



HAL
open science

MEANS : une plateforme informatique INRA pour l'analyse multicritère de la durabilité des systèmes agricoles et agro-alimentaires

Julie Auberger, Hayo van Der Werf, Coralie Haese, Geneviève Gésan-Guiziou,
Joël Aubin

► To cite this version:

Julie Auberger, Hayo van Der Werf, Coralie Haese, Geneviève Gésan-Guiziou, Joël Aubin. MEANS : une plateforme informatique INRA pour l'analyse multicritère de la durabilité des systèmes agricoles et agro-alimentaires. *Innovations Agronomiques*, 2013, 31, pp.169-181. 10.17180/yywe-nq98 . hal-01209166

HAL Id: hal-01209166

<https://hal.science/hal-01209166>

Submitted on 28 May 2020

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

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



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

MEANS : une plateforme informatique INRA pour l'analyse multicritère de la durabilité des systèmes agricoles et agro-alimentaires

Auberger J.^{1,2}, Gésan-Guiziou G.^{2,3}, Haese C.^{1,2}, Aubin J.^{1,2}, van der Werf H.^{1,2}

1 INRA, UMR1069 Sol, Agro et hydrosystème, Spatialisation, 35000 Rennes, France

2 Agrocampus Ouest, 35000 Rennes, France

3 INRA, UMR1253 Science et Technologie du Lait et de l'Œuf, 35042 Rennes, France.

Correspondance : julie.auberger@rennes.inra.fr

Résumé :

La plateforme MEANS (MulticritEria AssessmeNt of Sustainability), lancée en 2012, va permettre aux équipes de recherche INRA de réaliser des analyses multicritères de la durabilité des systèmes de production agricole et de transformation des produits. La principale mission de MEANS est de créer et mettre à disposition des outils de calcul et des bases de données nécessaires à la réalisation d'analyses multicritères. La plateforme est en développement. L'architecture de la plateforme est construite comme une traduction informatique de la démarche commune aux méthodes d'analyse multicritère, ce qui lui permet d'héberger plusieurs méthodes d'analyse multicritère. Dans un premier temps, l'outil logiciel de la plateforme est développé pour mettre en œuvre des analyses relevant du cadre méthodologique de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) appliquée aux systèmes agricoles et agro-alimentaires. L'ACV permet de valoriser différents niveaux de modèles (simulateur d'itinéraire technique, modèles de calcul des flux de polluants, méthodes d'analyse d'impact). Des bases de données associées aux outils fourniront des informations décrivant les systèmes et des données nécessaires aux calculs des indicateurs. A terme, la plateforme MEANS permettra de capitaliser les ressources de l'INRA pour l'analyse multicritère (méthodes d'analyse, modèles de simulation, données).

Mots-clés : analyse multicritère, outils logiciels, modèles de calcul, méthode d'analyse, données, systèmes de production.

Abstract: MEANS, a software and database platform for multi-criteria assessment of agri-food systems

The MEANS platform (Multi-critEria AssessmeNt of Sustainability), launched in 2012, will allow research teams of INRA, the French National Institute for Agricultural Research, to perform multi-criteria sustainability assessment of agri-food systems. The main objective of the platform is to develop and provide multi-criteria assessment tools and associated databases. MEANS is under development. The platform has been designed as a computer model of the shared structure of multi-criteria assessment methods. Thus the platform is able to provide several multi-criteria assessment methods. At first, the MEANS software is designed for environmental assessment within the methodological framework of Life Cycle Assessment (LCA), applied to agri-food systems. When performing an LCA, several types of models can be used (simulation of farmer practices, models of pollutant emissions, methods for impact assessment). Data describing the systems or data used in calculations of indicators are provided in the database associated to the software. INRA resources for multi-criteria assessment (assessment methods, simulation models, data) will be made available through the platform.

Keywords: multi-criteria assessment, software platform, modeling, assessment method, data, sustainability, agri-food systems.

Introduction

L'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) a pour mission d'améliorer les performances environnementales, sociales et économiques de l'agriculture et de mettre en place des systèmes alimentaires innovants, sains et durables. Les travaux scientifiques développés pour répondre à cette mission impliquent la prise en compte et l'intégration de critères multiples couvrant les champs des performances techniques, environnementales, sociales et économiques. Ainsi, le développement d'outils d'analyse multicritère des systèmes de production et de transformation agro-alimentaires constitue un enjeu stratégique majeur, pour accompagner ces systèmes dans leur évolution vers une plus grande durabilité. C'est pourquoi l'INRA a décidé en 2012 de mettre en place une plateforme d'analyse multicritère de la durabilité : la plateforme MEANS (MulticritEria AssessmeNt of Sustainability), associant les méthodes d'analyse et les bases de données issues de ses programmes de recherche ou disponibles au plan international. MEANS a pour objectif de faciliter l'analyse multicritère des systèmes de production végétale, animale, et de transformation des produits issus de l'agriculture. La plateforme n'a pas pour vocation de mener spécifiquement des travaux de recherche sur les méthodes d'analyse multicritère, mais de contribuer, par les outils qu'elle met à disposition, à la réalisation de programmes de recherche conduits par les équipes de l'INRA et leurs partenaires académiques. Dans un premier temps, la plateforme se concentre sur l'analyse environnementale, mais l'implémentation des dimensions économiques et sociales est étudiée parallèlement. Les objectifs opérationnels à moyen terme de la plateforme sont :

- Développer et mettre à disposition des outils informatiques pour le calcul d'indicateurs de durabilité,
- Mettre en place et mutualiser des bases de données pour l'analyse multicritère,
- Former et accompagner les utilisateurs,
- Assurer une veille scientifique et technique sur l'analyse multicritère..

Cet article explique comment les concepts de l'analyse multicritère ont été mobilisés pour construire l'architecture de la plateforme, puis présente les outils et données de MEANS ainsi que ses perspectives d'évolution.

