



Tutoriel d'utilisation de DEXiFruits

wiki.inra.fr/wiki/deximasc/DEXiFruits/1-+Accueil



Tutoriel d'utilisation

DEXiFruits

Générique

Qu'est-ce que DEXiFruits et à quoi sert-il ?

DEXiFruits est un outil informatique **d'évaluation multicritère de la durabilité des vergers**. Il est **gratuit et téléchargeable librement sur internet**.

Il est utilisable et commun à toutes les **cultures arboricoles fruitières à noyaux ou à pépins**. Cependant, il a plus spécifiquement été paramétré pour la **pomme à couteau**, la **pomme à cidre** et la **pêche**.

Il permet **d'évaluer les performances économiques, environnementales et sociales** des **pratiques** d'un verger dans son **contexte** et permet **d'identifier ses forces et ses faiblesses**. Il peut également **faciliter l'animation** d'un groupe de travail en accompagnant la réflexion sur les performances des SdC existants ou l'élaboration et la mise en place de stratégies innovantes.

Par qui a-t-il été créé ?

Cet outil a été co-construit par l'Inra, le Ctifl, l'IFPC et l'AgroCampus Ouest centre d'Angers. Il a également mobilisé l'expérience et les compétences techniques et scientifiques de plus de 100 personnes extérieures au projet depuis 8 ans.

A qui est-il destiné ?

- aux **agriculteurs, seuls ou en groupe**, qui souhaitent réaliser le diagnostic de la durabilité de leur verger et identifier ses forces et ses faiblesses;
- aux **conseillers agricoles** et les **enseignants**, qui y trouveront un support de discussion et d'animation pour faciliter les échanges autour de la durabilité et la conception de systèmes innovants ;
- à la recherche et le développement, qui peuvent utiliser l'outil pour leurs expérimentations et leurs études.

Points d'attention :

- Il ne s'agit pas d'un **outil de certification, ni de labellisation**.
- **Cet outil ne remplace pas le conseil !** Il est à voir comme une **aide à la réflexion** individuelle ou collective sur les performances des pratiques des vergers dans leur **propre contexte**. **Les solutions sont à réfléchir localement et à adapter au cas par cas**.
- **Les concepteurs de DEXiFruits ne peuvent être tenus pour responsables des résultats d'évaluation avec l'outil**
- L'utilisation de cet outil relève d'une démarche **volontaire**.

Alice Vélú¹, Aude Alaphilippe¹, Frédérique Angevin¹, Anne Guérin², Pascale Guillermin³, Franziska Zavagli⁴

Partenaires



Financeurs



Protection de l'outil

L'outil DEXiFruits a été bâti par un collectif de chercheurs, ingénieurs et enseignants impliquant l'Inra, des instituts techniques : le Ctifl et l'IFPC et un établissement d'enseignement supérieur (AgroCampus Ouest centre d'Angers). L'outil DEXiPM_Pomefruit dont DEXiFruits dérive a fait l'objet d'un dépôt à l'APP en janvier 2013, (N° IDDN.FR.001.070018.000.R.P.2013.000.30100, attribué le 30/01/2013), version 1 qui est propriété de l'Inra.

L'utilisation de DEXiFruits se fait sous la licence CeCILL-C, le téléchargement valant acceptation de la licence. DEXiFruits ne peut être exploité commercialement sans avoir préalablement contacté et obtenu l'accord des propriétaires du logiciel DEXi⁴. La licence CeCILL-C vous permet d'utiliser DEXiFruits sans limitation sous votre propre responsabilité, les concepteurs et les propriétaires de DEXiFruits ne pouvant être tenus pour responsables des résultats obtenus. Il est précisé que les éventuelles réutilisations de DEXiFruits dans des développements logiciels devront suivre les conditions énoncées dans la licence CeCILL-C.

Le téléchargement vaut acceptation de la licence.

Outils et documents d'accompagnement

1 Pack utilisateur

- ***DEXiFruits_espèce.dxi*** : Déclinaison de l'outil DEXiFruits pour une espèce donnée. Il est livré avec un exemple analysé correspondant au système référent de l'espèce. Elle est utilisable avec le logiciel **DEXi**¹ et la plateforme **IZIEval**².
- ***Tutoriel d'utilisation DEXiFruits.pdf*** : Ce document est un guide d'utilisation de l'outil DEXiFruits avec l'interface IZIEval. Il contient une présentation des fonctionnalités de base de l'outil, un mode d'emploi pour utiliser DEXiFruits avec l'interface IZIEval et l'ensemble des fiches critères décrivant chaque donnée d'entrée
- ***Guide d'utilisation de DEXiFruits et IZIEval.pdf*** : Ce guide est une présentation sous PowerPoint qui reprend les éléments de présentation de l'outil et de manipulation d'IZIEval du tutoriel d'utilisation. Il est utilisable pour une formation, un atelier ou un cours.
- ***Document support espèce.pdf*** : Fichier synthétique d'aide au renseignement des critères d'entrée (définitions + classes et seuils + système référent). Ce document est dédié à être imprimé. Il est décliné pour chaque espèce.
- ***Extension tutoriel espèce.pdf*** : Présentation du système référent et des seuils paramétrés pour une espèce donnée.

2 Pack expert

- ***DEXiFruits.dxi*** : Outil DEXiFruits générique utilisable avec le logiciel **DEXi** et la plateforme **IZIEval**.
- ***Guide de paramétrage à d'autres espèces.docx*** : Document méthodologique permettant aux utilisateurs de paramétrer l'outil DEXiFruits générique à d'autres espèces fruitières (fruits à pépins ou à noyaux métropolitains).

3 Pour aller plus loin

- **Wiki**³ **MASC-DEXiPM** : plateforme de présentation des outils MASC et DEXiPM sur laquelle tous ces documents sont disponibles
- ***Projet-DEXiFruits.pdf*** : Document réalisé pour l'Appel à Proposition de Recherche PSPE 2012
- Poster + flyer
- Article France agricole+ SIVAL

¹ Bohanec, M.: *DEXi: Program for Multi-Attribute Decision Making, User's Manual, Version 5.00*. IJS Report DP-11897, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, 2015.

² wiki.inra.fr/wiki/deximasc/Interface+IZI-EVAL/Accueil

³ wiki.inra.fr/wiki/deximasc/Présentation+de+DEXi-PM/WebHome

Objectifs du document

L'objectif du tutoriel est de fournir rapidement à l'utilisateur les bases pour utiliser DEXiFruits. C'est un document générique à toutes les espèces étudiées. Une lecture de ce document doit être un préalable à toute utilisation du modèle pour comprendre le fonctionnement de l'outil et pour prendre connaissance des diverses précautions liées à son usage.

Ce document présente quelques caractéristiques de l'outil, une formation à l'utilisation d'IZIEval, des conseils et des préconisations d'utilisation ainsi que l'ensemble des fiches critères. Ces fiches présentent en détail chaque critère d'entrée (définition, classes et valeurs-seuils, justifications de leur place dans l'arbre).

Table des matières

Préambule.....	6
L'outil DEXiFruits	7
1 Pourquoi un modèle basé sur DEXi ?.....	7
2 La structure de DEXiFruits.....	7
3 Les critères d'entrée.....	8
4 Les critères agrégés	8
Conseils d'utilisation.....	9
1 Définition des objectifs d'évaluation : quelle valorisation de vos résultats DEXiFruits ?.....	9
2 Description des systèmes de culture.....	9
3 Analyse et interprétation des résultats	12
4 Avertissement et préconisations pour l'interprétation des résultats	13
Arbre DEXiFruits	14
1 Résumé synthétique.....	14

Préambule

Objectifs de l'outil : Evaluer et classer les systèmes de culture fruitiers métropolitains (fruits à pépins et noyaux) en identifiant leurs **atouts** et leurs **limites** au regard des exigences du **développement durable**.

Déclinaisons disponibles: pomme à couteau, pomme à cidre, pêche

Principes : L'outil DEXiFruits s'appuie sur une évaluation des trois dimensions usuellement distinguées pour définir la **durabilité** (économique, sociale, et environnementale) à travers **57 critères** sélectionnés pour rendre compte des **performances** des systèmes de culture. Pour évaluer un système de culture, il faut renseigner chacun des 57 critères d'entrée (ou de base) qui le caractérise de manière qualitative, à partir d'une échelle de jugement comprenant 3 à 5 classes.

DEXiFruits effectue ensuite une **agrégation progressive des critères**, selon un « arbre » qui, partant des 57 critères d'entrée, permet de remonter progressivement pour disposer *in fine* d'une évaluation globale de la durabilité des systèmes de culture. L'agrégation des critères se fait à l'aide de règles de décision de type « si - alors ».

Appel à proposition de recherche (APR) : PSPE 1 (« Pour et Sur le Plan Ecophyto »)

Financeurs :

ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques),

GISFruits

Ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt

Durée : 26 mois (juillet 2013 – septembre 2015)

Organisme porteur : Inra (UERI Gotheron)

Responsable :

Aude ALAPHILIPPE (Inra UERI Gotheron) - aude.alaphilippe@paca.inra.fr

Chargée du projet :

Alice VÉLU (Inra UERI Gotheron) - alice.velu@paca.inra.fr

Comité de conception :

Franziska ZAVAGLI (CTIFL – réseau national pomme) - Zavagli@ctifl.fr

Pascale GUILLERMIN (AgroCampus Ouest – lien formation, experte pomme) -

pascale.guillermin@agrocampus-ouest.fr

Anne GUÉRIN (IFPC – réseau d'expérimentation système Verger cidricole de demain) -

anne.guerin@ifpc.eu

Frédérique ANGEVIN (Inra Grignon Eco-Innov – Développement MASC-DEXiPM) -

Frederique.Angevin@grignon.inra.fr

L'outil DEXiFruits

1 Pourquoi un modèle basé sur DEXi ?

L'évaluation de la durabilité d'un système de culture (SdC) est complexe. En grandes cultures, l'outil MASC⁴ est mis en œuvre à l'aide du logiciel d'aide à la décision qualitatif **DEXi**⁵ qui permet de décomposer tout problème décisionnel complexe en sous-problèmes plus faciles à résoudre. MASC a fait ses preuves mais son utilisation reste à optimiser (temps de calculs important). En parallèle, des outils plus faciles d'utilisation et destinés à la recherche, sont développés dans différentes filières : les DEXiPM⁶. Ces outils permettent de **concevoir**⁷ des SdC innovants et durables. Ils existent en grandes cultures⁸, en vigne, en légumes et pour la pomme (DEXiPM_Pomefruit®). Mais en arboriculture, les professionnels souhaitent bénéficier de ce type d'outil, **adapté au terrain**, pour pouvoir **évaluer** les performances de leurs SdC déjà en place ou pour lesquels des changements sont à envisagés..

En réponse à cette demande, l'outil DEXiFruits a été développé en **co-partenariat** entre le **Ctifl**, **l'IFPC**, **l'INRA** et **AgroCampus Ouest centre d'Angers**. Il dérive de l'outil DEXiPM_Pomefruit® développé pour la pomme et la poire dans le cadre des projets Alt'Carpo (sources) et PURE (sources). Le choix de cette méthodologie pour la conception de DEXiFruits est justifié par la **simplicité de son utilisation** (condition nécessaire pour sa transmission) et par sa **transparence** (tous les choix sont visibles par les utilisateurs).

Une interface « utilisateur » conviviale nommée **IZIEval**⁹, a également été développée pour faciliter l'utilisation de ces modèles et la lecture des résultats.

2 La structure de DEXiFruits

DEXiFruits se présente sous la forme d'un **arbre hiérarchique de décision** (Figure 1). Cette structure permet de décomposer la durabilité selon ses 3 piliers (approche complexe) puis en indicateurs (**critères agrégés**) et enfin en données facilement récupérables sur le terrain (**critères d'entrée**).

DEXiFruits possède **81 critères agrégés** et **57 critères d'entrée**.

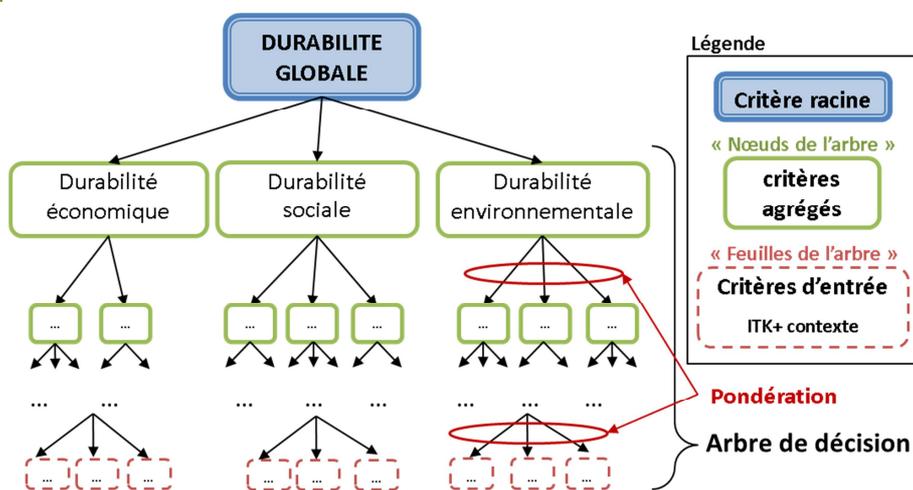


Figure 1: Schéma de la structure de DEXiFruits

⁴ Sadok et al., 2009, MASC: a qualitative multi attribute decision model for ex ante assessment of the sustainability of cropping systems. *Agron. Sustain. Dev.* 29, 447-461.

⁵ Bohanec, M.: DEXi: Program for Multi-Attribute Decision Making, User's Manual, Version 5.00. IJS Report DP-11897, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, 2015.

⁶ wiki.inra.fr/wiki/deximasc/Présentation+de+DEXi-PM/WebHome

⁷ Messéan et al, 2010, Outils d'évaluation et d'aide à la conception de stratégies innovantes de protection des grandes cultures, *Innovations Agronomiques*, 8, 69-81

⁸ Pelzer et al., 2012 : Assessing innovative cropping systems with DEXiPM, a qualitative multi-criteria assessment tool derived from DEXi

⁹ wiki.inra.fr/wiki/deximasc/Interface+IZI-EVAL/Accueil

3 Les critères d'entrée

Les critères d'entrée correspondent soit à la description du **contexte** du système évalué (23 critères), soit à des relevés permettant de qualifier certaines **pratiques agronomiques et certains résultats du système** (34 critères).

Rendement			
classes	faible	moyen	élevé
seuils	<20T/ha	[20; 50] T/ha	> 50 T/ha

Figure 2: Exemple de correspondance entre les classes (qualitatives) et les seuils (quantitatifs) d'un critère d'entrée

Chaque critère est défini par des **classes qualitatives**, du type « faible, moyen, élevé ». (Figure 2)

Pendant certains critères sont quantitatifs (ex : le rendement). Pour DEXiFruits, les classes de ces critères quantitatifs sont définies à l'aide de **valeurs-seuils** (Figure 2). Ces valeurs-seuils sont paramétrées (ou à paramétrer) pour chaque espèce.

4 Les critères agrégés

Les critères agrégés, situés en amont des critères d'entrée, associent pas à pas l'information comprise dans les critères de niveaux inférieurs dont ils dépendent selon une **pondération** reflétant leur importance. Les agrégations sont effectuées pour chaque critère grâce à des « **fonctions d'utilité** » qui se matérialisent par des tableaux renseignés à dire d'experts selon un raisonnement qualitatif du type « **si-alors** » tel que:

SI « critère 1 est très faible » **ET SI** « critère 2 est faible à moyen »
ALORS « critère agrégé est très faible »

Dans les outils type DEXiPM et contrairement à MASC, chaque critère (agrégé ou d'entrée) peut être réutilisé plusieurs fois dans l'arbre. On dit qu'ils sont « liés ». Dans DEXiFruits, on observe 254 liaisons de critères.

5 Le système référent

Dans le cas d'un **paramétrage pour une espèce**, un **système référent** (ou système type) est créé (Figure 3). Un système référent est un système fictif représentatif de la moyenne nationale des systèmes de culture pour une espèce donnée.

Rendement			
classes	faible	moyen	élevé
seuils	< 20 T/ha	[20 ; 50] T/ha	> 50 T/ha

Système référent
[20 ; 50] T/ha

Figure 3: Illustration de la notion de système référent

Il est utilisé pour comparer ses performances avec celles du système étudié. Il permet également de compléter un critère d'entrée manquant lors de l'évaluation du système de culture, de décontextualiser l'évaluation (utilisation du contexte du système référent pour plusieurs systèmes et ne comparer que leurs pratiques). Il peut également être une base de discussion.

Guide et conseils d'utilisation

Vous trouverez ici un guide et quelques conseils d'utilisation de l'outil afin d'analyser au mieux vos systèmes. Il s'agit tout d'abord de préciser vos attentes en termes d'évaluation (objectifs et périmètres de l'évaluation), de renseigner les critères d'entrée de DEXiFruits, de réaliser l'évaluation et enfin d'interpréter les résultats.

1 Définition des objectifs d'évaluation : quelle valorisation de vos résultats DEXiFruits ?

L'outil DEXiFruits permet **d'évaluer la durabilité d'un ou plusieurs systèmes de culture**. Cependant, l'évaluation de la contribution de votre/vos SdC au développement durable n'est souvent pas la seule finalité. La formalisation en début de projet d'**objectifs** plus précis est indispensable pour orienter la manière de conduire l'évaluation avec DEXiFruits. Cette étape implique de :

- préciser la **finalité de l'évaluation** (pour quoi et pour qui ?),
- définir les **objectifs opérationnels** (on évalue quoi ?) et leurs **priorités** (arbitrages entre objectifs),
- préciser les **contraintes de l'évaluation** (comment ?).

1.1 Pour quoi et pour qui ?

Cette évaluation peut être mise en œuvre pour :

- Faire une analyse fine d'un ou plusieurs SdC :
 - o Identifier des points forts et faibles en termes de durabilité
 - o Identifier des leviers (éléments de contexte ou pratiques) prépondérants sur les performances du système
- Comparer ou classer des systèmes entre eux :
 - o Sur un thème précis (ex : utilisation de produits phytosanitaires et durabilité)
 - o Etude de la trajectoire ou de l'évolution d'un système (évaluation sur plusieurs années)
 - o Simulation de changement de pratiques (ex : comparaison de 2 ou plusieurs stratégies)
- Discuter et partager (aide à l'animation de réunion)
 - o Echanges sur la notion de durabilité
 - o Partages de connaissances et co-conception de systèmes innovants autour de nouvelles combinaisons de pratiques.

1.2 On évalue quoi et comment ?

Suivant ses besoins, l'évaluateur devra faire des choix sur :

- Les vergers à évaluer, leur contexte, leur nombre
- Les années à étudier
- Par qui et comment : le cadre d'évaluation (en groupe ou individuellement)
- Le public visé pour la communication des résultats
- Un thème particulier (réduction des phyto, des intrants, mécanisation...)

2 Description des systèmes de culture avec l'interface IZIEval

2.1 Récupération des données d'entrée

Après avoir choisi le ou les vergers à évaluer, il convient de les décrire rapidement dans leurs contextes et de réunir les données nécessaires à l'évaluation avec DEXiFruits.

Dans les cas où plusieurs systèmes sont évalués, il est également conseillé de les décrire rapidement en **traçant la source (date et nom des SdC) des données**. Dans le logiciel IZIEval, un espace « Commentaires » est dédié à cette traçabilité.

2.2 L'interface IZIEval

L'outil DEXiFruits s'utilise avec l'interface IZIEval disponible avec tous ses documents de formation sur le wiki MASC-DEXiPM en téléchargement libre :

wiki.inra.fr/wiki/deximasc/Interface+IZI-EVAL/Accueil

IZIEval utilise la technologie JAVA¹⁰ (à mettre à jour si IZIEval ne fonctionne pas après téléchargement).

2.3 Renseignement de l'interface IZIEval

Ouverture du modèle

Après avoir lancé l'interface IZIEval :

- 1/ cliquez sur l'icône  (ou *Fichier/ Ouvrir un fichier IZIEval (.masc) ou DEXi (.dxi)*).
- 2/ Recherchez l'emplacement de l'outil DEXiFruits sur votre ordinateur (après l'avoir téléchargé)
- 3/ Cliquez sur « Ouvrir »

Onolet Modèle : observation de l'arbre et de ses critères

L'outil DEXiFruits s'ouvre sur l'onglet « **Modèle** » (Figure 4). Cet onolet est **informatif**, il présente la structure de l'arbre et ses critères. **Avec IZIEval vous ne pouvez pas modifier la structure.**

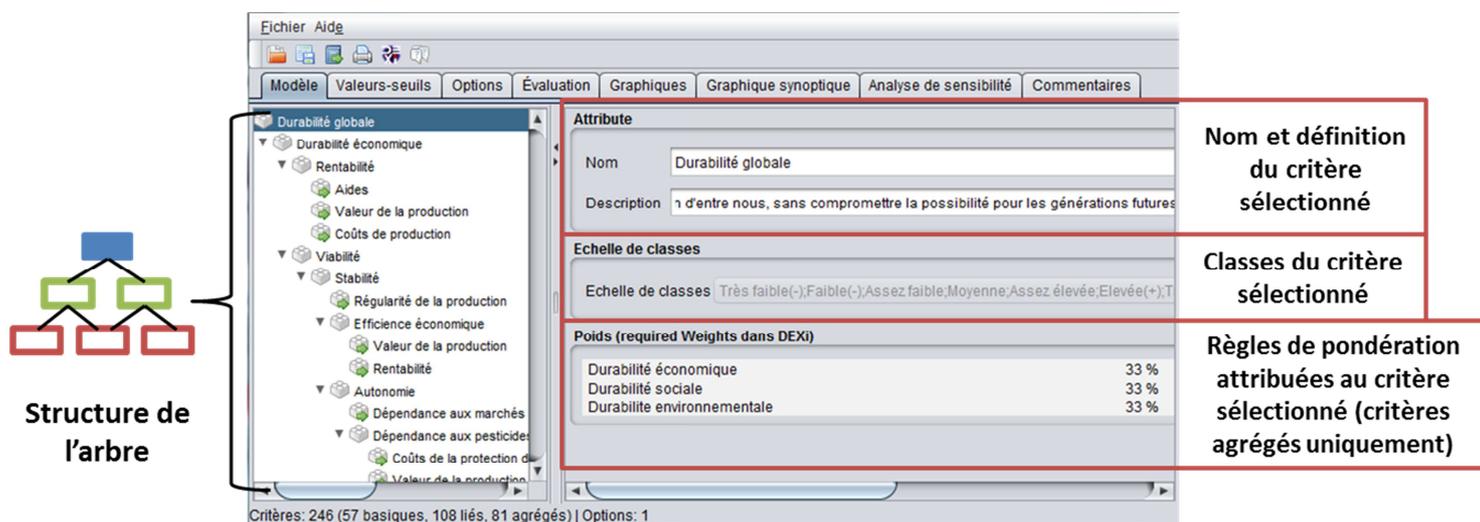


Figure 4: Explications de l'onglet Modèle de l'interface IZIEval

Onolet Options : description du ou des systèmes de culture

Présentation de l'onglet

¹⁰ www.java.com/fr/

Pour évaluer un ou plusieurs systèmes, cliquez sur l'onglet « **Options** » (Figure 5). Cet onglet présente la liste des 57 critères d'entrée (données à renseigner), un système référent (représentant l'espèce étudiée), d'autres systèmes éventuellement renseignés et une barre de gestion des systèmes (ou options).

C'est dans cet onglet que seront décrits les systèmes à évaluer.

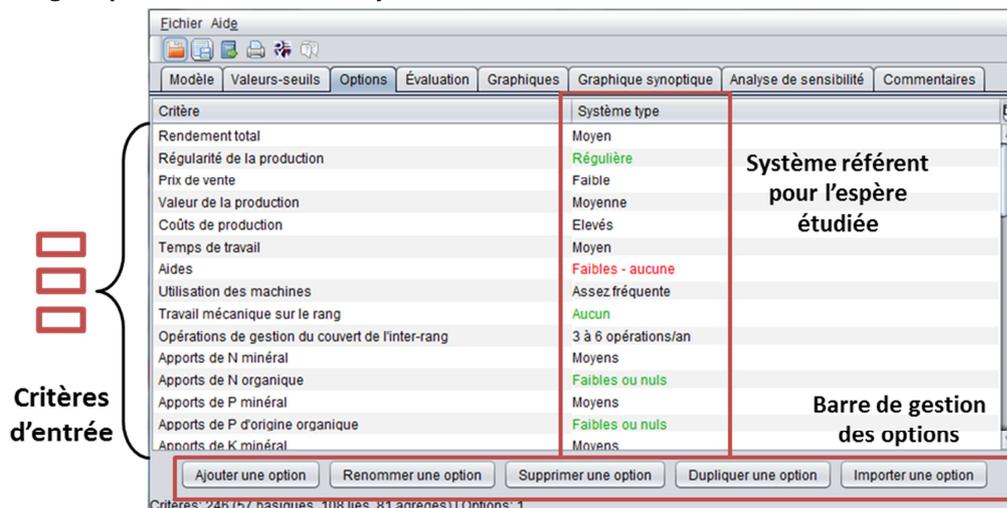


Figure 5: Explications de l'onglet Options de l'interface IZIEval

Création d'un nouveau système

Pour créer un nouveau système et l'évaluer il faut créer sa colonne en cliquant sur le bouton « **Ajouter une option** ». Si votre nouveau système ressemble beaucoup à un autre système déjà renseigné, vous pouvez dupliquer le système similaire en cliquant sur « **Dupliquer une option** » et le renommer en cliquant sur « **Renommer une option** ».

ATTENTION : Ne cliquez pas directement sur le nom de l'option pour modifier son nom. Cette manipulation change l'ordre des critères d'entrée. Pour rectifier cette mauvaise manipulation il suffit de revenir à l'onglet « Modèle ».

Renseignement des critères d'entrée

Pour décrire le système à évaluer, il faut renseigner chaque critère d'entrée en choisissant la classe correspondant le mieux au système dans le menu déroulant. Ce choix est lié aux **caractéristiques du système et à son contexte**, en référence à la **définition du critère** (dans l'onglet « Modèle » d'IZIEval ou dans le **document support espèce.pdf** ou dans les fiches de ce présent guide d'utilisation) et à sa **comparaison avec un système référent**.

Critère(s) manquant(s) et système référent

Dans le cas où une ou plusieurs données seraient indisponibles, vous pouvez utiliser la valeur du système référent. Dans ce cas, pour ne pas biaiser l'interprétation des résultats, il faut impérativement tracer les critères remplis avec le système référent (vous pouvez éventuellement utiliser l'espace « Commentaires »)

ATTENTION : Lors du renseignement des critères, il ne faut pas laisser de critère vide. Une donnée manquante biaiserait les résultats.

Remarque : En renseignant les critères d'entrée et en comparant ses choix avec le système référent, l'évaluateur catégorise déjà son système ; ceci en fonction des valeurs-seuils, de la qualification des classes

des critères ou même du système référent. Cette deuxième étape est donc en général une première évaluation du système.

3 Analyse et interprétation des résultats

Cette étape de travail consiste à prendre connaissance des sorties du modèle et à analyser les résultats obtenus en regard des objectifs d'évaluation. L'évaluation globale DEXiFruits permet de réaliser un diagnostic d'ensemble des performances des systèmes au regard de leur contribution au développement durable. Plusieurs sorties graphiques peuvent également être utilisées pour analyser les résultats obtenus : histogrammes, graphiques à deux dimensions, radars et tableaux de bord.

3.1 Evaluation globale des performances du/des SdC

Le premier niveau d'analyse consiste à observer la **note de durabilité globale**, ainsi que celle de chacun des **3 piliers**. Si plusieurs SdC sont évalués, ils peuvent ainsi être **classés**.

Ces résultats peuvent être récupérés dans l'onglet « **Evaluation** » en repérant dans l'arbre les 4 critères désirés (durabilité globale et ses 3 piliers).

Ils peuvent également être extraits sous forme de graphique dans l'onglet « **Graphiques** » en sélectionnant les systèmes désirés (« options à représenter » à gauche de l'arbre)(Figure 6).

- Si **un seul critère** est sélectionné (ex. durabilité globale), IZIEval génère un **histogramme** qui représente les classes des systèmes sélectionnés
- Si **deux critères** sont sélectionnés, IZIEval génère un **graphique à 2 axes**
- Si **3 critères ou plus** sont sélectionnés, IZIEval génère un **graphique radar** (avec le même nombre de branches que de critères sélectionnés).

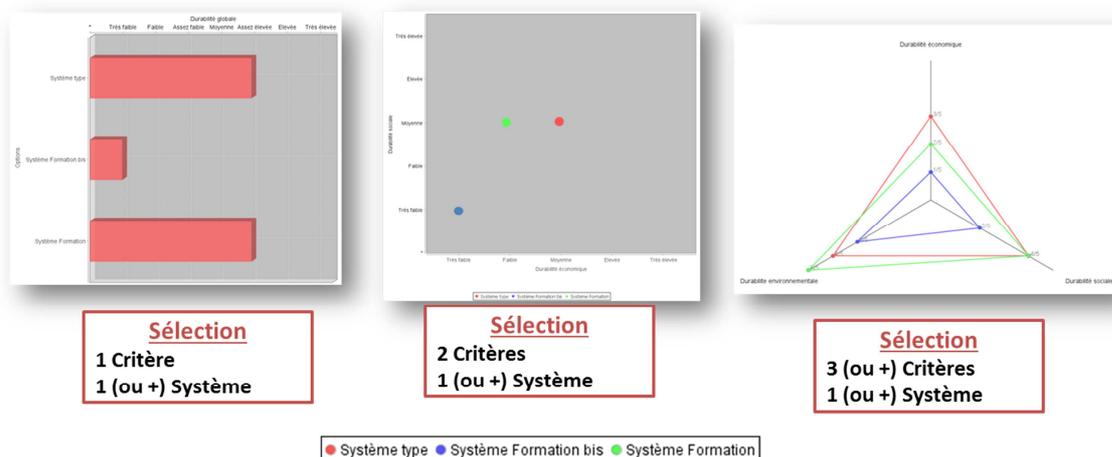


Figure 6: Types de représentation graphique générés par l'interface IZIEval en fonction du nombre de critères sélectionnés

Dans le cadre d'une étude avec un grand nombre de SdC, cette étape permet de sélectionner quelques SdC intéressants à analyser plus finement.

3.2 Analyse fine des résultats

Cette étape ne peut être réalisée que sur un **nombre restreint de SdC**. Il s'agit d'étudier les systèmes un par un en effectuant un diagnostic plus fin des performances obtenues en ayant recours à des graphiques **radars** (onglet « **Graphiques** ») (cf analyse globale)) ou à des **tableaux de bord**.

Pour générer un tableau de bord avec IZIEval, cliquez sur l'onglet « **Graphiques synoptiques** » (Figure 7). Sélectionnez une ou plusieurs branches de l'arbre et/ou désélectionnez certains critères (en maintenant la touche [ctrl]) en fonction de vos besoins.

Pour améliorer le rendu graphique cliquez sur l'onglet « **Configuration** » à gauche de l'arbre.

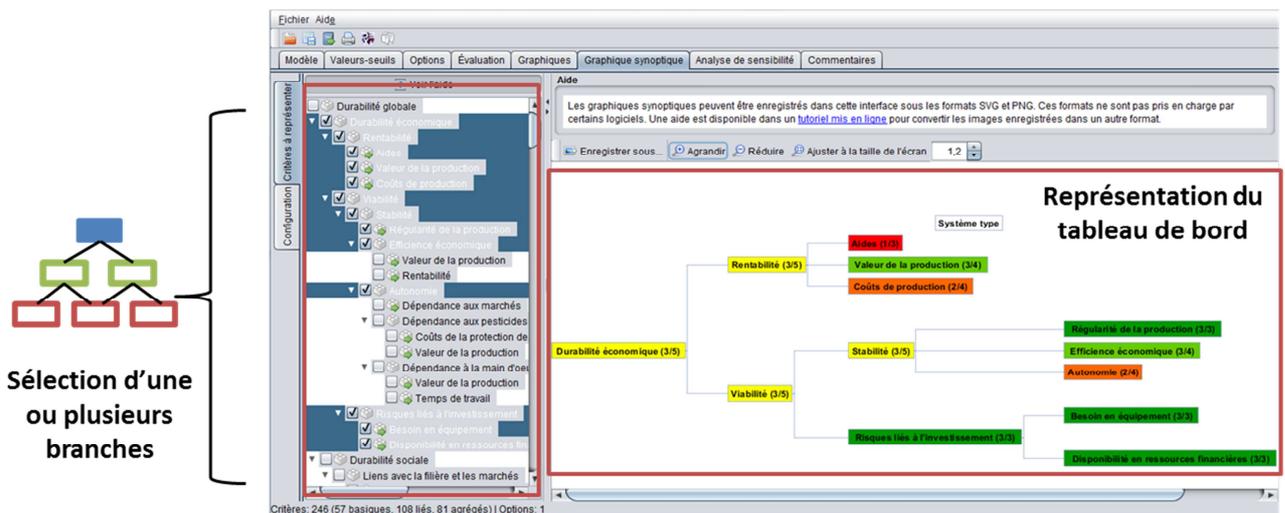


Figure 7: Explications de l'onglet "Graphiques synoptiques" de l'interface IZIEval

Grace au code couleur (en rouge les critères correspondant aux classes les plus 'défavorables' et en vert ceux correspondant aux plus 'favorables'), ce type de graphique permet :

- de comprendre comment une note finale d'évaluation est obtenue en remontant l'arbre du critère racine aux feuilles de l'arbre en passant par le résultat des critères agrégés.
- de repérer quelles sont les **forces et les faiblesses** d'un système de culture. Ce type de graphique permet alors d'envisager des pistes d'amélioration à partir des faiblesses identifiées.
- d'identifier d'éventuels effets antagonistes (exemple : un temps de travail élevé pour la durabilité économique se traduit par une bonne contribution à l'emploi pour la durabilité sociale)

Enfin, il est parfois utile de comparer les résultats obtenus par les SdC en considérant quelques critères basiques emblématiques en lien avec l'objectif d'évaluation. Par exemple, nous pourrions représenter sur un graphique radar l'« IFT hors NODU Vert » avec les « coûts de la protection des cultures » et la « rentabilité ».

4 Avertissement et préconisations pour l'interprétation des résultats

Attention, cet outil ne remplace pas le conseil et l'expérience !

- Il ne s'agit pas d'un **outil de certification, ni de labellisation**.
- Cet outil est une aide à la réflexion individuelle ou collective sur les performances des pratiques de SdC dans leur propre contexte. **Les solutions sont à réfléchir localement et à adapter au cas par cas.**

Arbre DEXiFruits

1 Résumé synthétique

Version : V1 (livrée septembre 2015)

Contributeurs : Comité de conception DEXiFruits +experts

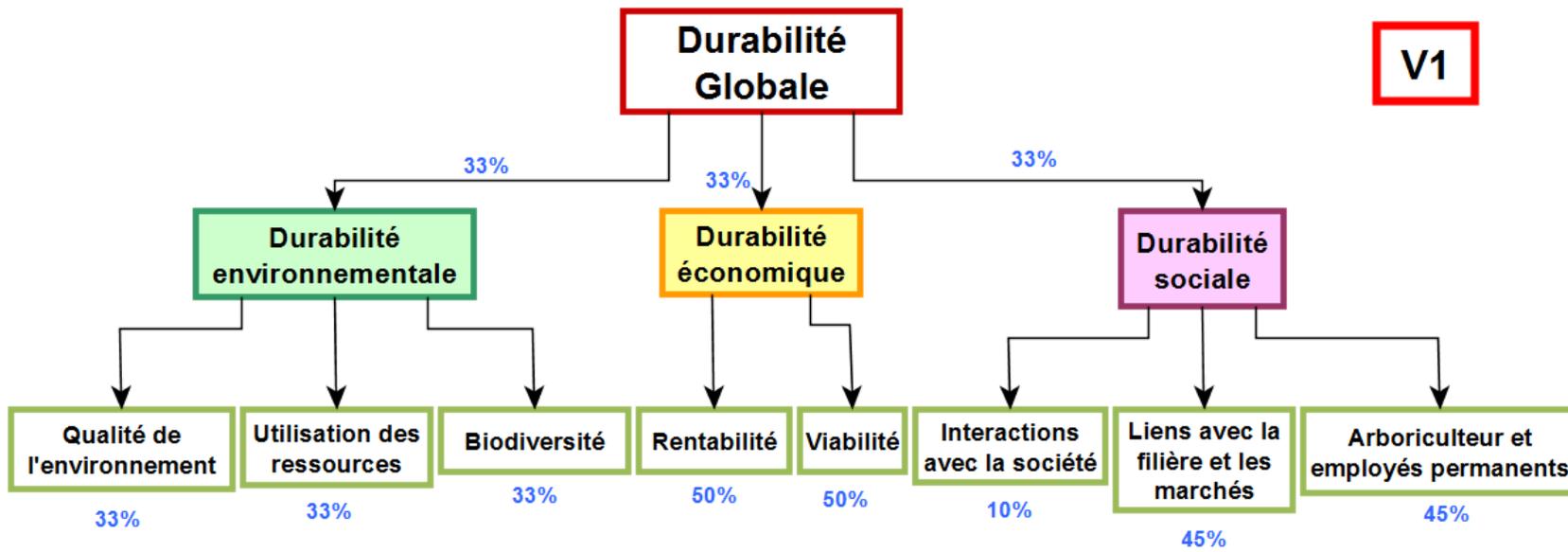
Branches principales :

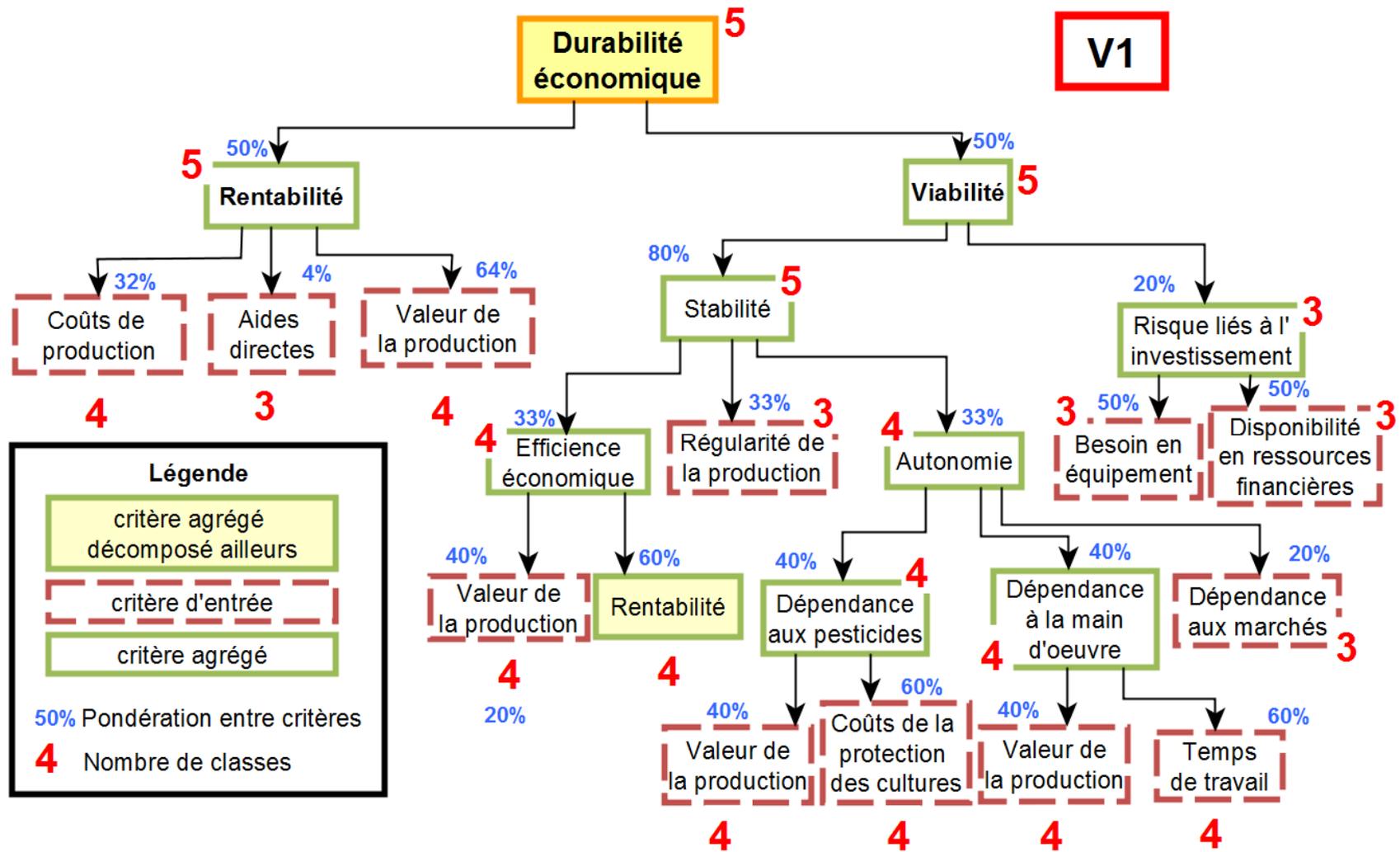
- Durabilité économique : *Rentabilité* et *Viabilité*
- Durabilité sociale : *Lien avec la filière, Arboriculteur et employés permanents* et *Interactions avec la société*
- Durabilité environnementale : *Utilisation des ressources, Qualité des ressources* et *Biodiversité*

Nombres de critères :

- Agrégés : 81
- D'entrée : 57

Nombre de classes maximum :7

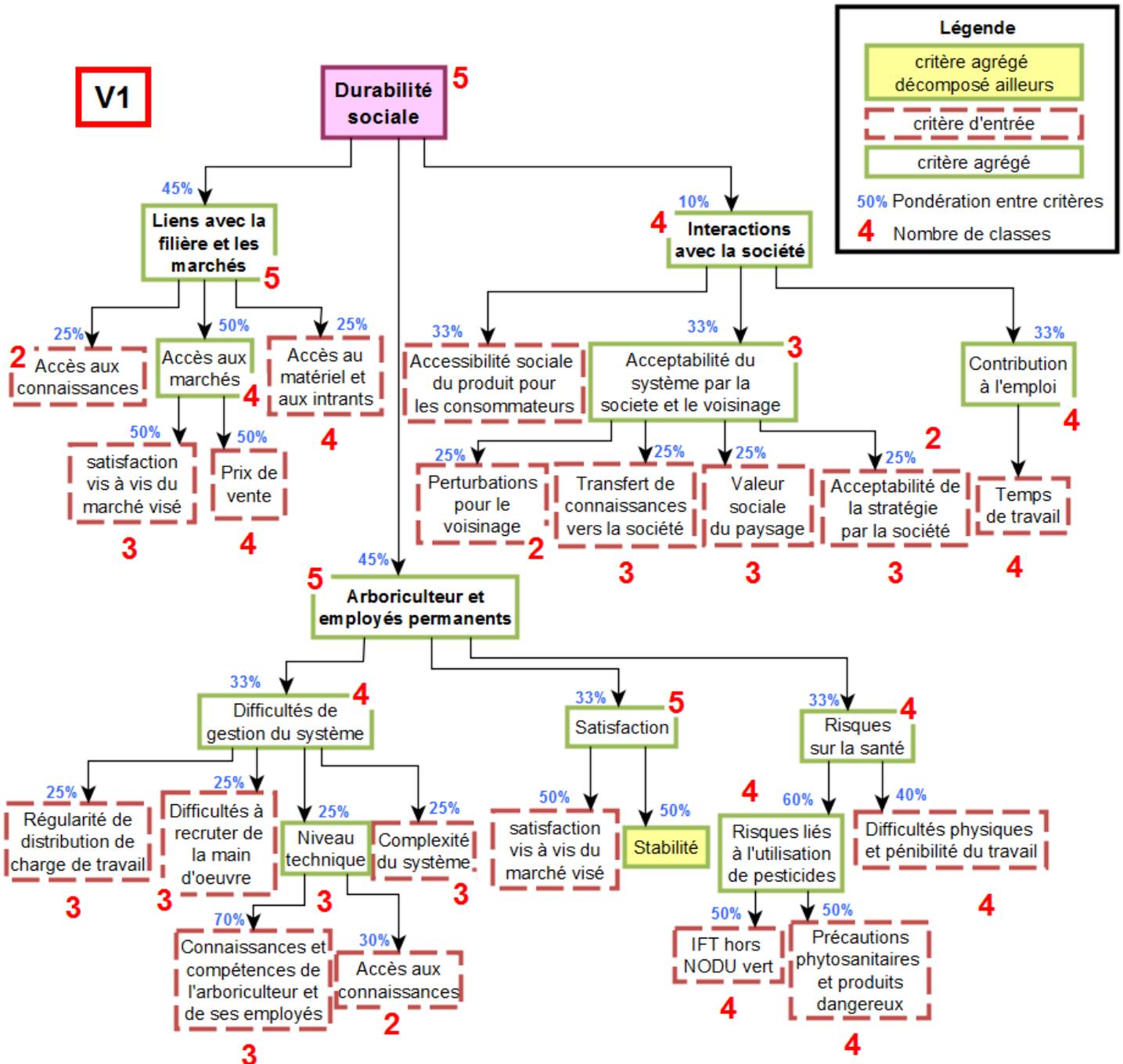




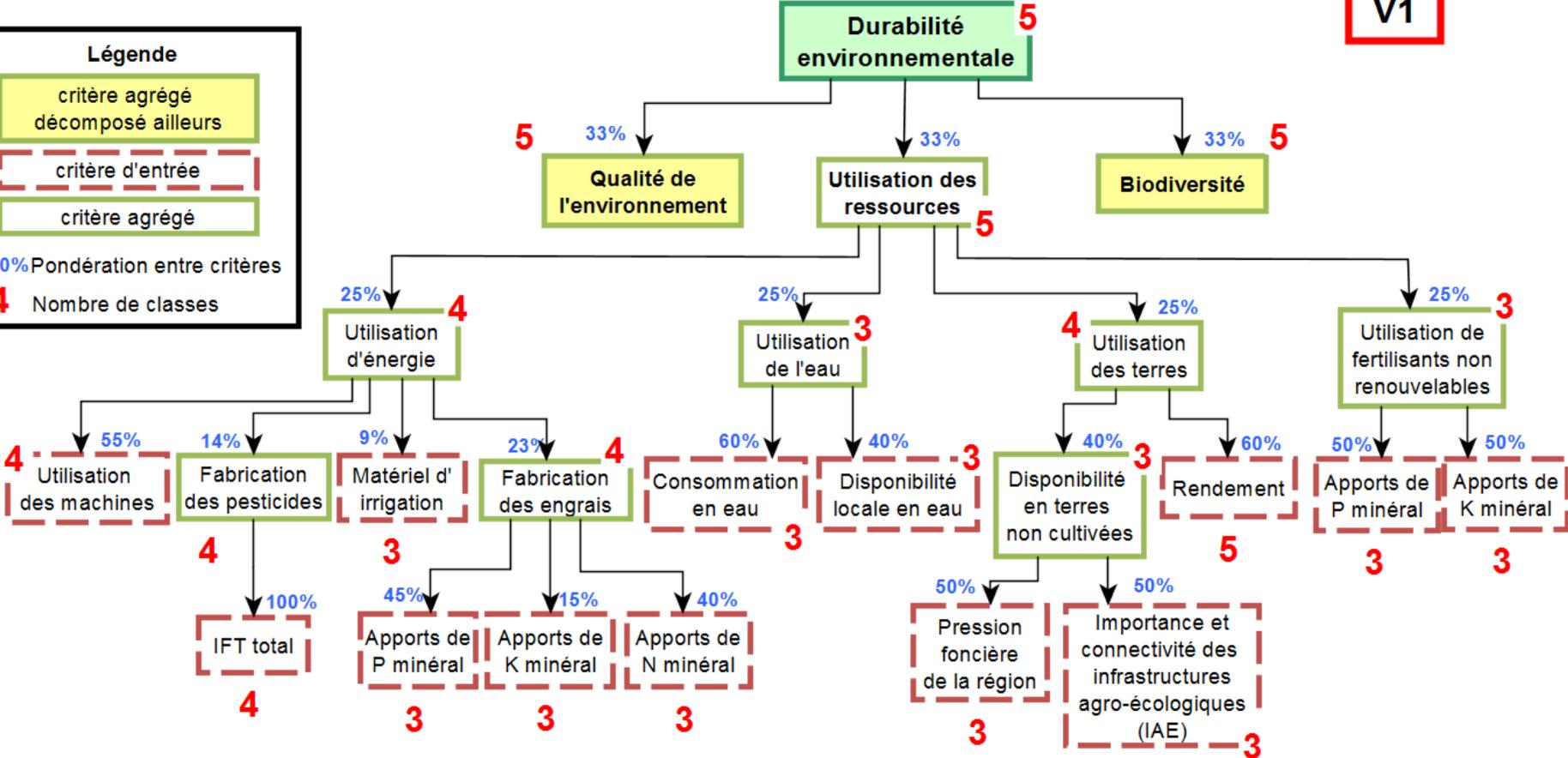
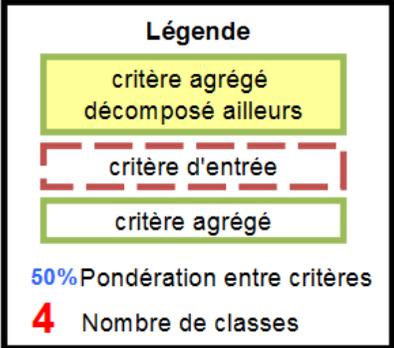
Légende

- critère agrégé décomposé ailleurs
- critère d'entrée
- critère agrégé

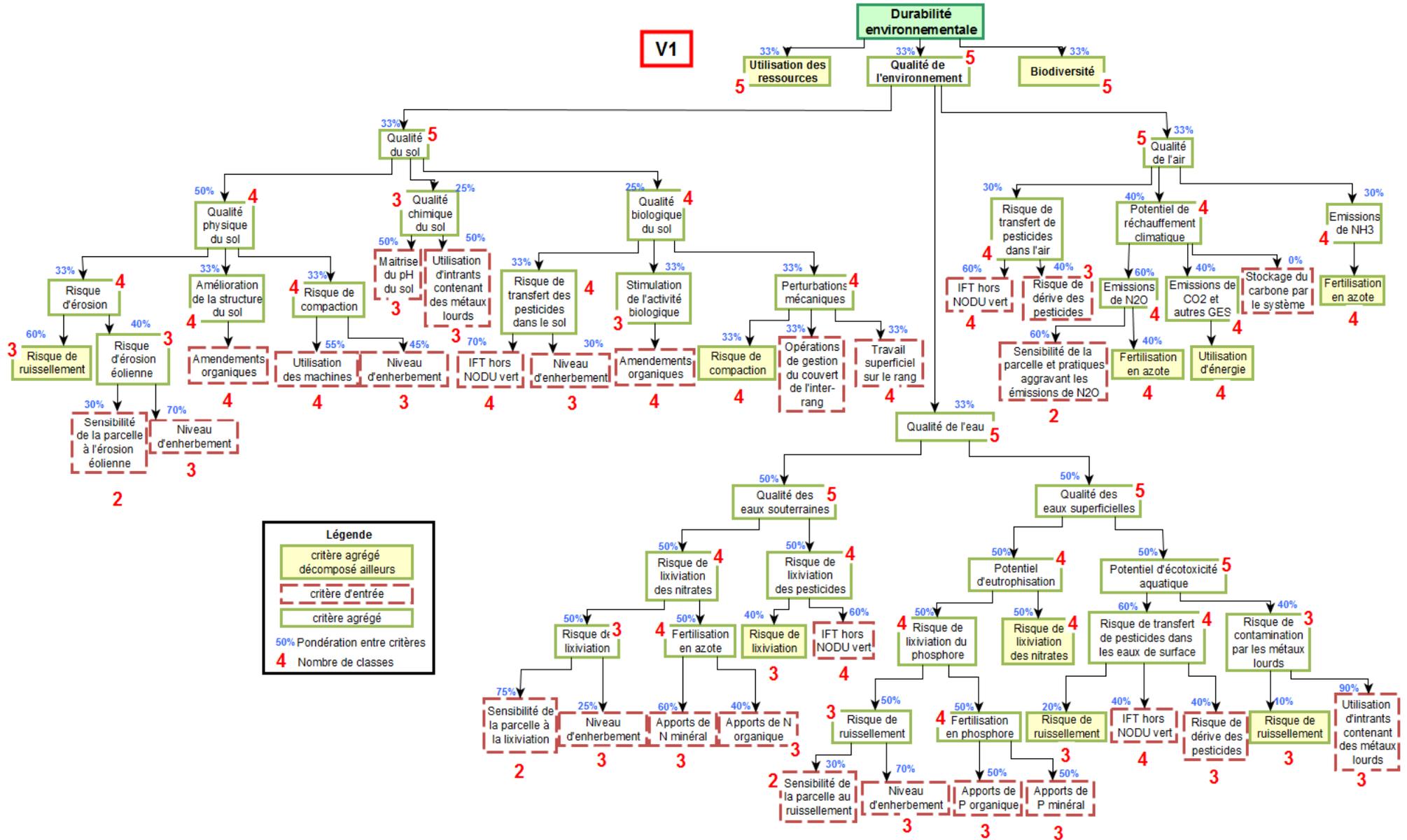
50% Pondération entre critères
 4 Nombre de classes



V1



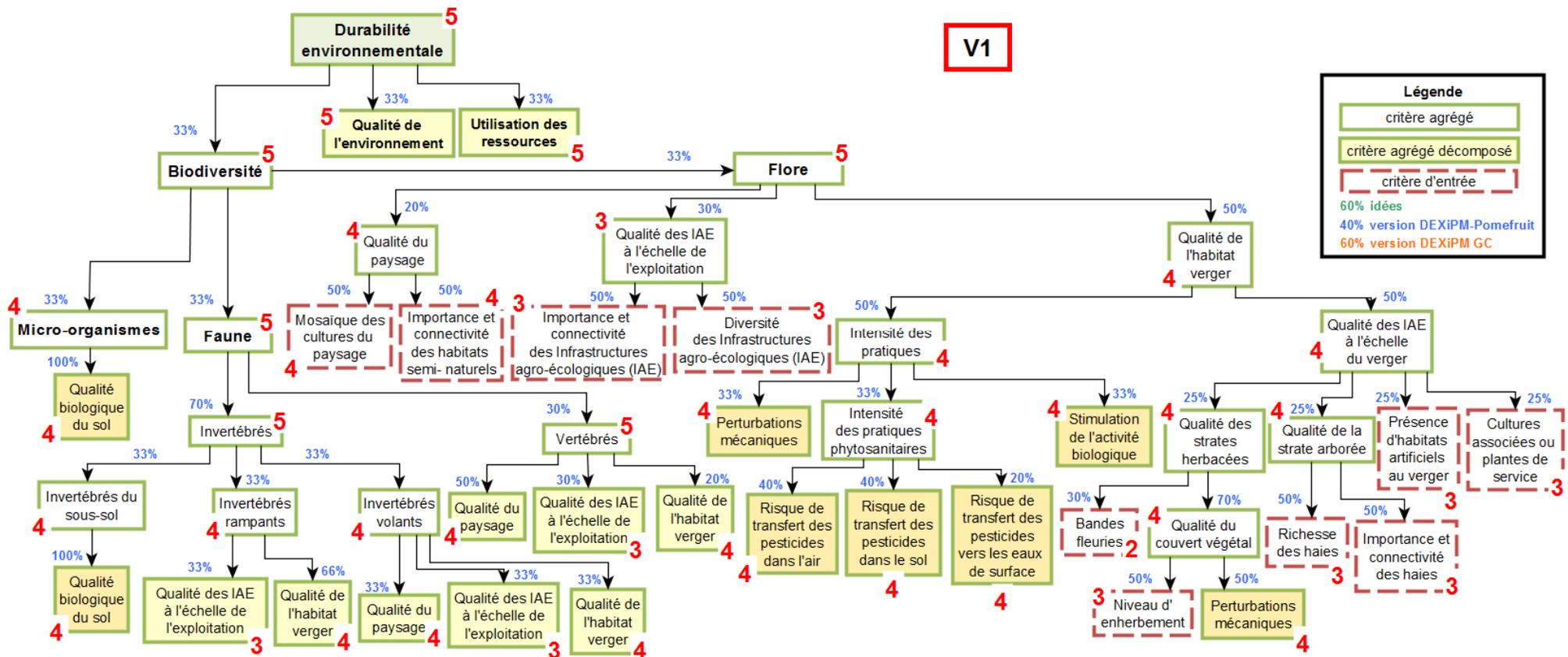
V1



Légende

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

V1



Fiches critères d'entrée

Numéro. **Nom du critère d'entrée**

Définition

Définition simple et complète du critère présenté

Sources bibliographiques ou autres liens (si nécessaires)

Autres infos et recommandations (si nécessaires)

Formule de calcul : (si nécessaire)

$$\text{Critère} = A + B + C$$

Espace d'informations complémentaires à la définition

N classes et N-1 seuils

Nom du critère	
Faible	< V1 €/ha
Moyen	Entre V1 et V2 €/ha
Elevé	> V2 €/ha

Classes qualitatives

Explications ou seuils

Présentation des classes et des seuils éventuels du critère

Si le critère est à caractère quantitatif, il possèdera des seuils pour discrétiser ses valeurs quantitatives en valeurs qualitatives. Ces seuils sont paramétrés pour chaque espèce. Ils sont à retrouver dans les **extensions du tutoriel**

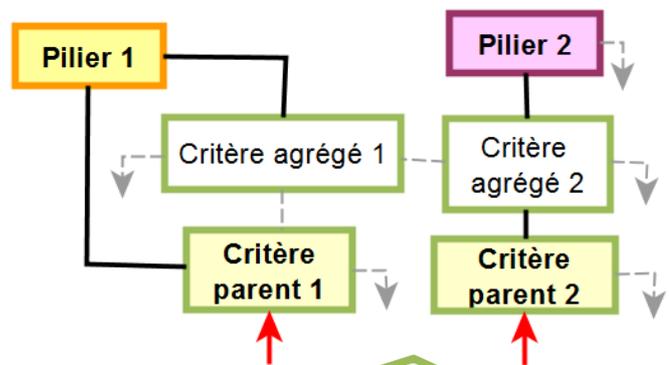
Schéma simplifié représentant la (ou les) place(s) du critère dans l'arbre DEXiFruits

Place dans l'arbre

Explication de la place du critère dans la structure de l'arbre. Le texte vient en complément du schéma et permet de mieux expliciter les liens avec certains **critères agrégés sus-jacents** (écrits en gras italique), ils ne sont pas tous représentés sur le schéma.

Les critères parents sont les critères agrégés directement en lien avec le critère d'entrée (flèche rouge vers le haut).

Les pondérations et les critères d'entrée frères (qui expliquent le même critère parent) ne sont pas représentés.



- • Lien direct entre les critères
- - - • Lien indirect entre les critères
- ↑ • Critère directement en lien avec le critère d'entrée
- ↓ • Liens avec d'autres critères

1 Résultats de production et pratiques culturales du système évalué

Ces critères décrivent le système de culture. L'aménagement de la parcelle, les opérations culturales effectuées et les résultats sont étudiés dans cette catégorie.

Résultats et pratiques culturales	
Nom du critère	Page
Résultats du système de culture	
Rendement	3
Régularité de la production	4
Prix de vente	5
Valeur de la production	6
Coûts de production	7
Temps de travail	8
Soutiens financiers	
Aides	9
Opérations mécanisées	
Utilisation des machines	10
Travail superficiel sur le rang	11
Opérations de gestion du couvert	12
Fertilisation et amendement au sol	
Apports de N minéral	13
Apports de N organique	14
Apports de P minéral	15
Apports de P d'origine organique	16
Apports de K minéral	17
Amendements organiques	18
Maîtrise du pH du sol	19
Irrigation	
Consommation en eau	20
Matériel d'irrigation	21
Traitements pesticides	
Risque de dérive des pesticides	22
IFT total (chimique + NODU Vert)	23
IFT hors NODU Vert	24
Coût de la protection des cultures	25
Utilisation d'intrants contenant des métaux lourds	26
Précautions phytosanitaires et produits dangereux	27
Aménagement du verger	
Niveau d'enherbement	28
Bandes fleuries	29
Mélange cultural et plantes de services	30
Présence d'habitats artificiels au verger	31
Importance et connectivité des haies	32
Richesse des haies	33
Variables décrivant globalement le système de culture	
Régularité de distribution de la charge de travail	34
Complexité du système	35
Difficultés et perturbations du travail physique	36

1.1 Rendement total

Définition

Production totale annuelle récoltée en tonnes/hectare.

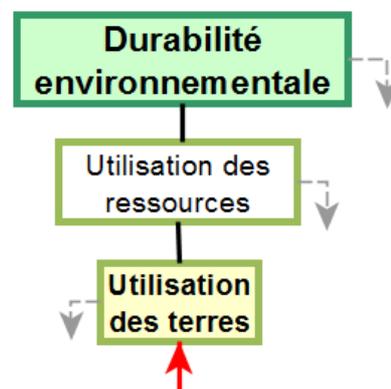
Pour les fruits non transformés, ce rendement doit prendre en compte tous les fruits commercialisés (classe I et II; industrie et frais). Si le verger n'est pas en pleine production, considérer le rendement potentiel.

5 classes et 4 seuils

Rendement total	
Très faible	< V1 T/ha
Faible	Entre V1 et V2 T/ha
Moyen	Entre V2 et V3 T/ha
Assez élevé	Entre V3 et V4 T/ha
Elevé	> V4 T/ha

Place dans l'arbre

Le **rendement** d'une production est un moyen de juger de l'efficacité d'un système ou d'une combinaison de stratégies en comparaison avec les rendements obtenus dans d'autres milieux ou avec d'autres techniques ou variétés (Morlon & Sigaut 2014). Le rendement d'un système de culture permet de calculer sa **valeur de la production** en le multipliant avec le **prix de vente** de la production (cf fiche 3.15). Cet indicateur permet également d'appréhender l'efficacité de **l'utilisation des terres** du système de culture. Plus le **rendement** est élevé et plus la **disponibilité des terres** est importante, meilleure est **l'utilisation des terres**.



1.2 Régularité de la production

Définition

Evaluation de l'alternance du verger par une estimation de la variation moyenne du rendement constatée sur plusieurs années, exprimée en pourcentage.

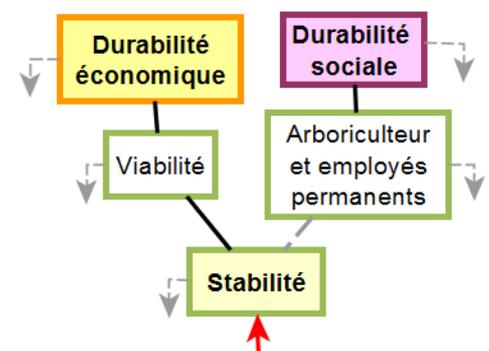
Source : DEXiPM-Pomefruit®

3 classes et 2 seuils

Régularité de la production	
Non régulière	Alternance > V1%
Peu régulière	Alternance entre V2 et V1%
Régulière	Alternance < V2%

Place dans l'arbre

Ce critère permet d'évaluer l'impact du système de culture sur la **viabilité** à long terme de l'exploitation (en affectant sa **stabilité** économique). Une production irrégulière conjuguée à une faible **autonomie** et/ou à une faible **efficacité économique** peut mettre en péril l'exploitation. La stabilité participe également à la **satisfaction** et au bien-être dans le travail de **l'arboriculteur et de ses employés**.



1.3 Prix de vente

Définition

Prix de vente moyen en €/kg pour la totalité de la production de fruits du système (industrie et frais, avec le prix par catégorie I et II...).

Formule de calcul :**Prix de vente moyen**

$$= \frac{(\text{prix industrie} \times \text{rendement Cat I}) + (\text{prix industrie} \times \text{rendement Cat II}) + (\text{prix frais} \times \text{rendement frais})}{\text{rendement total}}$$

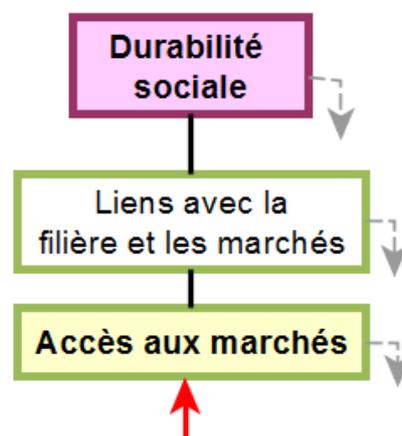
4 classes et 3 seuils

Prix de vente	
Très faible	< V1 €/kg
Faible	Entre V1 et V2 €/kg
Moyen	Entre V2 et V3 €/kg
Elevé	> V3 €/kg

Place dans l'arbre

Le **prix de vente** de la production est la principale source de revenu du système (excepté les aides). De même que le **rendement**, le prix de vente est utilisé pour calculer la **valeur de la production** (page 5) (ou chiffre d'affaire) du système. Un **prix de vente** élevé permet de compenser un **rendement** faible (cas du des prix AB).

Ce **prix de vente** détermine également **l'accessibilité aux marchés** et permet d'évaluer le **lien** de l'arboriculteur avec différents **marchés** potentiels. C'est l'un des déterminants de ses choix de commercialisation.



1.4 Valeur de la production

Définition

Correspond au chiffre d'affaires (CA) pour un hectare. Cette valeur est calculée à partir du rendement et du prix de vente moyen des fruits en frais (par catégorie) et en industrie.

Formule de calcul :

Valeur de la production

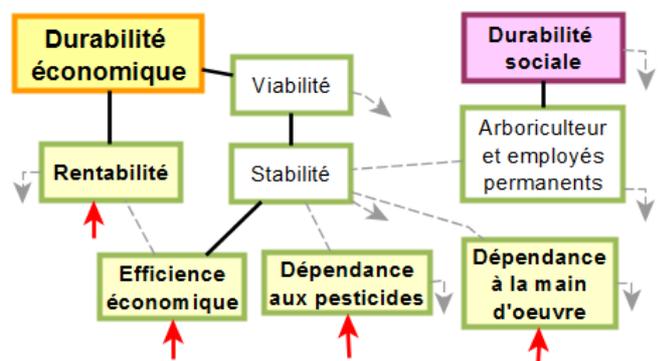
$$= (\text{prix cat I} \times \text{rendement cat I}) + (\text{prix cat II} \times \text{rendement cat II}) + (\text{prix industrie} \times \text{rendement industrie})$$

4 classes et 3 seuils

Valeur de la production	
Très faible	< V1 €/ha
Faible	Entre V1 et V2 €/ha
Moyenne	Entre V2 et V3 €/ha
Elevée	> V3 €/ha

Place dans l'arbre

La **Valeur de la production** est l'un des indicateurs les plus importants pour estimer la **durabilité économique** d'un système. Cet indicateur permet d'estimer la **rentabilité** d'un système ainsi que la **viabilité** de l'exploitation qui le supporte. La **stabilité** de l'exploitation est estimée à partir de cet indicateur qui affecte à la fois l'**efficacité économique** et l'**autonomie** (liée aux **dépendances aux pesticides** et à la **main d'œuvre**).



1.5 Coûts de production

Définition

Somme des charges opérationnelles (main d'œuvre, utilisation des machines, assurance, intrants, assurance...) et salariales (permanents et non permanents) à calculer pour un ha de culture.

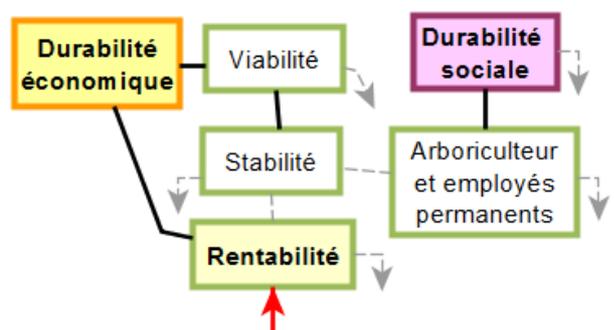
4 classes et 3 seuils

Coûts de production	
Très élevés	> V1 €/ha
Elevés	Entre V2 et V1 €/ha
Moyens	Entre V3 et V2 €/ha
Faibles	< V3 €/ha

Place dans l'arbre

L'indicateur **coûts de production** est important pour évaluer la **durabilité économique** du système. Si un système a des coûts trop importants, cela peut mettre en péril sa **rentabilité** et la **viabilité** de l'exploitation. Ils peuvent être compensés par une **valeur de production** élevée.

Les coûts de production interviennent également dans l'évaluation de la **stabilité** de l'exploitation et donc de la **durabilité sociale**.



1.6 Temps de travail

Définition

Nombre total d'heures de travail pour un hectare et une saison. Ce temps inclut toutes les opérations culturales (manuelles et mécaniques) dont la prophylaxie et le temps d'observation.

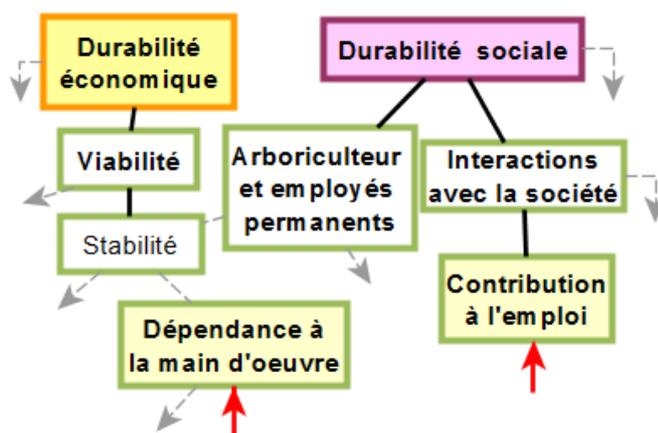
Remarque : le temps de travail est réduit si les fruits sont cueillis par les consommateurs (cueillette à la ferme).

