

Ecophyto Recherche Innovation Formation

Colloque de restitution finale
Appel à projets « Durabilité »
Appel à projets « Approches globales »
Résultats de recherche et perspectives

Jeudi 26 juin 2025

Ministère de la Transition Écologique
Tour Sequoia- Paris

MASC

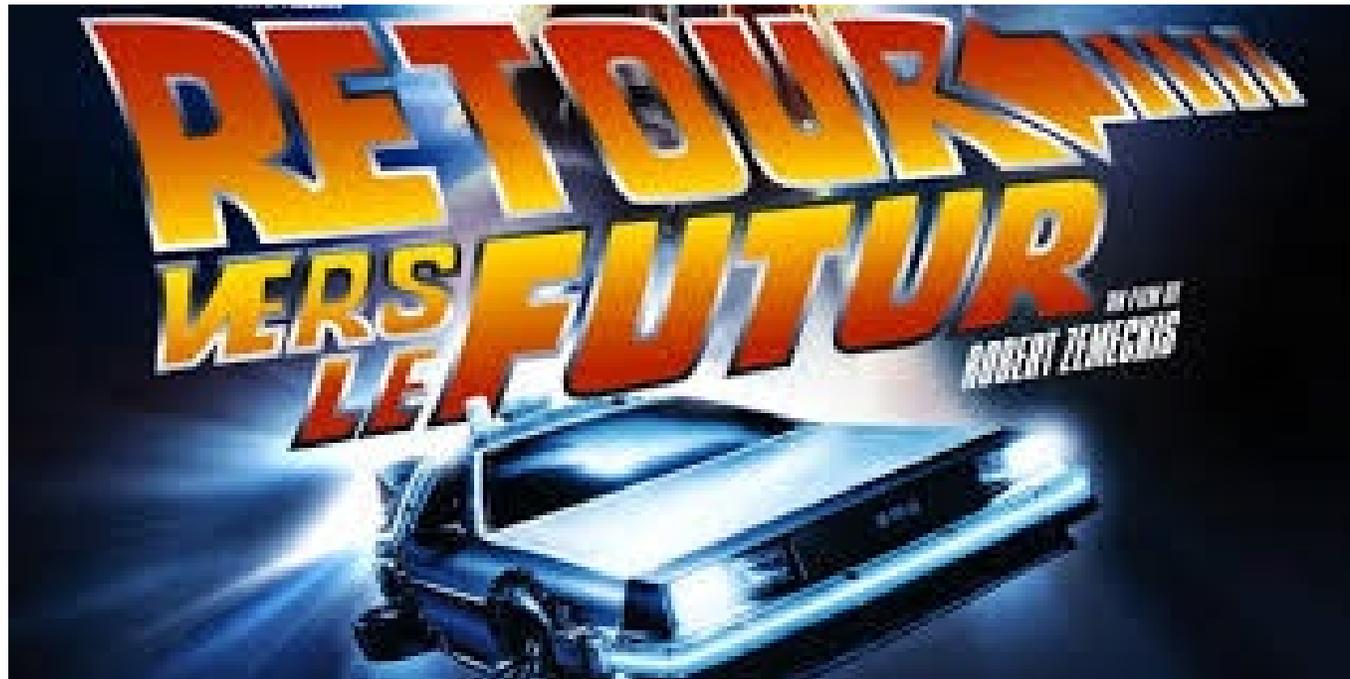
(Multi-attribute Assessment of the Sustainability of Cropping systems)

Une méthode d'évaluation multicritère pour estimer la contribution des systèmes de culture au développement durable

Frédérique Angevin, Jacques-Eric Bergez, Christian Bockstaller, Bruno Colomb, Damien Craheix, Thierry Doré, Laurence Guichard, Antoine Messéan, Raymond Reau, Walid Sadok

Un peu d'histoire

Ne rien mettre dans ce rectangle



A l'origine, un constat : «un besoin infini d'innovation»

Ne rien mettre dans ce rectangle

- Face à diversité des situations locales et la diversité des solutions possibles : « un besoin infini d'innovation » pour améliorer l'existant pas à pas ou construire *de novo* des solutions alternatives.
- « Les agriculteurs et ceux qui les conseillent ont donc surtout besoin aujourd'hui de méthodes pour construire et pour évaluer des systèmes de culture innovants, adaptés à leur situation précise, plus que de paquets techniques clef en main »
- Un besoin partagé par d'autres acteurs en charge de la gouvernance d'entreprise (Coopératives,...), la décision publique, l'enseignement et la recherche agronomique.

Objectifs

Ne rien mettre dans ce rectangle

- Contribuer à mieux intégrer les exigences du développement durable dans les méthodologies et les dispositifs de conception et d'évaluation de systèmes techniques agricoles
- En créant des outils répondant aux impératifs suivants :
 - Évaluer et concevoir rapidement des systèmes techniques répondant aux exigences de la durabilité, variable d'une région à l'autre
 - Tenir compte de la diversité des acteurs intervenant sur les évolutions des pratiques des agriculteurs
 - Un outil facile à mettre en œuvre, pour que l'ajout de nouvelles connaissances soit aisé et puisse être le fait des experts eux-mêmes plutôt que des seuls concepteurs

Projet ADD Discotech (2006-2008)

Intérêts d'un outil pour évaluer la durabilité des systèmes de culture ?

Ne rien mettre dans ce rectangle

Enjeux de durabilité associés aux systèmes agricoles :

- ↪ Maintenir les performances économiques dans des marchés en mutation
- ↪ Répondre à une demande accrue de matières premières
- ↪ Assurer une qualité sanitaire et technologique des produits
- ↪ Limiter les impacts environnementaux...

Nécessité de proposer un outil pour... :

- ▶ Répondre à des **objectifs multiples et parfois conflictuels**,
- ▶ Anticiper l'évolution dans **un contexte changeant et incertain**
- ▶ Évaluer avec un **jugement synthétique et argumenté**
- ▶ Pour évaluer et sélectionner des systèmes **adaptés à leur contexte réel de mise en œuvre** (socio-économique et pédoclimatique)

... à l'échelle du système de culture :

- ▶ **Échelle décisionnelle** → Permettant de guider les choix stratégiques de l'agriculteur
- ▶ **Échelle spatiale** → Permettant d'apprécier les impacts des interventions culturelles
- ▶ **Échelle temporelle** → Permettant de prendre en charge les impacts de la succession culturale

Evaluer la durabilité ? pour faire quoi ?

- Sélection des systèmes de culture *a priori* avant leur mise en œuvre au champ (conception)



- Évaluation *a posteriori* (sur des SdC pratiqués)

- Aide à la réflexion d'agriculteurs
- Diagnostic / communication sur expérimentation
- Recherche de SdC innovants sur un territoire (« traque »)



- Sensibilisation & formation

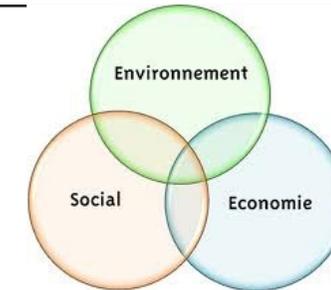


Ne rien mettre dans ce rectangle

Des évaluations de la durabilité en considérant :

Des performances diverses :

- Économiques,
- Sociales,
- Environnementales.



Des impacts s'exprimant à des échelles de temps variées :

- à court terme (ex : la rentabilité),
- à moyen terme (ex : les risques pour la santé),
- à long terme (ex : le réchauffement climatique)



Des préoccupations associées à différents niveaux d'organisation

- Agriculteur
- Filière
- Territoire, Société



Choix du logiciel DEXi

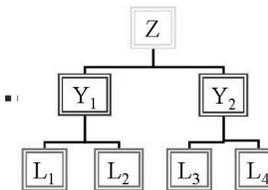
<http://kt.ijs.si/MarkoBohanec/dexi.html>



❑ Développement de modèles d'aide à la décision



❑ Décomposition structurée et transparente de la problématique
....en agréant les critères retenus dans une arborescence



❑ Agrégation d'information ayant des unités différentes
... en passant par des variables qualitatives communes ex : *faible/moyen/élevé*

❑ Contextualisation des évaluations
... en modifiant le paramétrage (préférences et spécificités locales)



❑ Un logiciel gratuit et facile à prendre en main



Sadok, W., et al (2008). *Ex ante* assessment of the sustainability of alternative cropping systems: guidelines for identifying relevant multi-criteria decision aid methods. *Agronomy for sustainable development* 28, 163-174.

Trique Angevin, INRA Innovation | 26 juin 2025 L

Bohanec, M., Rajkovič, V.: [Multi-attribute decision modeling: Industrial applications of DEX](#). *Informatica* 23, 487-491, 1999

Conception du modèle MASC avec le logiciel DEXi

Ne rien mettre dans ce rectangle

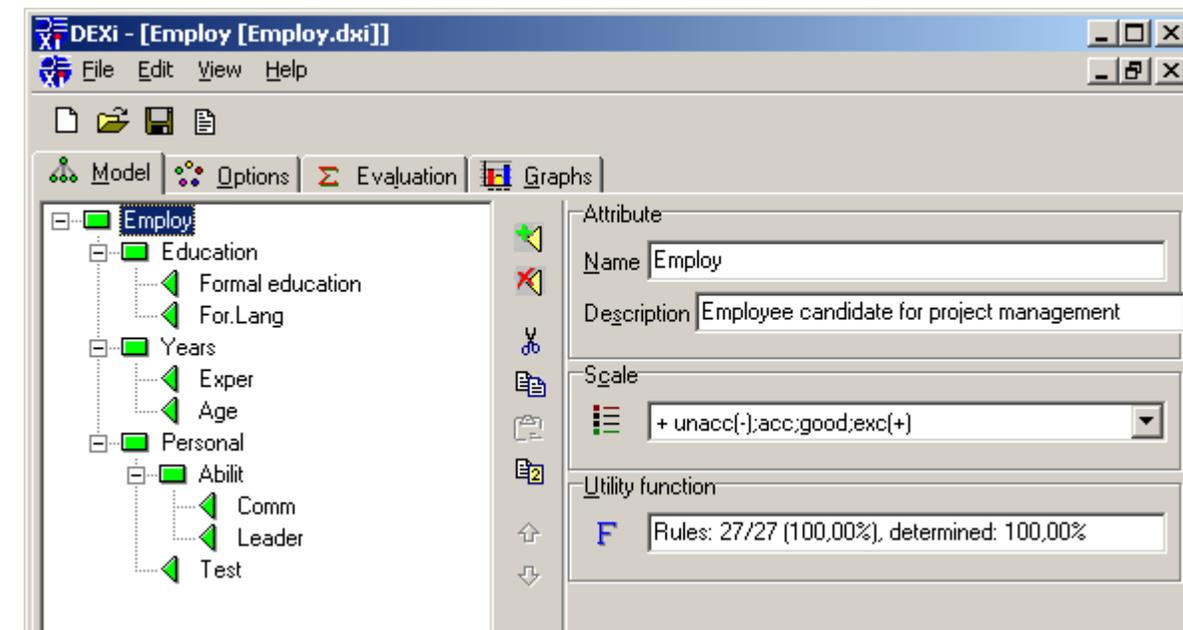
1- Choix et structuration des critères d'évaluation dans une arborescence

2- Définition de la gamme de valeurs que pourront prendre les critères
(i.e. nb et intitulés des classes)

3- Choix d'un mode d'évaluation pour chaque critère d'entrée
(e.g. indicateurs)

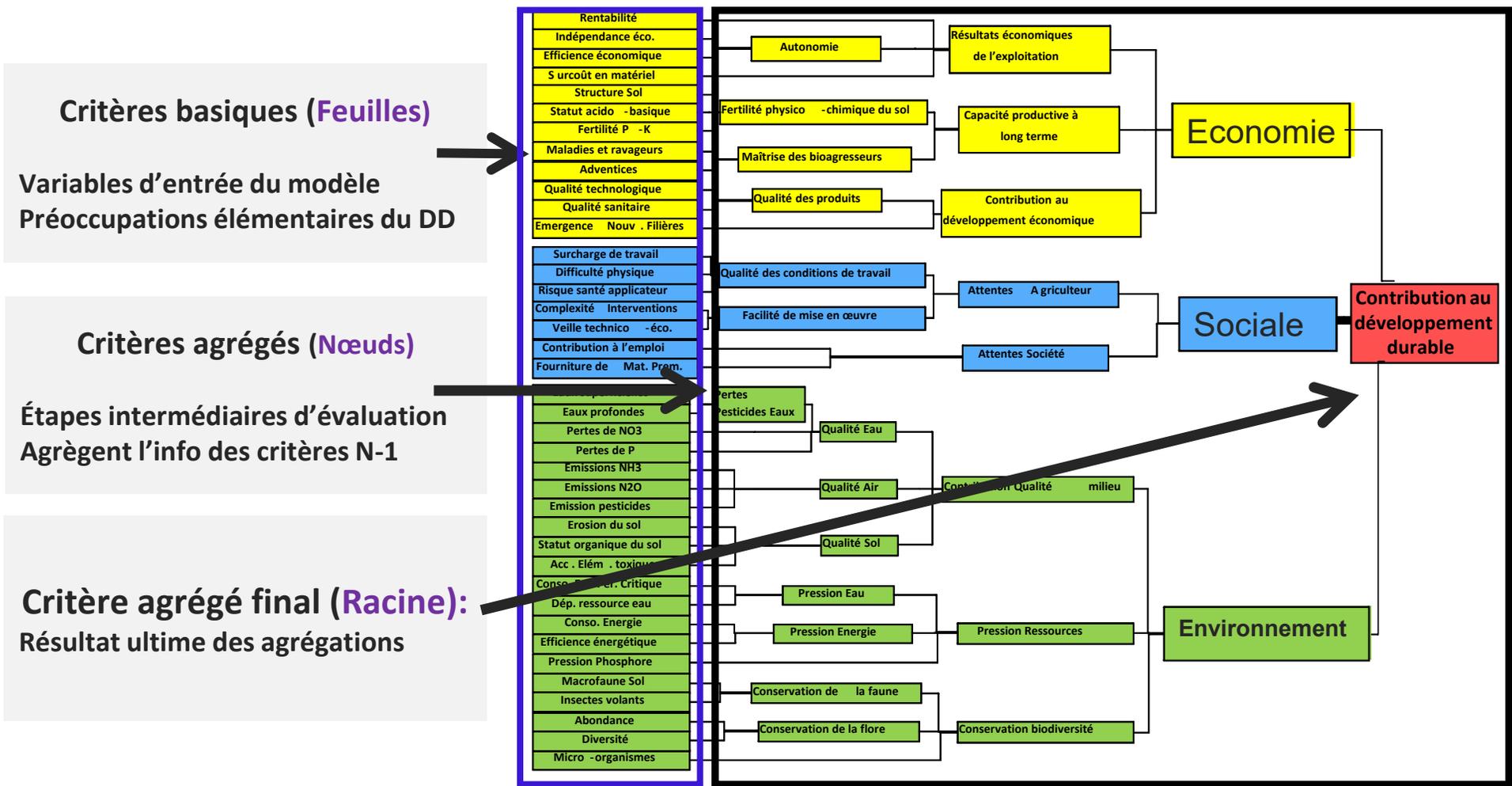
4- Définition des règles d'agrégation entre les critères (i.e. fonctions d'utilité")

Ex : Sélection de CV



Ne rien mettre dans ce rectangle

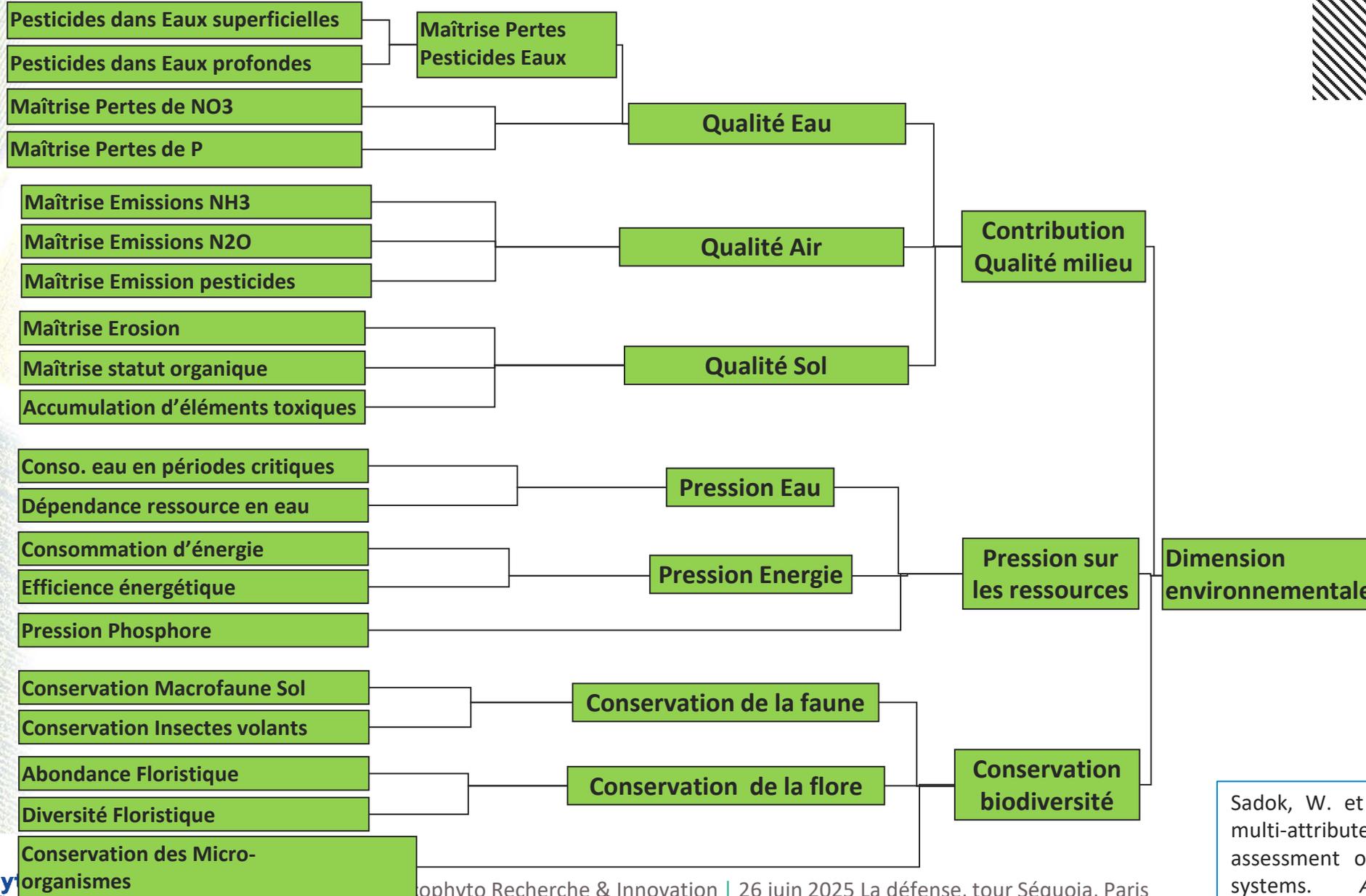
Choix et structuration des critères



Durabilité environnementale

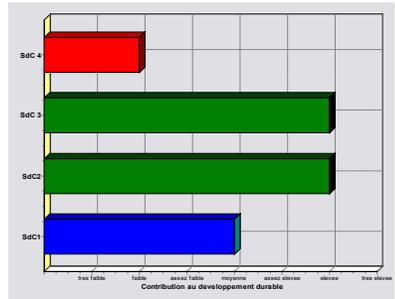


Ne rien mettre dans ce rectangle





2002-2006	Premiers travaux → Projet européen ECOGEN
Création d'un modèle d'évaluation économique et environnementale d'innovations variétales → <i>Test du logiciel et de la méthode de construction</i>	
2004-2006	Genèse de MASC → Projet ADAR
Création d'une grille d'évaluation permettant de sélectionner <i>a priori</i> des SdC → <i>Choix du logiciel + développement d'une 1^{er} grille d'évaluation</i>	
2006-2008	Construction MASC 1.0 → Projet ADD DISCOTECH
Mise au point d'un outil d'évaluation <i>a priori</i> de la durabilité des SdC → <i>Sélection-structuration des indicateurs + rédaction des documents d'accompagnement</i>	
2008-2010	Mise à l'épreuve de MASC 1.0 → ≠ Projets
Mise à l'épreuve par 8 utilisateurs (Chambres d'agriculture, INRA, CIRAD, lycée agricole, ITA)	
2010 – 2011	Développement de MASC 2.0 → GIS Grandes Cultures
Rendre opérationnelle l'évaluation de la durabilité des SdC → <i>Synthèse de la mise à l'épreuve + amélioration de l'outil et des documents d'accompagnement</i>	



OVERALL SUSTAINABILITY (S)	SOCIAL (S)	Revenue (S1)	Net production (S2)	Contribution to employment (S3)	Contribution to employment (S4)	Contribution to employment (S5)	Contribution to employment (S6)	Contribution to employment (S7)	Contribution to employment (S8)	Contribution to employment (S9)	Contribution to employment (S10)	Contribution to employment (S11)	Contribution to employment (S12)	Contribution to employment (S13)	Contribution to employment (S14)	Contribution to employment (S15)	Contribution to employment (S16)	Contribution to employment (S17)	Contribution to employment (S18)	Contribution to employment (S19)	Contribution to employment (S20)
		Energy use (S21)	Energy consumption (S22)	Energy consumption (S23)	Energy consumption (S24)	Energy consumption (S25)	Energy consumption (S26)	Energy consumption (S27)	Energy consumption (S28)	Energy consumption (S29)	Energy consumption (S30)	Energy consumption (S31)	Energy consumption (S32)	Energy consumption (S33)	Energy consumption (S34)	Energy consumption (S35)	Energy consumption (S36)	Energy consumption (S37)	Energy consumption (S38)	Energy consumption (S39)	Energy consumption (S40)
ENVIRONMENTAL (S)	ENVIRONMENTAL (S)	Water quality (S41)	Ground water quality (S42)	Aquatic biodiversity (S43)	Aquatic biodiversity (S44)	Aquatic biodiversity (S45)	Aquatic biodiversity (S46)	Aquatic biodiversity (S47)	Aquatic biodiversity (S48)	Aquatic biodiversity (S49)	Aquatic biodiversity (S50)	Aquatic biodiversity (S51)	Aquatic biodiversity (S52)	Aquatic biodiversity (S53)	Aquatic biodiversity (S54)	Aquatic biodiversity (S55)	Aquatic biodiversity (S56)	Aquatic biodiversity (S57)	Aquatic biodiversity (S58)	Aquatic biodiversity (S59)	Aquatic biodiversity (S60)
		Soil quality (S61)	Soil quality (S62)	Soil quality (S63)	Soil quality (S64)	Soil quality (S65)	Soil quality (S66)	Soil quality (S67)	Soil quality (S68)	Soil quality (S69)	Soil quality (S70)	Soil quality (S71)	Soil quality (S72)	Soil quality (S73)	Soil quality (S74)	Soil quality (S75)	Soil quality (S76)	Soil quality (S77)	Soil quality (S78)	Soil quality (S79)	Soil quality (S80)
ENVIRONMENTAL (S)	ENVIRONMENTAL (S)	Atmosphere (S81)	Atmosphere (S82)	Atmosphere (S83)	Atmosphere (S84)	Atmosphere (S85)	Atmosphere (S86)	Atmosphere (S87)	Atmosphere (S88)	Atmosphere (S89)	Atmosphere (S90)	Atmosphere (S91)	Atmosphere (S92)	Atmosphere (S93)	Atmosphere (S94)	Atmosphere (S95)	Atmosphere (S96)	Atmosphere (S97)	Atmosphere (S98)	Atmosphere (S99)	Atmosphere (S100)
		Water (S101)	Water (S102)	Water (S103)	Water (S104)	Water (S105)	Water (S106)	Water (S107)	Water (S108)	Water (S109)	Water (S110)	Water (S111)	Water (S112)	Water (S113)	Water (S114)	Water (S115)	Water (S116)	Water (S117)	Water (S118)	Water (S119)	Water (S120)

Quelques retours d'utilisateurs

Moins

- Quelques critères difficiles à renseigner (intitulé, données nécessaires) ou manquants
- Approche qualitative et agrégation quelquefois difficiles à expliquer
- Sensibilité du modèle à expliquer
- Recueil et traitement des données chronophage
- Besoin d'aide pour la fixation des seuils et des pondérations (contextualisation)
- Besoin d'une démarche d'implication des experts/acteurs dans l'évaluation et d'aide à la mise en place de scénarios

Plus

- Une définition établie de la durabilité, approche holistique
- Intégration des préférences des acteurs
- Sélection de SdC performants pour test *in situ*
- Réalisation de formations sur l'évaluation de la durabilité des systèmes SdC
- Support de communication auprès des agriculteurs pour identifier les freins à l'adoption de certains SdC
- Valorisation du travail dépasse l'utilisation des résultats :
 - A permis de fédérer des partenaires autour d'une démarche d'apprentissage collective
 - A permis à des chercheurs ayant une approche analytique de s'ouvrir aux démarches systémiques

Un modèle et des aides pour l'utiliser

Ne rien mettre dans ce rectangle

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

<http://wiki.inra.fr/wiki/deximasc/package+MASC/>

Modifié par Frederique ANGEVIN le 2017/11/24 13:55



Frédérique Angevin, Jacques-Eric Bergez, Christian Bockstaller, Reau, Walid Sadok

L'outil MASC (pour Multi-attribute Assessment of the Sustainability of Cropping systems) est un outil d'évaluation des performances des systèmes de culture. Cet outil s'appuie sur une évaluation des trois dimensions usuelles de la durabilité (environnementale, économique et sociale) pour rendre compte des performances des systèmes de culture. MASC est basé sur un « arbre » qui, partant des 39 critères élémentaires, permet de passer de la description de culture au développement durable. L'agrégation des critères se fait à l'échelle du système de culture.

Par rapport aux outils d'évaluation existant à l'échelle du système de culture, MASC permet de passer de la description de culture au développement durable grâce à des critères de base qui le caractérisent de manière qualitative, à partir d'une évaluation des performances des systèmes de culture. Ensuite, en permettant une certaine souplesse dans l'appréhension des critères (selon un « arbre » qui, partant des 39 critères élémentaires, permet de passer de la description de culture au développement durable), il oblige ce dernier à préciser sa vision de la durabilité. D'un point de vue utilisateur, MASC est transparent pour l'utilisateur. Ces caractéristiques en font un outil d'évaluation dimensionnelle des pistes de transformation de leurs pratiques.

La première version de MASC, élaborée dans le cadre du projet DISCO, a été mise à l'épreuve par divers groupes d'utilisateurs en situation réelle et grâce au soutien du GIS GC HP2E³, une deuxième version du modèle a été mise au point. Celle-ci a été élaborée en mobilisant conjointement les retours d'expérience des premiers utilisateurs, les résultats des outils d'analyse de sensibilité dernièrement développés pour ce type de modèle et les avis de plusieurs experts pour améliorer le mode d'évaluation des critères.

Documentations relatives à l'utilisation du modèle :

- [Présentation et principes d'utilisation de MASC 2.0 \(pdf\)](#) : 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.
- Présentation des critères d'évaluation et des indicateurs proposés pour les renseigner :
 - [Jeu complet de fiches critères de MASC 2.0 \(pdf\)](#) : Ce document présente de manière détaillée l'objectif de chaque critère utilisé dans MASC 2.0 et du mode d'évaluation proposé.
 - [Descriptif détaillé des indicateurs provenant de la méthode INDIGO® \(pdf\)](#) : Ce document est proposé pour faciliter le renseignement et la compréhension des indicateurs proposés pour évaluer certains critères environnementaux de MASC 2.0.
- [Données à collecter dans un projet d'évaluation avec MASC \(XL\)](#)

Fichiers informatiques relatifs au modèle MASC 2.0 :

- [Modèle MASC 2.0 \(dxi\)](#) : Vous trouverez dans ce dossier le modèle tel qu'il est implémenté dans le logiciel DEXi. C'est sur ces fichiers (.dxi) que l'évaluation multicritère est effectuée en tant que telle (renseignement des critères d'évaluation, paramétrage, construction de graphiques...).

Pour l'ouvrir, il est nécessaire de télécharger auparavant l'interface IZI-Eval développée spécifiquement pour l'évaluation multicritère des systèmes de culture ([en cliquant ici](#)) ou d'utiliser la version générique du logiciel DEXi à l'adresse Internet suivante : <http://kt.ijs.si/MarkoBohanec/dexi.html>

Présenter MASC et les principes d'utilisation dans le cadre d'une démarche d'évaluation de systèmes de culture :

- [Tutoriel simplifié pour utiliser le logiciel DEXi \(ppt\)](#)
- [Présentation MASC 2.0 \(ppt\)](#)

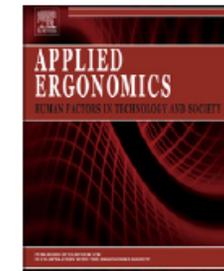


ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Applied Ergonomics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/apergo



Designers' and users' roles in participatory design: What is actually co-designed by participants?



Flore Barcellini ^{a, 1}, Lorène Prost ^{b, 1, *}, Marianne Cerf ^b

^a Ergonomics Team, CNAM, CRTD, 41 rue Gay-Lussac, 75005 Paris, France

^b INRA, UMR 1326 LISIS, F 77420 Marne-La-Vallée, France

ARTICLE INFO

Article history:

Received 7 August 2014

Accepted 17 February 2015

Available online

Keywords:

Participatory design

Sustainable agriculture

Roles

ABSTRACT

(1) the process does not only concern the design of the artifact itself, but also the design of the concept of sustainability; (2) all participants (users & designers) have a role in co-designing the concept (in our case, sustainability); (3) some roles and profiles are key to this codesign

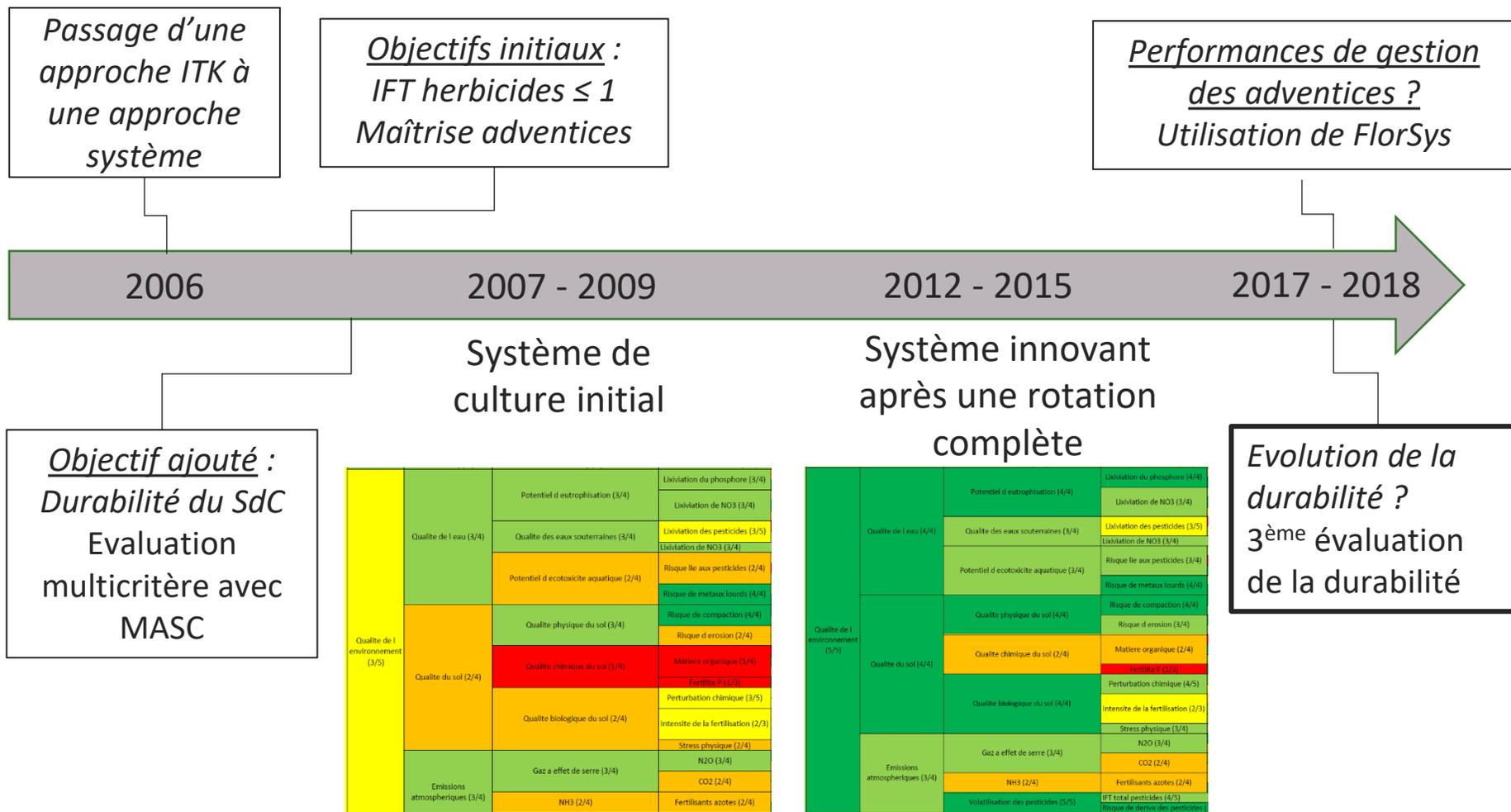
These contributions deal with the production of a method and related knowledge about actual activities in participatory design situations. They may support the development of relevant training programs regarding participatory situations, or be reflexive activities that can help those who are involved in designing and leading in participatory situations, to make improvements.

© 2015 Elsevier Ltd and The Ergonomics Society. All rights reserved.



Exemples d'utilisation

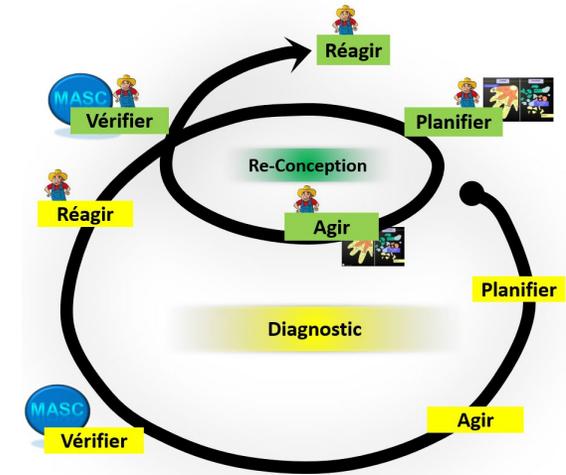
Suivi et animation dans un groupe DEPHY Ferme (Eure)



Travail dans un cadre collaboratif



- Placer les agriculteurs au centre de la démarche
 - ↳ experts et acteurs privilégiés du changement
- Travailler sur la complémentarité des acteurs impliqués
 - ↳ praticiens, conseillers, chercheurs
- Partager des connaissances tout au long du processus
 - ↳ techniques et scientifiques

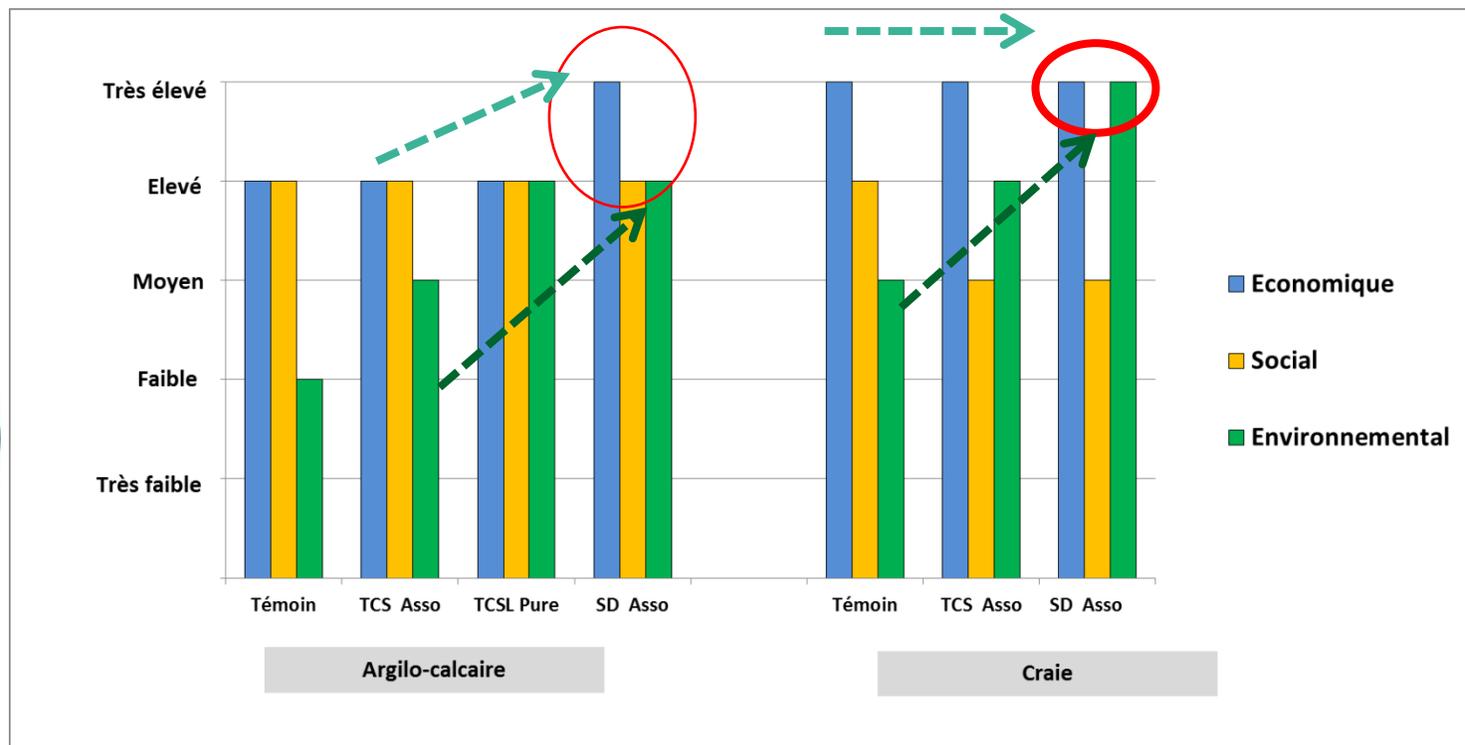
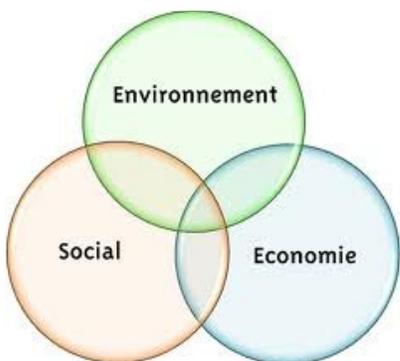


Projet ADEME Sysclim (2013 -2016)

Angevin, F., Colnenne-David, C., Jeuffroy, M. H., Pelzer, E., Doré, T. (2016). Vers des systèmes de grande culture moins dépendants des énergies fossiles. *Agronomie, environnement et sociétés* 6, 66-76.

Ne rien mettre dans ce rectangle

Evaluation avec MASC : phase de reconception

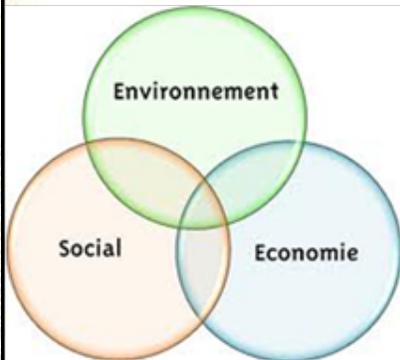


- Amélioration des performances environnementales
- Augmentation/maintien des performances économiques
- Maintien/dégradation des performances sociales

Expression des préférences et adaptation des pondérations

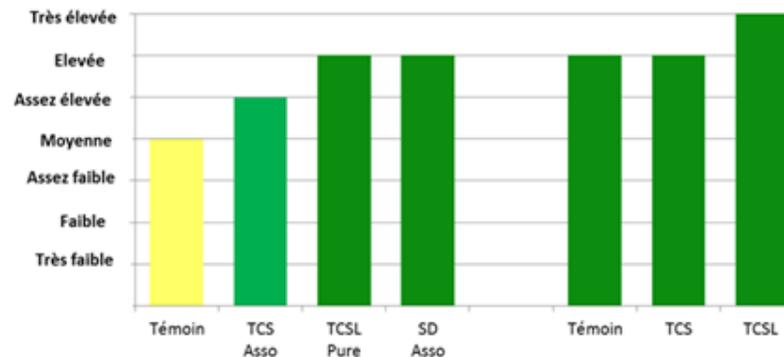
Ne rien mettre dans ce rectangle

33 %	33 %	33 %
Economie	Social	Environn.

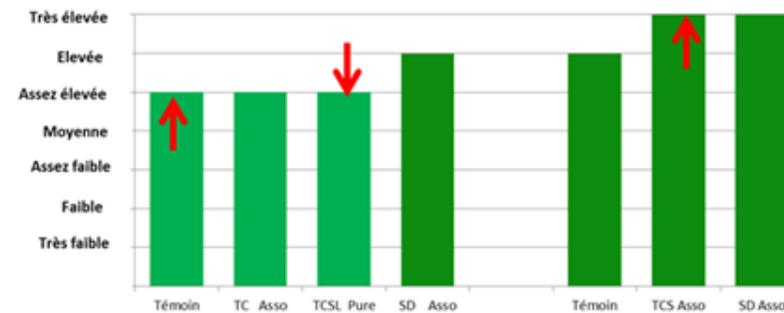


60 %	20 %	20 %
Economie	Social	Environn.

Contribution au developpement durable



Contribution au developpement durable



Et maintenant ?

- Des améliorations du modèle (DEXiSol, DEXiES, branche biodiversité...)
- Des essais de connexion avec des outils de collecte des pratiques
- Extension à d'autres productions et autres contextes

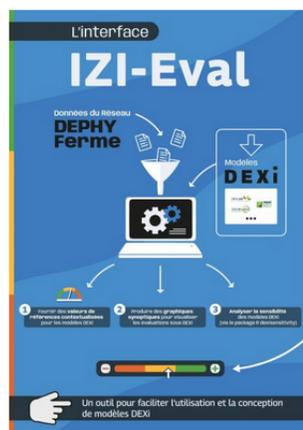
◆ L'interface IZIEval



Une application pour aider l'évaluation de systèmes de culture avec des modèles DEXi

IZI-Eval est une application web (codée en RShiny) conçue pour aider à l'évaluation multicritère de systèmes de culture avec des modèles basés sur la technologie DEXi.

[Pour en savoir plus](#)



IZI-Eval peut être utilisée lors de l'évaluation d'un système de culture avec un modèle DEXi existant, ou lors de la création (ou la modification) d'un nouveau modèle en fournissant 3 principales fonctionnalités :

1- Accès à des références contextualisées pour définir la classe de critères d'entrée. Les données servant à calculer les références sont celles du réseau DEPHY Ferme. Cette fonctionnalité est apparue comme nécessaire aux utilisateurs de modèles DEXi, comme il est très fréquent d'avoir besoin de ces références pour déterminer des valeurs-seuils contextualisées, qui peuvent être assez difficiles à trouver.
Par exemple : à partir de quelle valeur peut-on considérer la marge brute en €/ha comme « bonne » en Bourgogne pour les systèmes en grande culture et en agriculture biologique ?

Outils de type DEXi

	<p>Modèle MASC</p> <p>Évaluation de la contribution au développement durable des systèmes de culture.</p>
	<p>Modèle DEXiPM</p> <p>Outil intégré de conception et d'évaluation dynamique des cultures, multicritère, multi-échelle et multi-acteur.</p>
	<p>Outil d'évaluation multicritère de durabilité des systèmes de culture en arboriculture fruitière</p> <p>DEXiFruits est un outil informatique co-construit par l'Inrae, le Ctifl, l'IFPC, et AGROCAMPUS OUEST pour permettre aux acteurs de terrain d'évaluer la durabilité de systèmes de production de fruits, dans un contexte donné.</p>
	<p>Outil de caractérisation et d'évaluation de systèmes agroforestiers</p> <p>DEXiAF est un outil informatique gratuit co-construit par INRAE, le GRAB et Unilasalle Beauvais, destiné aux acteurs de terrain et aux formateurs.</p>
	<p>Outil de caractérisation et d'évaluation de systèmes ...</p> <p>DEXiCacao est un outil informatique gratuit ...</p>



Merci de votre attention

OVERALL SUSTAINABILITY (4/5)	ECONOMIC (5/5)	Viability (5/5)	Profitability (4/4)	Economic independence (3/3)	
			Autonomy (3/3)	Economic efficiency (2/3)	
				Pesticide dependency (3/3)	
	SOCIAL (3/5)	Production chain (5/5)	Investment capacity (3/3)	Specialization (2/3)	
			Access to knowledge (3/3)		
			Access to inputs (3/3)	Access to output market (3/3)	
		Farmer (2/5)	Job gratification (2/3)		
			Operational difficulties (3/4)	Health risks (1/5)	
			Contribution to employment (2/4)		
	Interaction with society (3/5)	Societal value of landscape (2/3)			
		Acceptability of the strategy by society (2/3)			
		Social accessibility of product for consumers (2/2)			
	ENVIRONMENTAL (3/5)	Resources use (4/5)	Energy use (2/4)	Energy consumption (2/4)	
			Water use (4/4)	Energy efficiency (3/4)	
			Land use (3/4)	Mineral fertilizer use (4/4)	
Environmental quality (3/5)		Water quality (2/4)	Eutrophication potential (4/4)	Phosphorus leaching (4/4)	
			Ground water quality (2/4)	NO3 leaching (3/4)	
			Aquatic ecotoxicity (2/4)	NO3 leaching (3/5)	
		Soil quality (4/4)		Pesticide leaching (3/4)	
			Physical soil quality (4/4)	Pesticide risk (2/4)	Heavy metals risk (4/4)
			Chemical soil quality (3/4)	Erosion risk (3/4)	Compaction risk (4/4)
Air emissions (1/4)		Greenhouse gases (2/4)	Organic matter (4/4)	P fertility (1/3)	
		NH3 (1/4)			
Biodiversity (1/5)	Fauna (2/4)	Pesticide volatilization (2/5)			
		Soil natural enemies (3/4)			
	Flora (1/4)	Flying natural enemies (2/4)			
Pollinators (2/4)					
	Natural/semi-natural flora (1/4)				
	Weeds (1/4)				

