

THESES & MASTERS



*Essai de simulation d'impact
des nouvelles mesures économiques
(PASA 2) sur le secteur céréalier
en Tunisie
Etude de cas : Behaya*

Master of science du CIHEAM-IAMM, n°29

Mohamed TLILI

1995

Série Thèses & Masters

Ce Master est le 29^e numéro de la série *Thèses & Masters* de l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier (voir liste en fin de volume).

Cette collection réunit les thèses *Master of Science* du CIHEAM-IAM-M ayant obtenu la mention "*Publication*", ainsi que les travaux doctoraux réalisés dans le cadre des activités scientifiques et pédagogiques de l'Institut et de ses enseignants-chercheurs.

La thèse *Master of Science* du Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes :

Essai de simulation d'impact des nouvelles mesures économiques (PASA 2) sur le secteur céréalier en Tunisie. Etude de cas : Behaya

a été soutenue par **Mohamed TLILI** en juin 1994 devant le jury suivant :

M. B. THABET,	Professeur, INA, Tunis,	Président
Mme F. JACQUET,	Enseignant-chercheur, CIHEAM/IAM, Montpellier,	Membre
M. Ph. LE GRUSSE,	Chargé d'étude, CIHEAM/IAM, Montpellier,	Membre
M. G. FLICHMAN,	Enseignant-chercheur, CIHEAM/IAM, Montpellier,	Membre

Le travail de recherche a été dirigé par M. G. FLICHMAN

Le texte a été mis en forme pour cette publication par M.-C. TIGOULET pour le Bureau des Publications de l'Institut de Montpellier.

CIHEAM
Institut Agronomique Méditerranéen
de Montpellier

Directeur : Roland PEREZ

3191, route de Mende - B.P. 5056
34033 Montpellier Cédex 1 - France
Tél. 67 04 60 00 Télex 480 783 F
Fax : 67.54.25.27

*Essai de simulation d'impact
des nouvelles mesures économiques
(PASA 2) sur le secteur céréalier
en Tunisie
Etude de cas : Behaya*

*Master of science du CIHEAM-IAMM
(soutenu en octobre 1994)*

Mohamed Tlili

CIHEAM/IAMM
collection *Thèses & Masters* n°29

1995

L'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier n'entend donner aucune approbation
ni improbation aux opinions émises dans cette thèse.

Ces opinions n'engagent que leur auteur.

TLILI (Mohamed).- Essai de simulation d'impact des nouvelles mesures économiques (PASA 2 sur le
secteur céréalier en Tunisie. Etude de cas : Behaya .- Montpellier : CIHEAM/IAMM, 1995.- 108 p. (Thèse
Master of Science, IAMM, 1994, Collection *Thèses & Masters*, n°29).

Sommaire

Introduction	1
I- Position du problème	1
1- Importance du secteur céréalier	1
2- Les politiques agricoles relatives au secteur céréalier	2
II- Problématique	4
III- Méthodologie	5
IV- La programmation linéaire	6
1- Cadre théorique de la programmation linéaire	7
2- La dualité	10
3- La prise en compte du risque dans un programme linéaire	11
Chapitre I- Présentation de la zone d'étude et typologie des exploitations agricoles	13
I- Présentation de la zone d'étude	13
1- Localisation	13
2- Caractéristiques de la zone	13
II- Typologie des exploitations agricoles	15
1- Echantillonnage	15
2- Typologie des exploitations agricoles	16
Chapitre II- Présentation et analyse des modèles des exploitations retenues	27
I- Présentation des modèles des exploitations types	27
1- La fonction économique	27
2- Les activités	27
3- Les contraintes	30
II- Analyse des modèles des exploitations retenues	33
1- Analyse du modèle d'exploitation type 1	33
2- Analyse du modèle d'exploitation type 2	38
3- Analyse du modèle d'exploitation type 3	43
4- Analyse du modèle d'exploitation type 4	48
Conclusion	53

Chapitre III- Analyse des effets des nouvelles mesures économiques sur la céréaliculture	55
I- Introduction	55
II- Présentation du modèle régional	56
1- Le métayage	56
2- Le marché de main-d'oeuvre	56
3- Le marché de traction mécanique	57
III- Analyse des résultats	57
1- Exploitation type 1	59
2- Exploitation type 2	64
3- Exploitation type 3	69
4- Exploitation type 4	73
Conclusion générale	79
Annexes	81
Bibliographie	101
Table des matières	105

Introduction

I- Position du problème (1)

L'agriculture représente encore en Tunisie, comme dans tout pays en voie de développement (PVD), un secteur économique assez important. En effet, du point de vue emploi, elle occupe près de 30% de la population active totale (M. ALLAYA, 1992). Elle contribue aussi pour 14% au produit intérieur brut (PIB). En outre, la population rurale représente, quant à elle, 40,8 % de la population totale.

Or, l'un des principaux secteurs de l'agriculture tunisienne est la céréaliculture. En raison de cette importance, le secteur céréalier a fait l'objet, surtout à partir des années 70, d'une attention particulière au niveau des politiques agricoles afin de parvenir à une bonne maîtrise de ce secteur. Dans cette introduction, nous allons essayer dans un premier temps de mettre en évidence l'importance du secteur céréalier et d'explicitier, dans un deuxième temps, les politiques agricoles relatives à ce secteur.

1- Importance du secteur céréalier

La céréaliculture est l'un des secteurs les plus importants de l'agriculture tunisienne pour les raisons suivantes :

- Les produits céréaliers, produits nationaux ou importés, entrent pour une grande part dans la composition de la ration alimentaire de chaque Tunisien. En effet, ces produits représentent 8 % à 30 % des dépenses des ménages (selon les catégories sociales : aisés/pauvres), 60 % de l'apport en calories et 71% de l'apport en protéines. Par conséquent, les produits céréaliers ont un rôle important à jouer en matière de garantie de la sécurité alimentaire du pays.

- La céréaliculture occupe en moyenne une surface se situant autour de 1,5 millions d'hectares au cours de chaque campagne agricole, soit près de 34 % du total des terres labourables estimées à 4,5 millions d'hectares. En considérant les terres en jachère, qui sont souvent des terres de grandes cultures, cette superficie représente alors près de 50 % de la surface totale cultivée. Cela met en relief l'importance des grandes cultures en général et de la céréaliculture en particulier dans l'allocation d'une ressource limitée qui est la terre.

- Le secteur céréalier est le plus grand utilisateur des intrants subventionnés. Durant la période 1975/1987, il a utilisé en moyenne environ 51 % (SAFRA.M) de l'ensemble des engrais chimiques faisant de cette spéculation la principale bénéficiaire des subventions accordées aux engrais chimiques.

- Les céréales occupent la première place dans la structure des importations alimentaires. En effet, d'après les annuaires de la FAO, le taux de croissance annuel moyen de ces importations est de 7,44 % entre 1961-65 à 86-89. Durant la décennie (80), les importations céréalières, variant en fonction de la production, ont représenté environ 45 % en moyenne du total des importations alimentaires. En fait, toute variation de la production céréalière est directement ressentie, par son impact sur la balance des paiements, au niveau du secteur économique. Prenons l'exemple de l'année 1989 qui a été marquée par la sécheresse, les instances concernées ont fait un recours massif à l'importation des produits céréaliers pour une valeur de 297 millions de Dinars soit 54 % des importations globales. En revanche, dans le cas d'une année pluvieuse telle que 1991, le taux de couverture a été de 159 %.

- Enfin, les céréales contribuent annuellement avec une moyenne de 8 % dans la production nationale brute soit encore 15 % environ de la valeur de la production agricole totale (B.B. AMAR, 1991).

Le plus important, c'est que le secteur céréalier exerce un effet d'entraînement appréciable sur d'autres activités placées en amont ou en aval de ce secteur et liées directement ou indirectement à l'agriculture. En effet, l'industrie agro-alimentaire des produits céréaliers constitue l'une des principales activités agro-industrielles qui génère une valeur ajoutée importante, les sous produits de la céréaliculture permettent de contribuer à la satisfaction des besoins du cheptel vif en alimentation, et la dynamique créée dans le milieu rural pendant les

1. Pour plus d'informations concernant ce problème, voir les travaux de M. EL-HANI. et de M. SAIDI.

saisons des labours, des semis, des épandages d'engrais et de désherbants et de récoltes sont des facteurs permettant d'apprécier l'importance du secteur dans l'économie.

2- Les politiques agricoles relatives au secteur céréalier

A- Avant le programme d'ajustement structurel agricole

Avant 1987, "la priorité accordée au développement des secteurs non agricoles dans les schémas de croissance s'est traduite tout d'abord par une désaffectation de l'agriculture pour ce qui est de l'allocation des investissements (2) et des ressources de toutes sortes. Ensuite, le rôle assigné à l'agriculture, à savoir fournir des biens alimentaires à bas prix aux consommateurs urbains..." (A. GANA, s.d.). De cette stratégie de développement découle la forte présence de l'Etat, en particulier, au niveau des différentes phases de la filière "céréales" afin de maîtriser ce secteur stratégique moyennant la fixation des prix des produits céréaliers et ceux des intrants.

En effet, en plus de la prise en charge des frais de stockage, de manutention et de transport des céréales notamment le blé, l'Etat tunisien intervient distinctement à trois stades allant de la production à la consommation : on trouve, au niveau de la production, les subventions des intrants (semences, engrais, pesticides, eaux d'irrigation, carburants,...) perçues indirectement par les agriculteurs via les prix de vente en vue de limiter l'augmentation des charges de production; puis, au niveau de la première étape de transformation de ces denrées, l'office des céréales vend ces produits achetés aux minotiers à des prix inférieurs à ceux à la production; et finalement, au niveau de la fabrication des produits alimentaires (usines de pâtes alimentaires, boulangeries, pâtisseries,...) afin de compenser la différence entre les prix de revient des produits transformés et leurs prix à la consommation. L'octroi de ces subventions se fait par la caisse générale de compensation. Elle a été créée en 1970, son budget provient essentiellement des taxes indirectes dont les impôts sur les produits pétroliers constituent une ressource principale.

Cette politique de subvention des intrants a entraîné un accroissement des rendements céréaliers par le biais d'une utilisation massive des inputs (voir graphique 1). En plus, une étude anonyme sur l' "impact de l'élimination des subventions" a révélé que le niveau d'utilisation des semences sélectionnées et des désherbants a doublé de 1970 à 1985 et que les céréales ont consommé, à elles seules, presque la moitié des engrais chimiques utilisés en agriculture (voir graphique 2). Quant aux prix des céréales, ils ont enregistré une augmentation au cours de la période 70-86. Alors que leurs prix réels ont été marqués, au cours de la même période, par une stagnation (voir graphiques 3 et 4).

Ces politiques de prix et de subvention ont visé à la fois "l'amélioration" du revenu de l'agriculteur par une compensation au niveau de la production (subvention des intrants) et la stabilité relative des prix des produits céréaliers pour procurer au consommateur des produits stratégiques (de première nécessité) à des prix relativement faibles.

Certes, les objectifs de ces politiques ne s'avèrent cohérents que s'il y a eu vraiment une diminution croissante des coûts de production. Or, ce n'est pas le cas, c'est-à-dire que ces objectifs, en réalité, se contrecarrent. Ainsi, le maintien des prix des produits céréaliers relativement bas dans un système de prix quasi-fixé peut générer un état de désintéressement des céréaliculteurs se traduisant, par exemple, par l'extensification de la production ou l'orientation vers d'autres spéculations plus rémunératrices.

Toutefois, malgré la croissance relative du niveau de production (voir graphique 5), le secteur céréalier connaît de sérieuses difficultés face à l'accroissement des besoins de la population sous l'effet de la croissance démographique à un taux moyen de 2,3% par an, de la transformation du modèle de consommation et de la forte urbanisation (3). Par conséquent, depuis la fin des années 70, la Tunisie est devenue importateur net, et de façon permanente, des produits céréaliers. Pour ces derniers, le taux d'auto-suffisance, qui est variable d'une campagne agricole à une autre, se situe en moyenne autour de 60%.

2. La part des investissements agricoles dans la formation brute de capital fixe est passée de 20 % pendant les années 60 à 12,4 % au cours du IV^{ème} plan (73-76) et à 11,9 % au cours du V^{ème} plan (77-81)

3. Selon A. KASSAB (1989), la population urbaine est passée de 36 % de la population totale en 1960 à 54 % en 1984.

La situation de déficit alimentaire se manifeste également pour un certain nombre de produits agricoles de première nécessité tels que la viande bovine, le lait et le sucre dont les taux d'auto-suffisance se situant respectivement à environ 80%, 50% et 20%.

Certes, la balance commerciale alimentaire a connu la même dégradation avec un taux de couverture des importations par les exportations qui a chuté à 48% en 1989 et dont les variations suivent à la fois la conjoncture climatique et celle du marché mondial des produits agro-alimentaires. Ainsi après la bonne récolte de 1986/87 et la baisse des prix des céréales sur le marché international, le taux de couverture a atteint 85%. Cette performance demeure une exception et ce taux se situe en moyenne, durant les deux derniers plans (VI^{ème} et VII^{ème}), autour de 60%. Cette dépendance alimentaire s'est doublée d'une dépendance financière qui a pris des proportions alarmantes et qui a grevé très lourdement la balance des paiements.

En outre, conjointement à une baisse des cours et à l'amenuisement des réserves, les recettes d'exportation des produits pétroliers ont diminué. Donc la politique de subvention et à la production et à la consommation des produits agricoles stratégiques a été rendue de plus en plus difficile.

Les distorsions, inventoriées au niveau du secteur céréalier en particulier, représentent une partie des problèmes économiques qui n'ont pas épargné la plupart des secteurs économiques : l'agriculture, l'industrie, le tourisme, etc... Ainsi, la situation économique a été caractérisée par une stagnation du produit intérieur brut par tête, une accélération de l'inflation, un déficit extérieur alarmant (épuisement de réserves vers la fin de 1986) et un chômage en progression.

La Tunisie s'est alors trouvée devant la nécessité d'adopter un Plan d'Ajustement Structurel sous les auspices du Fonds Monétaire International (FMI).

B- Plan d'ajustement structurel

Le concept d'"Ajustement Structurel" a surgi au début des années 80, constituant le centre des préoccupations de certains pays en développement, en particulier ceux qui ont été gravement touchés par la crise du pétrole survenue à la fin des années 70. L'acception de l'ajustement structurel, selon B. ELLIOT (1989), c'est "l'adoption de mesures visant à rendre l'économie plus productive, plus souple et plus dynamique grâce à un emploi plus efficace des ressources disponibles et à une meilleure mobilisation des nouvelles ressources". Pour ce faire, l'ajustement structurel doit prendre en compte un certain nombre de mesures destinées "à réduire les déficits interne et externe, à accroître l'efficacité économique et à réduire les dépenses publiques" (J.P. GITTERING, 1991). Ces mesures, pour le cas de la Tunisie, peuvent être explicitées ainsi :

- Stabilisation ou diminution des déficits du budget par la modification du taux de change.
- Rationalisation des institutions du secteur public :
 - * Réforme de la fonction publique (diminution du nombre du personnel,...).
 - * Modernisation des entreprises publiques stratégiques et liquidation ou privatisation des autres
- Réduction des subventions à la production et à la consommation avec la possibilité d'un emploi plus ciblé.
- Augmentation des prix des produits agricoles afin d'inciter l'offre.

Ces mesures proposées ont pour but "de freiner la croissance de la demande en vue de la rendre plus compatible avec l'offre locale, d'une part, et de rétablir les mécanismes de marché en vue de rendre l'économie tunisienne plus compétitive vis-à-vis de l'extérieur pour une croissance rapide des exportations, d'autre part" (A. KHALDI, 1991).

L'une des composantes principales de ce plan de restructuration est le Programme d'Ajustement Structurel Agricole (PASA) étant donné le rôle stratégique de ce secteur dans l'économie nationale. Certes, le secteur céréalier est concerné par un certain nombre de mesures parmi lesquelles on peut citer :

- la privatisation et la libération des circuits de commercialisation à l'amont et à l'aval de la production céréalière.

- la réduction progressive des subventions à la production notamment pour les engrais, les pesticides, les semences,...

- la valorisation des prix à la production pour atteindre les prix internationaux non subventionnés en gardant en plus une légère protection pour les produits dit stratégiques.

Ainsi il est prévu de maintenir une protection nominale de l'ordre de 15% pour les céréales. Dans ce cadre, notre travail a pour objectif de simuler les conséquences, sur les différents types de céréaliculteurs, des nouvelles mesures de politiques économiques relatives à ce secteur.

II- Problématique

Le secteur céréalier en Tunisie connaît une contribution décroissante au produit intérieur brut. Celle-ci est passée de 18,3% en 1975 à 8% en moyenne ces dernières années malgré les efforts consentis. En fait, pour intensifier la production, on a introduit des variétés à haut rendement (importées puis locales), on a rendu accessible tous les inputs d'origine industrielle (engrais, désherbants,...). En plus, on a instauré un système d'encouragement pour l'utilisation de ces facteurs de production par le biais des subventions, des crédits notamment de campagne, etc...

De ce fait, on a enregistré une évolution modérée de la production. En Tunisie, il est quasi impossible, compte tenu des contraintes naturelles, d'étendre les emblavures afin de d'augmenter la production céréalière. La seule voie vraisemblable qui reste est l'accroissement de la productivité. Or cette dernière, permettant une utilisation adéquate des inputs, a faiblement évolué. Par conséquent, la production demeure nettement en deça des capacités productives du pays (potentialités agronomiques, disponibilité des facteurs de production, ...) et de la demande croissante en matière de céréales. D'où le recours à l'importation pour de combler le déficit alimentaire.

Le fond de cette crise, abstraction faite des facteurs d'ordre techniques et climatiques, paraît très étroitement lié, d'une part, à la structure des exploitations céréalières; et d'autre part, à la politique des prix des produits céréaliers. C'est ce qui a contribué, pour une majeure partie, au maintien du caractère extensif au niveau du secteur. En fait, les différentes structures, caractérisant ce secteur, aident en partie au ralentissement de son évolution en imposant en quelque sorte une logique de fonctionnement propre à chaque type d'exploitations. D'où l'intérêt d'une typologie car c'est "seulement quand nous aurons une bonne connaissance des décisions individuelles qu'il sera possible d'aborder le problème de leurs conséquences globales" (J.M. BOUSSARD, 1987).

Par ailleurs, le plan d'ajustement vise essentiellement la souplesse des systèmes de production, l'accroissement de la capacité de réactions des producteurs aux incitations économiques et enfin la fluidité de l'ensemble des circuits de commercialisation (4). Certes, l'offre des produits céréaliers à l'échelle nationale n'est autre qu'une sommation des offres des différentes unités de production. Donc le niveau de la production du pays est tributaire, entre autres, de l'ensemble des décisions des agriculteurs. Ainsi, on peut distinguer deux genres de décisions. Il y a les décisions (tactiques) qui concernent le fonctionnement au jour le jour de l'exploitation et les décisions stratégiques rattachées à l'orientation générale du système de production.

Les décisions d'orientation sont prises tout en tenant compte d'un certain nombre de facteurs à savoir la structure de l'exploitation, la famille et l'environnement à la fois naturel et socio-économique. En fait, cette faculté de perception face à différentes situations traduit la rationalité du comportement de l'agriculteur. En effet, les mécanismes économiques, par exemple, font naître au niveau de l'exploitation "un bon nombre de réactions vis-à-vis du changement économique" (R. BADOIN, 1971).

Théoriquement, selon F. CAPELLE, la variation des prix à la production des produits céréaliers affecte le niveau d'intensification et le degré de productivité. Plusieurs études (M.S. REDJEB, 1989; K HACHICHA, 1990) faites en Tunisie ont montré que les céréaliculteurs ont une réaction favorable pour une augmentation des prix à la production. C'est ce qui se traduit en terme économique par une élasticité positive. Notons simplement que cette élasticité est moins faible dans le cas des grandes exploitations que chez les petites. Nous allons nous

4. VIII ième Plan de Développement Economique et Social .

réduction puis la suppression des subventions des inputs et l'augmentation des prix à la production dans le cadre d'un essai de simulation des effets de ces mesures sur la céréaliculture.

Après avoir posé la problématique, on peut formuler les hypothèses suivantes :

- Les subventions des intrants permettent de couvrir en partie le risque; leur élimination conjuguée au faible recours à l'assurance formelle conduiraient-ils les agriculteurs, en particulier les petits, à développer des mécanismes internes afin de réduire l'effet des aléas?

- Durant cette période de préparation à une gestion par le marché, le renchérissement des prix des céréales fixé par l'Etat, permettant de compenser la diminution des subventions et l'inflation, va être au profit des grandes exploitations qui sont les plus intégrées au marché. Cette augmentation pourrait-elle stimuler l'intensification de la production notamment au niveau des petites et moyennes exploitations?

- La politique des subventions des inputs s'est traduite par une intensification de l'utilisation des engrais et une augmentation des rendements. Quelle que soit la réaction des agriculteurs aux augmentations prévues des prix des facteurs de production, les grandes exploitations, qui sont les plus bénéficiaires des subventions, vont les ressentir beaucoup plus que les petites exploitations. Les grandes exploitations réagiraient-elles alors par une diminution de la demande d'intrants ou des emblavures, ce qui risquerait d'affecter sensiblement la production?

- A chaque structure d'exploitation correspond un certain nombre de contraintes spécifiques. L'augmentation des prix pourrait-elle constituer, à elle seule, un moyen susceptible d'inciter l'augmentation de la production et donc de l'offre céréalière au sein de toutes les exploitations?

III- Méthodologie

Après avoir explicité la problématique et présenté les hypothèses à vérifier, nous allons consacrer cette partie à mettre en relief le cadre méthodologique qui permettra d'atteindre l'objectif de ce travail. Etant donné l'hétérogénéité des unités de production céréalière d'une part, le temps et les moyens disponibles pour faire ce travail d'autre part et pour mieux collecter les informations quantitatives et qualitatives de base, il est nécessaire de réduire l'étude à une zone rurale.

Ainsi, la zone rurale est définie comme "la partie d'un territoire qui représente une unité territoriale assez grande pour pouvoir être l'objet d'opération de développement assez diverses, mais assez petite pour que ces opérations soient coordonnées" (P. CAMPAGNE, 1991). Une condition est prendre en compte: dans les régions très denses, elle ne dépassera pas 100 000 habitants" (P. CAMPAGNE, 1991). Quant à SEBILLOTE, (1974), pour lui la zone rurale "présente l'avantage d'une relative homogénéité de l'environnement naturel et socio-économique. Elle est aussi une unité d'action pour les organisations chargées de la politique de développement agricole (de sa définition et de sa mise en oeuvre)".

Pour apprécier les limites de la zone rurale dans une optique centralisée selon la conception de développement et de politique agricole, "il est nécessaire de l'identifier sur la base d'unités opérationnelles d'exécution du plan" (P. CAMPAGNE, 1991). Pour notre cas, la zone d'étude sera BEHAYA située au Nord de la Tunisie dans le Gouvernorat de Bizerte. Le choix de la zone peut se justifier pour les raisons suivantes :

- La zone d'étude est située dans le sub-humide. Ainsi, elle est caractérisée par une régularité relative de la pluviométrie ce qui permettra de centrer le travail sur les réactions des agriculteurs face à l'élimination des subventions et le renchérissement des prix des produits céréaliers tout en tenant compte évidemment de l'effet du climat sur la production.

- Le Nord de la Tunisie bénéficie des conditions pédo-climatiques relativement plus favorables à la céréaliculture. En effet, environ 60% des superficies sont consacrées aux céréales. La production céréalière de cette région représente en moyenne 80% de la production nationale. En plus, la consommation moyenne dans le Nord pour les engrais chimiques a dépassé 90% du total. En outre, le Nord reçoit à peu près 92% des subventions totales pour les engrais, 99% des subventions sur les herbicides. donc, la céréaliculture du Nord va sentir les nouvelles mesures du plan d'ajustement plus que le centre et le sud.

- Notre travail constitue une continuité des travaux effectués sur le même sujet mais dans des zones semi-arides.

Afin de prévoir les effets du programme d'ajustement structurel sur le secteur céréalier, il paraît intéressant de tenir compte de l'hétérogénéité des exploitations agricoles.

La typologie apparaît comme "le principal instrument d'analyse de la diversité" (J.P. DEFONTAINE et M. PETIT, 1985). Le but est de réduire la multiplicité des cas individuels à une diversité plus facile à appréhender avec un nombre réduit de types, c'est-à-dire choisir des exploitations représentatives chacune d'un type d'exploitations. Nous considérons cette typologie d'exploitations qui nous aidera à mieux situer les unités de production à prendre en compte, même si elles ne représentent pas réellement une situation "moyenne", elles ne correspondront pas non plus à des exploitations de "point".

Pour réaliser ce travail, nous allons utiliser la programmation linéaire comme outil d'analyse. Ceci peut se justifier par les raisons suivantes :

- Il est possible d'introduire au niveau du modèle, ainsi que le note J.M. BOUSSARD, (1968) en plus des contraintes auxquelles sont soumis les agriculteurs, des contraintes supplémentaires telles que celles qui sont relatives au risque et à l'incertitude ou de construire des modèles de comportement des agriculteurs vis-à-vis de l'avenir.

- Le fait qu'on peut tenir compte au niveau du modèle des caractéristiques spécifiques de chaque exploitation type c'est-à-dire cette technique prend en considération l'hétérogénéité des exploitations.

- Les techniques de programmation linéaire permettent de s'interroger sur les effets des changements possibles au niveau des facteurs endogènes et / ou exogènes de l'exploitation sur les décisions des agriculteurs.

Par ailleurs, si la notion de rationalité renvoie à celle de l'optimum, il convient de discuter de la nature des objectifs et du cadre de contraintes qui limitent cet optimum. Selon BROSSIER, ce qui paraît essentiel et conforme en cela à la théorie de la production, c'est que les agriculteurs cherchent à rendre satisfaisant un résultat tout en respectant certaines contraintes. Dans ce sens, la programmation linéaire est un modèle mathématique de recherche d'un optimum tout en satisfaisant un certain nombre de contraintes.

La notion de modèle que nous retenons est un ensemble de relations mathématiques destinées à représenter les relations qui existent effectivement entre les variables caractéristiques du système observé (J.M. BOUSSARD, 1987).

Ainsi ce travail, après la présentation de la programmation linéaire, va être composé de trois parties :

- Présentation de la zone d'étude et typologie des exploitations agricoles
- Analyse des modèles d'exploitations types
- Analyse des effets des nouvelles mesures économiques sur la céréaliculture.

Les résultats de ce travail pourraient nous aider à expliciter "le comportement plausible des céréaliculteurs face au programme d'ajustement structurel agricole, à vérifier la faisabilité économique de certains objectifs et à tirer des recommandations afin de rectifier le tir avant qu'il ne soit trop tard" (B.T. THABET, 1991).

IV- La programmation linéaire

Certains auteurs ont contribué au développement et à l'évolution des techniques de modélisation tout en élaborant des modèles d'analyse économique qui passent de situations simples aux situations très complexes selon la problématique c'est-à-dire en fonction des questions posées au départ.

Généralement, tout modèle peut s'écrire sous la forme suivante :

$$y=f(x)$$

où y est le vecteur des variables expliquées, et x représente le vecteur des variables explicatives. Pour un constructeur de modèle, le problème réside dans la façon de donner une forme analytique implicite ou explicite

à la fonction reliant à la fois les variables endogènes et les variables exogènes. A ce propos, on peut distinguer deux grandes séries de techniques mathématiques. Il y a, d'une part, les techniques d'inférences statistiques permettant de décomposer un phénomène aléatoire en composante "déterministe" et composante aléatoire de moyenne nulle (exp : régression-cas des variables explicatives s'exprimant par des nombres réels-, analyse de la variance-lorsque les variables explicatives, certaines parmi elles ou toutes, sont qualitatives,...) et d'autre part, les techniques "input/output" (J.M. BOUSSARD, 1978).

Le premier groupe des techniques mathématiques, selon cet auteur, a plutôt pour seule ambition d'exprimer comment certaines variables dépendent de certaines autres. Ceci ne permet pas, en tout cas, de répondre aux questions précédemment posées.

Ainsi, il demeure le deuxième groupe des techniques mathématiques composé de modèles types input/output où figurent notamment les modèles de programmation linéaire.

La programmation linéaire fournit la possibilité de prendre en compte un nombre considérable de variables ainsi que leur liaison et inter-action. Dans ce qui suit, nous allons évoquer une présentation générale des principes de la programmation linéaire.

1- Le cadre théorique de la programmation linéaire

L'originalité de cette méthode revient à la fonction de production définie par CARLSON (1939, pp14-15) (7) :

$$x = f(v_1, \dots, v_n)$$

où :

x est une quantité de produits

$v_1, \dots, v_n$ sont des quantités de facteurs de production

Ainsi on a le choix entre une infinité de combinaisons de facteurs permettant d'atteindre le niveau de production x. Disposant d'un tel outil, on peut rechercher, parmi les combinaisons productives possibles, celles que l'on juge préférables, du point de vue d'un critère de décision qui permet de choisir entre les différents niveaux de production correspondants.

Cependant, les hypothèses que l'on se trouvera obligé d'admettre concernant la forme analytique qu'il faudra bien donner à la fonction de production, risquent de restreindre de façon outrancière le champ des recherches par rapport aux possibilités réellement offertes par la situation technico-économique (J.M. BOUSSARD, 1970), étant donné que le problème purement technique de maximalisation peut être considéré comme résolu par la définition même de la fonction de production.

Pour répondre aux questions posées ci-dessus, on a besoin tout d'abord de l'explication des conditions dans lesquelles se déroulent effectivement les conditions de production et celles de répartition qui y sont liées, puis la recherche de la meilleure organisation possible au sein de la région selon les conditions pédo-climatiques et socio-climatiques. Dans les deux cas, l'utilisation de la programmation linéaire, comme outil, est plus adéquate.

Il s'agit de trouver l'optimum ou les optimums d'une fonction (f) où les variables sont liées par certaines relations (g_i); dans le cas où ces liaisons sont exprimées par des équations, c'est-à-dire :

$g_i(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = 0$ et f et g_i sont dérivables et continues, la résolution de ce type de problèmes pourra se faire au moyen des multiplicateurs de Lagrange.

Par contre si parmi les liaisons (g_i), certaines se présentent sous forme d'inéquations, notamment celles exprimant des activités qui doivent être positives ou nulles, ce fait rend inefficace cette technique.

La programmation linéaire a pour objet l'étude d'une catégorie particulière de ces problèmes : celle où la fonction à optimiser est une fonction linéaire, les liaisons entre les variables étant également linéaires par rapport aux variables. Selon CORDONNIER (1975), la programmation linéaire est une technique de calcul

7. in J.M. BOUSSARD, (1970).

parfaitement efficace pour la préparation des décisions économiques, spécialement celles qui se rapportent à la mise en oeuvre d'activités complexes par la multitude et l'interdépendance de leurs effets. Cette efficacité dépend de la rigueur de simulation de la réalité (degré de fiabilité des informations, la détermination des coefficients techniques de la matrice,...) qui permettra, entre autres, la répartition la plus efficace des ressources limitées en vue d'atteindre un objectif déterminé.

Un modèle de programmation linéaire, ce n'est rien d'autre qu'un système d'équations à n variables et une fonction économique à optimiser. Sa formulation mathématique est la suivante (J. Trel, 1967) :

Trouver n variables x_i qui maximisent (ou minimisent) la forme linéaire (fonction objectif ou fonction économique) :

$$\begin{aligned} z &= \sum c_i x_i \\ \text{sujet à } \sum a_{ji} x_i &\leq b_j \quad \text{pour } j = 1 \text{ à } m \\ x_i &\geq 0 \quad \text{pour } i = 1 \text{ à } n \\ \text{avec } n &> m \end{aligned}$$

où z = fonction objectif.
 c_i = la marge brute (6) unitaire de l'activité;
 x_i = le niveau de l'activité;
 a_{ji} = la consommation unitaire en ressource j pour produire une unité de l'activité;
 b_j = la quantité disponible de la ressource j , qu'on appelle côté droit ou second membre ou RHS (Right Hand Side)

Si nous utilisons la notion matricielle, nous pouvons écrire le problème de la manière suivante.

Trouver un vecteur X qui maximise (ou minimise) la fonction objectif :

$$\begin{aligned} Z &= C'X \\ \text{sujet à } AX &\leq b \\ X &\geq 0 \end{aligned}$$

avec C' : un vecteur ligne à n éléments, c'est le transposé de C

X : vecteur colonne
 A : une matrice à n colonnes et m lignes dont les éléments sont des réels.
 b : est vecteur colonne à m éléments.

De même, un modèle de programmation linéaire peut s'écrire sous forme d'un tableau.

Tableau 1 : Représentation d'un modèle de programmation linéaire

		Activités		
		x_1	x_2	x_n
FONC.OBJECTIF		c_1	c_2	c_n
C O N T R A I N T E S	1	a_{11}	a_{12}	a_{1n}
	2	a_{21}	a_{22}	a_{2n}
	.	.	.	.
	.	.	.	.
	.	.	.	.
	.	.	.	.
	m	a_{m1}	a_{m2}	a_{mn}
		R.H.S		
		$\leq b_1$		
		$\leq b_2$		
		$\leq b_m$		

Source : HAZELL et NORTON, 1986

6. Dans notre cas, il s'agit de la marge brute qui est la différence entre le produit brut et les charges proportionnelles.

En présentant le problème ainsi, on trouve en tête les activités réelles ou fictives (ex : activités de transfert,...) reliées aux contraintes par des coefficients (a_{ji}) qui sont des réels et dont le signe peut être négatif dans le cas d'un apport ou production et positif s'il s'agit d'une consommation.

L'établissement d'un modèle de ce genre permet, d'une part, de reproduire le fonctionnement des unités à modéliser et les conditions de production. Ceci nous donne, en quelque sorte, une idée sur l'organisation de chaque exploitation type et la rationalité de l'agriculteur. Et d'une autre part le modèle permet de déterminer suivant les conditions données les combinaisons efficaces et de cerner les moyens à mettre en oeuvre selon différents scénarios. La définition du modèle fait admettre un certain nombre d'hypothèses se rattachant à la nature du processus de production, aux ressources et aux activités. Ces hypothèses sont les suivantes :

Additivité : elle signifie que la combinaison d'un certain nombre d'activités met en oeuvre la somme de tous les facteurs exigés individuellement par chacune des activités retenues. Cette hypothèse élimine toute possibilité de synergie et d'interaction entre les activités dont les effets s'additionnent algébriquement : $f(x,y) = f(x)+f(y)$.

Continuité et divisibilité : les relations sont continues; cela impose à chaque variable de prendre une valeur entière ou fractionnaire à l'intérieur des solutions possibles définies par des contraintes. Ceci pose des problèmes en économie de la production du fait qu'il est, dans certains cas, nécessaire de considérer des variables entières pour représenter certains niveaux d'activités non divisibles dans la réalité. Pour dépasser cette limite, selon BOUSSARD (1987), on peut, par exemple, dans bien des cas remplacer une demi grosse vache par une petite dont les consommations et les productions ne seront pas tellement différentes.

Proportionnalité : la fonction économique et les relations définissant les contraintes sont linéaires et les variables ne peuvent intervenir qu'au premier degré. Autrement dit, les niveaux de consommation unitaire en ressources ou de la marge brute rapportée à l'unité de chaque activité sont supposés, toutes choses étant égales par ailleurs, constants. Cela exclut l'existence d'une économie d'échelle. La fonction de production est donc une fonction homogène de degré k :

$$\begin{aligned} f(kb) &= k^t f(b) \quad \text{avec } t=1 \\ &= k.f(b) \quad k>0 \end{aligned}$$

Optimisation : on suppose qu'il y a une fonction "objectif" à optimiser.

Fixité : il faut que m soit supérieur ou égale à 1 c'est-à-dire qu'il existe au moins une contrainte non nulle.

Finitude : il y a seulement un nombre fini d'activités et de contraintes à considérer pour obtenir la solution.

Déterminisme : les coefficients a_{ji} de la matrice A , c_i de la fonction à optimiser et ceux représentant les niveaux des ressources b_j sont déterminés a priori et ne sont pas aléatoires. Autrement dit, ils sont tous constants.

Homogénéité : on suppose que toutes les unités de chaque ressource et/ou de chaque activité sont identiques.

Bornes : toute variable doit être bornée, sa valeur doit être comprise entre une valeur minimale et une valeur maximale. A défaut de toute autre mention, la valeur minimale sera zéro (condition de non négativité). La borne maximale peut être fixée implicitement par les contraintes générales du problème, soit explicitée par une contrainte spécifique à cette activité.

Toutes ces hypothèses constituent des limites pour la méthode. Même s'il est possible de tenir compte de ces suppositions au moment de la confection du modèle, ce n'est d'ailleurs pas le cas au niveau du processus de production de l'exploitation ou d'un groupe d'exploitations. Cela n'empêche pas l'existence des méthodes pour assouplir le modèle tout en tenant compte de ces hypothèses : selon D. DEYBE (1989), la linéarité entre inputs et outputs peut être rendue flexible par la modélisation de la production d'une culture ou d'un élevage en introduisant plusieurs activités lesquelles, ensemble, donnent une approximation linéaire aux relations de non linéarité observée. Les activités peuvent aussi être définies pour représenter des productions conjointes, ce qui permet d'une certaine façon d'abandonner les contraintes d'additivité (car elles permettent la production conjointe), de complémentarité et de substituabilité entre les activités. Finalement, la supposition de fixité peut

être relaxée à travers une spécification dynamique multipériodique qui permet la croissance de l'exploitation et les changements de la disponibilité des ressources productives à mesure que le temps passe.

Le modèle de programmation linéaire formulé ci-dessus peut être écrit sous forme "standard" en introduisant des variables d'écart (7) au niveau des contraintes (inéquations), transformées ainsi en équations. Le nombre de ces nouvelles variables étant égal au nombre des lignes et ayant un coefficient technique égale à 1 (8). Les variables de départ sont appelées variables principales. Le système aura donc (m) équations à (n+m) variables. Lors de la résolution du modèle, si une contrainte initiale donnée est respectée, alors la variable d'écart correspondante y_i est strictement positive. Dans le cas où la contrainte joue, y_i est nulle ce qui correspond à une utilisation complète des ressources disponibles. En tenant compte de cela, la schématisation du modèle sera la suivante :

Tableau 2 : Schématisation du modèle

		Activités		
		x1 x2.....xn y1.....ym		R.H.S
VAR.	y1	a11 a12.....a1n1..... 0		= b1
	.	a21 a22.....a2n1.....		= b2
	.	.	.	.
DE	.	.	.	.
	.	.	.	.
	.	.	.	.
	.	.	.	.
BASE	ym	am1 am2.....amn0.....1		= bm
FOBJ.	-Z	-c1 -c2.....-cn 0.....	0	0

Source : Deybe, 1989

On a vu qu'on peut jouer sur l'assouplissement du modèle pour alléger l'impact des hypothèses, néanmoins la fonction de production demeure une fonction homogène de degré k. Par conséquent, le théorème d'EULER est respecté, ce qui nous amène au problème de dualité.

2- La dualité

Le programme linéaire initial appelé primal permet d'optimiser (minimiser ou maximiser) une fonction objectif soumise à des contraintes. Supposons qu'on obtient une solution réalisable (satisfaisant aux contraintes) du programme linéaire. Pour valoriser les ressources fixes, utilisées en partie ou non retenues par le modèle, la question des prix à payer pour se procurer des unités additionnelles des ressources fixes les plus contraignantes constituant donc des goulots d'étranglement, se pose. De tels prix correspondent aux productivités marginales chez les classiques. Mais il sera plus pertinent de les relier à la logique interne du modèle. Ce dernier nous donnera ce qu'on appelle des "valeurs duales" (9).

En outre, à l'optimum, l'allocation d'une unité additionnelle de chaque facteur du second membre permettra de déterminer l'ampleur et le sens de la variation de la fonction objectif. Il s'agit donc d'un moyen d'évaluation direct de l'utilité propre des facteurs. C'est pour cette raison, en pratique, qu'il est capital de connaître la valeur marchande du facteur limitant pour pouvoir enfin de compte le comparer à sa valeur duale. Dans la mesure où cette dernière est supérieure au prix du marché, l'agriculteur a peut-être intérêt à en acheter davantage et vice versa. L'écart entre valeur duale et prix du facteur limitant, ne doit pas être vertigineux sinon il devient un indice d'erreur de la modélisation, du probablement à l'oubli d'une ou de plusieurs contraintes.

7. Elles représentent les parties non utilisées des ressources suite à une optimisation de la fonction objectif

8. Ceci est valable même pour les inéquations ($\geq$) en multipliant les membres de l'inéquation par -1

9. ou valorisation unitaire ou aussi prix d'opportunité

Il est possible de déterminer ces valeurs duales ou "shadows prices" en résolvant un programme linéaire dénommé programme dual qui se déduit simplement du primal et dont la solution est identique à ce dernier. Il est défini comme suit :

"Le problème dual utilise la même matrice que le problème primal, mais transposée (les lignes devenant des colonnes et vice versa). L'objectif est la minimisation d'une fonction linéaire dont les coefficients sont ceux du second membre du problème primal. Les coefficients du second membre sont ceux de la fonction objectif du problème primal. Le sens des inéquations est inversé par rapport à celui du problème primal" (J.M. BOUSSARD).

Au programme primal défini antérieurement, est associé le programme dual suivant :

$$\begin{aligned} \min z' &= \sum b_j y_j \\ \text{sujet à } \sum a_{ij} y_j &\geq c_i \quad (i=1 \text{ à } n) \\ \text{et } y_j &\geq 0 \quad (j=1 \text{ à } m) \end{aligned}$$

Il est à noter qu'à chaque ligne du programme primal, pour le résoudre, est associée une variable d'écart duale. Celle-ci peut être nulle dans le cas où la contrainte correspondante a joué et le contraire est vrai. La valeur d'écart duale représente, si elle est différente de zéro, le coût de substitution des variables hors base optimale en forçant le système à retenir une unité supplémentaire de l'activité correspondante.

Cependant toute ligne du programme primal est caractérisée par une variable d'écart et une valeur duale. Elles sont incompatibles : l'une d'entr'elles est toujours nulle.

3- La prise en compte de risque dans un programme linéaire

Bien que le mot "risque" soit très usuel, le définir n'est pas aisé car il recouvre dans la pratique des réalités différentes. Le risque se traduit par le caractère aléatoire d'un événement ou d'une variable. En économie, on a l'habitude de l'assimiler à la variance résiduelle d'un modèle de régression (12), il caractérise la partie d'une relation qui est mal cernée. "On parle de risque lorsqu'il est possible d'affecter une loi de probabilité à l'apparition d'une série d'événements" (J.M. BOUSSARD, 1970). Pour faire la distinction entre risque, incertitude et certitude; J.M. BOUSSARD (1970) a défini ces dernières ainsi : "il y a incertitude lorsque tous les événements d'une série déterminée sont possibles, mais sans qu'on soit en mesure de leur affecter une probabilité d'apparition. Il y a, enfin, certitude dans le cas particulier où l'information est complète".

Le premier qui a introduit le risque dans un programme linéaire représentant une exploitation agricole était FREUND en 1956, après avoir identifié la non adéquation entre les résultats des modèles qui maximisent le revenu et les choix réels des activités par les producteurs. En effet, il s'est rendu compte que la fonction objectif du producteur était différente de celle utilisée en exercice. Depuis lors, d'autres travaux, prenant en considération le risque tout en utilisant comme outil la programmation linéaire, ont été publiés, parmi lesquels on peut citer ceux de J.M. BOUSSARD et PETIT (1967) et les travaux de P.B.R. HAZELL (1971).

12. $Y_i = a + b_i X_i + \varepsilon_i$

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude et typologie des exploitations agricoles

I- Présentation de la zone d'étude

1- Localisation

La zone de BEHAYA, objet de la présente étude, correspond aux limites administratives de l'Imadat BEHAYA. Elle est l'une des sept Imadats composant la délégation de Mateur (voir carte en annexes). Cette zone couvre une superficie de 10 408 ha.

2- Caractéristiques de la zone

A- Climat

La zone de BEHAYA se situe dans l'étage bioclimatique sub-humide à un climat méditerranéen tempéré sans grand écart de température (hiver doux).

a- Pluviométrie

Notre zone d'étude se caractérise par une concentration de précipitations entre le mois d'octobre et le mois de mars (78% de la quantité annuelle moyenne). La saison de pluie s'étend de septembre à mai (une moyenne de 80 jours de pluie par an). Le reste, trois mois, se caractérise par une sécheresse accentuée.

La pluviométrie moyenne des 80 dernières années est de 532 mm/an se répartissant par mois comme le montre le tableau suivant : (voir graphique 6).

Tableau 3 : Répartition moyenne de pluviométrie

sept	oct	nov	déc	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août
28,3	59,5	69,3	79,6	82,9	68	57,1	40,9	27	11,8	3,4	5,1

source : I.N.M (1)

Par ailleurs, l'évapotranspiration potentielle (ETP) mensuelle moyenne se répartie ainsi :

Tableau 4 : Répartition de l'évapotranspiration

sept	oct	nov	déc	jan	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août
187.6	127.5	78.5	68.1	28.6	28.6	67	51.2	101.4	137.7	212.3	178.9

source : I.N.M.

Le bilan hydrique : la différence entre pluviométrie mensuelle moyenne et l'évapotranspiration moyenne par mois (P-ETP), montre que la zone de BEHAYA est marquée par un déficit qui s'étend du mois de juin jusqu'au mois de novembre (voir graphique 7).

b-Température

L'emplacement géographique de la zone qui est proche de la Méditerranée, lui confère un climat tempéré. En effet, la température maximale n'excède pas 33°C alors que la température minimale oscille entre 6 et 9°C. La zone de BEHAYA se caractérise par un été chaud (température moyenne = 32°C, température maximale = 35°C) et un hiver frais (température moyenne = 11.2°C, température minimale = 6.1°C). La température moyenne mensuelle est de 18°C.

B- Pédologie

La zone de BEHAYA est caractérisée par des sols profonds et lourds, de nature argilo-limoneuse, propices aux cultures des céréales et des légumineuses. En fait, la forte teneur en argile (40-60%) est liée aux marnes de l'éocène qui caractérisent surtout les sols de la région de Mateur et qui sont bien pauvres en azote. Par ailleurs, disposant d'un réseau hydrographique relativement intense, cette région est recouverte par des sols issus d'accumulation alluviale favorable aux cultures irriguées. Cependant, une légère partie des sols de la zone de BEHAYA, présente une faible perméabilité qui va de 4.10⁻⁶ m/s à la surface jusqu'à 5.10⁻⁶ m/s en profondeur. Enfin, on trouve la zone de marne et de marno-calcaire avec des lambeaux de végétation naturelle. Cette zone est soumise à une érosion intense.

C- Propriété foncière

Au niveau de la zone de BEHAYA, on a dénombré 204 unités de production dont deux font partie du secteur organisé, la ferme pilote "Frétissa" et la société "Mateur-Jalta". En effet, on trouve quatre formes de tenures foncières : les 10408 ha se répartissent ainsi :

Tableau 5 : Répartition de la terre selon la propriété foncière.

Situation foncière	Superficie en ha	%
- domaine forestier	398	3.8
- domaine d'Etat	1489	14.3
- terres privées non titrées	6304	60.6
- terres privées titrées(2)	2217	21.3
- Total	10408	100.

Source : C.R.A (3) BEHAYA

D- Les activités agricoles

a- La production végétale

Les exploitations privées (terres privées) dans la zone de BEHAYA pratiquent différentes cultures. La C.R.A. a recensé pour la campagne agricole 1991/92 les surfaces réservées aux diverses spéculations végétales. La surface cultivée totale est de 7291ha (le reste comprend des terres incultes et des parcours) et se répartit comme suit :

Tableau 6 : Occupation du sol

Activités	Superficie (ha)	%
Grandes cultures	6710	92.03
- céréales	3345	
- légumineuses	1520	
- cultures fourragères	1845	
Cultures industrielles	41	0.56
Cultures maraichères	135	1.85
- cultures de saison	130	
- cultures d'arrière-saison	5	
Arboriculture fruitière	395	5.41
- oléiculture	290	
- viticulture	5	
- arbre à noyaux et à pépins	100	
Divers	10	0.15
Total	7291	100

source : C.R.A. BEHAYA

2. Terres enregistrées dans le cadastre

3. C.R.A : Cellule de Rayonnement Agricole

b- La production animale

La région de Mateur et notamment la zone de BEHAYA est caractérisée par l'intégration de l'élevage presque au niveau de toutes les exploitations agricoles (95,3%). Pour la campagne agricole 1991/92, les effectifs se répartissent par spéculation ainsi :

Tableau 7 : Présentation de l'élevage dans la zone

Espèces	Bovines		Ovines	Caprines	Apicoles	
	croisée	locale	locale	locale	ruche	jebbeh
Effectifs	100	1200	4000	150	300	60
Nb élev(*)	19	85	185	30	12	5

source : C.R.A.BEHAYA.

E- Population et emploi

A BEHAYA, la population totale compte 3600 habitants dont 37% ayant un âge inférieur à vingt ans. La population agricole active est de l'ordre de 1100 individus. La densité de la population, au niveau de cette zone, est de 35 habitants/km². La taille moyenne d'une famille est de 5 personnes.

Etant donné, l'absence quasi totale d'autres secteurs à part l'agriculture, la majeure partie des familles vivent à partir des revenus issus des exploitations individuelles ayant chacune une taille qui ne dépasse pas les 20 ha. Quant à d'autres, ils sont employés (ouvriers, gardiens, chauffeurs,...) soit par la ferme de Frétissa ou bien la société Mateur-Jalta, soit par les grands propriétaires terriens qui sont souvent des absenteïstes. A cause du sous-emploi qui caractérise la zone, un nombre important de personnes notamment les jeunes se rendent dans les villes avoisinantes telles que Menzel-Bourguiba, Bizerte, Tunis, Hamamet,...pour trouver un emploi.

Il est souvent très difficile d'effectuer une étude exhaustive d'une population donnée surtout lorsqu'on ne dispose pas d'un minimum d'informations statistiques. Cela est dû en fait à deux entraves à savoir les moyens et le temps. C'est pourquoi on va opter pour une typologie.

II- Typologie des exploitations agricoles

1- Echantillonnage

En fait, il est indispensable de réduire le nombre d'observations en essayant de reproduire la diversité ou l'hétérogénéité qui existe au sein de cette population et garantir une représentativité satisfaisante.

A- Population mère

Le choix de la zone BEHAYA se justifie par l'hétérogénéité des unités de production et par la prépondérance du système de production-grandes cultures/élevage- permettant de comprendre le pourquoi de ce mécanisme interne et de simuler l'impact de la politique d'ajustement structurel agricole au niveau des différents types d'exploitations.

Dans ce travail, on s'intéresse aux exploitations agricoles privées qui sont au nombre de 202. Le secteur organisé, d'ailleurs, ne représente qu'un faible pourcentage de la population mère (1% occupant 18% de la SAUE totale de la zone)

B- Echantillon

Le choix de l'échantillon est basé sur un seul critère à savoir la taille de l'exploitation agricole privée. En outre, six strates de superficie ont été retenues.

Le taux de sondage retenu est de 10%, soit un échantillon de 20 exploitations se répartissant comme indiqué dans le tableau 8.

* Nombre d'éleveurs

Tableau 8 : Taux de sondage des exploitations de la zone Behaya

strate	0 -5ha	5.-10ha	10.-20ha	20.-50ha	50.-100ha	>100ha
population mère	33	60	41	30	18	20
échantillon	3	6	4	3	2	2

Source : CRA BEHAYA

C- Questionnaire:

Le questionnaire est conçu de façon à répondre au mieux aux questions clefs de la problématique. Il comporte quatre sections.

Section I

Cette première section comprend des questions relatives à des données générales concernant :

- L'exploitant
- La localisation de l'exploitation

Section II

Elle comporte des questions relatives :

- A l'exploitation : identification et mode de faire valoir.
- Au travail : main-d'oeuvre familiale, salariée,...
- Au capital d'exploitation : bâtiments, matériels de traction et tractés, matériels d'irrigation, animaux de trait, animaux de rente,...

Section III

La section n°3 comprend des questions s'intéressant :

- à la production animale et végétale et leur destination
- aux techniques et coefficients de production (animales et végétales)

Section IV

Cette section comporte des questions relatives aux aspects suivants :

- Vulgarisation
- Investissements réalisés et financement de l'exploitation
- Opinion, décision et aptitude aux changements
- Emprunts et investissements envisagés.

2- Typologie des exploitations agricoles**A- Introduction**

En réalité, les exploitations agricoles sont différentes l'une de l'autre. Serait-il donc nécessaire de faire une typologie "c'est-à-dire de les classer en groupes plus ou moins homogènes, à l'intérieur desquels la variabilité serait moindre, et par conséquent les études plus faciles"? (J.M. BOUSSARD 1987). Dans cette partie, nous allons procéder à la classification des exploitations agricoles. Il s'agit de les répartir dans des groupes "exclusifs". En fait, on attend deux choses d'une telle typologie, "d'une part, que les classes aient une signification, d'autre part, que l'appartenance d'un individu à une classe ait un minimum de stabilité vis-à-vis d'événements fortuits ou secondaires (J.M. BOUSSARD, 1987).

L'objectif est d'identifier des groupes d'exploitations homogènes. Pour ce faire, les variables explicatives sélectionnées sont celles qui interviennent prioritairement (positivement ou négativement) dans la détermination de la structure et le système de production de chaque exploitation. La typologie qui tient compte de plusieurs critères à la fois est rendue possible grâce aux méthodes d'analyse multi-dimensionnelle ou multi-variable. Dans notre cas, toutes les variables explicatives initiales sont quantitatives (chiffrées); pour cette raison, nous avons opté pour une méthode d'analyse factorielle qui est l'analyse en composantes principales.

B- Principes et caractéristiques de l'Analyse en Composantes Principales (ACP)

L'ACP est une méthode de réduction des données ayant pour objectif de représenter les données globales qui caractérisent la population de départ dans un espace de dimensions réduites avec le minimum de perte d'informations. L'hypothèse de départ de cette méthode est l'indépendance des variables, ce qui n'est pas le cas en général. C'est pour cette raison que l'ACP utilise un artifice mathématique dont l'aboutissement est la transformation des variables de départ en des nouvelles variables indépendantes qui ne sont que des combinaisons linéaires des variables initiales.

Les nouvelles variables sont appelées composantes principales et sont caractérisées par une variance maximale et une moyenne nulle. Les axes qu'elles déterminent sont les axes principaux et les formes linéaires associées sont les facteurs principaux. La valeur d'une variable initiale (j) pour un individu (i) s'écrit sous la forme X_{ij} .

Les expressions des moyennes et des variances de cette variable sont :

$$\bar{X}_j = 1/n \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (i=1 \text{ à } n) \text{ avec } n = \text{taille de la population étudiée}$$

$$\text{var}(x_j) = 1/n \sum (x_{ij} - \bar{X}_j)^2 \quad (i=1 \text{ à } n). \text{L'écart type } \sigma_j = (\text{var}(x_j))^{1/2}$$

L'expression de la covariance entre deux variables x_j et x_k est :

$$\text{cov}(x_j, x_k) = 1/n \sum (x_{ij} - \bar{X}_j)(x_{ik} - \bar{X}_k) \quad (i=1 \text{ à } n)$$

Les nouvelles variables sont centrées réduites et s'écrivent sous la forme: $\Sigma_j = (x_j - \bar{X}_j) / \sigma_j$. Elles se caractérisent par une moyenne nulle et une variance maximale égale à 1.

La covariance entre deux variables normalisées Z_j et Z_k n'est autre que le coefficient de corrélation entre les variables initiales x_j et x_k .

Le modèle linéaire peut s'écrire sous la forme suivante :

$$Z_1 = a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \dots + a_{1n}F_n$$

$$Z_2 = a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + \dots + a_{2n}F_n$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$Z_n = a_{n1}F_1 + a_{n2}F_2 + \dots + a_{nn}F_n$$

F_p étant les facteurs communs à toutes les variables.

a_{ij} est appelé saturation de la variable j dans le facteur F_p .

Le problème se réduit à l'obtention des vecteurs propres de la matrice de corrélation R associée à des valeurs propres positives :

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{pmatrix}$$

avec :

$$r_{jk} = (1/n) \sum (x_{jixi} - \bar{X}_j \bar{X}_k) / \sigma_j \sigma_k$$

Les valeurs propres sont les solutions de l'équation caractéristique de la matrice de corrélation : $(R - \lambda I) = 0$. La somme de toutes les valeurs propres étant égales au nombre de variable n, à chacune de ces valeurs propres λ_j correspond un vecteur propre U_j qui est la solution de l'équation :

$$(A - \lambda_j I) U_j = 0 \quad (A = R)$$

Dans la pratique de l'ACP, on ne retient qu'un certain nombre de n facteurs qui expliquent un certain pourcentage de la variance totale.

Le pourcentage de variance expliquée par le j ème facteur est égal à $(\lambda_j/n) \times 100$.

Pour tout facteur, on montre que $\sum \lambda_j^2 = 1$. L'expression $100\lambda_j^2$ mesure la part prise par la variable j dans la formation du facteur F_j et est appelée pourcentage de contribution absolue.

Le coefficient de saturation a_j est encore appelé coordonnée de la variable j par rapport au facteur F_j ; on montre que : $a_j = U_j(\lambda_j)^{1/2}$. Le carré de ce coefficient a_j^2 exprime donc l'importance de l'explication de la variable j par le facteur F_j . Plus cette valeur est proche de l'unité, plus la variable est liée au facteur. Dans la pratique, on utilise plutôt l'expression $100a_j^2$ qui exprime le pourcentage de dépendance entre la variable et le facteur.

La représentation des résultats de l'ACP sous forme de tableaux numériques donne :

- la matrice de corrélation entre les variables initiales,
- le tableau des valeurs propres et des vecteurs propres,
- les contributions des points variables et observations à l'apparition des axes principaux,
- les coordonnées et les qualités de représentation des points variables et observations sur les axes principaux,
- les pourcentages d'inertie du nuage des points assurés par les différents axes principaux.

L'interprétation des résultats de l'ACP peut être facilitée par une représentation graphique des observations (ou individus) et des variables sur les plans formés par les axes principaux retenus. Cette représentation permet de regrouper et de dégager la ressemblance des individus suivant la combinaison de toutes les variables initiales, donc d'identifier les groupes homogènes.

C- Identification des groupes

Le nombre des observations est de 20, celui des variables est de 12 se répartissant en deux groupes ainsi :

- 1er groupe : variables relatives aux structures.

* la terre :

- . SAUE : surface agricole utile exploitée (ha)
- . SAUP : % de surface agricole utile en propriété
- . SAUI : taux de surface agricole utile exploitée en faire valoir indirect

*le travail :

- . MOS : % de main-d'oeuvre salariée
- . MOF : % de main-d'oeuvre familiale
- . CD : charge démographique = $(MO \text{ totale} / SAUE) \times 100$

*le capital d'exploitation :

- . UTM : nombre d'unités de traction mécanique par 100 ha de SAUE
- . UGBB : nombre d'unités de gros bétail bovin par ha de SAF
- . UGBO : nombre d'unités de gros bétail ovin par ha de SAF

- 2ème groupe : variables relatives au système d'exploitation

- . SEC : le pourcentage de la SAUE exploitée en céréales
- . SEF : le pourcentage de la SAUE exploitée en fourrage
- . SE : le pourcentage de la SAUE exploitée en légumineuses

Les premiers résultats de l'analyse ont révélé que l'observation n°8 est aberrante. En fait, elle contribue à raison de 61% à l'apparition de l'axe 2. Il s'agit d'une exploitation caractérisée par une SAUE = 30 ha ayant une répartition pour la campagne agricole 91/92 comme suit : 17ha de fourrages, 12 ha de légumineuses et 1ha de maraîchage. Au niveau de cette exploitation, il y a intégration de l'élevage ovin (10.7 UGBO) et caprin (6.2 UGBC). Elle est marquée surtout par un niveau de mécanisation élevé (31 UTM = 3 tracteurs et une

camionnette), ce qui lui permet un revenu extra-agricole en louant surtout ses tracteurs. Enfin la main-d'oeuvre est respectivement familiale (1 UTH (4) = chef d'exploitation) et salariée (1.5 UTH).

Certes, cette exploitation accapare à elle seule l'axe n°2, de ce fait, nous avons écarté cette observation pour ne retenir que 19. En outre, nous avons refait l'analyse dont voilà les résultats.

Tableau 9 : Résultats de l'ACP

Axe n	1	2	3	4	5
Valeur propre	3.777	1.954	1.741	1.453	1.053
% d'inertie	31.5	16.3	14.5	12.1	8.8
% d'inertie cumulé	31.5	47.8	62.3	74.4	83.2

source : fichier output de l'ACP

D'après ce tableau, nous remarquons que les cinq premiers axes, à eux seuls, expliquent 83.2% de la variance totale. La part d'inertie expliquée par le premier, appelée ici "contribution à la variance", est proche de 32%.

Le plan principal explique 62% de l'inertie, l'image obtenue en projetant les individus dans le plan principal pourra être considérée comme globalement bonne (F. CAILLIEZ et J.P. PAGES).

En ce qui concerne les corrélations, les variables relatives au travail sont bien corrélées entre elles (le coefficient d'homogénéité est supérieur en valeur absolue à 0.676). Ce coefficient est de -1 des deux variables : main-d'oeuvre familiale et salariée ce qui explique la dépendance totale de ces dernières. Certes, dans une analyse en composantes principales, il y a l'hypothèse implicite de l'indépendance des variables. Mais pour le cas des variables relatives à la main-d'oeuvre, nous avons tenu compte à la fois de la main-d'oeuvre familiale et salariée afin d'amplifier ce facteur du fait que l'élimination de l'une donne des résultats de la typologie qui ne coïncident pas avec la réalité.

Par ailleurs, ces variables de travail sont aussi bien corrélées avec la surface agricole utile (corrélation supérieure à 0.527 en valeur absolue). En outre, la charge démographique est positivement corrélée (0.530) avec la surface exploitée en fourrages.

Pour la confection des groupes, nous avons retenu les trois premiers axes : 1, 2 et 3. Afin de connaître la signification de chaque axe, il est nécessaire de revenir aux contributions des variables et des observations dans son apparition et voir celles qui expliquent l'axe en question.

a- Contributions des variables à l'apparition des trois premiers axes.

Les contributions sont exprimées en pour % :

Tableau 10 : Contributions des variables pour les trois premiers axes

- Axe 1 :

Variables	MOF	MOS	CD	SAUE
Contributions	873.6	873.4	604	553
Coordonnées	934.7	- 934.6	777	-743

Source : Résultats ACP

- Axe 2 :

Variables	SAUI	SEC	UTM	SEF
Contributions	422	388	374	346
Coordonnées	-646	623	611	588

Source : Résultats ACP

- Axe 3 :

Variables	SEL	SAUI	UGBO	SEC
Contributions	762	283	249	158
Coordonnées	- 873	532	499	397

Source : Résultats ACP

b- Contributions des observations à l'apparition des trois premiers axes

Les contributions sont exprimées en %.

Tableau 11 : Contributions des observations pour les trois premiers axes**- Axe 1 :**

Individus	13	17	4	18	15	1	19
Contributions	647	641	640	585	577	569	559
Coordonnées	1695	2520	-2620	1645	1742	- 4135	2402

Source : Résultats ACP

- Axe 2 :

Individus	9	11	5	7	8
Contributions	647	641	640	585	577
Coordonnées	1695	2520	-2620	1645	1742

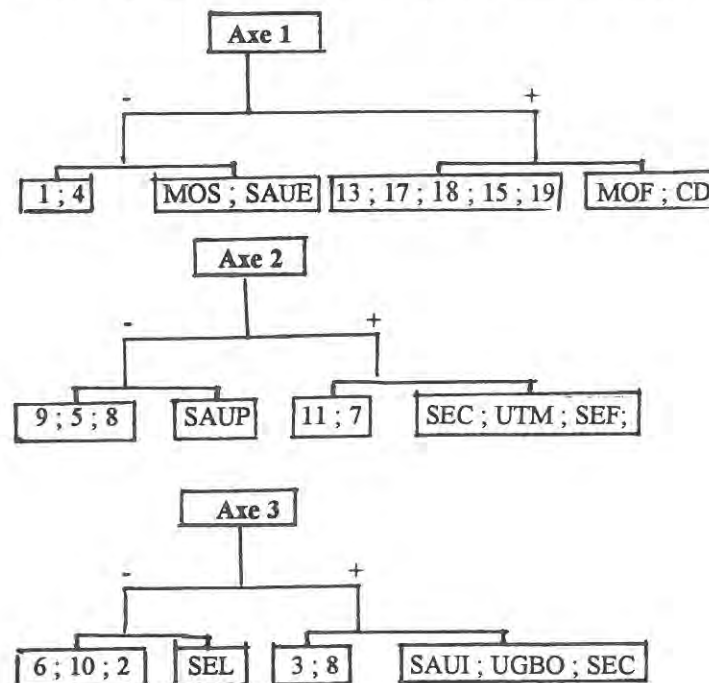
Source : Résultats ACP

- Axe 3 :

Individus	6	10	3	2	8
Contributions	407	341	257	249	207
Coordonnées	- 1769	-1290	2257	-2391	1486

Source : Résultats ACP

D'après les tableaux des contributions des variables et des observations à l'apparition des trois axes, nous pouvons les représenter ainsi :

Schéma 1: Les trois axes retenus pour la confection des groupes (individus, contributions, et coordonnées)**c- Interprétation des composantes principales :****- Axe 1 :** $\lambda_1 = 3.77$ inertie = 31.5%

Cet axe explique seul près du tiers de la variance totale (pourcentage expliqué par l'axe principal n°1), ainsi la valeur propre associée à cette première composante est élevée (λ_1). Ceci permet de dire que cette composante constitue un facteur important dans l'analyse et la classification ultérieure des exploitations. L'axe 1 est expliqué essentiellement par les variables relatives à la main-d'oeuvre où la corrélation entre l'axe et ces variables (MOF, MOS et CD) est supérieure à 60% (inertie totale relative). Les variables MOF et CD ont des coordonnées positives, quant aux variables MOS et SAUE, ayant une inertie totale de 55.3%, ont des coordonnées négatives. Ce premier axe va opposer les exploitations de petite taille et dont le travail est assuré par la main-d'oeuvre familiale avec une charge démographique élevée, aux exploitations de grande taille et dont la main-d'oeuvre est à dominante salariée avec un coefficient démographique relativement faible.

- Axe 2 : $\lambda_2 = 1.95$ inertie = 16.3%

L'axe n°2 explique un peu plus du sixième de l'information et joue un rôle important dans la distinction des exploitations. Ainsi cet axe est expliqué par des variables relatives à la fois à la structure (SAUI, UTM) et au système d'exploitation (SEC, SEF). Les corrélations entre l'axe et ces variables sont au dessus de 34%. Seule la variable SAUI à une coordonnée négative tandis que les coordonnées du reste des variables sont positives. Cet axe oppose donc les agriculteurs exploitant indirectement leurs terres à ceux qui les exploitent eux-mêmes en possédant la traction mécanique et dont le système de culture est basé sur les céréales et les fourrages.

- Axe 3 : $\lambda_3 = 1.74$ inertie = 14.5%

Cette troisième composante principale permet d'expliquer environ le septième de l'information totale. Elle a essentiellement quatre variables explicatives ayant des corrélations avec elle qui sont supérieures à 15%. Par ailleurs, cet axe est expliqué par des variables de structure (SAUI, UGBO) et d'autres relatives au système de culture (SEL, SEC). Il est à noter que la corrélation entre la variable SEL et l'axe 3 est relativement forte (76.2%). Seule la coordonnée de cette variable est négative. Certes, l'axe 3 oppose les exploitations dont le système de culture est basé sur les légumineuses à celles qui exploitent une partie de leurs terres faisant l'intégration de l'élevage ovin et cultivant des céréales. En somme, cet axe décrit, si on peut dire, la compétition entre les céréales et les légumineuses. Il illustre, entre autres, la contrainte technique : assolement/rotation.

d- Les groupes types d'exploitations

Après plusieurs tentatives de typologie, passage des variables brutes à des ratios pour avoir plus d'homogénéité, élimination de certaines variables moins déterminantes, puis élimination d'une observation aberrante, le regroupement de certaines variables a été fait ainsi que la réintroduction de certaines autres variables qui ont été éliminées. Ceci nous a permis de cerner des groupes homogènes. Cela n'empêche qu'il y a certaines exploitations qui demeurent peu stables.

Une fois les composantes principales (axes) interprétées et les groupes de variables caractéristiques de chacun des trois plans décrits, nous allons passer à la caractérisation des trois groupes. Le deuxième groupe se subdivise en deux sous-groupes pris en compte chacun comme groupe homogène, que l'on a pu identifier, ce qui nous a permis de saisir quels sont les éléments de structure et de fonctionnement qui sont de nature à cerner la logique de fonctionnement de chacun des groupes.

Groupe 1

Ce groupe est composé de quatre exploitations agricoles : 2-1-3-4, représentant 20 % de l'échantillon total. Il s'agit d'exploitations relativement de grande taille. En effet, la surface agricole utile exploitée moyenne est de 94.25 ha avec un écart type de 53.98 ha. La terre de ces agriculteurs est exclusivement en propriété. Par contre,

deux exploitations sur quatre exploitent indirectement, sous condition que le métayer ne cultive que des légumineuses, une partie de leurs terres (30 % en moyenne).

Au niveau de ces exploitations, la main-d'oeuvre familiale est constituée par les chefs d'exploitations. La main-d'oeuvre salariée représente en moyenne 80% de la main-d'oeuvre totale avec un écart type de 5.37%. La charge démographique est de 9 UTH/100 ha de SAUE en moyenne avec un écart type de 5. Néanmoins, toutes les exploitations sont mécanisées. C'est l'exploitation n°2 qui possède plus de moyens de traction mécanique (37.8 UTM/100ha de SAUE). Ainsi, la valeur moyenne de la mécanisation au niveau de ce groupe est de 24.4 UTM/100ha de SAUE avec un écart type de 9.5. Concernant la traction animale, elle est quasi absente. En fait, une seule exploitation possède une UTA (5) permettant d'effectuer des travaux d'entretien.

Le système d'élevage au niveau de ces quatre exploitations est mixte. Il est à signaler qu'il y a une dominance de l'élevage ovin : c'est le plus nombreux (60% des UGB totales) et le plus répandu (chez 75% des exploitations). Le nombre moyen d'UGBO par exploitation est égale à 7.4 avec un écart type de 5.5. Par contre l'élevage bovin est pratiqué par 50% des exploitations et ne représente que 40% des UGB totales. La moyenne des UGBB, au niveau du groupe type, est de 4.9 et où l'écart type est de 6.4. De même, on trouve l'élevage caprin (3.5UGB) chez l'exploitation n°3.

Enfin, ces exploitations sont caractérisées par un système de culture basé sur les grandes cultures (83% de la SAUE de la moyenne du groupe) qui peuvent être explicitées ainsi :

- Les céréales sont présentes au niveau de toutes les exploitations. Elles occupent en moyenne une surface de 59.25 ha avec un écart type de 31.6.

- Les légumineuses sont cultivées, pendant cette campagne agricole 91/92, par deux exploitations sur quatre. Elles s'étendent sur une surface moyenne de 16 ha, soit 14.89 % de moyenne de la SAUE du groupe, avec un écart type de 18.45.

- Les fourrages sont insérés au plan de production par deux agriculteurs parmi les quatre, pourtant l'un d'entre eux ne fait pas d'élevage. La surface moyenne occupée par cette spéculation végétale est de 7.5 ha ce qui est l'équivalent de 4.17% de la moyenne de la SAUE du groupe.

Pour les autres cultures, il y a deux exploitations qui ont de l'arboriculture (10 ha, 6 ha) et une cultivant 5 ha de maraîchage.

Il est à noter qu'un agriculteur (n°2) parmi le nombre total de l'échantillon et qui figure dans cette classe, a laissé 10 ha en jachère.

Groupe 2

Il est formé par trois exploitations agricoles à savoir celles ayant les numéros suivants : 17-7-11. Ce groupe renferme 15% de l'effectif total de l'échantillon. Ces exploitations ont une taille moyenne. En effet, la surface agricole utile exploitée moyenne est de 15.75 ha avec un écart type de 11.5. La terre exploitée par ces agriculteurs est composée d'une partie en propriété, représentant en moyenne 55.5% du total exploité avec un écart type de 37.7%, et d'une autre partie prise en location ou en métayage (deux exploitations sur trois). Au niveau de ce groupe, on trouve de la main-d'oeuvre salariée et surtout familiale. Cette dernière représente en moyenne 75.3% de la main-d'oeuvre totale accompagnée d'un écart type de 18.78%. La charge démographique est multipliée par trois comparativement au premier groupe. Elle est de 25 UTH/100 ha de la SAUE en moyenne avec un écart type de 9 UTH/100 ha de SAUE.

Par ailleurs, deux exploitations (7 et 11) parmi trois sont mécanisées. C'est l'exploitation n°7 qui possède plus d'UTM, néanmoins le taux de mécanisation le plus élevé est celui de l'exploitation n°11 (87.5 UTM/100ha de SAUE). En outre, le taux moyen de la mécanisation est de 41.3 UTM/100 ha de SAUE avec un écart type de 35.9. Pour la traction animale, les exploitations (7 et 17) possèdent chacune 1 UTA utilisée pour les travaux d'entretien.

Cette classe type est caractérisée par un système d'élevage qui ressemble à celui du groupe précédent. En effet, il s'agit d'un système mixte avec une orientation plus vers l'élevage ovin (67% des exploitations). Ce dernier compte 63% des UGB totales. Le nombre moyen d'UGBO est de 3.4 par exploitation avec un écart type de 2.4 UGBO. Ainsi, deux exploitations sur trois font aussi de l'élevage bovin qui représente 37% des UGB totales. La moyenne des UGBB par exploitation est égale à 2 avec un écart type de 1.6. Enfin, le système d'exploitation culturale est constitué par les grandes cultures (100% de la SAUE). Il s'agit surtout de céréales, puis des cultures fourragères et enfin des légumineuses. Elles se présentent comme suit :

- Toutes les exploitations font principalement des céréales. Le taux de surface consacré à cette culture varie entre 60% de la SAUE de l'exploitation n°7 et 100% de la SAUE de l'exploitation n°17. D'une façon générale, les céréales occupent, au niveau de cette classe n°2, 82.3% de la moyenne de la SAUE accompagnée d'un écart type de 17%.

- En deuxième lieu, on trouve les cultures fourragères qui sont pratiquées par 67% des exploitations. Elles détiennent une surface équivalente à 10.4% de la moyenne de la SAUE avec un écart type de 7.8%.

- En troisième et dernier lieu, on trouve les légumineuses. En fait, cette spéculation végétale, pour la campagne agricole 91/92, est insérée uniquement dans le plan de production de l'exploitation n°7 et occupant un cinquième de la SAUE. Au niveau du groupe, cette culture s'étend sur 7.3% de la moyenne de la SAUE accompagnée d'un écart type de 10.3%.

Groupe 3

Il réunit sept exploitations dont les numéros sont les suivants : 15; 12; 10; 9; 8; 6; 5. Ce groupe représente 35% de l'effectif total de l'échantillon. Les exploitations composant ce groupe ont relativement une taille moyenne. La surface agricole utile exploitée moyenne est égale à 13.3 ha accompagnée d'un écart type de 5.2. En outre, la terre exploitée par ces agriculteurs est entièrement en propriété. Par contre, 43% des agriculteurs exploitent indirectement une partie de leurs terres correspondant à 17.4% de la SAUE au niveau de tout le groupe avec un écart type de 22.3%.

Par ailleurs, la main-d'oeuvre, au niveau de ce groupe type, est mixte : salariée et familiale avec domination de cette dernière. En effet, la main-d'oeuvre familiale représente en moyenne 75.6% de la main-d'oeuvre totale accompagnée d'un écart type égale à 22.7%. Ainsi la charge démographique est légèrement inférieure à celle du groupe précédent. Elle est égale, en moyenne, à 23 UTH/100 ha de SAUE avec un écart type de 5.7.

Au niveau de ce groupe, il y a une absence totale de mécanisation. Seules les exploitations n°15 et 5 disposent chacune d'une unité de traction animale servant pour des travaux d'entretien.

Le système d'élevage existant au niveau de cette classe a une orientation différente comparativement à ceux pratiqués par les groupes précédents. En fait, l'élevage ovin et bovin sont présents avec la même fréquence: 43% des exploitations. Par contre, il y a une domination du point de vue effectif de l'élevage bovin. Ce dernier représente 65% des UGB totales. Le nombre moyen d'UGBB est de 1,91 par exploitation accompagné d'un écart type de 2.6. En outre, l'élevage ovin compte 35% des UGB totales. Le nombre moyen des UGBO est égal à une unité par exploitation avec un écart type égale à 1.4.

Finalement, le système de culture est basé sur les grandes cultures représentant 74.4% de la moyenne de la SAUE du groupe. On trouve essentiellement les céréales et les légumineuses. La répartition des spéculations végétales peut être explicitée ainsi :

- Les cultures céréalières sont présentes au niveau de toutes les exploitations avec un taux de la SAUE qui va de 23% à 69%. En moyenne, les céréales occupent 45% de la SAUE avec un écart type de 14%;

- Les légumineuses sont fréquentes dans toutes les exploitations excepté celle qui porte le n°8. Le taux de surface agricole utile exploitée réservé à ces cultures varie entre 8% et 43%. Au niveau du groupe, ces cultures s'étendent sur 25.6% de la moyenne de la SAUE accompagnée d'un écart type de 14.2%;

- Puis, on trouve les cultures fourragères figurant simplement dans deux exploitations (n°15 et 5). Ces cultures détiennent en moyenne 3.7% de la SAUE avec un écart type qui est égale à 6.2%;

- Enfin, certaines de ces exploitations, en plus des grandes cultures, font d'autres spéculations végétales. En effet, il y a deux exploitations qui font de l'arboriculture (5ha, 0.25ha) et une cultivant 3ha de maraîchage.

Groupe 4

Il est composé par cinq exploitations agricoles numérotées ainsi : 13; 14; 16; 18; 19. Cette classe renferme 25% de l'échantillon total.

Ce groupe est formé par des exploitations de petite taille. La surface agricole utile exploitée moyenne est de 4 ha accompagnée d'un écart type de 1.3. Ainsi, les terres exploitées par ces agriculteurs sont exclusivement en propriété, exception faite, l'exploitation n°19 a 20% de sa SAUE qui sont pris en métayage. Par contre, ces agriculteurs ne cèdent pas leurs terres en faire valoir indirect.

Au niveau de cette classe, la main-d'oeuvre est entièrement familiale. La charge démographique est la plus élevée de tous les groupes. Elle est sept fois plus élevée que celle du groupe n°1 et qui est égale à 65.7 UTH/100 ha de SAUE accompagnée d'un écart type de 17.4. Comme dans le groupe précédent, ces exploitations ne sont pas mécanisées. Il y a une seule exploitation (n°14) qui possède une unité de traction animale.

Chez ces agriculteurs, on trouve à la fois de l'élevage ovin, bovin et caprin, mais avec une domination du premier type. En effet, toutes les exploitations font de l'élevage ovin. L'effectif de ce dernier représente 63% des UGB totales. Le nombre moyen d'UGBO par exploitation est de 3.4 avec un écart type de 0.9.

Quant à l'élevage bovin, on le trouve chez 80% des exploitations. Il compte 30% des UGB totales. Le nombre moyen d'UGBB par exploitation est égale à 1.6 accompagné d'un écart type de 1. Le reste 7% des UGB totales constitue l'effectif de l'élevage caprin. Cette spéculation est aussi présente au niveau de 80% des exploitations. Le nombre moyen d'UGBC par exploitation est de 0.36 avec un écart type de 0.2. En outre, le mode d'exploitation culturale est basé sur les grandes cultures. On trouve, par ordre d'importance, les céréales, puis les légumineuses et enfin les cultures fourragères.

- Toutes les exploitations font de la céréaliculture dans des proportions de la SAUE qui balaient l'intervalle suivant (42%, 67%). En moyenne, la céréaliculture s'étend sur 54% de la SAUE avec un écart type de 9%.

- Les légumineuses sont pratiquées par toutes les exploitations. Le pourcentage de la surface agricole utile exploitée consacré à ces cultures oscille entre 10% et 42%. Elles occupent en moyenne 22.7% de la SAUE de chaque exploitation accompagnée d'un écart type égale à 10.7%.

- Les cultures fourragères sont aussi omniprésentes. Elles s'étendent en moyenne sur 18% de la SAUE de chaque exploitation du groupe avec un écart type de 5.5%.

Finalement, en plus des grandes cultures, deux exploitations (n°14 et 19) font chacune un demi hectare de maraîchage.

La typologie des exploitations agricoles par observation, analyse des structures, classification et comparaison de ces dernières, nous a permis de constater que la zone de BEHAYA est composée de quatre sous-ensembles agricoles homogènes, et ce en se basant sur des critères relatifs aux aspects de l'appareil de production et aux systèmes de production adoptés dans les exploitations enquêtées.

En se basant sur les résultats de la typologie effectuée d'une part, et sur les données des enquêtes réalisées concernant la campagne agricole 1991/1992 d'autre part, nous avons identifié quatre exploitations types représentatives des groupes cernés. Pour justifier le choix de ces exploitations, nous allons les présenter dans le tableau 12.

Tableau 12 : Récapitulation des résultats de la typologie des exploitations agricoles

Groupe	Mode de faire valoir	Travail	Unité de traction	Système d'élevage	Système de culture
N° 1	Exclusivement en propriété	MO mixte avec dominance MOS/MOF	Traction mécanique > 20 UT	Elevage mixte, dominance ovin/bovin	- Grande culture avec dominance des céréales > 60% de SAUE - Jachère
N° 2	Mixte: propriété + location	MO mixte avec dominance MOF/MOS	Traction mécanique + peu de traction animale	Elevage mixte, dominance ovin/bovin	- Grande culture (céréales > 80% de la SAUE)
N° 3	Exclusivement en propriété avec exploitation indirecte d'une partie	MO mixte avec dominance MOF/MOS	Location de la mécanisation + peu de traction animale	Elevage mixte, dominance bovin/ovin	- Grandes cultures (céréales > 45%) - Arboriculture - Maraîchage
N° 4	Propriété presque totale	MO exclusivement familiale	Location de la mécanisation + peu de traction animale	Elevage mixte, dominance ovin/bovin	- Grandes cultures (céréales > 84% de la SAUE) - Cultures maraîchères

Source : résultats de l'ACP

e- Les exploitations types

Grâce à la typologie qui nous a permis de définir quatre groupes relativement homogènes et aux informations recueillies lors de la réalisation des enquêtes, nous avons identifié quatre exploitations représentatives des groupes que nous venons de décrire, alors que le choix des exploitations a été fait surtout sur la base des valeurs moyennes caractérisant chaque groupe.

- Exploitation type 1 : "La grande exploitation"

Concernant le groupe n°1, nous avons retenu l'exploitation n°1 dont la SAU, exclusivement en propriété, est de 100 ha. La main-d'oeuvre est constituée du chef de l'exploitation seule main-d'oeuvre familiale et des salariés représentant 3,5 UTH soit 77,77 % de la main-d'oeuvre totale. Du point de vue mécanisation (11UT), l'exploitation a tout le matériel nécessaire pour effectuer les opérations culturales.

Cette exploitation est marquée par un système de culture basé sur la céréaliculture au cours de la campagne agricole 1991/1992. En effet, la surface emblavée en céréales représente 70% de la SAUE, quant à la surface fourragère (foins), elle occupe 10%. Le reste 20% est donné en métayage (voir graphique 8). Au niveau de cette exploitation, le système d'élevage est mixte. On trouve de l'élevage ovin (150 têtes) et bovin (13 vaches) -voir graphique 9-.

- Exploitation type 2 : "Exploitation moyenne mécanisée"

L'exploitation n°7, que nous avons retenue, est l'image du sous-ensemble homogène n°2. Cette exploitation a une SAUE de 24,5 ha composée de 2,5 ha en propriété et le reste en location soit 89,8%. La main-d'oeuvre est à la fois familiale (52%) et salariée (48%). La mécanisation (11,7 UT) est utilisée pour effectuer les opérations culturales au niveau de l'exploitation et chez les voisins qui n'ont pas de moyens. Cela permet de dégager un revenu extra-agricole.

Pour la campagne agricole 1991/1992, le système cultural (voir graphique 10) est relativement dominé par les céréales occupant 77,5% de la SAUE, puis on trouve les légumineuses (8% de la SAUE) et enfin les cultures fourragères (12,5% de la SAUE).

En ce qui concerne la production animale au niveau de cette exploitation, on trouve l'élevage bovin (56% des UGBT) et l'élevage ovin (44% des UGBT) -voir graphique 11-.

- Exploitation type 3 : "Exploitation moyenne"

C'est l'exploitation n°10 qui a été choisie pour le groupe n°3. Elle a une surface agricole utile exploitée de 14 ha en propriété. Le travail est représenté par une main-d'oeuvre et familiale (62,5% des UTH) et salariée (37,5 des UTH). L'exploitation n'est pas motorisée et ne possède pas non plus de traction animale. Donc, on fait recours à la location du matériel agricole pour cultiver la terre. La répartition des cultures au cours de l'année 91/92 est la suivante : (voir graphique 12)

- Les céréales occupent 68% de la SAUE.
- Les légumineuses détiennent 28,6% de la SAUE.

Le système d'élevage, au niveau de cette exploitation, est mixte. Il est dominé par l'élevage bovin détenant 64,5% des UGBT, puis on trouve l'élevage ovin (35,5% des UGBT)

- Exploitation type 4 : "Petite exploitation"

Pour le groupe n°4, nous avons retenu l'exploitation n°16 ayant une SAU de 4 ha en propriété. La main-d'oeuvre est exclusivement familiale. Il n'y a pas, au niveau de cette exploitation, de traction ni mécanique ni animale.

Le système de culture est diversifié (voir graphique 14). Il est à dominante céréalière (62,5% de la SAU), puis on trouve les cultures fourragères (25% de la SAU) et enfin il y a les légumineuses (12,5% de la SAU).

Finalement, la production animale est dominée par l'élevage ovin (57% des UGB), ensuite vient en deuxième place l'élevage bovin (28,6% des UGB) et enfin l'élevage caprin (14,4% des UGB).

Après avoir présenté les exploitations types, il nous faut tout de suite, avant de passer à la construction des modèles, préciser quelle exploitation on cherche à modéliser. Une exploitation réelle ou une exploitation fictive représentative d'un groupe, autrement dit une exploitation moyenne. Il nous semble beaucoup plus fructueux de modéliser une exploitation existant réellement, quitte à choisir celle-ci avec soin pour qu'elle soit représentative d'un type d'exploitation. La validation du modèle est ainsi beaucoup plus facile puisqu'on peut comparer les solutions fournies par le modèle avec le fonctionnement effectif de l'exploitation.

Chapitre II

Présentation et analyse des modèles des exploitations retenues

I- Présentation des modèles des exploitations types

Le modèle est un ensemble de relations simples et cohérentes qui peuvent être totalement ou partiellement formalisées [...]. Il représente ainsi -en vue d'un objectif déterminé- une certaine conceptualisation d'une structure économique réelle complexe. La principale de ces qualités en dehors de sa simplicité, de l'utilité, de la cohérence, réside dans sa fécondité (B. ROSIER, 1968). Dans ce cas, il s'agit de dégager une représentation simplifiée, c'est-à-dire de faire ressortir du réel complexe un modèle pour chaque exploitation type qui donne sa structure et son fonctionnement. Ainsi, le modèle de programmation linéaire va être composé d'une fonction objectif, des activités des agriculteurs et des contraintes et inhérentes et externes à l'unité de production.

Dans le cadre de notre travail, nous allons confectionner quatre modèles statiques, relatifs aux exploitations types identifiées, qui sont explicités ci-après.

1- La fonction économique

La définition de la fonction économique renvoie au dilemme de la rationalité ou l'irrationalité du comportement de l'agriculteur. En tout cas, ce dernier a un comportement dissemblable à celui d'un entrepreneur capitaliste visant la maximisation du profit. "Le problème est donc plus de savoir quelle fonction d'utilité peut être associée aux agriculteurs, et si même cette fonction peut être la même pour tous..." (J.M. BOUSSARD, 1987)

En fait, dans le cas de cette étude, la fonction objectif consiste à maximiser la marge sur les charges opérationnelles pour toutes les activités rencontrées au sein de chacune des exploitations retenues. Cette fonction peut être formulée ainsi :

$$Z = \sum (P_i - C_i) X_i$$

avec :

- Z : la marge à optimiser
- P_i : prix unitaire de chaque produit final (produits animaux, produits végétaux,...)
- C_i : coût unitaire de chaque produit final (achats, services, intérêts sur emprunts,...)
- X_i : le niveau de production de chaque activité.

2- Les activités

Les activités, permettant de décrire les systèmes de production au sein des exploitations agricoles, reflètent en quelques sortes les décisions des agriculteurs concernant l'orientation de leurs exploitations. Pour chacune des exploitations types, les activités sont introduites au niveau des colonnes de la matrice du modèle élaboré sur une feuille de calcul Quattro pro version 2. En effet, on peut distinguer deux types d'activités.

A- Les activités productives

a- Les activités végétales

Afin de tenir compte des précédents culturaux, nous allons présenter ces activités végétales sous formes de rotations.

-Exploitation type 1, on y trouve :

- Blé dur/légumineuse/blé tendre
- Blé tendre/légumineuse/orge
- Blé dur/légumineuse/orge

- Blé tendre/foin/orge
- Blé dur/foin/blé tendre

Parmi les activités hors assolement, il y a les parcours occupant une superficie de 20 ha.

- **Exploitation type 2** : elle comporte les rotations suivantes :
 - Blé tendre/pois chiche/orge/foin
 - Blé dur/pois chiche/blé tendre
 - Blé tendre/foin/orge
 - Blé dur/foin/blé tendre
 - Blé dur/pois chiche/orge

Au niveau de cette exploitation, les activités végétales hors assolement sont représentées par les parcours en propriété (2 ha) et la surface plantée en olivier (0,5 ha).

- **Exploitation type 3** : les rotations rencontrées sont :
 - Blé dur/pois chiche/blé tendre
 - Blé tendre/pois chiche/orge/foin
 - Blé dur/foin/blé tendre
 - Blé tendre/foin/orge

Hors assolement, on trouve deux activités à savoir les parcours et les oliviers ayant respectivement 3 ha et 0,5 ha de superficie.

- **Exploitation type 4** : comme rotation au sein de cette exploitation, il y a :
 - Blé dur/pois chiche/blé tendre/foin
 - Blé dur/foin/blé tendre/orge
 - Blé tendre/pois chiche/orge/foin

En plus de ces activités végétales, il y a également une activité ne rentrant pas dans les assolements. Il s'agit des parcours occupant une surface de 3ha.

b- Les activités animales:

Pour représenter les activités animales rencontrées, nous n'avons pas utilisé l'unité gros bétail (UGB) pour "que l'unité technique corresponde toujours à une quantité d'un même facteur" (J. SAUVE, 1989) étant donné les normes de la définition de l'UGB qui ne sont pas suffisamment respectées. Ainsi, les effectifs sont exprimés en têtes. En fait, les spéculations animales sont représentées par le cheptel ovin et bovin au sein des trois premières exploitations types. Quant à la quatrième, elle développe l'élevage des caprins en plus des ovins et des bovins.

B- Autres activités

Il s'agit d'activités qui permettent de décrire les flux qui s'échangent entre l'exploitation et son environnement à savoir :

a- Les activités "achats":

Elles concernent l'approvisionnement des exploitations en inputs. Ces activités peuvent être regroupées ainsi :

- l'achat d'aliments de bétail : foin, orge, concentré, avoine.
- l'achat d'engrais chimiques : phosphate (super 45%), ammonitre 33%, D-A-P.
- l'achat de produit de traitement : illoxan.
- l'achat de semences : de blé dur, de blé tendre, d'orge, de pois chiche, et de foin.

b- Les activités "ventes":

Ces activités reflètent, en partie, le niveau d'intégration des exploitations au marché.

- **Exploitation type 1.** Les activités de vente figurant sur la matrice sont :

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| - vente de blé dur | - vente de paille |
| - vente de blé tendre | - vente d'ovins |
| - vente d'orge | - vente de bovins |

- **Exploitation type 2.** Les activités de vente comprennent :

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| - vente de blé dur | - vente de graines d'olive |
| - vente de blé tendre | - vente de laine |
| - vente d'orge | - vente d'ovins |
| - vente de pois chiches | - vente de bovins |
| - vente de paille | |

- **Exploitation type 3.** Au niveau de cette exploitation, on trouve :

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| - vente de blé tendre | - vente de graines d'olive |
| - vente de blé dur | - vente de laine |
| - vente d'orge | - vente d'ovins |
| - vente de paille | - vente de bovins |
| - vente de pois chiches | |

- **Exploitation type 4.** Au sein de cette exploitation, il y a :

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| - vente de blé dur | - vente d'ovins |
| - vente de blé tendre | - vente de bovins |
| - vente d'orge | - vente de caprins |
| - vente de paille | - vente de laine |
| - vente de pois chiches | |

c- Les activités d'auto-consommation

Elles comprennent pour :

* L'exploitation 1:

- blé dur
- ovins (agneaux)

* L'exploitation 2 :

- | | |
|--------------|-------------------|
| - blé dur | - pois chiches |
| - blé tendre | - graines d'olive |
| - orge | |

* L'exploitation 3 :

- | | |
|--------------|------------------|
| - blé dur | - pois chiches |
| - blé tendre | - graine d'olive |

* Exploitation 4 :

- blé dur
- pois chiche

d- Activités "location"

Ces activités décrivent la location :

- de machines : tracteur (au cours de quatre périodes de la campagne agricole) et/ou de moissonneuse batteuse.
- de terre cultivable
- de parcours

e- Les activités "embauche de main-d'oeuvre"

Elles permettent d'employer une main-d'oeuvre occasionnelle, au cours des différentes périodes de l'année, et en fonction des besoins de l'exploitation selon les disponibilités de ce facteur.

f- Activités crédits à long et à moyen terme

Ces activités concernent les emprunts obtenus (exploitation 2 et 4) dans le cadre du projet APMANE (1) pour la construction des étables et dont le taux d'intérêt est de 7%.

g- Activités de financement de la campagne agricole

- Activités "auto-financement"

Il s'agit des sommes d'argent que possèdent les agriculteurs pour financer entièrement ou une partie des charges proportionnelles de la campagne agricole.

- Activités de crédits de campagne (à court terme)

Elles représentent les besoins en matière de crédit, au cours de l'année, de l'exploitation afin de financer les achats d'inputs, la location de services,... Ces crédits sont octroyés soit par des banques (BNA, BTF) soit par le projet APMANE et ayant des taux d'intérêt qui varient entre 7 et 10%.

3- Les contraintes

Il convient de rappeler que les contraintes "expriment correctement les restrictions de toute nature qui interviennent dans l'élaboration des produits et la consommation des facteurs du fait de la situation technique et des facteurs fixes qui existent en quantité" (J.M. BOUSSARD, 1970). Ainsi chacune de ces contraintes est représentée au niveau du modèle par une ou plusieurs lignes exprimant les besoins des activités qui ne devront pas dépasser les disponibilités en ressources.

Les contraintes représentées au niveau de nos modèles peuvent être réparties en trois groupes :

- 1- les contraintes agronomiques,
- 2- les contraintes "facteurs de production",
- 3- les contraintes économiques.

A- Les contraintes agronomiques

a- Les contraintes "occupation du sol"

Etant donné que la terre est une ressource limitée, l'ensemble des superficies cultivées ne doivent pas dépasser la surface agricole disponible (en propriété et/ou en location). Ainsi la surface exploitée en parcours doit être inférieure ou égale à la superficie disponible (en propriété et/ou en location).

b- Les contraintes "alimentation du bétail"

Elles traduisent la répartition des ressources fourragères disponibles entre les différentes spéculations animales existantes. Ces ressources peuvent provenir d'une cession interne c'est-à-dire d'un transfert de certains produits végétaux de l'exploitation tels que : paille, foin, fourrage; et des produits procurés au niveau du marché pour compléter l'alimentation (exemple : concentrés, orge, foin,...). En effet,

- Au sein de l'exploitation 1, l'alimentation du bétail se fait à partir de pailles, de foin, de fourrages produits sur les parcours. Pour compléter l'alimentation, l'exploitant a recours aux achats : concentrés pour les bovins, avoine (grains) pour les ovins et foin pour les deux spéculations.

- Pour l'exploitation 2, l'alimentation du cheptel vif se fait exclusivement à partir des ressources fourragères produites sur l'exploitation. Ainsi, la paille du blé dur et le foin constituent des composantes d'alimentation communes des ovins et des bovins. Ces derniers consomment, en plus, de l'orge. Quant aux ovins, ils pâturent les fourrages des parcours.

1. APMANE : Aides aux Petits et Moyens Agriculteurs du Nord Est

- Au niveau de l'exploitation 3, les ovins et les bovins s'alimentent à partir des pailles, des foin et des fourrages pâturés. Pour compléter l'alimentation, on achète du foin pour les deux activités animales et des concentrés pour les bovins.

- Concernant l'exploitation 4, les trois spéculations (ovine, bovine et caprine) sont alimentées par des produits fournis par l'exploitation (paille, foin et fourrages) et des produits achetés : orge pour les ovins et les bovins et fève pour les bovins.

Généralement les produits et les compléments d'alimentation des spéculations animales peuvent provenir de l'exploitation et/ou des achats afin de rendre le choix plus souple.

c- Les contraintes de productions végétales

Ces contraintes permettent la traduction de l'allocation des productions disponibles aux différentes activités d'alimentation des spéculations animales, d'autoconsommation, d'auto-fourriture de semences et de ventes. Elles concernent les produits suivants :

*Exploitation 1 :

- blé dur
- blé tendre
- orge

*Exploitations 2 et 3 :

- blé dur
- blé tendre
- orge
- pois chiches
- graines d'olive

*Exploitation 4 :

- blé dur
- blé tendre
- orge
- pois chiches

d- Les contraintes de productions animales

Elles permettent d'expliciter la production animale au niveau des troupeaux qui est liée à deux activités possibles à savoir l'auto-consommation et la vente. Ces contraintes concernent, en plus des produits ovins et bovins présents au sein des quatre exploitations, les produits caprins qui figurent au niveau de l'exploitation 4.

B- Les contraintes liées aux facteurs de production

Parmi ces contraintes, on peut citer :

a- Les contraintes de main-d'oeuvre et de mécanisation

Elles permettent d'exprimer l'allocation des moyens disponibles (moyens propres, moyens procurés au niveau du marché : location de tracteur ou de moissonneuse batteuse, embauche de main-d'oeuvre occasionnelle) selon les exigences des activités possibles. Ces contraintes sont réparties en quatre périodes (août/octobre, novembre/janvier, février/avril, mai/juillet) afin d'identifier les goulots d'étranglement.

b- Les contraintes "facteurs variables de production"

Elles illustrent les nécessités techniques de chaque activité qui doivent être inférieures ou égales aux quantités produites et/ou achetées. Ces contraintes sont relatives aux semences, aux engrais chimiques et aux produits de traitement.

C- Les contraintes économiques

Elles se composent essentiellement de trois types de contraintes que nous allons expliciter.

a- Les contraintes de financement de la campagne agricole

Il s'agit de contraintes exprimant les besoins de financement d'achats de biens et de services nécessaires pour le fonctionnement des activités de l'exploitation agricole. La somme de ces charges opérationnelles doit être inférieure ou égale à la capacité d'auto-financement ajoutée au crédit de campagne (à court terme).

b- La contrainte d'emprunt à long terme

La capacité de l'étable des bovins dépend du montant du crédit à long terme octroyé par le projet APMANE. Evidemment, cela détermine l'effectif du troupeau bovin. A cette contrainte, nous avons créé une colonne représentant l'activité "investissement".

c- Les contraintes "risque"

Le risque et l'incertitude modifient profondément le comportement du sujet économique. Il est donc impossible de négliger cet aspect des choses lorsqu'on se propose de construire un modèle micro-économique. En pratique, cependant, quelle que soit la théorie utilisée, les "actions optimales" obtenues sont souvent voisines : éviter le risque conduit à des décisions plus diversifiées et moins bonnes "en moyenne" (J. M. BOUSSARD 1979).

Dans notre cas, la prise en compte du risque au sein de chaque programme linéaire, en supposant que l'agriculteur cherche à maximiser son revenu, peut être formulée ainsi :

$$\text{maximiser } Z = \sum B_i X_i$$

$$\text{ sujet à : } R^0 - \sum A_{it} X_i \leq 0 \quad (t \text{ allant de } 1 \text{ à } 3)$$

avec :

- Z : le revenu attendu

- B_i : la marge brute de la i ème activité

- X_i : le niveau de l'activité i

- $\sum A_{it} X_i$: espérance du revenu

- $A_{it} = p_t B_i$

- p_t : coefficients de probabilité qui tiennent compte de la variabilité des rendements moyens de la région. Ils ont été estimés sur la base d'une période allant de 1970 à 1992. Ainsi, ils sont variables selon la sensibilité de l'activité aux sécheresses. En effet, p_t oscille entre 1 et 0,5 pour une activité sensible. Mais avec une activité rustique, ce coefficient est compris entre 1 et 0,66.

- R^0 : revenu minimum pour la reproduction des capacités productives. Il s'agit là d'une somme d'argent nécessaire pour reproduire le système de production. Dans ce cas, nous avons pris l'ensemble : annuités de crédits à payer + charges variables d'exploitation + dépenses de la famille.

La valeur de R^0 (aZ) est, en réalité, tributaire du comportement de l'agriculteur face au risque. En fait, un agriculteur visant l'autosuffisance (R^0 faible) se traduit par une diversification sur le plan de production. Quant à un autre ayant un esprit d'entrepreneur, il peut choisir une espérance du revenu ($\sum p_t B_i X_i$) élevé en acceptant une importante variation du revenu.

II- Analyse des modèles des exploitations retenues

Une fois construite, la matrice de chacune des quatre exploitations, le calcul matriciel sera fait à l'aide de XA(2). Chaque solution ne sera acceptée qu'après avoir vérifié la cohérence interne du modèle. Dans cette partie, nous allons dans un premier temps, analyser les résultats de chaque modèle et dans un deuxième temps, traiter le problème de sa validation. Concernant la validation, proprement dite la démarche suivante sera suivie.

- **Etalonnage du modèle** : il s'agit d'une confrontation entre les résultats obtenus par simulation et la réalité. Cette phase d'étalonnage vise un double objectif : d'une part, éliminer les erreurs importantes de construction du modèle et d'autre part, analyser les écarts entre les résultats et l'observation. En effet, il n'est pas pensable de retrouver, avec le modèle, la représentation exacte de la réalité. Pour cela, il faut accepter un certain écart entre les deux aspects. En revanche, nous sommes appelés à analyser les causes des différences pour approfondir la compréhension du fonctionnement des exploitations.

- **Analyse de sensibilité** : il est important de vérifier "la sensibilité et la stabilité des solutions par rapport aux variations des différents coefficients pour se faire une idée de la précision et de la fiabilité du modèle" (J. BROSSIER et al., 1974). Cette étape consiste à étudier l'influence des changements dans les conditions de production de l'exploitation. Ces changements peuvent concerner des déterminants externes du fonctionnement des exploitations : prix des produits agricoles ou des consommations intermédiaires, taux d'intérêt, coûts de production, etc... Il peut s'agir aussi de changements internes à l'exploitation : acquisition de foncier, aménagement foncier, construction de bâtiments, etc...

On peut schématiquement les classer en trois grands groupes : changements affectant les structures de production, le niveau technique de l'agriculteur ou les prix. Dans ce cadre, nous allons examiner la sensibilité de la solution optimale face aux modifications que l'on pourrait apporter au second membre du système de contraintes (RHS) ou encore aux variations que pourraient subir les coefficients de la fonction économique tout en restant sur la même base de la solution optimale.

1- Analyse du modèle d'exploitation type 1

A- Présentation des résultats du modèle

En faisant tourner le modèle, la solution optimale au niveau de cette exploitation s'élève à 60854 DT. En effet, le revenu procuré par hectare de surface agricole utilisée est de 507DT y compris la contribution des activités animales et la rente. Pour désagréger ces résultats globaux, nous allons présenter les contributions des spéculations animales et végétales ci-après

Tableau 13 : Contribution unitaire (ha) des spéculations

Activité	Céréales	Elevage
Marge brute	48552,34	7583,9
Surface	86,14	20
Marge brute/ha	563	376

Source : résultats du modèle

D'après le tableau ci-dessus, l'on observe que le revenu des céréales (tout compris) par ha est plus élevé que celui dégagé par les spéculations animales. Cela résulte en fait, d'une part, de la vocation céréalière de la zone (nature des sols) et d'autre part, des conditions climatiques propices. En l'occurrence, la pluviométrie de la campagne agricole 1991/92 a atteint 806 mm que l'on peut comparer à une moyenne annuelle enregistrée de 532 mm.

Toutefois, la contribution unitaire des activités animales est moins élevée que celle des céréales; l'agriculteur maintient une association céréales/élevage afin d'atténuer l'effet risque lié aux aléas climatiques, d'alimenter une trésorerie pour l'exploitation et d'entretenir un patrimoine pour la famille

2. XA est une version du logiciel Professional Linear Programing System

Afin d'expliciter la formation de ces résultats du modèle, nous allons exposer dans le tableau ci-dessous les contributions des activités retenues.

Tableau 14 : Contribution des activités à la genèse du résultat

Activité	Marge brute (DT)	Contribution (%)
BD/TL	1599,626	2,65
BD/TL	17782,15	29,49
BD	19381,15	32,14
BT/TL	8697,76	14,45
BT/F	17574,12	29,15
BT	26271,88	43,6
OR/F	2898,684	4,78
Céréales	48552,34	80,52
RT	4158	6,9
OV	5299,9	8,79
BV	2284	3,79
Elevage	7583,9	12,58
Total	68294,24	100

Source : résultats du modèle

Ce tableau montre que les céréales contribuent pour 80,5% au résultat, alors que le reste est partagé entre l'élevage (12,6%) et l'exploitation indirecte d'une partie de la surface agricole utile (7%).

Ainsi, la rente par hectare (300 DT) est inférieure à la contribution moyenne par hectare des céréales (563DT). L'agriculteur a donc apparemment intérêt à exploiter lui-même cette surface en la cultivant en légumineuses pour, à la fois enrichir sa terre, et bénéficier de la marge entière dégagée.

Il faut noter qu'en réalité ces cultures sont très exigeantes en main-d'oeuvre. En plus, la fluctuation de leurs prix à la production ces dernières années à cause de la sécheresse, l'importation (Espagne),...ont constitué des entraves pour le développement de ces cultures donc pour le recrutement de la main-d'oeuvre. Une raison de plus, l'exploitant ne peut pas gérer judicieusement les travaux d'une main-d'oeuvre occasionnelle étant donné son statut absentéiste ayant une fonction libérale (médecin) et réside en ville (Mateur). Ainsi, cède-t-il chaque année une parcelle à un métayer disposant des moyens nécessaires pour la cultiver en légumineuses.

Par ailleurs, les surfaces des activités végétales retenues par le modèle se répartissent comme suit :

Tableau 15 : Répartition de la surface par culture

Activité	Superficie (ha)	Pourcentage %
BD/TL	2,06	2,06
BD/F	28,87	28,87
BD	30,93	30,93
BT/TL	11,8	11,8
BT/F	30,27	30,27
OR/F	42,07	42,07
TOTAL	13,14	13,14
	86,14	86,14

Source : résultat du modèle

Cette répartition montre que les céréales occupent 86% de la surface cultivable totale. Quant au reste, soit environ 14ha, il est exploité en faire valoir indirect.

Au sein de cette exploitation, toute la production : blé dur, blé tendre, orge, est commercialisée. Les sous-produits représentés notamment par la paille de blé dur et d'orge et une partie de celle du blé tendre sont utilisés pour l'alimentation des troupeaux ovins et bovins.

Le système d'élevage retenu est composé d'ovins et de bovins. En effet, les effectifs de ces deux spéculations sont respectivement de 232 têtes ovines et de 25 têtes bovines. Ces spéculations animales contribuent de l'ordre

de 7 % à la formation du résultat par la vente de 250 agneaux (soit 98% de la production totale, le reste 2% est auto-consommé) et 25 veaux.

Les activités céréalières non retenues par le modèle (BT/BD, OR/B, F/CR) ont respectivement les coûts réduits suivants : 182,9 DT, 94,46 DT, 408,9 DT. En effet, le fait de forcer le modèle à retenir un hectare de l'une de ces activités diminue la solution d'une valeur égale à son coût réduit. Ces activités sont donc hors base. Cela peut s'expliquer par le fait que le modèle a retenu les activités permettant des cessions internes plus importantes pour alimenter l'élevage (auto-consommation de paille). Ces activités sont par ailleurs contrariées par le degré d'aversion pour le risque.

Les colonnes "vente de paille" de blé dur et d'orge ont des coûts réduits positifs, ce qui signifie que la vente d'une balle d'un tel sous-produit entraîne une réduction de la solution optimale d'une valeur égale à son coût réduit.

Concernant les facteurs de production, le recrutement d'une heure de main-d'oeuvre au cours de la première, la deuxième et la quatrième période se traduit par une diminution du résultat optimal de 0,55DT. Ainsi, la location d'une heure de traction pendant les périodes 2, 3 et 4 réduit la solution obtenue d'une valeur égale à 10,34 DT.

Après avoir explicité les activités élémentaires hors base et leurs coûts réduits, nous allons analyser les contraintes.

La terre labourable, ayant une superficie de 100 ha, est totalement utilisée par le modèle. D'où la valeur duale d'un hectare de terre qui est de 594 DT. D'un autre côté, le taux de fermage (≤ 500 DT) au sein de la zone est inférieur à la valeur d'usage d'un hectare labourable. En conséquence, l'agriculteur a intérêt à prendre en location des hectares de terres tant que la valeur locative est inférieure à la valeur duale. L'on a toutefois signalé précédemment l'adjonction de la pluri-activité de l'agriculteur et la rareté de la main-d'oeuvre surtout au moment de la récolte. Ces faits pourront expliquer le non recours à la prise en location d'hectares de terres supplémentaires et l'exploitation en métairie d'une partie de sa surface agricole utile.

Quant aux parcours, exploités entièrement, ils ont une valeur duale de 100,3 DT se situant approximativement à hauteur du prix de location d'un hectare de parcours. Dans ce cas, l'agriculteur ne s'intéresse pas à l'acquisition des hectares supplémentaires pour la production des fourrages.

Les pailles de blé dur, de blé tendre et d'orge, permettant l'alimentation animale, sont exclusivement utilisées. Leurs valeurs duales sont respectivement de l'ordre de 1 DT, 0,5 DT et 6,5 DT par balle.

Or, au cours des années de sécheresse, le prix de la paille a atteint et même a dépassé, dans certaines régions en Tunisie, le prix d'un dinar. En outre, le désengagement progressif de l'office de l'élevage par la réduction de son intervention au niveau de l'alimentation du bétail (régulation du marché) risque d'affecter le cheptel vif surtout le troupeau ovin alimenté par la paille du blé tendre. En revanche, ce problème n'est pas posé avec la même acuité pour les bovins tant que la valeur duale d'une balle de paille (d'orge ou de blé dur) est supérieur à son prix.

En ce qui concerne les facteurs de production, la disponibilité de main-d'oeuvre (salarisée, familiale) est complètement épuisée au cours de la troisième période (récolte, ramassage de paille, mise en meule,...). D'où sa valeur duale qui est égale à 25 DT. Cette valeur paraît un peu élevée et cela peut s'expliquer par, outre la demande importante de main-d'oeuvre à cette période, l'éloignement de l'exploitation de l'agglomération (Mateur) constituant, entre autres, un réservoir de main-d'oeuvre.

B- Etalonnage du modèle

Cette première étape de la validation du modèle va nous permettre de comparer les résultats du modèle et les observations faites au niveau de la première exploitation type. Le tableau 16 montre que les niveaux simulés des activités sont relativement proches de ceux observés lors de la réalisation de l'enquête. En effet, à la suite d'une substitution entre activités et de l'élimination de l'activité foin de la solution, les céréales ont enregistré une augmentation de 16 % au sein des résultats du modèle par rapport à la réalité. Cela est dû en fait à une augmentation notamment du taux d'occupation simulé du blé tendre (12 %). Il est à noter que l'activité foin

n'est pas retenue par le modèle et l'alimentation du cheptel vif se fait par l'approvisionnement au niveau du marché.

Tableau 16 : Etalonnage des résultats du modèle

Activité	Niveau simulé, (ha, tête)	Pourcentage	Niveau observé (ha, tête)	Pourcentage
Blé dur	30,93	30,93	30	30
Blé tendre	42,07	42,07	30	30
Orge	13,14	13,14	10	10
Céréales	86,14	86,14	70	70
Foin	0	0	10	10
SFVI (36)	13,86	13,86	20	20
Sous total	100	100	100	100
Parcours	20	100	20	100
Bovins	25	****	13	****
Ovins	232	****	150	****

Source : résultats du modèle et enquête

C- Analyse de sensibilité

a- Analyse des modifications des coefficients de la fonction économique

Dans ce paragraphe, nous allons déterminer les limites de validité de la solution optimale pour des variations importantes des coefficients des variables dans la fonction économique.

En effet, nous analyserons les limites des coûts de production, des prix des inputs, des prix des céréales et les niveaux de variation d'autres variables, tels que l'élevage, qui peuvent influencer certaines productions céréalières.

- Les coûts de production des céréales

Dans le tableau ci-après, nous exposons les limites de variation des coûts de la production céréalière et les modifications qu'elles peuvent générer au sein de ces activités figurant dans la solution optimale.

Tableau 17 : Analyse des coûts de la production céréalière.

Activité	Contribution	Limite inférieure		Limite supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
BD/TL	-72,55	-72,55	(+)BT	500,07	(+)BD/TL
BT/TL	78,57	-605,9	(+)BT	-78,27	(+)BD/TL
BD/F	79,72	79,94	(+)BT	****	****
BT/F	79,84	1393,2	(+)BT/BD	-79,84	(+)BT
OR/F	72,205	-72,3	(+)BT/F	430,47	(+)OR/F

Source : résultats du modèle

Au niveau de ce tableau, l'on peut constater que c'est le blé tendre après le foin qui a la plage d'invariance (DCi) la plus grande. En fait, généralement, les activités céréalières de la solution de base ont des intervalles d'invariance relativement grandes. Par conséquent, la solution optimale n'est pas sensible aux moindres variations des coefficients de la fonction économique. Le modèle de programmation linéaire est considéré comme stable (G. BAILLARGEON, 1977). Au delà de ces bornes, la solution de base change et il y aura apparition des activités non retenues au niveau de la solution optimale (DT/BD; OR/B; F/CR) et/ou substitution entre les activités présentées dans le tableau ci-dessus.

- Les prix des engrais chimiques et des produits de traitement

A ce niveau, pour l'intervalle d'invariance, nous allons nous intéresser seulement à la borne supérieure. Ceci nous donnera une idée sur la variation tolérée par le modèle, suite à une augmentation des prix de ces inputs, sans qu'il y ait une modification des variables de base de la solution optimale. Il permettra, ainsi, de simuler l'impact de l'augmentation des coûts de ces facteurs.

Tableau 18 : Analyse des variations des prix des engrais et des produits de traitement

Input	Borne supérieure	
	Valeur	Changement
Phosphate	223,47	(-) BD/F
Ammonitrate	140,13	(+) BT/TL
DAP	280,29	(+) BT/F
Illoxan	190,07	(+) OR/f

Source : résultats du modèle

D'après ce tableau, et en deça de ces limites, l'augmentation des prix des engrais chimiques et du produit de traitement (illoxan) se traduit par une substitution entre les activités céréalières. Une augmentation du prix du phosphate (super 45%) induit une diminution de la surface occupée par le blé dur. Donc, c'est seulement ce dernier (blé dur) qui est influençable par la variation des prix des engrais chimiques.

- Les coûts de location de la mécanisation

Pour les coûts de la mécanisation, on va également s'intéresser à la limite supérieure afin de voir le niveau d'augmentation du prix de location à partir duquel il y aura changement de la solution optimale.

Tableau 19 : Analyse de variation des coûts de location de la mécanisation

Activité	Coût initial	Borne supérieure	
		Valeur	Changement
TRI	9,4	9,5	(-) BD; OR/F
MB	40	40,5	(-) BD; OR/F

Source : résultats du modèle

En fait, une augmentation du coût de location du tracteur au cours de la première période de 9,53 DT se traduit par une diminution à la fois de la surface du blé dur (BD/TL;BD/F) et d'orge. L'on enregistre le même impact dans le cas d'une augmentation du prix de location de la moissonneuse batteuse de 40,51 DT. Par conséquent, contrairement au blé tendre, ce sont le blé dur et l'orge qui sont sensibles aux variations du coût de location de la mécanisation.

- La rente foncière

Une élévation de la rente de 560,6 DT engendre une diminution des emblavures surtout de la surface allouée au blé dur (après le foin) et une augmentation de la superficie exploitée en métayage.

- Les prix des céréales

Avec le tableau 20, nous allons analyser les variations des prix des céréales sans qu'il y ait une modification de la solution optimale (variables de base). Ce tableau explicite clairement les interactions entre les cultures céréalières. Il y a, en effet, une concurrence notamment entre le blé dur et le blé tendre. L'augmentation du prix de l'un désavantage l'autre en enregistrant une variation significative, ce qui exerce une influence directe sur l'élevage. L'augmentation de prix du blé tendre, par exemple, entraîne une diminution de la surface du blé dur et par conséquent, une réduction de l'effectif des bovins alimentés en partie par la paille de ce blé et vice versa. Quant, aux pailles de blé dur, de blé tendre et d'orge, elles sont exclusivement utilisées en cession interne, c'est-à-dire pour l'alimentation du cheptel.

Tableau 20 : Analyse de la variation des prix des céréales.

Activité	Prix initial	Borne inférieure		Borne supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
OR/F	15	14,9	(+)BT	32,9	(+) OR/F
BD/F	26,6	26,5	(+) BT; OR/F	***	****
BD/TL	27,2	27,2	(+) BT; OR/F	41,5	(+) BD/TL
BT/F	22,5	****	***	22,5	(+) BT/F
BT/TL	23,2	10,5	(+) BD/TL	23,2	(+) BT/TL

Source : résultats du modèle

- Influence de l'élevage sur la céréaliculture

Comme on l'a signalé précédemment, il y a une intégration élevage/grandes cultures au sein de cette exploitation. Le tableau suivant montre clairement la relation entre système d'élevage et système de culture.

Tableau 21 : Analyse de l'influence des variations des prix des produits animaux sur la céréaliculture

Vente	Valeur initiale	Borne inférieure		Borne supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
Agneau	66	65,9	(+) BD/F	79,05	(+) BT
Taurillon	330	329,85	(+) BT/F	***	***

Source : résultats du modèle

On peut constater, d'après ce tableau, qu'une légère variation de prix des produits animaux se répercute directement sur la production céréalière surtout sur le blé dur et le blé tendre.

b- Analyse des modifications des ressources

Dans cette deuxième phase d'analyse de sensibilité, nous voulons examiner l'effet causé par une modification des ressources les plus contraignantes, dans le cadre des plages d'invariance, sur le programme optimal.

Tableau 22 : Analyse des variations des ressources.

Contrainte	Côté droit	Borne inférieure		Borne supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
Soll	100	97,36	(-) BD/TL	106,14	(+) BD/TL
Main-d'oeuvre.13	224,46	196,76	(+) BT/TL	306,22	(+) BD/F

Source : résultats du modèle.

Les deux contraintes épuisées sont la terre cultivable et la main-d'oeuvre au cours de la troisième période. Ainsi, la disponibilité de plus de terre avantagera le blé dur après les légumineuses et vice versa. Alors qu'une réduction de la main-d'oeuvre en deçà du disponible entraîne une substitution entre les cultures céréalières : plus de blé tendre et moins de blé dur. La réciproque est vraie.

2- Analyse du modèle d'exploitation type 2

A- Présentation des résultats du modèle

Après avoir vérifié la cohérence interne et fait tourner le modèle, le revenu dégagé au sein de cette exploitation est de 11518 DT. Ainsi, le revenu procuré par hectare de surface agricole totale exploitée s'élève à 400 DT renfermant aussi la contribution de la spéculation animale et le revenu extra-agricole issu de la location du tracteur. Afin d'avoir une idée sur la formation du résultat global, nous explicitons ci-dessous les contributions des activités végétales et animales :

Tableau 23 : Contribution des spéculations

Activité	Grandes cultures	Oliviers	Elevage
Marge brute	8760,46	143,36	4199,36
Surface	19,97	0,5	18,31
Marge brute/ha	438,7	286,72	229,35

Source : résultats du modèle

Selon la contribution unitaire, ce tableau montre que les céréales se classent en premier ordre, puis vient en seconde place l'arboriculture et enfin on trouve l'élevage. Cela confirme donc ce que nous avons affirmé au niveau de l'analyse du modèle de l'exploitation type 1 (3).

Par contre, au niveau de ce tableau, ne figure pas le revenu extra-agricole provenant de la location du tracteur au cours des quatre périodes de l'année qui est de l'ordre de 2415DT. Cela représente 15,56% du revenu global, ce qui constitue une somme non négligeable qui pourrait être investie dans l'achat du foncier puisque cet

3. Les conditions pédoclimatiques au sein de la zone sont propices à la céréaliculture.

agriculteur est quasi-locataire des surfaces exploitées en parcours ou emblavées depuis plusieurs années. En réalité, l'agriculteur oriente ses ressources vers l'achat et le renouvellement du matériel agricole. Il s'agit là d'une entreprise agricole qui essaie de dégager plus de revenu avec un moindre coût.

Afin d'éclairer les contributions des activités à la formation de la solution de base, nous les exposons dans le tableau ci-après :

Tableau 24 : Contribution des activités retenues à la formation du résultat

Activité	Marge brute (DT)	Contribution (%)
-BD/PC	8209,46	52,9
-BT/PC	325,766	2,1
Céréales	8535,715	55
-PC/CR	224,745	1,45
Grandes cultures	8760,46	56,45
-OL	143,36	0,93
-OV	4199,36	27,06
Total	13103,18	84,44

Source : résultats du modèle.

Ce tableau révèle que les céréales (blé dur et blé tendre) contribuent pour 55% à la formation du résultat. La contribution de l'élevage ovin est de l'ordre de 27%. Il est à noter que l'activité foin, retenue par le modèle, ne figure pas au niveau de ce tableau puisque la production (balles de foin) est entièrement auto-consommée par les ovins.

Par ailleurs, les résultats présentés dans le tableau ci-dessus ne tiennent pas compte de l'auto-consommation. Afin d'explicitier cela, le tableau ci-après montre la répartition des productions selon les différents emplois possibles.

Tableau 25 : Les emplois des produits et des sous-produits.

Activité	Vente		Auto- consommation	
	Produit (Qx)	Sous-produit (balles)	Produit (Qx)	Sous-produit (balles)
-Blé dur *Grains *Paille	618,32	257,56	25	1540
-Blé tendre *Grains *Paille	****	55,5	20	****
-Pois chiches *Graines	****	****	5,5	****
-Foin	****	****	396	****
-Olivier *Graines	5	****	2	****

Source : résultats du modèle

En fait, certaines activités sont retenues par le modèle, alors que leurs produits ne sont pas commercialisés. Cela revient, d'une part à une limite inférieure fixant un niveau d'auto-consommation et d'une autre part à leur contribution à l'alimentation ovine via leurs produits (foin) ou leurs sous-produits (paille). Ainsi, la répartition des activités végétales retenues par le modèle se présente de la façon suivante :

Tableau 26 : Répartition des surfaces.

Cultures	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
BD/PC	18,92	78,99
BT/PC	0,56	2,34
Céréales	19,48	81,33
PC/CR	0,5	2,08
F/CR	3,47	14,49
OL	0,5	2,08
Total	23,95	100

Source : résultats du modèle

La répartition de la surface par culture montre que les céréales (blé dur et blé tendre) occupent 81 % de surface cultivée totale. La surface exploitée en foin représente 14,5 %. Quant au reste, soit 4 %, il est partagé entre les légumineuses (pois chiches) et l'arboriculture rustique (oliviers). Ce qui a été décrit au sein des deux tableaux précédents, permet de constater que les céréales constituent une culture de base autorisant à consolider à la fois la relation famille-exploitation et l'intégration céréales/élevage à travers l'auto-consommation de produits (blé dur, blé tendre) et de sous-produits (paille).

Par ailleurs, l'élevage est formé exclusivement par les ovins. En effet, l'effectif de ce troupeau est de 88 têtes ovines. Cette spéculation animale contribue pour 27 % à la formation du résultat par la vente de 97 agneaux et 88 unités de laine.

La production arboricole est représentée par un demi hectare d'oliviers. Cette activité a un coût réduit égale à 346,7 DT par hectare. Comme elle existe, et pour la faire apparaître au niveau du modèle, nous avons fixé une limite inférieure égale à la surface plantée.

En examinant le coût réduit des activités non retenues par le modèle, celui des activités céréalières hors base peut se présenter ainsi :

Tableau 27 : Coût des activités hors base

Activité	BD/F	OR/B	BT/F	BT/BD
C.R(4)	124,92	149,11	131,99	357,3

Source : résultats du modèle

Les résultats du modèle révèlent que le choix des activités n'est pas tributaire seulement du critère de rentabilité mais aussi de l'auto-consommation (famille, exploitation) et du degré d'aversion pour le risque de l'agriculteur. En fait, dans le cas où ce dernier développe une démarche entrepreneuriale, il va se spécialiser en allouant ses ressources à l'activité la plus rentable. Dans le cas contraire, un agriculteur méfiant opte souvent pour une diversification.

Concernant les facteurs de production, le fait de recruter une heure de main-d'oeuvre au cours des différentes périodes de l'année entraîne une diminution du résultat d'une valeur supérieure ou égale à 1,006DT. Ainsi, la location d'une heure de tracteur au cours de toute l'année réduit la solution optimale de 18,91DT. En revanche, le coût réduit du crédit est négatif. En effet, l'emprunt d'un Dinar de plus se traduit par une augmentation du résultat d'une valeur égale à peu près à 1 DT. Une fois les activités hors base présentées, nous allons passer à l'analyse des contraintes.

La terre maintient une valeur duale relativement élevée (513,66 DT); néanmoins, nous avons donné au modèle la possibilité de location de la terre. En outre, cette valeur duale est nettement supérieure à l'ancien taux de fermage (210 DT) que paye l'agriculteur. Par contre, elle est proche de la valeur locative (500 DT) au sein de la zone. Par conséquent, l'agriculteur n'a pas d'intérêt à louer des hectares de terre supplémentaires. Pour les parcours, le même raisonnement peut être appliqué.

Afin de récolter ses céréales, l'agriculteur est appelé à louer, auprès du SONAM, une moissonneuse batteuse. Ainsi, la valeur duale d'une heure de sa location (80 DT) représente le double de son coût réel. Cela reflète, en fait, la rareté de ce facteur confrontée à une demande massive de presque tous les agriculteurs non seulement de la zone de BEHAYA mais aussi de toute la région de MATEUR.

Concernant l'élevage, les deux facteurs limitants sont à la fois les fourrages des parcours et le foin ayant des valeurs duales qui s'élèvent respectivement à 4,02 DT et 6,85 DT. Ces deux valeurs sont légèrement supérieures aux prix de ces deux produits au niveau du marché, ce qui constitue un facteur rassurant pour le troupeau ovin. En plus, cela reflète l'importance de l'intégration de l'élevage au niveau de l'exploitation : moins coûteux en valorisant les sous-produits et les terres marginales, ce qui permet de dégager une marge relativement importante.

4. C.R = Coût réduit

B- Etalonnage du modèle

Dans cette étape de validation du modèle, nous allons essayer de confronter les résultats du modèle aux observations afin de déterminer et de comprendre les écarts.

D'une façon générale, il n'y a pas de grandes différences entre le niveau simulé et la réalité. Ainsi, les céréales ont enregistré une augmentation de 4% par rapport à la réalité avec des substitutions internes : apparition de l'activité blé tendre et élimination de l'orge. En ce qui concerne le système d'élevage, le modèle a retenu seulement l'activité ovine (88 têtes), alors qu'il est pratiquement mixte : ovins (40 têtes) et bovins (4 têtes).

Tableau 28 : Etalonnage des résultats du modèle

Activité	Niveau simulé (ha), (tête)	%	Niveau observé (ha), (tête)	%
-Blé dur	18,92	78,99	17	69,38
-Blé tendre	0,56	2,34	0	0
-Orge	0	0	2	8,16
-Céréales	19,48	81,33	19	77,55
-Pois chiches	0,5	2,08	2	8,16
-Foin	3,47	14,49	3	12,24
-Oliviers	0,5	2,08	0,5	2,04
-S.Total	23,95	100	24,5	100
-Parcours	14,84	****	12	****
-Ovins	88	****	40	****
-Bovins	0	****	4	****

Source : résultats du modèle et enquête

C- Analyse de sensibilité

a- Analyse des modifications des coefficients de la fonction économique

A ce niveau, il s'agit en fait de suivre la même logique précédemment utilisée pour l'exploitation type 1 qui consiste à identifier les bornes de l'intervalle de validité de la solution optimale concernant les variations des coefficients relatifs aux variables de la fonction objectif. Précisément, nous allons disséquer les limites des coûts de production, des prix des facteurs variables de production, des prix des outputs notamment des céréales ainsi que les niveaux de variation d'autres variables, entre autres l'élevage, pouvant avoir un impact sur certaines productions céréalières.

- Les coûts de production des céréales.

Dans ce paragraphe, nous présenterons les limites de variation des coûts de la production céréalière et les effets qu'elles peuvent entraîner au niveau des activités retenues par le modèle. D'après le tableau 29, on peut dire que les plages d'invariance des deux activités céréalières figurant dans la solution optimale sont relativement grandes, surtout celle du blé tendre. En effet, la solution optimale n'est sensible à de légères variations des coefficients de la fonction économique que du côté de la limite inférieure du BD/PC. En outre, une augmentation de ces coefficients, c'est-à-dire des coûts variables de production, au delà des limites des intervalles d'invariance va entraîner des substitutions entre les activités et/ou l'apparition d'autres non retenues telles que : BD/F, OR/B, BT/F, BT/BD, OR/F,.... Et par conséquent, la solution de base va changer.

Tableau 29 : Analyse des coûts de la production céréalière.

Activité	Contribution	Limite inférieure		Limite supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
BD/PC	-124,58	-125,84	(-) BD/PC	-66,27	éliminPC/CR
BT/PC	-93,017	191,2	(+) BD/PC	-51,5	(+) BT/PC

Source : résultat du modèle

- Les prix des engrais chimiques et des produits de traitement

Dans ce cadre, nous allons simplement nous limiter à la borne inférieure de chaque intervalle d'invariance de ces inputs. Cela nous permet de connaître les marges d'augmentation des prix de ces facteurs tolérées par le

modèle sans avoir un changement des variables de base de la solution optimale. Le tableau suivant représente les limites au delà desquelles les coûts de ces facteurs de production influencent la production optimale.

Tableau 30 : Analyse des variations des prix des engrais et des produits de traitement

Input	Borne inférieure	
	Valeur	Changement
Phosphate	-64,89	(-) BD/PC
Ammonitre	-16,08	(+) PC/CR
Illoxan	-20,23	(-) BD/PC

Source : résultats du modèle

Ainsi, l'augmentation des prix de l'un de ces facteurs de production tout en restant au dessus de ces limites se traduit par une substitution entre les activités végétales (céréales, légumineuses). En outre, l'augmentation du prix de phosphate ou du produit de traitement (illoxan) se traduit par une diminution de la surface emblavée en blé dur. Le blé dur apparaît comme l'activité la plus sensible aux variations des prix des engrais chimiques et des produits de traitements.

- Les coûts de location de la mécanisation

En ce qui concerne la location de la mécanisation, cet agriculteur a recours seulement à la location de la moissonneuse batteuse. En effet, d'après les résultats du modèle-fichier output-, une diminution du coût horaire de location de cette machine (en passant de 40 DT à 6,7 DT) induit une augmentation de la superficie allouée à l'activité blé dur. Par contre, une légère élévation de son coût (allant de 40 DT à 40,72 DT) engendre une substitution entre les activités végétales marquée par une réduction de la surface affectée au blé dur.

- Les prix des services fournis à l'extérieur

D'après les résultats présentés ci-dessus, nous avons vu que les prestations de services (location du tracteur durant les quatre périodes de l'année) ont une grande importance et cela d'après leurs contributions élevées dans la formation du revenu global. Toutefois, la variation du prix de ce service n'a aucun effet sur l'allocation de la terre.

- Le coût de la location foncière

Il est à noter que cet agriculteur exploite une superficie qui est en quasi-location depuis plusieurs années dont le coût de location est de 210 DT. Or, cette valeur est nettement inférieure au taux de fermage actuel au niveau de la zone. Ainsi, d'après les résultats du modèle, une augmentation de ce coût (283 DT) s'accompagne d'une diminution de la surface louée et donc d'une réduction de la superficie allouée au blé dur. En revanche, une diminution du coût locatif de la terre (202 DT) entraîne une augmentation de la surface en location et par conséquent une augmentation de la sole consacrée aux pois chiches.

- Les prix des céréales

Nous allons présenter, dans le tableau ci-après, les limites des variations des prix des céréales au cas où il n'y aura pas un changement des variables de base.

Tableau 31 : Analyse de la variation des prix des céréales.

Activité	Prix initial	Limite inférieure		Limite supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
Blé dur	26,6	26,56	(+) PC/CR	28,31	(+) BD/CR
Blé tendre	22,5	****	****	24,53	(+) BT/CR
Orge	15	****	****	29,54	(+) OR/F

Source : résultats du modèle

D'après ces résultats, on peut constater qu'au delà de ces limites, il y aura soit une augmentation de la surface allouée au blé dur ou au blé tendre, soit l'apparition de l'activité orge. Cela permet plus d'intégration de cette exploitation au sein du marché. En fait, cet état peut être expliqué par la nécessité de l'auto-consommation imposée au modèle et qui permet à la fois de subvenir aux besoins de la famille et de reproduire les semences nécessaires au fonctionnement de l'exploitation. Ainsi, l'exiguïté des intervalles d'invariance montre bien la sensibilité de la solution de base face aux variations des prix du blé dur, du blé tendre et à un degré moindre pour le prix de l'orge.

- Influence de l'élevage sur la céréaliculture

La relation entre l'élevage et le système de culture est explicitée dans le tableau suivant :

Tableau 32 : Analyse de l'influence des variations des prix des produits animaux sur la production céréalière.

Vente	Valeur initiale	Borne inférieure		Borne supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
Agneau	80	67,46	(+) BT/PC	80,567	(+) F/CR
Laine	7	***	*****	7,624	(-) BD/PC

Source : résultats du modèle

Ce tableau montre la concurrence entre l'élevage (ovin) et les grandes cultures sur les ressources épuisées, à savoir la terre et la capacité de financement. En effet, l'augmentation des prix des produits animaux entraîne surtout plus d'allocation de terre au foin se traduisant par une diminution des superficies des céréales et vice versa.

b- Analyse des modifications des ressources

L'étude des plages d'invariance concernant les contraintes épuisées, dans la deuxième phase d'analyse de sensibilité, se présente ainsi :

Tableau 33 : Analyse des variations des ressources

Contrainte	Côté droit	Borne inférieure		Borne supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
Sol1	2,5	1,9	(+) OV	7,49	(+) BD/PC
Sol2 (parcours)	2	0,219	(-) BD/PC	8,986	élimination L.PR
CR.CAMP	5000	4821,8	(-) BD/PC	6497,6	(+) TRR

Source : résultats du modèle

Les trois contraintes épuisées sont la terre labourable, les parcours et la capacité de financement de la campagne agricole. En effet, la diminution de la disponibilité en terre labourable affecterait positivement l'élevage ovin ce qui reflète la concurrence entre ce dernier et le reste des activités végétales sur la trésorerie. En outre, on peut remarquer, d'après ce tableau, que l'activité blé dur retenue est instable du fait qu'elle détient la majeure partie (79%) de la surface agricole utile exploitée et donc toute variation au sein des ressources rares (capacité de financement, terre cultivable) se répercute sur cette activité, sans négliger la concurrence qu'exercent les autres cultures vivrières (pour la famille et l'exploitation notamment l'élevage).

3- Analyse du modèle d'exploitation type 3

A- Présentation des résultats du modèle

Pour l'exploitation type 3, le revenu global simulé est de 4958,992 DT. En effet, le revenu par hectare de surface agricole totale s'élève à 291,7 DT y compris la contribution des spéculations animales. Ainsi, nous exposons dans le tableau ci-dessous les contributions des activités animales et végétales.

Ce tableau indique que les grandes cultures (céréales + pois chiches) détiennent, selon la contribution unitaire, la première place; puis on trouve l'arboriculture (oliviers) et finalement l'élevage (ovin et bovin).

Tableau 34 : Contributions unitaires des spéculations

Activité	Grandes cultures	Arboriculture	Elevage
Marge Brute	4181,772	138,76	638,46
Surface	13,5	0,5	3
Marge Brute/ha	309,76	277,53	212,82

Source : résultats du modèle.

Pour analyser la formation des résultats de ce modèle, nous allons expliciter dans le tableau ci-après les activités retenues ainsi que leurs contributions :

Tableau 35 : Contribution des activités à la formation des résultats

Activité	Marge brute (DT)	Contribution (%)
-BD/PC	495,15	9,98
-BT/PC	1974,27	39,81
-BT/F	563,28	11,36
-BT/BD	282,74	5,7
-BT	2820,292	56,87
Céréales	3315,442	66,86
-PC/CR	866,33	17,47
Grandes Cultures	4181,772	84,33
-OL	138,76	2,8
-OV	501,27	10,11
-BO	137,19	2,76
Elevage	638,46	12,87
Total	4958,992	100

Source : résultats du modèle

Selon ce tableau, on observe que les céréales contribuent de 66,86 % au résultat, alors qu'elles occupent 70,64 % de la surface agricole labourable totale (14 ha). Ainsi, les pois chiches détiennent 17,47 % du revenu global. Et enfin l'élevage participe pour 12,87 % à la formation du résultat. En conséquence, l'aspect intégration céréales/élevage semble omniprésent.

D'autre part, nous allons essayer de répartir les productions suivant les emplois pour avoir une idée sur l'auto-consommation, et notamment, sur le niveau d'intégration de cette exploitation au sein du marché.

Tableau 36 : Emplois des produits et des sous-produits

Activité	Vente		Auto -consommation	
	Produit (Qx)	sous-produit (balles)	Produit (Qx)	sous-produit (balles)
Blé dur Grains .Paille	****	35,5	30	77
Blé tendre Grains .Paille	187,68	****	10	485,2
Pois chiches .Graines	28,2	****	2	****
Oliviers .Graines	3,375	****	1	****

Source : résultats du modèle

Il est clair, d'après ce tableau, que les produits végétaux sont en partie ou entièrement (cas du blé dur) auto-consommés. En outre, les sous-produits, représentés par les pailles, sont exclusivement utilisés pour l'alimentation des ovins et des bovins.

Par ailleurs, la répartition des activités végétales qui ont été retenues par le modèle se présente dans le tableau 37.

Du point de vue répartition de la superficie, les céréales occupent 70,64 % de la surface cultivable totale. Ainsi, les légumineuses (pois chiches) détiennent 25,78 %. Le reste, soit 3,57 % est planté en oliviers.

Tableau 37 : Répartition des surfaces

Culture	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
-BD/PC	1,5	10,7
-BT/PC	5,73	40,93
-BT/F	1,72	12,28
-BT/BD	0,94	6,7
-BT	8,39	59,93
-PC/CR	3,61	25,78
-OL	0,5	3,57
-Total	14	100

Source : résultats du modèle

Par ailleurs, le système d'élevage qui a été retenu par le modèle, est composé à la fois d'ovins et de bovins. En effet, ces spéculations animales ont respectivement les effectifs suivants : 16,17 têtes ovines et 1,18 têtes bovines. Elles contribuent pour 12,66 % à la formation du résultat global en vendant 18 agneaux, 16 unités de laine et un veau. En outre, le modèle a retenu 0,5 ha d'oliviers. Or cette activité a un coût réduit, égale à 17,44DT par hectare. Malgré cela, elle figure au sein du modèle en fixant une limite inférieure correspondant à la surface plantée réellement.

L'examen du coût réduit ou bien du coût de substitution des activités hors base nous permet de signaler que :

- le fait de forcer le modèle à retenir un hectare de foin (F/CR) diminuerait la solution optimale de 457DT.
- les coûts réduits correspondant aux activités céréalières ne figurant pas au niveau de la solution de base se présentent ainsi:

Tableau 38 : Coûts réduits des activités céréalières

Activité	BD/F	OR/F	OR/B
Coût réduit (DT)	26,7	333,7	433,67

Source : résultats du modèle

On voit, d'après ce tableau, que l'activité blé dur après foin (BD/F) a plus de chance d'être introduite dans la solution de base s'il y a un changement,

* au niveau de la politique des prix,

* et au niveau du degré d'aversion de l'agriculteur pour le risque.

Les activités relatives à la vente de la paille, qui sont en fait liées aux activités d'élevage ont des coûts réduits positifs. Cela reflète, bien évidemment, le niveau d'intégration céréales/élevage. En effet, dans le cas où on force le modèle à vendre par exemple une balle de paille du blé tendre, la solution de base diminuerait de 0,125 DT étant donné que l'élevage ovin va être affecté.

Après avoir étudié les activités non retenues par la solution de base, nous analysons, dans ce qui suit, les contraintes :

L'agriculteur dispose de 14 ha de terre labourable en propriété. Cette superficie a été entièrement allouée par le modèle. D'où la valeur duale d'un hectare est égale à 446,3 DT. Or cette valeur est relativement proche du taux de fermage (500 DT) et par conséquent l'agriculteur n'a pas besoin de louer des hectares supplémentaires. En revanche, cet agriculteur a intérêt à prendre en location des hectares de parcours puisque la valeur duale d'un hectare (298 DT) est supérieure à la valeur locative (200 DT) d'un tel hectare au sein de la zone.

En ce qui concerne l'élevage, la paille du blé tendre permettant l'alimentation animale, notamment les ovins, est exclusivement utilisée et ayant une valeur duale de 0,723DT. Cette valeur est proche du prix du marché au cours des années normales. Par contre, pendant les années de sécheresse, le prix des pailles a dépassé parfois dans certaines régions un dinar. Ainsi, cela risque d'affecter surtout l'effectif des ovins. En outre, les facteurs limitants pour les spéculations animales sont les fourrages verts des parcours ayant une valeur duale de 7,6DT. Cette dernière est supérieure au prix du marché ce qui reflète d'une part l'exigüité des parcours et d'une autre l'intégration de l'élevage.

B- Etalonnage du modèle

Cette première étape de validation du modèle consiste à comparer les résultats simulés par le modèle et les observations faites au sein de la troisième exploitation type :

Tableau 39 : Etalonnage des résultats du modèle

Activité	Niveau simulé (ha), (tête)	%	Niveau observé (ha), (tête)	%
-Blé dur	1,5	10,7	2	14,28
-Blé tendre	8,39	59,93	7,5	53,57
-Céréales	9,89	70,63	9,5	67,86
-Pois chiches	3,61	25,78	4	28,57
-Oliviers	0,5	3,57	0,5	3,57
-S.total	14	100	14	100
-Parcours	3	****	3	****
-Ovins	16,2	****	17	****
-Bovins	1,2	****		****

Source : résultats du modèle et enquête

Selon ce tableau, les niveaux simulés des activités sont proches de ceux observés réellement. Ainsi, les céréales ont enregistré une augmentation de 3% due à une diminution de la surface allouée aux pois chiches. Au sein des céréales mêmes, il y a une substitution entre blé dur et blé tendre : diminution de la surface du blé dur (-4%) et augmentation de la surface cultivée en blé tendre (+4%). Pour l'élevage, nous avons enregistré une réduction de l'effectif simulé pour les bovins en passant de 4 têtes à 1,2 têtes. Contrairement aux ovins, l'effectif simulé est presque équivalent à celui observé.

C- Analyse de sensibilité

a- Analyse des modifications des coefficients de la fonction économique

- Les coûts de production des céréales

Nous allons expliciter dans le tableau suivant les limites de variation des coûts des productions céréalières à partir desquelles il y aura des modifications au niveau de la solution de base.

Tableau 40 : Analyse des coûts de la production céréalière

Activité	Contribution	Limite inférieure		Limite supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
BD/PC	-36	-67,42	(+) BD/F	17,6	(+) BD/PC
BT/PC	-34,25	-52,7	(+) BT/F	140,47	(+) BT/PC
BT/F	-34,05	-57	(+) OL	-16	(+) BT/F
BT/BD	-34,05	-56,82	(-) BT/BD	-4,02	(+) BT/BD

Source : résultats du modèle

Ainsi on peut considérer le modèle comme stable du fait que les intervalles d'invariance des coûts des productions céréalières sont suffisamment grandes et par conséquent, la solution optimale ne change pas sous l'effet de légères variations. Par contre, au delà de ces bornes, on peut avoir, d'une part, l'apparition d'autres activités non retenues par la solution de base notamment le blé dur après le foin pour son faible coût réduit et d'autre part la substitution inter-activités et qui intéresse surtout celle dont on a fait varier son coût de production.

- Les prix des engrais chimiques et les produits de traitement

Afin de déterminer le degré d'augmentation de ces inputs que peut accepter cette exploitation sans qu'il y ait modification de la solution de base, nous allons donc nous intéresser uniquement à la borne inférieure. L'augmentation des prix relatifs à ces facteurs de production en deça de ces limites induit une substitution entre les activités (végétales, oliviers) constituant la solution de base. En effet, le renchérissement du prix de chacun de ces inputs se traduit essentiellement par une substitution entre blé tendre et oliviers : diminution de la

surface allouée au blé tendre et augmentation de la superficie des oliviers. On peut constater, ainsi, que le blé tendre est l'activité la plus exposée à subir l'effet des fluctuations des engrais et des produits de traitement.

Tableau 41 : Analyse des variations des prix des engrais et des produits de traitement

Input	Borne inférieure	
	Valeur	Changement
Phosphate	- 36,81	(-) BT/BD
Ammonitre	- 43,86	(+) OL
Illoxan	- 50,66	(-) BT/BD

Source : résultats du modèle

- Les coûts de location de la mécanisation

On va comme précédemment, se limiter à la borne inférieure concernant la location de mécanisation. Le tableau suivant montre les niveaux d'augmentation des prix de ces services extérieurs à partir desquels la solution optimale change de configuration.

Tableau 42 : Analyse de variation des coûts de location de la mécanisation

Activité	Borne inférieure	
	Coût initial Valeur	Changement
- TR1	-12	-17,38 (+) OL
- TR2	-9,4	-31,12 (+) OL
- TR3	-9,4	-16,27 (-) BT/F
- TR4	-12	-24,43 (+) OL
- MB	-40	-54,49 (-) BT/F

Source : résultats du modèle

D'après ces résultats, une augmentation des prix de location de la mécanisation au dessus des limites figurant dans le tableau ci-dessus, se traduit par une substitution entre blé tendre et oliviers.

- Les prix des céréales :

Nous analyserons, dans ce qui suit, les variations des prix des céréales dans les limites des intervalles d'invariance c'est-à-dire sans qu'il y ait une modification de la solution optimale.

Tableau 43 : Analyse de la variation des prix des céréales.

Activité	Prix initial	Limite inférieure		Limite supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
Blé tendre	22,5	21,59	(-) BT/F, (+) OL	24	(-) OL
Orge	15	****	****	31,68	(+) OR/F
Pailles	0,6	0,347	(+) BT/F	1,83	(+) BD/F

Source : résultats du modèle

Ces résultats explicitent la concurrence entre les céréales -surtout le blé tendre- et l'arboriculture sur les facteurs de production (terre, capital). En effet, la diminution du prix du blé tendre entraîne une substitution entre ce dernier et les oliviers : augmentation de la superficie allouée aux oliviers au détriment du blé tendre. Quant aux pailles, elles sont utilisées en partie pour l'alimentation de l'élevage, le reste (une partie des pailles de blé dur) est commercialisée.

Ainsi, la variation du prix de ce sous-produit génère une substitution entre les blés : blé dur et blé tendre comme le montre le tableau ci-dessus.

- Influence de l'élevage sur la céréaliculture:

Nous avons montré ultérieurement qu'il y a une intégration céréales/élevage au niveau de cette exploitation. Nous allons analyser, dans le tableau suivant, la relation entre les systèmes d'élevage et de culture.

On peut constater, d'après le tableau 44, qu'une variation des produits animaux se traduit à la fois par :

- une substitution entre les activités d'élevage (ovine, bovine)

- une variation de l'allocation de la terre entre les activités céréalières permettant l'alimentation du cheptel via les sous-produits (pailles).

Tableau 44 : Analyse de l'influence des variations des prix des produits animaux sur la céréaliculture

Vente	Valeur initiale	Borne inférieure		Borne supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
Veau	240	119	(+) BT/F, (+) OV	256,4	(-) BT/BD, (-) OV
Agneau	80	76,62	(-) BT/BD, (+) BV	104,8	(+) BT/F, (-) BV
Laine	7	3,28	(+) BT/F	34,3	(-) BT/BD

Source : résultats du modèle

b- Analyse des modifications des ressources :

Au sein de cette deuxième phase d'analyse de sensibilité, nous allons présenter l'effet que peut causer une modification des ressources rares à l'intérieur de leurs plages d'invariance.

Tableau 45 : Analyse des variations des ressources

Contrainte	Côté droit	Borne inférieure		Borne supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
Sol1	14	13,7	(-) BT/BD	14,22	(+) BT/PC
Sol2	3	2,84	(-) BV	3,27	(+) BD/PC

Source : résultats du modèle.

D'une façon générale, c'est le capital foncier (terre cultivable, parcours) qui est épuisé. En effet, l'allocation de superficie au blé tendre aura le même sens de variation que la disponibilité de terre labourable. Par contre, une diminution de la surface des parcours induit une baisse de l'effectif du cheptel bovin. Alors qu'une augmentation de leur superficie avantage le blé dur vu la nécessité des pailles pour l'auto-consommation puisque l'effectif du cheptel a augmenté

4- Analyse du modèle d'exploitation type 4

A- Présentation des résultats du modèle

En suivant la même procédure, on constate que la solution optimale simulée par le modèle pour la quatrième exploitation type est de 3667,994 DT et ce, pour une superficie de 7,2 ha exploitée en faire valoir direct. Ainsi, la rémunération par hectare de surface agricole totale s'élève à 509,4 DT. Ce revenu moyen renferme à la fois la contribution des céréales et de l'élevage.

Pour étudier cela, le tableau 46 permet de décrire la contribution moyenne (par hectare) des différentes spéculations, animales et végétales.

Tableau 46 : Contribution moyenne des spéculations.

Activité	Céréales	Grandes cultures	Elevage
Marge Brute	1996,144	2106,614	1561,38
Surface	3,135	3,358	3,825
Marge brute/ha	636,73	627,34	408,2

Source : résultats du modèle

En fait, on s'aperçoit que la contribution moyenne la plus faible est celle de l'élevage (408 DT), néanmoins, les charges relatives à cette activité sont faibles : travail familial; alimentation exclusivement produite au sein de l'exploitation. Ceci pourrait s'expliquer par un niveau faible des recettes de l'élevage qui est dû à une alimentation incomplète (élevage de 23 têtes ovines sur une terre marginale -3,18 ha de parcours-, 0,6 ha de foin et avec en plus une faible complémentarité). Par contre, la rémunération moyenne la plus élevée est celle des céréales qui est de l'ordre de 637 DT/ha.

Afin de cerner la contribution de chaque activité à la formation de la solution optimale, le tableau ci-après va nous permettre de situer les activités influençant positivement ou négativement le revenu.

Tableau 47 : Contribution des activités à la genèse du résultat

Activité	Marge brute	Contribution (%)
- BT/PC	1654,574	45,1
- BD/PC	284,6	7,76
- OR/F	56,97	1,55
Céréales	1996,144	54,42
- PC/CR	110,47	3,01
Grandes cultures	2106,614	57,43
- OV	1561,38	42,57
Total	3667,994	100

Source : résultats du modèle

D'après les marges par activités, on note que le blé tendre contribue pour 45,1% à la formation du résultat. Puis on trouve l'élevage ovin qui détient 42,57% du revenu global. Et enfin, le reste est partagé entre blé dur (7,76%), orge (1,55%) et pois chiches (3%). Or, cette représentation ne tient pas compte de l'auto-consommation. En effet, la production de blé dur, d'orge et de foin, plus les sous-produits (pailles) sont totalement consommés au sein de l'exploitation, d'où le caractère social de ces productions. Pour retenir ces activités, nous avons créé des colonnes d'auto-consommation avec des coefficients au niveau de la fonction économique correspondant aux prix du marché relatifs à ces produits. Nous avons fixé, par ailleurs, une limite inférieure qui détermine la quantité à auto-consommer par la famille. Pour l'alimentation animale, une fois qu'une activité est retenue, celle-ci détermine les cessions internes nécessaires.

Pour expliciter les emplois des productions au sein de cette exploitation, le tableau 48 va nous permettre de mieux comprendre cela. En fait, il révèle que seule la production de blé tendre est totalement commercialisée. Les produits des autres activités végétales retenues par le modèle constituent des cultures vivrières permettant à la fois de consolider la relation famille-exploitation et d'intégrer l'élevage ovin au sein de l'exploitation via la cession interne de certains produits (foin, orge) et/ou la valorisation de tous les sous-produits. Ce qui permet, donc, une contribution de 12,6 % à la formation du résultat conjugué à son rôle de trésorerie : subvenir aux besoins de liquidité de la famille et de l'exploitation.

Tableau 48 : Emplois des produits et des sous-produits.

Activité	Vente Produit (Qx)	Auto - consommation		
		sous-produit (balles)	Produit (Qx)	sous-produit (balles)
Blé dur .Grains .Paille	****	****	12	33,5
Blé tendre .Grains .Paille	78,71	****	****	203
Orge .Grains .Paille	****	****	3,81	10,7
Pois chiches .Graines	****	****	2	****
Foin	****	****	89,86	****

Source : résultats du modèle

Par ailleurs, nous allons présenter la répartition des surfaces entre les différentes activités végétales retenues par le modèle dans le tableau 49. Ces résultats confirment la vocation de la zone : intégration élevage/grandes cultures.

En effet, le système de culture est basé sur les céréales (78,4%) notamment le blé tendre, qui occupe 63,5% de la surface agricole cultivée. En fait, la logique de fonctionnement de cette exploitation, où la céréaliculture est dominante (54,5% du revenu global), est d'utiliser une certaine complémentarité d'autres activités afin d'assurer son développement.

Tableau 49 : Répartition des surfaces

Culture	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
Blé tendre	2,54	63,5
Blé dur	0,445	11,12
Orge	0,15	3,75
Céréales	3,135	78,375
Pois chiches	0,223	5,575
Foin	0,642	16,05
-Total	4	100

Source : résultats du modèle

Ainsi le revenu dégagé de l'exploitation augmente en premier lieu avec l'intégration de l'élevage pourtant sa contribution unitaire est inférieure à celle des céréales en valorisant les sous-produits et les parcours et en enrichissant le sol avec le fumier; puis en second lieu, en associant les céréales avec une légumineuse permettant un apport d'azote et de matière organique ainsi qu'une production utilisée pour reproduire la force de travail.

Concernant l'élevage, le modèle a retenu un troupeau ovin composé de 22 brebis, tandis que les bovins et les caprins n'apparaissent pas dans la solution de base. Ceci peut tenir, d'une part, à la concurrence entre les trois activités, et d'une autre, à la non prise en compte des quantités de lait produites surtout par les bovins puis les caprins et qui ont été auto-consommées. En outre, le troupeau ovin rapporte un revenu net égale à 1561 DT représentant 42,6% du résultat global, lequel revenu provient de la vente de 25 agneaux et 22,5 unités de laine. Par ailleurs, l'analyse des coûts réduits des activités qui sont hors base montre que :

- L'activité caprine ayant un coût réduit égale à 23 DT a plus de chances d'être retenue par la solution de base dans le cas où il y aura soit un changement de la politique des prix soit une modification de la perception de l'agriculteur. Quant à l'activité bovine, elle a un coût réduit de l'ordre de 201 DT.

- Les coûts réduits des activités céréalières se présentent comme suit :

Tableau 50 : Coûts réduits des activités céréalières non retenues

Activité	BD/F	BT/F	BT/BD	OR/CR
Coût réduit (DT)	208,995	49,29	251,53	163,29

Source : résultats du modèle

A ce niveau, l'on trouve la même logique de raisonnement que celle développée précédemment. En effet, le choix des activités par le modèle est soumis d'une part à l'auto-consommation et par conséquent la préférence sera accordée aux activités permettant de subvenir aux besoins de la famille (blé dur, pois chiche) et d'alimenter l'élevage à savoir l'orge et le foin, et d'une autre part, à la stratégie du fonctionnement adopté par l'agriculteur. Il est à signaler que la solution optimale pourrait être améliorée si l'agriculteur a la possibilité d'emprunter davantage. En effet, le fait d'avoir un dinar de crédit de plus, augmenterait la solution de base de 1,23 dinars. D'après ce qui a été présenté ci-dessus, la quantité totale des sous-produits (pailles) a été auto-consommée. Pour cela, le fait de vendre une balle réduirait la solution de 5,11 DT, ce qui met en évidence l'importance de l'intégration céréales/élevage au niveau de la quatrième exploitation type. Dans ce qui suit, nous allons essayer d'analyser les contraintes :

- La superficie de terre labourable (4 ha) est totalement allouée aux cultures retenues. C'est pourquoi sa valeur duale s'élève à 641 DT. Cette valeur est supérieure au taux de fermage au sein de la zone. Cela montre que l'agriculteur a intérêt à louer des hectares supplémentaires afin d'améliorer son revenu. En revanche, cet agriculteur est contraint par le problème financier pour la mise en cultures de ses terres vue l'exiguïté du lot dont il dispose et donc l'absence de garanties. C'est pourquoi il est quasi-impossible de contracter des crédits même à court terme. Pourtant, selon sa logique interne, il peut emprunter à un taux qui doit être inférieur à 23%, ce qui est nettement supérieur au taux d'intérêt normal (10 %).

- En ce qui concerne l'élevage, les deux facteurs d'alimentation : pailles et foin sont totalement épuisés. Et, donc, ils limitent son développement. En effet, leurs valeurs duales respectives sont 5,6 DT et 7,9 DT. Ces valeurs sont supérieures aux prix du marché ce qui constitue un facteur rassurant pour le troupeau ovin d'une part et reflète d'une autre part la place capitale qu'occupe cette activité au niveau de cette exploitation.

B- Etalonnage du modèle

Dans cette étape de validation, nous allons essayer de confronter les niveaux simulés à ceux observés réellement et analyser les différences.

Tableau 51 : Etalonnage des résultats du modèle

Activité	Niveau simulé (ha), (tête)	%	Niveau observé (ha), (tête)	%
- Blé dur	0,445	11,12	0,5	12,5
- Blé tendre	2,54	63,5	1,5	37,5
- Orge	0,15	3,75	0,5	12,56
- Céréales	3,135	78,375	2,5	62,5
- Pois chiche	0,223	5,575	0,5	12,5
- Foin	0,642	16,05	1	25
- Sous-total	4	100	4	100
- Parcours	3,2	****	3,5	****
- Ovins	22,46	****	16	****
- Bovins	0	****	1	****
- Caprins	0	****	4	****

Source : résultats du modèle et enquête

Les résultats simulés par le modèle sont proches des niveaux observés. En effet, les céréales ont marqué une augmentation de 16% en se référant à la réalité tout en enregistrant des substitutions internes : augmentation de la surface affectée au blé tendre de 26% au dépend des autres céréales (blé dur et orge). D'autre part, le système d'élevage retenu est composé simplement d'un troupeau ovin de 22,4 têtes, alors qu'en réalité, il est formé de 16 têtes ovines, 1 tête bovine et 4 têtes caprines.

C- Analyse de sensibilité

a- Analyse des modifications des coefficients de la fonction économique

- Les coûts de production des céréales

Dans ce paragraphe, en suivant la même logique, nous allons analyser les limites de variation des coûts des productions céréalières et les modifications qu'elles peuvent créer au sein de la solution de base.

Tableau 52 : Analyse des coûts de la production céréalière

Activité	Contribution -	Limite inférieure		Limite supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
BD/PC	-59,15	-315,64	(+) BD/F	52,6	(+) BD/PC
BT/PC	-34,25	-81,92	(+) BT/F	248,59	(+) BT/PC
OR/F	-93,017	-278,59	(-) OR/F	298,63	(-) BT/PC

Source : résultats du modèle

Les résultats de ce tableau exposent les plages d'invariance des coûts de la production céréalière. Tout dépassement de leurs bornes se traduit par un changement de la solution de base (apparition de certaines activités non retenues) et/ou par un effet de substitution interne. Ainsi, ces intervalles sont relativement grands : pour toutes les activités retenues la différence entre la contribution et la limite inférieure est suffisamment importante. Le modèle tolère donc un niveau d'augmentation des coûts de production sans qu'il y ait un changement de la solution de base. Cette stabilité du modèle peut s'expliquer par l'importance capitale de l'auto-consommation (pour la famille et pour le cheptel ovin).

- Les prix des engrais chimiques et des produits de traitement

Nous allons nous intéresser aux limites inférieures des intervalles d'invariance relatifs à ces facteurs de production, ce qui nous permet de connaître le degré toléré d'augmentation de leurs prix en maintenant la même configuration de la solution optimale.

Tableau 53 : Analyse des variations des prix des engrais et des produits de traitement

Input	Borne inférieure	
	Valeur	Changement
Phosphate	-664,28	(-) OR/F
Ammonitre	-672,36	(-) OR/F
Illoxan	-591,4	(-) BT/PC

Source : résultats du modèle

L'importance de l'écart entre la contribution initiale et la borne inférieure déterminée par le modèle pour chaque input prouve la stabilité de ce modèle. En outre, l'augmentation des prix de ces facteurs de production en deça de ces limites induit des substitutions entre les activités céréalières. Le renchérissement du prix du phosphate, de l'ammonitre ou de l'illoxan entraîne une substitution entre l'orge et le blé tendre.

- Les coûts de location de la mécanisation

De la même manière, nous allons nous limiter aux bornes inférieures relatives à la location de la mécanisation. Le tableau ci-dessous explicite l'augmentation des coûts de ces services extérieurs à l'intérieur des plages d'invariance et leurs effets.

Tableau 54 : Analyse de variation des coûts de location de la mécanisation

Activité	Coût initial	Borne inférieure	
		Valeur	Changement
-TR1	-9,4	-121,1	(-) OR/F
-TR2	-9,4	-229,7	(-) BT/PC
-TR3	-12	-169,7	(-) OR/F
-TR4	-9,4	-263,5	(-) BT/PC
-MB	-40	-468,6	(+) PC/CR

Source : résultats du modèle

L'augmentation du coût horaire de location de la mécanisation en deça de ces limites inférieures engendre une substitution :

- entre céréales (orge, blé tendre) et foin pour la location du tracteur;
- entre céréales et pois chiche concernant la location de la moissonneuse batteuse.

- Les prix des céréales

Le tableau suivant nous permet d'analyser la sensibilité de la solution optimale face aux variations de prix du blé tendre qui est le seul produit céréalier commercialisé.

Tableau 55 : Analyse de la variation du prix du blé tendre

Activité	Prix initial	Limite inférieure		Limite supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
Blé tendre	22,5	19,26	(+) BD/PC	63,88	(+) BT/PC

Source : résultats du modèle

Ce tableau montre la concurrence entre les deux blés. Ainsi, une diminution du prix du blé tendre entraîne une augmentation de la superficie allouée au blé dur et vice versa.

b- Analyse des modifications des ressources :

L'étude des effets dus aux variations à l'intérieur des plages d'invariance des ressources épuisées se présente comme suit :

Tableau 56 : Analyse des variations des ressources

Contrainte	Côté droit	Borne inférieure		Borne supérieure	
		Valeur	Changement	Valeur	Changement
Sol1	4	3,99	(-) BD/BC	4,097	(+) OR/F
CR.CAMP	550	549,7	(-) BT/F	602,7	(+) BT/PC

Source : résultats du modèle.

Les deux ressources rares sont la terre cultivable et le crédit de campagne. La disponibilité de plus de terre avantage l'orge, alors qu'une diminution de la surface labourable induit une réduction de la superficie allouée au blé dur. En outre, la surface affectée au blé tendre est tributaire du crédit agricole à court terme (même sens d'évolution).

Conclusion

Notre objectif est la reproduction de la réalité des exploitations agricoles types séparément permettant ainsi, via les modèles, l'optimalité de l'allocation des ressources et la détermination d'un ou de plusieurs facteurs influençant la sensibilité des modèles.

Selon les résultats des modèles, l'on observe que le système de culture et celui d'élevage de chaque exploitation sont tributaires à la fois de l'appareil de production et de la perception propre de chaque agriculteur. En effet, pour chacune de ces quatre exploitations, les céréales occupent plus de 70% de la surface agricole utile exploitée, contribuent pour plus de 54% à la formation du résultat globale et ayant la contribution unitaire la plus élevée. Il s'agit là d'un système céréalier avec une intégration relative de l'élevage. Par ailleurs, on note surtout que le niveau des prix des céréales influence la sensibilité des modèles.

Dans ce qui suit, nous allons présenter les différents scénarios relatifs à la diminution des subventions des inputs et à l'augmentation des prix des produits céréaliers dans le cadre du PASA. Nous analyserons les résultats simulés correspondant à chaque scénario et enfin nous proposerons des recommandations sur les effets de cette politique économique concernant le secteur céréalier.

Chapitre III

Analyse des effets des nouvelles mesures économiques sur la céréaliculture

I- Introduction

Afin de simuler l'impact des nouvelles mesures économiques, (élimination des subventions pour les inputs et augmentation des prix des produits concernant les céréales à l'échelle régionale), nous avons utilisé les plans de production des exploitations types, les prix et les coûts relatifs à la campagne agricole 1991/92 comme une situation de base. Dans ce cadre, le problème du choix des scénarios se pose. Tout d'abord, il faut donner l'acception du scénario. Il ne s'agit, selon P. Coulomb, ni d'une projection ni d'une prévision, c'est une histoire d'économie-fiction. Par ailleurs, sur le plan national, voire même à l'échelle du gouvernorat de Bizerte, on a enregistré une augmentation de la production et donc de l'offre céréalière après la mise en oeuvre du programme d'ajustement structurel (voir graphiques 16 et 17).

Nous allons donc observer l'évolution de la productivité physique de la terre pour la période 1978/79-1991/92 au sein du gouvernorat de Bizerte renfermant, entre autres, notre zone d'étude. En utilisant des moyennes mobiles sur cinq ans, le calcul a révélé une augmentation dérisoire des rendements : (voir Tableau 1). Ainsi, cela confirme l'idée que, bien qu'on soit dans une région sub-humide, la production céréalière a toujours été fluctuante et tributaire du niveau de la pluviométrie ce qui influence les décisions des céréaliculteurs concernant l'allocation des capacités productives.

Par ailleurs, les statistiques du C.R.D.A (Commissariat Régional du Développement Agricole) montrent une augmentation des emblavures des céréales : 83306 ha/an en moyenne entre 1979-86 contre 84788 ha pour la période 1987-92. Par conséquent, l'augmentation de la production céréalière en moyenne par an entre 1979/86 est de l'ordre de 1239273 qx et entre 1987/92 elle est de 1363750 qx. Ceci peut s'expliquer en premier lieu par de bonnes années climatiques et en second lieu par l'exploitation des surfaces en réserves c'est-à-dire en jachère.

D'autre part, toutes les céréales, notamment les blés, ont enregistré des augmentations substantielles des prix courants à la production entre 1985/92 : 73,34 % pour le blé dur contre 55,17 % pour le blé tendre. Cet accroissement des prix des céréales a induit non pas un effet de rendement mais plutôt un effet de substitution surtout entre orge et blé dur en faveur de ce dernier (d'après les statistiques du CRDA).

En outre, le coefficient de protection nominale (1) pour les céréales est variable dans le temps pour le même extrant et d'un produit à l'autre (voir Tableau 2). En fait, c'est le blé tendre qui est le plus protégé ayant un coefficient de protection nominale moyen de 1,38% entre 1986 et 92.

Compte tenu de ces résultats, des mesures du PASA 2 et de l'environnement économique proche et incertain : la mise en oeuvre de la réforme de la PAC et la modification de la politique agricole américaine dans le cadre d'une nouvelle "Farm bill" en 1996, nous sommes obligés de raisonner l'avenir de la céréaliculture en Tunisie sous forme de conjectures hypothétiques. Dès lors, les scénarios qui ont été choisis, se présentent ainsi :

- Réduction des subventions restantes des inputs de 50% à partir de 1992 avec un coefficient de protection nominale de 1,2 pour les produits céréaliers,
- Elimination des subventions des inputs avec un coefficient de protection nominale des produits céréaliers de 1,2,
- Réduction des subventions restantes des inputs de 50% à partir de 1992 avec un coefficient de protection nominale de 1,4 concernant les produits céréaliers,
- Elimination des subventions des inputs avec un coefficient de protection nominale des produits céréaliers de 1,4.

1. CPN = le rapport entre le prix intérieur à la production et le prix qui serait reçu ou payé dans une situation de libre échange pour un produit donné. Selon M. LABONNE, le CPN est le rapport entre le prix au producteur et le prix frontière (prix CAF + frais d'approche)

A ce propos, rappelons que les principaux intrants pour la céréaliculture ont bénéficié de subventions. C'est le cas des engrais chimiques, des semences sélectionnées pour les céréales, des produits de traitement, etc... L'objectif était d'inciter les producteurs dont la capacité financière est faible à utiliser les intrants agricoles en vue d'améliorer la productivité d'une part et de contenir l'évolution des prix des produits agricoles d'autre part. Il est à noter que les engrais détiennent la part la plus importante des subventions : de 5 à 10% des charges de la caisse générale de compensation.

Ainsi, au niveau des scénarios, nous allons nous intéresser aux subventions des engrais chimiques (ammonitrates, phosphates, D-A-P (2)), des semences améliorées, et des produits de traitement notamment de l'illoxan qui est le plus utilisé au sein de la zone (voir Tableau 3).

Pour les produits céréaliers, l'Etat prévoit des prix équivalents à un coefficient de protection nominale égale à 1,15 (3). Ce qui est inférieur aux moyennes des prix de ces produits notamment pour le blé dur et le blé tendre ayant des coefficients de protection nominale moyens respectivement de 1,32 et 1,38 (voir tableau 2).

II- Présentation du modèle régional

Par le modèle régional, nous visons à évaluer l'effet des nouvelles mesures économiques sur la production céréalière d'une zone en Tunisie. Ce modèle a été construit, précisément, pour prendre en compte certains scénarios de politique qui peuvent influencer à court terme les schémas productifs et donc la productivité régionale.

En effet, dans ce modèle, nous avons gardé les modèles individuels d'exploitations types. En plus, nous avons établi des équations de transfert des moyens de production : terre, capital, travail, ce qui permet de cerner les relations possibles entre les différentes exploitations qui peuvent s'établir à court et à moyen terme entre elles, ainsi que la compréhension de la logique de fonctionnement de chaque groupe type à l'intérieur du système céréalier à l'échelle de notre zone d'étude. En outre, la prise en compte de ces liens entre les exploitations dans un modèle régional semble essentielle pour l'interprétation postérieure des résultats.

Nous allons maintenant expliciter le transfert des moyens de production, au sein de ce modèle, entre les exploitations types.

1- Le métayage

Le métayage est important dans notre zone d'étude. D'une façon générale, on peut trouver deux types de métayage. Le premier peut être un transfert de terre d'un petit agriculteur, par manque de moyens (financiers, matériels,...), à un autre disposant des capacités productives nécessaires pour la mettre en exploitation. Dans ce genre d'opération, généralement, le propriétaire demande un prix fixe pour la location quel que soit le rendement qui sera obtenu. Cette technique peut affecter la capacité productive de la terre. En effet, le métayer adopte souvent des itinéraires techniques permettant de tirer le maximum de profit ce qui entraîne des effets négatifs à long et à moyen terme : dégradation de la fertilité du sol,...

Le deuxième type de métayage se traduit par un transfert de terre d'un grand propriétaire terrien à un métayer en imposant le type de culture à pratiquer : légumineuse. L'objectif de cette opération est de tirer une rente tout en assurant l'enrichissement de la partie de terre louée. Dans ce cas, le risque de production est partagé entre les deux agents : propriétaire et métayer.

2- Le marché de main-d'oeuvre

Il y a transfert de main-d'oeuvre à l'intérieur de l'unique secteur agricole au niveau de la zone de Behaya. En effet, la demande de la main-d'oeuvre occasionnelle varie plus que l'offre au cours de la campagne agricole. C'est le cas pendant la moisson où les grandes exploitations agricoles ont besoin du travail pour le chargement et le déchargement de la production et des sous produits (balles de pailles).

2. D-A-P = c'est un engrais composé

3. Ridha TOUITIL- Les prix des produits agricoles.- in *Séminaire d'information et de formation sur la politique agricole Tunisienne*, nov-déc-1991.

Il faut donc établir les lignes de transfert, pour les quatre périodes de l'année, qui assurent une suffisance en matière de main-d'oeuvre dans la zone. Les liaisons entre les disponibilités de main-d'oeuvre et leurs coûts d'opportunité permettront d'établir l'importance de ces transferts.

Au niveau de la matrice, nous n'avons pas tenu compte de la possibilité d'immigration d'autres zones limitrophes du fait que cette zone est caractérisée par un important sous-emploi.

3- Le marché de traction mécanique

Ce marché existe dans la région à une échelle développée. Cela peut se justifier par une absence totale de la traction animale. En effet, les grandes exploitations disposent souvent du matériel nécessaire pour travailler la terre, à part les moissonneuses batteuses qui sont relativement rares. L'offre de traction est assurée essentiellement par deux agents : les exploitations moyennes possédant des moyens de traction et la société nationale de mécanisation (SONAM).

Au cours de la réalisation des enquêtes, nous avons remarqué que les petites et moyennes exploitations non mécanisées préfèrent se procurer ce service auprès de leurs voisins pour les raisons suivantes :

- exiguïté et/ou morcellement de leurs lots,
- facilité de paiement,
- lourdeur des procédures administratives concernant les services du SONAM.

Ce processus permet aux exploitations mécanisées, drainant les non mécanisées, d'avoir un revenu extra-agricole relativement important, lequel revenu pourrait être utilisé pour l'achat ou le renouvellement des capacités productives. Ceci engendre des exploitations avec une maîtrise différente des mécaniques d'exploitation.

Dans la matrice, nous avons ainsi inclus des lignes de transfert -correspondant aux différentes périodes de la campagne agricole- de location de la traction mécanique effectuée entre la deuxième exploitation type 2 et les autres. Les lignes de transfert sont associées à des coefficients, au sein de la fonction économique, nécessairement différents (prix d'achat et prix de vente de service) puisque le propriétaire du tracteur doit payer les charges opérationnelles du fonctionnement ainsi que le salaire de son chauffeur. Il faut également inclure la possibilité de location des tracteurs du SONAM ou ceux des régions avoisinantes.

Le modèle agrégé étant explicité, nous analyserons ci-dessous les effets des mesures de la politique agricole sur les décisions des agriculteurs types.

III- Analyse des résultats

Avant de passer à l'analyse des résultats des quatre composantes du modèle régional obtenu avec chacun des scénarios décrits ci-haut, on convient de prendre ceux du scénario "0", qui correspondent à la situation initiale (données relatives à la campagne agricole 1991/92), comme références.

Le revenu dégagé au sein du modèle agrégeant les quatre exploitations types est légèrement supérieur à la somme des solutions optimales issues de chacune des exploitations types. Cela pourrait s'expliquer en premier lieu par le changement des niveaux d'aversion pour le risque afin de pouvoir faire tourner le modèle et en second lieu par l'optimalité de l'allocation des ressources via le transfert de flux des capacités productives entre les exploitations.

D'après le graphique 18 (voir annexes), l'on remarque que le revenu dégagé avec un coefficient nominal de protection égale à 1,2, quelque soit le niveau d'élimination des subventions, est en deça du revenu "référence". En revanche, avec un coefficient nominal de protection équivalent à 1,4, la solution optimale est supérieure à celle du scénario "0" dans les cas de diminution (-50%) ou même de suppression de subventions.

Les résultats retenus par simulation pour chacune des composantes du modèle avec le scénario "0" vont être comparés aux niveaux réellement observés afin d'éviter les erreurs et d'analyser les écarts entre les résultats simulés et la réalité. Ces résultats, précédemment signalés, seront utilisés finalement, comme situation de base.

*Exploitation type 1

Tableau 57 : Etalonnage des résultats du modèle

Activité	Niveau simulé (ha), (tête)	%	Niveau observé (ha), (tête)	%
-Blé dur	27,2	27,2	30	30
-Blé tendre	47,8	47,8	30	30
-Orge	6,1	6,1	10	10
-Céréales	81,1	81,1	70	70
-Foin	0	0	10	10
-SFVI (43)	18,9	18,9	20	20
-Sous-total	100	100	100	100
-Bovins	22,6	*****	13	*****
-Ovins	80,5	*****	150	*****

Source : Résultats du modèle agrégé et enquête

Ce tableau montre que les niveaux simulés des activités sont relativement proches de ceux observés au moment de la réalisation de l'enquête. Ainsi les emblavures des céréales ont enregistré une augmentation de 11 % aux dépens des foin qui n'ont pas été retenus. En effet, c'est l'activité blé tendre qui bénéficie de cette substitution (+17,8 %) au détriment des autres activités végétales. Par conséquent, l'alimentation du bétail en fourrages se fait par l'approvisionnement au niveau du marché. Pour l'élevage, une évolution identique s'est produite pour le cheptel bovin.

*Exploitation type 2

Tableau 58 : Etalonnage des résultats du modèle

Activité	Niveau simulé (ha), (tête)	%	Niveau observé (ha), (tête)	%
-Blé dur	16,7	78,25	17	69,38
-Blé tendre	0,556	2,6	0	0
-Orge	0	0	2	8,16
-Céréales	17,306	80,85	19	77,55
-Pois chiches	0	0	2	8,16
-Foin	3,6	16,8	3	12,24
-Oliviers	0,5	2,33	0,5	2,04
-Sous-total	21,406	100	24,5	100
-Ovins	90,92	****	40	****
-Bovins	0	****	4	****

Source : Résultats du modèle agrégé et enquête

Ces résultats montrent bien qu'il n'y pas de grands écarts entre les niveaux simulés et la réalité. En effet, les céréales ont enregistré une augmentation (en terme relatif) de 3,3 % alors qu'en réalité les emblavures des céréales ont régressé de 1,7 ha. Quant au système d'élevage de cette exploitation, le modèle n'a retenu que l'activité ovine (91 têtes).

*Exploitation type 3

Tableau 59 : Etalonnage des résultats du modèle

Activité	Niveau simulé (ha), (tête)	%	Niveau observé (ha), (tête)	%
-Blé dur	1,5	10,7	2	14,28
-Blé tendre	8,39	59,93	7,5	53,57
-Céréales	9,89	70,63	9,5	67,86
-Pois chiches	3,61	25,78	4	28,57
-Oliviers	0,5	3,57	0,5	3,57
-Sous total	14	100	14	100
-Ovins	16,2	*****	17	****
-Bovins	1,2	*****	4	****

Source : Résultats du modèle et enquête

4. Surface en Faire Valoir Indirect : c'est la terre cédée en métayage.

D'après le tableau 59, l'on observe que les niveaux simulés des activités sont proches de ceux observés réellement. Ainsi, la surface allouée aux céréales a augmenté de 3% au détriment des légumineuses. En fait, c'est l'activité "blé tendre" qui a profité (+6%) de cette substitution ainsi que d'une autre aux dépens du blé dur (-3%). Pour l'élevage, nous avons enregistré une réduction de l'effectif simulé pour les bovins en passant de 4 à 1,2 têtes. Quant aux ovins, l'effectif simulé est presque équivalent à celui observé.

*Exploitation type 4

Tableau 60 : Etalonnage des résultats du modèle

Activité	Niveau simulé (ha), (tête)	%	Niveau observé (ha), (tête)	%
-Blé dur	0,445	11,12	0,5	12,5
-Blé tendre	2,54	63,5	1,5	37,5
-Orge	0,152	3,8	0,5	12,56
-Céréales	3,137	78,42	2,5	62,5
-Pois chiches	0,223	5,575	0,5	12,5
-Foin	0,64	16,0	1	25
-Sous total	4	100	4	100
-Ovins	22,4	*****	16	****
-Bovins	0	*****	1	****
-Caprins	0	*****	4	****

Source : Résultats du modèle agrégé et enquête

Selon ce tableau, on s'aperçoit que les résultats simulés par le modèle ne sont pas très différents des niveaux observés. En effet, la surface occupée par les céréales a marqué une augmentation de 16% au détriment des superficies des légumineuses et des fourrages. Au sein des céréales mêmes, il y a des substitutions inter-activités : substitution du blé tendre (+26%) au blé dur et à l'orge. Quant au système d'élevage retenu, il est formé simplement d'un troupeau ovien (22,4 têtes), alors qu'il est réellement composé d'ovins (16 têtes), de caprins (4 têtes) et de bovins (1 tête). En fait, les résultats de la situation initiale-scénario "0" sont proches de ceux des modèles des exploitations types et donc de ceux observés réellement. Dans ce qui suit, nous analyserons les effets des scénarios sur chaque composante du modèle à part.

1- Exploitation type 1

A- Scénario 1

Le renchérissement des prix des inputs (-50% des subventions) et la diminution des prix des produits céréaliers notamment du blé tendre et du blé dur, ont engendré des modifications des résultats qui peuvent être présentés au tableau 61.

La surface exploitée directement a augmenté de 1,72 ha au détriment de la superficie exploitée en métayage. En outre, il y a une substitution entre les cultures de base : augmentation de la superficie de l'orge et du blé dur, et réduction de celle du blé tendre. En plus, on a enregistré une augmentation des effectifs des deux troupeaux surtout l'ovin.

En fait, l'élevage ayant pourtant un rôle de complémentarité, exerce un effet concurrentiel puisque l'augmentation des effectifs a induit une substitution de l'orge à une partie de la surface occupée par le blé tendre.

Par ailleurs, l'augmentation enregistrée au sein des inputs (engrais, semences) permet simplement de couvrir les besoins de la surface mise en exploitation directe.

Tableau 61 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 1	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	29,78	27,2	+9,5
-Blé tendre (ha)	40,3	47,8	-15,7
-Orge (ha)	12,74	6,1	+108,8
-TR (s) (ha)	17,18	18,9	-9,1
-Ovins (tête)	221,98	80,5	+175,75
-Bovins (tête)	25,86	22,6	+14,4
-Achat phosph. Q	103,5	101,4	+2,07
-Achat ammonit. Q	59,38	59,17	+0,35
-Achat D-A-P Q	82,8	81,1	+2,1
-Achat sem.BD Q	40,2	36,7	+9,54
-Achat sem.BT Q	56,4	66,9	-15,7
-Achat sem.OR Q	17,8	8,5	+109,4
-Achat illoxaan l	175,2	187	-6,3
-Vente BD Q	1122,24	968,3	+15,9
-Vente BT Q	1571,8	1958,6	-19,75
-Vente OR Q	356,7	170,54	+109,16
-Vente agneaux	239	84	+184,52
-Vente veaux	26	23	+13,04

Source : Résultats du modèle et nos calculs

Les quantités de produits animaux et végétaux commercialisées ont augmenté hormis celle du blé tendre qui a atteint 1572 Q soit une diminution de 19,75 %. Le tableau 62 nous permet d'analyser la sensibilité des résultats relatifs à cette exploitation.

Tableau 62 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 1 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BT/BD	133,4	166,4	(-)
-OR/B	39,3	87,1	(-)
-F/CR	282,4	452,3	(-)
*Contrainte			
-Sol 1	506,6	739,8	(-)
-Sol 2	81,52	80	(+)
-Main-d'oeuvre 3	0,675	0,671	(+)
-Paille BD	0,98	0,88	(+)
-Paille BT	0,84	0,5	(+)
-Paille OR	4,24	6,4	(-)

Source : Résultats du modèle

D'après ce tableau, l'on observe surtout de nettes diminutions des coûts réduits de l'orge et des foin, d'où l'importance de l'élevage et sa concurrence vis-à-vis des cultures de base. Cela est confirmé par une augmentation des valeurs duales des pailles (BT, BD) et des parcours.

Au contraire, la valeur d'un hectare de terre a baissé suite à l'augmentation des coûts de production et la diminution des prix des céréales notamment ceux du blé tendre et du blé dur. Ceci a renforcé davantage l'orientation vers l'élevage ovin.

B- Scénario 2

L'élimination entière des subventions et le maintien des prix des céréales à un niveau correspondant à un coefficient de protection nominale égale à 1,2 ont généré les résultats qui sont explicités au niveau du tableau ci-après :

5. TR = terre donnée en métayage

Tableau 63 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 2	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	61,85	27,2	+127,4
-Blé tendre (ha)	12,59	47,8	-73,66
-Orge (ha)	8,568	6,1	+40,46
-TR (6) (ha)	16,98	18,9	-10,16
-Ovins (tête)	231,2	80,5	+187,2
-Bovins (tête)	20,36	22,6	-9,9
-Achat phosphate Q	104,92	101,4	+3,47
-Achat ammonit. Q	62,59	59,17	+5,78
-Achat D-A-P Q	83,9	81,1	+3,45
-Achat sem.BD Q	79,45	36,7	+116,48
-Achat sem.BT Q	17,63	66,9	-73,65
-Achat sem.OR Q	11,99	8,5	+40
-Achat illoxaan l	195,37	187	+4,48
-Vente BD Q	2117,43	968,3	+118,67
-Vente BT Q	534,82	1958,6	-72,69
-Vente OR Q	239,9	170,54	+40,67
-Vente agneaux	254,3	84	+202,7
-Vente veaux	20,36	23	-11,5

Source : Résultats du modèle et nos calculs

Selon ce tableau, on remarque que la mise en exploitation directe de la surface labourable a augmenté en dépit de la superficie cédée en métairie (-10%). Ainsi, la surface cultivée en blé tendre a continué à diminuer en faveur de celle occupée par le blé dur. Cette situation s'est traduite par une légère augmentation de la demande des facteurs de production (engrais chimiques, produit de traitement et semences améliorées surtout pour le blé dur) afin de mettre en exploitation les hectares additionnels.

Dans le même contexte, l'élevage ovin a renforcé sa place en enregistrant une augmentation de 187% par rapport à la situation initiale.

En ce qui concerne la sensibilité de la configuration de ces résultats, nous exposons, dans le tableau 64, les coûts réduits des activités hors base, les valeurs duales des ressources épuisées et leurs variations.

Tableau 64 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 2 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BT/BD	173,96	166,4	(+)
-OR/B	99,91	87,1	(+)
-F/CR	364,69	452,3	(-)
*Contrainte			
-Sol1	687,6	739,8	(-)
-Sol2	81,52	80	(+)
-Main-d'oeuvre 3	0,675	0,671	(+)
-Paille BD	1,127	0,88	(+)
-Paille BT	1,198	0,5	(+)
-Paille OR	4,97	6,4	(-)

Source : Résultats du modèle

Ce tableau confirme, en fait, l'orientation des résultats analysés ci-dessus. En effet, il y a une diminution du coût réduit du foin comparativement à la situation initiale et une augmentation par rapport à celui enregistré dans le cas précédent. En plus il y a une augmentation des valeurs implicites des pailles (blé dur et blé tendre). Ceci montre surtout l'importance des relations de concurrence sur les ressources rares et de complémentarité de l'élevage avec les céréales de base.

6. TR = terre donnée en métayage

D'un autre côté, la valeur duale de la terre reste toujours inférieure à celle de la situation initiale tout en se plaçant en deça de la même valeur figurant dans la solution obtenue avec le scénario 1 malgré l'augmentation des coûts de production et la baisse du résultat global du modèle. Ce qui témoigne de l'instabilité de la configuration de ces résultats.

C- Scénario 3

En éliminant la moitié des subventions concernant les facteurs de production et en fixant les prix des céréales à un niveau relatif à un coefficient de protection nominale équivalent à 1,4, nous avons obtenu les résultats suivants :

Tableau 65 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 3	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	56,34	27,2	+107,13
-Blé tendre (ha)	17,01	47,8	-63,41
-Orge (ha)	9,41	6,1	+54,26
-TR (7) (ha)	17,24	18,9	-8,78
-Ovins (tête)	93,7	80,5	+16,4
-Bovins (tête)	47,24	22,6	+109
-Achat phosphate Q	103,45	101,4	+2,02
-Achat ammonitrate Q	60,82	59,17	+2,79
-Achat D-A-P Q	82,76	81,1	+2,05
-Achat sem.BD Q	76,05	36,7	+107,22
-Achat sem.BT Q	23,82	66,9	-64,4
-Achat sem.OR Q	13,18	8,5	+55,06
-Achat illoxaan l	183,37	187	-1,94
-Vente BD Q	2025,94	968,3	+109,22
-Vente BT Q	694,72	1958,6	-64,53
-Vente OR Q	263,6	170,54	+54,57
-Vente agneaux	98	84	+55,06
-Vente veaux	47,24	23	+105,4

Source : Résultats du modèle et nos calculs

Ce tableau montre une augmentation de la mise en exploitation directe d'une partie de la terre cédée en métayage, soit 8,8% par rapport à la situation de base. Mais elle reste inférieure à celles enregistrées avec les scénarios 1 et 2. En outre, la substitution entre blé tendre et blé dur en faveur de ce dernier (augmentation de la surface du blé dur de 107% et diminution de celle du blé tendre de 64,4%) demeure encore mais à un degré moindre comparativement à la situation précédente. Ainsi, cela s'est traduit par une légère progression de l'utilisation des inputs (engrais, produit de traitement et semences excepté celles du blé tendre). En fait, cette augmentation permet simplement de mettre en culture les hectares (1,66) qui ont été en métairie.

Par ailleurs, l'effectif de l'élevage, notamment du cheptel bovin, a augmenté de plus du double si l'on se réfère aux résultats du scénario "0".

D'après le tableau 66, on remarque qu'il y a une augmentation des coûts réduits relatifs au blé tendre, à l'orge et aux foin. Ceci pourrait s'expliquer par l'orientation sur le plan culturel vers le blé dur quelque soit le niveau des prix des céréales et le degré d'élimination des subventions. D'autre part, l'élevage extensif des ovins et des bovins a besoin des foin sous forme de compléments d'alimentation que le modèle se procure au sein du marché. Les valeurs duales des pailles sont en deça de celles du marché. Ceci montre l'existence de la spéculation animale au niveau de l'exploitation et l'importance de l'intégration céréales/élevage.

Par ailleurs, après l'augmentation des prix des produits céréaliers (CNP = 1,2 a passé à 1,4), la valeur implicite de la terre a dépassé celle enregistrée à la situation initiale. Peut-on, alors, dire que la valeur duale de la terre dépend en premier lieu du niveau des prix des produits céréaliers?

7. TR = terre donnée en métayage

Tableau 66 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 3 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BT/BD	233,8	166,4	(+)
-OR/B	113,9	87,1	(+)
-F/CR	543,9	452,3	(+)
*Contrainte			
-Sol1	846,7	739,8	(+)
-Sol2	81,52	80	(+)
-Main-d'oeuvre 3	0,675	0,671	(+)
-Paille BD	0,99	0,88	(+)
-Paille BT	0,81	0,5	(+)
-Paille OR	5,57	6,4	(-)

Source : Résultats du modèle

D- Scénario 4:

L'élimination entière des subventions et le maintien des prix des produits céréaliers à un niveau qui est relatif à un coefficient de protection nominale équivalent à 1,4 ont permis d'avoir les résultats présentés comme suit :

Selon ce tableau, on constate que la surface donnée en métayage a augmenté en valeur absolue par rapport à la situation précédente tout en demeurant en dessous de celle de la situation initiale (-6,96 %). Ainsi, dans ces conditions, il y a une nette substitution du blé tendre au blé dur. Cela bien que le blé dur occupe encore une superficie qui dépasse celle de la situation initiale de 35,6 %.

En plus de la concurrence entre ces cultures, il y a également celle exercée par l'élevage. En effet, l'augmentation de son effectif a entraîné l'accroissement de la surface allouée à l'orge de 92 %. En fait, la faible augmentation de la demande des facteurs de production permet simplement de couvrir les besoins de la surface additionnelle mise en exploitation directe.

Concernant l'élevage, il est composé à la fois d'ovins et de bovins. Les effectifs des deux spéculations ont progressé respectivement de 131 % et de 36 % en se référant à la situation de base.

Tableau 67 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 4	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	36,88	27,2	+35,6
-Blé tendre (ha)	33,83	47,8	-29,22
-Orge (ha)	11,7	6,1	+91,8
-TR (8) (ha)	17,585	18,9	-6,96
-Ovins (tête)	186,35	80,5	+131,5
-Bovins (tête)	30,8	22,6	+36,28
-Achat phosphate Q	103,02	101,4	+1,6
-Achat ammonitrate Q	58,977	59,17	-0,32
-Achat D-A-P Q	82,41	81,1	+1,6
-Achat sem.BD Q	49,78	36,7	+35,64
-Achat sem.BT Q	47,36	66,9	-29,2
-Achat sem.OR Q	16,38	8,5	+92,7
-Achat illoxaan l	176,778	187	-5,47
-Vente BD Q	1316	968,3	+35,9
-Vente BT Q	1387,5	1958,6	-29,16
-Vente OR Q	327,7	170,54	+92,15
-Vente agneaux	199,98	84	+138
-Vente veaux	30,8	23	+33,9

Source : Résultats du modèle et nos calculs

8. TR = terre donnée en métayage

Le tableau suivant va nous permettre d'examiner la sensibilité de la configuration des résultats de cette exploitation.

Tableau 68 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 4	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation (DT)
*Activité hors base			
-BT/BD	223,7	166,4	(+)
-OR/B	118,8	87,1	(+)
-F/CR	600,4	452,3	(+)
*Contrainte			
-Sol1	871,51	739,8	(+)
-Sol2	80,5	80	(+)
-Main-d'oeuvre 3	0,675	0,671	(+)
-Paille BD	1,07	0,88	(+)
-Paille BT	1,02	0,5	(+)
-Paille OR	5,8	6,4	(-)

Source : Résultats du modèle

En plus des modifications exposées au sein de ce tableau, on s'aperçoit que, dans ces conditions, le modèle surestime la valeur implicite de la terre. Ce qui pourrait être dû, en fait, à ce que la matrice tend à donner plus d'importance au blé tendre et à l'élevage via l'orge. Ainsi, l'augmentation des valeurs duales des parcours et pailles (BD, BT) renforce la place de l'élevage au niveau du système de production de l'exploitation.

E- Conclusion

L'élimination des subventions (avec un CPN compris entre 1,2 et 1,4) semble se traduire non pas par un effet d'intensification mais plutôt par la mise en exploitation des terres en réserve (voir graphique 19). Néanmoins, l'augmentation des emblavures ne génère pas un accroissement de l'offre céréalière, du fait qu'il y a notamment une substitution du blé dur au blé tendre-culture intensive (voir graphiques 20 et 21).

Ainsi, à la suite des accroissements des prix des produits céréaliers (CPN = 1,4) conjugué à la suppression des subventions des inputs, la surface allouée au blé tendre tend à augmenter tout en demeurant en dessous de la situation de référence.

En outre, le fait d'avoir des prix des céréales relatifs à un CPN = 1,2, l'effectif de l'élevage, notamment ovin, augmente. Il exerce, ainsi, un effet de concurrence sur les cultures céréalières par les activités fourragères, d'où un accroissement de la surface occupée par l'orge (voir graphique 22).

Ce type d'exploitation représente 11 % du nombre total des agriculteurs dans la zone. Les grandes exploitations détiennent 54% des surfaces céréalières. Elles sont en majeure partie mécanisées et bénéficient des facilités en matière de crédits (de campagne, à moyen et à long terme) étant donnée qu'elles présentent des garanties de solvabilité. En plus, on a estimé l'augmentation potentielle de la production céréalière à 60 % (A. Gana, 1984) chez cette catégorie d'exploitations dont les propriétaires sont souvent absenteïstes.

En conséquence, il pourrait avoir un accroissement de la productivité et donc de l'offre céréalière chez ce type d'exploitations dans le cas où les prix de ces produits et surtout du blé tendre, correspondent à un CPN se situant au delà de 1,4.

2- Exploitation type 2

A- Scénario 1

Avec une élimination de la moitié des subventions pour les facteurs de production et des prix des produits céréaliers correspondant à un coefficient de protection nominale égale à 1,2, nous avons obtenu les résultats suivants :

Tableau 69 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 1	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	14,92	16,75	-10,9
-Blé tendre (ha)	0,556	0,556	0,00
-Pois chiches (ha)	0,5	***	(+)
-Foin (ha)	3,2	3,6	-11,12
-Oliviers (ha)	0,5	0,5	0
-Ovins (tête)	81	90,92	-10,9
-Achat phosph. Q	23,3	25,22	-7,6
-Achat ammonit. Q	23,42	26,1	-10,3
-Achat illoxan l	30,95	34,6	-10,55
-Vente BD Q	482,4	544,4	-11,4
-Vente agneaux	89	100	-11

Source : Résultats du modèle et nos calculs

A ce niveau, on note une baisse de la surface labourable prise en location qui passe de 18,9 à 17,176 ha. Ainsi, la surface de blé dur -la culture la plus dominante- s'est rendue à 14,92 ha soit une diminution de 10,9%. La superficie consacrée aux foin a également régressé de 11,12 %. Cette situation a engendré une chute du niveau d'utilisation des inputs allant de -7,6 % pour les phosphates à -10,55 % pour le produit de traitement (illoxan).

Par ailleurs, l'élevage, composé d'un troupeau ovin, a vu aussi son effectif baisser de 10,9 %. L'analyse des coûts réduits des activités non retenues et des valeurs implicites des contraintes confirment ces résultats.

Tableau 70 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 1	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation (DT)
*Activité hors base			
-BD/F	169,3	142,3	(+)
-OR/B	140,6	132,35	(+)
-BT/F	151,66	145,11	(+)
-BT/BD	412,6	412,9	(-)
-OL	408,5	508,7	(-)
*Contrainte			
-Sol1	646	753,7	(-)
-Sol2	200	200	(*)
-M.BATT	50	50	(*)
-Paill.BD	1,46	1,28	(+)
-Foin	2,6	3,5	(-)

Source : Résultats du modèle

B- Scénario 2 :

En éliminant entièrement les subventions des inputs et en fixant les prix des outputs céréaliers à un niveau relatif à un coefficient de protection nominale équivalent à 1,2, le modèle a retenu pour l'exploitation type 2 les résultats indiqués dans le tableau 71.

Ce tableau révèle que, dans ces conditions, l'agriculteur continue à louer moins de terre (10,16 %). En outre, la superficie cultivée en blé dur a baissé également de 15,02 %. Par contre, celle des foin a enregistré une augmentation de 2,5 %. En conséquence, l'utilisation des engrais chimiques et du produit de traitement a diminué en se référant à la situation de base.

Tableau 71 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 2	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	14,234	16,75	-15,02
-Blé tendre (ha)	0,556	0,556	0
-Pois chiches (ha)	0,5	***	(+)
-Foin (ha)	3,69	3,6	+2,5
-Oliviers (ha)	0,5	0,5	0
-Ovins (tête)	93,56	90,92	+2,9
-Achat phosph. Q	16,62	25,22	-34,2
-Achat ammonitrate Q	22,55	26,1	-13,6
-Achat illoxxan l	29,55	34,6	-14,6
-Vente BD Q	459	544,4	-15,7
-Vente agneaux	103	100	+ 3

Source : Résultats du modèle et nos calculs

D'autre part, l'élevage a marqué une faible augmentation de son effectif de 2,9 %. Afin d'analyser la sensibilité des résultats retenus par le modèle, nous exposons le tableau ci-après :

Tableau 72 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 2 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BD/F	180,27	142,3	(+)
-OR/B	145,77	132,35	(+)
-BT/F	162,35	145,11	(+)
-BT/BD	439	412,9	(+)
-OL	421,58	508,7	(-)
*Contrainte			
-Sol1	670,56	753,7	(-)
-Sol2	200	200	(*)
-Moissonneuse batteuse	50	50	(*)
-Paille BD	1,63	1,28	(+)
-Foin	2,82	3,5	(-)

Source : Résultats du modèle

D'après ce tableau, l'on observe que les coûts réduits des activités hors base continuent à augmenter excepté celui d'un hectare d'oliviers et qui reste, tout de même, élevé.

Quant aux contraintes, on remarque que la valeur implicite de la terre demeure inférieure à celle observée dans la situation initiale. Toutefois, il y a une diminution du nombre d'hectares pris en location. Ceci pourrait s'expliquer par l'augmentation des coûts de production et la baisse relative des prix des produits céréaliers notamment pour le blé tendre et le blé dur.

C- Scénario 3

Dans le cas d'un léger renchérissement des prix des produits céréaliers correspondant à un coefficient de protection nominale égale à 1,4 et d'une réduction des subventions des facteurs de production de 50%; nous avons obtenu les résultats exposés dans le tableau 73 :

Au niveau de ce tableau, on peut constater que la surface prise en location a enregistré une faible augmentation tout en demeurant en dessous de celle observée à la situation initiale. Sur le plan cultural, on note la disparition du blé tendre. Malgré cela, la sole de la principale culture céréalière -blé dur- reste inférieure à celle retenue par le modèle de base (-5,43%). Une évolution identique s'est produite pour la superficie cultivée en foin, soit une baisse de 5,56%.

Cette situation s'est traduite par une diminution du niveau d'utilisation des inputs : engrais et produit de traitement. D'où une régression des quantités offertes sur le marché (-5,65 % pour le blé dur et -5,4% pour les agneaux).

Tableau 73 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 3	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	15,84	16,75	-5,43
-Blé tendre (ha)	***	0,556	(-)
-Pois chiches (ha)	***	***	(*)
-Foin (ha)	3,4	3,6	-5,56
-Oliviers (ha)	0,5	0,5	0,00
-Ovins (tête)	86	90,92	-5,41
-Achat phosph. Q	23,2	25,22	-8
-Achat ammonit. Q	24,07	26,1	-7,78
-Achat illoxxan l	31,68	34,6	-8,44
-Vente BD Q	513,64	544,4	-5,65
-Vente agneaux	94,6	100	-5,4

Source : Résultats du modèle et nos calculs

Tableau 74 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 3 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BD/F	173,8	142,3	(+)
-OR/B	157,86	132,35	(+)
-BT/F	159,96	145,11	(+)
-BT/BD	449,56	412,9	(+)
-OL	98,72	508,7	(+)
*Contrainte			
-Sol1	849,79	753,7	(+)
-Sol2	200	200	(*)
-M.BATT	50	50	(*)
-Paill.BD	1,2	1,28	(-)
-Foin	4,34	3,5	(+)

Source : Résultats du modèle

En examinant la sensibilité de la configuration de ces résultats, on s'aperçoit que les coûts réduits des différentes activités végétales hors base ont tous augmenté.

Concernant les contraintes, la valeur duale de la terre est au delà de celle de la situation initiale. Ce qui pourrait s'expliquer par :

- la baisse de la terre exploitée, c'est-à-dire un niveau inférieur de surface louée;
- l'augmentation relative des prix des produits céréaliers;
- l'importance de l'élevage dont les facteurs limitants sont les foin ayant une valeur duale (4,34 DT) supérieure au prix de ces produits sur le marché.

D- Scénario 4:

Avec la suppression des subventions des inputs et la fixation des prix des produits céréaliers à un niveau relatif à un coefficient de protection nominale équivalent à 1,4; les résultats obtenus sont explicités dans le tableau 75 ci après.

Tableau 75 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 4	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	16,13	16,75	-3,7
-Blé tendre (ha)	***	0,556	(-)
-Pois chiches (ha)	***	***	(*)
-Foin (ha)	3,45	3,6	-4,16
-Oliviers (ha)	0,5	0,5	0
-Ovins (tête)	87,58	90,92	-3,67
-Achat phosph. Q	23,618	25,22	-6,35
-Achat ammonit. Q	24,49	26,1	-6,17
-Achat illoxan l	32,258	34,6	-6,77
-Vente BD Q	523,4	544,4	-3,86
-Vente agneaux	96,3	100	-3,7

Source : Résultats du modèle et nos calculs

D'après ce tableau, l'on s'aperçoit que les niveaux des activités végétales et animales retenues restent encore en dessous de ceux de la situation de référence. Toutefois, il y a une amélioration modérée des niveaux de ces activités comparativement à ceux enregistrés avec le scénario 3. Ceci est le résultat de l'augmentation de la surface prise en location de 0,24 ha, ce qui fait au total 17,58 ha soit 93 % de la surface louée à la situation initiale. D'où une régression de la demande des facteurs de production.

En conséquence, la quantité de blé dur et le nombre d'agneaux commercialisés ont baissé respectivement de 3,86 % et de 3,7 % par rapport à ceux enregistré avec le scénario "0".

Le tableau suivant permet d'analyser la sensibilité de la configuration de ces résultats.

Tableau 76 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 4 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BD/F	182,76	142,3	(+)
-OR/B	160,4	132,35	(+)
-BT/F	168,23	145,11	(+)
-BT/BD	467,3	412,9	(+)
-OL	526,42	508,7	(+)
*Contrainte			
-Sol1	848	753,7	(+)
-Sol2	200	200	(*)
-Moissonneuse batteuse	50	50	(*)
-Paille BD	1,29	1,28	(+)
-Foin	4,35	3,5	(+)

Source : Résultats du modèle

Selon ces résultats, on remarque que le sens de variation des coûts réduits de toutes les activités hors base est positif. Ceci montre la stabilité de la solution.

E- Conclusion

Au sein de ce type d'exploitation, dont la surface exploitée est quasi en location, la suppression partielle ou entière de subventions des facteurs de production paraît se manifester par une baisse de la surface prise en location (voir graphique 23). Ceci entraîne à la fois une régression des superficies emblavées et une diminution du volume de production commercialisée (voir graphiques 24 et 25).

Dans ce cas, la terre devient le facteur le plus limitant, ce qui pourrait revenir, d'une part, à l'augmentation des coûts de production et, d'une autre, part à la concurrence qu'exerce l'élevage sur les activités céréalières. En conséquence, cela s'est traduit par un accroissement de la sole allouée aux cultures fourragères et donc par une augmentation de l'effectif animal (voir graphique 26).

Dans le même contexte, on a aperçu une sensibilité modérée de la céréaliculture vis-à-vis de l'augmentation des coûts de production, du fait de l'importance des revenus hors exploitation parmi lesquels ceux issus de la location de tracteur (2760 DT/an) et du travail dans les grandes exploitations. Cette situation, élimination des subventions conjuguée à des prix des produits céréaliers correspondant à un CPN = 1,2, semble générer sur le plan social une transformation d'une partie de la main-d'œuvre familiale en main-d'œuvre salariale (voir graphique 27). En fait, ce type d'exploitant représente 16% des agriculteurs de la zone de BEHAYA. Leurs exploitations occupent 18 % des surfaces céréalières. Ainsi, les terres en faire valoir indirect (métayage, location) peuvent parfois représenter une part non négligeable des superficies exploitées.

Il est à noter qu'une part de ces exploitations sont endettées et doivent faire face à de sérieuses difficultés, en plus de l'insuffisance des prix à la production. Ces deux facteurs réunis ont constitué d'importantes entraves pour l'intensification. Une facilité de crédit notamment à moyen et à long terme et/ou un rééchelonnement des dettes ainsi qu'un renchérissement du prix des blés (CPN>1,4) pourraient les aider à accroître leurs productions afin d'offrir plus sur le marché.

3- Exploitation type 3

A- Scénario 1

Avec l'élimination de la moitié des subventions concernant les facteurs de production et l'augmentation des prix des produits céréaliers correspondant à un coefficient de protection nominale égale à 1,2; le modèle a retenu, pour l'exploitation type 3, les résultats exposés ainsi :

Tableau 77 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 1	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	1,85	1,5	+23,34
-Blé tendre (ha)	6,03	8,39	-28,13
-Pois chiches (ha)	3,78	3,61	+4,7
-Oliviers (ha)	2,34	0,5	+368
-Ovins (tête)	12	16,2	-25,90
-Bovins (tête)	2,1	1,2	+75
-Achat phosph. Q	9,7	11	-11,8
-Achat ammonit. Q	4,9	07	-30
-Achat illoxan l	5,52	6,92	-20,23
-Vente BD Q	6,1	***	(+)
-Vente BT Q	134,8	187,7	-28,2
-Vente PC Q	29,62	28,21	+5
-Vente GO Q	28,8	5,375	+435,8
-Vente agneaux	14	18	-22,23
-Vente veaux	2	1	+100

Source : Résultats du modèle et nos calculs

Dans ces conditions, il y a des substitutions entre les activités végétales retenues par le modèle. En effet, d'une part, on s'aperçoit que la surface occupée par le blé tendre a régressé de 28,13 % et, d'une autre part, on note l'augmentation des surfaces consacrées au blé dur (+23,34 %) et aux pois chiches (+4,7 %). Quant à la superficie plantée en oliviers, elle a ainsi augmenté en détenant 2,34 ha.

En fait, cette substitution de 2,4 ha de blé tendre à d'autres cultures (pois chiches, oliviers,...) moins exigeantes en intrants a induit une baisse d'utilisation de ces derniers notamment celle des ammonitrates qui est de l'ordre de -30 %. Par ailleurs, l'élevage reste composé d'ovins et de bovins. L'effectif des bovins a augmenté d'une tête. Par contre, celui des ovins s'est rendu à 12 têtes, soit une diminution d'environ 26 %.

Ainsi, on remarque qu'une partie ou toute la production de chacune des activités figurant dans cette composante du modèle est commercialisée. Dans ce même contexte, on enregistre l'entrée du blé dur en commercialisation (6,1 Q), une régression de la quantité offerte de blé tendre de 28,2 % et une augmentation de la quantité vendue de graines d'olive qui équivaut à peu près 29 Q.

Pour analyser la sensibilité de ces résultats, nous présentons le tableau suivant :

Tableau 78 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 1 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BT/F	36,3	***	(+)
-OR/F	282,92	387,2	(-)
-BT/BD	12,8	***	(+)
-OR/B	556,5	490,5	(+)
-F/CR	573,2	486,3	(+)
-OL	***	64,3	(-)
*Contrainte			
-Sol1	622,3	458	(+)
-Sol2	95,4	130	(-)
-MAC1	12,4	12,4	(*)
-Paill.BD	2,84	0,6	(+)
-Paill.BT	2,49	1,46	(+)

Source : Résultats du modèle

Avec ce tableau, on observe que les coûts réduits des blés tendres, après le foin et après le blé dur, ont augmenté. En outre, celui des oliviers est devenu nul, ce qui a permis plus d'allocation de surface à cette activité.

Concernant les contraintes, la valeur duale de la terre a progressé. Ce qui pourrait s'expliquer surtout par l'importance de l'élevage ayant comme facteur limitant les pailles dont les valeurs implicites n'ont pas seulement augmenté mais elles ont aussi dépassé leurs prix sur le marché. Ceci constitue un facteur rassurant pour l'association céréales/élevage.

B- Scénario 2

Les résultats obtenus en éliminant les subventions des inputs et en maintenant les prix des outputs céréaliers à un niveau relatif à un coefficient de protection nominale équivalent à 1,2 sont explicités comme suit :

Tableau 79 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 2	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	2,3	1,5	+53,34
-Blé tendre (ha)	5,1	8,39	-39
-Pois chiches (ha)	2,95	3,61	-18,38
-Oliviers (ha)	3,652	0,5	+630,4
-Ovins (tête)	10,2	16,2	-37,04
-Bovins (tête)	2,53	1,2	+110,8
-Achat phosph. Q	8,5	11	-22,73
-Achat ammonit. Q	4,85	07	-30,7
-Achat illoxaan l	5,178	6,92	-25,17
-Vente BD Q	11,445	***	(+)
-Vente BT Q	112,425	187,7	-40,1
-Vente PC Q	22,57	28,21	-20
-Vente GO Q	45,56	5,375	+747,63
-Vente agneaux	11,2	18	-37,78
-Vente veaux	2,5	1	+150

Source : Résultats du modèle et nos calculs

Ce tableau montre que les surfaces cultivées en blé tendre et en pois chiches ont baissé respectivement de 39 % et de 18,28 %. En revanche, la surface plantée en oliviers, sachant qu'il a été pris en compte seulement le coût d'entretien et non le coût de plantation, a atteint 3,65 ha. En outre, le blé dur occupe une superficie de 2,3 ha, soit une augmentation de 53,43 %.

Cette substitution entre les activités végétales, à l'avantage du blé dur et notamment des oliviers qui sont conduits en extensif, s'est traduite par une baisse de la demande des engrais et du produit de traitement. En ce qui concerne l'élevage, l'effectif ovin a baissé de 37 %, alors que celui des bovins a augmenté pour atteindre 2,5 têtes. Ainsi, les quantités de blé dur et de graines d'olive commercialisées ont augmenté, par contre le nombre des agneaux et les quantités de blé tendre offerts sur le marché ont baissé respectivement de 40 % et de 37,8 %. L'examen des coûts réduits des activités hors base et des valeurs implicites des contraintes coïncide avec ces résultats.

Tableau 80 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 2 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BT/F	49,8	***	(+)
-OR/F	385,17	387,2	(-)
-BT/BD	24,84	***	(+)
-OR/B	556,43	490,5	(+)
-F/CR	557,41	486,3	(+)
-OL	***	64,3	(-)
*Contrainte			
-Sol1	593,4	458	(+)
-Sol2	63	130	(-)
-MAC1	12,4	12,4	(*)
-Paille BD	3,01	0,6	(+)
-Paille BT	2,56	1,46	(+)

Source : Résultats du modèle

Les coûts réduits des activités végétales non retenues maintiennent le même sens de variation qu'avec le scénario 1. En outre, la valeur duale de la terre demeure encore au dessus de celle observée dans la situation initiale tout en enregistrant une baisse comparativement à celle retenue avec le scénario 1, ce qui pourrait être dû à l'augmentation des coûts de production. Quant aux valeurs implicites des pailles, elles continuent à s'accroître consolidant ainsi la position qu'occupe l'élevage au sein de l'exploitation.

C- Scénario 3

Vu la légère augmentation des prix des produits céréaliers correspondant à un coefficient de protection nominale égale à 1,4 et la réduction des subventions des facteurs de production de 50%, nous avons obtenu les résultats exposés dans le tableau 81 :

Tableau 81 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 3	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	1,5	1,5	(*)
-Blé tendre (ha)	8,4	8,39	+0,12
-Pois chiches (ha)	,6	3,61	-0,27
-Oliviers (ha)	0,5	0,5	(*)
-Ovins (tête)	16,176	16,2	-0,15
-Bovins (tête)	1,186	1,2	-1,167
-Achat phosph. Q	11,02	11	+0,182
-Achat ammonit. Q	7,05	07	+0,7
-Achat illoxaan l	6,93	6,92	+0,14
-Vente BD Q	***	***	(*)
-Vente BT Q	187,892	187,7	+0,1
-Vente PC Q	28,07	28,21	0,49
-Vente GO Q	5,375	5,375	(*)
-Vente agneaux	17,8	18	-1,1
-Vente veaux	1,186	1	-1,167

Source : Résultats du modèle et nos calculs

On peut constater que ces résultats sont proches de ceux de la situation initiale. Ainsi, on s'aperçoit qu'il y a une faible substitution du blé tendre aux pois chiches. D'où un accroissement modéré de la demande des facteurs de production.

En outre, les quantités de produits végétaux ou le nombre d'animaux commercialisés sont quasi-équivalents à ceux enregistrés avec le scénario "0".

Tableau 82 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 3 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-OR/B	186,08	490,5	(-)
-F/CR	498,3	486,3	(+)
-OL	62,5	64,3	(-)
*Contrainte			
-Sol1	466,73	458	(+)
-Sol2	138,9	130	(+)
-MAC1	12,4	12,4	(*)
-Paille BD	0,6	0,6	(*)
-Paille BT	1,46	1,46	(*)

Source : Résultats du modèle

On remarque que le coût réduit de l'orge, après le blé, a baissé mais il demeure encore élevé. Quant aux oliviers, leur coût réduit apparaît, c'est pourquoi leur surface est rendue à 0,5 ha, étant donné que nous avons fixé une limite inférieure égale à ce niveau.

Par ailleurs, la valeur implicite d'un hectare de terre est légèrement supérieure à celle de la situation de base. Ceci pourrait résulter de l'augmentation des prix des produits céréaliers.

D- Scénario 4

Les résultats retenus pour cette composante du modèle, dans le cas d'une suppression des subventions et d'un maintien des prix des produits céréaliers à un niveau relatif à un coefficient de protection nominale équivalent à 1,4, peuvent être présentés ainsi :

Tableau 83 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 4	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	3,93	1,5	+16,2
-Blé tendre (ha)	8,13	8,39	-3,1
-Pois chiches (ha)	1,44	3,61	-60,1
-Oliviers (ha)	0,5	0,5	(*)
-Ovins (tête)	15,4	16,2	-4,94
-Bovins (tête)	1,36	1,2	+13,34
-Achat phosph. Q	10,48	11	-4,73
-Achat ammonit. Q	10,61	07	+51,6
-Achat illoxaan l	8,44	6,92	+21,9
-Vente BD Q	36,81	***	(+)
-Vente BT Q	179,82	187,7	-4,2
-Vente PC Q	9,76	28,21	-65,4
-Vente GO Q	5,375	5,375	(*)
-Vente agneaux	16,9	18	-6,1
-Vente veaux	1,36	1	+13

Source : Résultats du modèle et nos calculs

Selon ces résultats, on s'aperçoit qu'il y a une substitution du blé dur au blé tendre et surtout aux pois chiches. En effet, la surface de blé dur est passée à 3,93 ha, soit une augmentation de 162 %. En revanche, la superficie

occupée par le blé tendre est rendue à 8,13 ha, soit une régression de 3 %. De même, celle cultivée en pois chiches a baissé de 60 %.

L'occupation par le blé dur d'une partie de la sole allouée aux pois chiches a nécessité plus d'ammonitrates (+51,6 %) et de produit de traitement (+22 %).

Sur le plan offre, on note l'entrée, de nouveau, en commercialisation du blé dur, soit 36,8 Q vendus.

L'analyse des coûts réduits des activités hors base et des valeurs duales des contraintes confirme l'orientation des résultats que nous venons de voir comme le montre le tableau suivant :

Tableau 84 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 4 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-OR/B	538,5	490,5	(+)
-F/CR	626,4	486,3	(+)
-OL	78,5	64,3	(+)
*Contrainte			
-Sol1	630,35	458	(+)
-Sol2	150	130	(+)
-MAC1	12,4	12,4	(*)
-Paille BT	1,2	1,46	(-)

Source: Résultats du modèle

E- Conclusion

L'augmentation des coûts de production ajoutée au renchérissement des prix des produits céréaliers (CPN=1,4) semble favoriser les productions cérésières par l'accroissement à la fois des surfaces emblavées et de l'offre (voir graphique 28 et 29). En revanche, dans le cas où les prix sont relatifs à un CPN=1,2, les résultats sont inversés. En fait, il s'agit de la culture cérésièrè dominante -blé tendre-, qui est la plus sensible aux variations des prix. Par ailleurs, l'amélioration des résultats au sein des grandes exploitations pourrait atténuer le sous emploi qui caractérise ce type d'exploitation permettant ainsi de dégager plus de revenu qui peut être investi dans l'achat des facteurs de production (voir graphique 30). L'intensification de la production par l'accroissement des niveaux d'utilisation d'inputs constitue un moyen capable d'accroître tant les rendements que la production. Ainsi, cette mesure est tributaire de deux facteurs à savoir une disponibilité de crédit surtout à moyen et long terme et une incitation suffisante par les prix (CPN>1,4), notamment pour le blé tendre.

4- Exploitation type 4

A- Scénario 1

L'élimination de 50% des subventions concernant les facteurs de production et la baisse des prix des produits céréaliers correspondant à un coefficient de protection nominale égale à 1,2, ont permis d'obtenir les résultats explicités dans le tableau ci-après :

En fait, au sein de la répartition culturale, il y a une substitution de l'orge (+23 %) aux foin et au blé tendre. Par conséquent, l'utilisation d'engrais a faiblement augmenté étant donné que les besoins d'un hectare d'orge en engrais sont supérieurs à ceux d'1 ha de foin.

D'un autre côté, le système d'élevage, qui a été formé par un troupeau ovin, est devenu mixte. En effet, il est composé de caprins (4,41 têtes) et d'ovins (18,17 têtes), soit une régression de ces derniers de 16,47 %.

Tableau 85 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 1	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	0,445	0,445	(*)
-Blé tendre (ha)	2,516	2,54	-0,94
-Orge (ha)	0,187	0,152	+23
-Pois chiches (ha)	0,223	0,223	(*)
-Foin (ha)	0,629	0,64	-1,72
-Ovins (tête)	18,71	22,4	-16,47
-Caprins (tête)	4,41	***	***
-Achat phosph. Q	3,26	3,25	+0,3
-Achat ammonit. Q	3,54	02,5	+1,6
-Achat illoxaan I	2,2	2,22	-0,9
-Vente BT Q	76	78,7	-3,43
-Vente agneaux	21	24,7	-14,98
-Vente chevreaux	5	***	(+)

Source : Résultats du modèle et nos calculs

Pour examiner la sensibilité de ces résultats, nous présentons le tableau 86 :

Tableau 86 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 1 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BD/F	379,4	214,9	(+)
-BT/BD	563,52	253,25	(+)
-OR/CR	772,25	163,5	(+)
-BV	808,96	150,5	(+)
-CP	***	23,1	(-)
*Contrainte			
-Sol1	734,4	580,75	(+)
-MAC1	11,5	13,1	(-)
-Paill.	2,2	1,44	(+)
-Foin	3,78	3,6	(+)

Source: Résultats du modèle

On remarque que les coûts réduits des activités non retenues ont progressé excepté celui de l'activité caprine qui est rendu à zéro puisqu'elle figure dans la solution.

Pour les contraintes, la valeur duale de la terre a augmenté, ce qui pourrait s'expliquer par l'importance de l'élevage dans le système de production. En effet, l'élevage exerce une concurrence via les foin vis-à-vis des céréales.

L'accroissement des valeurs implicites des pailles et des foin, en se plaçant au dessus de leurs valeurs marchandes, constitue un facteur rassurant pour l'élevage au sein de l'exploitation.

B- Scénario 2

En éliminant entièrement les subventions des facteurs de production et en maintenant les prix des produits céréaliers à un niveau relatif à un coefficient de protection nominale équivalent à 1,2, le modèle a retenu, pour l'exploitation type 4, les résultats exposés ainsi dans le tableau 87 :

Ce tableau montre que le modèle a maintenu les mêmes activités que précédemment avec cette fois une substitution de blé tendre (+6,7 %) à l'orge et aux foin. Cette situation a entraîné un faible accroissement de l'utilisation des engrais et du produit de traitement du fait que l'orge et les foin sont moins/ou ne sont pas plus (cas d'illoxaan pour l'orge) exigeants en la matière que le blé tendre. Par ailleurs, l'élevage est composé de

caprins et d'ovins. Ces derniers ont vu leur effectif régresser de 61%. Quant au troupeau caprin, ne figurant pas dans la solution de base, il a dans ces conditions un effectif de 16,4 têtes.

Tableau 87 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 2	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	0,445	0,445	(*)
-Blé tendre (ha)	2,71	2,54	+6,7
-Orge (ha)	0,021	0,152	-86,18
-Pois chiches (ha)	0,223	0,223	(*)
-Foin (ha)	0,6	0,64	-6,25
-Ovins (tête)	8,73	22,4	-61
-Caprins (tête)	16,4	***	(+)
-Achat phosph. Q	3,29	3,25	+1,23
-Achat ammonit. Q	2,53	02,5	+1,2
-Achat illoxaan I	2,34	2,22	+5,4
-Vente BT Q	83,95	78,7	+6,67
-Vente agneaux	9,6	24,7	-61,1
-Vente chevreaux	16,4	***	(+)

Source : Résultats du modèle et nos calculs

En conséquence, la quantité de blé tendre offerte sur le marché a augmenté de 6,67%. En revanche, le nombre d'agneaux vendus a diminué de la même proportion que l'effectif ovin. L'analyse des coûts réduits des activités hors base et des valeurs implicites des contraintes confirment ces résultats.

Tableau 88 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 2 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BD/F	452,2	214,9	(+)
-BT/BD	636,45	253,25	(+)
-OR/CR	814,16	163,5	(+)
-BV	833,4	150,5	(+)
-CP	***	23,1	(-)
*Contrainte			
-Sol1	771,3	580,75	(+)
-MAC1	11,5	13,1	(-)
-Paille	3,34	1,44	(+)
-Foin	5,6	3,6	(+)

Source : Résultats du modèle

Les coûts réduits des activités végétales non retenues par le modèle sont supérieurs à ceux observés dans la situation de base ou avec le scénario 1. Ceci montre la stabilité des résultats.

L'examen des valeurs duales des contraintes, révèle que la valeur duale de la terre a continué à progresser. C'est le même cas pour celles des pailles et des foin puisqu'il y a un accroissement de l'élevage en terme d'unités gros bétail.

C- Scénario 3

Le faible renchérissement des prix des produits céréaliers, notamment pour les blés, correspondant à un coefficient de protection nominale égale à 1,4, et la réduction des subventions des inputs ont permis d'obtenir les résultats présentés dans le tableau 89 :

D'après ce tableau, l'on observe que les résultats sont similaires à ceux de la situation initiale.

Tableau 89 : Analyse de la variation des résultats

Activité	Valeur scénario 3	Valeur scénario 0	Variation (%)
-Blé dur (ha)	0,445	0,445	(*)
-Blé tendre (ha)	2,54	2,54	(*)
-Orge (ha)	0,152	0,152	(*)
-Pois chiches (ha)	0,223	0,223	(*)
-Foin (ha)	0,64	0,64	(*)
-Ovins (tête)	22,4	22,4	(*)
-Achat phosph. Q	3,25	3,25	(*)
-Achat ammonitre Q	2,5	02,5	(*)
-Achat illoxaan 1	2,22	2,22	(*)
-Vente BT Q	78,7	78,7	(*)
-Vente agneaux	24,7	24,7	(*)

Source : Résultats du modèle et nos calculs

En analysant la sensibilité de la configuration des résultats, comme le montre le tableau ci-dessous, on s'aperçoit que les coûts réduits des activités non retenues ont augmenté hormis celui de l'activité caprine.

Ce dernier a marqué une faible régression de 0,6% comparativement à la situation de base.

En ce qui concerne les contraintes, la valeur duale de la terre a baissé. Ceci pourrait revenir à un accroissement des coûts de production plus important que celui des prix des produits céréaliers.

Tableau 90 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 3 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BD/F	218,7	214,9	(+)
-BT/BD	255,6	253,25	(+)
-OR/CR	164,5	163,5	(+)
-BV	151,75	150,5	(+)
-CP	22,96	23,1	(-)
*Contrainte			
-Sol1	574,36	580,75	(-)
-MAC1	17,04	13,1	(+)
-Paill.	1,4	1,44	(-)
-Foin	3,68	3,6	(+)

Source : Résultats du modèle

D- Scénario 4

Avec le scénario 4, les résultats retenus pour l'exploitation type 4 sont identiques à ceux enregistrés avec les scénario "0" et "3".

En examinant la sensibilité de la configuration des résultats, on remarque que les coûts réduits de toutes les activités végétales hors base sont supérieurs à ceux de la situation initiale voire même à ceux du scénario 3, ce qui montre l'insensibilité des résultats.

Tableau 91 : Analyse de variation de la sensibilité

	Valeur scénario 4 (DT)	Valeur scénario 0 (DT)	Sens de variation
*Activité hors base			
-BD/F	229,29	214,9	(+)
-BT/BD	256,7	253,25	(+)
-OR/CR	164,5	163,5	(+)
-BV	197,8	150,5	(+)
-CP	22,96	23,1	(-)
*Contrainte			
-Sol1	567,5	580,75	(-)
-MAC1	17,04	13,1	(+)
-Paille	1,4	1,44	(-)
-Foin	3,68	3,6	(+)

Source : Résultats du modèle

E- Conclusion

Les résultats enregistrés avec les différents scénarios, pour ce type d'exploitation, sont quasi insensibles (voir graphique 32). Cette stabilité semble revenir à deux facteurs à savoir la diversification du système de production et le faible niveau d'intégration au marché en amont et en aval de la production (voir graphique 33).

A contrario, les conditions du scénario 2 paraissent favoriser une augmentation relativement modérée des emblavures et de la production céréalière. En revanche, l'élevage s'est montré sensible (substitution des caprins qui sont moins exigeants que les ovins) à la suppression des subventions ajoutée à une baisse des prix des produits céréaliers relatifs à un CPN=1,2 (voir graphique 34). Donc le modèle s'est orienté vers les activités végétales, ce qui pourrait s'expliquer par l'importance de l'aspect "autoconsommation" des produits végétaux, par la famille, qui doivent être assurés quelle que soit la variabilité des facteurs exogènes (économiques,...).

En somme, ce type d'exploitation reflète très bien la situation de zone (45,6 %). En effet, la majorité des agriculteurs sont souvent privés de crédits à moyen terme voire même de campagne faute de garanties. Une facilité d'emprunts pourrait inciter l'augmentation de la production céréalière puisque la valeur implicite de la location d'argent, au niveau de ce type d'exploitation, est supérieure (17 %) au taux d'intérêt sur le marché financier (10 %).

Conclusion

Au terme de cette recherche, il convient de rappeler que l'objet de ce travail consiste à simuler les conséquences des mesures économiques du Programme d'Ajustement Structurel Agricole sur la production et l'offre céréalière dans une zone au nord de la Tunisie (sub-humide). L'objectif est de suggérer en quelque sorte un *feed back* (mesures d'accompagnement) afin de pallier les goulots d'étranglement qui retardent ou entravent ces politiques de prix visant, entre autres, la sécurité alimentaire du pays.

Pour ce faire, nous avons réalisé une classification des exploitations agricoles enquêtées selon leurs structures et systèmes de production en utilisant une méthode d'analyse multivariées (analyse en composantes principales : ACP). Cette classification nous a permis de cerner quatre groupes relativement homogènes, à partir desquels nous avons identifié les exploitations types. La prise en compte de cette hétérogénéité est rendue possible grâce à notre outil d'analyse (programmation linéaire), qui permet de prendre en considération les contraintes, parmi lesquelles celles relatives au risque, de chaque exploitation et de simuler les effets des changements possibles.

L'analyse de chaque modèle d'exploitation, nous a permis de constater que le système de production qui caractérise les exploitations retenues (association céréales/élevage) est sensible notamment aux prix des produits céréaliers.

Après avoir agrégé les quatre modules des exploitations types, afin de reproduire un schéma de fonctionnement à l'échelle régionale permettant ainsi le transfert des facteurs de production (capital foncier, travail et mécanisation), nous avons choisi les scénarios, qui ne sont que des hypothèses vraisemblables concernant les prix des céréales et les coûts des inputs.

Les résultats obtenus varient en fonction des structures de production en premier lieu et des objectifs des agriculteurs en second lieu. En effet, au sein des grandes exploitations, l'augmentation des prix des céréales ne permet pas de compenser la diminution des subventions et l'inflation. L'accroissement ou le maintien de leurs revenus semble provenir non pas d'un effort d'intensification mais plutôt de la substitution du blé dur (culture moins intensive) au blé tendre et/ou de la mise en culture des terres en réserves.

La variation des prix paraît se manifester, au niveau des exploitations moyennes mécanisées dont la surface cultivée est quasi en location, par l'orientation vers les activités animales et la quête des revenus hors exploitation : vente de services (location de la mécanisation, travail,...). A contrario, l'augmentation des prix des céréales et des inputs semble encourager les exploitations moyennes tant par l'accroissement des emblavures que par l'augmentation de l'offre céréalière. Enfin, les petites exploitations se montrent moins sensibles aux changements des prix du fait de l'importance de l'aspect "autoconsommation", de la diversification et de la faible intégration au marché.

Les mesures du programme d'ajustement semblent favoriser l'adoption d'une conception dualiste du développement. En effet, l'écart devient de plus en plus vertigineux entre une agriculture rentière (grande structure) représentée par un petit nombre d'unités de production et une agriculture familiale (petite structure) composée par une masse paysanne. Parmi les mesures qui pourraient pallier les effets négatifs d'application de ces politiques de prix d'une part et relancer la production céréalière d'autre part afin d'assurer l'autosuffisance alimentaire, on peut citer :

* Les prix réels des céréales -année de base 1985- ont commencé à baisser (voir graphique 35). En plus, leur augmentation (en terme courant) demeure presque inefficace comparativement à celle des facteurs de production. En conséquence, un renchérissement suffisant de ces prix notamment ceux des blés (CPN>1,4), pourrait être susceptible d'inciter les agriculteurs à accroître leurs productions, ce qui rejoint l'idée "de payer l'autosuffisance alimentaire" (P. Coulomb, 1992). Or, pratiquement, une augmentation des prix des céréales est tributaire de deux facteurs à savoir :

- la volonté politique, au niveau national, pour mettre en œuvre cette idée ainsi que des mesures d'accompagnement telle que l'augmentation des salaires afin d'éviter des troubles sociaux.
- le seuil de tarification, au niveau international, qui sera fixé au sein de l'organisation mondiale de commerce.

* D'après les résultats des modèles des petites et moyennes exploitations, la valeur duale de l'argent est nettement supérieure au taux d'intérêt. En outre, 67% de ces exploitations enquêtées ont bénéficié notamment des crédits de campagne (à court terme). Une facilité d'accès aux crédits à moyen et à long terme avec des taux d'intérêt bonifiés semble capable d'aider à déclencher l'accroissement de la production céréalière au niveau de ces exploitations agricoles.

* Une accélération d'enregistrement des terres non titrées dans le cadastre permettra aux exploitations non bancables de bénéficier d'emprunts pour promouvoir leurs productions.

* Un encadrement plus efficace des agriculteurs par les services de vulgarisation (parcelles de démonstration, journées d'informations,...), une amélioration de l'approvisionnement en facteurs de production (produits de traitement, possibilité de location de la mécanisation,...) avec un développement des infrastructures de base (silos pour l'agréage, routes,...) semblent avoir un effet déterminant dans l'amélioration des rendements facilitant ainsi la réponse de l'offre céréalière aux variations des prix.

* Enfin, d'après les expériences d'application de différents modèles techniques, soit à une échelle nationale (Etats-Unis, Japon, Mexique,...), soit au sein d'une unité de production (on cite le cas de la ferme pilote Fretissa se trouvant dans notre zone d'étude) et certaines recherches effectuées sur ce sujet (exemple : la thèse de Mr JOUVE sur le Maroc), l'identification et la mise en oeuvre d'un certain nombre d'itinéraires techniques (date de semis, profondeurs des labours, doses d'inputs,...) spécifiques, c'est-à-dire en fonction de l'environnement (social, économique, climatique, pédologique,...) semblent se manifester par des effets positifs sur la productivité physique des facteurs et l'efficacité du capital. Or, parmi les exigences de cette issue, on révèle l'efficacité du système recherche-vulgarisation et notamment la disponibilité de facteurs de production (capital d'exploitation, travail).

Il est à noter que cette étude constitue un essai de simulation de l'impact des mesures économiques sur le secteur céréalière qui pourra être enrichie par l'introduction :

- d'activités céréalières qui bénéficient d'irrigation de complément et d'autres spéculations végétales conduites en sec, tel le colza qui commence à s'introduire dans les systèmes de culture. Ceci permet de déterminer, entre autres, le degré d'attraction des céréales.

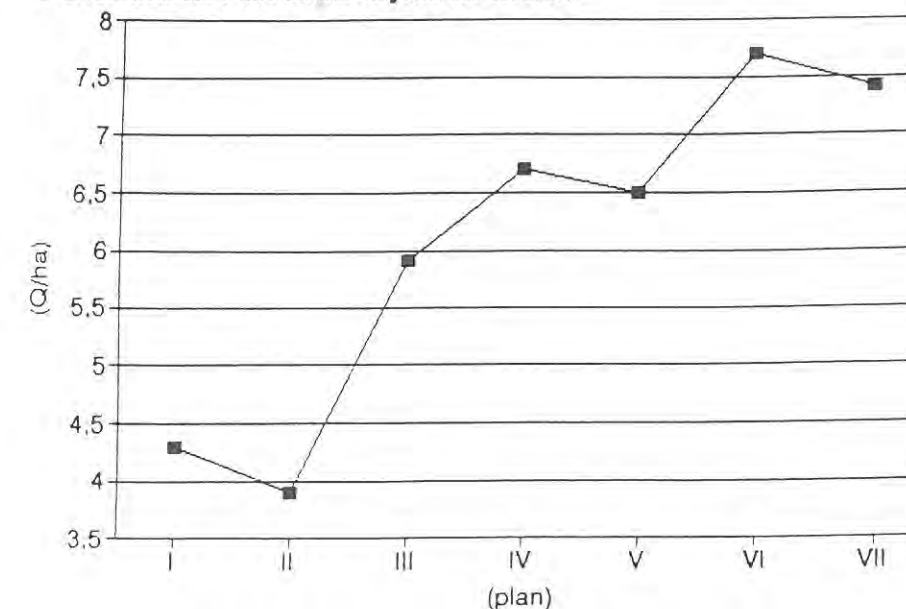
- des contraintes de recettes permettant d'explicitier le rôle que joue l'élevage (patrimoine et trésorerie) pour subvenir aux besoins de l'exploitation et de la famille.

- des prélèvements effectués par la famille au cours de la campagne agricole, ce qui aide à expliquer le système famille-exploitation.

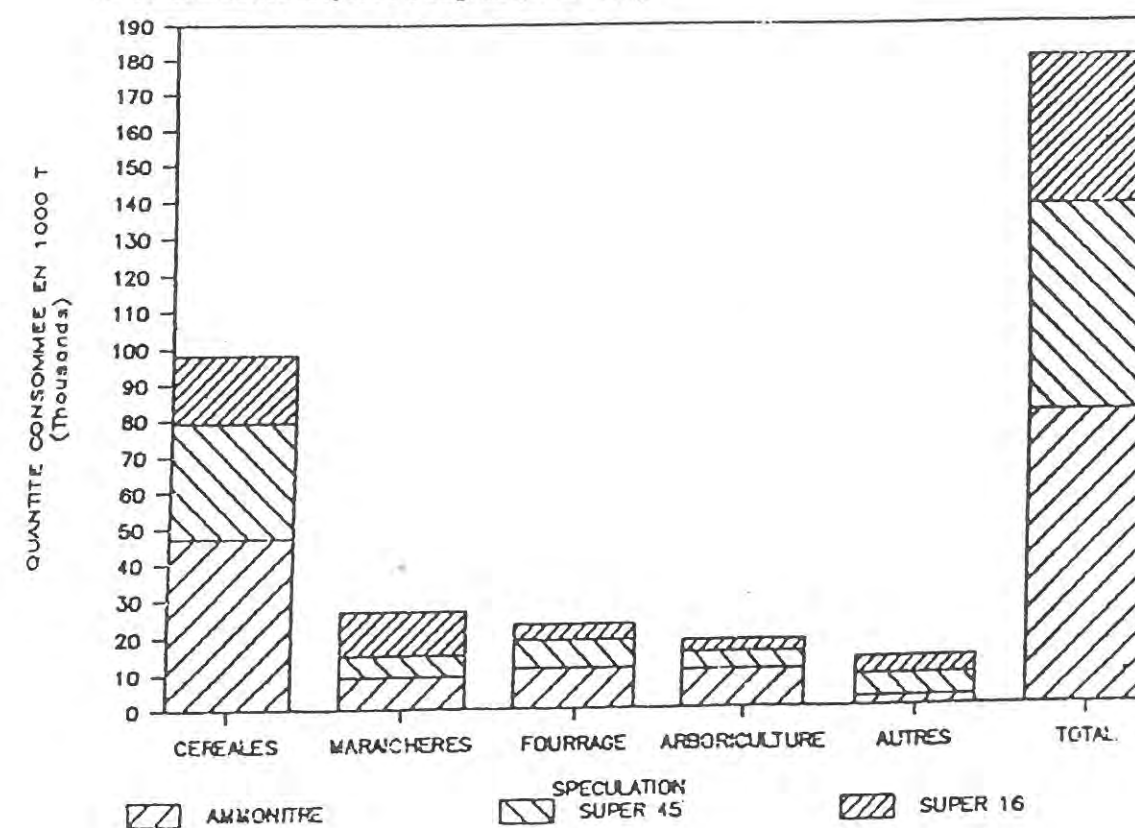
Annexes

I- Graphiques

1- Evolution des rendements moyens des céréales

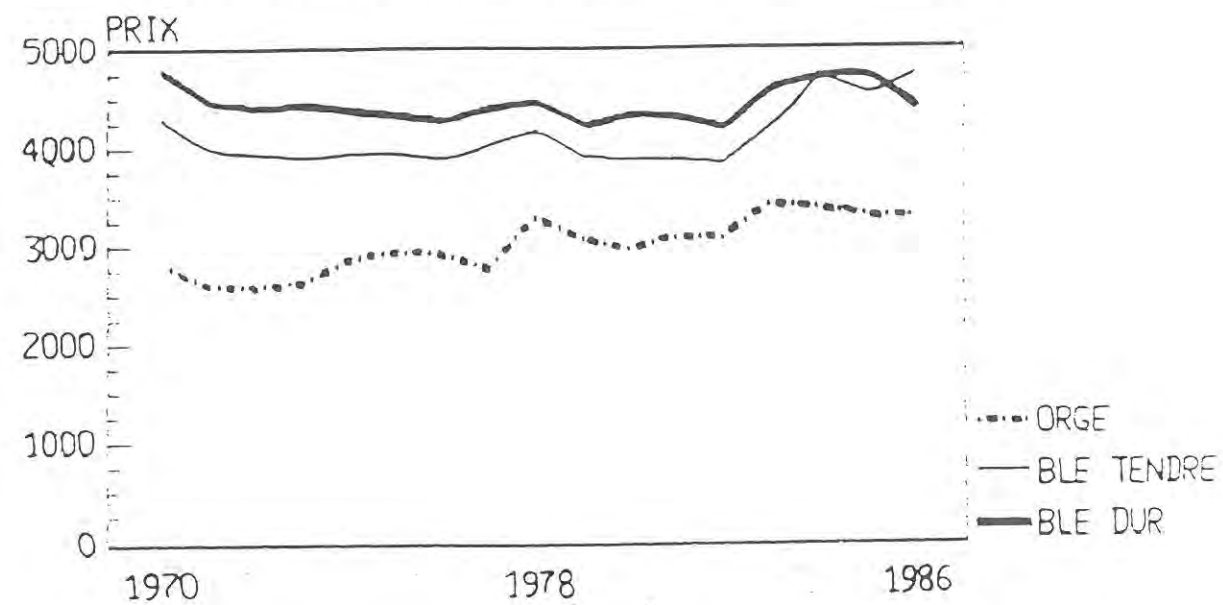


2- Consommation moyenne d'engrais (1975-1967)

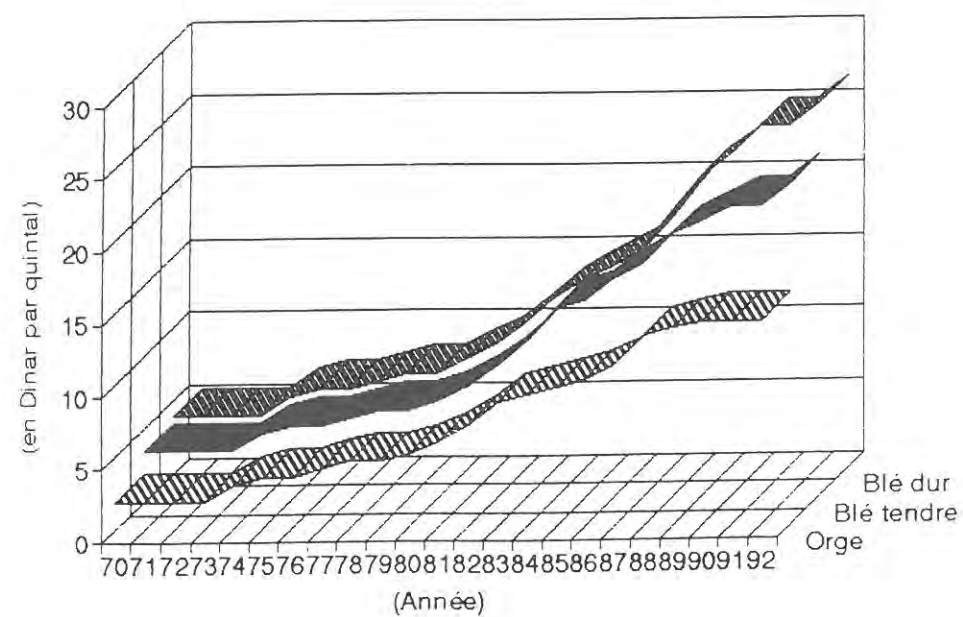


Source : S. Rajeb

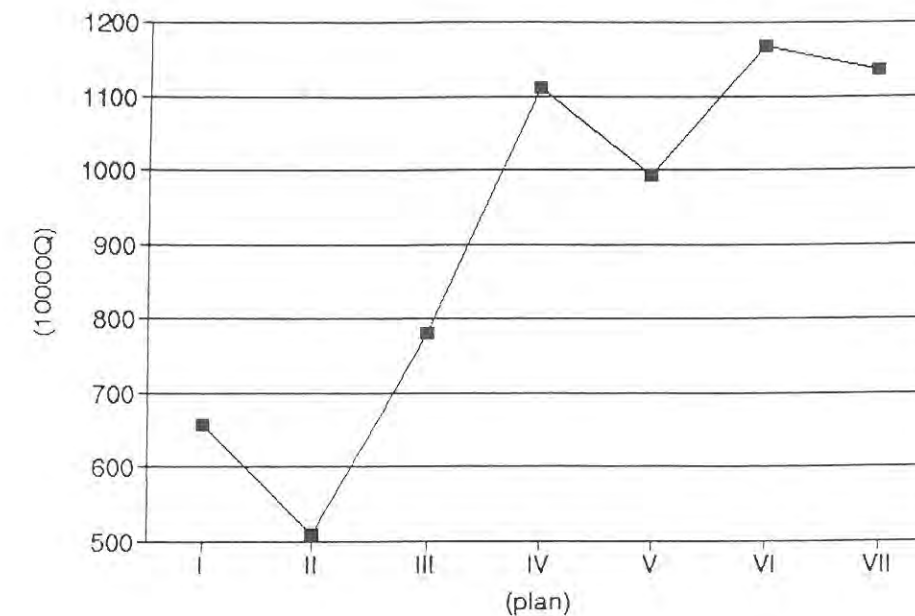
3. Evolution des prix réels des céréales en Tunisie (en millimes /ql) Base 100 : année 1970



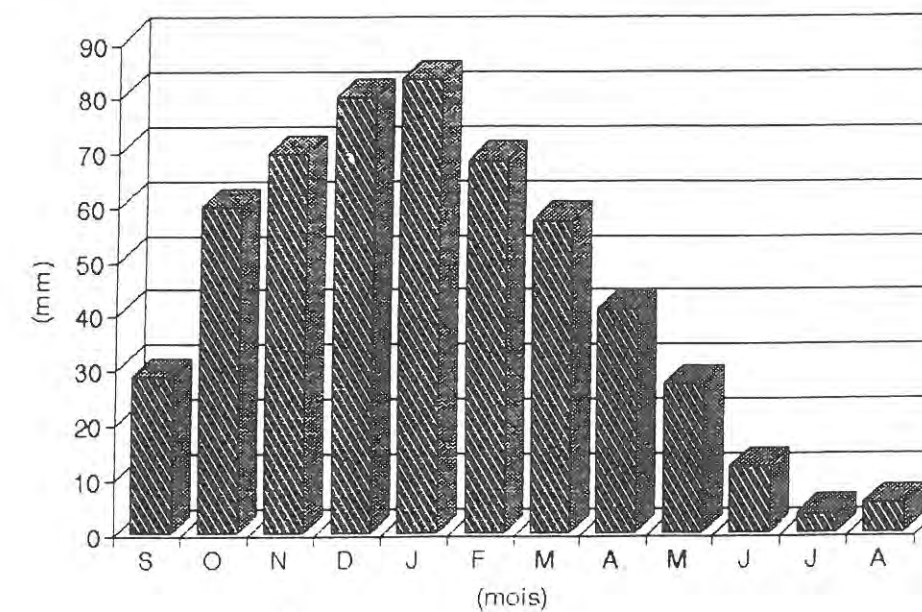
4. Evolution des prix à la production (en Tunisie)



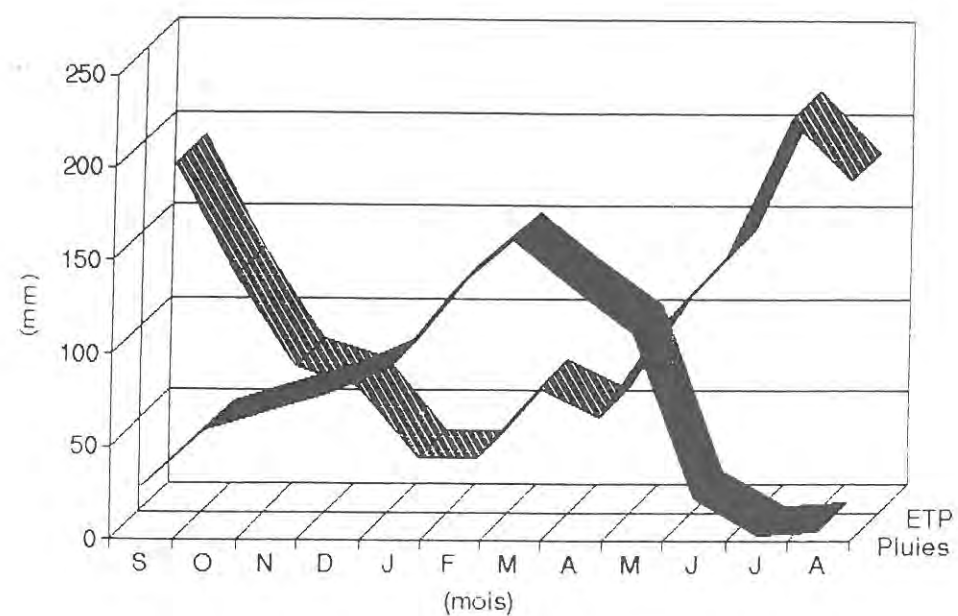
5. Evolution de la production céréalière moyenne



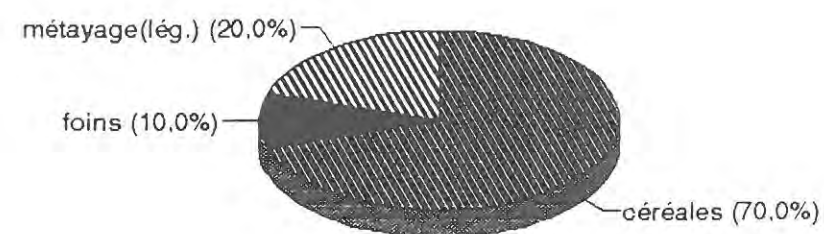
6. Répartition de la pluviométrie dans la zone de Behaya



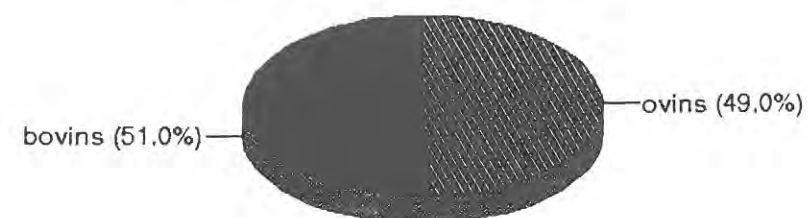
7. Le bilan hydrique dans la zone de Behaya



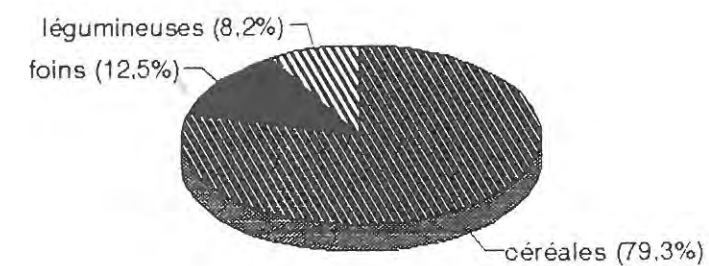
8. Système de culture (exploitation type 1)



9. Système d'élevage (exploitation type 1)



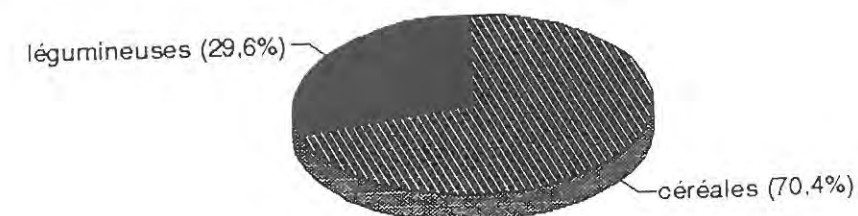
10. Système de culture (exploitation type 2)



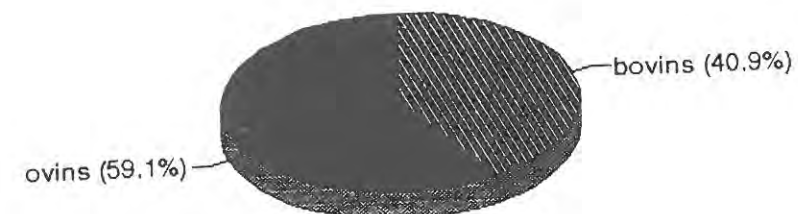
11. Système d'élevage (exploitation type 2)



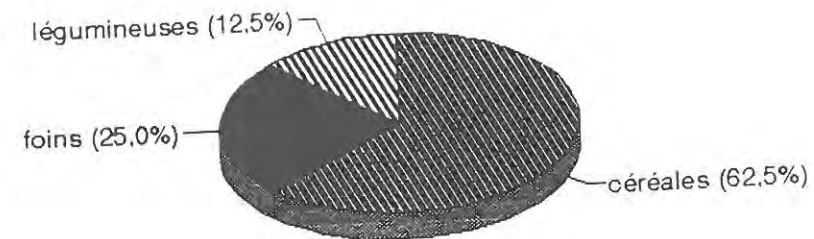
12. Système de culture (exploitation type 3)



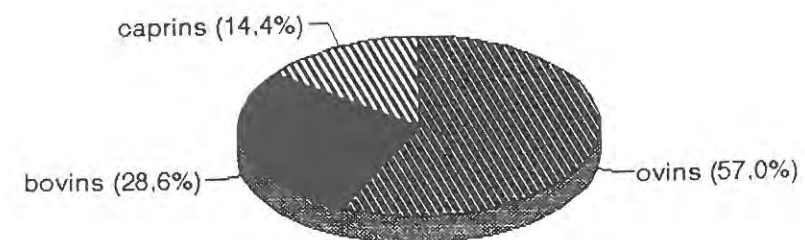
13. Système d'élevage (exploitation type 3)



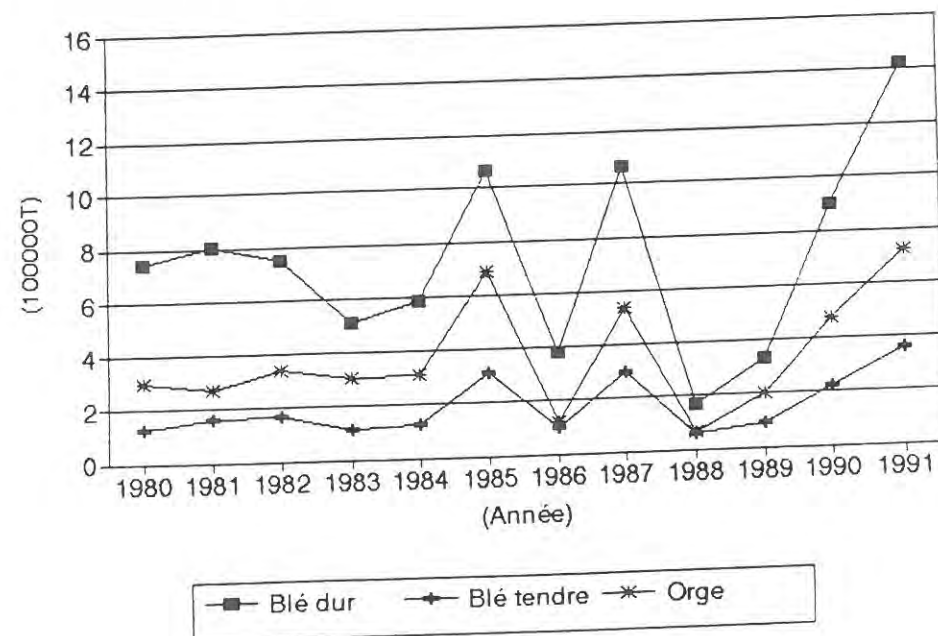
14. Système de culture (exploitation type 4)



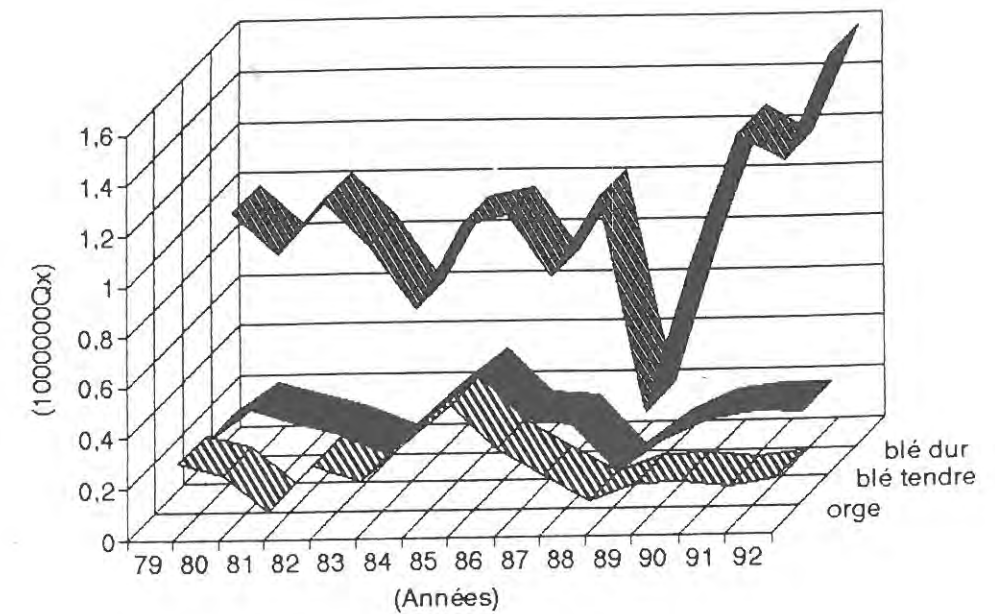
15. Système d'élevage (exploitation type 4)



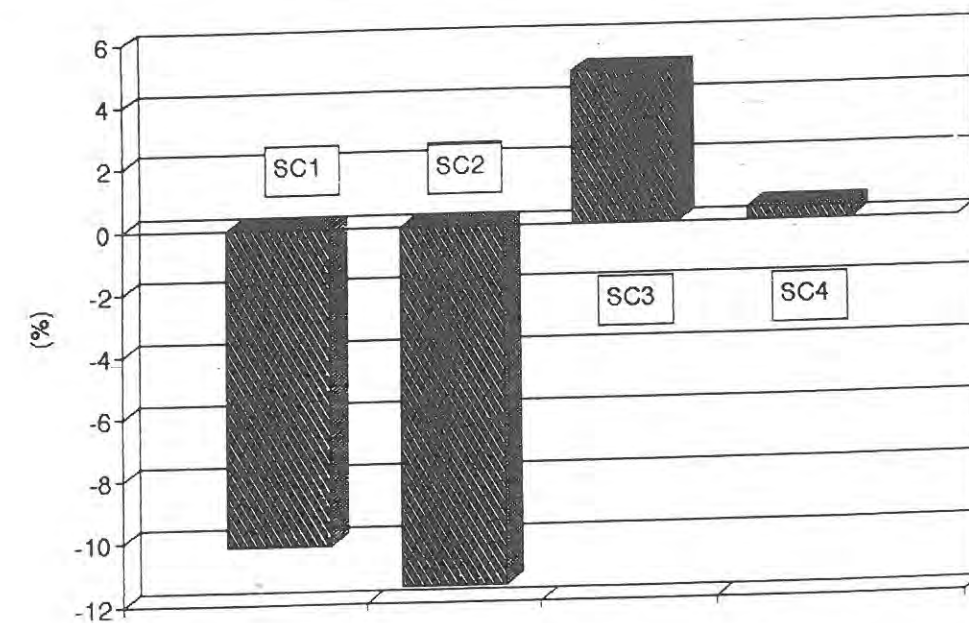
16. Evolution de la production céréalière (en Tunisie)



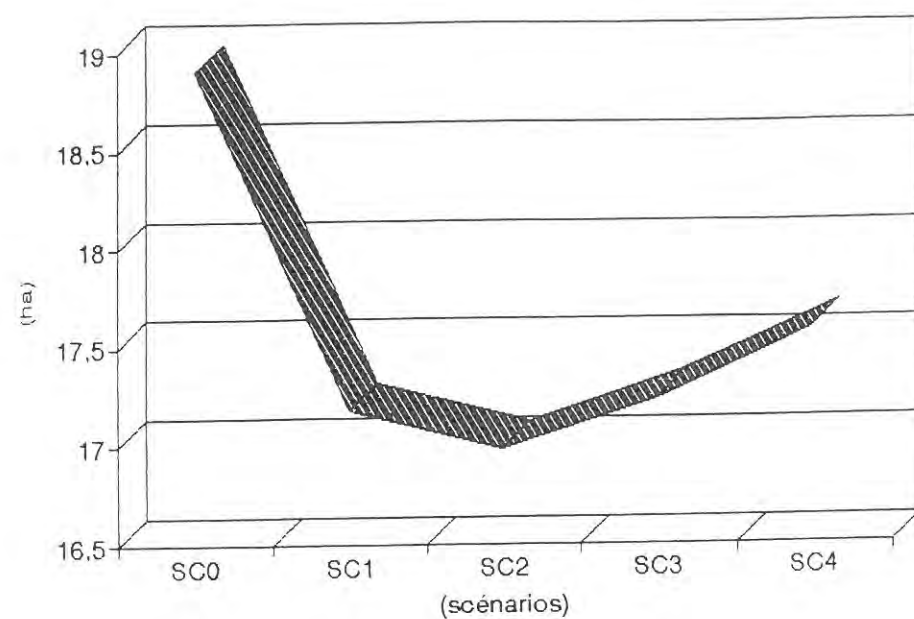
17. Evolution de la production céréalière (à Bizerte)



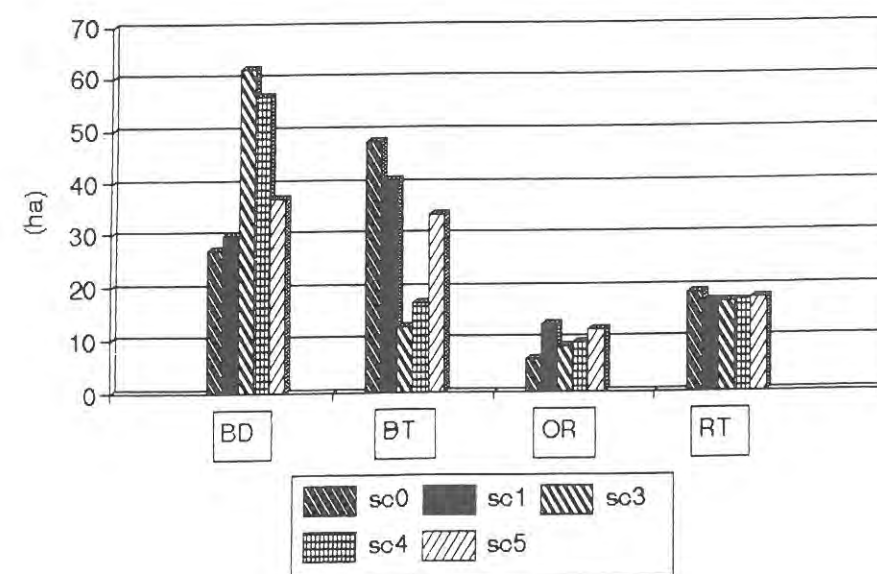
18. Variation relative du revenu



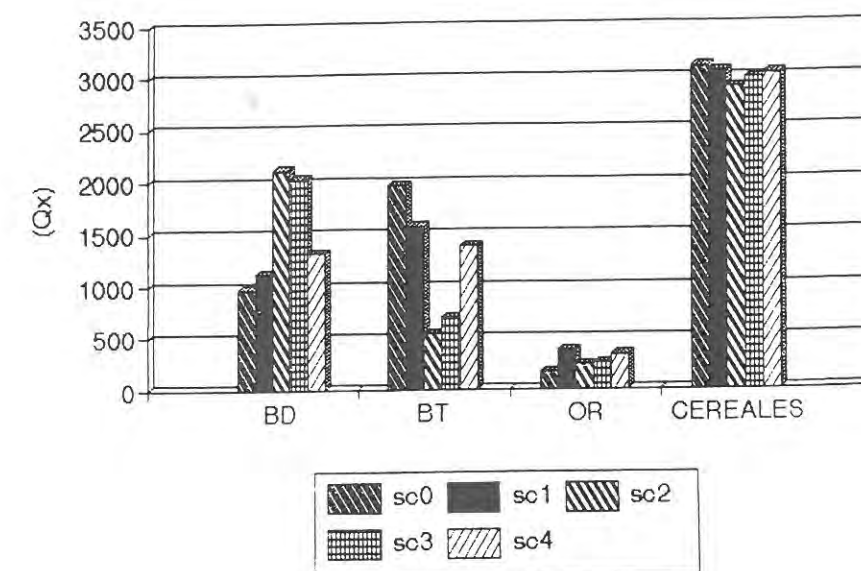
19. Simulation de la sole cédée en métayage (exploitation type 1)



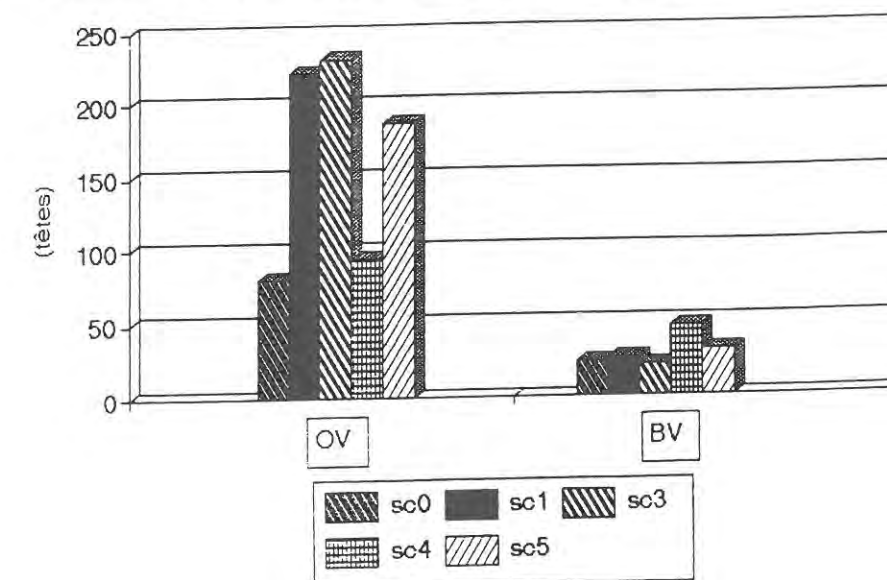
20. Simulations des répartitions culturales (exploitation type 1)



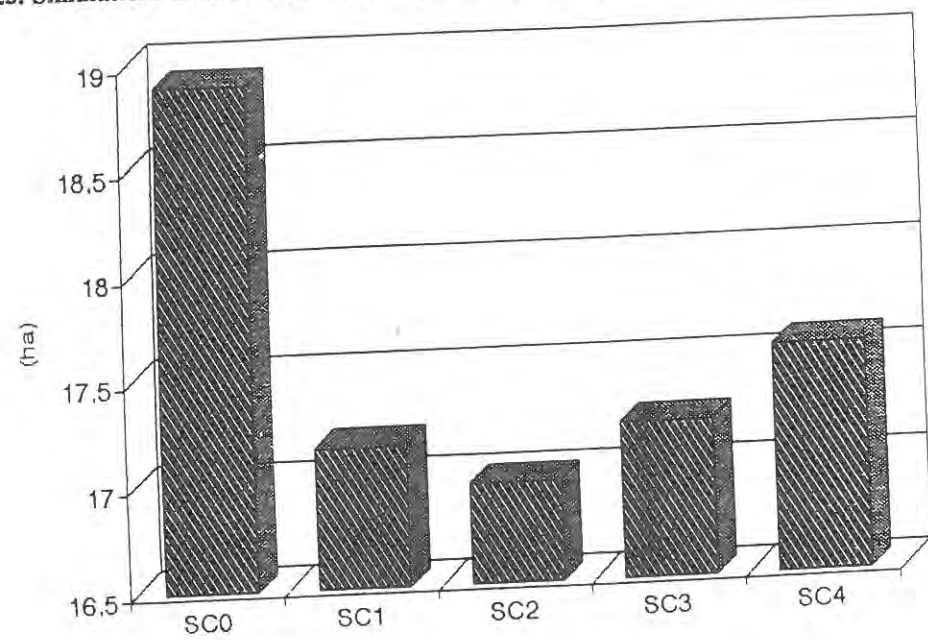
21. Simulations d'offres céréalières (exploitation type 1)



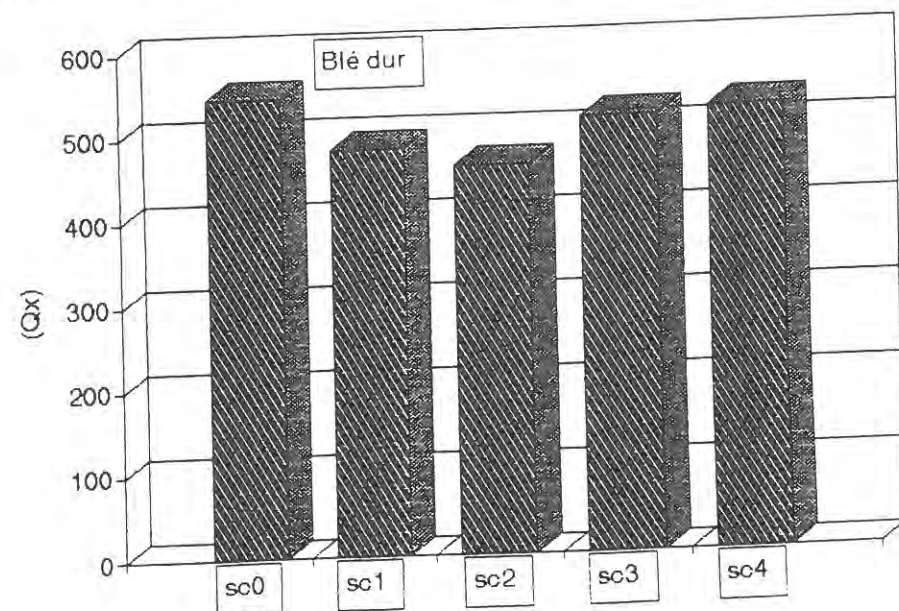
22. Simulations des effectifs d'élevages (exploitation type 1)



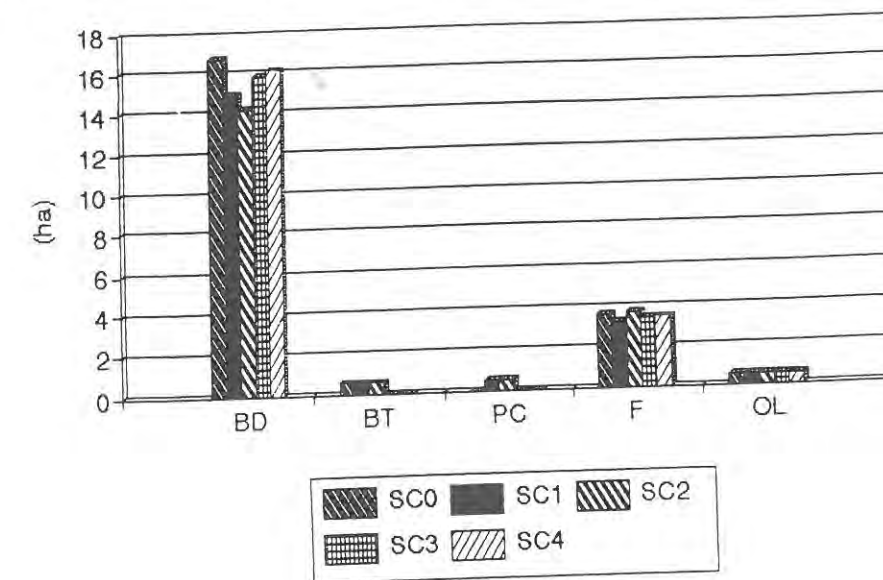
23. Simulations de la surface louée (exploitation type 2)



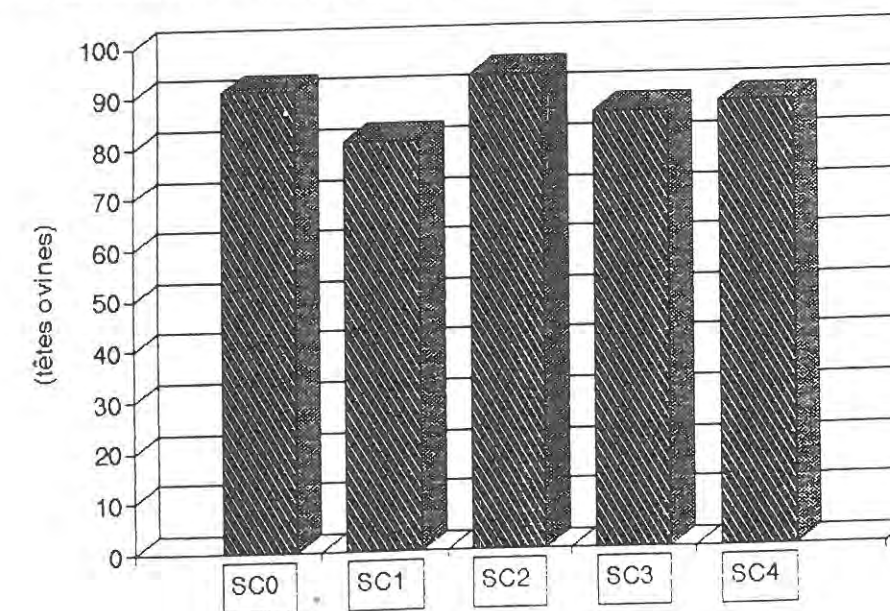
24. Simulations d'offres céréalières (exploitation type 2)



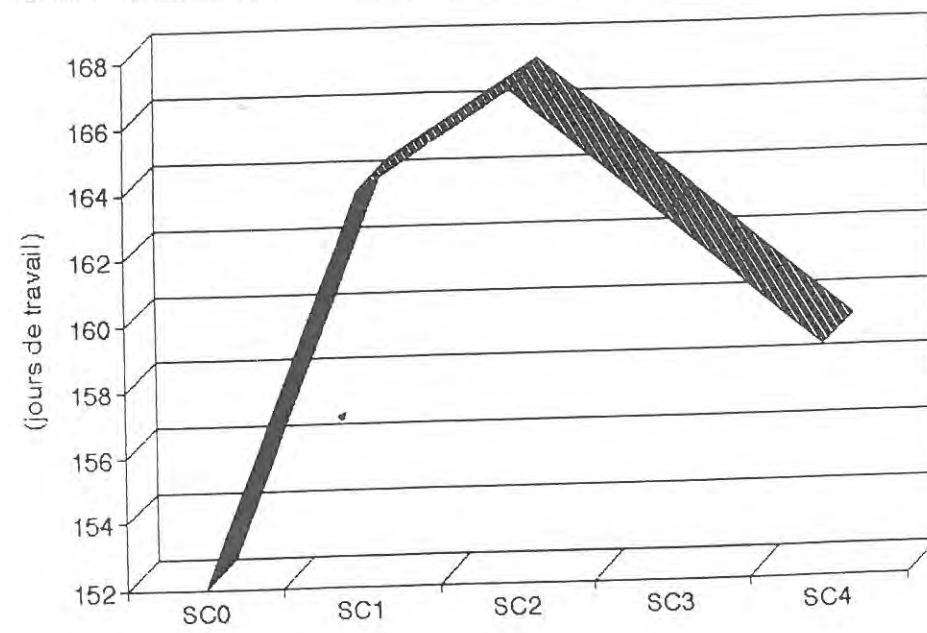
25. Simulations des répartitions culturelles (exploitation type 2)



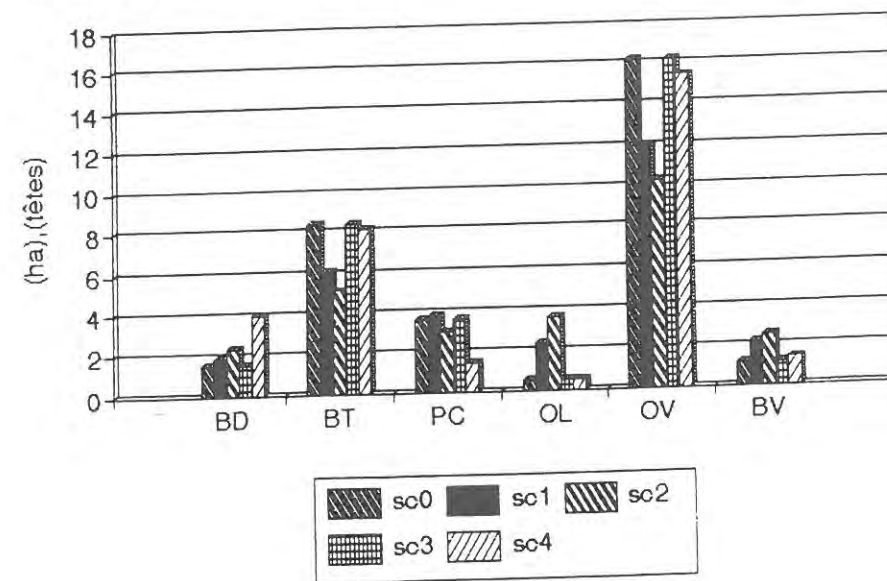
26. Simulations des effectifs d'élevage (exploitation type 2)



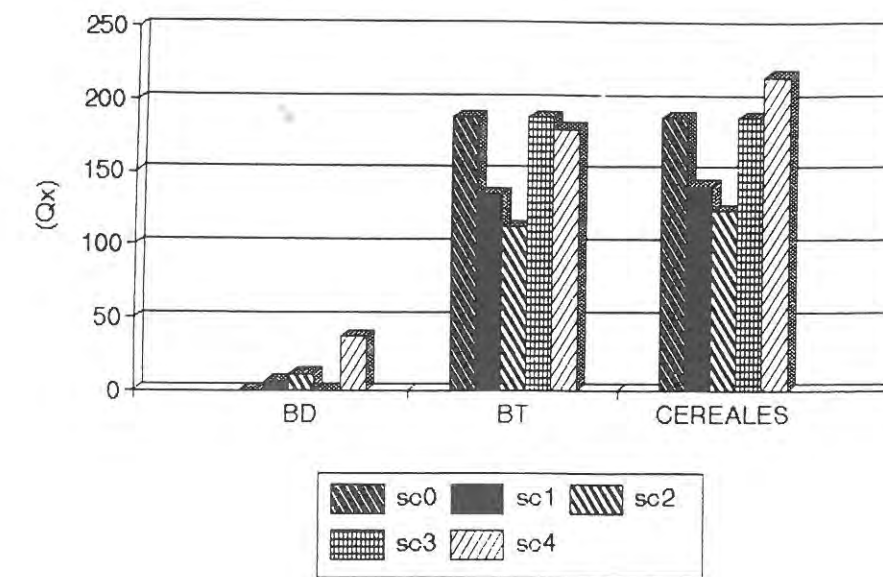
27. Simulation du travail hors exploitation (exploitation type 2)



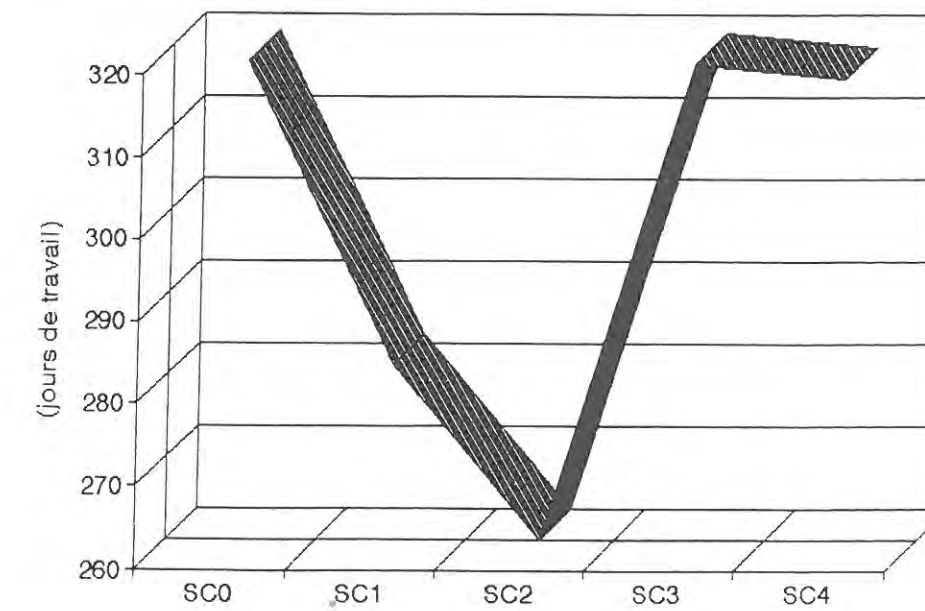
28. Résultats des simulations (exploitation type 3)



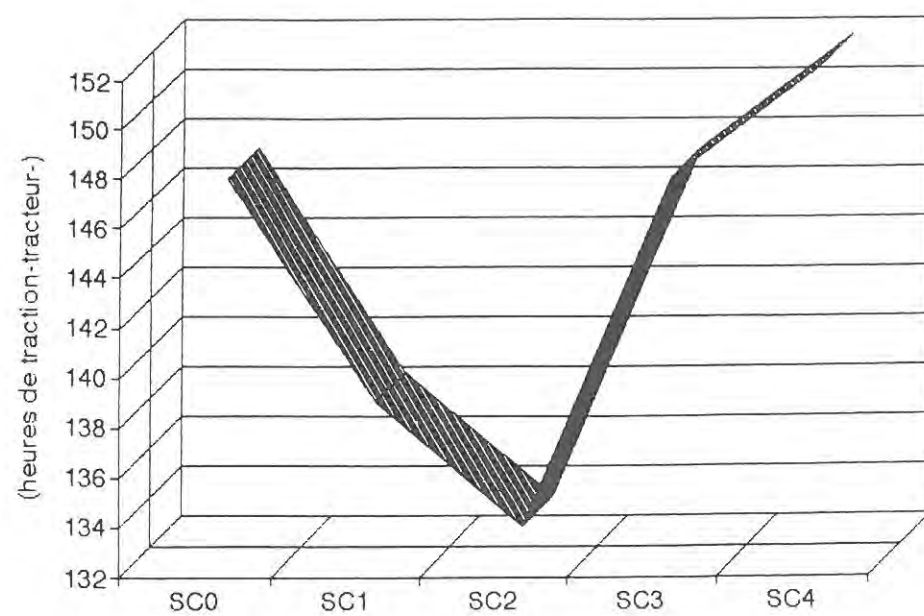
29. Simulations d'offres céréalières (exploitation type 3)



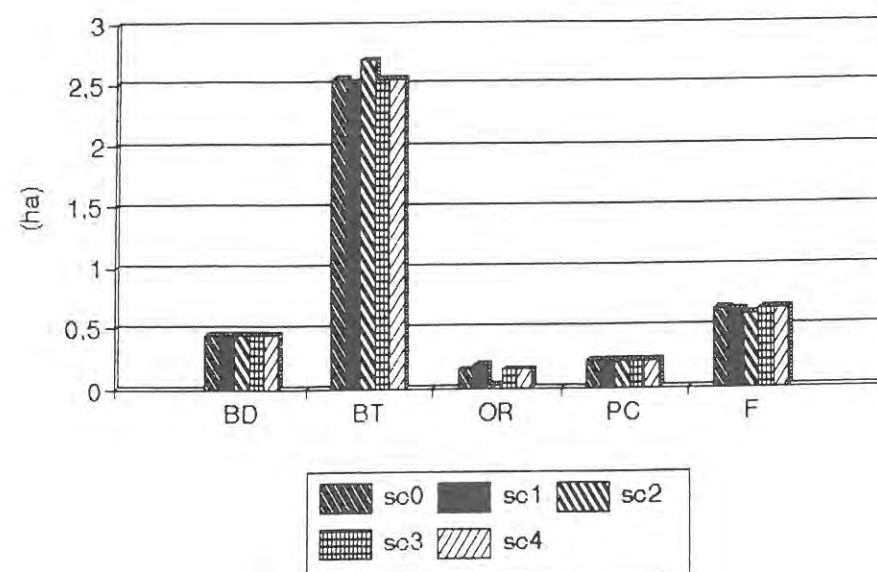
30. Simulation du travail hors exploitation (exploitation type 3)



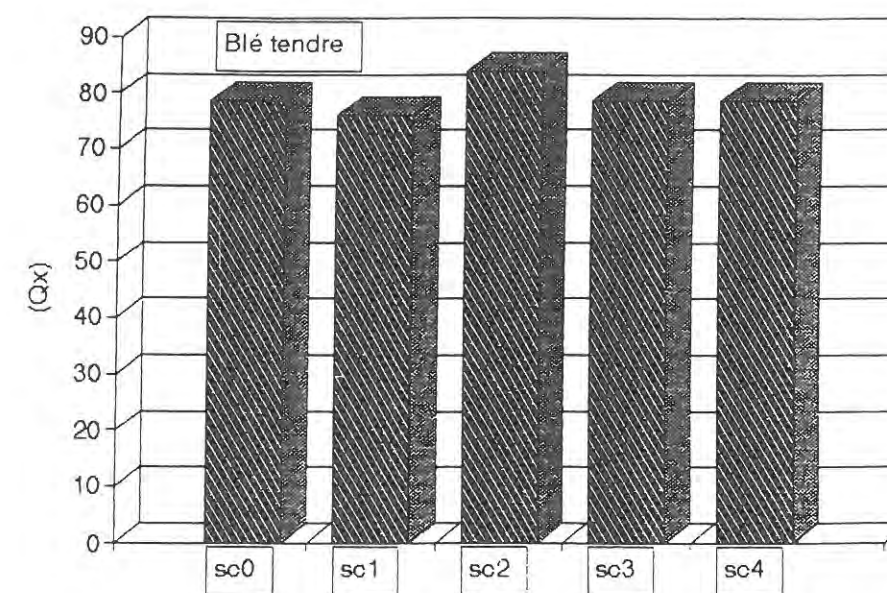
31. Simulation de la demande de traction (exploitation type 3)



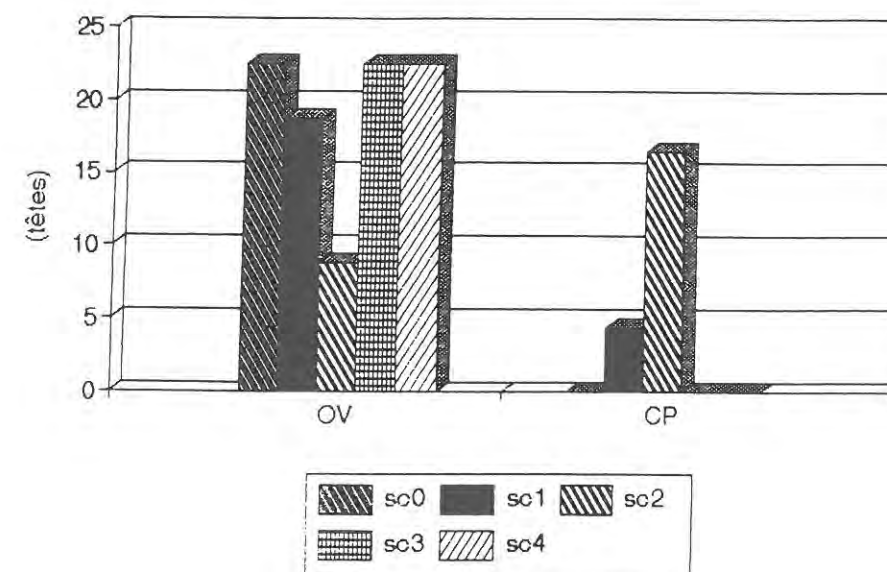
32. Simulations des répartitions culturales (exploitation type 4)



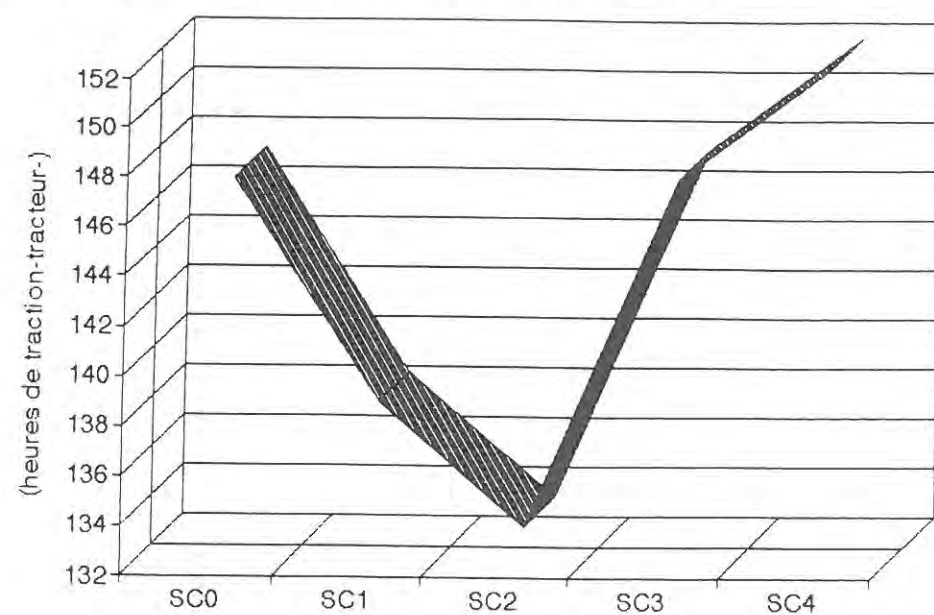
33. Simulations d'offres céréalières (exploitation type 4)



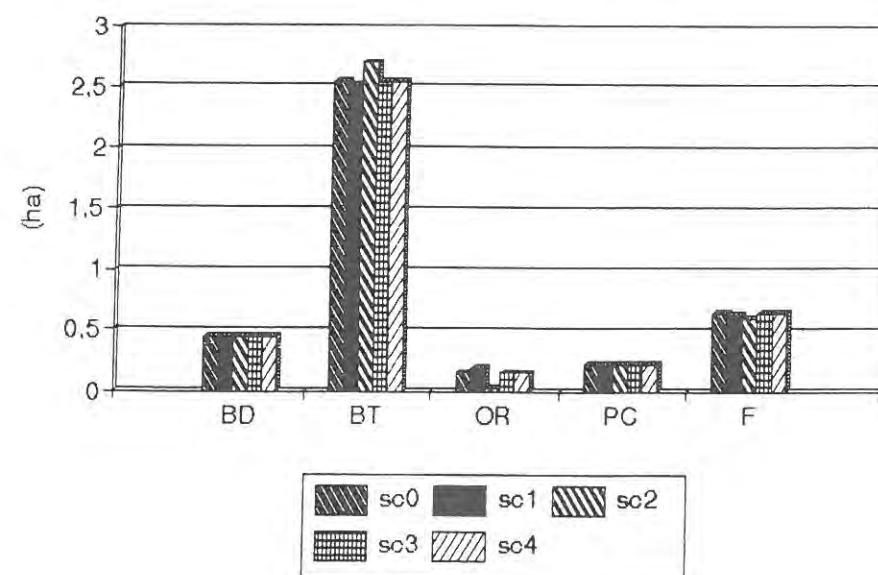
34. Simulations des effectifs d'élevage (exploitation type 4)



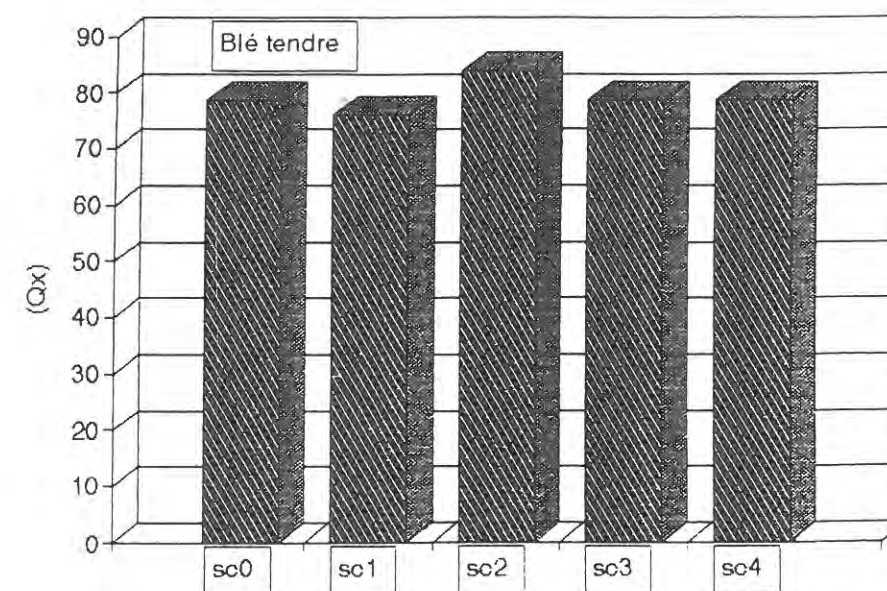
31. Simulation de la demande de traction (exploitation type 3)



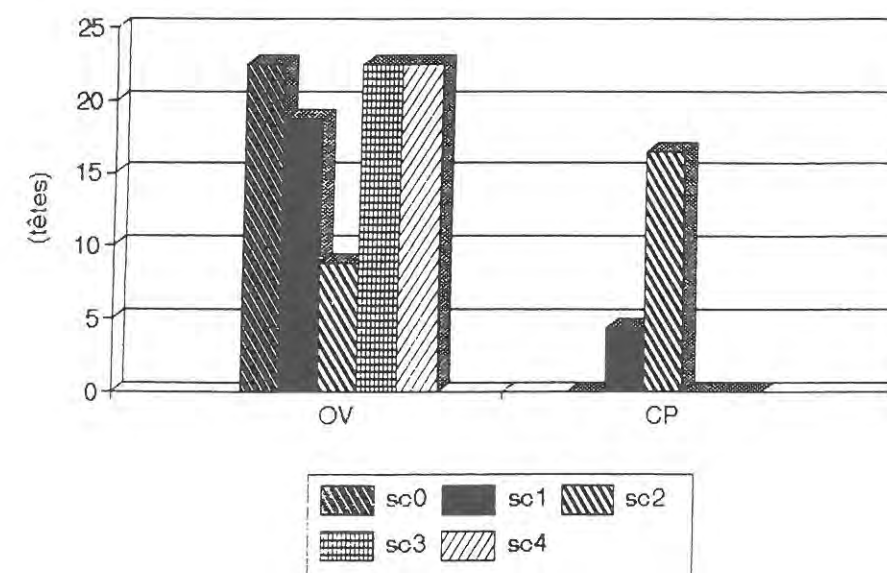
32. Simulations des répartitions culturales (exploitation type 4)



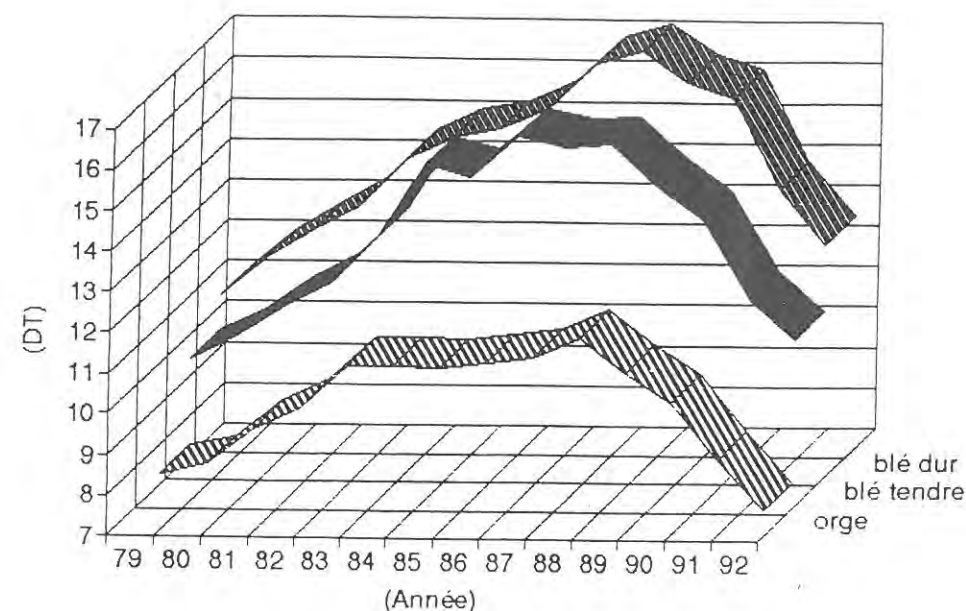
33. Simulations d'offres céréalières (exploitation type 4)



34. Simulations des effectifs d'élevage (exploitation type 4)



35. Evolution des prix constants des céréales en Tunisie



II- Liste des graphiques

(Sources : statistiques du Ministère de l'Agriculture, nos calculs)

1. Evolution des rendements moyens des céréales	81
2. Consommation moyenne d'engrais (1975-1967)	81
3. Evolution des prix réels des céréales en Tunisie (en millimes/ql), base 100 : 1970	82
4. Evolution des prix à la production (en Tunisie)	82
5. Evolution de la production céréalière moyenne	83
6. Répartition de la pluviométrie dans la zone de Behaya	83
7. Le bilan hydrique dans la zone de Behaya	84
8. Système de culture (exploitation type 1)	84
9. Système d'élevage (exploitation type 1)	84
10. Système de culture (exploitation type 2)	85
11. Système d'élevage (exploitation type 2)	85
12. Système de culture (exploitation type 3)	85
13. Système d'élevage (exploitation type 3)	85
14. Système de culture (exploitation type 4)	86
15. Système d'élevage (exploitation type 4)	86
16. Evolution de la production céréalière (en Tunisie)	86
17. Evolution de la production céréalière (à Bizerte)	87
18. Variation relative du revenu	87
19. Simulation de la sole cédée en métayage (exploitation type 1)	88
20. Simulations des répartitions culturales (exploitation type 1)	88
21. Simulations d'offres céréalières (exploitation type 1)	89
22. Simulations des effectifs d'élevages (exploitation type 1)	89
23. Simulations de la surface louée (exploitation type 2)	90
24. Simulations d'offres céréalières (exploitation type 2)	90
25. Simulations des répartitions culturales (exploitation type 2)	91
26. Simulations des effectifs d'élevage (exploitation type 2)	91
27. Simulation du travail hors exploitation (exploitation type 2)	92
28. Résultats des simulations (exploitation type 3)	92
29. Simulations d'offres céréalières (exploitation type 3)	93
30. Simulation du travail hors exploitation (exploitation type 3)	93
31. Simulation de la demande de traction (exploitation type 3)	94
32. Simulations des répartitions culturales (exploitation type 4)	94
33. Simulations d'offres céréalières (exploitation type 4)	95
34. Simulations des effectifs d'élevage (exploitation type 4)	95
35. Evolution des prix constants des céréales en Tunisie	96

III- Table des tableaux du texte

1- Représentation d'un modèle de programmation linéaire	8
2- Schématisation du modèle	10
3- Répartition moyenne de pluviométrie	13
4- Répartition de l'évapotranspiration	13
5- Répartition de la terre selon la propriété foncière	14
6- Occupation du sol	14
7- Présentation de l'élevage dans la zone	15
8- Taux de sondage des exploitations de la zone Behaya	16
9- Résultats de l'ACP	17
10- Contributions des variables pour les trois premiers axes	19
11- Contributions des observations pour les trois premiers axes	20
12- Récapitulation des résultats de la typologie des exploitations agricoles	25
13- Contribution unitaire (ha) des spéculations	33
14- Contribution des activités à la genèse du résultat	34
15- Répartition de la surface par culture	34
16- Etalonnage des résultats du modèle	36
17- Analyse des coûts de la production céréalière	36
18- Analyse des variations des prix des engrais et des produits de traitement	37
19- Analyse de variation des coûts de location de la mécanisation	37
20- Analyse de la variation des prix des céréales	37
21- Analyse de l'influence des variations des prix des produits animaux sur la céréaliculture	38
22- Analyse des variations des ressources	38
23- Contribution des spéculations	38
24- Contribution des activités retenues à la formation du résultat	39
25- Les emplois des produits et des sous-produits	39
26- Répartition des surfaces	39
27- Coût des activités hors base	40
28- Etalonnage des résultats du modèle	41
29- Analyse des coûts de la production céréalière	41
30- Analyse des variations des prix des engrais et des produits de traitement	42
31- Analyse de la variation des prix des céréales	42
32- Analyse de l'influence des variations des prix des produits animaux sur la production céréalière	43
33- Contributions unitaires des spéculations	43
34- Contributions unitaires des spéculations	44
35- Contributions des activités à la formation des résultats	44
36- Emplois des produits et des sous-produits	44
37- Répartition des surfaces	45
38- Coûts réduits des activités céréalières	45
39- Etalonnage des résultats du modèle	46
40- Analyse des coûts de la production céréalière	46
41- Analyse des variations des prix des engrais et des produits de traitement	47
42- Analyse de variation des coûts de location de la mécanisation	47
43- Analyse de la variation des prix des céréales	47
44- Analyse de l'influence des variations des prix des produits animaux sur la céréaliculture	48
45- Analyse des variations des ressources	48
46- Contribution moyenne des spéculations	48
47- Contributions des activités à la genèse du résultat	49
48- Emplois des produits et des sous-produits	49
49- Répartition des surfaces	50
50- Coûts réduits des activités céréalières non retenues	50
51- Etalonnage des résultats du modèle	51
52- Analyse des coûts de la production céréalière	51
53- Analyse des variations des prix des engrais et des produits de traitement	52
54- Analyse de variation des coûts de location de la mécanisation	52
55- Analyse de la variation du prix du blé tendre	52
56- Analyse des variations des ressources	52
57- Etalonnage des résultats du modèle : exploitation type 1	58
58- Etalonnage des résultats du modèle : exploitation type 2	58

59- Etalonnage des résultats du modèle : exploitation type 3	58
60- Etalonnage des résultats du modèle : exploitation type 4	59

Exploitation type 1

scénario 1	
61- Analyse de la variation des résultats	60
62- Analyse de la variation de la sensibilité	60
scénario 2	
63- Analyse de la variation des résultats	61
64- Analyse de la variation de la sensibilité	61
scénario 3	
65- Analyse de la variation des résultats	62
66- