

# Modéliser le fonctionnement d'exploitations agricoles de polyculture élevage pour une démarche de conseil. Cas de la zone cotonnière de l'ouest du Burkina Faso

Nadine Andrieu, Patrick Dugue, Pierre-Yves Le Gal, Noémie Schaller

► **To cite this version:**

Nadine Andrieu, Patrick Dugue, Pierre-Yves Le Gal, Noémie Schaller. Modéliser le fonctionnement d'exploitations agricoles de polyculture élevage pour une démarche de conseil. Cas de la zone cotonnière de l'ouest du Burkina Faso. L. SEINY-BOUKAR, P. BOUMARD. Savanes africaines en développement : innover pour durer, Apr 2009, Garoua, Cameroun. Cirad, 10 p., 2010. <cirad-00471483>

**HAL Id: cirad-00471483**

**<http://hal.cirad.fr/cirad-00471483>**

Submitted on 8 Apr 2010

**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.

# Modéliser le fonctionnement d'exploitations agricoles de polyculture élevage pour une démarche de conseil

## Cas de la zone cotonnière de l'ouest du Burkina Faso

Nadine ANDRIEU\*, Patrick DUGUE\*\*, Pierre-Yves LE GAL\*\*, Noémie SCHALLER\*\*\*

\*Cirades Bobo-Dioulasso, Burkina Faso – nadine.andrieu@cirad.fr

\*\*Umr Innovation – Cirad, Avenue Agropolis, Montpellier, F-34398, France

\*\*\*Umr Systèmes agraires et développement, activités, produits et territoires, Sadapt –  
AgroParisTech, BP 01, 78850 Thiverval-Grignon, France

**Résumé** — Cette communication vise à montrer l'intérêt d'une méthode de conseil pour le pilotage stratégique des exploitations agricoles, en cours d'élaboration dans l'Ouest du Burkina Faso. Cette méthode s'appuie sur la modélisation du fonctionnement technico-économique des exploitations. La communication présente la structure du modèle en sept modules : ressources de l'exploitation, système de culture, système d'élevage, ration, production de fumure organique, fertilisation, économie de l'exploitation. Elle montre ensuite comment il peut être utilisé pour évaluer des scénarios d'évolution au sein d'une exploitation : réduction de la surface en coton, intégration d'une sole fourragère et d'un atelier d'embouche bovine. La situation initiale de l'exploitation est comparée aux scénarios en termes économiques (bilan vivrier, revenu, etc.) et techniques (bilan minéral partiel, disponibilité en fumure organique). La dernière partie de la communication permet de discuter des perspectives d'utilisation du modèle dans une démarche expérimentale de conseil transférable à moyen terme à des conseillers agricoles.

**Abstract** — *Modelling the function of polyculture and livestock farming systems for an advisory approach. The case of the western cotton zone in Burkina Faso.* The purpose of the communication is to demonstrate the value of an advisory approach for the strategic management of farming systems, being developed in the west of Burkina Faso. The method is based on the modelling of the techno-economic function of farms. The communication presents the model's structure, which comprises seven modules: farm resources, cropping systems, livestock systems, animal feeding, production of organic manure, fertilisation and farm economics. It then shows how the model can be used to evaluate scenarios of change on a farm: decreasing the cotton crop, introducing fodder crops and cattle fattening. The initial farm situation is compared to the scenarios in economical (income, food crop assessment, etc.) and technical terms (partial nutrient balance, availability of organic manure). The last part of the communication discusses the model's potential for future use in an experimental advisory approach that can be transferred to agricultural advisers in the medium term.

## Introduction

En zone cotonnière ouest-africaine, la pression démographique contribue à l'accroissement des surfaces cultivées et des effectifs animaux. Cela s'est traduit par la disparition de la jachère, la réduction de la végétation arborée et des zones de parcours, et par des conflits croissants entre agriculteurs et éleveurs entraînant une baisse du niveau de productivité des systèmes de production (Dugué *et al.*, 2004). En parallèle, la récente baisse du prix mondial du coton et l'augmentation régulière du prix des intrants remettent aussi en question le fonctionnement des exploitations.

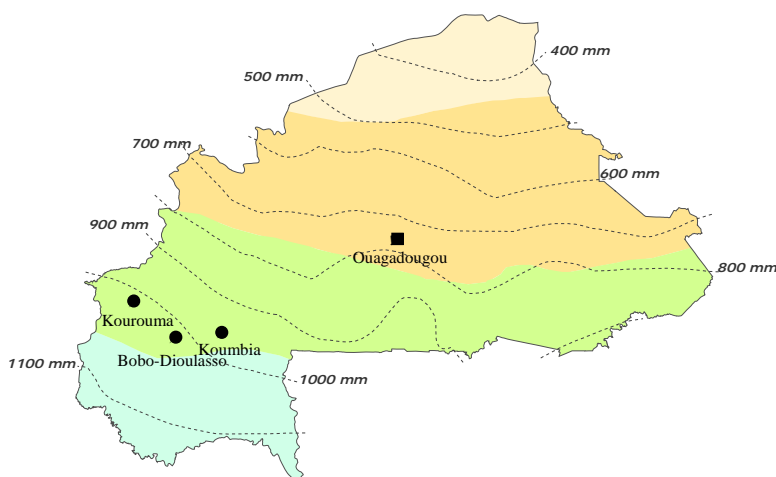
Dans ce contexte, un enjeu pour la recherche agronomique est d'élaborer des outils de conseil à la fois simples et à même de mesurer les impacts de scénarios de changement sur le fonctionnement et les performances des unités de production (UP). En effet, les outils disponibles sont ou qualitatifs et descriptifs (Faure et Kleene, 2004), ou trop complexes pour être opérationnels avec les producteurs et les conseillers (McCown *et al.*, 1996) ou spécifiques aux échelles territoriales ou villageoise (Hahn *et al.*, 2005).

Nous présentons dans cette communication une méthode de conseil en cours d'élaboration dans l'Ouest du Burkina Faso, articulante une bonne connaissance empirique des pratiques et des stratégies paysannes avec un outil de modélisation du fonctionnement technico-économique des UP. Après une description de l'outil de modélisation, un exemple de simulation illustre la démarche en cours de développement. Les résultats des simulations permettent d'alimenter la réflexion à mener avec le chef d'exploitation sur les opportunités d'un changement d'orientation stratégique à l'échelle de son exploitation. L'utilisation future du simulateur dans une démarche expérimentale de conseil transférable à moyen terme à des conseillers agricoles est discutée en fin de communication.

## Matériel et méthode

Cette étude a été menée à Koumbia (4°24'010 ouest ; 12°42'207 nord) et Kourouma (30°45'59'' ouest ; 12°87'29'' nord), villages situés dans le bassin cotonnier du Burkina Faso (figure 1) où l'on distingue trois grands types de producteurs (Blanchard, 2005) :

- les agriculteurs (70 % des UP) cultivent le coton destiné à la vente et les céréales pour la consommation familiale ; 70 % d'entre eux possèdent des animaux de trait ;
- les éleveurs (10 % des UP) cultivent des céréales pour l'autoconsommation, mais tirent leur revenu des troupeaux de ruminants ;
- les agro-éleveurs (20 % des UP) forment un type émergent issu de la sédentarisation des éleveurs ou de l'acquisition de cheptel par les agriculteurs pour diversifier les sources de revenus.



**Figure 1.** Localisation des deux villages d'étude.

La construction du modèle a suivi une démarche en trois étapes :

- construction du modèle conceptuel à partir de l'analyse du fonctionnement technico-économique d'un échantillon d'exploitations de Koumbia représentatives de la diversité des systèmes (2 éleveurs, 2 agriculteurs, 2 agro-éleveurs) ;
- développement du modèle ;
- validation du modèle à dire d'experts.

L'analyse du fonctionnement des systèmes de production s'est focalisée sur six composantes reflétant les interactions entre systèmes de culture et d'élevage au sein des exploitations :

- constitution des assolements ;
- gestion de l'installation des cultures ;
- gestion de la fertilisation des cultures ;
- allotement des animaux ;
- alimentation des lots d'animaux ;
- gestion de la matière organique produite par les animaux.

Cette analyse a permis de préciser le pas de temps du modèle et son niveau de simplification et de détail, en mettant en évidence les caractéristiques majeures des systèmes étudiés.

Le développement du modèle s'est fait sous Excel, dont le langage est plus vite maîtrisé que d'autres langages et permet par conséquent d'aboutir à un prototype fonctionnel en très peu de temps. Excel est de plus facilement accessible pour des conseillers de gestion amenés à jouer le rôle d'interface entre producteurs et chercheurs.

Le modèle a été validé par confrontation en demandant à des experts (producteurs, conseillers de Koumbia et Kourouma) si les sorties du modèle semblaient cohérentes avec la connaissance qu'ils ont du système modélisé (Coquillard et Hill, 1997). Cela a permis d'associer les acteurs de terrain dans la phase de développement du modèle et favorise leur appropriation de l'outil.

## Résultats

### Le modèle conceptuel

#### *Principes généraux*

Le fonctionnement d'une exploitation de polyculture-élevage est représenté sous la forme de sept modules en interrelation (figure 2) inspirés des six composantes de gestion analysées par enquête.

Le modèle étant destiné à être utilisé dans une démarche de conseil transférable à moyen terme, le choix a été fait de disposer d'un outil peu exigeant en données d'entrées et facile à calibrer.

Les processus biophysiques sont pour la plupart représentés par des paramètres issus de la littérature (rendements grains ou pailles des cultures obtenus dans la région) ou modélisés à partir de coefficients génériques (reproduction des bovins ou des petits ruminants). Cette simplification permet de s'affranchir d'une simulation fine des processus biophysiques souvent exigeante en données de base (Tittonell *et al.*, 2007) dont le coût et la durée d'acquisition sont peu compatibles avec des démarches de conseil.

De plus, afin de tenir compte d'une large gamme de stratégies de décisions et non pas simplement de celles que le modèle est capable de simuler, les variables décisionnelles identifiées ne sont pas simulées mais constituent des entrées du simulateur (proportions de résidus récoltés, animaux achetés ou vendus, quantités d'engrais épandues...) contrairement à d'autres modèles (Romera *et al.*, 2004). Ce choix de modélisation va dans le sens d'une exploration plus large des stratégies possibles et envisagées par le producteur.

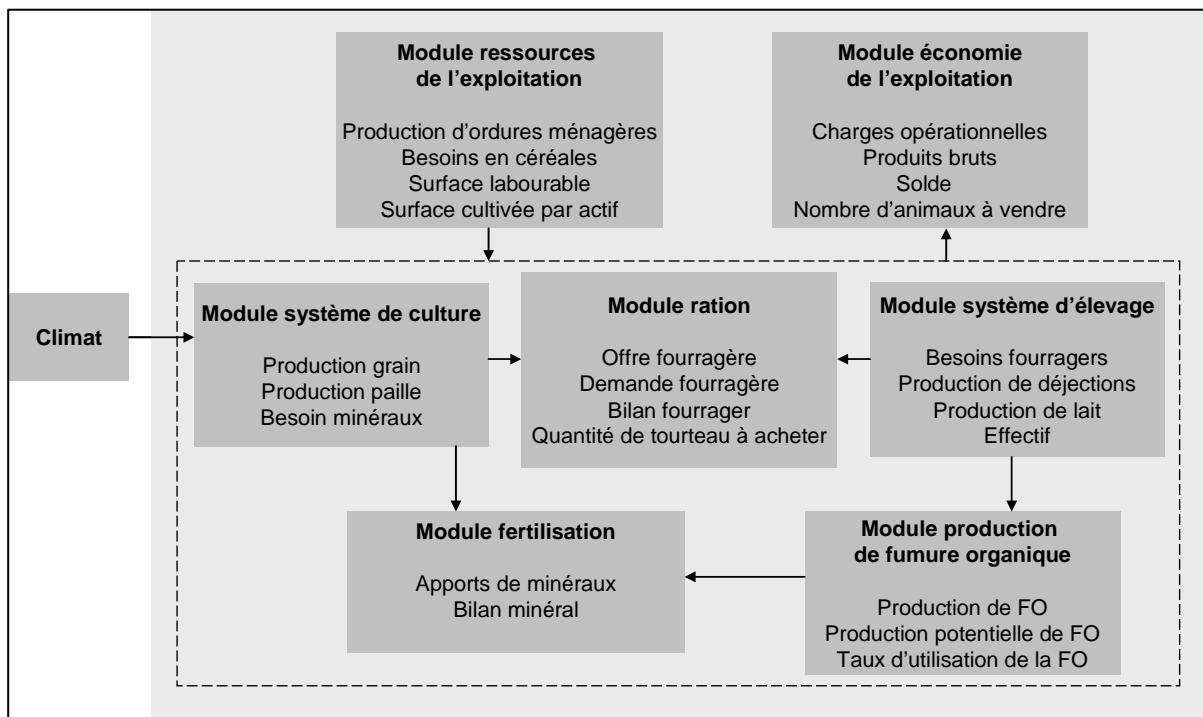
Les décisions considérées sont d'ordre tactique (planification à l'année) ou stratégique (décisions d'investissement, nouvelle production, dimensionnement) avec l'hypothèse que les producteurs planifient leurs décisions sur des pas de temps plus ou moins longs, en fonction des objectifs qu'ils se fixent.

Le principe général de la modélisation adoptée consiste à calculer des bilans entre offre et demande en ressource (par exemple entre offre fourragère et besoins du troupeau) afin de détecter les éventuels déséquilibres liés à un scénario, puis à en évaluer les performances économiques en fonction des niveaux de productivité végétale et animale permis par ces bilans. Trois bilans sont ainsi évalués par le modèle : fourrager, minéral et céréalier.

Le modèle fonctionne à un pas de temps saisonnier, l'année étant divisée en trois saisons :

- la saison des pluies (1<sup>er</sup> mai - 31 octobre), période de production de la biomasse végétale, les besoins fourragers sont globalement couverts par les fourrages hors exploitation ;
- la saison sèche froide (1<sup>er</sup> novembre - 28 février), période de vaine pâture, les fourrages sont considérés comme non limitants ;
- la saison sèche chaude SSC (1<sup>er</sup> mars - 30 avril) où les pâturages sont quasiment épuisés. Les stocks fourragers constitués lors des deux saisons précédentes et les concentrés achetés à l'extérieur sont distribués à cette période.

Le modèle simule le fonctionnement technico-économique des exploitations pour trois types d'années climatiques (Vall *et al.*, 2008), définis par l'abondance et la répartition des pluies : favorable (type 2004), moyen (type 2006) et défavorable (2007).



**Figure 2.** Le modèle conceptuel.

### **Les différents modules**

#### *Module ressources de l'exploitation*

Les variables d'entrées de ce module sont le nombre de bouches à nourrir, le nombre d'actifs, le nombre de charrues, le nombre de tracteurs, la surface cultivée et les capacités maximales de stockage de la fumure organique dans une fosse et des résidus de culture.

Ce module calcule les besoins annuels en céréales pour la famille en fonction des besoins annuels par personne (Blanchard, 2005) et du nombre de bouches à nourrir de l'exploitation. Cette donnée est utilisée pour le calcul du bilan céréalier par confrontation aux sorties du module « système de culture ».

Le module calcule également la quantité d'ordures ménagères produites (utilisée par le module « production de fumure organique ») en fonction de la production annuelle d'ordures par personne et du nombre de bouches à nourrir. Le modèle calcule en outre la surface labourable (fonction du nombre d'actifs, de charrue et de bœufs de trait) et la surface cultivée par actif. Ces variables ne rentrent pas dans le calcul de bilans mais ont été souhaitées par les acteurs de terrain pour estimer le taux d'utilisation de la force de travail disponible.

#### *Module système d'élevage*

Cinq lots d'animaux sont considérés : bœufs de trait (BdT) ; bovins d'élevage (BE) ; vaches laitières (VL) ; petits ruminants (PR) ; bovins d'embouche (Emb). Au sein de chaque lot les animaux sont considérés identiques.

Pour chaque lot les entrées à renseigner par l'utilisateur sont les effectifs en début de simulation et le nombre d'animaux achetés et vendus par saison.

Le module calcule les effectifs saisonniers de chaque lot en fonction des achats et ventes d'animaux, du taux de mortalité et du nombre d'animaux produits. Ce dernier est lui-même fonction du taux de mortalité à la naissance et de l'intervalle entre deux vêlages chez les vaches ou les petits ruminants.

La quantité saisonnière de lait produite (pour les VL) est fonction de la durée de la saison, de l'effectif du lot et du niveau de production par vache (paramètre variable en fonction de la saison).

Le module calcule aussi la quantité potentielle de déjections produites par lot et par saison en fonction de la durée de la saison, de l'effectif saisonnier du lot et de la quantité de déjections nocturnes produite par UBT. Cette variable est ensuite utilisée dans le module « production de fumure organique ».

Le module calcule enfin les besoins fourragers en UF et MAD des lots en fonction de leur effectif et de leur besoin individuel (paramètre variant en fonction du type d'animal et de son état physiologique, entretien ou lactation) utilisés dans le module « ration ».

#### *Module système de culture*

Cinq catégories de cultures sont prises en compte : coton, maïs, sorgho, cultures secondaires à cycle court (représentées par le niébé) et cultures fourragères (représentées par le niébé fourrager).

L'utilisateur renseigne le type d'année climatique, la surface de chaque culture et la proportion de résidus récoltés pour le maïs, sorgho et les cultures secondaires.

Le module calcule les récoltes grains du coton, maïs, sorgho et cultures secondaires en fonction de leur rendement grains (variable suivant le type d'année climatique choisi) et de leur surface. Cela permet de calculer dans le module « économie de l'exploitation » le produit brut agricole, et d'évaluer le stock de céréales disponibles pour la famille pour calculer le bilan céréalier.

Les récoltes de pailles du maïs, sorgho, cultures secondaires et cultures fourragères sont calculées en fonction des surfaces, rendements paille et proportions de résidus récoltés et permettent de calculer les stocks fourragers. Cette variable est utilisée dans le module « ration ».

Le module calcule enfin le besoin en éléments minéraux N P et K de chaque culture en fonction de leur exportation pour alimenter le module « fertilisation ».

#### *Module ration*

Ce module n'est activé qu'en SSC. Quatre types d'aliments sont modélisés : pailles de céréales (maïs et sorgho), fanes de niébé, cultures fourragères stockées en sec (fanés de niébé fourrager), et aliments concentrés (tourteau de coton TdC).

L'utilisateur précise en entrée si les lots d'animaux sont complémentés ou pas.

Le module calcule alors la demande fourragère en fonction des lots complémentés, et l'offre fourragère en UF et MAD en fonction des quantités stockées et de leur valeur fourragère.

Le module calcule alors un bilan en UF et MAD : si ces bilans se révèlent négatifs, le module calcule l'équivalent en TdC à acheter pour combler le déficit fourrager.

#### *Module production de fumure organique*

La production de fumure organique correspond au fumier de fosse (déjections nocturnes, ordures ménagères et refus de résidus de cultures) ou à la poudrette issue du parcage nocturne des animaux sur les parcelles.

L'utilisateur précise néanmoins par saison si les déjections des différents lots sont affectées à une modalité de production de fumure organique ou non.

Les variables d'entrées utilisées par ce module sont les variables de sorties des modules « système de culture », « ressources de l'exploitation » et « système d'élevage ». Il calcule alors en fonction de la quantité de résidus stockés, des ordures ménagères et des déjections produites la production de fumure de chaque modalité.

La variable QFOtot somme la quantité de FO produite par les deux modalités. La variable TxUtiFO correspond au ratio entre QFOtot et la production annuelle potentielle de FO (en considérant que les déjections nocturnes de tous les lots d'animaux sont valorisées).

#### *Module fertilisation*

Le modèle calcule les quantités d'éléments minéraux apportées à chaque culture en fonction des doses de NPK et d'urée épandues sur les cultures fertilisées et précisées par l'utilisateur et des compositions des engrais.

La FO est épandue de façon prioritaire sur le maïs, à raison de 6 t/ha maximum, puis le surplus éventuel est épandu d'abord sur le coton et enfin sur le sorgho (maximum de 6 t/ha également). Le module calcule comme précédemment les apports d'éléments fertilisants d'origine organique pour chaque culture

Le module calcule enfin un bilan minéral NPK par culture en faisant la différence entre les besoins minéraux de chaque culture calculés par le module « système de culture » et les apports d'engrais minéraux et organiques (et la fixation symbiotique des légumineuses). Le bilan est donc partiel puisqu'il ne prend en compte ni les apports minéraux par poussières, eaux de pluies, et minéralisation de la matière organique du sol, ni les pertes minérales par lixiviation, ruissellement, érosion et volatilisation.

## Module économie de l'exploitation

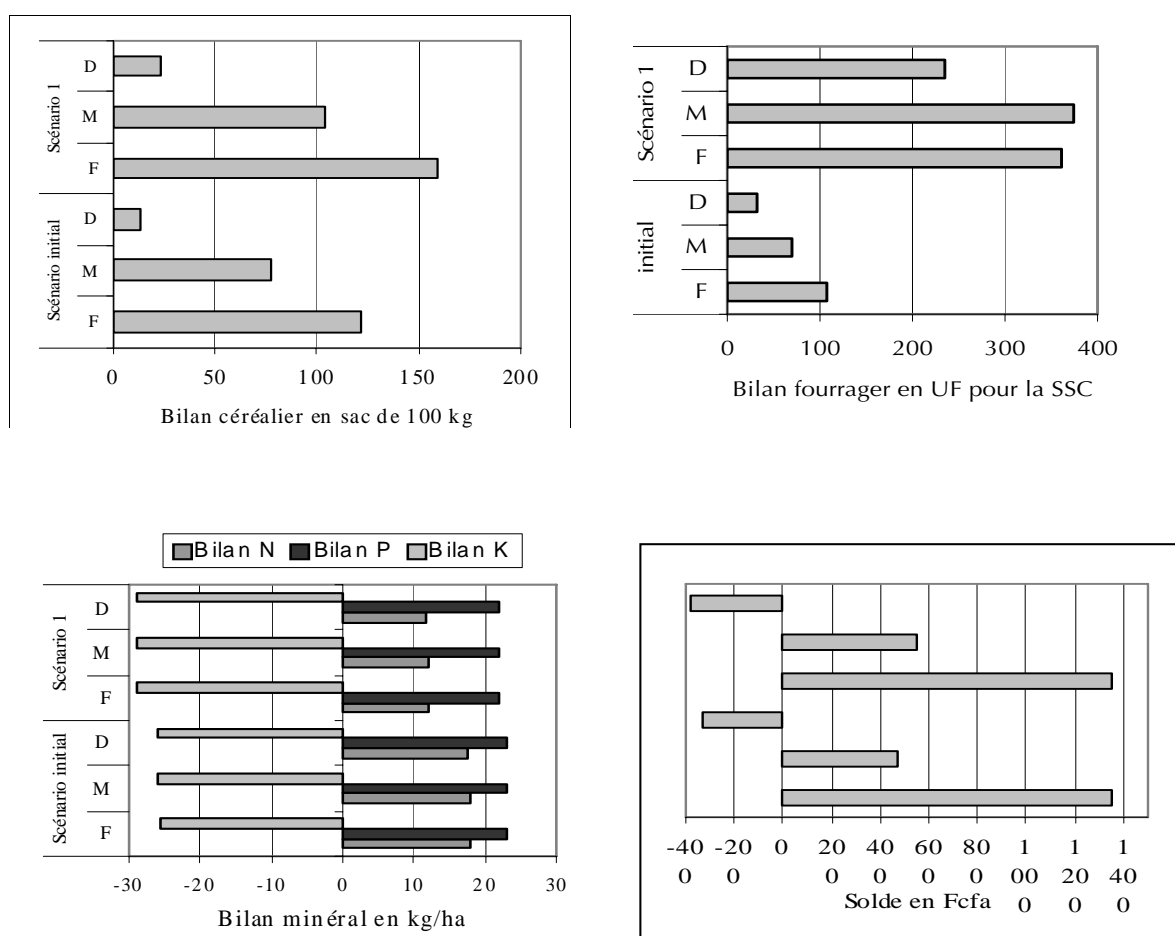
L'utilisateur indique la quantité de maïs à mettre en réserve en plus des besoins familiaux (réserve de sécurité). Il renseigne également le prix d'achat des différents types d'intrants, les quantités achetées (hormis les quantités de tourteau calculées par le modèle) et le prix de vente des différentes productions (lait, viande, cultures) issues des modules « système de culture » et « système d'élevage ». Avec ces données, le module calcule les charges opérationnelles, le produit brut de chaque production et le solde monétaire de l'exploitation.

### Exemple d'utilisation du modèle

Le tableau I illustre l'utilisation du modèle sur la base de deux scénarios d'évolution d'une UP. Compte tenu de la baisse du prix du coton et de l'augmentation du prix des intrants, l'agriculteur va partir d'une hypothèse de réduction de moitié de la sole cotonnière, et construire avec l'aide du modèle et du conseiller, un système de production alternatif. Le scénario 1, dont les principales caractéristiques sont fournies au tableau I, est une des possibilités dans laquelle la surface libérée a été réaffectée en majorité au maïs et dans une moindre mesure aux cultures fourragères.

Aucune modification de la conduite du système d'élevage n'est considérée. En SSC, si les fourrages stockés sont insuffisants, le producteur complémente la ration des BdT avec du TdC. La FO produite par les animaux sous forme de terre de parc est valorisée sur le maïs.

Le scénario 1 permet une amélioration du bilan alimentaire de l'exploitation (figure 3). Cela s'explique par l'augmentation de la surface et donc de la quantité de maïs récoltée (+1 t, +2,6 t et +3,7 t pour une année respectivement défavorable, moyenne, et favorable). Grâce aux 0,5 ha supplémentaires de cultures

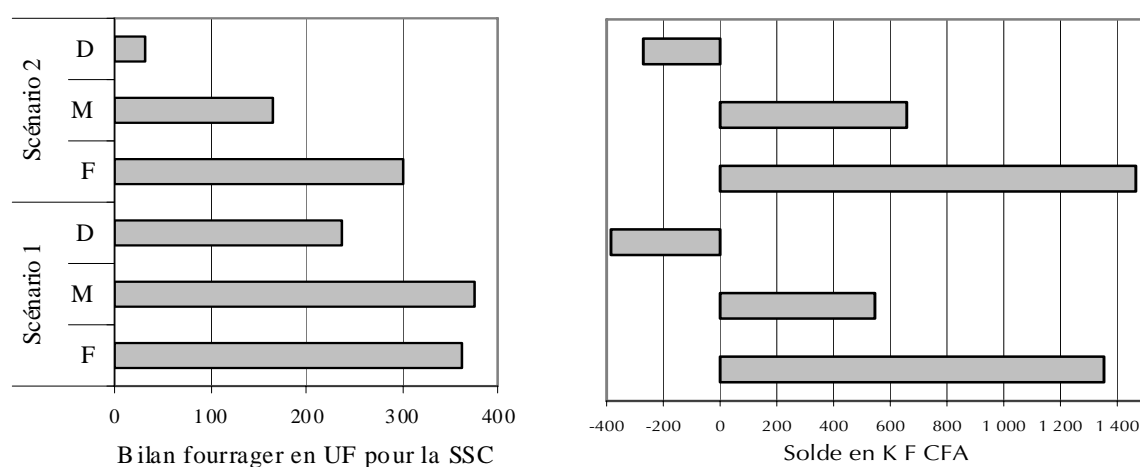


**Figure 3.** Bilans de la situation initiale et du scénario 1 pour trois années climatiques (D défavorable, M Moyenne, F favorable).

fourragères, le bilan fourrager est également nettement amélioré, puisque l'excédent en UF est multiplié par un facteur 3 à 7 suivant le type d'années climatiques. Cela s'explique par l'augmentation de la part de fourrages de qualité dans le stock fourrager total (légumineuses fourragères plus énergétiques que les pailles de céréales : 0,64 vs. 0,35 UF/kg MS). Cet excédent pourrait donc servir à l'affouragement d'animaux supplémentaires.

En revanche, le scénario 1 entraîne une réduction de la fertilisation organique. Le producteur doit épandre une quantité de FO inchangée sur une surface en maïs plus grande d'un hectare, d'où une quantité moindre de déjections apportée par hectare (de l'ordre de -400 kg/ha) et une légère détérioration du bilan minéral, même s'il reste positif pour N et P. De plus, en cas d'année défavorable, les mauvais rendements aboutissent à un solde inférieur à celui calculé en situation initiale.

Pour améliorer ses performances, le producteur peut tester un second scénario (tableau 1). Afin de valoriser le surplus de fourrages de qualité issus de la sole fourragère introduite dans le scénario 1, il teste dans le scénario 2 l'introduction d'un atelier d'embouche de saison sèche et le doublement de sa capacité de stockage de fourrages. Il achète alors 1 BE, et 2 bovins d'embouche qu'il revend en fin de SSC.



**Figure 4.** Bilans des scénarios 1 et 2 pour trois années climatiques ((D défavorable, M Moyenne, F favorable).

Avec ce scénario 2, l'assolement et les récoltes, et donc le bilan alimentaire sont inchangés. Le bilan minéral n'est quasiment pas modifié du fait de la production de FO supplémentaire par les deux bovins d'embouche (+ 10 kg de fumier épandu /ha maïs). En revanche, le bilan fourrager est nettement moins excédentaire que dans le scénario 1 (figure 4) : même si le stockage de fourrages a doublé (4,5 t vs. 2,25 t), la présence d'animaux supplémentaires en SSC a permis de valoriser les UF disponibles. Ainsi, l'excédent en UF chute respectivement de 17 %, 56 % et 87 % en année favorable, moyenne et défavorable. Le bilan fourrager tend à s'équilibrer, surtout en année défavorable.

Enfin, ce scénario permet une amélioration du fonctionnement économique de l'exploitation. Si les composantes du bilan liées aux cultures ne changent pas, le bilan de l'activité d'élevage est nettement amélioré : il passe de -74 650 à + 38 000 Fcfa, soit une augmentation de 112 650 Fcfa par année grâce à la revente des deux bovins embouchés. Le solde croît ainsi respectivement de 8 %, 21 % et 29 % pour une année favorable, moyenne et défavorable. Le scénario 2 permet donc dans une certaine mesure de sécuriser les revenus de l'exploitation, même si le solde reste négatif en année défavorable.

On voit donc comment avec des itérations successives on peut accompagner le projet de transformation d'une exploitation agricole confrontée aux évolutions de son environnement économique et climatique. Ainsi pour améliorer le bilan minéral on pourrait imaginer un troisième scénario où la production de FO serait à base de fumier (à partir de déjections bovines et de refus de résidus de culture) plus riche en éléments minéraux et organiques que la poudrette de parc.



**Tableau I.** Modifications apportées à la situation initiale.

Caractéristiques de l'exploitation	Unités	Situation initiale	Scénario 1	Scénario 2
Nombre maximum de charrettes (petit plateau) de pailles que l'exploitant peut stocker	en charrettes	15	15	30
Surface coton (ha)	en ha	3	1,5	1,5
Surface maïs (ha)	en ha	3,5	4,5	4,5
Surface sorgho (ha)	en ha	2	2	2
Surface cultures secondaires (ha)	en ha	1	1	1
Surface cultures fourragères (ha)	en ha	0,25	0,75	0,75
Nombre global de bovins achetés		2	2	1
Nombre global de bovins vendus		1	1	0
Nombre de bovins d'embouche achetés		0	0	2
Nombre de bovins d'embouche vendus		0	0	2
Montant annuel des frais vétérinaires	en F CFA	16 650	16 650	20 000
Montant annuel des frais de sel pour les animaux	en F CFA	15 000	15 000	19 000
Nombre de litres d'herbicide coton CotonDom achetés	en L	5	2,5	2,5
Nombre de litres d'herbicide maïs Altram achetés	en L	15	18	18
Nombre de litres d'insecticides 1er type achetés	en L	12	6	6
Nombre de litres d'insecticides 2e type achetés	en L	6	3	3

## Discussion : apports de l'outil par rapport aux démarches existantes

Cette démarche de conseil en cours de construction s'intègre dans l'ensemble des démarches de conseil « global » à l'exploitation, aussi dénommées « conseil de gestion » ou « conseil à l'exploitation familiale » (Faure *et al.*, 2007). Ce type de conseil concerne à priori toutes les activités de l'exploitation mais, à la demande des producteurs ou des organismes de vulgarisation qui le financent, il peut privilégier certaines questions et donc certaines composantes du système de production. Ainsi Defoer *et al.* (2000) ont développé une méthode de conseil pour améliorer la gestion de la fertilité du sol en valorisant les ressources disponibles dans des exploitations au Kenya et au sud du Mali.

Ces méthodes privilégient l'acquisition par les producteurs d'outils de gestion formalisés complémentaires de leurs pratiques gestionnaires habituelles : l'enregistrement dans un cahier ou sur des fiches d'un programme prévisionnel pour chaque sole et atelier, le relevé des quantités et coûts des intrants pour chaque parcelle par exemple, une cartographie simplifiée du parcellaire facilitant le dialogue avec le conseiller. Lorsque les engagements financiers sont importants et font recours au crédit, une méthode simplifiée de comptabilité est proposée au producteur.

La démarche de conseil à l'exploitation de polyculture élevage en cours d'élaboration dans l'ouest du Burkina Faso intégrera à terme les mêmes outils, mais elle y ajoute un outil de modélisation et d'évaluation des performances de l'exploitation, alimentant la réflexion du producteur sur les évolutions stratégiques et tactiques de son système de production. La modélisation apporte deux avantages.

- Le fait d'évaluer des performances techniques (bilan de fertilité, etc.) et économiques (solde monétaire) sans avoir besoin de mettre en œuvre les innovations ou les changements programmés dans les scénarios d'évolution. Mais il s'agit plutôt d'ordres de grandeur et de tendances et non de données précises sur ces performances.
- La possibilité de faire varier les résultats en fonction de scénarios climatiques probables afin d'estimer le risque que le producteur va prendre en modifiant ses choix et stratégies technico-économiques.

Les démarches actuelles de conseil de gestion pour les exploitations agricoles reposent sur l'évaluation *ex post* des performances obtenues ce qui amène le producteur à réviser ses choix et stratégies mais ne permettent pas de faire l'exercice de prospective. De plus, ces démarches ne mettent pas en relation les différentes composantes du système de production tel que décrit dans la présentation de l'outil de modélisation.

Pour le moment ces démarches « classiques » de conseil de gestion sont basées sur un cycle annuel de production. Le recours à la modélisation permet au contraire de travailler sur une série de cycles annuels et ainsi d'anticiper l'impact d'effets cumulatifs sur plusieurs années.

L'expérimentation de la démarche de conseil intégrant l'outil de modélisation n'est pas encore assez avancée pour évaluer la capacité des acteurs – producteurs, conseillers agricoles – à manipuler cet outil et surtout à valoriser les sorties obtenues. Les conseillers qui ont participé à sa mise au point sont motivés pour l'utiliser dans des situations réelles de conseil. Il reste à mener à bien cette expérimentation durant au moins deux cycles annuels de production afin de l'améliorer et d'évaluer son adoption et son intérêt pratique pour les producteurs et les conseillers.

Le suivi et l'évaluation de la mise en application de cette démarche fourniront des données de terrain pouvant être comparées aux données simulées. Il s'agira donc de mener une validation subjective en évaluant la capacité de l'outil à accompagner la réflexion du producteur et une validation de répétitivité (Coquillard et Hill, 1997) en comparant les sorties du modèle à la réalité.

## Conclusion

En Afrique de l'Ouest, face à la pression croissante sur les ressources agrosylvopastorales et les mutations du contexte économique, il convient de renouveler les méthodes de conseil pour le pilotage stratégique des exploitations. Cette communication montre comment à partir d'une modélisation simplifiée du fonctionnement de l'exploitation il est possible d'aider le producteur à améliorer la définition d'un scénario de transformation de son exploitation. Le modèle permet en effet une comparaison en termes techniques (bilans fourrager et minéral) et économiques (solde monétaire, bilan vivrier) de la situation actuelle de l'exploitation au scénario souhaité. Cette démarche de conseil repose sur les mêmes principes de base que d'autres approches testées dans la région mais permet d'améliorer l'analyse prospective de scénarios innovants et de tenir compte des effets de différents types d'années climatiques. Le modèle présenté dans cette communication est le premier prototype élaboré dans le cadre du projet. Son utilisation durant la campagne 2009 pourra permettre de poursuivre son processus de validation. La prise en compte des effets du climat et de la fertilisation sur les rendements doit notamment être améliorée.

## Références bibliographiques

BLANCHARD M., 2005. Relations agriculture élevage en zone cotonnière : territoire de Koumbia et Waly. Burkina Faso, Université de Paris XII, 62 p.

COQUILLARD P., HILL D.R.C., 1997. Modélisation et simulation d'écosystèmes, des modèles déterministes aux simulations à événements discrets. MASSON, 273 p.

DEFOER T., BUDELMAN A., 2000. Managing soil fertility in the tropics. A resource guide for participatory learning and action research. KIT, CTA, IIED, IER, Amsterdam, 3 vol.

DUGUÉ P., VALL E., KLEIN H.D., ROLLIN D., LECOMTE P., 2004. Evolution des relations entre l'agriculture et l'élevage dans les savanes d'Afrique de l'Ouest et du Centre. OCL, 11 (4) : 268-76.

FAURE G., KLEENE P., 2004. Lessons from New Experiences in Extension in West Africa: Management advice for family farms and farmers' governance. The Journal of Agricultural Education and Extension, 10 (1): 37-49.

FAURE G., DUGUE P., BEAUVAL V., 2007. Conseil aux exploitations familiales. *In* Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre : enjeux, caractéristiques et éléments de gestion, QUAE (ed.), p. 369-402.

- HAHN B.D., RICHARDSON F.D., HOFFMAN M.T., ROBERTS R., TODD S.W., CARRICK P.J., 2005. A simulation model of long-term climate, livestock and vegetation interactions on communal rangelands in the semi-arid Succulent Karoo, Namaqualand, South Africa. *Ecological Modelling*, 183: 211-230.
- McCOWN R.L., HAMMER G.L., HARGREAVES J.N.G., HOLZWORTH D.P., FREEBAIRN D.M., 1996. APSIM: a novel software system for model development, model testing, and simulation in agricultural systems research. *Agricultural Systems* 50: 255–271.
- OKORUWA V., JABBAR M.A., AKINWUMI J.A., 1996. Crop-Livestock competition in the West African derived Savanna: Application of a multi-objective programming model. *Agricultural Systems*, 52: 439-453.
- ROMERA A.J., MORRIS S.T., HODGSON J., STIRLING W.D., WOODWARD S.J.R., 2004. A model for simulating rule-based management of cow-calf systems. *Comput. Electron. Agric*, 42: 67-86.
- TITTONELL P., ZINGORE S., VAN WIJK M.T., CORBEELS M., GILLER K.E., 2007. Nutrient use efficiencies and crop responses to N, P and manure applications in Zimbabwean soils: Exploring management strategies across soil fertility gradients. *Field Crops Research*, 100: 348-368.
- VALL E., ANDRIEU N., DUGUÉ P., RICHARD D., TOU Z., DIALLO M.A., 2008. Evolutions des pratiques agropastorales et changements climatiques en zone soudano-sahélienne d'Afrique de l'Ouest : proposition d'un modèle conceptuel de l'interaction climat-écosystèmes de production agropastorales. *In* Atelier sous-régional : Changements climatiques et interactions élevage environnement en Afrique de l'Ouest, 11-15 février 2008, Niamey, Niger. 15 p.