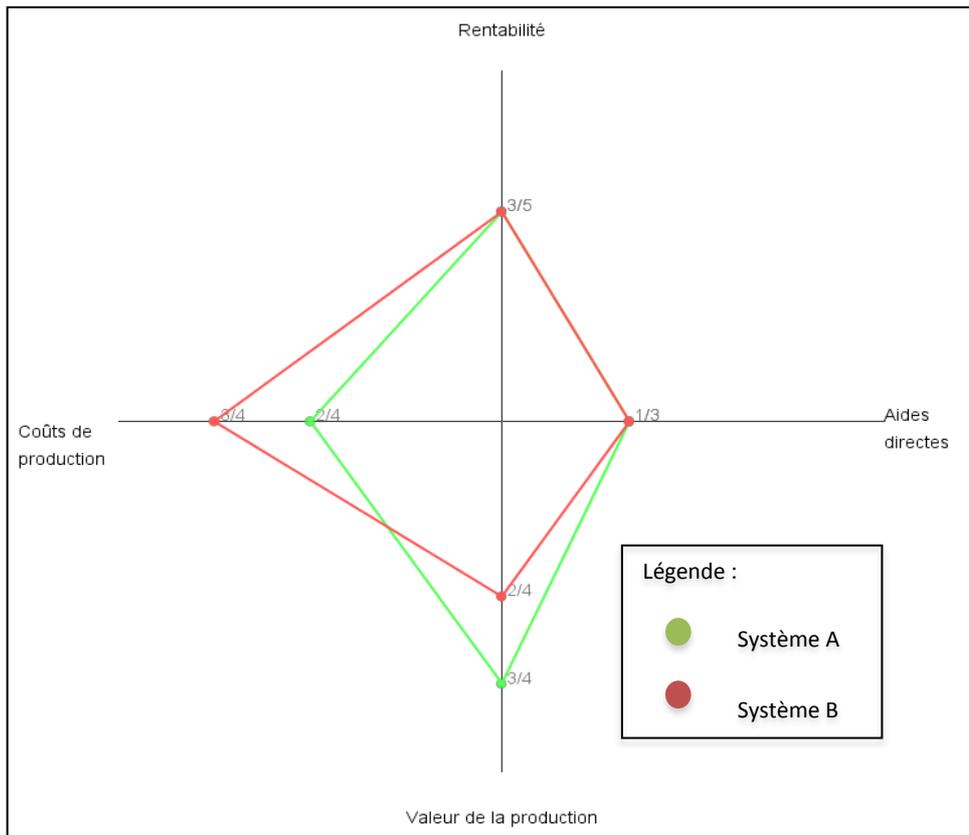
ANNEXES

Table des annexes

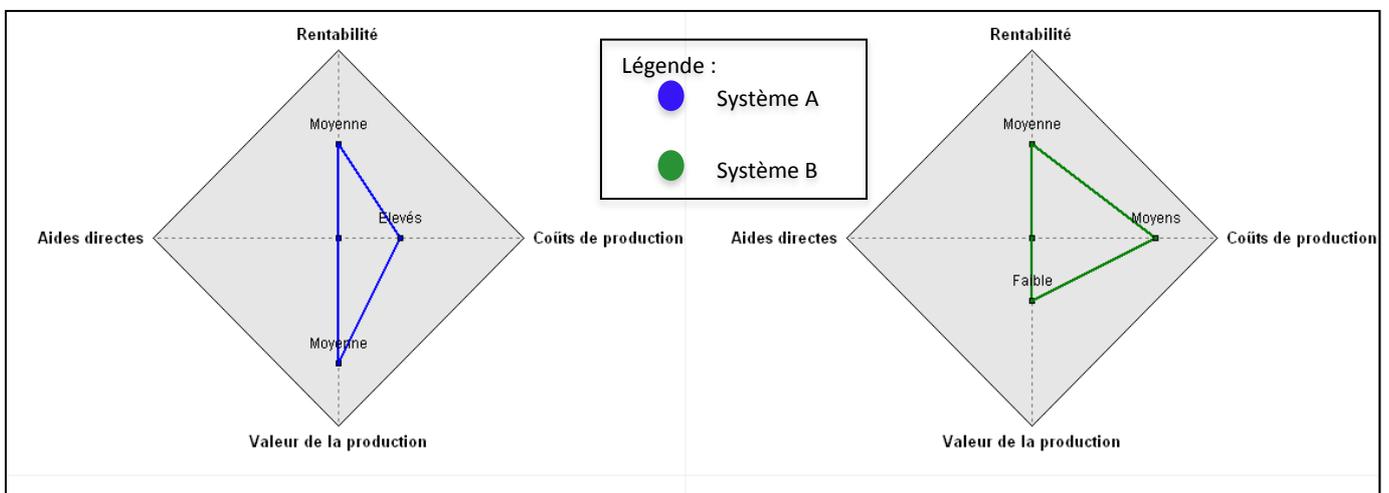
<i>Annexe 1 : Graphiques de performances</i>	<i>55</i>
<i>Annexe 2 : Tableaux de bord de type IZIEval.....</i>	<i>56</i>
<i>Annexe 3 : Tableau de bord de type Visu</i>	<i>57</i>
<i>Annexe 4 : Interprétation des résultats de DEXiFruits pour EcoPêche</i>	<i>58</i>
<i>Annexe 5 : Interprétation des résultats pour 6 systèmes de culture de BioREco</i>	<i>71</i>
<i>Annexe 6 : Conséquences de l'enherbement total sur la durabilité des systèmes de vergers de pêchers « Bénédicte ».....</i>	<i>73</i>
<i>Annexe 7 : Liste des critères d'entrée de DEXiFruits.....</i>	<i>76</i>
<i>Annexe 8: L'arbre hiérarchique de DEXiFruits</i>	<i>84</i>
<i>Annexe 9 : Classements SCEP et évaluation DEXiFruits des SdC du réseau DEPHY EXPE Pomme</i>	<i>89</i>

Annexe 1 : Graphiques de performances

Ces deux graphiques ont été construits pour deux systèmes de culture (A et B) et pour quatre critères : les aides directes, les coûts de production, la valeur de production et la rentabilité (critère agrégé à partir des trois autres).

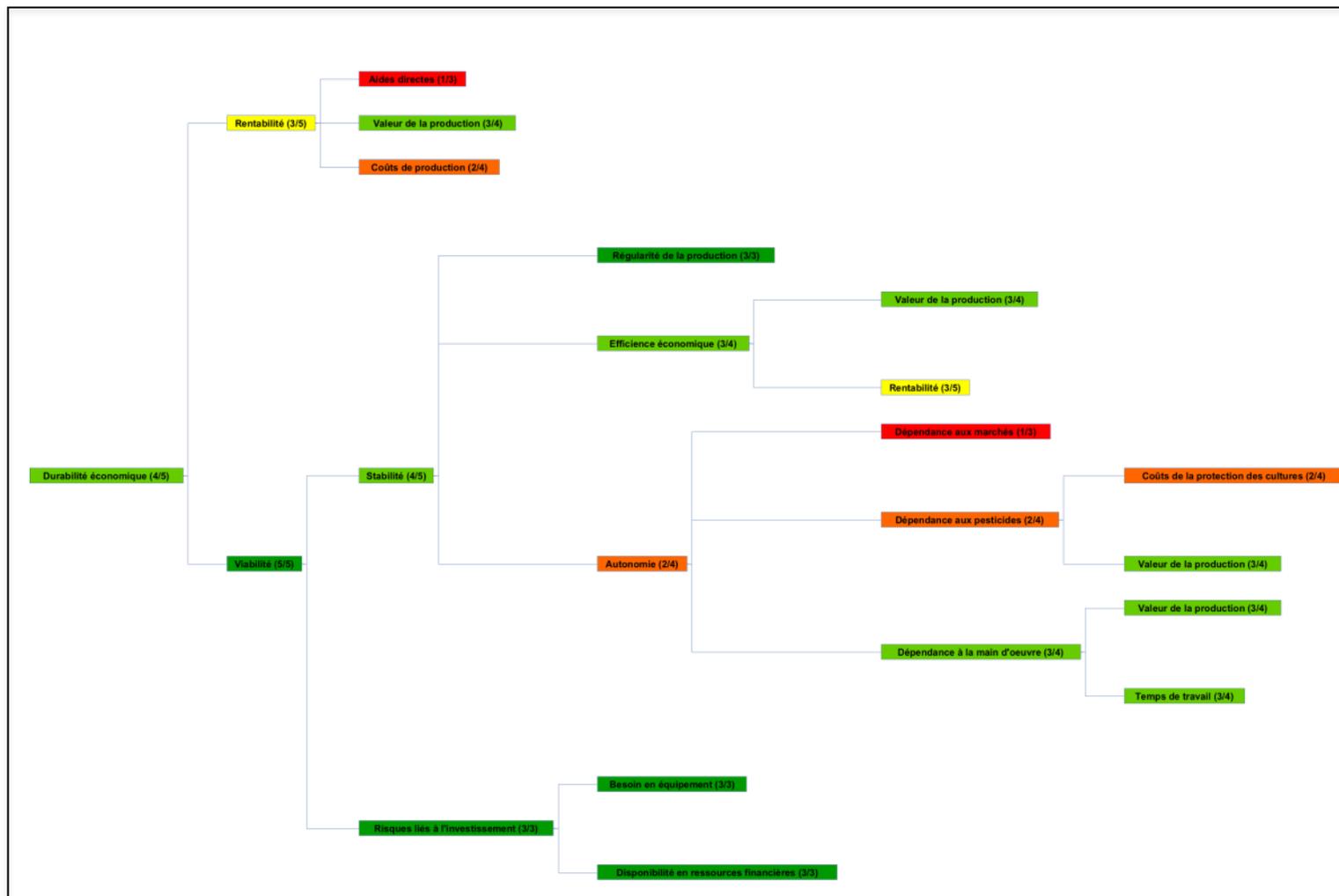


Graphique de performances construit sous IZIEval (capture d'écran)



Graphiques de performances construits sous DEXi (capture d'écran)

Annexe 2 : Tableaux de bord de type IZIEval



Légende :

Couleur	Nombre de classe						
	2	3	4	5	6	7	
	(1/2)	(1/3)	(1/4)	(1/5)	(1/6)	(1/7)	
	(2/2)	(2/3)	(2/4)	(2/5)	(2/6)	(2/7)	
		(3/3)	(3/4)	(3/5)	(3/6)	(3/7)	
			(4/4)	(4/5)	(4/6)	(4/7)	
				(5/5)	(5/6)	(5/7)	
					(6/6)	(6/7)	
						(7/7)	

Exemple de la durabilité économique du système type pour la pomme à couteau

Annexe 3 : Tableau de bord de type Visu

Durabilité globale (4/7)	Durabilité économique (3/5)	Rentabilité (3/5)	Aides (1/3)			
			Valeur de la production (1/4)			
			Coûts de production (3/4)			
		Viabilité (3/5)	Stabilité (3/5)	Régularité de la production (2/3)		
				Efficience économique (2/4)	Valeur de la production (1/4)	
				Rentabilité (3/5)		
			Autonomie (3/4)	Dépendance aux marchés (2/3)		
				Dépendance aux pesticides (3/4)	Coûts de la protection des cultures (4/4)	
				Dépendance à la main d'oeuvre (3/4)	Valeur de la production (1/4)	
		Risques liés à l'investissement (2/3)		Besoin en équipement (2/3)	Disponibilité en ressources financières (3/3)	
		Durabilité sociale (2/5)	Liens avec la filière et les marchés (2/5)	Accès aux équipements et aux intrants (4/4)		
				Accès aux connaissances (2/2)		
	Accès aux marchés (1/4)			Satisfaction vis-à-vis du marché visé (1/3)		
	Arboriculteur et employés permanents (3/5)		Difficultés de gestion du système (3/4)	Complexité du système (3/3)		
				Régularité de distribution de la charge de travail (2/3)		
				Difficultés à recruter de la main d'oeuvre (1/3)		
			Risques pour la santé (3/4)	Niveau technique (3/3)	Connaissances et compétences de l'arboriculteur et de ses employés (3/3)	
				Accès aux connaissances (2/2)		
				Difficultés physiques et pénibilité du travail (2/4)		
	Satisfaction (2/5)		Risques liés à l'utilisation de pesticides (3/4)	Précautions phytosanitaires et produits dangereux (3/4)		
			IFT hors NODU vert (3/4)			
			Satisfaction vis-à-vis du marché visé (1/3)			
	Intéactions avec la société (2/4)	Stabilité (3/5)				
		Accessibilité sociale du produit pour les consommateurs (2/2)	Temps de travail (4/4)			
Contribution à l'emploi (1/4)		Acceptabilité de la stratégie par la société (2/3)				
Acceptabilité du système par la société et le voisinage (2/3)		Perturbations pour le voisinage (1/2)				
		Transfert de connaissances vers la société (2/3)				
Valeur sociale du paysage (3/3)						

Légende :

Couleur	Nombre de classe					
	2	3	4	5	6	7
	(1/2)	(1/3)	(1/4)	(1/5)	(1/6)	(1/7)
	(2/2)	(2/3)	(2/4)	(2/5)	(2/6)	(2/7)
		(3/3)	(3/4)	(3/5)	(3/6)	(3/7)
			(4/4)	(4/5)	(4/6)	(4/7)
				(5/5)	(5/6)	(5/7)
					(6/6)	(6/7)
						(7/7)

Exemple des durabilités économique et sociale pour un système évalué dans le cadre du stage

Annexe 4 : Interprétation des résultats de DEXiFruits pour EcoPêche

Objectifs de l'analyse: Comparaison des trois systèmes de culture de l'expérimentation système «EcoPêche», mise en place pour étudier les possibilités de réduction des intrants tout en gardant leurs performances économiques. L'analyse a été réalisée pour la campagne 2013/2014.

Public visé : personnes souhaitant communiquer sur l'expérimentation.

1. Généralités

Cette analyse a été réalisée sur trois vergers de pêcheurs de 0.25 ha chacun :

- Le **SdC_Bio** conduit en agriculture biologique.
- Le **SdC_Rai** est défini comme le système de référence. Les pratiques mises en place correspondent à la moyenne de celles employées par les producteurs en PFI¹⁹.
- Le **SdC_Bas** ou « économes en intrants », est conduit de manière à diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires en mettant en place des innovations techniques et des règles de décision plus risquées.

2. Contexte de l'étude

Deux variétés sont utilisées au sein de ces systèmes : Surprise pour le SdC_Rai et Elise pour les deux autres. La première n'est pas adaptée aux SdC_Bio et SdC_Bas car elle est plus floribonde qu'Elise et demande donc plus de temps d'éclaircissage.

Les systèmes situés les uns à côté des autres, sont soumis au même contexte. Ils profitent par exemple d'une bonne disponibilité en eau et d'un paysage très diversifié et hétérogène tant au niveau régional qu'au niveau de l'exploitation. Des haies riches sont installées et les aménagements favorisant la biodiversité sont nombreux.

Au niveau social, les personnes gérant ces trois systèmes sont compétentes et disposent facilement des intrants et du matériel dont elles ont besoin.