1. Analyse multicritère et conception des outils de MEANS

1.1 Analyse multicritère : définition et caractéristiques

Dans le domaine agronomique, une méthode d'analyse multicritère permet d'étudier un ou plusieurs système(s) de production/transformation selon plusieurs objectifs (Tableau 1), ce qui permet à l'utilisateur de la méthode d'avoir une vision globale (ou sur plusieurs angles) des effets du système étudié. Dans une démarche de modification ou d'amélioration de système sur un ou plusieurs critères, la mise en œuvre d'une méthode multicritère permet d'examiner les conséquences de ces changements sur un ensemble de critères. En effet, une modification du système qui permet d'améliorer un critère A modifie également les critères B et C. Les méthodes multicritères permettent donc d'identifier les « transferts de pollution » éventuels, lorsque la réduction visée d'un impact est accompagnée de l'augmentation d'un ou plusieurs autres impacts, et de mettre en évidence des effets d'antagonisme ou de synergie possibles entre critères.

Les méthodes d'analyse multicritère des systèmes de production et de transformation agro-alimentaires reposent sur une démarche composée de huit étapes (Acosta-Alba et van der Werf, 2011) : 1) Définition des dimensions de la durabilité étudiées, 2) Identification de critères pour chaque dimension, 3) Définition d'indicateurs renseignant ces critères, 4) Définition du système étudié (limites, fonctions), 5)

Définition des algorithmes de calcul des indicateurs, 6) Description technique du système, 7) Calcul des valeurs des indicateurs, 8) Interprétation des résultats (Tableau 1).

Une phase d'agrégation des critères de l'analyse est parfois proposée dans certaines méthodes, telles que MASC (Sadok et al., 2009). L'agrégation des indicateurs en note unique permettant le classement de scénarios ou systèmes entre eux n'est pas quant à elle une étape indispensable de l'analyse multicritère. Nous considérons qu'analyser un système en conservant les informations apportées par plusieurs indicateurs constitue et enrichit l'interprétation. En effet, cette démarche permet d'identifier plus finement les caractéristiques clés du système à améliorer.

Tableau 1 : Etapes d'une analyse multicritère d'un système de production agricole ou agro-alimentaire

	Etape	Description	Exemple
1	Définition des dimensions de la durabilité	Certaines méthodes permettent d'étudier seulement des impacts environnementaux, d'autres permettent d'étudier les dimensions sociale et/ou économique, voire la durabilité globale d'un système.	Dimension étudiée : environnement.
2	Identification de critères	On ne peut pas mesurer directement les dimensions de la durabilité, il est nécessaire de définir de grands enjeux, des valeurs auxquelles on s'attache puis de les décliner en un ensemble d'objectifs spécifiques (ou critères) pour chaque dimension. Un critère précise la signification et le sens d'application d'un enjeu sans être lui-même une mesure de performance directe. Le critère permet de faire le lien entre l'enjeu et le système étudié, et d'introduire les variables ou caractéristiques qui seront mesurées par les indicateurs (Lazard, et al., 2008).	Critères possibles : changement climatique, consommation d'énergie, eutrophisation, écotoxicité...
3	Définition d'indicateurs	Un indicateur est une variable qui fournit des renseignements sur d'autres variables plus difficiles d'accès et qui peut être utilisée comme repère pour prendre une décision (Gras, et al., 1989). L'indicateur sert à mesurer l'atteinte des objectifs. Cette étape peut comprendre la définition de seuils ou de valeurs de référence, qui aident à l'interprétation de la valeur prise par l'indicateur.	Pour identifier l'impact du système sur le changement climatique, on peut choisir de quantifier les flux des gaz à effet de serre (GES) entrant et sortant du système. L'indicateur serait alors le bilan de ces flux.
4	Définition du système étudié	Le système est caractérisé, ses frontières et fonction(s) sont déterminées.	Système : fabrication de baguettes de pain dans une boulangerie traditionnelle. On étudie le système depuis la transformation de la farine jusqu'à la vente au consommateur.
5	Définition des algorithmes de calcul des indicateurs	Cette étape implique le choix d'algorithme de calcul pour les indicateurs. Ces algorithmes de calcul, ou modèles, peuvent être très simples (équation linéaire, avec un facteur d'émission) ou beaucoup plus sophistiqués (modèles dynamiques de simulation).	Exemple de modèle : Puissance consommée = x temps de cuisson. Emission de CO ₂ = y puissance consommée

6	Description technique du système d'étude	L'ensemble des interventions sur le système sont renseignées, y compris les quantités d'intrants utilisées, des données d'efficacité techniques (rendement...), ou encore les conditions de contexte.	Pour 1000 baguettes de pain, il est nécessaire de définir : quantités de farine, d'eau, de levure utilisées, temps de cuisson, source et quantité d'énergie utilisée pour les différentes activités...
7	Calcul des indicateurs	Les valeurs des indicateurs sont calculées pour chaque scénario ou système étudié.	Les quantités de CO ₂ et autres GES émises à chaque étape (préparation, cuisson, vente) sont agrégées.
8	Interprétation	Au cours de cette étape, les résultats (valeurs des indicateurs...) sont interprétés, des voies d'amélioration du système sont identifiées.	Comparaison de deux systèmes de production (boulangerie traditionnelle vs. boulangerie industrielle)...

1.2 Architecture générale des outils de MEANS

Dans la conduite d'une analyse multicritère, nous avons différencié :

- les étapes une à cinq et l'étape huit qui reposent sur la réflexion et les choix de l'utilisateur,
- les étapes six et sept qui nécessitent des outils de calcul spécifiques (Figure 1).