4 classes et 3 seuils

Temps de travail	
Très élevé	> V1 h/ha
Elevé	Entre V2 et V1 h/ha
Moyen	Entre V3 et V2 h/ha
Faible	< V3 h/ha

Place dans l'arbre

En arboriculture, la **main d'œuvre** représente des charges très importantes dans les coûts de production (page 6) (ex : environ 67% en pomme de table (Agreste, 2012)). La **dépendance à la main d'œuvre** et notamment à sa charge financière peut affecter fortement la **viabilité** de l'exploitation. Cependant, plus le temps de travail sur un système est élevé, plus on considère qu'il **contribue à l'emploi**, ce qui affecte positivement le volet **social**.



1.7 Aides

Définition

Prise en compte du soutien financier accordé au système (Mesures Agro-Environnementales (MAE), aide à la conversion AB, programmes opérationnels (liste sur France Agrimer)...)

Les dépenses éligibles au programme opérationnel sont listées à cette adresse (page 52): <http://www.franceagrimer.fr/content/download/18046/142676/file/annexe%20W%202014.pdf> (consultation 2015)

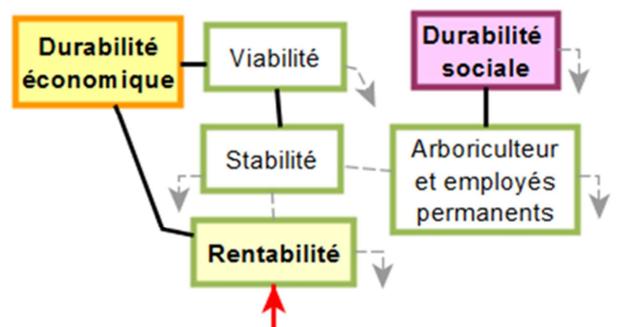
ATTENTION : Le critère ne prend pas en considération les aides ponctuelles comme l'aide à l'investissement de filets Alt'Carpo.

3 classes et 2 seuils

Aides directes	
Faibles-aucune	< V1 €/ha
Moyennes	Entre V1 et V2 €/ha
Elevées	> V2€/ha

Place dans l'arbre

En 2015 en arboriculture, les aides sont très faibles et ponctuelles, d'où une pondération faible voire négligeable pour ce critère de **rentabilité** du système. Toutefois, si l'importance de ces aides évoluait, le poids de ce critère devrait être augmenté (méthode dans le document « Pour aller plus loin »).



1.8 Utilisation des machines

Définition

En nombre de passages. Toutes les opérations culturales utilisant du matériel nécessitant de l'énergie pour fonctionner (carburant, électricité, gaz...) sont à prendre en compte.

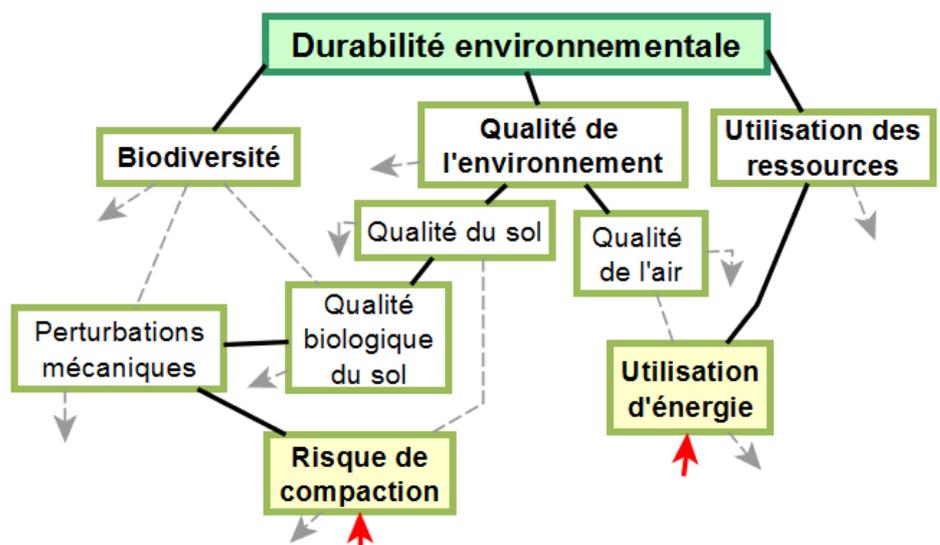
PS : Dans le cas des plateformes élévatrices ou des compresseurs de taille qui peuvent être utilisés plusieurs jours durant, leur passage n'est comptabilisé qu'une fois pour le même type de travail.

4 classes et 3 seuils

Utilisation des machines	
Très fréquente	> V1 passages/an
Fréquente	Entre V2 et V1 passages/an
Assez fréquente	Entre V3 et V2 passages
Peu fréquente	< V3 passages/an

Place dans l'arbre

L'**utilisation de machines** dans un système de culture a un coût de fonctionnement lié à la consommation d'énergie. Ce coût doit être comptabilisé dans les **coûts de production** (fiche critère page 6). L'**utilisation d'énergie** induite par l'**utilisation des machines** implique une pression sur cette **ressource** et est à l'origine d'**émissions de CO2 et d'autres gaz à effet de serre** dans l'atmosphère (SOeS *et al.* 2011). Ces émissions sont à l'origine du **potentiel de réchauffement climatique** et donc de la dégradation de la **qualité de l'air**. Enfin, les passages d'engins génèrent des **perturbations mécaniques** du sol (**compaction** des sols) et détériore la **qualité biologique de sol** et de **l'habitat verger** pour la **biodiversité**.



1.9 Travail mécanique sur le rang

Définition

En nombre de passages. Toutes les opérations de travail mécanique sur le rang (désherbage mécanique, tonte, buttage, enfouissement des feuilles, de l'engrais...).

Source : DEXiPM-Pomefruit®

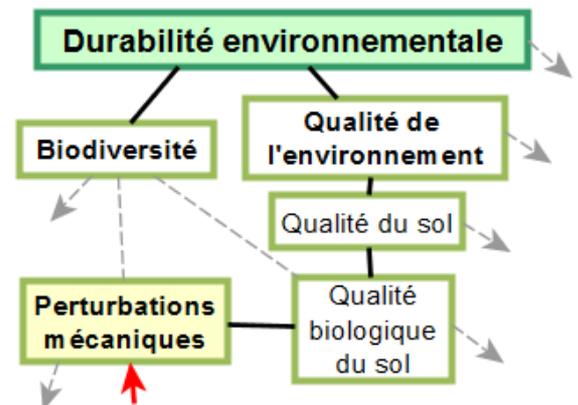
4 classes et 2 seuils

Travail mécanique sur le rang	
Très fréquent	> V1 opérations/an
Fréquent	V2 à V1 opérations/an
Peu fréquent	< V2 opérations/an
Aucun	Pas de travail superficiel

Place dans l'arbre

La **qualité biologique des sols** fait référence à l'abondance, la diversité et l'activité des organismes vivants qui participent au fonctionnement du sol (Chaussod, 1996). De nombreuses interrogations portent sur l'impact des techniques de **travail du sol** (Vian 2009).

En arboriculture, le **travail mécanique sur le rang** peut donc être impactant même s'il est peu profond. Son impact en termes de **perturbation mécanique** des sols sur le rang est donc considéré.



1.10 Opérations de gestion du couvert de l'inter-rang

Définition

Fréquence des opérations de gestion du couvert végétal dans l'inter-rang telles que la tonte, le roulage et l'utilisation d'animaux.

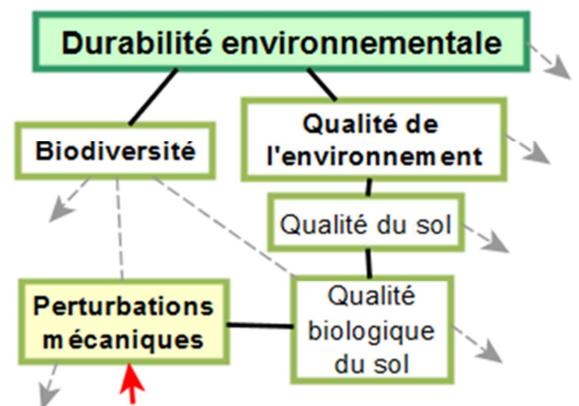
Source : DEXiPM-Pomefruit®

4 classes et 2 seuils

Opérations de gestion du couvert de l'inter-rang
> 6 opérations/an
3 à 6 opérations/an
< 3 opérations/an – utilisation d'animaux
Aucune

Place dans l'arbre

Dans le volet environnemental, la **qualité biologique du sol** et la **qualité de l'habitat du verger** peuvent être **perturbées mécaniquement** sur le rang (**travail du sol**) et sur l'inter-rang avec la **gestion du couvert végétal** et le passage des engins (**risque de compaction**). Ces perturbations impactent donc **la biodiversité** qui réside dans le verger.



1.11 Apports de N minéral

Définition

Quantité d'azote (N) minéral apportée dans l'année pour un hectare. Prendre en compte les apports foliaires mais pas la fertilisation organique.

INFO : Pour calculer la quantité en azote apportée référez-vous au tableau en Annexe 2.

3 classes et 2 seuils

Apports de N minéral	
Elevés	> V1 U/ha/an
Moyens	Entre V2 et V1 U/ha/an
Faibles - aucun	< V2 U/ha/an

Place dans l'arbre

La fertilisation est un poste important dans l'itinéraire technique d'un système de culture. Elle participe à l'élaboration du rendement. Cependant, la **fertilisation en azote** génère des impacts sur l'environnement. Pour le compartiment air, elle engendre des **émissions de N₂O** (CITEPA 2014) qui est un gaz à effet de serre. Elle engendre également des **émissions de NH₃** (INERIS 2012) qui participent à l'augmentation des particules. Ces émissions dégradent la **qualité de l'air**. Les apports en N minéral peuvent aussi se retrouver dans les **eaux souterraines** par **lixiviation** et sont à l'origine de l'**eutrophisation** des **eaux superficielles**. De plus, la **fabrication des engrais** peut représenter environ 23% de l'**utilisation d'énergie** globale du système (Milà i Canals et al. 2006).

Le coût de cet apport est à prendre en compte dans les **coûts de production** (cf fiche page 6).



1.12 Apports de N organique

Définition

Quantité d'azote (N) organique apportée dans l'année pour un hectare (compost, BRF, fumier, fientes d'oiseaux, farine de plumes, mélasses de betterave, bois de taille restitué ou autres fertilisants organiques...). Prendre en compte les apports foliaires.

INFOS : Pour calculer la quantité en azote apportée référez-vous au tableau Annexe 2

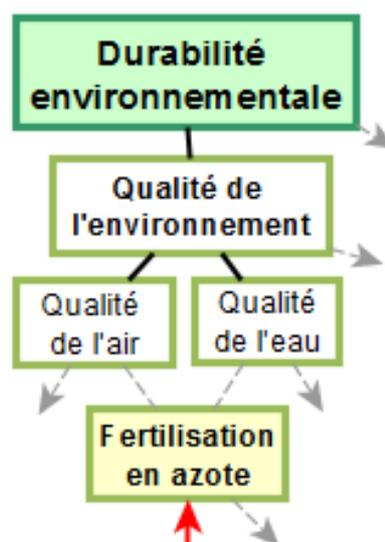
3 classes et 2 seuils

Apports de N organique	
Elevés	> V1 U/ha/an
Moyens	Entre V2 et V1 U/ha/an
Faibles - aucun	< V2 U/ha/an

Place dans l'arbre

Comme pour les autres apports fertilisants, la fertilisation est un poste important dans l'itinéraire technique d'un système. Elle participe à l'élaboration du rendement. Cependant, la **fertilisation en azote**, qu'elle soit organique ou minérale, génère des impacts sur l'environnement. Pour le compartiment air, elle engendre des **émissions de N₂O** (CITEPA 2014) qui est un gaz à effet de serre. Elle engendre également des **émissions de NH₃** (INERIS 2012) qui participent à l'augmentation des particules. Ces émissions dégradent la **qualité de l'air**. Les apports en N organiques peuvent aussi se retrouver dans les **eaux souterraines** par **lixiviation** et sont à l'origine de l'**eutrophisation** des **eaux superficielles**.

Le coût de cet apport est à prendre en compte dans les **coûts de production** (cf fiche page 6).



1.13 Apports de P minéral

Définition

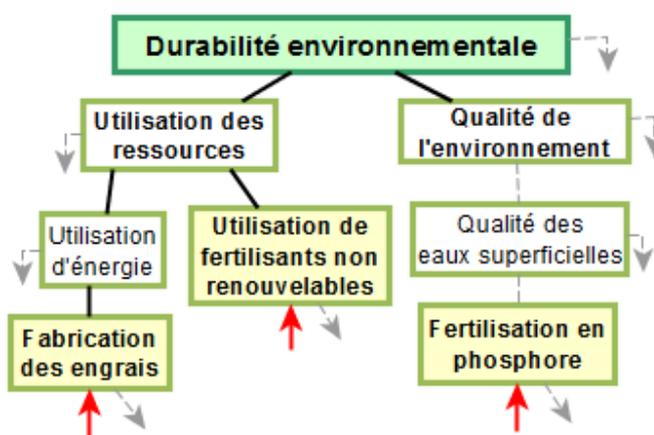
Quantité de phosphore (P) minéral apportée dans l'année. Prendre en compte les apports foliaires mais pas la fertilisation organique.

3 classes et 2 seuils

Apports de P minéral	
Elevés	> V1 U/ha/an
Moyens	Entre V2 et V1 U/ha/an
Faibles - aucun	< V2 U/ha/an

Place dans l'arbre

Le phosphore est une **ressource non renouvelable** (Schvartz *et al.* 2005). Comme pour les autres intrants, son utilisation doit se faire à bon escient car il peut avoir un fort impact sur **l'utilisation des ressources** et notamment sur **l'énergie** dépensée pour sa **fabrication**. De plus, l'épandage du phosphore est à l'origine de **l'eutrophisation** des **eaux superficielles** (CNRS, 2014) ce qui réduit la **qualité de l'eau** globalement. Cette fertilisation phosphatée a aussi un coût pour l'arboriculteur. Comme pour les autres fertilisants, son coût est à prendre en compte dans les **coûts de production** (cf fiche page 6).



1.14 Apports de P d'origine organique

Définition

Quantité de phosphore (P) d'origine organique apportée dans l'année pour un hectare (compost, BRF, fumier, fientes d'oiseaux, farine de plumes, mélasses de betterave, bois de taille restitué et autres fertilisants organiques). Prendre en compte les apports foliaires.

INFOS : Pour calculer la quantité en phosphore apportée référez-vous au tableau de la page précédente

3 classes et 2 seuils

Apports de P d'origine organique	
Elevés	> $V1$ U/ha/an
Moyens	Entre $V2$ et $V1$ U/ha/an
Faibles - aucun	< $V2$ U/ha/an

Place dans l'arbre

Les amendements et les fertilisants organiques sont parfois riches en phosphore. Comme l'origine de ces apports n'est pas minérale, ils ne sont pas **non renouvelables**. Néanmoins, comme pour le phosphore minéral, leur utilisation excessive par rapport aux besoins de la plante peuvent entraîner leur **lixiviation** et être responsables de **l'eutrophisation des eaux** (Fardeau 2010).

Le coût de cet apport est à prendre en compte dans les **coûts de production** (cf fiche page 6).



1.15 Apports de K minéral

Définition

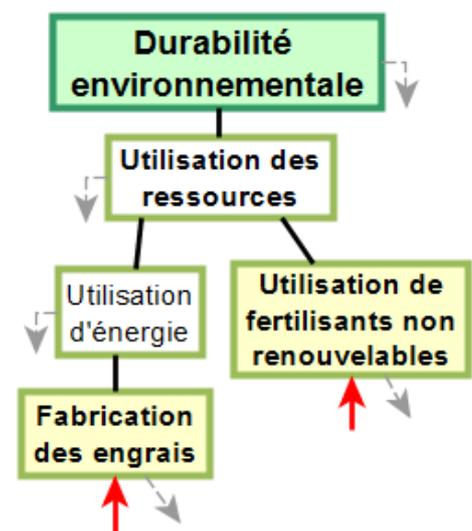
Quantité de potassium (K) minéral apportée dans l'année. Prendre en compte les apports foliaires mais pas la fertilisation organique.

3 classes et 2 seuils

Apports de K minéral	
Elevés	> V1 U/ha/an
Moyens	Entre V2 et V1 U/ha/an
Faibles	< V2 U/ha/an

Place dans l'arbre

Le potassium est un **fertilisant non renouvelable** car issu de l'extraction de roches. Contrairement à l'azote ou au phosphore, le potassium ne présente pas de risque réel pour l'environnement (Schvartz et al. 2005). Il a cependant un **coût en énergie** pour sa **fabrication** ainsi qu'un coût financier pour le système (à intégrer aux **coûts de production** (cf fiche page 6).



1.16 Amendements et fertilisants organiques

Définition

Apports organiques utilisés pour fertiliser le verger (composts, lisiers, purins, déchets verts...).

INFOS : SI votre produit ne fait pas partie des amendements ou fertilisants cités dans les classes de ce critère, prenez un produit qui s'en rapproche.

4 classes

Classes définies d'après (Petit & Jobin 2005)

Amendements et fertilisants organiques
(--) Autres apports ou aucun apport
Lisiers, fientes ou purins
Fumiers ou jeunes composts
Composts mûrs ou BRF

Place dans l'arbre

Les **amendements organiques** jouent un rôle important dans le fonctionnement global du sol au travers de ses composantes physiques, biologiques et chimiques, qui ont des conséquences majeures pour la fertilité des sols (Huber & Schaud 2011). Suivant leur nature (cf Tableau 1), ils n'apporteront pas les mêmes bénéfices pour le sol. Certains participent à **l'amélioration globale de la structure du sol** et donc à sa **qualité physique**. D'autres **stimulent l'activité biologique du sol** améliorant ainsi sa **qualité biologique** (Petit & Jobin 2005) ainsi que la **qualité de l'habitat** pour la biodiversité du verger.

Le coût de cet apport est à prendre en compte dans les **coûts de production** (cf fiche page 6).

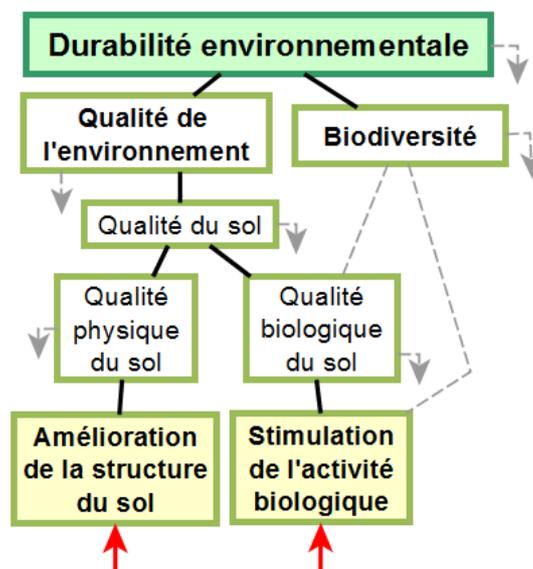


Tableau 1: Prise en compte des différents types d'amendements et fertilisants organiques dans DEXiFruits (Petit & Jobin 2005)

	Amélioration de la structure du sol	Stimulation de l'activité biologique
(--) Autres apports ou aucun apport		
Lisiers, fientes ou purins	(-) Ces apports ne contribuent pas à la formation de réserves organiques du sol	(+) apport d'une nourriture facilement disponible pour les microorganismes
Fumiers ou jeunes composts	(+) Accumulation d'une réserve organique grâce à la litière	(++) Maintien et amélioration de la fertilité – Très bonne activation de l'activité biologique du sol
Composts mûrs ou BRF	(++) libération lente de l'azote–contribue à former la réserve organique du sol	(+) peu efficaces pour nourrir l'activité biologique à court terme mais très intéressants à long terme

1.17 Maîtrise du pH du sol

Définition

En arboriculture la maîtrise du statut acido-basique du sol nécessite la réalisation d'analyses de sol fréquentes pour raisonner la gestion du pH du sol et entreprendre des actions correctives si nécessaire. Ce critère prend en compte le suivi du pH et les actions correctives entreprises (type de chaux, quantité et fréquence).

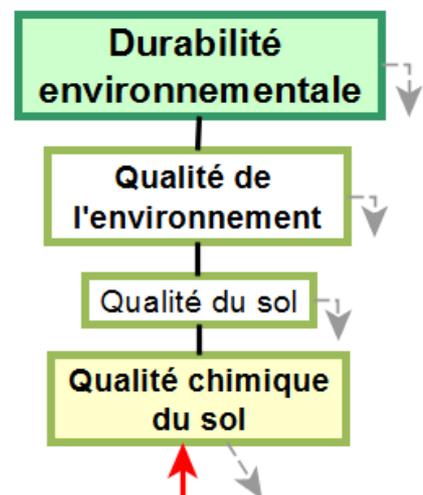
Source : (Petit 2004)

3 classes

Maîtrise du pH du sol		
	Connaissance du pH du sol	Pratiques de chaulage
Maîtrise faible	Aucune idée/ pas d'analyse de sol	Chaulage ou non (toutes pratiques)
Maîtrise moyenne	Suivi du pH et raisonnement des apports de chaux en fonction du pH	Gros apports (forme fine)
Bonne maîtrise		Faibles apports fréquents OU Gros apports peu fréquents sous forme grossière (sable ou graviers crayeux) OU pas besoin de chauler

Place dans l'arbre

Les sols tendent à s'acidifier progressivement du fait de processus naturels et/ou anthropiques. Une mauvaise maîtrise du statut acido-basique engendre une baisse de la fertilité des sols : diminution ou augmentation excessive du pH, réduction de la capacité d'échanges cationiques, risque de toxicité de certains éléments minéraux (aluminium par ex.), diminution de la stabilité structurale, blocage dans le sol de certains éléments nutritifs, baisse de l'activité biologique, etc... Cette maîtrise est donc indispensable pour maintenir le potentiel de production de la parcelle (Craheix *et al.* 2011) et assurer une bonne **qualité chimique du sol**.



1.18 Consommation en eau

Définition

Quantité d'eau annuelle utilisée par hectare (irrigation, lutte contre le gel). Ne pas prendre en compte l'eau utilisée pour les traitements et le rinçage de la cuve (car la quantité est négligeable).

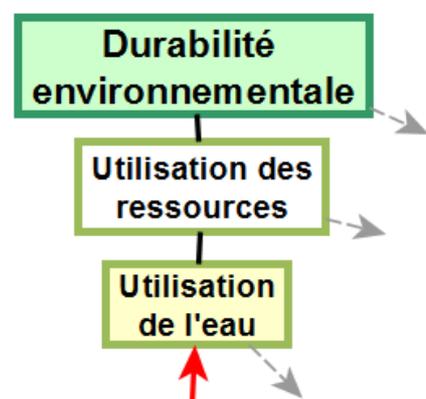
Proposition : pour estimer la consommation : Nombre de semaines d'irrigation x fréquence des arrosages hebdomadaires x volume par arrosage

3 classes et 2 seuils

Consommation en eau	
Elevée	> V1 m3/an
Moyenne	Entre V1 et V2 m3/an
Faible - aucune	< V2 m3/an

Place dans l'arbre

L'eau est une ressource essentielle pour le système de culture. Cependant, dans le cas d'une forte consommation et d'une **disponibilité locale de l'eau** faible, la pression sur cette ressource peut être forte et avoir un impact sur la **durabilité environnementale** du système.