Les critères d'évaluations pour cette analyse :

- Rentabilité et viabilité économiques : analyse de la branche économique
- Réduction des intrants (fertilisants et produits phytosanitaires) : prend en compte tous les critères en lien avec la quantité d'intrants utilisée et leurs coûts : IFT Total²⁰, IFT hors NODU Vert²¹, apports en azote minéral, utilisation de fertilisants non renouvelables, coûts de la protection des cultures...
- Impacts sur l'environnement : potentiel d'écotoxicité aquatique, potentiel de réchauffement climatique...
- Impacts sur le consommateur, l'arboriculteur et ses employés : Risques liés à l'utilisation des pesticides, risques pour la santé...

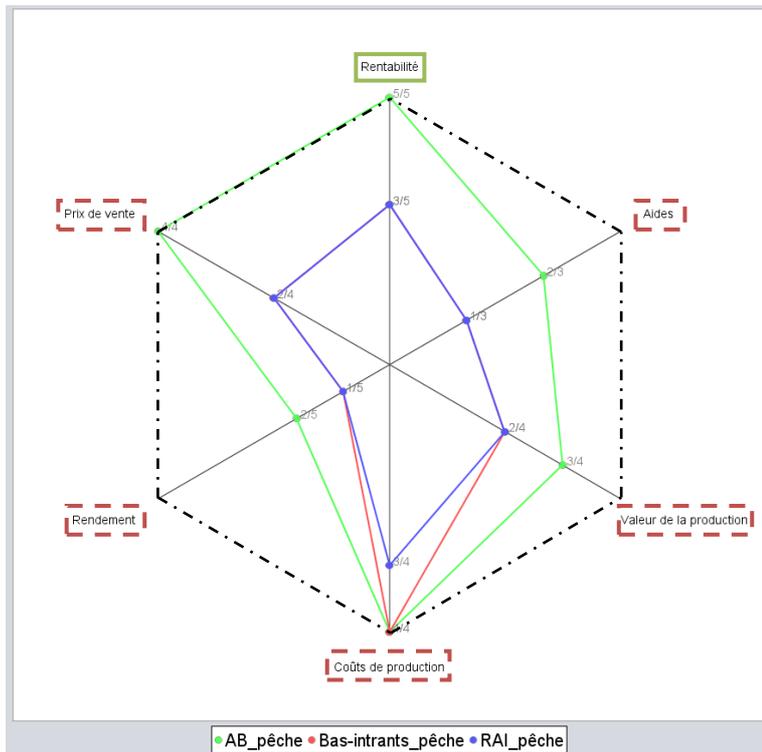
¹⁹ La Production Fruitière Intégrée (PFI) désigne « des systèmes de production économique de fruits et légumes de haute qualité donnant la priorité aux méthodes plus sûres au niveau environnemental, minimisant les effets secondaires et l'utilisation de produits agrochimiques, afin d'améliorer la protection de l'environnement et la santé humaine » (définition de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB)).

²⁰ L'IFT compare, pour chaque produit phytosanitaire utilisé, la dose appliquée à la dose homologuée en tenant compte de la surface traitée

²¹ . L'IFT Hors NODU Vert ne prend pas en compte les produits inscrits sur la liste du « NODU²¹-Vert-Biocontrôle »

3. Ces systèmes sont-ils rentables et viables économiquement ?

3.1. Les SdC sont-ils rentables ?



Appréciation des notes dans le graphique de performance

Légende :

- AB_pêche
- Bas-intrants_pêche
- RAI_pêche
- ▭ Critères agrégés dans DEXiFruits
- ▭ Critères d'entrée dans DEXiFruits
- Profil reliant les meilleures notes

Précisions concernant le critère agrégé :
 - **Rentabilité** : dépend des aides directes, de la valeur de production et des coûts de production.

Graphique de performances expliquant la rentabilité

Globalement, la « rentabilité » est bonne dans le SdC_Bio alors qu'elle est moyenne dans les deux autres systèmes.

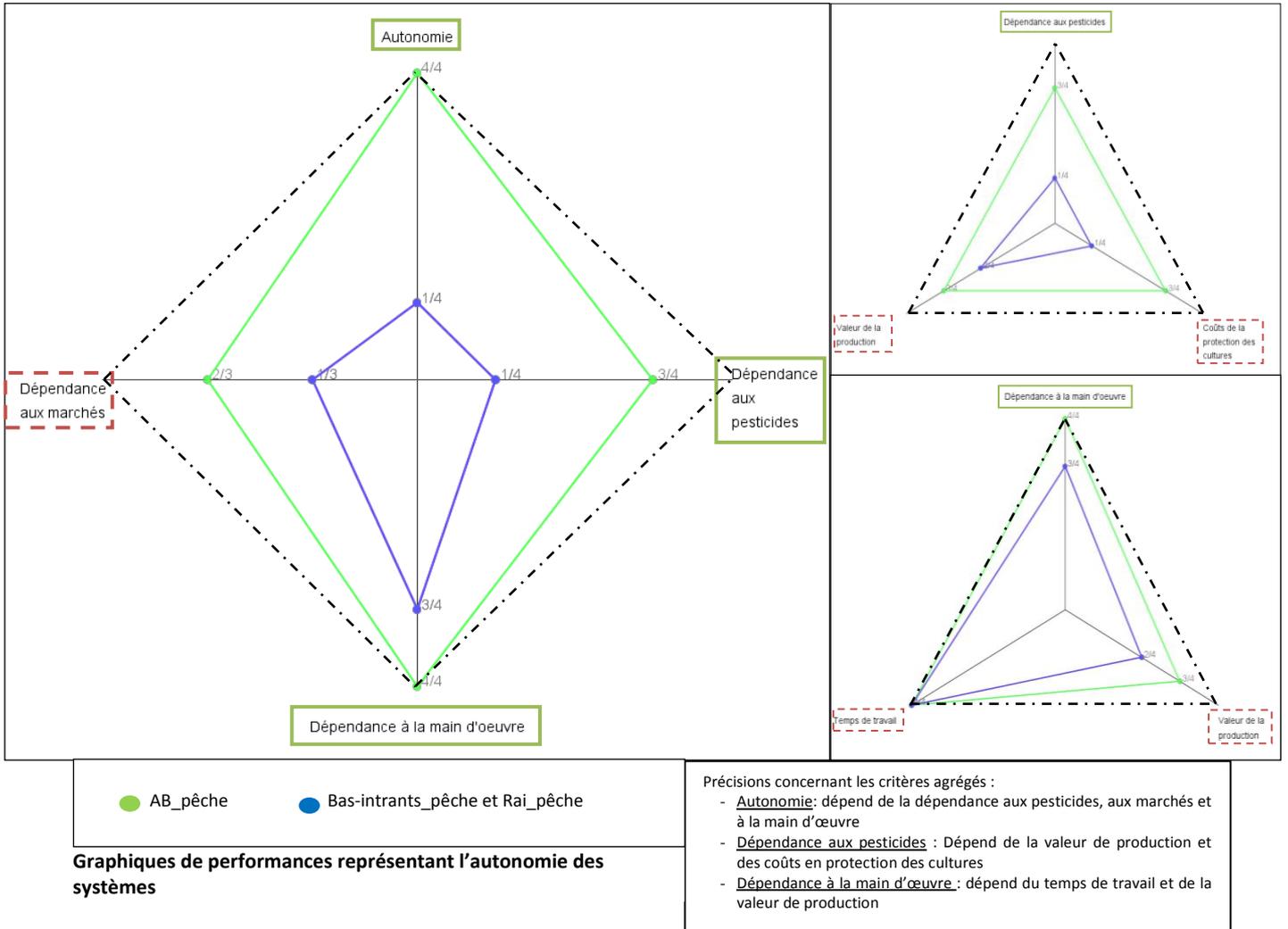
Pour le SdC_Bio cela s'explique par une valeur de production correcte (le faible rendement est « compensé » par un prix de vente très élevé), des coûts de production relativement faibles et des aides directes supplémentaires.

Les deux autres systèmes possèdent une faible valeur de production car leur rendement, similaire à celui du SdC_Bio n'est pas bien valorisé (le prix de vente pour les SdC_Bas et SdC_Rai est très inférieur à celui appliqué pour le SdC_Bio).

3.2. Sont-ils viables ?

Pour être viables économiquement, les systèmes doivent dans un premier temps être autonomes.

- Les systèmes sont-ils autonomes économiquement?

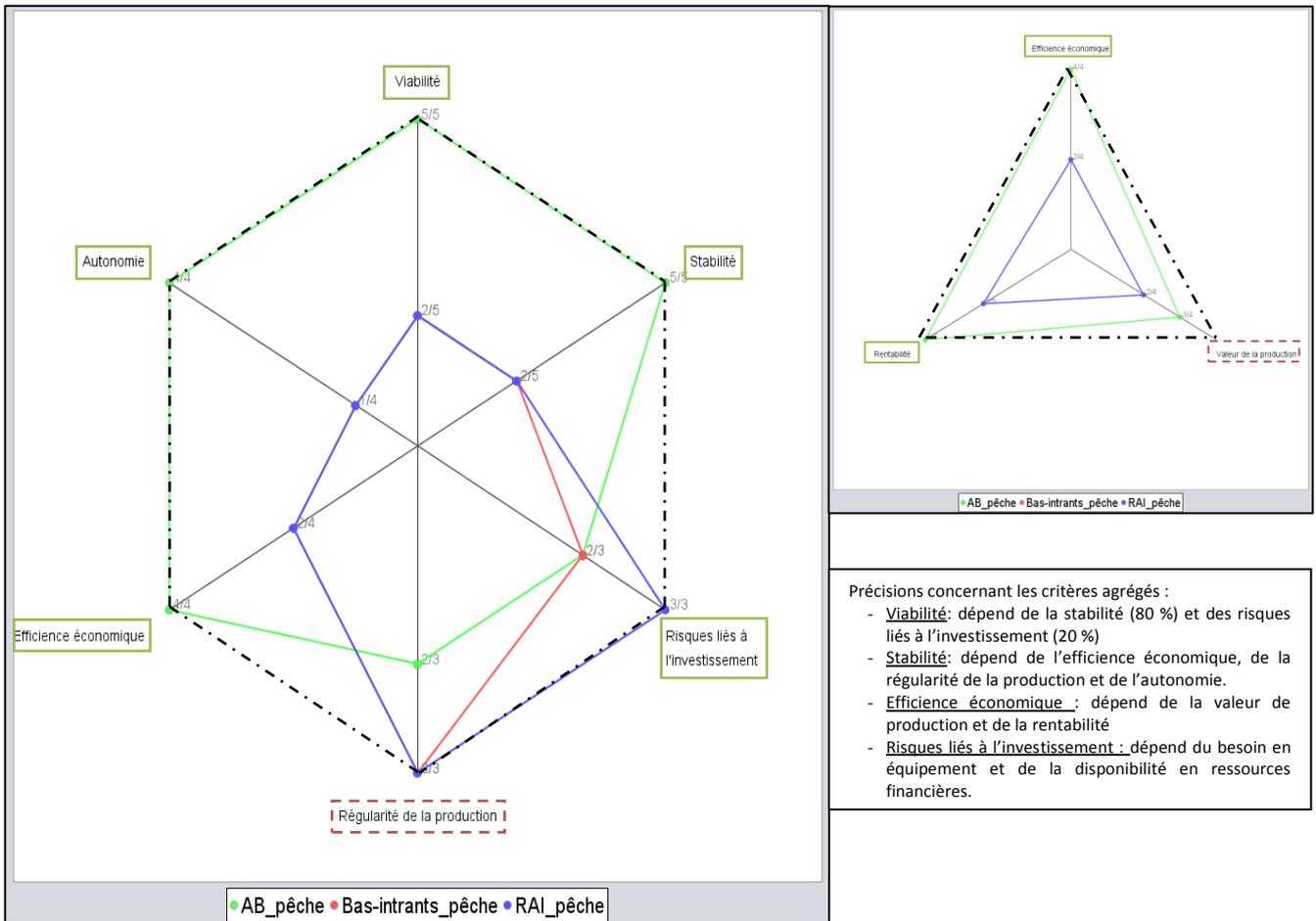


De manière générale, nous remarquons que le SdC_Bio est plus autonome économiquement que les deux autres systèmes qui possèdent le même profil.

La meilleure valeur de production et de plus faibles coûts en protection des cultures permettent au SdC_Bio d'être moins dépendant des pesticides et de la main d'œuvre. Il est aussi jugé peu dépendant du marché car la pêche AB étant actuellement très recherchée, de nouveaux circuits de commercialisation seraient potentiellement faciles à trouver.

Les SdC_Rai et SdC_Bas sont peu autonomes à cause de fortes dépendances à la main d'œuvre et aux pesticides. Ces dépendances s'expliquent en partie par la valeur de production, jugée moins bonne que celle du SdC_Bio et pour les pesticides à d'importants coûts en protection des cultures. Ils sont aussi fortement dépendants de leur circuit de commercialisation.

- **Les systèmes sont-ils viables économiquement?**



Précisions concernant les critères agrégés :

- **Viabilité** : dépend de la stabilité (80 %) et des risques liés à l'investissement (20 %)
- **Stabilité** : dépend de l'efficience économique, de la régularité de la production et de l'autonomie.
- **Efficience économique** : dépend de la valeur de production et de la rentabilité
- **Risques liés à l'investissement** : dépend du besoin en équipement et de la disponibilité en ressources financières.

Graphiques de performances représentant la viabilité des systèmes

Cette évaluation montre que le SdC_Bio est plus viable économiquement que les deux autres systèmes. La viabilité étant principalement expliquée par la stabilité du système, nous obtenons les mêmes tendances pour ce critère.

Malgré des irrégularités de production, le SdC_Bio reste tout de même stable économiquement de par son importante autonomie et sa bonne efficience vis-à-vis de l'utilisation des intrants.

L'instabilité économique des SdC_Rai et SdC_Bas s'explique par sa faible autonomie et son manque d'efficience économique.

4. Les produits phytosanitaires

4.1. Les SdC_Bio et SdC_Rai utilisent-ils moins de pesticides que le SdC_Rai ?

La dépendance aux pesticides est bien plus importante pour les SdC_Rai et SdC_Bas par rapport au SdC_Bio. Pour préciser cette analyse, nous pouvons étudier des critères de quantités et de coûts en lien avec l'utilisation de produits phytosanitaires :

Valeurs des IFT (total et hors NODU vert) et des coûts de la protection des cultures pour les trois systèmes d'Ecopêche

	SdC_RAI	SdC_BIO	SdC_ECO
IFT total	20	14	16
IFT hors NODU vert	20	11	14
Coûts de la protection (€/ha)	2314	1287	1477

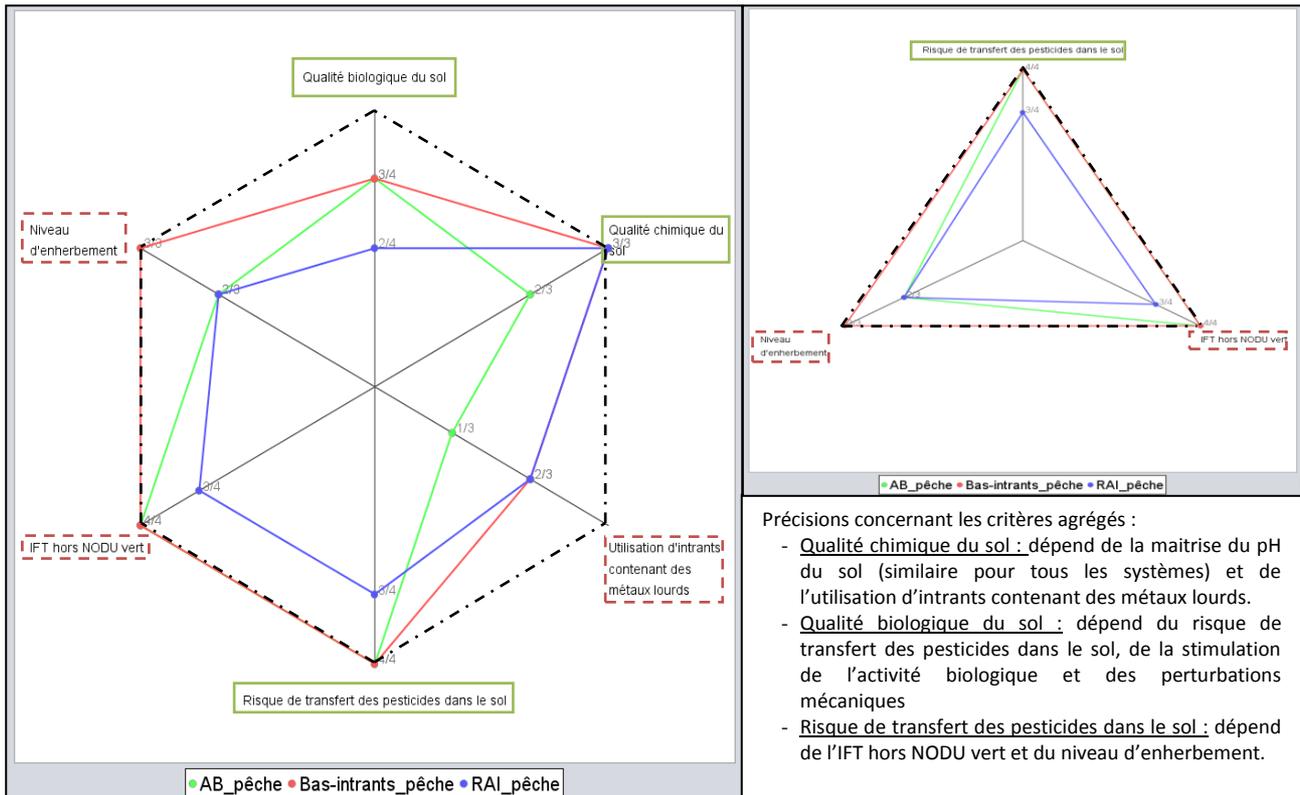
Les SdC_Bio et SdC_Bas utilisent moins de produits phytosanitaires et ont des coûts en protection des cultures moins importants que le SdC_Rai. Par contre, ces SdC utilisent, en substitution, plus de produits NODU Vert, jugés plus respectueux de l'environnement et de la santé humaine.

4.2. Quels sont les impacts de cette réduction d'utilisation des pesticides ?

- Risques pour la santé des arboriculteurs

Les risques pour la santé de l'arboriculteur sont relativement faibles pour tous les systèmes. En effet, les IFT sont relativement faibles et l'arboriculteur utilise peu de produits phytosanitaires toxiques (T+, T ou Xi), manipule correctement son matériel et applique correctement les consignes de sécurité.

- Risques de pollution du sol

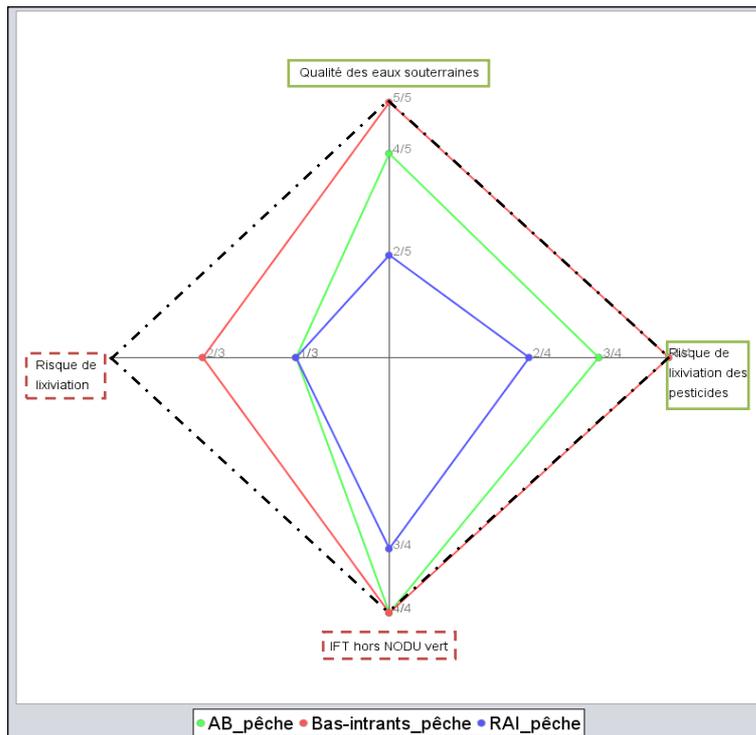


Graphiques de performances représentant les critères en lien avec les risques de pollution du sol

La qualité chimique du sol est fortement impactée par l'utilisation de produits phytosanitaires contenant des métaux lourds car une fois dans le sol, ils se lient avec ses matières organiques et ses éléments minéraux. Pourtant, le cuivre et d'autres métaux lourds sont fortement utilisés dans les systèmes conduits en AB car ils sont souvent les seuls moyens de lutte efficaces à disposition des arboriculteurs. Ainsi, le SdC_Bio qui utilise une forte quantité de cuivre, affecte plus fortement la qualité chimique du sol que les deux autres systèmes de culture.

L'usage des produits phytosanitaires joue aussi sur la qualité biologique du sol car ils détruisent une partie de sa vie microbologique. De ce fait, les systèmes comme SdC_Rai ayant un IFT hors NODU vert important aggravent le risque de transfert des pesticides dans le sol et altèrent la qualité biologique du sol. Par contre, le SdC_Bas tend à mieux la préserver car son enherbement total limite fortement les risques de transfert des pesticides dans le sol.

- **Risques de pollution des eaux**



Précisions concernant les critères agrégés :

- Qualité des eaux souterraines : dépend des risques de lixiviation des nitrates et des pesticides
- Risque de lixiviation des pesticides : dépend du risque de lixiviation et de l'IFT hors NODU vert

Graphique de performances représentant les critères expliquant les risques de pollution des eaux

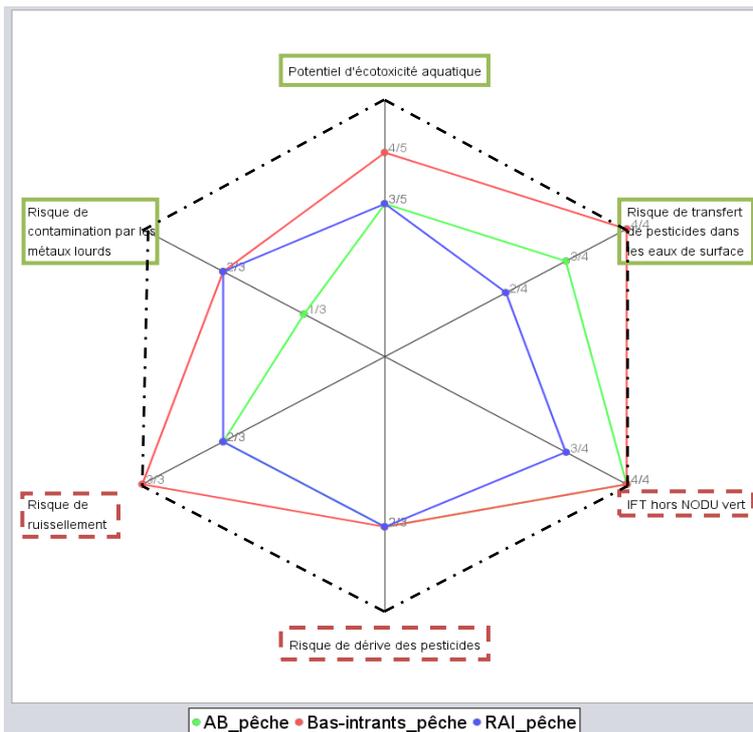
La qualité des eaux souterraines dépend en partie du risque plus ou moins important de lixiviation des pesticides.

Le SdC_Bas est le système qui limite le plus le risque de transfert des pesticides et préserve bien la qualité de eaux souterraines : il utilise modérément les produits phytosanitaires et son enherbement total agit comme une « barrière » à la lixiviation des pesticides.

Le SdC_Bio préserve aussi la qualité des eaux souterraines mais moins efficacement que le SdC_Bas car il n'est pas enherbé totalement.

Enfin, le SdC_Rai est le système ayant le plus d'effets négatifs sur la qualité des eaux. En effet, les risques de transfert de pesticides sont fortement augmentés car le système utilise une plus grande quantité de produits phytosanitaires et ne possède pas d'enherbement total.

- **Effets sur les eaux superficielles : le potentiel d'écotoxicité aquatique**



Précisions concernant les critères agrégés :

- Potentiel d'écotoxicité aquatique : dépend du risque de transfert des pesticides dans les eaux de surface et du risque de contamination par les métaux lourds
- Risque de transfert des pesticides dans les eaux de surface : dépend du risque de ruissellement, de l'IFT hors NODU vert et du risque de dérive des pesticides.
- Risque de contamination par les métaux lourds : dépend du risque de ruissellement et de l'utilisation d'intrants contenant des métaux lourds

Graphique de performances en lien avec l'écotoxicité aquatique

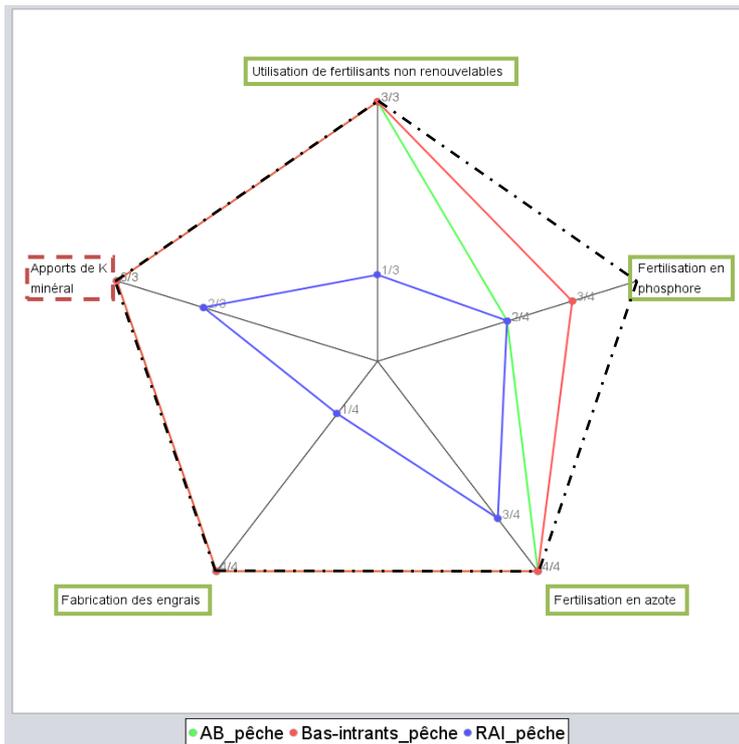
Le potentiel d'écotoxicité aquatique est fortement dépendant du risque de transferts des pesticides (contenant ou non des métaux lourds), lui-même impacté par le ruissellement (élevé dans tous les cas) et l'enherbement.

Le SdC_Bas limite ces risques du fait de l'utilisation raisonnée de produits phytosanitaires et de son enherbement total, limitant fortement les risques de ruissellement (eux-mêmes impliqués dans les risques de transferts des pesticides).

Les SdC_Bio et SdC_Rai semblent avoir un potentiel d'écotoxicité aquatique plus important. Pour le SdC_Bio, cela s'explique principalement par le risque de contamination à cause des métaux lourds. Dans l'autre système, les risques de transferts des pesticides sont plus importants à cause de l'utilisation importante de produits phytosanitaires et de l'enherbement partiel qui ne limite pas assez ces transferts.

5. Les fertilisants organiques et minéraux

5.1. Les SdC_Bio et SdC_Bas utilisent-ils moins de fertilisants que le SdC_Rai ?



Précisions concernant les critères agrégés :

- Fertilisation en phosphore : regroupe les apports en P_{\min} et P_{org}
- Fertilisation en azote : les apports en N_{\min} et N_{org}
- Utilisation de fertilisants non renouvelables : prend en compte P_{\min} et K_{\min}
- Fabrication des engrais : N_{\min} , P_{\min} et K_{\min}

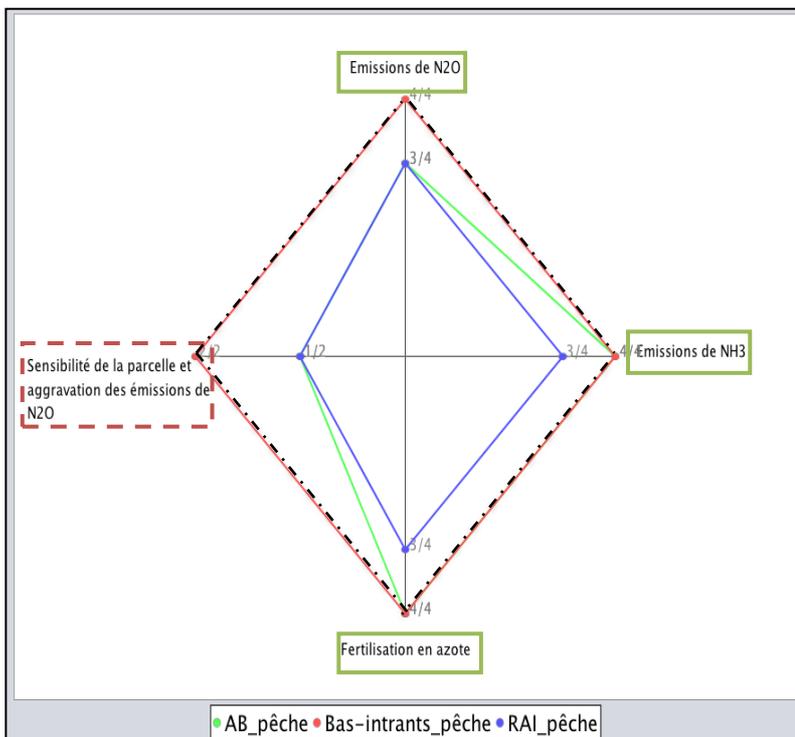
Globalement, le SdC_Bas est celui qui consomme le moins d'engrais.