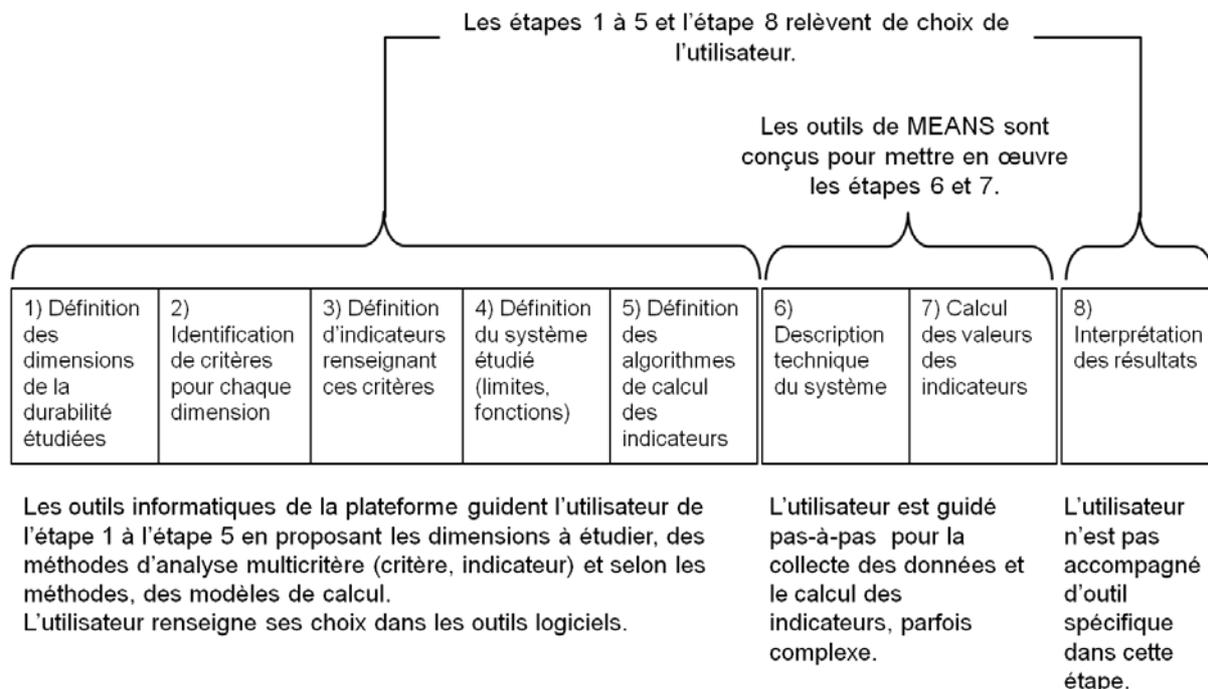


Figure 1 : Relation entre étapes de l'analyse multicritère et les outils de MEANS

La plupart des méthodes d'analyse multicritère ont été développées pour répondre à une problématique précise. De ce fait, une méthode impose les dimensions, critères, indicateurs d'étude et parfois les algorithmes de calcul. Ainsi, Indigo® (Bockstaller et Girardin, 2006) est une méthode d'analyse

environnementale qui propose un jeu de huit indicateurs, dont les algorithmes de calcul sont définis par la méthode. Le choix de la méthode a une influence directe sur les données à collecter et les calculs à engager.

La structure des outils de la plateforme MEANS est une traduction informatique opérationnelle de la démarche des méthodes d'analyses multicritères de manière à permettre l'intégration de plusieurs méthodes (exemples : Analyse du Cycle de Vie (ACV), Indigo®, Emergy, Empreinte écologique...). Dans son utilisation de la plateforme, l'utilisateur suivra cette démarche de l'analyse multicritère. La plateforme est conçue pour guider l'utilisateur dans les étapes une à cinq et lui permettre la mise en œuvre des étapes six et sept. Pour l'étape huit, la plateforme n'offre pour l'instant aucun support. Cependant, des aides à l'interprétation, encore à définir, seront proposées à terme.

Dans l'hypothèse où un utilisateur ne trouve pas dans la plateforme MEANS les dimensions, méthodes, critères, indicateurs et algorithmes de calcul qu'il souhaite utiliser, il sera invité à interagir avec l'équipe de la plateforme pour co-concevoir les outils dont il a besoin.

1.3 Point de vue méthodologique

Si la démarche de l'analyse multicritère est la même pour toutes les méthodes, la mise en œuvre des étapes six et sept varie d'une méthode à l'autre. Dans un premier temps, la plateforme MEANS construit et/ou met à disposition des outils pour mettre en œuvre les étapes six et sept de l'ACV, appliquée aux systèmes agricoles et agro-alimentaires (formulaire de saisie, algorithmes de calcul, bases de données de référence...). L'ACV a été choisie comme cadre d'analyse et comme socle pour la construction des outils de MEANS. Nous allons expliquer ce choix et ses conséquences, puis nous aborderons dans le paragraphe 2.4 comment d'autres méthodes d'analyse multicritère pourront être intégrées dans la plateforme.

L'analyse du cycle de vie constitue une référence pour l'analyse des impacts environnementaux des systèmes de production et ce pour l'ensemble des secteurs de l'économie. L'ACV « évalue l'impact environnemental d'un produit, d'un service ou d'un système en relation à une fonction particulière et ceci en considérant toutes les étapes de son cycle de vie » (Jolliet et al., 2010). Le cycle de vie comprend toutes les étapes dans la vie d'un produit « du berceau à la tombe », c'est-à-dire l'extraction des matières premières nécessaires à sa création, sa fabrication, son utilisation, sa mise au rebut et le transport des matériaux entre ces étapes. L'ACV est une méthode transparente et normalisée par les normes ISO 14040 et 14044 (ISO, 2006a; b). Elle fait l'objet d'intérêts croissants de la communauté scientifique internationale qui conduisent à de nombreux développements méthodologiques et à d'importantes bases de données de référence (notamment sur les impacts associés aux intrants).

A travers son caractère « cycle de vie », l'ACV prend en compte les phases de production et d'utilisation des produits, mais également la production intrants nécessaires au système ainsi que la fin de vie (recyclage, mise en déchet) du produit. L'approche « cycle de vie » permet ainsi d'éviter les transferts d'impacts entre étapes du cycle de vie (transfert de pollution depuis la production agricole vers la production des intrants, par exemple).

L'ACV présente l'avantage d'apporter une vision intégrative, qui combine une approche systémique de l'objet d'étude (prise en compte des flux internes...), et une approche analytique des mécanismes environnementaux liés au système (émissions de substances polluantes dues au système, impacts sur l'environnement). La communauté scientifique a créé et développe des modèles de systèmes de production et de transformation et de mécanismes environnementaux, pour mieux comprendre leur fonctionnement. Les connaissances ainsi produites peuvent être utilisées dans la réalisation d'une ACV. Ainsi, différents types de modèles portant sur la mobilisation des moyens de production, l'émission de substances polluantes, le transfert et le devenir des polluants dans l'environnement, ou encore l'agrégation des émissions des polluants en indicateur d'impact, développés par l'INRA ou disponibles au niveau international, seront mobilisés dans la plateforme MEANS (Tableau 2).

Tableau 2 : Exemples de modèles INRA qui peuvent être mobilisés dans la mise en œuvre d'une ACV

Etape de l'analyse environnementale par ACV	Type de modèles qui peuvent être mobilisés	Exemple de modèles INRA
Etape 6 : description technique du système d'étude	Modèle générateur d'itinéraire technique	Melodie (Chardon, et al., 2012)
Etape 7 : Calcul des indicateurs, premier temps : quantification des émissions de substances polluantes dues au système	Modèle calculant des flux de substances (nitrates, dioxyde de carbone...)	STICS (Brisson, et al., 1998)
Etape 7 : Calcul des indicateurs, deuxième temps : agrégation des émissions des polluants en indicateur d'impact	Méthode d'analyse d'impact	Qualité du sol (Garrigues, et al., 2012)

Une ambition de MEANS est à terme de mettre à disposition dans les outils de la plateforme certains modèles d'émission polluantes et des méthodes d'analyse d'impact, et de permettre l'utilisation de modèles indépendants développés dans d'autres plateformes via une inter-opérabilité avec les plateformes hôtes : RECORD (<https://www6.inra.fr/record>) pour les systèmes agricoles, et PLASTIC CEPIA (<http://www.pfl-cepia.inra.fr/>) pour les systèmes de transformation des produits. L'utilisation de modèles d'évaluation économique et de quantification des caractéristiques sociales est aussi envisagée.

2. Principes de construction de la plateforme

2.1 Deux outils de calcul complémentaires

La plateforme MEANS met à disposition deux outils informatiques de calcul, qui permettent aux utilisateurs de la plateforme de réaliser leurs analyses multicritères :

- L'application MEANS-InOut, développée par l'équipe de la plateforme, et qui constitue l'originalité de MEANS,
- Un logiciel commercial de calcul des indicateurs, dédié à l'analyse du cycle de vie, auquel l'utilisateur aura accès via la plateforme.

L'application MEANS-InOut guide l'utilisateur dans les étapes une à cinq de l'analyse multicritère, lui permet de renseigner ses choix méthodologiques et de réaliser l'étape six et une partie des calculs de l'étape sept (calcul des flux de substances polluantes dus au système étudié) (Tableau 1). Le logiciel commercial permettra de finaliser le calcul des indicateurs (fin de l'étape sept). La Figure 2 représente la structure des outils de la plateforme MEANS et le flux des données permettant le calcul des indicateurs, lors des étapes six et sept.

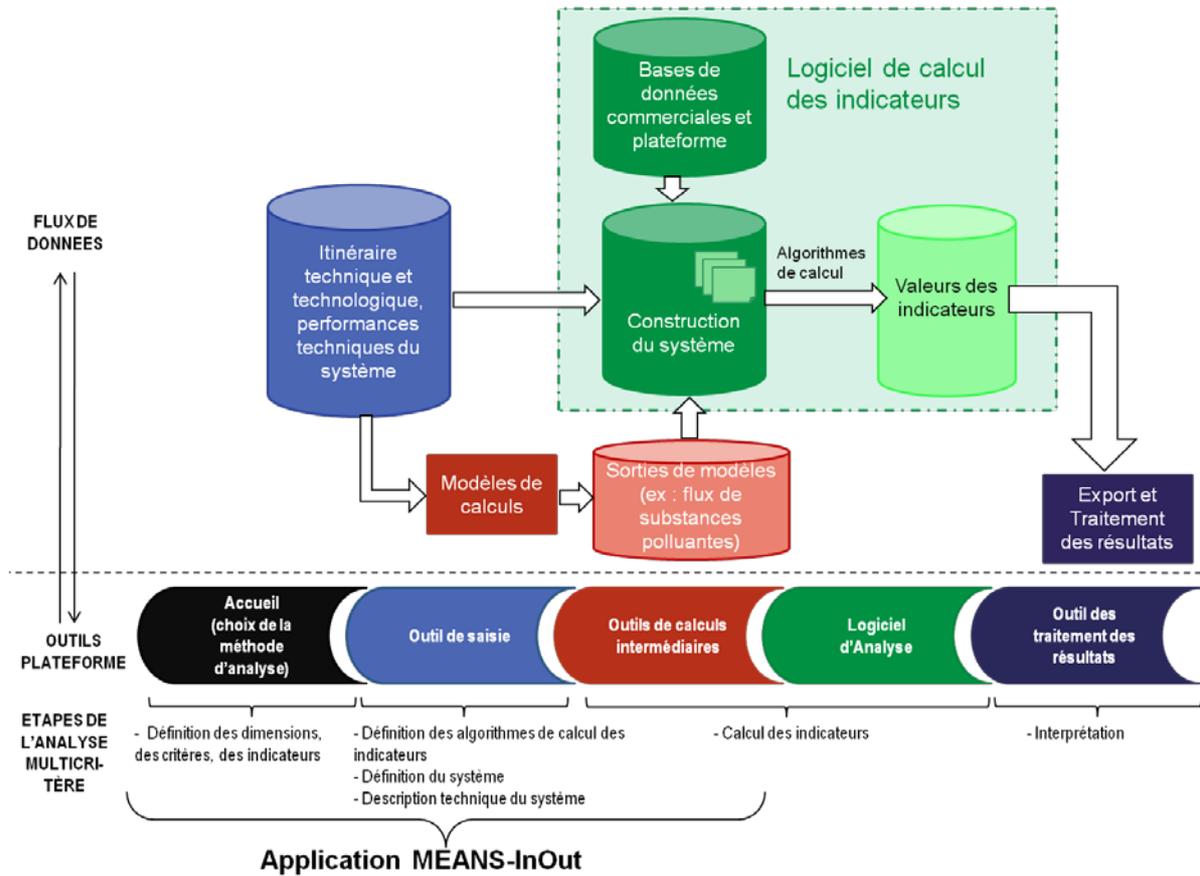


Figure 2 : Structure des outils de la plateforme MEANS, permettant de manipuler les données pour appliquer des méthodes d'analyse multicritère des systèmes agricoles et agro-alimentaires.

Pour permettre l'intégration des différents niveaux de modèles décrits ci-dessus, il a été décidé de construire une structure souple pour l'application MEANS-InOut. En effet, les étapes de l'analyse multicritère sont interdépendantes : les indicateurs à calculer découlent de la dimension et des critères d'étude choisis. Les algorithmes de calcul sont déterminés par le choix des indicateurs et du système d'étude. Enfin, les données de description technique du système requises sont déterminées par les algorithmes de calcul des indicateurs. Les formulaires de saisie pour la description fine des systèmes peuvent donc prendre des formes multiples. La solution de développement choisie (génération dynamique des formulaires de saisie) permet l'adaptation de ces formulaires à la méthode d'analyse, aux modèles de calcul choisis et au système étudié. Ces informations sont renseignées par l'utilisateur avant la description technique du système et leur enregistrement permet la génération des formulaires de saisie adaptés.

2.2 Les modèles de calcul : un enjeu pour la plateforme

Dans la mise en œuvre d'une analyse environnementale, les enjeux de modélisation des processus constituant le système ne se situent pas à la même étape de l'analyse multicritère pour les systèmes de production agricole que pour les systèmes de transformation des produits.

Les systèmes de production agricole sont très dépendants du milieu, du sol, du climat ou des conditions d'élevage. Des données sont disponibles sur les itinéraires techniques et les performances des exploitations agricoles. L'enjeu pour l'étude des systèmes agricoles se situe donc dans la modélisation et la quantification des émissions de substances polluantes (nitrates, ammoniac, méthane...) dans un milieu non-contrôlé (début du calcul des indicateurs : étape sept). La plateforme doit fournir un jeu complet de modèles, qui prend en compte toutes les substances polluantes pertinentes. Les modèles

doivent être suffisamment robustes pour donner des résultats fiables mais ne pas nécessiter un trop grand nombre de données d'entrée. En particulier, l'ACV demande énormément d'informations. Si les modèles nécessitent un grand nombre de données supplémentaires pour chaque substance étudiée, l'utilisateur risque de ne pas disposer de toutes les informations nécessaires à son analyse. Dans un premier temps, la plupart des modèles d'émissions implémentés dans MEANS sont des modèles statiques (CORPEN, 2001; IPCC, 2006). A terme, la plateforme a l'ambition de :

- proposer plusieurs modèles pour le calcul des flux de chacune des substances polluantes pertinentes, dont des modèles dynamiques, pour permettre à l'utilisateur de choisir le modèle le plus approprié, vues sa question de recherche et la disponibilité des données d'entrée,
- permettre le paramétrage des modèles pour les adapter à des contextes précis (exemple : milieux tropicaux).

En revanche, les systèmes de transformation mis en œuvre industriellement sont réalisés dans un espace clos, l'usine, et on peut considérer dans une première approche qu'ils ne sont pas dépendants des conditions extérieures (climat, qualité du sol, ...). L'enjeu pour l'étude des systèmes en transformation se situe alors au niveau de la quantification des flux de matières (eau, produits chimiques, pertes de matières premières) et d'énergie générés par les procédés (description technique du système : étape six). Cette quantification pourrait se faire par recueil de données industrielles, mais celui-ci reste difficile à réaliser du fait d'une part du manque de connaissances des industriels eux-mêmes (les quantités et qualités des rejets sont souvent connues globalement à la sortie de l'usine, mais pas de manière précise au niveau d'un atelier ou d'une opération unitaire) ; et d'autre part de la forte confidentialité que les industriels souhaitent maintenir autour de leurs procédés. La quantification des flux de matières nécessite donc de pouvoir modéliser les opérations unitaires et leur agencement de manière à en optimiser le fonctionnement (conditions opératoires) pour une qualité/fonctionnalité de produits requise. A terme, la plateforme a donc pour ambition de :

- proposer plusieurs modèles descriptifs des opérations unitaires couramment rencontrées en transformation alimentaire (traitement thermique, centrifugation, séparation liquide, séchage,...) et de leur agencement, ceci de manière spécifique aux filières et en collaboration avec la plateforme PLASTIC CEPIA;
- permettre la comparaison des résultats obtenus avec les données industrielles qui pourront être collectées au travers de projets collaboratifs impliquant MEANS.

2.3 Des bases de données associées aux outils

Faire une analyse multicritère nécessite l'utilisation d'un grand nombre de données. Des bases de données sont donc associées aux outils de calcul de la plateforme MEANS. On distingue plusieurs types de données dans MEANS (Figure 3) :

- Les **données de référence** sont un regroupement de données de différentes natures (données climatiques, facteurs d'émission, caractéristiques d'engrais...). Ce sont des données issues de la littérature ou de bases de données. Les données de référence sont utilisées par les modèles implémentés dans l'application MEANS-InOut, pour le calcul de flux de polluants et de consommation de ressources, (exemples : quantités d'azote, phosphore et potassium apportées par une tonne de fumier de bovin, énergie nécessaire pour une pasteurisation à 72°C, 15s). Les données de référence sont mises à disposition par la plateforme MEANS.