1.19 Matériel d'irrigation

Définition

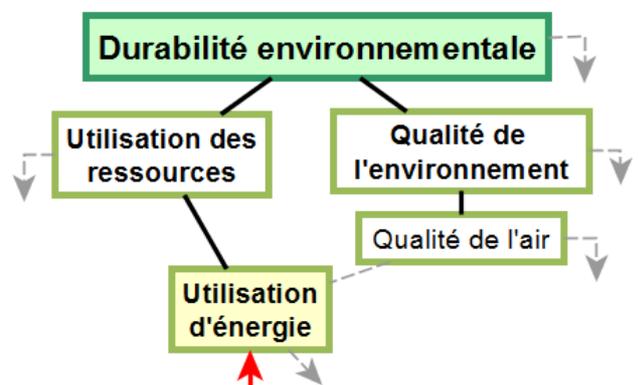
Le verger est-il irrigué ? Cette irrigation nécessite-t-elle un pompage ?

3 classes

Matériel d'irrigation
Irrigation couplée à un pompage
Irrigation sans pompage
Pas d'irrigation

Place dans l'arbre

Le type de **matériel d'irrigation** joue un rôle important dans la consommation et l'**utilisation d'énergie** et donc de pression sur cette ressource. De plus, l'énergie utilisée contribue au **potentiel de réchauffement climatique** du système par l'**émission de CO2 et autres gaz à effet de serre**.



1.20 Risque de dérive des pesticides

Définition

La dérive est le transport par voie aérienne de gouttelettes ou de vapeurs de pesticides hors de la zone ciblée par le traitement. Elle s'estime en tenant compte de la sensibilité de la parcelle et de l'atténuation du risque

Sensibilité de la parcelle :

- vent dominant dans la région,
- parcelle à proximité d'un cours d'eau.

Atténuation du risque :

- Utilisation d'un matériel adapté et bien réglé (buses antidérive)
- Adaptation du volume de bouillie au volume foliaire (suivant l'âge du verger et la saison)
- Aménagements: haie feuillue et dense (barrière physique), zone tampon (bande enherbée) supérieure à celle réglementée dans les zones à risque.

Sources : (Landers & Muhammad 2004), (Hucorne & Vanhiesbecq 2005; Mouron *et al.* 2010)

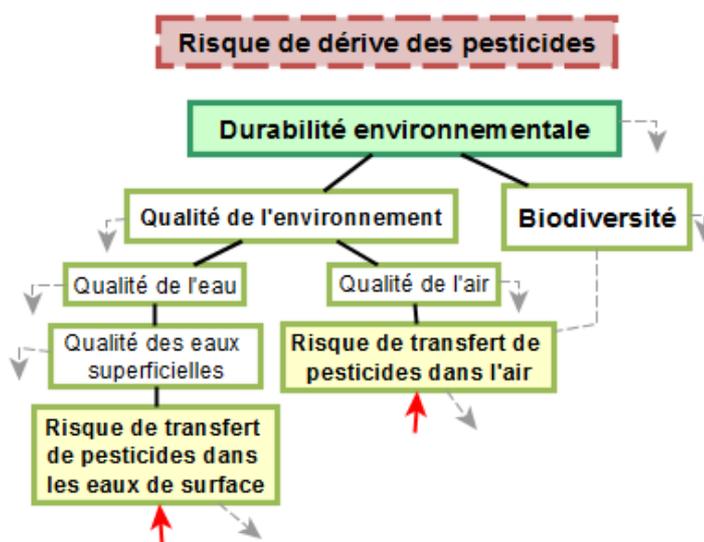
3 classes

OUI = toutes les affirmations valides

Risque de dérive des pesticides		
Sensibilité de la parcelle	Atténuation du risque	Classes
OUI	NON	Elevé
OUI	OUI	Moyen
NON	NON	Moyen
NON	OUI	Faible

Place dans l'arbre

La **dérive des pesticides** représente un coût pour l'agriculteur (efficacité moindre ou nulle) et est un problème environnemental important (Landers 2002). Elle entraîne la contamination des compartiments environnants (**eaux de surface** et **air**), des autres cultures et la **biodiversité** environnantes. En arboriculture, la pulvérisation est d'autant plus impactante que le produit doit atteindre le maximum de feuillage jusqu'à la canopée (Landers & Muhammad 2004). Le **risque de dérive** est donc plus élevé que pour d'autres types de culture. Le **transfert de pesticides dans les eaux de surface** participe à l'**écotoxicité aquatique** (UVED 2014).



1.21 IFT total (chimique + NODU Vert)

Définition

L'indice de fréquence des traitements phytosanitaires (IFT) total correspond au nombre de doses homologuées de produits commerciaux appliqués par hectare pendant une campagne culturale/ saison. Ici sont pris en compte les produits chimiques ET les produits de biocontrôle (NODU Vert).

Source et calculs : voir fiche aide du Guide ECOPHYTO Fruits

Rem: s'il existe plusieurs doses homologues correspondant à des bio-agresseurs différents, on retient la dose homologuée la plus faible (MAAF 2011).

Mode de calcul

Pour un produit phytosanitaire P :

IFT_p = (dose utilisée P/ dose homologuée minimale P) x proportion de parcelle traitée (ex : 1/3 pour les herbicides sur le rang)

Pour la saison : somme de tous les IFT_p

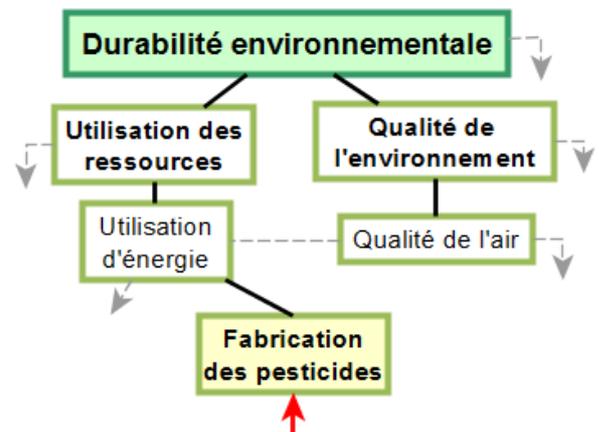
IFT_{total} = IFT_{P1} + IFT_{P2} + IFT_{P3}+... (P1, P2, P3,... étant des produits chimiques et de biocontrôle)

4 classes et 3 seuils

IFT total (chimique + NODU Vert)	
Très élevé	>V1
Elevé	Entre V2 et V1
Moyen	Entre V3 et V2
Faible	<V3

Place dans l'arbre

L'IFT mesure le niveau d'utilisation de produits phytopharmaceutiques d'une parcelle ou d'un système de culture. D'après Milà i Canals et al. (2006) l'énergie dédiée à la **fabrication des pesticides** représente environ 14% de l'**utilisation d'énergie** globale du système de culture. L'énergie utilisée pour produire les pesticides doit être comptée dans l'**utilisation d'énergie**. Nous considérons ici que la consommation d'énergie pour la fabrication des pesticides est proportionnelle à l'utilisation des pesticides.



1.22 IFT hors NODU vert (IFT chimique)

Définition

L'indice de fréquence des traitements phytosanitaires (IFT) chimique annuel (sur une saison de récolte à récolte) prend en compte tous les pesticides exceptés les produits de biocontrôle « NODU vert ».

Liste NODU Vert :

http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/_projet_actualisation_produits_biocontrole-V13__cle031452.pdf

Rem: s'il existe plusieurs doses homologuées correspondant à des bioagresseurs différents sur la même culture, on retient la dose homologuée la plus faible (MAAF 2011).

Mode de calcul

Pour un produit phytosanitaire P

$IFT_P = (\text{dose utilisée P} / \text{dose homologuée la plus faible de P}) \times \text{proportion de parcelle traitée}$
(ex : 1/3 pour les herbicides sur le rang)

Pour la saison : somme de tous les IFT_P

$IFT_{\text{chimique}} = IFT_{P1} + IFT_{P2} + IFT_{P3} + \dots$

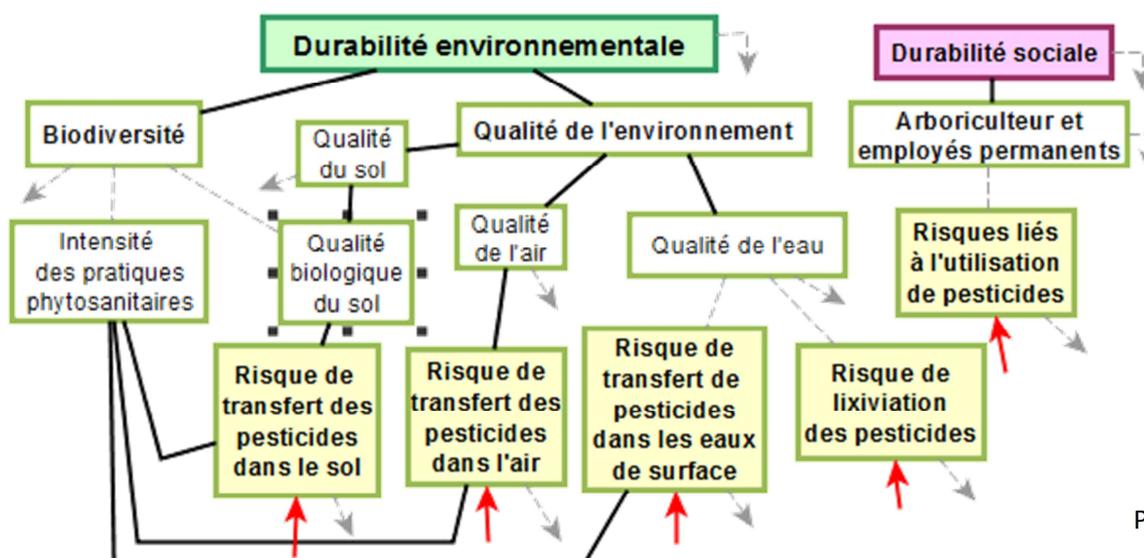
(P1, P2, P3,... étant des produits chimiques uniquement)

4 classes et 3 seuils

IFT hors NODU Vert	
Très élevé	>V1
Elevé	Entre V2 et V1
Moyen	Entre V3 et V2
Faible	<V3

Place dans l'arbre

L'IFT hors NODU Vert est l'indicateur qui a été choisi pour le plan Ecophyto pour évaluer le niveau d'utilisation des pesticides et donc la **pression phytosanitaire** sur un système de culture. Pour montrer les efforts des arboriculteurs utilisant des produits de biocontrôle, les produits listés dans la liste NODU Vert sont retirés de cet indicateur. L'application de pesticides pour l'agriculture est controversée. Le **risque sur la santé** pour l'applicateur et les employés travaillant le verger, est avéré (Inserm 2013). Ils sont également à l'origine de pollution pour les 3 compartiments de l'environnement : l'eau, l'air et le sol. Cette pression se retrouve sur la diversité et l'abondance de la **faune** et de la **flore**.



1.23 Coûts de la protection des cultures

Définition

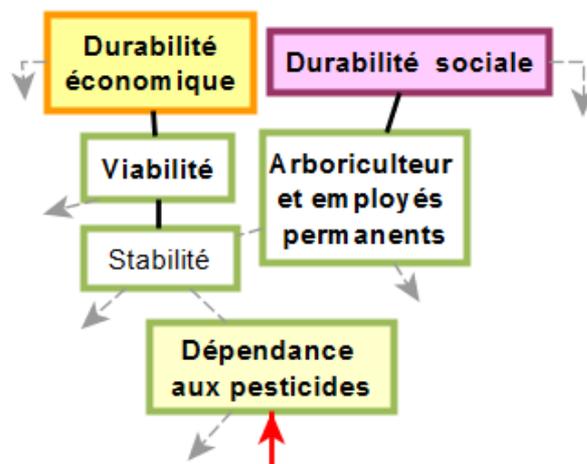
Calcul ou estimation du coût de la protection des cultures au cours de la saison. Il tient compte de tous les produits phytopharmaceutiques ainsi que d'autres méthodes de protection telles la confusion sexuelle, le piégeage massif et les argiles. Il ne tient pas compte du temps de travail, de l'investissement et de la consommation en fuel d'engins pour le désherbage mécanique.

4 classes et 3 seuils

Coûts de la protection des cultures	
Très élevés	> V1 €/ha
Elevés	De V2 à V1 €/ha
Moyens	De V3 à V2 €/ha
Faibles	< V3 €/ha

Place dans l'arbre

Les pesticides et les autres moyens de lutte peuvent représenter jusqu'à 70% des **charges opérationnelles** (en production de pomme à couteau). Les stratégies de protection utilisant moins de produits phytopharmaceutiques, recourent plus fréquemment à des méthodes ou à des produits de biocontrôle souvent plus chers. Ce critère permet en outre d'estimer le niveau d'**autonomie** du système et donc **la viabilité** de l'exploitation en estimant la **dépendance aux pesticides** (coûts par rapport à la **valeur de la production**).



1.24 Utilisation d'intrants contenant des métaux lourds

Définition

Le risque de contamination de l'environnement par des métaux lourds est principalement lié à l'utilisation de cuivre en arboriculture. L'utilisation de compost d'origine urbaine, de lisiers trop faiblement dilués peuvent également comporter des risques.

Source : DEXiPM-Pomefruit®

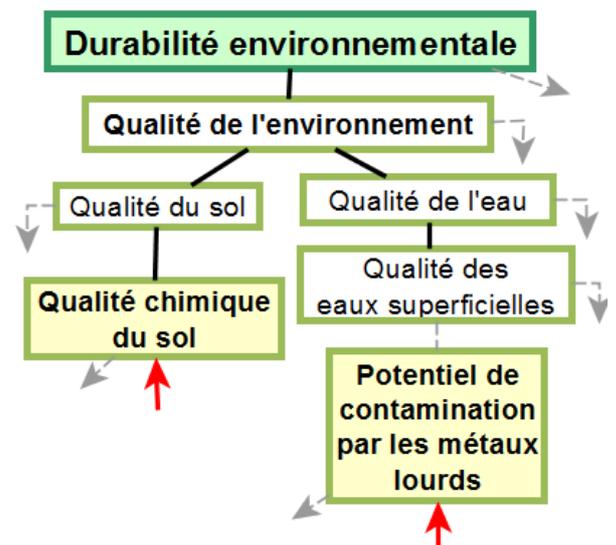
ATTENTION : les seuils de ce critère sont calculés en quantité de cuivre **métal**. Pour récupérer cette donnée il faut multiplier la dose totale du produit apporté par sa dose en substance active.

3 classes et 2 seuils

Utilisation d'intrants contenant des métaux lourds		
	Utilisation de cuivre métal	Boue d'épuration ou compost d'origine urbaine
Forte	> V1 kg/ha/an	Oui ou Non
Moyenne	Entre 0 et V1 kg/ha/an	Non
Nulle	Pas de cuivre	

Place dans l'arbre

La présence d'éléments micropolluants minéraux (ETM) ou métaux lourds sont des indicateurs de la qualité physico-chimique des **eaux superficielles** (Sénat, 2014). Ils participent à l'**écotoxicité aquatique** des eaux superficielles (UVED, 2014). Le cuivre faisant partie des métaux lourds et polluants du sol (Baize 2000), il est pris en compte pour évaluer la **qualité du sol**. Certains ETM sont également à l'origine de pollutions de l'air, mais le cuivre ne fait pas partie de cette liste (Rzepka & Cuny 2008). Le cuivre étant l'ETM le plus utilisé en arboriculture, cette notion n'est donc pas considérée dans DEXiFruits.



1.25 Précautions phytosanitaires et produits dangereux

Définition

Utilisation de produits dangereux pour la santé et respects de certaines précautions :

PRODUITS DANGEREUX pour la santé :

Ancienne classification : Xn, T et T+

Classification mondiale (2009) : **SGH 06** : « Je tue », **SGH 07** : « J'altère la santé » et **SGH 08** : « Je nuis gravement à la santé »

PRECAUTIONS :

- Obtention du Certiphyto et respect des consignes
- Utilisation d'un EPI (équipement de protection individuelle) adapté + cabine pour les produits appliqués sur la frondaison.
- utilisation d'une grosse cuve (≥ 200L) ou adaptée à la taille du verger pour limiter les contacts avec les produits
- respect des DAR (délai avant récolte) et des DRE (Délai de Ré-entrée sur la parcelle)



SGH06



SGH07



SGH08

Source classification mondiale : INRS 2009

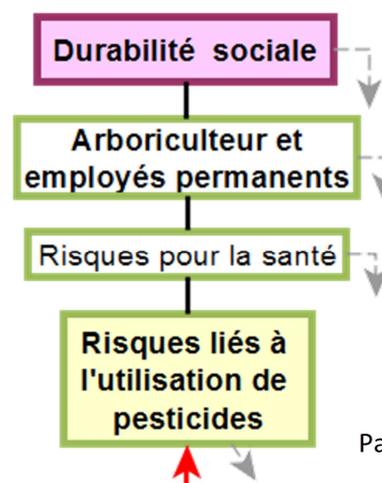
Autres sources : Sagnes J.L., communication personnelle ; www.ephy.agriculture.gouv.fr

4 classes

Précautions phytosanitaires et produits dangereux		
classes	Utilisation de produits dangereux pour la santé	Précautions
Conduite très dangereuse	OUI	Aucun respect des consignes du Certiphyto
Conduite dangereuse	OUI	Non-respect de quelques précautions
Précautions respectées	OUI	Respect de toutes les précautions
Très bonne conduite	NON	Respect de toutes les précautions

Place dans l'arbre

Les produits phytosanitaires sont dangereux **pour la santé** et certains plus que d'autres (Inserm 2013). L'utilisation de ces produits est donc à éviter. De plus, plus l'arboriculteur respectera des règles de précautions, plus les **risques liés à l'utilisation de pesticides** seront faibles.



1.26 Niveau d'enherbement

Définition

Niveau de la couverture du sol du verger par un enherbement permanent.

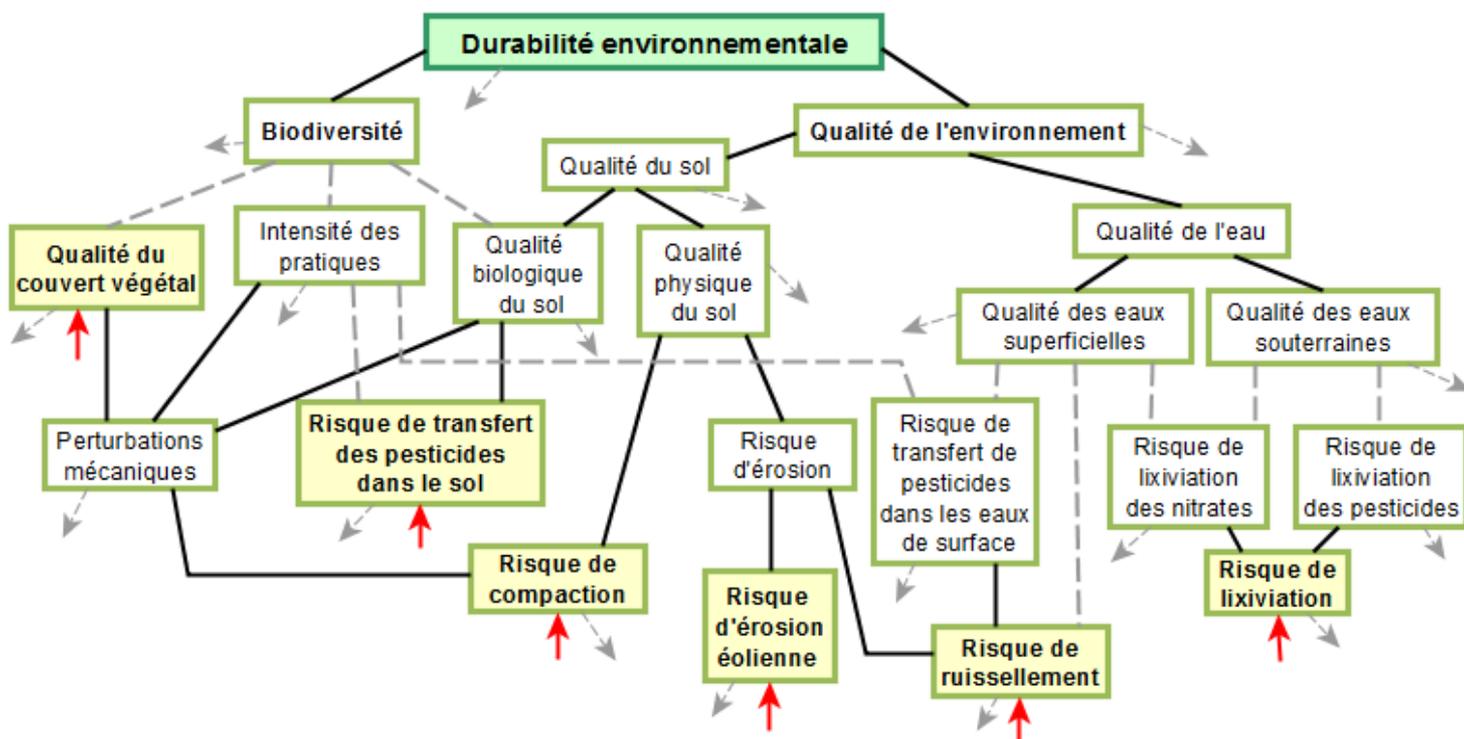
Source : (Agreste 2008)

3 classes

Niveau d'enherbement
Pas d'enherbement
Inter-rang enherbé
Enherbement total

Place dans l'arbre

L'**enherbement** de la parcelle est une **protection physique** contre divers pollutions et transfert d'éléments comme les **nitrate**s, le **phosphore**, les **métaux lourds (ETM)** et les **pesticides** vers le **sol** et l'**eau**. (Guiton 1998; Benoit 2012) Il permet également de lutter contre l'**érosion** (2iE 2014), la **compaction** du sol (Materechera 2009). Enfin la présence d'un couvert végétal favorise la **biodiversité** au verger.



1.27 Présence ou implantation de bandes fleuries

Définition

Présence d'une bande fleurie implantée ou spontanée contenant un mélange d'espèces adaptées au climat, à floraison étalée et pérennes et fournissant la protection, l'habitat et les ressources alimentaires pour les organismes utiles.

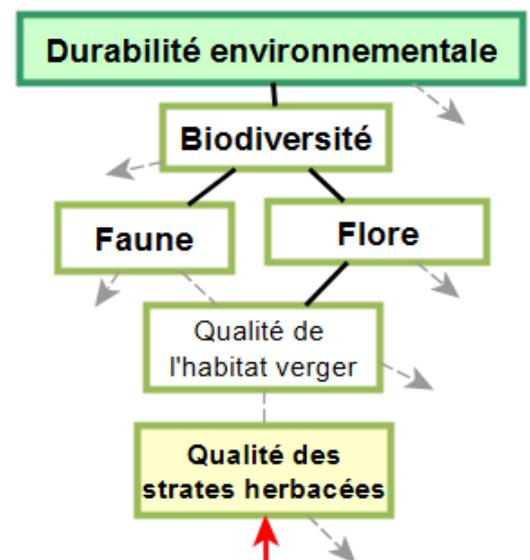
Source : (EcophytoPIC 2014)

2 classes

Présence ou implantation de bandes fleuries
aucune
Oui : au moins une bordure et/ou un inter-rang

Place dans l'arbre

Des études scientifiques démontrent que la présence de fleurs dans un **couvert végétal** ou d'une **bande fleurie** favorise l'implantation d'insectes (**invertébrés**) et donc d'auxiliaires dans un verger (plus grande diversité et richesse spécifique) (Marko *et al.* 2013). Outre les fonctions de protection, de possibilité d'hivernation, de ressources alimentaires, il peut aussi être un espace privilégié de passage (EcophytoPIC 2014) et de refuge pour certains **vertébrés** et **invertébrés**. Cet espace, souvent peu perturbé, est également un lieu propice à l'implantation d'une **flore** diversifiée.



1.28 Mélange cultural et plantes de services

Définition

Nombre d'autres espèces cultivées et/ou plantes de services (autres que les haies et les bandes fleuries) présentes ou implantée dans la parcelle. Les variétés d'une même espèce fruitière ne sont pas prises en compte.

Source : DEXiPM-Pomefruit®

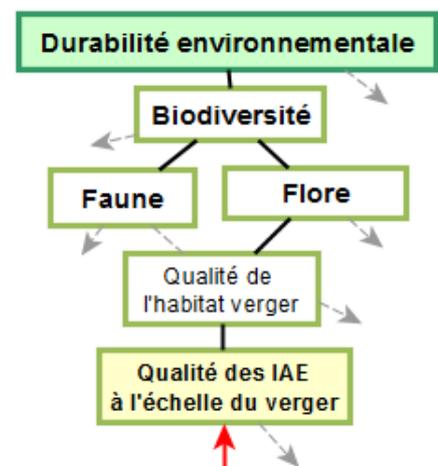
- **Exemple d'autres espèces cultivées** : d'autres espèces fruitières (arbres, arbustes), plantes maraîchères, plantes aromatiques et médicinales, cultures assolées, légumineuses...
- **Définition plantes de services** : plantes cultivées ou implantées au sein du verger avec une fonction particulière autre que la production. Elles peuvent permettre de (1) contrôler les adventices, (2) contrôler le parasitisme aérien et tellurique et (3) contribuer à l'amélioration du sol (structure et fertilité) et à la nutrition des cultures (Deberdt & Fernandes 2013).

3 classes

Mélange cultural et plantes de services
Absence de mélange cultural
1 ou 2 espèces
Plus de 2 espèces

Place dans l'arbre

La diversité des espèces cultivées ou implantées au sein du **verger** contribue à la **biodiversité** globale autant que la diversité végétale à l'échelle du paysage et de l'exploitation. Cependant pour favoriser le développement et le maintien de la diversité et l'abondance des auxiliaires dans le verger, ils doivent trouver un habitat favorable, une protection et une ressource alimentaire. Ces fonctions peuvent être en autres remplies par **l'association avec d'autres espèces végétales et/ou plantes de services**.



1.29 Présence d'habitats artificiels au verger

Définition

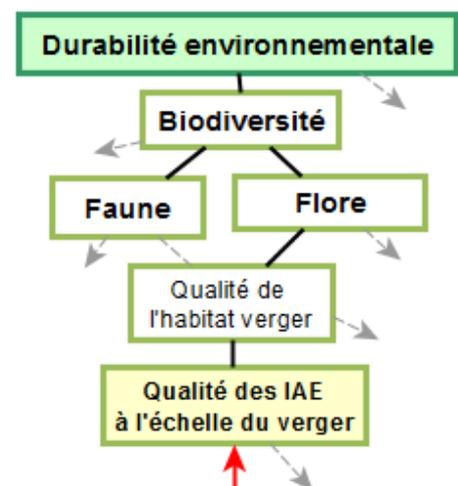
Mise en place d'habitats ou installations (nichoirs, abris, perchoirs,...) dans le verger ou à proximité favorisant la présence de prédateurs des ravageurs des cultures (oiseaux, belettes, chauve-souris, hérissons, serpents...).

3 classes

Présence d'habitats artificiels au verger
Aucun
Habitats rares
Implantation raisonnée d'habitats diversifiés et adaptés

Place dans l'arbre

La présence de prédateurs **vertébrés** comme les oiseaux, chauve-souris (Jay *et al.* 2012), serpents, belettes, hérissons... peuvent contribuer à limiter/éviter les risques de pullulation de certains ravageurs (petits rongeurs, insectes...) (régulation et lutte biologique par conservation (Boreau de Poincé 2012)). L'implantation d'un **habitat adéquat dans la parcelle et/ou à proximité** permet de les favoriser ou d'améliorer leur efficacité.



1.30 Importance et connectivité des haies

Définition

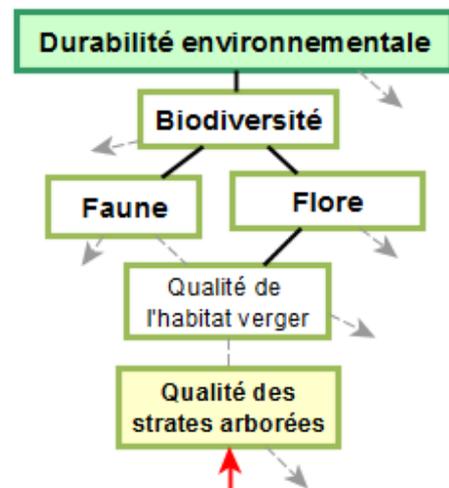
Ce critère est évalué par (1) le nombre de côtés bordés par un linéaire de haie ou de formations boisées à une distance inférieure à 15m et (2) par la connectivité ou les intersections de ces éléments entre eux.

4 classes

Importance et connectivité des haies			
		Connectivité des haies	
		oui	non
Nombre de côtés de la parcelle bordés par une haie	Aucun	Pas de haie	
	1 ou 2	Bonne	Moyenne
	> 3 côtés ou présence d'un bosquet adjacent	Très bonne	Bonne

Place dans l'arbre

On observe généralement un impact positif de la complexité du paysage, en termes d'hétérogénéité spatiale apportée par la diversité et la proximité des habitats productifs et non productifs, sur l'abondance et la diversité en **ennemis naturels** (Boreau de Poincé 2012). Les **haies** participent au maintien de la biodiversité en assurant des fonctions écologiques de zones de refuge, de reproduction, d'alimentation et de corridors (couloirs de déplacement pour les insectes, batraciens, oiseaux, plantes et micromammifères) (OBHN 2014). **Les haies et structures arborées** voisines du verger, de par leurs fonctions écologiques (refuge, reproduction, alimentation...) permettent d'améliorer ou de favoriser l'action des **vertébrés**, et **invertébrés** auxiliaires. Elles sont également un lieu privilégié de conservation de la **flore** locale.



1.31 Richesse des haies

Définition

Estimation 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.

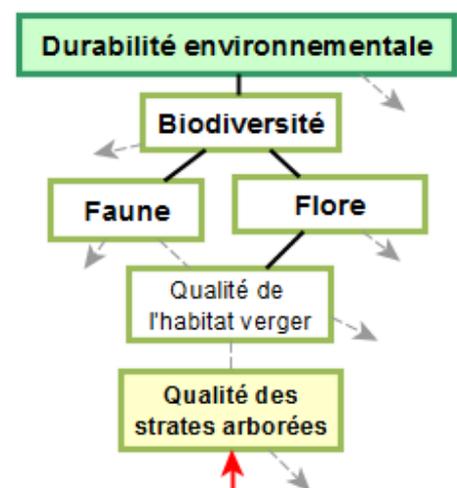
Source : DEXiPM-Pomefruit®

4 classes

Richesse des haies		
Nombre d'espèces de la strate arborée	Nombre de strates	Classe
0 espèce	0 strate	Pas de haie
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	

Place dans l'arbre

La haie présente un fort intérêt **floristique** dès la plantation, puis au fil du temps s'installent d'autres espèces herbacées et arbustives sauvages, lianes, ... On augmente la richesse floristique de la haie en diversifiant les strates végétales. En fonction des espèces implantées et notamment si ce sont des espèces autochtones, la haie constitue un réservoir d'auxiliaires (**vertébrés** et **invertébrés**) utiles pour la culture (CA Centre - IBIS 2015) (PIP -COLEACP *et al.* 2014).



1.32 Régularité de distribution de la charge de travail

Définition

Satisfaction de l'arboriculteur vis-à-vis de la répartition de la charge de travail et de la gestion des pics d'activité. Tient compte de la compatibilité avec les autres productions/activités de l'exploitation.

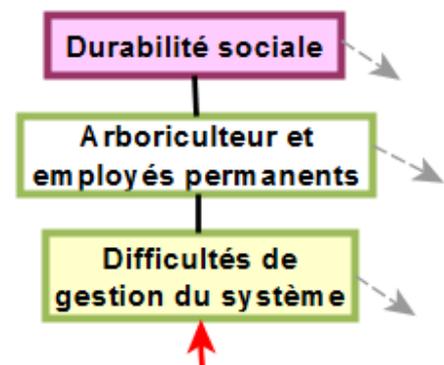
Source : DEXiPM-Pomefruit®

3 classes

Régularité de distribution de la charge de travail	
Mauvaise	Nombreux pics de travail difficilement gérable/ non compatible avec les autres activités/ Arboriculteur non satisfait
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

Place dans l'arbre

Ce critère permet d'évaluer les **difficultés opérationnelles** que peuvent rencontrer un arboriculteur ou ses employés dans la mise en œuvre du système de culture.



1.33 Complexité du système

Définition

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®).

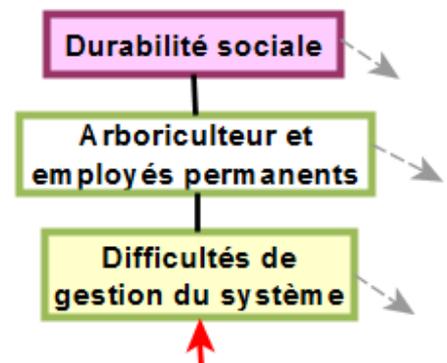
Source : DEXiPM-Pomefruit®

3 classes

Complexité du système	
Peu acceptable	Arboriculteur non satisfait → Système compliqué et difficile à mettre en œuvre
Moyennement acceptable	Arboriculteur moyennement satisfait → Système un peu trop complexe ou trop peu complexe (dépend du caractère)
Acceptable	Arboriculteur satisfait de la complexité du système (dépend du caractère)

Place dans l'arbre

Ce critère permet d'évaluer les **difficultés opérationnelles** que peuvent rencontrer un arboriculteur ou ses employés dans l'application du système de culture.



1.34 Difficultés physiques et pénibilité du travail

Définition

Prise en compte de perturbations comme le bruit, la répétition de tâches difficiles, traumatisantes (ex : travail en hauteur) ou contraignantes (ex : utilisation de filets dans une région très ventée...)

Source : DEXiPM-Pomefruit®

4 classes

Difficultés physiques et pénibilité du travail
Non acceptables
Peu acceptables
Acceptables
Rares

Place dans l'arbre

Des **difficultés et perturbations du travail physique** trop élevées peuvent être à l'origine de **problèmes de santé** pour l'**arboriculteur et ses employés**. Si le système engendre trop de difficultés physiques cela peut compromettre à terme sa **durabilité sociale**.



2 Contexte agro-environnemental et socio-économique

Ces critères décrivent

- (1) Le contexte agro-environnemental du système de culture à plusieurs échelles : contexte paysager, de l'exploitation, adjacent au système et pédo-climatique.
- (2) Le contexte socio-économique du système de culture. Ils décrivent les liens que l'arboriculteur entretient avec la filière, la société ainsi que son accès aux connaissances, aux facteurs de production et aux aides.

Contexte agro-environnemental	
Nom du critère	Page
Contexte régional et paysager	
Pression foncière de la région	38
Importance et connectivité des habitats semi-naturels	39
Mosaïque des cultures du paysage	40
Contexte de l'exploitation	
Importance des surfaces d'intérêt écologique	41
Diversité des infrastructures agro-écologiques (IAE)	42
Disponibilité locale en eau	43
Contexte pédo-climatique	
Sensibilité du terrain à la lixiviation	44
Sensibilité du terrain au ruissellement	45
Exposition du terrain au vent	46
Sensibilité du terrain et aggravation des émissions de N ₂ O	47
Contexte socio-économique	
Accès et support d'information	
Connaissances et compétences de l'arboriculteur et de ses employés	48
Accès aux connaissances	49
Supports de production et satisfaction	
Besoin en équipement	50
Accès aux équipements et aux intrants	51
Disponibilité en ressources financières	52
Difficultés à recruter de la main d'œuvre	53
Dépendance aux marchés	54
Appréciations de la société	
Satisfaction vis-à-vis du marché visé	55
Accessibilité sociale du produit pour les consommateurs	56
Acceptabilité de la stratégie par la société	57
Valeur sociale du paysage	58
Perturbations pour le voisinage	59
Transfert de connaissances vers la société	60

2.1 Pression foncière de la région

Définition

Estimation de la disponibilité des terres non cultivées et/ou des possibilités d'extension du verger. Elle est liée à la pression urbaine, à des zonages territoriaux associés à un label type AOC ou IGP ou à des pressions de maladies (ex. sharka pour la pêche). Cette disponibilité peut être estimée par le prix moyen d'un hectare dans la petite région agricole.

Source : Agreste 2014

Où trouver la donnée ?

La valeur vénale moyenne des terres agricoles est disponible sur les sites internet des DRAAF de chaque région ou sur le site de l'Agreste à cette adresse :

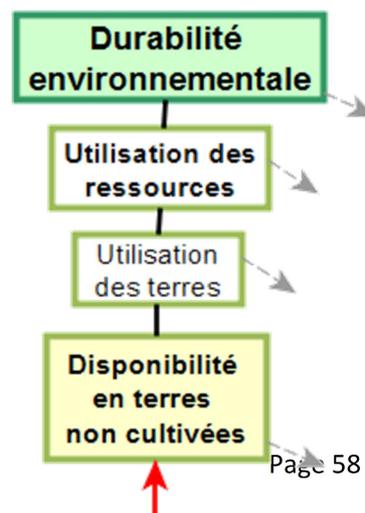
<http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/territoire-prix-des-terres/valeur-venale-des-terres-agricoles/>

3 classes et 2 seuils

Valeur vénale des terres – estimation de la pression foncière		
Forte	>V1 €/ha	Les terres sont très demandées – concurrence forte entre les agriculteurs (label, AOP, IGP...) ou avec la zone urbaine
Moyenne	Entre V2 et V1€/ha	Concurrence moyenne pour la terre.
Faible	<V2€/ha	Concurrence faible entre les agriculteurs ou avec la zone urbaine

Place dans l'arbre

Ce critère, combiné à la présence d'**Infrastructures Agro-écologiques (IAE)** sur l'exploitation permet d'estimer la **disponibilité en terres non cultivées**, la pression exercée sur **la ressource en terres**, et le mode d'utilisation de cette ressource, dans une perspective de **durabilité environnementale**.



2.2 Importance et connectivité des habitats semi-naturels

Définition

A l'échelle du paysage (petite région agricole ou bassin de production): surfaces et connectivité (lien et continuité) d'espaces semi-naturels propices à la biodiversité.

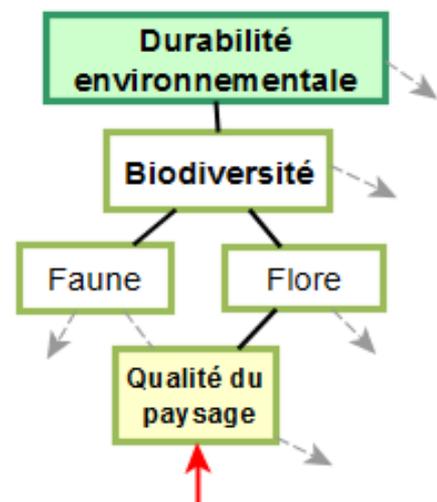
Habitats semi-naturels : haies, bosquets, bois, mares, étangs, talus, murs et murets de pierres sèches, friches, fossés, toute surface peu gérée et ne recevant aucun fertilisant ou pesticide...(Pfiffner & Luka 2000; Simon *et al.* 2014)

3 classes

Importance et connectivité des habitats semi-naturels		
	Habitats isolés	Habitats connectés - liés
Habitats rares	Habitats peu favorables	Habitats favorables
Habitats fréquents	Habitats favorables	Habitats très favorables
Habitats très fréquents	Habitats très favorables	

Place dans l'arbre

L'hétérogénéité spatiale apportée par la diversité et la proximité des **habitats** productifs et non productifs, impacte positivement l'abondance et la diversité en **auxiliaires** (Hendrickx *et al.* 2007; Jonsson *et al.* 2008; Chaplin-Kramer *et al.* 2011). Le paysage local, en fonction de **l'implantation d'habitats semi-naturels** et de l'hétérogénéité de la **mosaïque des cultures**, peut être soit un réservoir de **biodiversité** s'il est très diversifié et hétérogène (ex : bocage très diversifié) soit a contrario être défavorable dans le cas où il serait trop homogène et peu diversifié (ex : openfield) (Tschardt *et al.* 2008).



2.3 Mosaïque des cultures du paysage

Définition

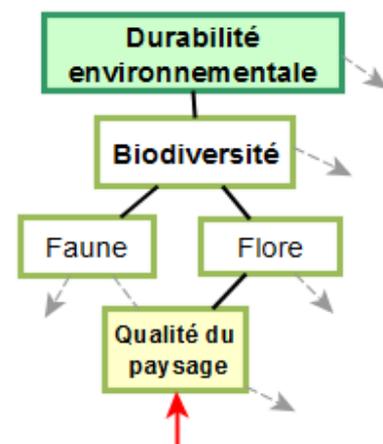
Caractérisation de la diversité et de l'hétérogénéité des cultures dans le paysage (petite région agricole ou bassin de production) par la taille moyenne des parcelles ainsi que par la diversification des cultures (nombre d'espèces cultivées).

4 classes

Mosaïque des cultures du paysage		
Taille des parcelles et nombre d'espèces cultivées (petite région agricole)	Grandes parcelles (> 1ha)	Petites parcelles (< 1ha)
< 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

Place dans l'arbre

D'une manière générale, la complexité du **paysage**, [...] impacte positivement l'abondance et la diversité en **auxiliaires** (Hendrickx *et al.* 2007; Jonsson *et al.* 2008; Chaplin-Kramer *et al.* 2011). Le morcellement des parcelles ainsi que la diversité des cultures dans le paysage sont des composantes importantes de cette complexité et de la **qualité du paysage** influençant la **biodiversité**.



2.4 Importance et connectivité des Infrastructures Agro-écologiques (IAE) de l'exploitation

Définition

Surfaces dédiées à la biodiversité et leurs connectivités au sein de l'exploitation

Dans le cadre du verdissement de la PAC, ces surfaces sont appelées Infrastructures Agro-écologiques (IAE).

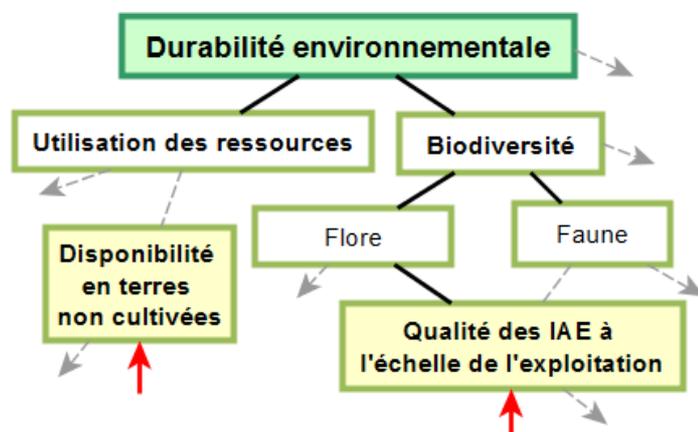
IAE : habitats semi-naturels qui ne reçoivent ni fertilisants chimiques, ni pesticides et qui sont gérés de manière extensive : haies, bosquets, fossés, arbres isolés et alignés, bandes tampons extensives, bandes fleuries, gîtes et nichoirs artificiels, prairies extensives, jachères, friches, estives, murets, banquettes, mares, vergers haute tige... (MEDDE - SOLAGRO 2012)

3 classes

Importance et connectivité des Infrastructures agro-écologiques (IAE) de l'exploitation		
Importance en % de la surface de l'exploitation	IAE isolées	IAE connectées - liées
IAE rares (< 5%)	Habitats peu favorables	Habitats favorables
IAE fréquentes [5% ; 10%]	Habitats favorables	Habitats très favorables
IAE très fréquentes (> 10%)	Habitats très favorables	

Place dans l'arbre

Des *infrastructures agro-écologiques* permettent de contribuer à petite échelle à la diversité du paysage, à la biodiversité et la diversité des espèces naturelles. Combiné au critère de *pression foncière de la région*, ce critère permet d'estimer la *disponibilité des terres non cultivées*. Si l'arboriculteur a dédié du terrain à des *infrastructures agro-écologiques*, DEXiFruits considère que le système n'exerce pas une pression trop forte sur l'*utilisation des terres*.



2.5 Diversité des Infrastructures agro-écologiques (IAE) de l'exploitation

Définition

Nombre d'Infrastructures agro-écologiques (IAE) différentes mises en place ou naturellement présentes dans l'exploitation.

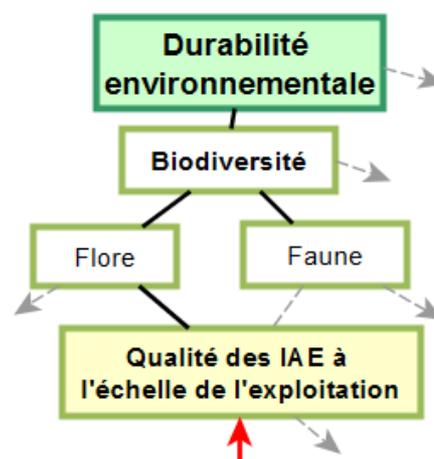
IAE : habitats semi-naturels qui ne reçoivent ni fertilisants chimiques, ni pesticides et qui sont gérés de manière extensive : haies, bosquets, fossés, arbres isolés et alignés, bandes tampons extensives, bandes fleuries, gîtes et nichoirs artificiels, prairies extensives, jachères, friches, estives, murets, banquettes, mares, vergers haute tige...(MEDDE - SOLAGRO 2012)

3 classes et 2 seuils

Diversité des Infrastructures agro-écologiques (IAE) de l'exploitation
Faible : IAE < 4
Moyenne : entre 4 et 6 IAE
Forte : IAE > 6

Place dans l'arbre

Les *infrastructures agro-écologiques* constituent des biotopes favorables à de nombreuses espèces *animales* et *florales* et participent au maintien et à la restauration des continuités écologiques (MEDDE 2013). Couplé avec *l'importance des infrastructures agro-écologiques (IAE)*, ce critère permet d'évaluer les efforts réalisés par l'arboriculteur pour améliorer l'habitabilité et la *qualité des IAE à l'échelle de son exploitation* et ainsi favoriser la *biodiversité*.



2.6 Disponibilité locale en eau

Définition

L'eau est disponible si elle n'est pas ou peu soumise à restriction et si elle est facilement accessible (cours d'eau, réserve, puits...).

L'eau est peu disponible si le système est soumis à des périodes de sécheresse estivales fréquentes et/ou à des arrêtés de restriction d'eau.

Source : DEXiPM-Pomefruit®

Consultation des arrêtés de restriction d'eau – Propluvia ((MEDDE - MAAF 2014)

<http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr/propluvia/faces/public/carteNat.jsp>

3 classes

Disponibilité locale en eau	
Restriction d'eau tous les ans et/ou eau peu disponible	Faible
Restriction d'eau tous les 2 ou 3 ans	Moyenne
Pas ou peu de restriction d'eau	Forte

Place dans l'arbre

Ce critère est utilisé pour évaluer la pression exercée par le système de culture sur la ressource en eau. Il est associé au critère **consommation d'eau** pour évaluer **l'utilisation de l'eau**. On considère que si la **disponibilité locale en eau** est importante l'impact sur la ressource en eau sera réduit même si la consommation est élevée.



2.7 Sensibilité du terrain à la lixiviation

Définition

Sensibilité du terrain au risque d'entraînement en profondeur d'éléments en solution dû aux caractéristiques pédologiques (caractère filtrant, matière organique, texture et profondeur du sol). Ce risque peut être estimé sur la base de ces caractéristiques pédologiques ou par un indicateur de drainage comme l'Indice de Développement et Persistance des Réseaux (IDPR).

Source : Griffith 2004

2 classes

Ces seuils ont été déterminés grâce aux données d'I-Phy arbo (Griffith 2004) (→ oui=potentiel de lessivage ≥ 0.5 (Griffith 2004))

L'IDPR est calculable (**Annexe 1**)

Sensibilité du terrain à la lixiviation		
	Matière Organique <5 %	Matière Organique >5%
OUI	Sol filtrant <u>et/ou</u> superficiel	Sol filtrant <u>ET</u> superficiel
	IDPR < 1000 : Infiltration majoritaire par rapport au ruissellement superficiel	
NON	Sol non filtrant <u>ET</u> profond	Sol non filtrant <u>et/ou</u> profond
	IDPR ≥ 1000 : Ruissellement superficiel majoritaire par rapport à l'infiltration vers le milieu	

Place dans l'arbre

Ce critère permet d'évaluer le **risque de lixiviation** vers les eaux souterraines de certains éléments utilisés dans la parcelle. Le **risque de lixiviation des nitrates** et le **risque de lixiviation des pesticides** permettent ainsi d'évaluer la **qualité des eaux souterraines** et donc la **qualité de l'eau** en général.

Une application des éléments sur un couvert végétal et un **niveau d'enherbement** minimal (au moins l'inter-rang) de la parcelle permet de réduire ce risque par rétention et biodégradation de ces éléments par les plantes de couverture (Benoit 2012)



2.8 Sensibilité du terrain au ruissellement

Définition

Sensibilité du terrain au risque d'entraînement d'éléments en solution vers les eaux de surface proches dû aux caractéristiques pédologiques (texture du sol, hydromorphie (=tendance à la saturation en eau)) et topographiques (pente). On peut également utiliser l'IDPR pour estimer ce critère.

Source : Griffith 2004

2 classes

^a : les classes « sableux » et « sablo-argileux »
^b : les classes « limoneux »
^c : les classes « argile lourde », « argileux », « argilo-limoneux » et « argilo-sableux »
 Ces seuils ont été déterminés grâce aux données d'I-Phy arbo (→ oui= potentiel de ruissellement ≥ 0.5 (Griffith 2004))

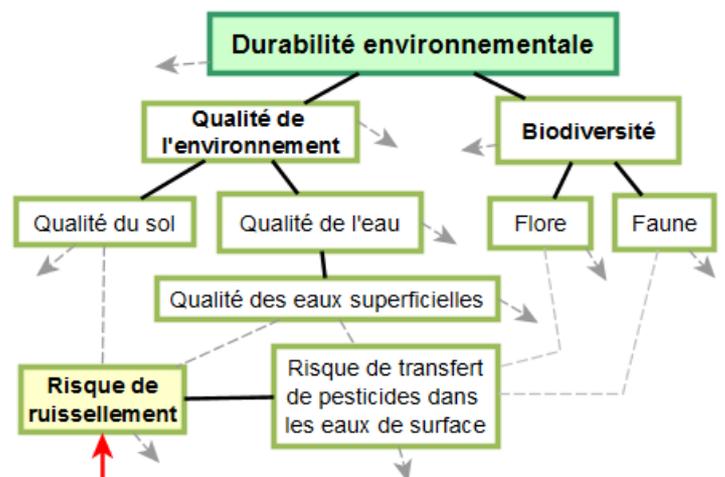
Conditions pédologiques et topographiques				
Pente	Type de sol			
	Sableux ^a	Limoneux ^b	Argileux ^c	
			Non hydromorphe	Hydromorphe
Supérieure à 5%	OUI	OUI	OUI	OUI
Entre 2 et 5%	NON	NON	NON	OUI
Entre 0 et 2%				NON
Nulle				NON

IDPR	
OUI	IDPR ≥ 1000 : Ruissellement superficiel majoritaire par rapport à l'infiltration vers le milieu
NON	IDPR < 1000 : Infiltration majoritaire par rapport au ruissellement superficiel

L'IDPR est calculable (cf Annexe 1)

Place dans l'arbre

Ce critère permet d'évaluer le **risque de ruissellement** de certains éléments (phosphore, pesticides, métaux lourds et particules de sol). Le ruissellement, lié aux particules de sol participe au **risque d'érosion du sol** et donc à la diminution de la **qualité physique** du sol (cf fiche: *Exposition du terrain au vent*). La **lixiviation du phosphore** participe à l'**eutrophisation** des eaux superficielles (CNRS 2014) (Schvartz *et al.* 2005). Tandis que la **contamination par les métaux lourds** et le **transfert des pesticides** participent à l'**écotoxicité aquatique** (UVED 2014). L'eutrophisation et l'écotoxicité sont responsables de la détérioration des **eaux superficielles** et donc peut nuire à la biodiversité florale et faunistique.



Le risque de ruissellement peut être réduit par un bon **niveau d'enherbement** de la parcelle (Boiffin & Sebillotte 1976; Guiton 1998; CORPEN 1999).

2.9 Exposition du terrain au vent

Définition

L'exposition du terrain à un vent dominant et/ou des périodes de sécheresse contribue à l'érosion du sol. On peut réduire ce risque en installant des filets para-grêle ou une haie brise-vent perpendiculaire au vent dominant (de hauteur H, elle protège environ 10H mètres de verger : par ex, protection de 80m pour une haie de 8m de haut).

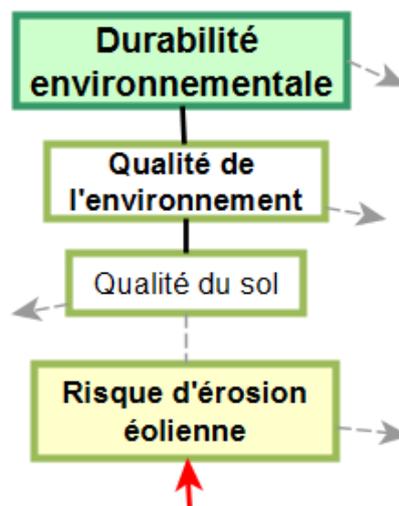
Sources : Sauphanor et al. 2009 ; Vézina 2001

2 classes

Exposition du terrain au vent		
Classes	Vent et/ sécheresse	Haies et/ou filets
OUI	Fréquent	Pas de haie brise-vent ni de filet
NON	Fréquent	Haie bien exposée et assez haute et/ou présence de filet
NON	Peu fréquent	Toutes situations

Place dans l'arbre

Ce critère est utilisé pour estimer le **Risque d'érosion éolienne**. D'après (Musy & Soutter 1991) l'érosion (**Risque d'érosion**) et plus particulièrement l'érosion éolienne contribuent à la réduction de la **qualité physique des sols**. Cette dégradation de l'état de surface des sols est d'autant plus rapide que les pratiques culturales affinent les agrégats du sol, et que le sol est nu (Boiffin & Sebillotte 1976). En arboriculture, le **niveau d'enherbement** est un bon levier pour réduire ce risque ainsi que l'implantation de haies pour protéger la parcelle des vents dominants (2iE 2014).



2.10 Sensibilité du terrain et pratiques aggravant les émissions de N₂O

Définition

Pratiques de fertilisation ou éléments de contexte aggravant 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 acide.

Pratiques aggravantes : aération du sol (travail du sol superficiel), enfouissement de l'amendement, irrigation après fertilisation.

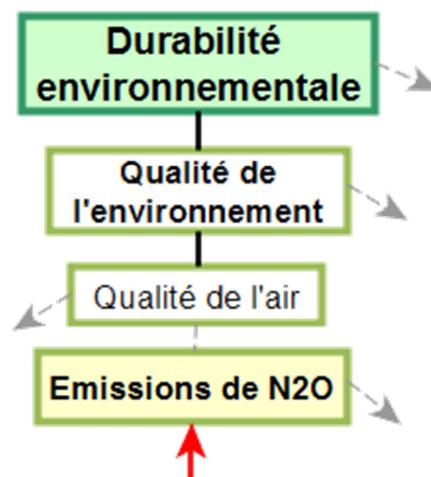
Sources : (Germon & Couton 1999; Griffith 2004)

2 classes

Sensibilité du terrain et pratiques aggravant les émissions de N ₂ O		
Classes	Contexte aggravant	Pratiques aggravantes
oui	oui	oui
oui	oui	non
oui	non	oui
non	non	non

Place dans l'arbre

Ce critère est utilisé pour évaluer les **émissions de N₂O** dans l'atmosphère. D'après le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'études de la Pollution Atmosphérique) le « protoxyde d'azote (N₂O) est un puissant gaz à effet de serre » (CITEPA 2014). Il participe au **potentiel de réchauffement climatique** et donc à une dégradation de la **qualité de l'air**. La **fertilisation en azote** est également prise en compte pour l'évaluation des **émissions du N₂O** car elle constitue une source importante d'émission (CITEPA 2014).



2.11 Connaissances et compétences de l'arboriculteur et de ses employés

Définition

Appréciation des capacités de gestion et des connaissances de l'arboriculteur ou des employés relatives au système et aux techniques de production utilisées (connaissances des produits phytosanitaires et méthodes alternatives, des techniques de fertilisation, d'irrigation...). Ce critère combine un niveau de compétences acquises par formation ou par l'expérience et une plus ou moins grande aisance à les mobiliser et les mettre en œuvre face aux situations

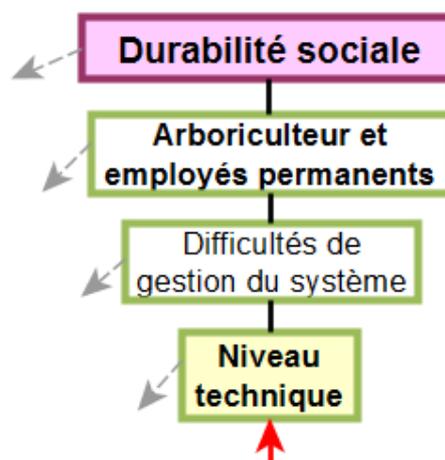
Sources ANEFA-FNPF 2014 et DEXiPM-Pomefruit®

3 classes

Connaissances et compétences de l'arboriculteur et de ses employés	
Faibles	Actuellement, peu ou pas de compétences concernant la stratégie - difficultés de mise en œuvre
Moyennes	Compétences et expérience moyennes - quelques difficultés de mise en œuvre
Fortes	Bonnes compétences, expériences ou facultés d'apprentissage, de réception et de mise en application des conseils donnés

Place dans l'arbre

Si l'arboriculteur et/ou ses employés permanents ont un bon **niveau** de **connaissances et de compétences** du système de culture, les **difficultés opérationnelles** pour mettre en place de nouvelles pratiques éventuelles et/ou pour s'adapter à de nouvelles situations seront plus faibles, surtout s'ils ont **accès aux connaissances** nécessaires.



2.12 Accès aux connaissances

Définition

Ce critère estime la facilité d'accès aux connaissances de l'arboriculteur, soit par l'adhésion volontaire à un réseau technique de conseil compétent (CETA, coopérative, service technique d'OP, conseiller indépendant...) ou par sa capacité à trouver les bons conseils (voisins, journaux spécialisés, internet,...).

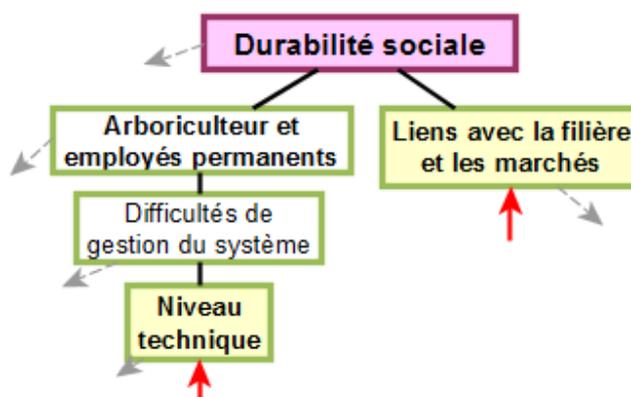
Sources : MAAF 2009 et DEXiPM-Pomefruit®.

2 classes

Accès aux connaissances	
non	Difficultés à trouver de l'information précise sur des techniques ou stratégies (déjà en place ou innovantes) – Pas de recherche
oui	Aucune ou peu de difficultés à trouver l'information nécessaire (bon réseau, journaux spécialisés, internet...)

Place dans l'arbre

Un accès facile aux connaissances permet à l'arboriculteur de se tenir au courant des nouvelles avancées, d'acquérir de nouvelles compétences et ainsi d'améliorer son **niveau technique** en cas de **difficultés opérationnelles** qui nécessitent des **compétences et des connaissances**.



2.13 Besoin en équipement

Définition

Besoin en équipement spécifique et coûteux du système de culture (ex : filets Alt'Carpo ou para-grêle, bâches anti-pluie,...).

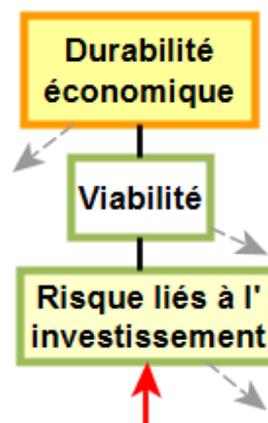
Sources : DEXiPM-Pomefruit®.

3 classes

Besoins en équipement			
Demande en équipement	Disponibilité de l'équipement		
	difficilement mobilisable	facilement mobilisable	disponible sur l'exploitation
Spécifique et coûteuse	Elevé	Moyen	Moyen
Moyennement spécifique			Faible-nul
Faible ou nulle	Faible-nul	Faible-nul	

Place dans l'arbre

La capacité **d'investissement** de l'exploitation caractérise la possibilité de financer des investissements consacrés à l'acquisition ou à la création de moyens de production (bâtiments, matériel, terrains...), dans l'objectif de faire évoluer l'exploitation agricole. Si le **besoin en équipement** est élevé et la **ressource financière** disponible sur l'exploitation insuffisante, ces évolutions seront limitée, ce qui peut en péril la **viabilité** du système.



2.14 Accès aux équipements et aux intrants

Définition

Difficultés d'accès d'ordre organisationnel ou logistique aux facteurs de production particulièrement en cas de stratégie innovante : matériel spécifique (ex : filets), intrants particuliers (ex : farine de plume)...

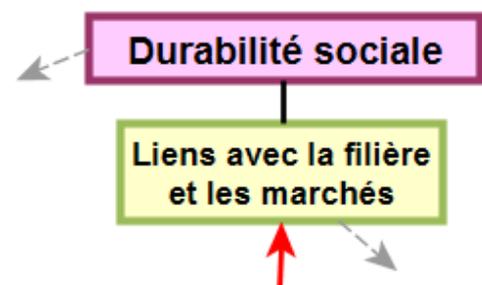
Note : De cet accès (via une CUMA par exemple) dépend notamment la faisabilité et la pérennité du système de culture mis en place (DEXiPM-Pomefruit®).

4 classes

Accès aux équipements et aux intrants
Difficile
Possible sous conditions
Possible
Facile

Place dans l'arbre

Un **accès facile au matériel et aux intrants** (facteurs de production) est très important pour le bon fonctionnement du système et ses capacités d'évolution et d'adaptation surtout en cas de mobilisation de technologies innovantes. Cette facilité d'accès reflète les **liens de l'arboriculteur avec la filière et les marchés**.



2.15 Disponibilité en ressources financières

Définition

Evaluation de la disponibilité de fonds ou ressources financières sur l'exploitation et permettant à l'arboriculteur d'adopter un nouveau système de culture ou d'améliorer celui en cours.

Source : DEXiPM-Pomefruit®

En station d'expérimentation, on prendra la valeur du système type...

3 classes

La qualification de ce critère est laissée à l'appréciation de l'évaluateur.

Disponibilité des ressources financières
Aucun fond disponible
Disponibilité moyenne
Bonne disponibilité

Place dans l'arbre

Le niveau de **disponibilité des ressources financières** de l'exploitation affecte l'aptitude à acquérir de nouvelles techniques ou facteurs de production (OCDE 2001) (bâtiments, matériel, terrains...) dans l'objectif de faire évoluer l'exploitation agricole. Des ressources financières non disponibles associées à de forts **besoins en équipement** limitent les évolutions possibles du système et peuvent affecter sa **viabilité**.



2.16 Difficultés à recruter de la main d'œuvre

Définition

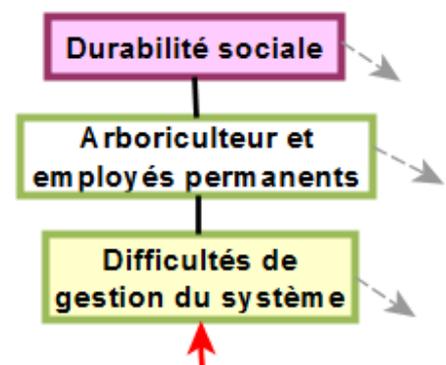
Difficultés de recrutement de main d'œuvre pour les pics de travail (taille, extinction, éclaircissage, manipulation filet, récolte, prophylaxie, contrôles...) plus particulièrement liés aux variations de la demande et/ou de la qualification de la main d'œuvre, lors de la mise en place d'innovations.

3 classes

Difficultés à recruter de la main d'œuvre		
	Variation dans la demande de main d'œuvre lors de la mise en place d'une innovation	Recrutement
Difficile	Beaucoup plus ou plus	Difficile – Main d'œuvre peu adaptée
Possible	Plus	Possible – Main d'œuvre assez adaptée
	identique	
Facile	identique	Possible et facile – Main d'œuvre adaptée

Place dans l'arbre

En arboriculture, les systèmes sont très demandeurs en main d'œuvre et un changement de stratégie peut occasionner un temps de travail supplémentaire. L'une des principales **difficultés opérationnelles** que peut rencontrer l'**arboriculteur et les employés permanents** est donc de trouver de la main d'œuvre (occasionnelle ou temporaire) adaptée (en quantité et qualification) aux besoins de travail. Cela peut mettre en danger la pérennité du système.



2.17 Dépendance aux marchés

Définition

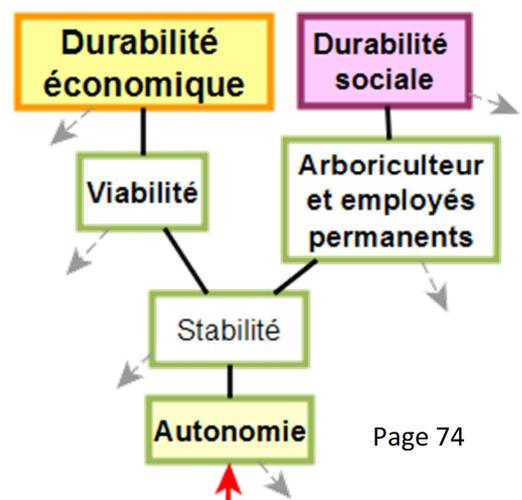
Appréciation de la dépendance du système au(x) marché(s) en fonction des possibilités de diversification des circuits de mise en vente et/ou de substitution entre marchés.

3 classes

Dépendance aux marchés	
Très dépendant	La production est écoulee sur un seul marché, possibilités de remplacement limitées et/ou sur de faibles volumes.
Dépendant	La production est écoulee sur un seul marché, possibilités de remplacement assez faciles et rapides.
Peu dépendant	La production dépend de plusieurs marchés assez facilement substituables.

Place dans l'arbre

Une forte **dépendance aux marchés** peut affecter l'**autonomie** et donc la **viabilité** de l'exploitation si le ou les contrats de vente venaient à être rompus.



2.18 Satisfaction vis-à-vis du marché visé

Définition

Adéquation entre le marché sur lequel est vendue la production et les attentes et objectifs de vente de l'agriculteur.

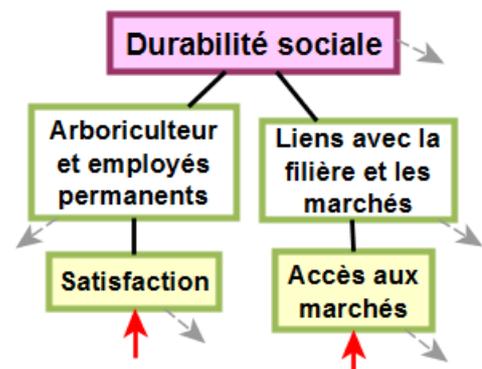
3 classes

La qualification de ce critère est laissée à l'appréciation de l'évaluateur.

Satisfaction vis-à-vis du marché visé
Peu satisfait
Satisfait
Très satisfait

Place dans l'arbre

La **satisfaction vis-à-vis du marché visé** est importante pour la **durabilité sociale** du système de culture. Elle participe à la satisfaction globale de l'arboriculteur et donc à la pérennisation de sa stratégie. Ce critère couplé au **prix de vente**, détermine également **l'accès aux marchés**, ainsi que l'importance et la qualité **des liens** noués par l'arboriculteur **avec la filière et les marchés**. Un prix de vente satisfaisant peut compenser partiellement une insatisfaction vis-à-vis du marché et aboutit à ne pas trop pénaliser la **durabilité sociale** du système.



2.19 Accessibilité sociale du produit pour les consommateurs

Définition

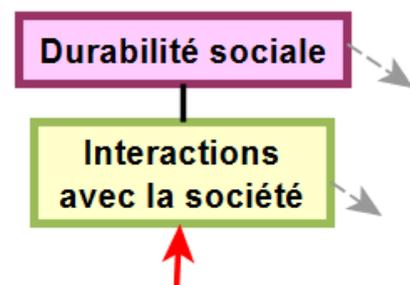
Adéquation entre le prix du produit pour le consommateur et la qualité intrinsèque ou supposée de ce produit, en général liée à l’affichage d’un signe (officiel ou privé) de reconnaissance (signe officiel de qualité comme Label Rouge ou AB, labellisation, marque de distributeurs, Club, ou mode de commercialisation spécifique comme vente directe,...).

2 classes

Accessibilité sociale du produit par les consommateurs	
Peu accessible	Produit cher au regard de la qualité attendue
Accessible	Produit dans une gamme de prix correct

Place dans l’arbre

Un produit final trop cher pour le consommateur par rapport à la qualité attendue peut affecter l’écoulement de la production. La capacité de l’arboriculteur à satisfaire des segments de ‘demande-consommateur’ diversifiés en termes de rapport qualité-prix renforce les *interactions avec la société*.



2.20 Acceptabilité de la stratégie par la société

Définition

Acceptabilité du produit et du mode de production par la société (ex : production OGM). Ainsi un système très consommateur en pesticides et en fertilisants est considéré comme de moins en moins acceptable par une part grandissante des consommateurs.

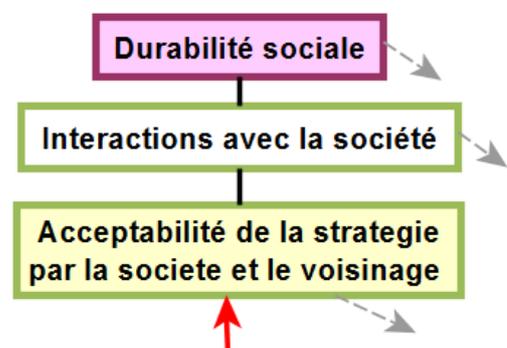
Source : DEXiPM-Pomefruit®

3 classes

Acceptabilité de la stratégie par la société
Peu acceptable
Indifférent
Acceptable

Place dans l'arbre

Le fait de participer à l'effort collectif de réduction des intrants et de protection de l'environnement et de la santé améliore petit à petit la vision de l'arboriculture auprès de la société. D'après ce constat, un système avec des pratiques plus respectueuses contribue à de meilleures *interactions avec la société*.



2.21 Valeur sociale du paysage

Définition

Image que renvoie le verger pour la société à travers sa visibilité et son inscription au sein d'un paysage historiquement constitué et dans un contexte donné (paysage de plaine, bocager, densité de l'habitat et des routes, zone touristique ou patrimoniale,...) et par les installations mises en places :

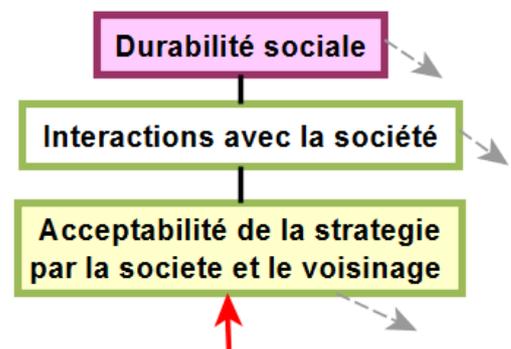
- effets négatifs : filets, arbres morts, parcelle non entretenue, désherbage total...
- effets positifs : efforts de diversité, haies composites, bandes fleuries, enherbement bien géré, nichoirs, autres IAE,...).

3 classes

Valeur sociale du paysage	
Mauvaise perception	Majorité d'éléments négatifs
Indifférent	Verger non visible ou indifférent
Bonne perception	Majorité d'éléments positifs

Place dans l'arbre

Le tourisme vert se développe de plus en plus. La **valeur sociale du paysage** est donc importante pour la bonne image de l'agriculture en général et du territoire d'implantation. Elle peut jouer un rôle positif ou négatif dans la valorisation de ce territoire par et pour d'autres acteurs et détermine donc en partie le niveau **d'interaction** du système **avec la société**.



2.22 Perturbations pour le voisinage

Définition

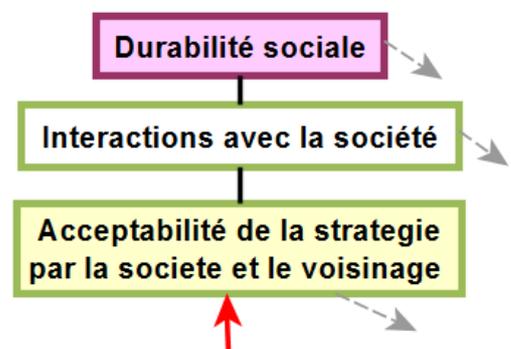
Estimation de l'effet des pratiques sur le voisinage en termes d'éventuelles perturbations sonores, olfactives et/ou visuelles. Elles dépendent du contexte et notamment de l'isolement du verger (présence de routes, habitations, chemins fréquentés, systèmes en agriculture biologique à proximité...)

Classes et seuils

Perturbations pour le voisinage	
OUI	Système qui engendre des perturbations
NON	Aucune ou peu de perturbations ou verger isolé

Place dans l'arbre

L'*interaction avec la société* est en partie liée à l'*acceptabilité de la stratégie par le voisinage*. Si des problèmes avec le voisinage sont directement liés aux stratégies de production employées, ils peuvent affecter la durabilité sociale du système.



2.23 Transfert de connaissances vers la société

Définition

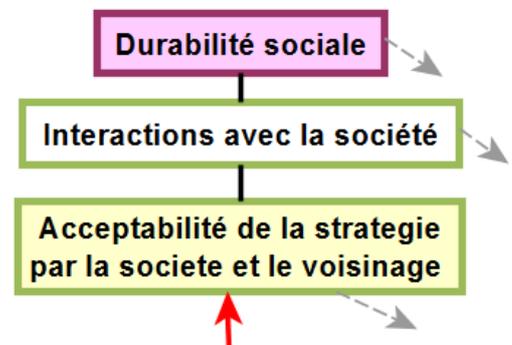
Quantification des activités de communication du producteur autour de son verger et de ses modes de production (portes ouvertes, participation à un réseau de transfert, échange d'expérience avec d'autres agriculteurs, participation à des marchés forains et communication auprès des consommateurs...).

Classes et seuils

Transfert de connaissances vers la société	
Faible	Pas ou très peu de communication vers la société
Moyen	Activité très ponctuelle
Bon	Bonne participation à un réseau de transfert et d'échange avec la société et/ou vente directe

Place dans l'arbre

Lorsque l'arboriculteur fait de la vente directe, il a des contacts directs avec la société et peut échanger autour de ses pratiques de production. Le fait de participer à des fêtes de l'agriculture, d'organiser des portes ouvertes, de participer à des associations sont autant d'occasions de rencontres avec les consommateurs qui permettent de renforcer les *interactions avec la société* et participer au transfert de connaissance



Annexes

Annexe1 : IDPR

Calcul des quantités d'azote minéral et organique apportées sur la parcelle pour une année

Formule de calcul de quantité d'azote minéral et organique apportée:

Azote minéral :

Pour chaque engrais E :

Quantité azote E = quantité E apportée (kg/ha) x teneur en azote E (%/kg)

A faire pour tous les engrais minéraux apportés sur un an

Quantité azote minéral totale = Quantité azote E1 + Quantité azote E2 + Quantité azote E3 + ...

Azote organique :

Pour chaque amendement A :

Quantité azote A = quantité A apportée (tonne/ha) x teneur en azote A (kg/tonne) x coefficient de minéralisation A (%)

Ou suivant les sources :

Quantité azote de A = quantité A apportée (tonne/ha) x teneur en azote A disponible pour la plante (kg/tonne)

Quantité azote organique totale = Quantité azote A1 + Quantité azote A2 + Quantité azote A3 + ...

Teneur en azote des fertilisants minéraux et organiques utilisés

Teneur en azote de quelques types d'engrais minéraux

Engrais minéraux	Teneurs en % N	source
Ammonitrate faible dosage	20,5	Soing, 1999
Ammonitrate dosage moyen	27,5	Soing, 1999
Ammonitrate haut dosage	33-34,5	Soing, 1999
Nitrate de chaux magnésie	15-15,5	Soing, 1999
Nitrate de magnésie	13-15	Soing, 1999
Nitrate de magnésie	11	Soing, 1999
Nitrate de potassium	13	Soing, 1999
Notrate de soude	16	Soing, 1999
Phosphate monoammonique	12	Soing, 1999
Phosphate diamonique	20,5	Soing, 1999
Sulfate d'ammoniaque	21	Soing, 1999
Urée	46	Soing, 1999

Les teneurs en azote des fertilisants sont présentés à titre indicatif. Utilisez plutôt la valeur indiquée par votre fournisseur si elle est disponible.

ENGRAIS ORGANIQUES			COMPOSITION en Kg / tonne de produit brut				
FAMILLE	TYPE	ORIGINE	N	P2O5	K2O	CaO	MgO
EFFLUENTS D'ELEVAGE	fumier de dépôt	bovin	6,5	3	11	5	
	fumier frais (très compact de litière accumulée)		5,8	2,3	9,6	3,8	1,7
	fumier compact de pente paillée		4,9	2,3	9	3,8	1,7
	fumier compact d'étable entravée		5,3	1,7	7,1	3,8	1,7
	fumier mou de logette		5,1	2,3	6,2	3,8	1,7
	compost de fumier		8	5	14	6	3
	lisier presque pur		4	2	5	4,5	1,5
	lisier dilué		2,7	1,1	3,3	2,5	1
	lisier très dilué		1,6	0,8	2,4	1	0,5
	purin pur		3	0,9	5,7	2	2
	purin dilué		0,4	0,2	1,5	1	0,5
	fumier de litière accumulée sur paille		porcin	7,2	7	10,2	6
	fumier de litière raclée sur paille	9,1		10,9	11,2	7,5	3,1
	lisier pur	9,6		4,8	5,9	5,2	1,7
	lisier dilué	4,3		3,8	2,6	3,6	1,2
	compost de fumier de litière accumulée	7,6		10,2	14,7	8	3
	compost de fumier de litière raclée	11		18,3	20,8	10	4
	compost de lisier sur paille	7,7		14,9	10,5	5	2
	compost de refus de tamisage de lisier	7,2		43,4	2,6	10	3
	lisier poudeuse	6,8		9,5	5,5	16,2	1,2
	fiente humide poudeuse	15		14	12	40,5	3
	fiente préséchée sur tapis poudeuse	22	20	12	50	4,8	
	fiente séchée en fosse profonde poudeuse	30	40	28	60	8	
	fiente séchée sous hangar poudeuse	40	40	28	60	8	
	lisier canard	volaille	5,9	5,9	4,1	6	1
	fumier sortie du bâtiment poulet de chair		29	25	20	14,5	3,7
	fumier après stockage poulet de chair		22	23	18	11	2,8
	fumier sortie du bâtiment poulet label		20	18	15	10	2,5
	fumier après stockage poulet label		15	17	14	7,5	1,9
	fumier sortie du bâtiment dinde de chair		27	27	20	23,5	3,7
	fumier après stockage dinde de chair		21	25	18	18,2	2,8
	fumier sortie du bâtiment pintade de chair		32	25	20	18	2
fumier	ovin		6,7	4	12	11,2	1,4
compost de fumier d'ovins			11,5	7	23	22	3
fumier	caprin	6,1	5,2	7	8	2	
fumier	cheval	8,2	3,2	9	6	2	
lisier	lapin	8,5	13,5	7,5	13,9	3,5	
EFFLUENTS INDUSTRIELS	écume de sucrerie		3	8,5	0,4	300	5
	vinasse de mélasse		40	9	90	2	1
EFFLUENTS URBAINS	compost urbain (ordures ménagères)		6	4	5	36	4
	compost végétal urbain		8	4	10	2	1
	boue de station d'épuration liquide		2 à 5	4	0,6	1	0,5
	boue de station d'épuration pateuse		5 à 12	10	1,5	2	1,25
	boue de station d'épuration chaulée solide		5 à 12	12	1,8	35	1,5
	boue de station d'épuration séchée		30 à 40	36	5,4	9	4,5

1 Définition Indice de Développement et Persistance des Réseaux (IDPR)

L'indice de persistance et de développement des «réseaux» (IDPR) a été créé par le BRGM pour permettre d'initier les cartes nationales ou régionales de vulnérabilité. Il permet une approche qualitative de l'aptitude des formations du sous-sol à laisser s'infiltrer/ruisseler les eaux de surface vers/depuis le milieu souterrain (Allier 2010).

2 Représentations :

Son calcul est compliqué. Pour l'estimer, il vous est conseillé de vous reporter aux cartes du BRGM.

- carte de France : http://www.esrifrance.fr/iso_album/p30_brgm.pdf
- visualisation locale : <http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do> (couche: Info Terre/données eaux/ IDPR - Indice de Développement et de Persistance des Réseaux (BRGM))

3 Interprétation :

IDPR	Interprétation	
<1000	Infiltration majoritaire par rapport au ruissellement superficiel	Il y a non-conformité entre la disponibilité des axes de drainage liés aux talwegs et les axes hydrologiques observés. L'eau ruisselant sur les terrains naturels rejoint un axe de drainage défini par l'analyse des talwegs sans que celui-ci ne se concrétise par l'apparition d'un axe hydrologique naturel. Développement d'un réseau de talweg de densité supérieure à l'expression du réseau de drainage naturel.
=1000	Infiltration et ruissellement superficiel de même importance	Il y a conformité entre la disponibilité des axes de drainage liés au talweg et les axes hydrologiques en place
>1000	ruissellement superficiel majoritaire par rapport à l'infiltration vers le milieu souterrain	L'eau ruisselant sur les terrains naturels rejoint très rapidement un axe hydrologique naturel sans que la présence de celui-ci soit directement justifiée par un talweg. Le réseau de drainage naturel est de densité supérieure à celui du réseau des talwegs

Source : (Allier 2010)

Références

1.
2iE. (2014). *Conservation des eaux et des sols - 7. Erosion éolienne - CES pour les ingénieurs de l'équipement rural et de l'agronomie*. Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement.
2.
Agreste. (2008). *Arboriculture fruitière: Toujours plus de protections contre les aléas climatiques -PACA- étude 39*.
3.
Agreste. (2014). *Prix moyen des terres agricoles et prés, par département et par regroupement de petites régions agricoles de 1999 à 2013 - document excel*. Available at: <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/xls/venale2014T2bsva-1.xls>. Last accessed 25 June 2014.
4.
Allier, D. (2010). *Pour une meilleure compréhension des eaux souterraines: Indicateurs spatiaux et modèle de gestion du nouveau référentiel hydrogéologique français - BRGM Service EAU*.
5.
ANEFA-FNPF. (2014). *Métiers et emploi: Arboriculture... des fruits en toute saison*.
6.
Baize, D. (2000). Teneurs totales en métaux lourds dans les sols français - Résultats généraux du programme ASPITET. *Courr. Environ. INRA*, 39, 39–54.
7.
Benoit, P. (2012). Enherbement des sols: quels effets possibles sur le devenir environnemental des pesticides? *Fourrages*, 202, 95–102.
8.
Boiffin, J. & Sebillotte, M. (1976). Climat, stabilité structurale et battance-Essai d'analyse d'un comportement du sol au champ. *Ann. Agron.*, 27, 295–325.
9.
Boreau de Poincé, C. (2012). Biodiversité et aménagements fonctionnels en verger de pommiers: Implication des prédateurs généralistes vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs. Agro Paris Tech.
10.
Bourdain, M.A. & Valé, M. (2010). *Valeur fertilisante phosphatée de produits organiques - conférence phosphore*.
- 11.

CA Centre - IBIS. (2015). Haies - Intégrer la biodiversité dans les Systèmes d'exploitations agricoles - Aménagements - n°7.

12.

Chaplin-Kramer, R., O'Rourke, M.E., Blitzer, E.J. & Kremen, C. (2011). A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecol. Lett.*, 14, 922–932.

13.

CITEPA. (2014). *Protoxyde d'azote - N2O*. Available at: <http://www.citepa.org/fr/pollution-et-climat/polluants/effet-de-serre/protoxyde-d-azote-n2o>. Last accessed 3 September 2014.

14.

CNRS. (2014). *Ecosysteme aquatique: eutrophisation - Dossier scientifique: L'eau*. Available at: <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/ecosys/eutrophisat.html>. Last accessed 3 September 2014.

15.

CORPEN. (1999). *Désherbage, éléments de raisonnement pour une maîtrise des adventices limitant les risques de pollution des eaux par les produits phytosanitaires - Groupe "Phytoprati."* Ministère de l'agriculture et de la pêche, Ministère de l'environnement, Paris.

16.

Craheix, D., Angevin, F., Bergez, J.-E., Bockstaller, C., Colomb, B., Guichard, L., et al. (2011). *MASC 2.0, Un outil pour l'analyse de la contribution des systèmes de culture au développement durable - jeu complet de fiches critères*. INRA - AgroParisTech - GIS GC HP2E.

17.

Deberdt, P. & Fernandes, P. (2013). Utilisation des plantes de services en cultures maraichères - Des plantes de services pour mieux gérer les bioagresseurs - Les services écosystémiques.

18.

EcophytoPIC. (2014). *Bandes enherbées et/ou fleuries - MAAF*. Available at: <http://agriculture.gouv.fr/Bandes-enherbees-et-ou-fleuries>. Last accessed 8 April 2015.

19.

Fardeau, J.-C. (2010). *Le phosphore et la vie dans des contextes d'agroécosystèmes durables - Quelques données avérées*.

20.

Germon, J.C. & Couton, Y. (1999). la dénitrification dans les sols : régulation de son fonctionnement et applications à la dépollution. *Courr. Environ. INRA*, 38, 67–74.

21.

Griffith, P. (2004). *Construction d'un tableau de bord arbo-environnemental à partir de la méthode INDIGO(R)*. ENSAIS-INRA-Ctifl-ACTA, Colmar.

22.

Guiton, M. (1998). Ruissellement et risque majeur -phénomène, exemples et gestion spatiale des crues.

23.
Hendrickx, F., Maelfait, J.-P., Van Wingerden, W., Schweiger, O., Speelmans, M., Aviron, S., *et al.* (2007). How landscape structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes. *J. Appl. Ecol.*, 44, 340–351.
24.
Huber, G. & Schaud, C. (2011). *La fertilité des sols: L'importance de la matière organique*. Chambre d'Agriculture Bas-Rhin - Service Environnement-Innovation.
25.
Hucorne, P. & Vanhiesbecq, S. (2005). *Mesures de réduction de la contamination des eaux superficielles par les produits phytopharmaceutiques - Service public fédéral - Santé publique - sécurité de la chaîne alimentaire et environnement*. Eurostation, Bruxelles.
26.
INRS. (2009). *Le nouveau système de classification et d'étiquetage des produits chimiques - dossier médico-technique TC 125*.
27.
Inserm. (2013). *Pesticides : Effets sur la santé : une expertise collective de l'Inserm*. Institut national de la santé et de la recherche médicale.
28.
Jonsson, M., Wratten, S.D., Landis, D.A. & Gurr, G.M. (2008). Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. *Biol. Control*, 45, 172–175.
29.
Landers, A. (2002). "The answer is blowing in the wind", Aspects of Applied Biology. *Int. Adv. Pestic. Appl.*, 66, 177–184.
30.
Landers, A. & Muhammad, F. (2004). Reducing spray drift from orchards - A successful case study. *N. Y. Fruit Q.*, 12.
31.
MAAF. (2009). *Le système de conseil agricole*. Available at: <http://agriculture.gouv.fr/le-systeme-de-conseil-agricole>. Last accessed 16 December 2014.
32.
MAAF. (2011). Méthode de calcul des IFT de référence dans le cadre du réseau de fermes DEPHY.
33.
Marko, V., Jenser, G., Kondorosy, E., Abraham, L. & Balazs, K. (2013). Flowers for better pest control? The effects of apple orchard ground cover management on green apple aphids (*Aphis* spp.) (Hemiptera: Aphididae), their predators and the canopy insect community. *Biocontrol Sci. Technol.*, 23, 126–145.
- 34.

Materechera, S.A. (2009). Tillage and tractor traffic effects on soil compaction in horticultural fields used for peri-urban agriculture in a semi-arid environment of the North West Province, South Africa. *Soil Tillage Res.*, 103, 11–15.

35.

MEDDE. (2013). *F- Infrastructures agro-écologiques - Eau et biodiversité*. Available at: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/F-Infrastructures-agro-ecologiques.html>. Last accessed 8 April 2015.

36.

MEDDE - MAAF. (2014). *Propluvia - La consultation des arrêtés de restriction d'eau*. Available at: <http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr/propluvia/faces/index.jsp>. Last accessed 25 June 2014.

37.

MEDDE - SOLAGRO. (2012). Les “infrastructures agro-écologiques”: état des lieux des communes françaises - Economie et évaluation (développement durable). *Point Sur* -, 145.

38.

Milà i Canals, L., Burnip, G.M. & Cowell, S.J. (2006). Evaluation of the environmental impacts of apple production using Life Cycle Assessment (LCA): Case study in New Zealand. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 114, 226–238.

39.

Morlon, P. & Sigaut, F. (2014). *Signification des rendements - Les Mots de l'agronomie*. Available at: http://mots-agronomie.inra.fr/mots-agronomie.fr/index.php/Signification_des_rendements. Last accessed 18 September 2014.

40.

Mouron, P., Aubert, U., Heijne, B., Naef, A., Strassemeyer, J., Hayer, F., et al. (2010). *Rendu des groupes de travail WP2.5 et WP3 de ENDURE, projet européen 2007-2010*.

41.

Musy, A. & Soutter, M. (1991). *Physique du sol*. Presses polytechniques et universitaires romandes. Collection gérer l'environnement.

42.

OBHN. (2014). Linéaire de haies - Résultats et interprétation - Observatoire Biodiversité Haute Normandie.

43.

OCDE. (2001). *Indicateurs environnementaux pour l'agriculture - Volume 3: Méthodes et résultats*.

44.

Petit, J. & Jobin, P. (2005). La fertilisation organique des cultures - les bases - FABQ.

45.

Petit, J.-L. (2004). Quelques rappels pour bien comprendre le chaulage. *ArboBioInfos*, 78.

46.
Pfiffner, L. & Luka, H. (2000). Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 78, 215–222.
47.
PIP -COLEACP, Schiffers, B. & Wainwright, H. (2014). Lutte biologique et protection intégrée - Manuel de formation 10.
48.
Rzepka, M.-A. & Cuny, D. (2008). Biosurveillance végétale et fongique des ETM atmosphériques. *Air Pur*, 75, 66–79.
49.
Sauphanor, B., Simon, S., Boisneau, C., Capowiez, Y., Rieux, R., Bouvier, J., et al. (2009). Protection phytosanitaire et biodiversité en agriculture biologique. Le cas des vergers de pommiers. *Innov. Agron.*, 4, 217–228.
50.
Schvartz, C., Muller, J.-C. & Decroux, J. (2005). *Guide de la fertilisation raisonnée - Produire mieux*. Editions France Agricole.
51.
Simon, S., Rusch, A., Wyss, E. & Sarthou, J.-P. (2014). *Conservation Biocontrol: Principles and Implementation in Organic Farming, chap 5 - Organic farming, prototype for sustainable agricultures*. Stéphane Bellon and Servane Penvern. Springer.
52.
SOeS, SCEE & CDC Climat Recherche. (2011). Repères- Chiffres clés du climat 6france et Monde- Edition 2011.
53.
Tscharntke, T., Bommarco, R., Clough, Y., Crist, T.O., Kleijn, D., Rand, T.A., et al. (2008). Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. *Biol. Control*, 45, 238–253.
54.
UVED. (2014). *DÉVELOPPEMENT DURABLE ET IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX - Ecotoxicité aquatique*. Available at: http://stockage.univ-valenciennes.fr/MenetACVBAT20120704/acvbat/chap01/co/ch01_280_2-4-9.html. Last accessed 3 September 2014.
55.
Vézina, A. (2001). Les haies brise-vent. Institut de technologie agricole de la Pocatière - Quebec, p. 18.
56.
Vian, J.-F. (2009). Comparaison de différentes techniques de travail du sol en agriculture biologique : effet de la structure et de la localisation des résidus sur les microorganismes du sol et leurs activités de minéralisation du carbone et de l'azote. Agro Paris Tech - INRA - ISARA - ABIES.

Agreste., 2014. *Prix moyen des terres agricoles et prés, par département et par regroupement de petites régions agricoles de 1999 à 2013 - document excel*

URL: <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/xls/venale2014T2bsva-1.xls>

Home R., Balmer O., Jahrl I., Stolze M., Pfiffner L., 2014. *Motivations for implementation of ecological compensation areas on Swiss lowland farms. J. Rural Stud.*, 34, 26–36

MAAF, 2013. *Journal officiel de la République française; décrets, arrêtés, circulaires, arrêté du 26 juillet 2013 portant fixation du barème indicatif de la valeur vénale moyenne des terres agricoles en 2012.*

URL : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/venale2013baremebsva.pdf>

MEDDE - MAAF, 2014. *Propluvia - La consultation des arrêtés de restriction d'eau.*

URL: <http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr/propluvia/faces/index.jsp>