Le SdC_Bio utilise exclusivement des engrais organiques puisque les minéraux sont proscrits du cahier des charges de l'Agriculture Biologique. Ce système consomme néanmoins, trop de phosphore. Le SdC_Rai utilisant exclusivement des engrais minéraux a une consommation élevée.

Graphique de performances permettant de discuter de l'utilisation de fertilisants dans les trois systèmes Ecopêche

5.2. Quelles sont les conséquences d'une moindre utilisation de fertilisants ?

- Les effets sur la qualité de l'air



Précisions concernant les critères agrégés :

- Emissions de N2O : dépend de la fertilisation en azote, de la sensibilité de la parcelle et des pratiques aggravant les émissions de N2O.
- Emissions en NH3 : de la fertilisation en azote

Le protoxyde d'azote (N2O) et l'ammoniac (NH3) sont des gaz à effet de serre dont les émissions proviennent principalement des activités agricoles et notamment de l'utilisation de fertilisants azotés.

Les émissions de NH3 sont plus modérées pour les SdC_Bio et SdC_Bas puisque la fertilisation azotée est utilisée en moindre quantité par rapport à celle du SdC_Rai.

Graphique de performances en lien avec les émissions de N2O et NH3

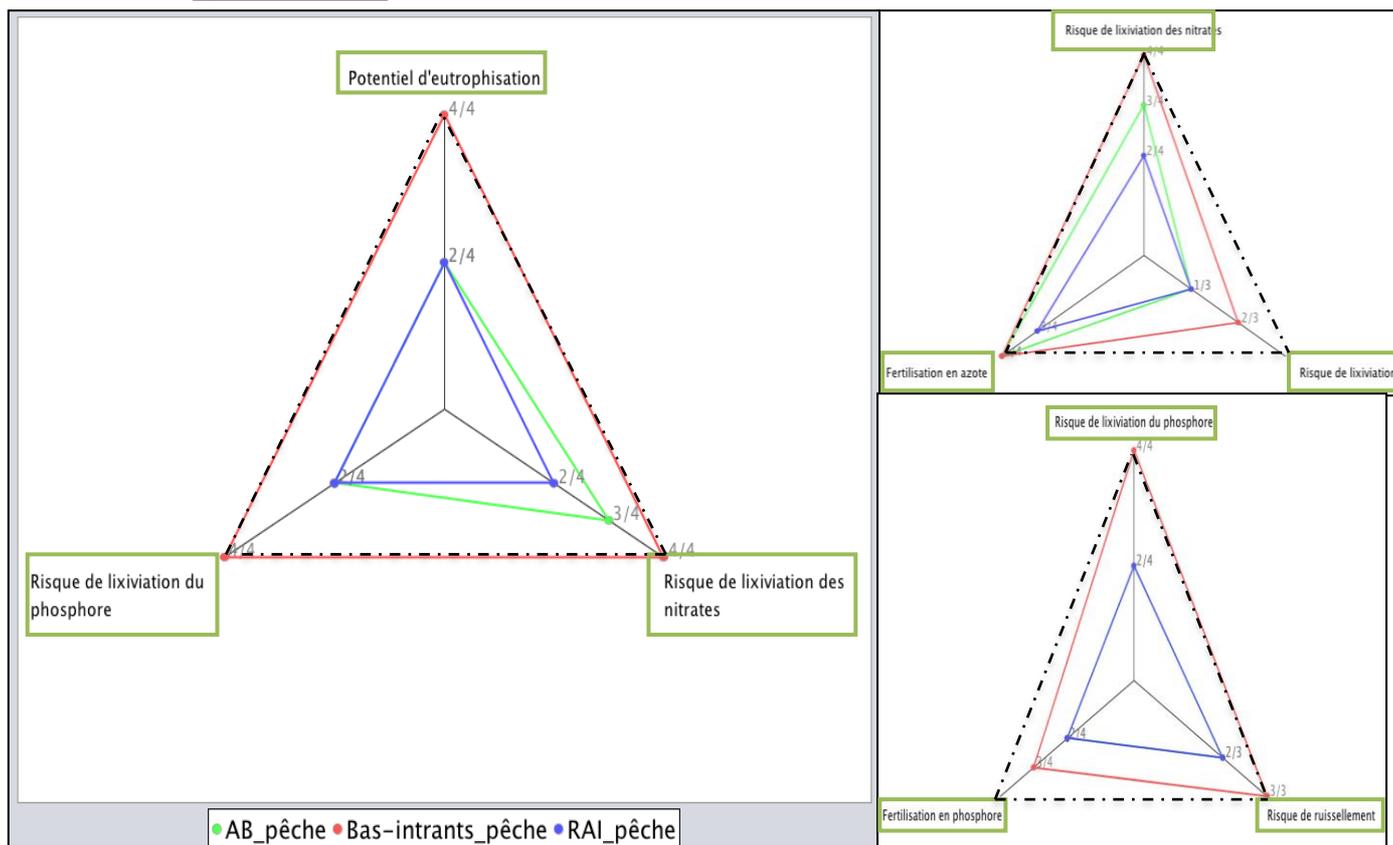
Les émissions en N2O sont très faibles dans le SdC_Bas en rapport avec une faible fertilisation azotée et un enherbement total qui élimine tout travail superficiel de l'inter-rang.

Dans les deux autres systèmes, les émissions sont plus importantes (mais restent tout de même faibles) car les parcelles sont plus propices à ces émissions.

- Qualité du sol

Les SdC_Bas et SdC_Rai n'utilisent pas d'amendement organique, ils n'améliorent donc pas la structure du sol ni son activité biologique. A l'inverse, le SdC_Bio, en utilisant du compost mûr, les favorisent.

- **Qualité de l'eau**



Graphiques de performance représentant l'influence des systèmes sur la qualité des eaux

Premièrement, les systèmes peuvent impacter la qualité des eaux souterraines à cause des risques de lixiviation du phosphore et de nitrates résultant de leur fertilisation. Par ailleurs, les eaux de surface peuvent subir une eutrophisation résultant principalement du risque de lixiviation des nitrates.

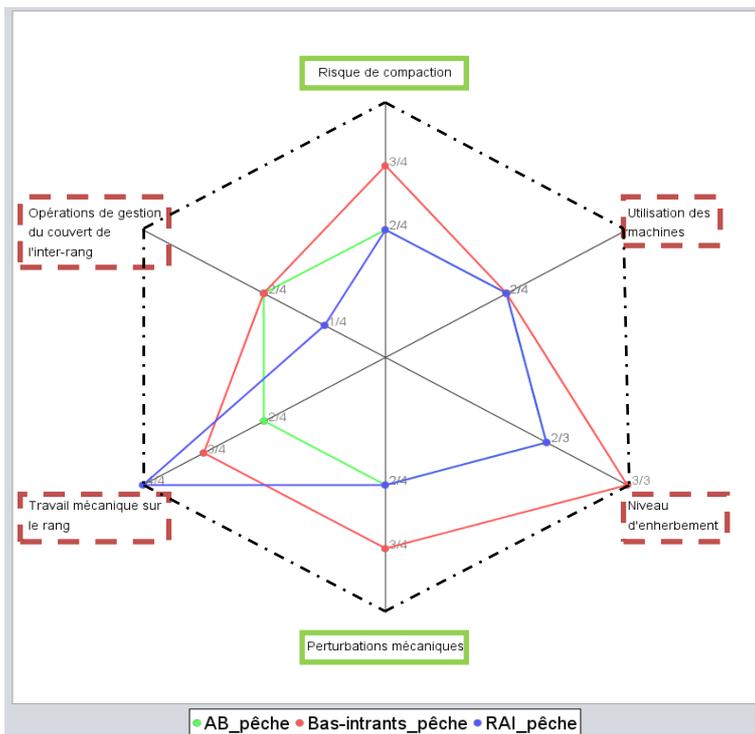
Le SdC_Bas est le système ayant le moins d'impact sur la qualité des eaux car il utilise moins de fertilisants (azotés et phosphatés) que les autres et son enherbement total limite les risques de lixiviation et de ruissellement.

Les deux autres systèmes accentuent les risques d'eutrophisation des eaux de surface du fait d'un enherbement partiel ne permettant pas de limiter la sensibilité de la parcelle au ruissellement et à la lixiviation. De plus, ces systèmes semblent apporter une quantité trop importante de fertilisants phosphatés pour le SdC_Bio, azotés et phosphatés pour le SdC_Rai.

Ce dernier impacte donc aussi la qualité des eaux souterraines.

6. Quels impacts liés à l'utilisation des machines, à l'emploi de main d'œuvre ou encore de la satisfaction de la société envers ces systèmes ?

6.1. Conséquences liées à l'utilisation des machines



Graphique de performances en lien avec l'utilisation des machines

Précisions concernant les critères agrégés :

- Risque de compaction : dépend de l'utilisation des machines et du niveau d'enherbement
- Perturbations mécaniques : du risque de compaction, des opérations de gestion du couvert de l'inter-rang et du travail mécanique sur le rang

L'utilisation des machines, dans sa globalité, semble être du même ordre de grandeur quel que soit le système considéré.

Pour autant, les opérations de gestion du couvert de l'inter-rang sont plus importantes dans le SdC_Rai. Pour le SdC_Bio, ce sont les travaux mécaniques sur le rang qui posent problème.

Ces deux systèmes présentent aussi d'importants risques de compaction principalement à cause de leur enherbement partiel.

Ces deux systèmes entraînent donc d'importantes perturbations mécaniques pouvant avoir des conséquences importantes sur les cultures en altérant la qualité du sol par exemple.

6.2. La main d'œuvre

Les temps de travaux et la dépendance à la main d'œuvre sont similaires entre les systèmes.

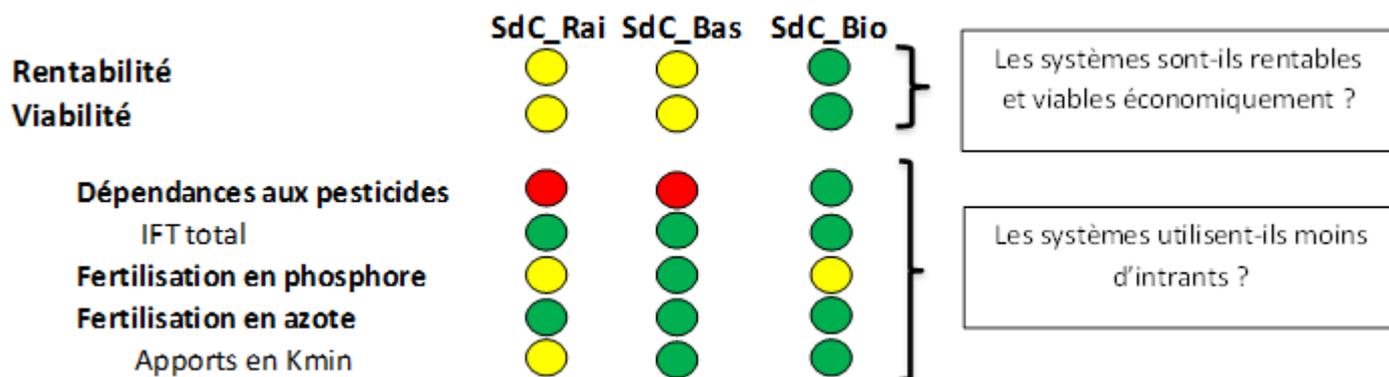
6.3. La satisfaction de la société et de l'arboriculteur vis-à-vis des systèmes de culture

Les personnes responsables des vergers, sont très satisfaites du SdC_Bio principalement grâce au prix de vente élevé. Celui-ci influence en effet leur satisfaction vis-à-vis du marché visé mais aussi la stabilité économique (en modifiant la valeur de production).

A l'inverse, les deux autres systèmes satisfont moins les arboriculteurs même si le SdC_Bas semble plus satisfaisant que le SdC_Rai. Cette différence s'explique principalement par des coûts de production moins importants dans le SdC_Bas conduisant à une meilleure rentabilité.

Par ailleurs, la société accepte plus facilement les SdC_Bas et SdC_Bio principalement du fait de leurs stratégies visant à diminuer l'usage de produits phytosanitaires.

7. Conclusion générale : selon DEXiFruits, les objectifs sont-ils atteints ?



Résumé des critères permettant de répondre aux objectifs de l'analyse

SdC_Bio	SdC_Rai	SdC_Bas
<p>Qualité chimique du sol → Utilisation d'intrants contenant des métaux lourds</p>	<p>Qualité physique du sol → Utilisation des machines, opération de gestion du couvert et amendements organiques</p> <p>Qualité physique du sol → Utilisation de machines, enherbement partiel et amendements organiques</p> <p>Amélioration de la structure du sol et stimulation de son activité biologique → Amendements organiques</p>	
<p>Qualité des eaux superficielles → Utilisation d'intrants contenant des métaux lourds, enherbement partiel et apports en phosphore organique</p>	<p>Qualité des eaux superficielles → Enherbement partiel et apports en phosphore</p> <p>Qualité des eaux souterraines → Enherbement partiel</p>	
<p>Perturbations mécaniques → Travail mécanique sur le rang, opération de gestion du couvert sur l'inter-rang et enherbement partiel</p>	<p>Perturbations mécaniques → Opération de gestion du couvert sur l'inter-rang et enherbement partiel</p>	
<p>Utilisation des terres → Rendement</p>	<p>Emissions de CO2 et autres GES → Utilisation de machines et apports en phosphore organique</p>	<p>Utilisation des terres → Rendement</p>

Tableau synthétisant les impacts sur l'environnement des trois systèmes Ecopêche

1. Présentation des systèmes étudiés

Cette analyse est basée sur l'essai système BioREco. Celui-ci comprend 9 systèmes de culture avec trois variétés différentes (Ariane, Melrose et Smoothee) et trois itinéraires techniques (conduite raisonnée, bas-intrants et biologique).

Pour notre étude, seuls 6 systèmes ont été étudiés sur deux années (2009 et 2013)

	Ariane	Smoothee	Melrose
Biologique	X	X	
Econome en intrants	X	X	
Raisonné	X	X	

L'objectif de cette analyse, est d'étudier l'évolution de la durabilité de ces systèmes au cours du temps et de proposer d'éventuelles améliorations.

2. Evolution des éléments expliquant la durabilité

Les éléments de contexte ont très peu évolué mise à part la pression foncière qui été plus importante en 2013.

Par contre, les éléments spécifiques aux systèmes de culture ont évolués d'une année à l'autre.

Les pommiers plantés en 2005 étaient plus productifs en 2013 qu'en 2009 entraînant une augmentation du rendement et de la valeur de production. Par contre, les charges notamment en main d'œuvre ont aussi augmenté car la demande en temps de travail est bien plus importante lors des pics de travail (taille, éclaircissage et récolte).

Autres évolutions importantes pour les systèmes, la résistance à la tavelure de la variété Ariane a été contournée en 2012, l'a rendant fortement sensible à cette maladie. Par ailleurs, les vergers ont subi une forte pression vis-à-vis de cette maladie. Cela permet d'expliquer la très nette augmentation des coûts en protection des cultures et des IFT totaux et hors NODU verts dans le cas de la variété Ariane.

