

# Associer argumentation et simulation en aide à la décision : Illustration en agroalimentaire

Rallou Thomopoulos<sup>(1,2)</sup>, Sébastien Gaucel<sup>(1)</sup> et Bernard Moulin<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> INRA - UMR IATE, Montpellier, France

<sup>(2)</sup> Université Laval, Québec, Canada

**Résumé.** Prendre une décision impliquant plusieurs acteurs aux objectifs divergents nécessite de considérer des informations tant qualitatives – les préférences des acteurs sur les décisions possibles – que quantitatives – les paramètres servant d’indicateurs pour les acteurs. Dans cet article nous nous intéressons à l’association de ces deux types d’approches. Le modèle qualitatif considéré est l’argumentation. Le modèle quantitatif simulant les scénarios découlant de chaque décision est la dynamique des systèmes. Cet article s’intéresse aux éléments permettant de connecter les deux formalismes. Un exemple en agroalimentaire vient en appui à cette réflexion.

## 1 Introduction

Les problèmes de décision se posent dans toutes sortes de situations, des plus anodines de la vie quotidienne aux plus stratégiques, telles que l’orientation des politiques publiques. Figurant dans ce dernier cas, les filières agroalimentaires impliquent de nombreux acteurs, de la production à la consommation en passant par la transformation, la distribution ou encore le recyclage. En conséquence, outre l’échelle du décideur, les intérêts de chaque partie prenante de la filière interviennent et, compte tenu de la diversité de leurs positions, tendent vers des objectifs souvent non conciliables.

S’il existe une communauté internationale active en argumentation, d’une part, et en décision, d’autre part, ces deux domaines ont jusqu’ici été abordés le plus souvent séparément. Parmi les approches formelles en argumentation, on peut citer [Amgoud et Prade \(2009\)](#). Les applications en agronomie sont émergentes : des travaux récents se sont intéressés au rôle de l’argumentation dans les décisions concernant le pilotage des filières agroalimentaires ([Bourguet et al., 2013](#); [Tamani et al., 2015](#); [Thomopoulos et al., 2015](#)).

Dans ce contexte de décision argumentée, notre objectif est d’enrichir les systèmes d’argumentation avec un volet simulation. Nous simulons les scénarios découlant de chaque décision par un modèle numérique, la dynamique des systèmes, pour permettre aux parties prenantes de mieux appréhender les conséquences de certaines décisions (soutenues ou rejetées par les arguments) sur les activités des acteurs auxquels s’appliquent ces décisions. L’approche proposée est la suivante : 1) relier les arguments à un modèle systémique mettant en évidence les principaux processus et interactions des acteurs, 2) identifier les facteurs caractérisant les performances des acteurs qui sont concernés par ces arguments, 3) faire un modèle de simulation en dynamique des systèmes qui permet d’étudier dans le temps l’évolution conjointe de

ces facteurs, dans différents scénarios possibles reliés aux décisions (fixation des valeurs de certains paramètres du modèle) résultant des arguments choisis, 4) comparer les résultats de ces simulations pour évaluer l'impact de chaque décision.

Le cas d'étude concerne les cultures associées de type céréale-légumineuse et plus spécialement entre le blé dur et une légumineuse comme le pois ou la féverole, en France. Le terme "culture associée" désigne la culture simultanée de deux espèces ou plus sur une même parcelle agricole. Dans les associations de cultures céréale-légumineuse, les espèces associées établissent des interactions négatives (compétition) ou positives (facilitation, complémentarité) pour exploiter les ressources du milieu, ce qui peut permettre de réduire l'utilisation d'intrants tels que fertilisants (notamment azotés) et produits phytosanitaires. Les céréales et légumineuses ont la particularité de présenter aussi des complémentarités à d'autres niveaux, notamment au plan nutritionnel, puisqu'elles regroupent à elles deux l'ensemble des acides aminés essentiels et apportent donc au consommateur un apport protéique complet. Boudées depuis l'intensification des systèmes agricoles, les cultures associées connaissent un regain d'intérêt avec l'émergence des préoccupations de préservation de l'environnement et de la biodiversité. Le lecteur intéressé pourra se référer aux projets ANR PerfCom (2008-2012), Dur-Dur (2014-2017) et à des travaux tels que [Magrini et al. \(2013\)](#); [Bédoussac \(2009\)](#).

Les parties 2, 3 et 4 de cet article correspondent respectivement aux étapes 1 à 3 de l'approche, énumérées ci-dessus. Les premiers résultats (étape 4) sont fournis au fur et à mesure, tandis que la comparaison complète fait partie des travaux en cours.

## 2 Modélisation systémique des processus et des interactions, en lien avec les arguments

La base de notre approche est l'utilisation de systèmes d'argumentation issus de la littérature en intelligence artificielle. Les systèmes d'argumentation sont des cadres formels visant à représenter des arguments, les interactions entre ces arguments, et à déterminer quels énoncés sont inférables par un ensemble d'arguments jugé cohérent. L'un des cadres formels les plus abstraits, qui fait référence dans le domaine, est celui proposé par [Dung \(1995\)](#). Dans ce cadre, un système d'argumentation est défini par un ensemble fini d'arguments et une relation binaire sur cet ensemble, appelée relation d'attaque. Chaque argument fournit une raison pour accréditer une croyance ou pour suivre une recommandation.

Les systèmes décisionnels introduisent une distinction entre deux types d'arguments, ceux justifiant des croyances, appelés arguments épistémiques et ceux justifiant des options et construits à partir de croyances, appelés arguments pratiques ([Harman, 2004](#)). Ces derniers, qui nous intéressent ici, ont fait l'objet de moins de travaux. [Amgoud et Prade \(2009\)](#) en proposent une formalisation. Pour représenter les schémas de décision, au regard des travaux antérieurs ([Savage, 1972](#)) nous considérerons un argument comme un triplet  $\langle Raison, But, Option \rangle$ . L'argument fournit donc des éléments de connaissance (une raison) pour soutenir une option, parmi un ensemble  $S$  d'options supposées mutuellement exclusives, afin d'atteindre un but.

Dans notre cas d'étude, les points de vue des acteurs sur la pratique d'une culture associée blé dur-légumineuse sont mitigés. Nous esquissons ici une vision simplifiée ciblée sur l'étape de production par les agriculteurs. De nombreux autres arguments, souvent liés à des incertitudes, sont exprimés aux autres maillons de la filière. Nous avons établi dans la figure 1 un modèle systémique global de l'organisation du système blé dur-légumineuse et des principaux

arguments cités en faveur (couleur rose et symbole ‘+++’) ou en défaveur (couleur verte et symbole ‘---’) de la culture associée.

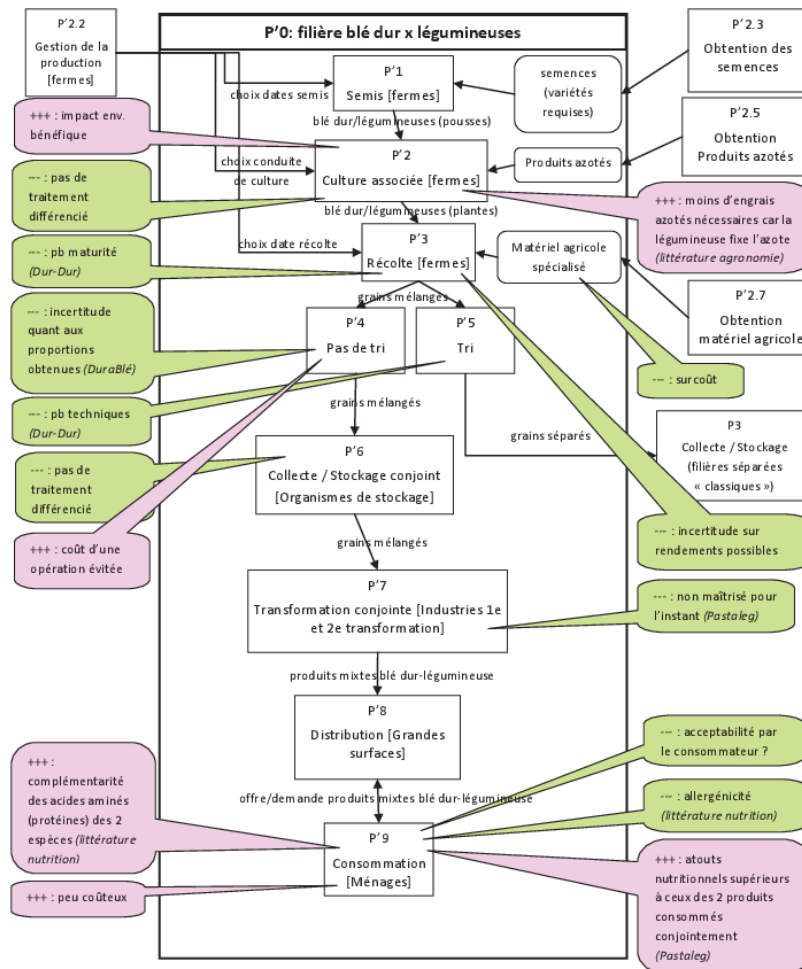


FIG. 1 – Schéma du système blé dur-légumineuse avec arguments

### 3 Facteurs caractérisant les performances des acteurs

Poursuivant l’approche, nous considérons les arguments favorables pour les agriculteurs :

- l’amélioration de la fertilité des sols ;
- la limitation des fertilisants azotés organiques, onéreux et insuffisamment efficaces ;
- la diminution de la pression des maladies et des ravageurs ;
- l’augmentation de la teneur en protéines, critère de qualité pour le blé dur ;
- le meilleur contrôle des mauvaises herbes ;
- des rendements plus stables face aux aléas climatiques.

Il existe aussi des arguments défavorables au développement des cultures associées du point de vue des agriculteurs, tels que :

## Argumentation et simulation

- les dates et techniques (matériel, réglages) de semis et récolte sont différentes pour les 2 espèces ;
- la variabilité de composition des mélanges récoltés ;
- la nécessité d'un tri spécifique ;
- l'absence d'un réseau en place pour la valorisation des récoltes ;
- un statut des cultures associées non défini, restreignant actuellement les possibilités de débouchés ;
- une politique de soutien pénalisante au niveau de la PAC (Politique Agricole Commune).

La dynamique des systèmes (Forrester, 1971) est une approche de modélisation mathématique qui permet d'analyser le comportement dynamique de systèmes complexes, constitués d'un grand nombre d'entités en interaction. Les principaux éléments du modèle sont :

- les variables de stock, utilisées pour représenter l'accumulation d'une grandeur au cours du temps ;
- les flux, qui simulent le transit d'une grandeur entre deux stocks. Les vannes, associées à un flux, sont des variables modélisant le débit de transmission à travers ce flux ;
- les paramètres : ils ne varient pas en fonction du temps, ce sont donc des constantes ;
- les variables dynamiques, dont la valeur varie en fonction du temps, permettent d'effectuer des calculs de simulation ;
- les fonctions, qui retournent des valeurs ;
- les boucles de rétroaction, positives ou négatives, décrivant l'influence d'une grandeur sur un flux.

Depuis des décennies, la dynamique des systèmes a été appliquée à de nombreux domaines, parmi lesquels l'agriculture (voir par exemple Johnson et al. (2008)).

Dans la suite de notre démarche, nous devons identifier des indicateurs numériques significatifs pour évaluer la performance des systèmes de culture. Par exemple, la performance agronomique est généralement évaluée par le rendement, la qualité (taux protéique, ...), le Land Equivalent Ratio (LER) qui compare les rendements des cultures associées avec les rendements des cultures seules, etc. Nous nous sommes intéressés ici à un indicateur essentiel (bien que limité aux seuls aspects économiques) pour refléter l'attractivité du système de culture pour l'agriculteur : la marge directe. Elle correspond à la différence entre les produits (vente des cultures et aides) et les charges (opérationnelles et matérielles) :

*Marge directe* = *Produits* – *Charges*, où :

- les charges incluent : (i) les charges dues aux intrants : semences, fertilisants, produits phytosanitaires, (ii) les charges de mécanisation, prenant en compte l'ensemble des opérations, de la préparation du sol à la récolte (matériel, amortissement, frais d'entretien et de réparation, carburant), (iii) les charges de main d'oeuvre, fonction des temps de travail nécessaires et des salaires ;
- les produits incluent : (i) les revenus de vente de la production, (ii) les aides, notamment PAC.

## 4 Simulation de l'évolution conjointe de ces facteurs dans différents scénarios

**Notion de satisfaction.** Dans l'étape suivante de notre démarche, après avoir implémenté en dynamique des systèmes le calcul de la marge directe décrit ci-dessus, nous avons introduit une variable ayant pour but de représenter l'attractivité du processus pour l'agriculteur (limitée ici aux seuls aspects économiques). Cette variable est désignée par *Satisfaction* et normalisée à partir de la marge directe (de 0 pour une marge directe juste "acceptable" à 1 pour une marge directe jugée très bonne).

**Traduction d'un argument en dynamique des systèmes.** Reprenant la définition d'un argument comme un triplet *<Raison, But, Option>* (voir partie 2) et les notions de satisfaction et d'option introduites ci-dessus, nous proposons la définition suivante d'un argument.

**Définition** *Un argument est un triplet <Raison, But, Option>, où :*

- Option est un paramètre booléen ;
- But est la valeur de la variable Satisfaction ;
- Raison est une variable avec un lien vers Satisfaction, de fonction croissante ou décroissante. L'argument est alors dit, respectivement, positif ou négatif.

**Notion d'option.** Trois options se présentent dans le cas d'étude considéré : choisir la culture de blé dur seul, de légumineuse seule, ou de la culture associée. Chaque option peut être représentée, dans le modèle numérique, par un paramètre booléen prenant la valeur 1 si l'option est réalisée, 0 sinon. Le modèle de simulation obtenu est représenté dans la figure 2.

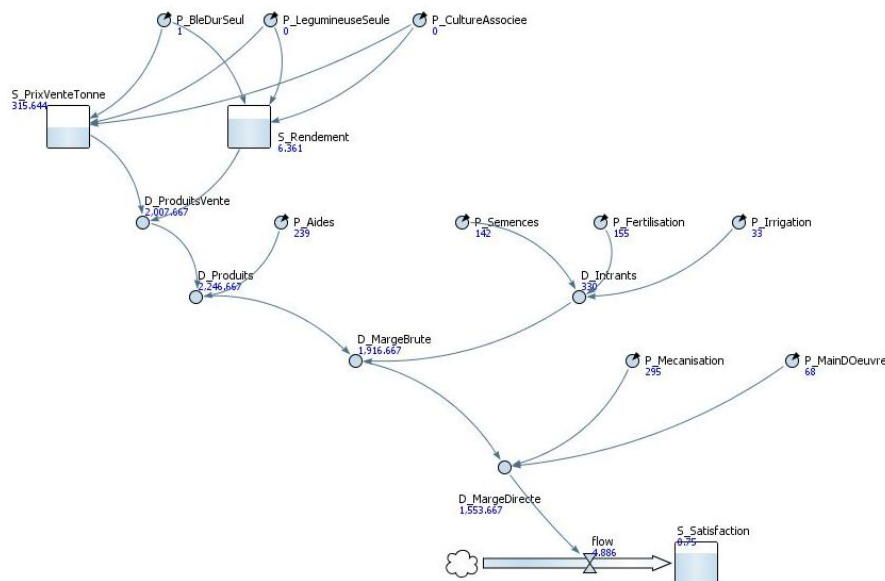


FIG. 2 – Simulation en dynamique des systèmes (outil Anylogic)

Partant de ce modèle de simulation, nous pouvons étudier l'évolution de la satisfaction (dernier stock en bas de la figure 2) suivant différents scénarios correspondant aux 3 options mentionnées ci-dessus. La valeur de chaque variable est indiquée sous le nom de la variable correspondante. La simulation de la figure 2 illustre l'un de ces scénarios, où l'option considérée est la culture de blé dur seul, représentée par le paramètre booléen  $P\_BleDurSeul$  fixé à 1 (0 pour les deux autres options). Le but (valeur de la variable  $S\_Satisfaction$ ) est de 0.75 pour l'année simulée. La variable  $D\_MargeDirecte$ , qui a un lien entrant et de fonction croissante vers la variable  $S\_Satisfaction$ , est une raison pour soutenir l'option. L'argument est donc positif.

## 5 Conclusion

Cet article a introduit une connexion entre deux formalismes, l'un qualitatif (l'argumentation), l'autre quantitatif (la dynamique des systèmes), se complétant pour faciliter la prise de décision en combinant explication d'une part et simulation numérique de scénarios d'autre part. Notre approche a la spécificité d'associer des modèles qui n'ont jamais été combinés dans

la littérature. Nous avons mis en évidence l'articulation entre ces modèles, en nous appuyant sur la définition d'un argument comme un triplet composé d'une raison, d'un but et d'une option. La 4e étape de l'approche, qui consiste à comparer les résultats des simulations pour évaluer l'impact de chaque décision, est en cours et se poursuivra par une phase interactive avec les acteurs du système. Enfin l'enrichissement des modèles sera approfondi par l'étude de la relation d'attaque, mais aussi par la notion de préférence.

## Références

- Amgoud, L. et H. Prade (2009). Using arguments for making and explaining decisions. *Artif. Intell.* 173(3-4), 413–436.
- Bédoussac, L. (2009). *Analyse du fonctionnement des performances des associations blé dur-pois d'hiver et blé dur-féverole d'hiver pour la conception d'itinéraires techniques adaptés à différents objectifs de production en systèmes bas-intrants*. Ph. D. thesis, Univ. Toulouse.
- Bourguet, J.-R., R. Thomopoulos, M.-L. Mugnier, et J. Abécassis (2013). An artificial intelligence-based approach to deal with argumentation applied to food quality in a public health policy. *Expert Systems with Applications* 40(11), 4539–4546.
- Dung, P. M. (1995). On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and  $n$ -person games. *Artificial Intelligence* 77, 321–357.
- Forrester, J. (1971). Counterintuitive behavior of social systems. *Tech. Review* 73(3), 52–68.
- Harman, G. (2004). Practical aspects of theoretical reasoning. In A. R. Mele et P. Rawling (Eds.), *The Oxford Handbook of Rationality*, pp. 45–56. New York : Oxford University Press.
- Johnson, T. G., J. Bryden, , K. Refsgaard, et S. A. Lizárraga (2008). A system dynamics model of agriculture and rural development : The topmard core model. In *Proc. 107th EAAE Seminar "Modelling of Agricultural and Rural Development Policies"*, 13p.
- Magrini, M.-B., P. Triboulet, et L. Bédoussac (2013). Pratiques agricoles innovantes et logistique des coopératives agricoles. une étude ex-ante sur l'acceptabilité de cultures associées blé dur-légumineuses. *Economie Rurale* 338, 25–45.
- Savage, L. J. (1972). *The Foundations of Statistics* (2nd revised ed.). NY : Dover Pub.
- Tamani, N., P. Mosse, M. Croitoru, P. Buche, V. Guillard, C. Guillaume, et N. Gontard (2015). An argumentation system for eco-efficient packaging material selection. *Computers and Electronics in Agriculture* 113, 174–192.
- Thomopoulos, R., M. Croitoru, et N. Tamani (2015). Decision support for agri-food chains : A reverse engineering argumentation-based approach. *Ecological Informatics* 26(2), 182–191.

## Summary

Making a decision involving several stakeholders with different objectives requires to take into account qualitative as well as quantitative information: the stakeholders' preferences on the decisions, the parameters they considered as indicators. This paper deals with the combination of qualitative and quantitative approaches. The qualitative model we consider is argumentation. The quantitative one is systems dynamics, which allows scenario simulation. The paper studies the connections between both formalisms. A case study in agronomy is presented.