- Les **données de système** documentent les systèmes étudiés. On distingue :
 - des données de référentiels de système (terme générique retenu dans MEANS pour désigner l'itinéraire technique pour les systèmes agricoles et son équivalent pour les systèmes de transformation), auxquelles sont associées les performances techniques des systèmes (rendement...). Ces données sont structurées avec un point de vue d'agronome ou de spécialiste des procédés, et sont stockées dans MEANS-InOut ;
 - des données d'inventaires, relatives au système. Les inventaires agrègent les informations du référentiel de système avec les flux de substances polluantes produites par le système. Les données d'inventaire sont structurées selon le formalisme de l'ACV, et sont stockées dans le logiciel de calcul des indicateurs. Ces données d'inventaires contiennent toutes les informations nécessaires au calcul des indicateurs. Une partie des données d'inventaire sont issues de bases de données développées par des tiers (exemple : base de données Ecoinvent (Ecoinvent, 2013)). Elles caractérisent notamment les émissions de polluants et les consommations de ressources associées à la production et la mise à disposition des intrants (exemples : l'ammonitrate, un tracteur, une tour de séchage de lait).

Les données de système pourront être créées par les utilisateurs, ou seront mises à disposition par MEANS. Ces données décrivent de manière détaillée les pratiques des agriculteurs ou opérateurs industriels et les performances techniques des systèmes. Les stocker dans la plateforme MEANS permet de capitaliser les connaissances de l'INRA sur les systèmes de production agricole et de transformation des produits issus de l'agriculture, et de les rendre disponibles pour la communauté des utilisateurs INRA.

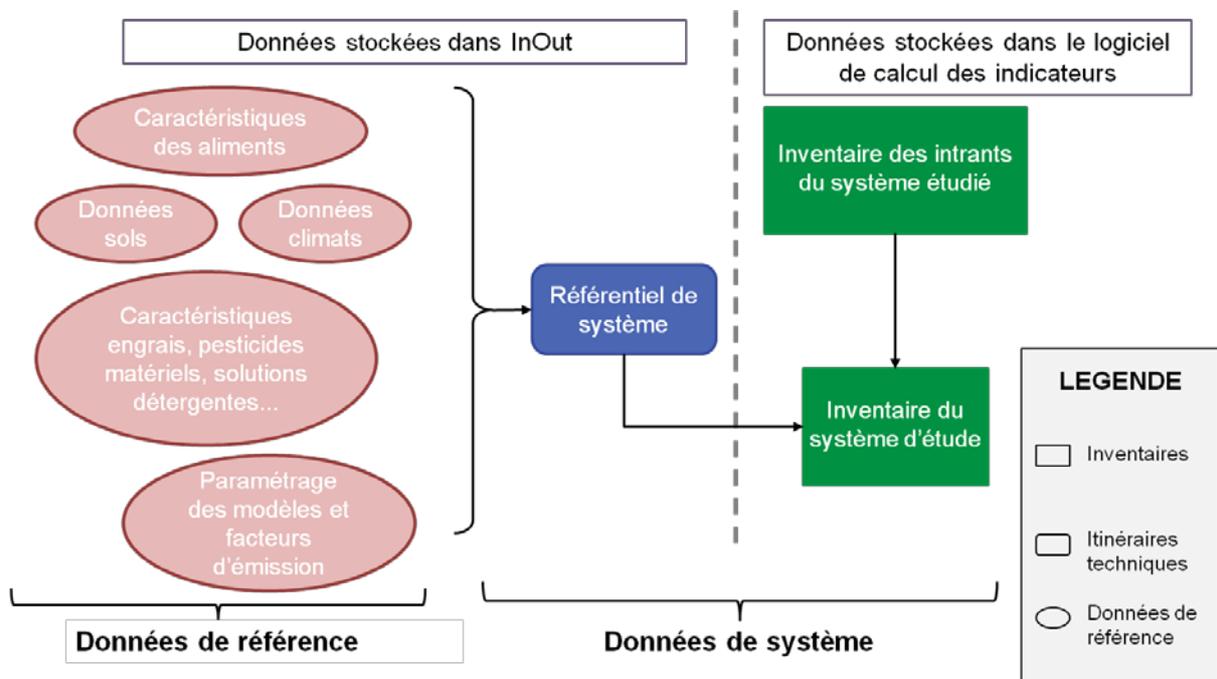


Figure 3 : Représentation des différents types de données disponibles dans la plateforme MEANS.

2.4 L'intégration d'autres méthodes d'analyse multicritère

La plateforme MEANS a également pour mission de donner accès à des méthodes d'analyse multicritère développées tout ou partie par l'INRA, et des outils de calcul associés. En effet, plusieurs méthodes d'analyse multicritère disposent déjà d'outils logiciels dédiés (exemples : Indigo®, MASC). Il est intéressant à plusieurs titres de relier ces outils de calcul existants avec l'application MEANS-InOut :

- l'utilisateur pourra évaluer un même système avec plusieurs méthodes d'analyse, et ce par le moyen d'une unique interface de saisie. Il n'aura donc à saisir ses données de référentiel de système qu'une seule fois ;
- l'utilisateur pourra utiliser des référentiels de système existants dans la base de données de MEANS pour mettre en œuvre une analyse multicritère différente de l'ACV, depuis l'outil dédié à la méthode choisie. La base de données de référentiels de système de MEANS remplira ainsi sa vocation de capitaliser et mettre à disposition la connaissance des systèmes au sein de l'INRA.

La structure souple de l'application MEANS-InOut permet d'accueillir ces méthodes d'analyse au sein de la plateforme. Plusieurs solutions d'intégration de ces méthodes et outils dans la plateforme MEANS peuvent être envisagées, depuis la simple mise à disposition de documentation sur une méthode, qui est le plus faible degré d'intégration, jusqu'à l'utilisation de plusieurs méthodes avec une seule interface de saisie. Plusieurs critères de décision entrent en jeu pour décider du degré d'intégration de l'outil logiciel associé à une méthode d'analyse multicritère dans la plateforme MEANS (Figure 4).

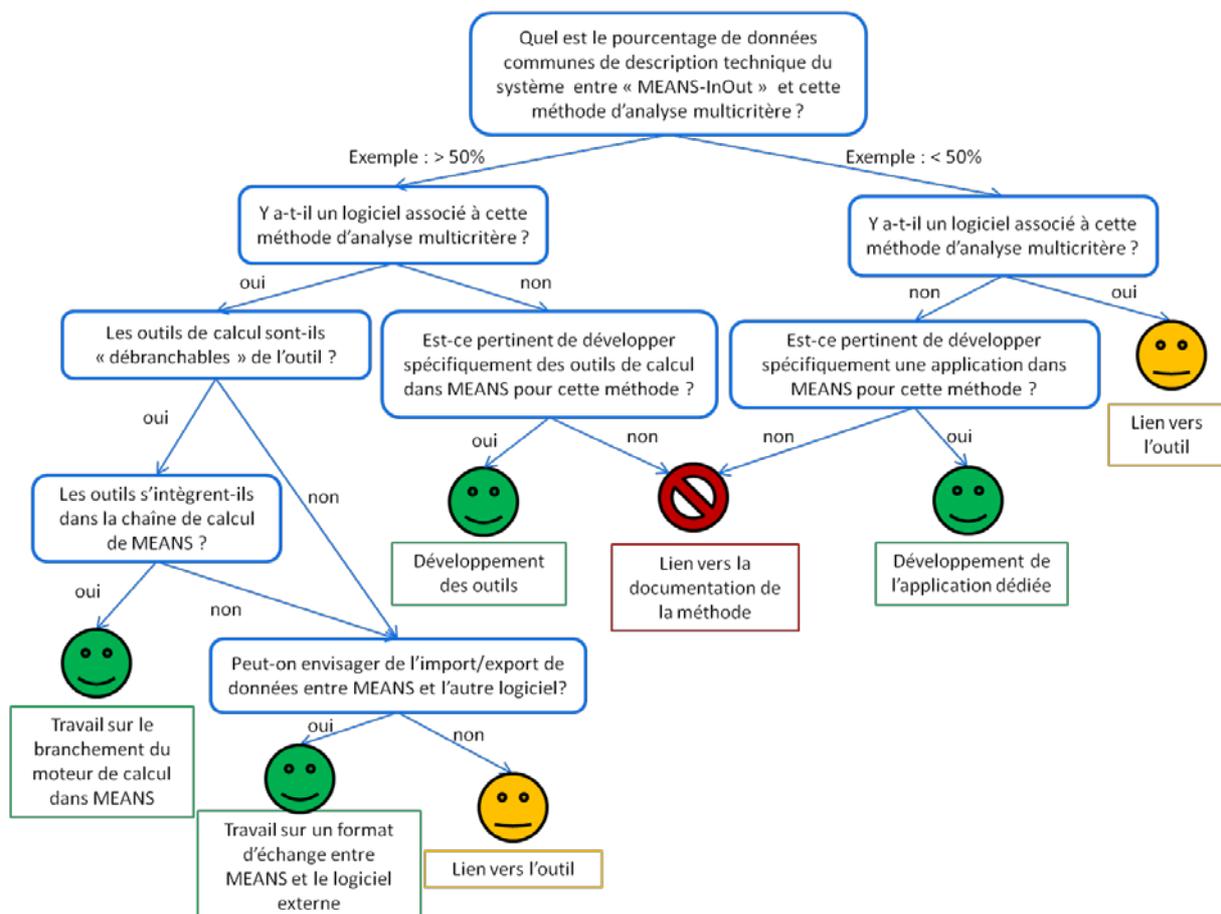


Figure 4 : Arbre de décision pour l'intégration de méthodes d'analyse multicritère dans la plateforme MEANS

La réutilisation de données utilisées dans MEANS pour d'autres outils de calcul est une question centrale. La proportion de données de description technique du système commune entre la méthode à intégrer et les méthodes disponibles dans MEANS est donc le premier critère de choix. Plus le nombre de données communes est important, plus il est intéressant d'intégrer la méthode dans la plateforme MEANS. Le second critère est l'existence d'un logiciel dédié à la méthode étudiée. Lorsque des outils logiciels dédiés existent, développer à nouveau les calculateurs pour les intégrer dans l'application MEANS-InOut n'est pas une solution optimale. Selon les technologies utilisées pour créer le logiciel, l'intégration pourra prendre différentes formes (réutilisation des calculateurs, import-export de données de référentiels de système). Si aucun logiciel n'est associé à la méthode, ce sera à une communauté d'utilisateurs de la plateforme MEANS et de la méthode concernée de juger de la pertinence du développement spécifique d'un outil dédié à cette méthode dans la plateforme.

3. Perspectives

L'application MEANS-InOut est en cours de développement. L'équipe de MEANS s'est donné des priorités dans le développement des fonctionnalités des outils de la plateforme. Dans sa première version opérationnelle, l'application MEANS-InOut sera dédiée à l'analyse environnementale par ACV :

- des systèmes de production végétale à l'échelle de la parcelle,
- des systèmes de production animale à l'échelle de l'atelier d'élevage,
- des systèmes de transformation des produits à l'échelle du procédé.

Dans un second temps, la plateforme MEANS fournira d'autres outils et méthodes d'analyse environnementale. Par la suite, elle a pour ambition de permettre l'analyse économique et sociale des systèmes de production et de transformation et prendra en compte d'autres échelles systémiques, telles que la succession culturelle, l'exploitation agricole, le territoire, l'usine, la filière.

Cependant, des développements méthodologiques sont nécessaires avant que la plateforme MEANS ne puisse fournir l'ensemble de ses fonctionnalités. Par exemple, l'analyse environnementale à l'échelle des territoires fait actuellement l'objet de travaux de recherche. De même, le couplage entre modélisation dynamique de systèmes complexes et analyse environnementale par bilan (comme l'ACV) est encore au stade de la recherche. Le développement de connaissances sur ces couplages doit aboutir à des complémentarités avec les plateformes RECORD et PLASTIC CEPIA, et à l'utilisation de certains modèles de ces plateformes pour l'analyse environnementale de systèmes agricole et agro-alimentaire. Par ailleurs, la prise en compte dans le cadre méthodologique de l'ACV de la dimension sociale, et de la dimension économique, nécessite également des développements, notamment dans l'établissement des algorithmes de calcul des indicateurs (PNUE, 2009).

La plateforme MEANS assurera une veille scientifique et technique sur ces développements méthodologiques pour les implémenter sous la forme d'outils, quand ils auront atteint un degré suffisant de maturité et donc de robustesse.

Conclusion

La plateforme MEANS a été créée pour permettre aux équipes de l'INRA de réaliser des analyses multicritères de la durabilité des systèmes de production végétale, animale et de transformation des produits agricoles. La mission principale de la plateforme est de créer et mettre à la disposition des scientifiques des bases de données et des outils de calcul adaptés au contexte de la recherche. La plateforme est actuellement en développement. Les outils informatiques de la plateforme sont structurés et conçus pour accueillir plusieurs méthodes d'analyse multicritère. Le socle opérationnel des premiers outils informatiques de la plateforme s'inspire du cadre méthodologique et conceptuel de

l'analyse de cycle de vie. En effet, ce cadre est suffisamment intégrateur pour accueillir des modèles à différentes étapes de la chaîne de causalité des pratiques de l'agriculteur aux impacts environnementaux.

Par ailleurs, la mise en œuvre d'analyses multicritères demande l'utilisation d'un grand nombre de données, données de référence utilisées dans les calculs et données décrivant les systèmes. La plateforme MEANS mettra à disposition de telles données. Ainsi, la plateforme MEANS sera un support pour capitaliser les ressources de l'INRA pour l'analyse multicritère (méthodes d'analyse multicritère, modèles de calcul, données) et elle a vocation à être reliée à d'autres plateformes de modélisation de l'INRA.

La plateforme MEANS constitue un élément important dans l'effort de mutualisation des méthodes et des données et permet d'animer au sein de l'INRA une communauté de scientifiques impliquée dans l'analyse multicritère des systèmes de production et de transformation des produits agricoles. Ses ambitions sont grandes : proposer un outil de référence pour l'analyse multicritère, être un lieu d'information et de partage des méthodes et des données. Ses objectifs continuent à se construire avec l'appui de sept départements de l'INRA. La plateforme MEANS est actuellement dimensionnée pour une utilisation interne à l'INRA et par ses partenaires académiques directs. La façon dont elle pourrait contribuer à des collaborations avec les partenaires du développement agricole est à l'étude.

Références bibliographiques :

Acosta-Alba I., van der Werf H.M.G., 2011. The Use of Reference Values in Indicator-Based Methods for the Environmental Assessment of Agricultural Systems. *Sustainability* 3, 424-442.

Bockstaller C., Girardin P., 2006. Evaluation agrienvironnementale des systèmes de culture : la méthode INDIGO®. *Oléoscope* 85, 4-6.

Brisson N., Mary B., Ripoche D., Jeuffroy M.H., Ruget F., Nicoulaud B., Gate P., Devienne-Barret F., Antonioletti R., Durr C., Richard G., Beaudoin N., Recous S., Tayot X., Plenet D., Cellier P., Mchet J.-M., Meynard J.M., Delécolle R., 1998. STICS: A generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie* 18, 311-346.

Chardon X., Rigolot C., Baratte C., Espagnol S., Raison C., Martin-Clouaire R., Rellier J.P., Le Gall A., Dourmad J.Y., Piquemal B., Leterme P., Paillat J.M., Delaby L., Garcia F., Peyraud J.L., Poupa J.C., Morvan T., Faverdin P., 2012. MELODIE: a whole-farm model to study the dynamics of nutrients in dairy and pig farms with crops. *Animal* 6, 1711-1721.

CORPEN, 2001. Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants et aux bovins en croissance ou à l'engrais, issus des troupeaux allaitants et laitiers, et à leur système fourrager. 34 p.

Ecoinvent, 2013. Ecoinvent Data v3. Swiss Centre for Life Cycle Inventories.

Garrigues E., Corson M.S., Angers D.A., van der Werf H.M.G., Walter C., 2012. Soil quality in Life Cycle Assessment: Towards development of an indicator. *Ecol. Indicators* 18, 434-442.

Gras R., Benoît M., Deffontaines J.P., Duru M., Lafarge M., Langlet A., Osty P.L., 1989. Le fait technique en agronomie. *Activité agricole, concepts et méthodes d'étude*. INRA - L'Harmattan, Paris, France.

IPCC, 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories, Vol No 4: Agriculture, forestry and other land use (AFOLU).

ISO, 2006a. ISO 14040, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, 2nd edition. International Standard Organization.

ISO, 2006b. ISO 14044, Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines, 1st edition. International Standard Organisation

Jolliet O., Saadé M., Crettaz P., Shanna S., 2010. Analyse du cycle de vie, Comprendre et réaliser un écobilan, 2 ed. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

Lazard J., Rey-Valette H., Clément O., Aubin J., Mathé S., Chia E., Legendre M., Caruso D., Mikosalek O., Blancheton J.-P., Slembrouk J., Baruthio A., René F., Levang P., Morissens P., 2008. Guide de co-construction d'indicateurs de développement durable en aquaculture. CIRAD, INRA, Ifremer, IRD, UM1.

PNUE, 2009. Lignes directrices pour l'analyse sociale du cycle de vie des produits. in: Catherine Benoit, U.C., Bernard Mazijn, U.d.G. (Eds.). Programme des Nations Unies pour l'Environnement, pp. 103.

Sadok W., Angevin F., Bergez J.-E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Messéan A., Doré T., 2009. MASC, a qualitative multi-attribute decision model for ex ante assessment of the sustainability of cropping systems. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 447-461.