3. Mise en évidence de certaines hétérogénéités entre les différents itinéraires techniques

a) Les amendements organiques

Les amendements organiques inutilisés dans les systèmes conduits conventionnellement, limitent l'amélioration de la structure du sol et la stimulation de son activité biologique.

b) Le travail mécanique sur le rang

L'entretien mécanique du rang pour SdC_Bio et SdC_Eco entraînent une augmentation des perturbations mécaniques dues principalement au nombre de passages d'engins agricoles dans la parcelle.

Il était aussi particulièrement important en 2009 car l'entretien du rang était primordial pour limiter la concurrence des mauvaises herbes sur les arbres.

Ces perturbations ont de nombreux impacts environnementaux principalement sur le sol car le risque de compaction est accru. Par exemple, la qualité biologique du sol est fortement réduite et influence les invertébrés et micro-organismes du sol.

4. Que dire des différents piliers de la durabilité ?

a) Durabilité environnementale

La durabilité environnementale est jugée bonne pour la majorité des SdC. Néanmoins, l'utilisation d'énergie à cause principalement de l'IFT, est plus importante en 2013. Pour les SdC_Eco et SdC_Bio, les perturbations mécaniques influent négativement cette durabilité.

b) Durabilité économique

Pour l'ensemble des SdC, la durabilité économique est jugée moyenne en 2009 et mauvaise en 2013. Cette tendance s'explique par des coûts de production trop élevés par rapport à la valeur de production, impactant la rentabilité et la viabilité du système.

c) Durabilité sociale

La durabilité sociale est jugée moyenne quel que soit le système et l'année considérés. Cette note s'explique principalement par l'insatisfaction de l'arboriculteur vis-à-vis de son système. Par contre, celle-ci est moins importante dans les SdC_Bio car la satisfaction vis-à-vis du marché est meilleure. A l'inverse, les interactions avec la société sont meilleures en 2013 grâce à une meilleure contribution à l'emploi. (Critère inversement proportionnel aux temps de travail).

5. Pistes d'améliorations

Les pistes d'amélioration concernent principalement le volet économique. Dans les prochaines années, il sera par exemple nécessaire d'ajuster les coûts de production et la valeur de production pour trouver le bon compromis.

Les arboriculteurs pourraient aussi chercher à améliorer la durabilité sociale en améliorant leur satisfaction vis-à-vis du marché visé en changeant par exemple de circuit de commercialisation. Là encore, il faudra trouver un compromis permettant d'améliorer la satisfaction de l'arboriculteur sans pour autant augmenter les temps de travail.

La durabilité environnementale étant bonne, peu d'améliorations seront proposées mise à part limiter les perturbations mécaniques dans le cas des SdC_Bio et SdC_Eco.

Annexe 6 : Conséquences de l'enherbement total sur la durabilité des systèmes de vergers de pêchers « Bénédicte »

Objectifs de l'analyse : Identifier les conséquences de la mise en place d'un enherbement total dans un verger de pêchers.

1. Liste, à dire d'expert, des évolutions possibles

L'enherbement total est très peu développé dans le monde arboricole, de ce fait ses conséquences sur les cultures déjà en place sont peu documentées. Pour mettre en évidence d'éventuels impacts, nous avons interrogé Claude Eric Parveaud, ingénieur au GRAB et à l'ITAB. Il mène des expérimentations analytiques sur les systèmes de culture Bénédicte et les connaît relativement bien.

La parcelle, conduite en agriculture biologique, est irriguée par aspersion sous frondaison et possède un enherbement spontané sur les inter-rangs.

Par contre, du trèfle blanc nain a été implanté sur une partie des rangs de la parcelle. Cette légumineuse a notamment été sélectionnée pour sa faible pousse et sa résistance à la sécheresse.

Selon C-E. Parveaud, l'enherbement total semble intéressant car il améliore les qualités structurelle et biologique du sol favorisant la diversité microbiologique du sol.

L'enherbement total peut par contre, concurrencer les arbres notamment vis-à-vis de l'eau et de l'azote limitant ainsi, leur vigueur et leur production. Cette pratique étant par ailleurs innovante et principalement expérimentale, le matériel agricole utilisé n'est pas forcément adapté. La mise en place d'un tel enherbement peut aussi attirer de nouveaux ravageurs. Les expérimentations sur Bénédicte ont notamment mis en évidence la présence de campagnols depuis son implantation.

De fait, les critères d'entrée potentiellement modifiés par ce changement sont :

- **Le rendement** puisque l'enherbement total peut limiter la vigueur des arbres et la productivité des arbres.
- **Le temps de travail et les coûts de production** notamment à cause du matériel agricole parfois inadapté.
- **Le travail mécanique sur le rang** est totalement supprimé dans le système enherbé totalement.
- **La consommation en eau** pourrait être augmentée pour deux raisons : limiter la compétition entre les arbres et le trèfle et/ou entretenir cette nouvelle culture.
- **Les apports en N_{org}** pourrait être diminués dans ce cas particulier grâce à l'implantation d'une légumineuse permettant de restituer le l'azote atmosphérique aux arbres.
- **La complexité du système** pourrait être accrue à cause notamment du matériel agricole inadapté.

D'autres critères plus évidents devraient être modifiés comme le niveau d'enherbement, la présence de cultures associées ou de plantes de service.

2. Analyse des profils des systèmes « Bénédicte »

a) Etude des tableaux de type Visu :

Les tableaux de type Visu permettent de souligner les critères divergents :

BENEDICTE - ENHERBEMENT PARTIEL

Tableau de type Visu pour Bénédicte - Enherbement Partiel. Le tableau est structuré en plusieurs niveaux de critères, allant des indicateurs généraux (comme 'Rentabilité', 'Biodiversité') jusqu'à des aspects techniques (comme 'Qualité des produits', 'Qualité des habitats'). Les cellules sont colorées en fonction de leur divergence par rapport à un état de référence. Des symboles (X, O) sont placés à droite de certaines cellules pour indiquer des points de divergence spécifiques.

BENEDICTE - ENHERBEMENT TOTAL

Tableau de type Visu pour Bénédicte - Enherbement Total. Ce tableau est plus détaillé que celui de l'enherbement partiel, montrant une plus grande diversité de critères et de sous-critères. Les impacts de l'enherbement total sont analysés à travers des dimensions telles que la rentabilité, la biodiversité, la qualité des produits et des habitats, et l'usage des ressources. Les divergences sont marquées par des couleurs et des symboles.

Tableaux de type Visu permettant d'analyser les conséquences d'un enherbement total pour les systèmes Bénédicte

Annexe 7 : Liste des critères d'entrée de DEXiFruits

Liste des critères d'entrée de DEXiFruits					Systèmes type	
Nom du critère	Définition	Classes et seuils			Pomme à couteau	Pêche
Contexte agro-environnemental						
contexte régional et paysager						
Pression foncière de la région	Evaluation de la disponibilité des terres non cultivées et/ou des possibilités d'agrandissement du verger. Elle est liée à la pression urbaine et à d'autres facteurs (AOP, IGP, label ou pression d'une maladie (ex. sharka pour la pêche). Cette disponibilité peut être estimée par le prix moyen d'un hectare dans la petite région agricole (Agreste 2014).	Forte	> V1 €/ha	Les terres sont très demandées - concurrence forte entre les agriculteurs (labels, AOC, IGP...) ou avec la zone urbaine	Moyenne	Moyenne
		Moyenne	Entre V2 et V1 €/ha	concurrence moyenne pour la terre		
		Faible	< V2 €/ha	concurrence faible entre les agriculteurs ou avec la zone urbaine		
Importance et connectivité des habitats semi-naturels	A l'échelle du paysage (petite région agricole ou bassin de production): surfaces et connectivité (lien et continuité) d'espaces dédiés à la protection de l'environnement et de la biodiversité. « L'environnement régional de ma parcelle est-il propice au bon développement et au maintien de la biodiversité ? »	Habitats rares	Habitats isolés	Habitats connectés - liés	Habitats favorables	Habitats favorables
		Habitats fréquents	Habitats peu favorables	Habitats favorables		
		Habitats très fréquents	Habitats favorables	Habitats très favorables		
		Habitats très favorables				
Mosaïque des cultures du paysage	Evaluation de la diversité et l'hétérogénéité du paysage (petite région agricole ou bassin de production) qui peuvent être estimées par la taille moyenne des parcelles ainsi que la diversification des cultures (nombre d'espèces cultivées). « Le paysage cultural autour de ma parcelle est-il monotone ou diversifié ? »	taille parcelle / nb espèces cultivées	Grandes parcelles (> 1ha)	Petites parcelles (<1ha)	Espace homogène peu favorable	Espace homogène peu diversifié
		< 5 espèces	Espace homogène non favorable	Espace homogène peu favorable		
		Entre 5 et 10 espèces	Espace homogène peu favorable	Espace diversifié favorable		
		> 10 espèces	Espace diversifié favorable	Espace très diversifié et très favorable		
contexte de l'exploitation						
Importance et connectivité des Infrastructures Agro-écologiques (IAE) de l'exploitation	Surfaces et connectivités de ces surfaces de l'exploitation dédiées à la protection et la conservation de l'environnement et de la biodiversité. Dans le cadre du verdissement de la PAC, ces surfaces sont appelées Infrastructures Agro-écologiques (IAE).	Importance par rapport à la surface de l'exploitation (%)	IAE isolées	IAE connectées - liées	Habitats peu favorables	Habitats peu favorables
		IAE rares (< 5%)	Habitats peu favorables	Habitats favorables		
		IAE fréquentes [5% ; 10%]	Habitats favorables	Habitats très favorables		
		IAE très fréquentes (> 10%)	Habitats très favorables			
Diversité des Infrastructures Agro-Écologiques (IAE) de l'exploitation	Nombre d'Infrastructures agro-écologiques (IAE) différentes mises en place ou naturellement présentes dans l'exploitation.	IAE < 4			IAE < 4	IAE < 4
		Entre 4 et 6 IAE				
		IAE > 6				
Disponibilité locale en eau	On considère que la disponibilité est assurée si la parcelle est proche d'une rivière toujours en eau et/ou si l'arboriculteur utilise une réserve d'eau ou un puits. On considère que la disponibilité est limitée si le système de culture est soumis à des périodes de sécheresse estivales fréquentes et/ou si des arrêtés de restriction d'eau sont fréquents (DEXiPM-Pomefruit®).		Limitation disponibilité	disponibilité assurée	Moyenne	Forte
		Faible	oui	non		
		Moyenne	oui	oui		
		Forte	non	oui		

Liste des critères d'entrée de DEXiFruits				Systèmes type		
Nom du critère	Définition	Classes et seuils		Pomme à couteau	Pêche	
Contexte pédo-climatique						
Sensibilité de la parcelle à la lixiviation	Sensibilité de la parcelle au risque d'entraînement en profondeur d'éléments en solution dû aux conditions pédologiques (caractère filtrant, matière organique, texture et profondeur du sol) (Griffith 2004). Ce risque peut être estimé par un indicateur de drainage comme l'Indice de Développement et Persistance des Réseaux (IDPR) (cf Annexe 1 du tutoriel).	oui	Matière organique <5%	Matière organique >5%	oui	oui
			sol filtrant <u>et/ou</u> superficiel	sol filtrant <u>ET</u> superficiel		
		non	sol non filtrant <u>ET</u> profond	sol non filtrant <u>et/ou</u> profond		
			IDPR < 1000			
Sensibilité de la parcelle au ruissellement	Sensibilité de la parcelle au risque d'entraînement d'éléments en solution vers les eaux de surface voisines dû aux conditions pédologiques et topographique (texture du sol, hydromorphie, régulièrement saturé en eau) ou croûte de battance, une pente (Griffith 2004). On peut également utiliser l'IDPR (cf Annexe 1 du tutoriel)	oui	dépend du type de sol et de la pente (voir le tutoriel)	IDPR > 1000	non	non
		non		IDPR ≤ 1000		
Sensibilité de la parcelle à l'érosion éolienne	Dans notre cas, l'érosion éolienne est l'érosion du sol (sur le rang) par le vent. Facteurs aggravants : présence d'un vent dominant dans la région et/ou de périodes de sécheresse. Réduction du risque : présence de filets para-grêle (Sauphanor et al. 2009) et/ou d'une haie brise-vent perpendiculaire au vent dominant (de hauteur (H), elle protège environ 10H mètres de verger (ex :80m pour une haie de 8m de haut)) (Vézina 2001)	oui	vent et sécheresse	Haies et/ou filets	non	non
			Fréquent	Absence		
		non	Fréquent	Haie bien exposée et assez haute et/ou présence de filets		
			Peu fréquent	Toutes situations		
Sensibilité de la parcelle et pratiques aggravant les émissions de N2O	Pratiques de fertilisation ou contexte qui peuvent aggraver l'émission dans l'atmosphère de protoxyde d'azote : N2O (Gaz à Effet de Serre). Contexte aggravant : sol hydromorphe (régulièrement saturé en eau), humifère et/ou pH acides. Pratiques aggravantes : l'aération du sol (travail du sol superficiel), enfouissement de l'amendement, irrigation après un apport (Germon & Couton, 1999; Griffith, 2004)	oui	Contexte aggravant	Pratiques aggravantes	non	non
			oui	oui		
			oui	non		
		non	non	oui		
Contexte socio-économique						
Accès et support d'information						
Connaissances et compétences de l'arboriculteur et de ses employés	Evaluation des capacités de gestion et des connaissances de l'arboriculteur et/ou ses employés sur leur système de culture et l'innovation utilisée (connaissances des produits phytosanitaires et techniques de substitution, des techniques de fertilisation et d'irrigation) (ANEFA-FNPF 2014). Dépend du niveau d'éducation, des compétences techniques et de l'expérience (DEXiPM-Pomefruit®).	Faibles	Actuellement, peu ou pas de compétences concernant la stratégie - difficultés de mise en œuvre		Fortes	Moyennes
		Moyennes	compétences et expérience moyenne du système - quelques difficultés de mise en œuvre			
		Fortes	Bonnes compétences et expériences ou bonnes facultés d'apprentissage et de réception et de mise en application des conseils donnés			
Accès aux connaissances	Adhésion volontaire à un réseau familial avec la stratégie employée (CETA, coopérative, système de conseil agricole (MAAF 2009)) ? (DEXiPM-Pomefruit®). Ou évaluation des facultés de l'arboriculteur à trouver les bons conseils, accès à internet ?	non	Difficultés à trouver l'information précise sur la stratégie mise en place – Pas de recherche		oui	non
		oui	Aucune ou peu de difficultés à trouver l'information nécessaire (bon réseau, accès internet...)			

Liste des critères d'entrée de DEXiFruits				Systèmes type		
Nom du critère	Définition	Classes et seuils		Pomme à couteau	Pêche	
Supports de production						
Besoin en équipement	Besoin du système de culture en un équipement spécifique et coûteux ? (ex : filets Alt'Carpo ou para-grêle, bâches anti-pluie,...) (DEXiPM-Pomefruit®).		Matériel	demande en équipement	Faible-nulle	Faible-nulle
		Elevée	difficilement mobilisable	-		
		Moyenne	facilement mobilisable			
		Moyenne	disponible sur l'exploitation	spécifique et coûteuse		
		Faible-nulle		Moyennement spécifique		
Faible-nulle		faible ou nulle				
Accès aux équipements et aux intrants	Difficultés d'accès au matériel (ex : filets) et/ou aux intrants particuliers (ex : farine de plume), en cas de stratégie innovante.	Difficile			Facile	Facile
		Possible sous conditions				
		Possible				
		Facile				
Disponibilité en ressources financières	Evaluation de la disponibilité de fonds ou ressources financières sur l'exploitation qui permettrait à l'arboriculteur d'adopter un nouveau système de culture ou d'améliorer celui en cours (DEXiPM-Pomefruit®).	Aucun fond disponible			Bonne disponibilité	Disponibilité moyenne
		Disponibilité moyenne				
		Bonne disponibilité				
Difficultés à recruter de la main d'œuvre	Variation dans la demande en main d'œuvre et difficultés de recrutement de main d'œuvre pour les pics de travail (taille, extinction, éclaircissage, manipulation filet, récolte, prophylaxie, contrôles...). L'innovation liée au système demande-t-elle plus de main d'œuvre qu'habituellement ?		Demande de MO	recrutement	Possible	Possible
		Difficile	Beaucoup plus ou plus	difficile - MO peu adaptée		
		Possible	Plus identique	Possible - MO assez adaptée		
		Facile	identique	Possible et facile - MO adaptée		
Dépendance aux marchés	Evaluation de la dépendance du système au(x) marché(s) de vente de sa production par les possibilités et la facilité de remplacement de marché et leur diversification.	Très dépendant	La production n'est écoulee que sur un marché, si le contrat vient à se casser, une solution de secours sera difficile à trouver		Très dépendant	Très dépendant
		Dépendant	La production dépend d'un seul marché mais une solution de secours peut être trouvée assez facilement et rapidement			
		Peu dépendant	La production dépend de plusieurs marchés, si l'un des contrats vient à se casser, les autres marchés pourront absorber le			

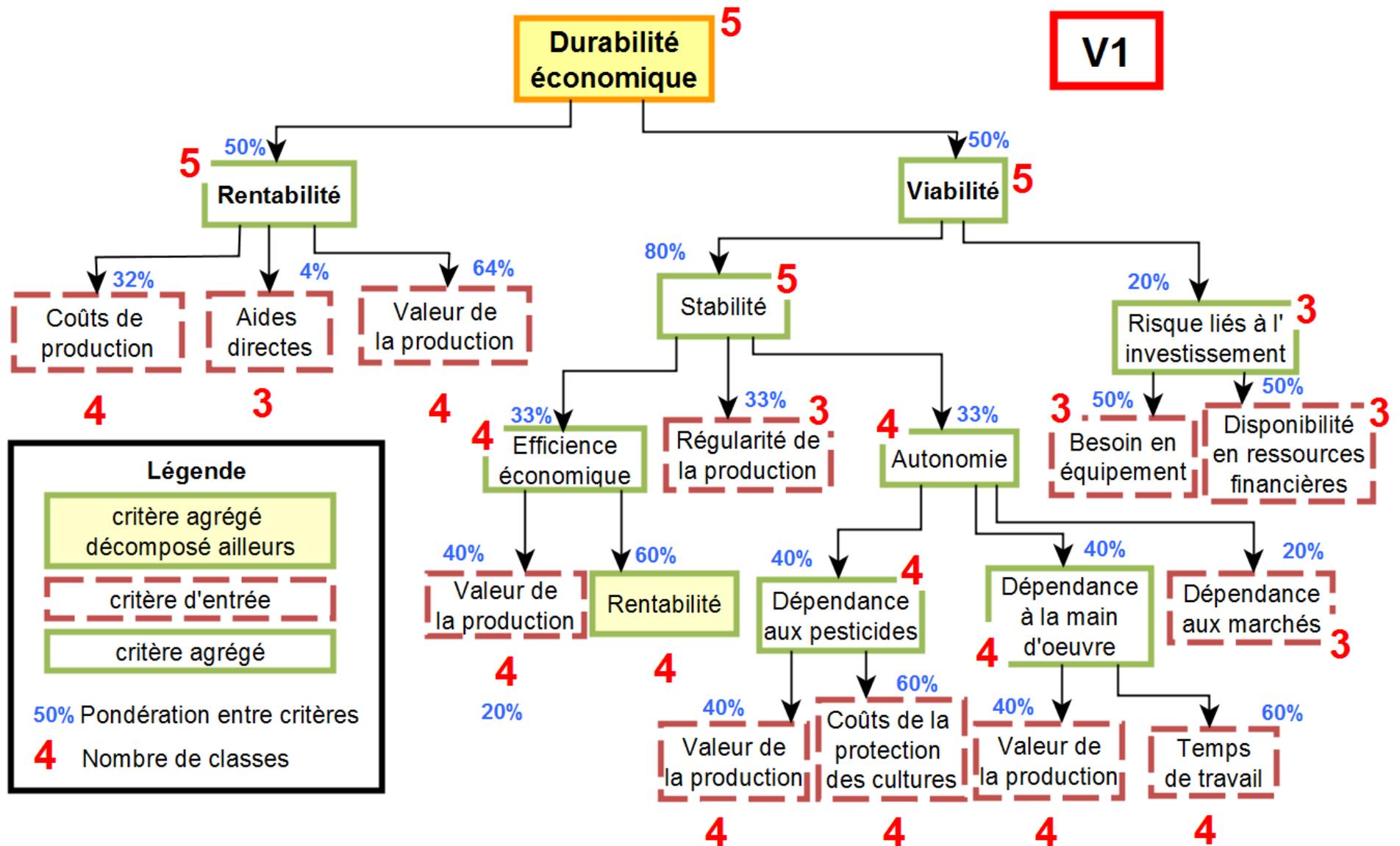
Liste des critères d'entrée de DEXiFruits				Systèmes type		
Nom du critère	Définition	Classes et seuils		Pomme à couteau	Pêche	
Appréciations de la société et de l'arboriculteur						
Satisfaction vis-à-vis du marché visé	Le marché sur lequel est vendue la production est-il en adéquation avec les attentes et les objectifs de vente de l'agriculteur ?	Peu satisfait		Satisfait	Peu satisfait	
		Satisfait				
		Très satisfait				
Accessibilité sociale du produit pour les consommateurs	Adéquation entre le mode de commercialisation (vente directe, bio, label...) du produit et son prix pour le consommateur ? Par ex. les variétés Club en pomme à couteau sont souvent vendues plus chères donc moins accessibles.	Peu accessible	Produit cher pour son mode de commercialisation	Accessible	Accessible	
		Accessible	produit dans une gamme de prix correct			
Acceptabilité de la stratégie par la société	Acceptabilité du produit et du mode de production par la société (ex : production OGM) (DEXiPM-Pomefruit®). Par exemple : un système très consommateur en pesticides et en fertilisants est considéré comme peu acceptable.	Peu acceptable		Indifférent	Indifférent	
		Indifférent				
		Acceptable				
Valeur sociale du paysage	Evaluation de l'image que renvoie le verger pour la société par sa visibilité (présence d'une route, d'habitats, de chemins fréquentés) et par les installations mises en places : - effets négatifs : filets, arbres morts, parcelle non entretenue, désherbage total... - effets positifs : efforts de diversité, haies composites, bandes fleuries, enherbement bien géré, nichoirs, autres IAE,...). Dépend du contexte.	Verger visible	Majorité d'effets négatifs	Mauvaise perception	Indifférent	Bonne perception
			Pas d'effort particulier	Indifférent		
			Majorité d'effets positifs	Bonne perception		
		Verger non visible		Indifférent		
Perturbations pour le voisinage	Prise en compte l'avis du voisinage face aux éventuelles perturbations sonores; olfactives et/ou visuelles provoquées par les opérations effectuées dans le verger. Cela dépend du contexte et de l'isolation du verger (présence de routes, habitations, chemins fréquentés, systèmes en agriculture biologique à proximité...)		Système qui engendre des perturbations	Aucune ou peu de perturbations	oui	oui
		verger non isolé	oui	non		
		verger isolé	non			
Transfert de connaissances vers la société	Evaluation des efforts de communication du producteur sur son système (portes ouvertes, échange d'expérience avec d'autres agriculteurs, participation à des marchés forains et communication auprès des consommateurs...).	Faible	Pas ou très peu de communication avec la société		Moyen	Moyen
		Moyen	Participation très ponctuelle			
		Bon	Bonne participation à un réseau de transfert et d'échange avec la société			
Avantages financiers						
Aides	Prise en compte du soutien financier accordé au système (Mesures Agro-Environnementales (MAE), aide à la conversion AB, programmes opérationnels (cf NB 2 et 3)...)	Faibles-aucune	< V1€/ha		Faibles-aucune	Faibles-aucunes
		Moyennes	Entre V1 et V2€/ha			
		Elevées	> V2€/ha			

Liste des critères d'entrée de DEXiFruits					Systèmes type	
Nom du critère	Définition	Classes et seuils			Pomme à couteau	Pêche
Résultats et pratiques culturales						
Irrigation						
Consommation en eau	Quantité d'eau annuelle utilisée par hectare. Ne pas prendre en compte l'eau utilisée pour les traitements et le rinçage de la cuve (car la quantité est négligeable). Prendre en compte l'eau utilisée pour lutter contre le gel.	Forte	> V1 m3/ha		Moyenne	Moyenne
		Moyenne	Entre V2 et V1 m3/ha			
		Faible ou nulle	< V2 m3/ha			
Matériel d'irrigation	Le verger est-il irrigué ? Cette irrigation nécessite-t-elle un pompage ?	Irrigation couplée à un pompage			Irrigation couplée à un pompage	Irrigation sans pompage
		Irrigation sans pompage				
		Pas d'irrigation				
Aménagement du verger						
Niveau d'enherbement	Evaluation de la couverture du sol du verger par un enherbement permanent fauché régulièrement (Agreste 2008). L'enherbement intègre le rang ainsi que les abords de la parcelle (DEXiPM-Pomefruit®).	Pas d'enherbement			Inter-rang enherbé	Inter-rang enherbé
		Inter-rang enherbé				
		Enherbement total				
Bandes fleuries	Implantation et/ou présence d'une bande cultivée avec un mélange d'espèces adaptées au climat, à floraison étalée, pérennes et faciles à gérer (EcophytoPIC 2014b) pour garantir la protection, l'habitat et les ressources alimentaires pour les organismes utiles.	aucune			aucune	aucune
		Oui: au moins une bordure et/ou un inter-rang				
Cultures associées et plantes de services	Nombre d'espèces cultivées et/ou plantes de services (autres que les haies et les bandes fleuries) présentes ou implantée dans la parcelle (DEXiPM-Pomefruit®). Les variétés d'une même espèce fruitière ne sont pas prises en compte.	Absence de mélange cultural			Absence de mélange cultural	Absence de mélange cultural
		une ou 2 espèces				
		Plus de 2 espèces				
Présence d'habitats artificiels au verger	Intégration dans le verger ou aux alentours d'habitats ou installations (nichoirs, abris, perchoirs,...) favorisant la présence de prédateurs des ravageurs des cultures (oiseaux, belettes, chauve-souris, hérissons...).	Aucun			Habitats rares	Habitats rares
		Habitats rares				
		Implantation raisonnée d'habitats diversifiés et adaptés				
Importance et connectivité des haies	Ce critère est évalué par (1) le nombre de côtés du verger bordés à moins de 15 m d'un linéaire de haie ou de formations boisées et (2) par la connectivité ou les intersections de ces éléments entre eux.	Nombre de côté de la parcelle bordés par une haie	Connectivité des haies		Moyenne	Moyenne
			oui	non		
		Aucun	Pas de haie			
		1 ou 2	Bonne	Moyenne		
> 3 côtés ou présence bosquet adjacent	Très bonne	Bonne				
Richesse des haies	Evaluation de la richesse spécifique de la strate arborée si le verger est bordé de haie(s). Ce critère est estimé par le nombre d'espèces et de strates (arborée, arbustive, herbacée) pour la haie (DEXiPM-Pomefruit®)	Nombre d'espèces de la strate arborée	Nombre de strates	Classe	Faible richesse	Faible richesse
			0 espèce	0 strate		
		1 ou 2 espèces	1 ou plusieurs strates	Faible richesse		
		3 à 5 espèces	1 strate	Richesse moyenne		
			≥ 2 strates	Bonne richesse		
≥ 6 espèces	1 ou plusieurs strates					

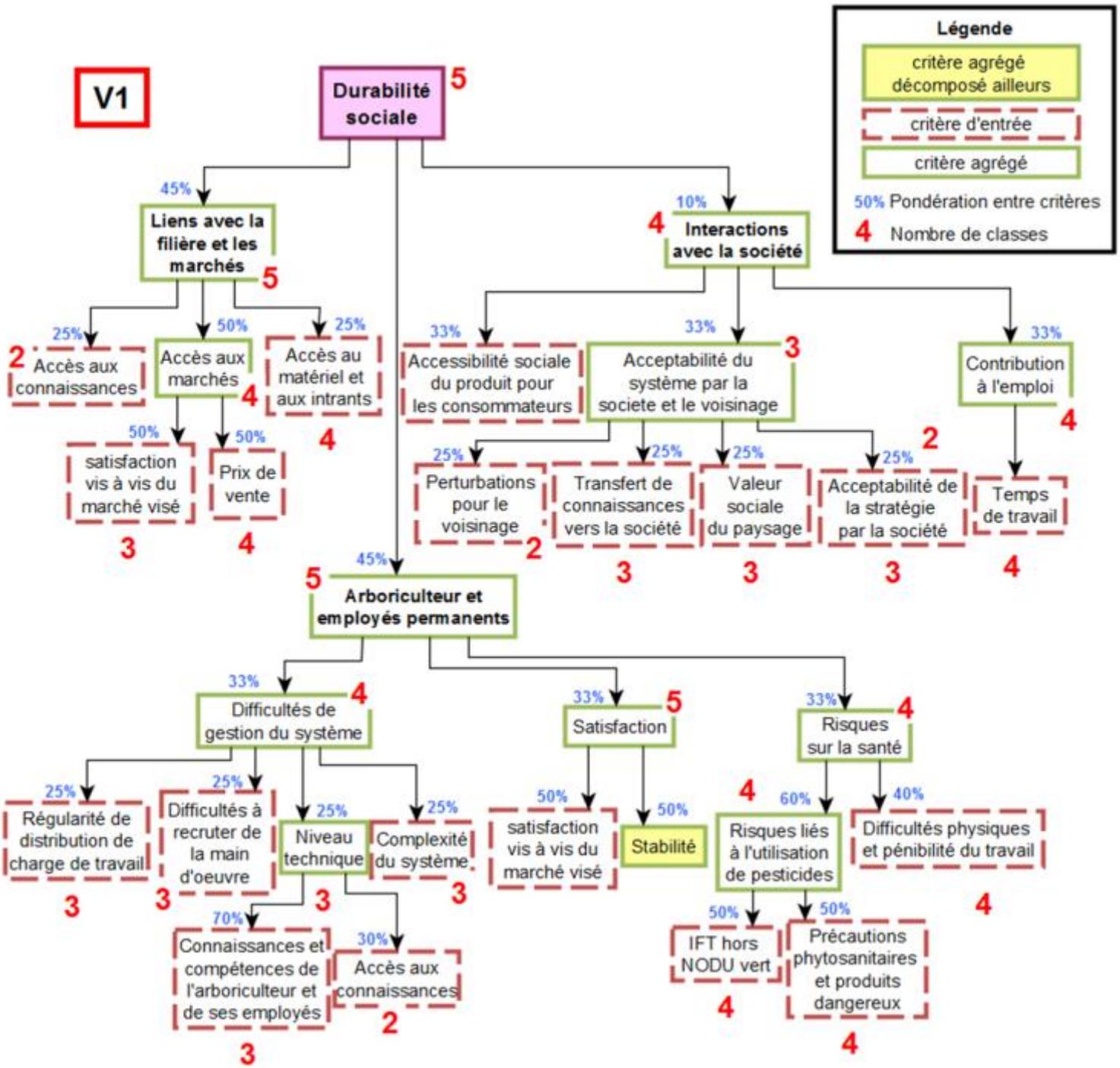
Liste des critères d'entrée de DEXiFruits				Systèmes type		
Nom du critère	Définition	Classes et seuils		Pomme à couteau	Pêche	
Traitements pesticides						
Risque de dérive des pesticides	La dérive est le transport par voie aérienne de gouttelettes ou de vapeurs de pesticides hors de la zone ciblée par le traitement. (A) Sensibilité de la parcelle: (1) vent dominant dans la région, (2) parcelle à proximité d'un cours d'eau. (Landers & Muhammad 2004) (B) Atténuation du risque : (1) Utilisation d'un matériel adapté et bien réglé (buses antidérive) (2) Adaptation du volume de bouillie au volume foliaire (3) Aménagements: haie feuillue et dense (barrière physique), zone tampon (bande enherbée) supérieure à celle réglementée dans les		Sensibilité de la parcelle	Atténuation du risque	Moyen	Moyen
		Très élevé	oui	non		
		Elevé	oui	oui		
		Elevé	non	non		
IFT hors NODU Vert	Indice de fréquence de traitement (IFT) annuel prenant en compte tous les pesticides en dehors de ceux contenus dans la liste du NODU vert.	Très élevé	>V1		Elevé	Moyens
		Elevé	Entre V2 et V1			
		Moyen	Entre V3 et V2			
		Faible	<V3			
IFT total	Indice de fréquence de traitement (IFT) annuel prenant en compte tous les pesticides utilisé pour le verger.	Très élevé	>V1		Elevé	Moyen
		Elevé	Entre V2 et V1			
		Moyen	Entre V3 et V2			
		Faible	<V3			
Coûts de la protection des cultures	Calcul ou estimation du coût de tous les produits phytosanitaires utilisés pour un programme de traitement. Le coût des solutions telles que la confusion sexuelle, le piégeage massif et les argiles sont à prendre en compte.	Très élevés	> V1 €/ha		Elevés	Elevés
		Elevés	De V2 à V1 €/ha			
		Moyens	De V3 à V2 €/ha			
		Faibles	< V3 €/ha			
Utilisation d'intrants contenant des métaux lourds	Le risque de contamination est principalement lié en arboriculture à l'utilisation de cuivre. L'utilisation de compost d'origine urbaine, de lisiers trop faiblement dilués peuvent également comporter des risques (DEXiPM-Pomefruit®).		Utilisation cuivre métal (kg)	Boue d'épandage ou compost d'origine urbaine	Moyenne	Forte
		Forte	> V1 kg	oui/non		
		Moyenne	Entre 0 et V1 kg	non		
Précautions phytosanitaires et produits dangereux	<p>PRODUITS DANGEREUX :</p> <p>Les produits considérés comme dangereux sont les nuisibles (Xn), toxiques (T) et très toxiques (T+) (données disponibles sur e-phy.agriculture.gouv.fr). Prendre en compte l'utilisation des traitements post-récolte.</p> <p>PRECAUTIONS :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obtention du Certiphyto et respect des consignes - Utilisation d'un EPI (équipement de protection individuelle) adapté + cabine pour les produits à application haute. - utilisation d'une grosse cuve (≥ 200L) ou adaptée à la taille du verger : plus la cuve sera grande ou adaptée à la taille du verger, moins l'arboriculteur aura besoin de la remplir (nombre ouverture bouchon) et moins il sera en contact avec le produit (Sagnes J.L., communication personnelle) - respect des DAR (délai avant récolte) et des DRE (Délai de Ré-entrée sur la parcelle) 		Utilisation de produits dangereux	Précautions	Conduite dangereuse	Conduite dangereuse
		Conduite très dangereuse	oui	Aucun respect des consignes du Certiphyto		
		Conduite dangereuse	oui	Oubli de quelques précautions		
		Précautions respectées	oui	Respect de toutes les précautions		
		Très bonne conduite	non	Respect de toutes les précautions		

Liste des critères d'entrée de DEXiFruits				Systèmes type		
Nom du critère	Définition	Classes et seuils		Pomme à couteau	Pêche	
Fertilisation						
Apports de N minéral	Quantité d'azote minéral amendée dans l'année pour un hectare. Ne pas prendre en compte la fertilisation organique ici.	Elevés	> V1 U/ha	Moyens	Moyens	
		Moyens	Entre V2 et V1 U/ha			
		Faibles ou nuls	< V2 U/ha			
Apports de N organique	Quantité d'azote organique amendée dans l'année pour un hectare (compost, BRF, fumier, fientes d'oiseaux, farine de plumes, mélasses de betterave, bois de taille restitué...). (tableaux de calcul disponibles dans le tutoriel)	Elevés	> V1 U/ha	Faibles ou nuls	Faibles ou nuls	
		Moyens	Entre V2 et V1 U/ha			
		Faibles ou nuls	< V2 U/ha			
Apports de P minéral	Quantité de phosphore minéral amendée dans l'année. Ne pas prendre en compte la fertilisation organique.	Elevés	> V1 U/ha	Moyens	Moyens	
		Moyens	Entre V2 et V1 U/ha			
		Faibles ou nuls	< V2 U/ha			
Apports de P organique	Quantité de phosphore organique amendée dans l'année pour un hectare (compost, BRF, fumier, fientes d'oiseaux, farine de plumes, mélasses de betterave, bois de taille restitué...). (tableaux de calcul disponibles dans le tutoriel)	Elevés	> V1 U/ha	Faibles ou nuls	Faibles ou nuls	
		Moyens	Entre V2 et V1 U/ha			
		Faibles ou nuls	< V2 U/ha			
Apports de K minéral	Quantité de potassium minéral amendée dans l'année. Ne pas prendre en compte la fertilisation organique.	Elevés	> V1 U/ha	Moyens	Moyens	
		Moyens	Entre V2 et V1 U/ha			
		Faibles ou nuls	< V2 U/ha			
Amendements et fertilisants organiques	Produits organiques utilisés majoritairement pour fertiliser le verger (composts, lisiers, purins, déchets verts...).	(--) Autres apports ou aucun apport		Autres apports ou aucun apport	Autres apports ou aucun apport	
		Lisiers, fientes ou purins				
		Fumier ou jeune compost				
		Compost mûr ou BRF				
Maitrise du pH du sol	En arboriculture la maitrise du statut acido-basique du sol se traduit par la réalisation d'analyses de sol fréquentes pour raisonner la gestion du pH du sol et le corriger si nécessaire. Ce critère prend aussi en compte le mode de correction du pH par le type d'apport de chaux (type de chaux, quantité et fréquence) (Petit 2004)		Connaissance du pH du sol	Pratiques de chaulage	Bonne maitrise	Bonne maitrise
		Maitrise faible	Aucune idée/ pas d'analyse de sol	Toutes situations		
		Maitrise moyenne	Analyse de sol faite et/ou idée du pH et raisonnement des apports de chaux en fonction du pH	Gros apports peu fréquents (forme fine) OU Gros apports peu fréquents sous forme grossière OU pas besoin de chauler		
		Bonne maitrise				
Opérations mécanisées						
Utilisation des machines	Toutes les opérations culturales utilisant du matériel nécessitant de l'énergie pour fonctionner (carburant, électricité, gaz...) sont à prendre en compte.	Très fréquente	> V1 passages	Assez fréquente	Fréquente	
		Fréquente	Entre V2 et V1 passages			
		Assez fréquente	Entre V3 et V2 passages			
		Peu fréquente	< V3 passages			
Travail mécanique sur le rang	Fréquence (nombre de passages) des opérations de travail mécanique sur le rang (Gestion du couvert, désherbages mécaniques, buttage, débattage, passage de coutre, enfouissement des feuilles, de l'engrais...) (DEXiPM-Pomefruit®).	Très fréquent	> V1 opérations	Aucun	Aucun	
		Fréquent	V2 à V1 opérations			
		Peu fréquent	< V2 opérations			
		Pas de travail mécanique sur le rang				
Opérations de gestion du couvert de l'inter-rang	Fréquence des opérations de gestion du couvert végétal dans l'inter-rang telles que la tonte, le roulage et l'utilisation d'animaux (DEXiPM-Pomefruit®).	> 6 opérations		3 à 6 opérations/an	3 à 6 opérations/an	
		3 à 6 opérations				
		< 3 opérations/an - utilisation d'animaux				
		Aucune				

Liste des critères d'entrée de DEXIFruits				Systèmes type	
Nom du critère	Définition	Classes et seuils		Pomme à couteau	Pêche
Variables décrivant globalement le système de culture					
Rendement	Production annuelle récoltée en tonne/hectare. Pour les fruits non transformés, ce rendement doit prendre en compte les fruits partis en industrie, en frais ainsi que leur catégorie. Si le verger n'est pas mature, nous prendrons un rendement potentiel.	Très faible	< V1 T/ha	Assez élevé	Très faible
		Faible	Entre V1 et V2 T/ha		
		Moyen	Entre V2 et V3 T/ha		
		Assez élevé	Entre V2 et V4 T/ha		
		Elevé	> V4 T/ha		
Régularité de la production	Evaluation de l'alternance du verger par une estimation de la différence de rendement constatée sur plusieurs années en pourcentage (DEXiPM-Pomefruit®).	Non régulière	Variation supérieure à + ou - V1 % entre les années	Régulière	Peu régulière
		Peu régulière	Variation de + ou - V2 à V1 % entre les années		
		Régulière	Variation inférieure à + ou - V2 % entre les années		
Prix de vente	Prix de vente moyen en €/kg pour la totalité de la production du système (industrie ou frais, catégorie 1 et 2...).	Très faible	< V1 €/kg	Faible	Très faible
		Faible	Entre V1 et V2 €/kg		
		Moyen	Entre V2 et V3 €/kg		
		Elevé	> V3 €/kg		
Valeur de la production	Correspond au chiffre d'affaires (CA) pour un hectare. Cette valeur est calculée à partir du rendement et du prix de vente en fonction du (ou des) marché(s) de vente.	Très faible	< V1 €/ha	Moyenne	Très faible
		Faible	Entre V1 et V2 €/ha		
		Moyenne	Entre V2 et V3 €/ha		
		Elevée	> V3 €/ha		
Coûts de production	Calcul de toutes les charges (opérationnelles et de structure) pour un hectare de production (main d'œuvre, utilisation des machines, intrants (fertilisation, irrigation, protection, régulation, autres solutions, carburants, énergie...), assurance...)	Très élevés	> V1 €/ha	Elevés	Moyens
		Elevés	Entre V2 et V1 €/ha		
		Moyens	Entre V3 et V2 €/ha		
		Faibles	< V3 €/ha		
Temps de travail	Nombre d'heures de travail total dédié au système pour une saison. Ce temps inclut toutes les opérations réalisées pour un hectare (sans oublier la prophylaxie).	Très élevé	> V1 h/ha	Moyen	Moyen
		Elevé	Entre V2 et V1 h/ha		
		Moyen	Entre V3 et V2 h/ha		
		Faible	< V3 h/ha		
Régularité de distribution de la charge de travail	Prise en compte de la distribution de la charge de travail pendant l'année (gestion des pics de travail) (DEXiPM-Pomefruit®). Prise en considération de la satisfaction de l'arboriculteur et de sa gestion avec ses autres systèmes.	Mauvaise	Gros pics de travail difficilement gérable/ non compatible avec d'autres activités/ Arboriculteur non satisfait	Bonne	Bonne
		Moyenne	Régularité normale, gestion des pics de travail difficile mais faisable/ arboriculteur moyennement satisfait		
		Bonne	Bonne régularité/ gestion des pics de travail faciles/ arboriculteur satisfait/ compatible avec les autres activités		
Complexité du système	Faisabilité du système et/ou difficultés rencontrées par l'arboriculteur dans la mise en œuvre du système. Exemples : production de nouvelles espèces, nombre de contrôles de bioagresseurs élevé... (DEXiPM-Pomefruit®).	Non acceptable	Arboriculteur non satisfait → Système trop compliqué et difficilement réalisable	Acceptable	Acceptable
		Moyennement acceptable	Arboriculteur moyennement satisfait → Système complexe mais acceptable/ système pas assez complexe (besoin de défis)		
		Acceptable	Arboriculteur satisfait de la complexité du système (dépend du caractère)		
Difficultés physiques et pénibilité du travail	Prise en compte de perturbations comme le bruit, la répétition de tâches difficiles et/ou traumatisantes (DEXiPM-Pomefruit®) ou l'utilisation de filets dans une région très ventée...	Non acceptables		Acceptables	Acceptables
		Peu acceptables			
		Acceptables			
		Rares			



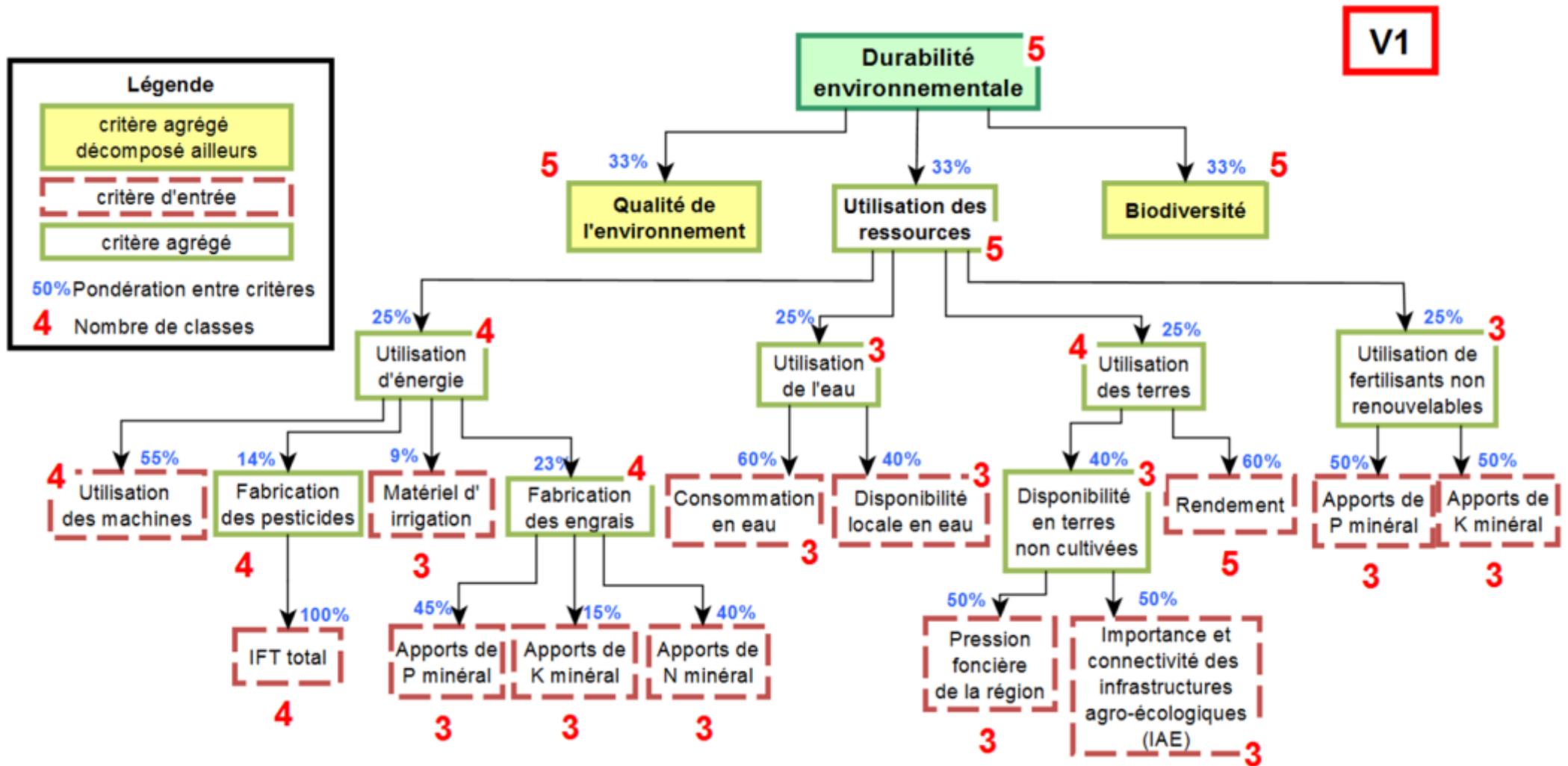
Annexe 8.2 : Structure de la branche sociale



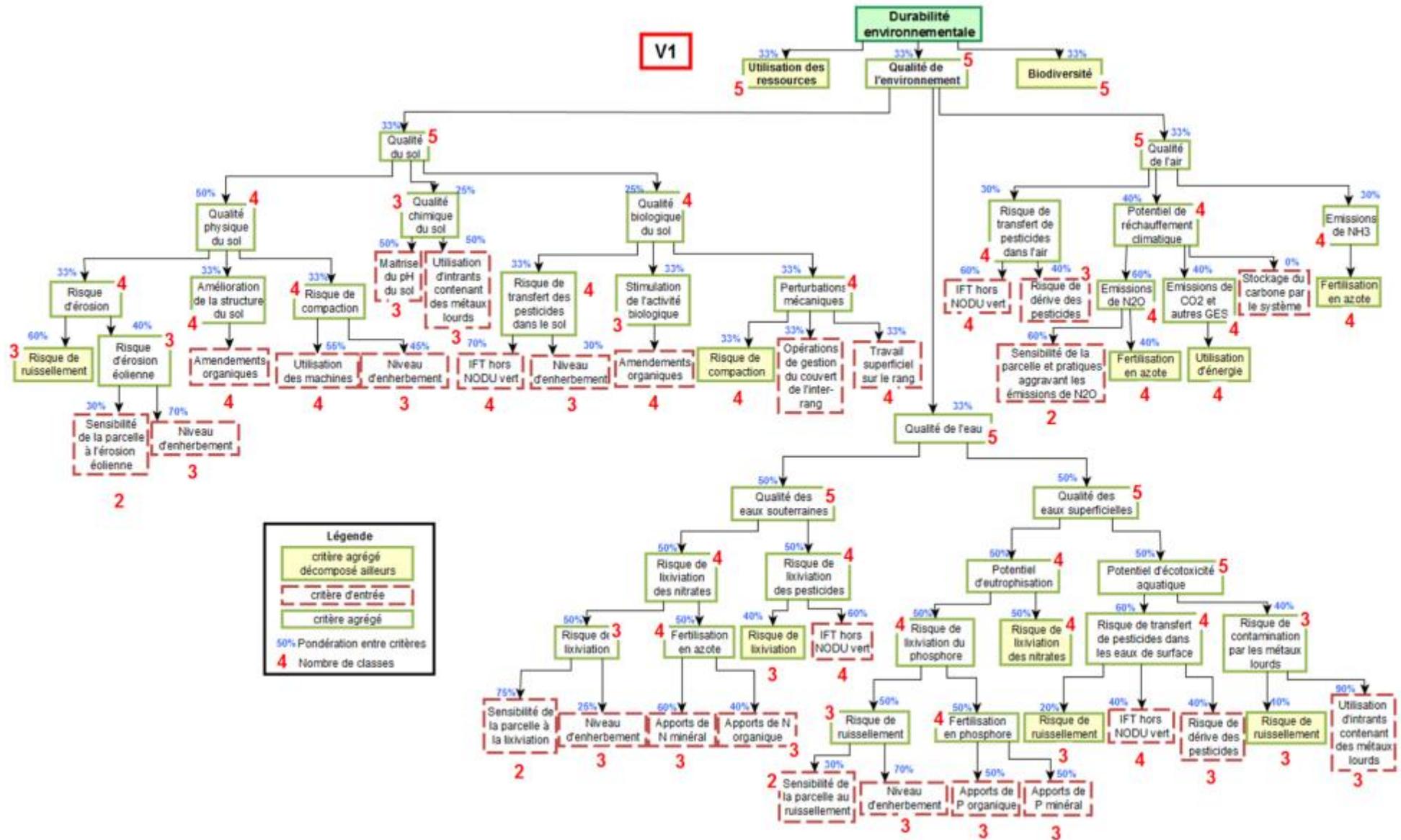
Légende

- critère agrégé décomposé ailleurs
- critère d'entrée
- critère agrégé
- 50% Pondération entre critères
- 4 Nombre de classes

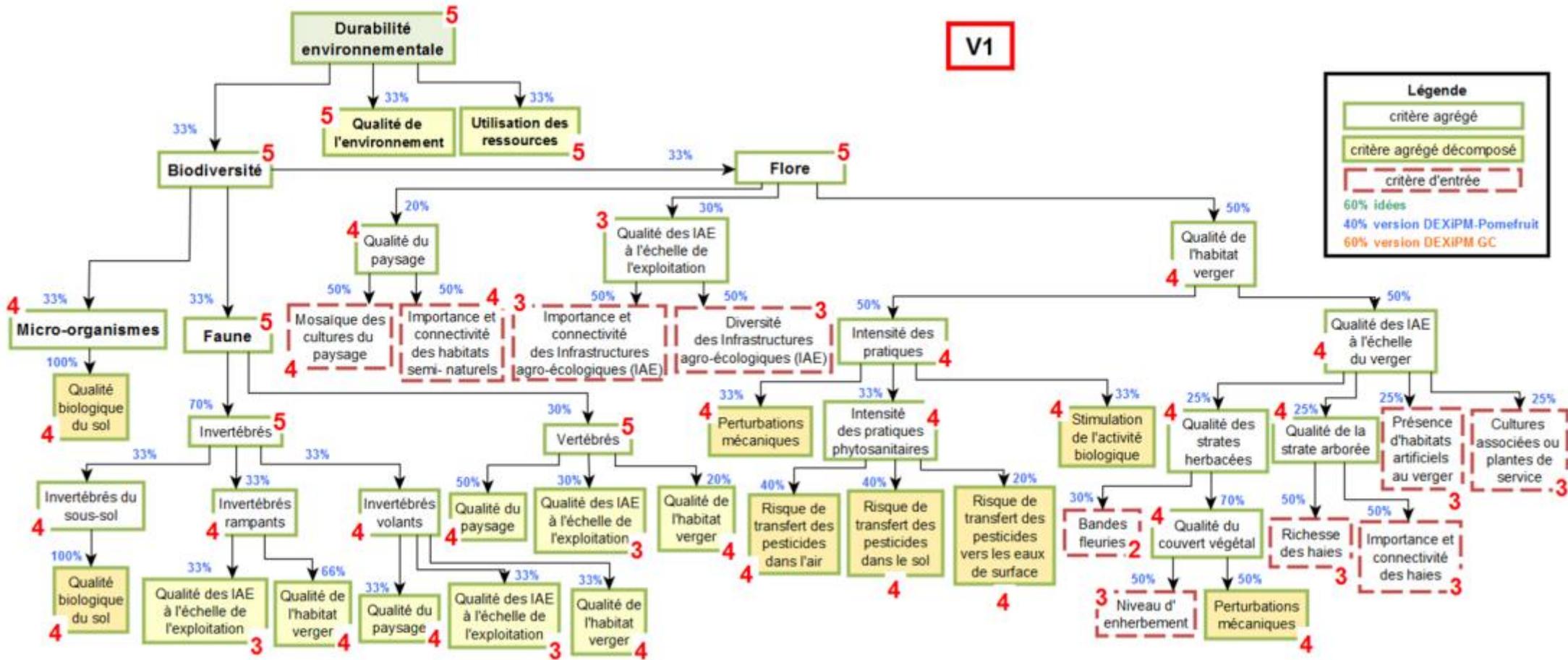
Annexe 8.3 : Branche « utilisation des ressources » de la durabilité environnementale



Annexe 8.4 : Branche « Qualité de l'environnement » de la durabilité environnementale



Annexe 8.5 : Branche Biodiversité » de la durabilité environnementale



Annexe 9 : Classements SCEP et évaluation DEXiFruits des SdC du réseau DEPHY EXPE Pomme

Modalités de systèmes	Classement SCEP	Durabilité globale (/7)	Durabilité économique (/5)	Durabilité sociale (/5)	Durabilité environnementale (/5)
CEFEL Base 1	NS	1	1	3	2
CEFEL Base 2	NS	3	2	4	3
CEFEL Ecophyto 1	NS	2	2	4	1
CEFEL Ecophyto 2	NS	2	2	4	1
CEHM Base 1	SCEP 2	7	4	5	4
CEHM Ecophyto 1	SCEP 2	6	3	5	5
Invenio base 1	NS	2	2	4	2
Invenio Ecophyto 1	NS	1	1	3	1
La Morinière AB	NS	2	1	5	2
La Morinière Base 1	NS	2	2	4	1
La Morinière Base 2	NS	2	3	4	1
La Morinière Ecophyto 1	NS	2	2	4	2
La Morinière Ecophyto 2	NS	6	2	5	5
La Morinière Ecophyto 2'	NS	6	2	5	5
La Pugère Base 1	SCEP 2	2	2	4	2
La Pugère Ecophyto 1	NS	4	1	4	5
La Pugère Ecophyto 2	NS	4	1	4	5
Lanxade Base 1	NS	2	2	4	2
Lanxade Base 2	NS	3	2	4	3
Lanxade Ecophyto 1	NS	2	2	4	2
Lanxade Ecophyto 2	NS	2	2	4	2

Bibliographie

Aissani L., Vaxelaire S., Papinot P-E., Védrine H., Mollaret M-E., Villeneuve J., (2012), Méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux des opérations de prétraitement des déchets. Projet CleanWasT [en ligne], 143 p.

Disponible sur http://cleanwast.brgm.fr/Documents/Deliverables/CleanWasT_Delivrable_2.pdf

Alaphilippe A. (2014), Projet DEXiFruits : Rapport scientifique à mi-parcours, 8p.

Aubertot J-N., Barbier J-M., Carpentier A., Gril J-J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Savini I., Voltz M., (2005), Pesticides, agriculture et environnement : réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux, synthèse du rapport d'expertise, 2-7 p.

Ben Mena S., (2000), Introduction aux méthodes multicritères d'aide à la décision, Biotechnologie, agronomie, sociologie et environnement, 83-93p.

Bohanec M., (2011), DEXi: Program for Multi-Attribute Decision Making-User's Manual, 59p.

Butault J-P, Delame N., Jacquet F., Zardet G., (2012), L'utilisation des pesticides en France : états des lieux et perspectives de réductions, [en ligne], 14p.

Disponible sur : <http://agriculture.gouv.fr/lutilisation-des-pesticides-en-france-etat-des-lieux-etperspectives-de-reduction>.

Collet P., (2015), Ecophyto : report de l'objectif de réduction de 50% de l'usage des pesticides à 2025, [en ligne].

Disponible sur : <http://www.actu-environnement.com/ae/news/nouveau-plan-ecophyto-reportobjectif-cepp-financement-fermes-dephy-23770.php4>.

Craheix D., Angevin F., Bergez J-E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Doré T., (2012), MASC 2.0, un outil d'évaluation multicritère pour estimer la contribution des systèmes de culture au développement durable, Innovations agronomiques, n°20, 35-48 p.

Craheix D., Angevin F., Bergez J-E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Sadok W., Doré T., (2011), MASC 2.0, Un outil pour l'analyse de la contribution des systèmes de culture au développement durable. Jeu complet de fiches critères de MASC 2.0. INRA – AgroParisTech – GIS GC HP2E, 133p.

Ecophyto, (2014), Réseau DEPHY FERME- Synthèse des premiers résultats à l'échelle nationale, 47p.

Landais E., (1998), Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social, Courrier de l'environnement de l'INRA, n°33, 23-39 p.

Lehoux N., Vallée P., (2004), Analyse multicritère [en ligne], 76 p. Disponible sur :

http://www.performancepublique.budget.gouv.fr/sites/performance_publique/files/files/document_s/performance/cocontro_gestion/qualite_et_CG/Analyse_multicriteres/1_Multi_criteres2004.pdf

MAAF & MEDDE, (2015), Plan Ecophyto II – 08 juin 2015, [en ligne], 55 p.

Disponible sur <http://agriculture.gouv.fr/file/20150606-projet-de-plan-ecophyto-iicle0987b1pdf>

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, Innovation agronomiques, n° 8, 69-81 p.

Munier-Jolain N., (2014), Projet SCEP-DEPHY : Systèmes de culture Economes et Performants du réseau DEPHY- Rapport mi-parcours, 11p.

Salaün A., (2015), Evaluation multicritère de systèmes de culture en vergers de pommiers dans le cadre du réseau national EXPE ECOPHYTO Pomme, Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage, Rennes : AgroCampus Ouest, 69 p.

Sebillotte M., (1990), Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes, le point sur les systèmes de culture, INRA Editions, 165-196p.

Sitographie

[1] Résultats économiques de l'agriculture
<http://agreste.agriculture.gouv.fr>

[2] Réseau de fermes DEPHY
<http://agriculture.gouv.fr/reseau-de-fermes-dephy-ou-en-est-fin-2012>

[3] IFT&NODU vert biocontrôle
<http://agriculture.gouv.fr/ift-nodu-vert-biocontrole>

[4] Ecophytopic
<http://arboriculture.ecophytopic.fr>

[5] Ligue de Protection des Oiseaux
<https://www.lpo.fr>

[6] Groupement de Recherche en Agriculture Biologique
www.grab.fr/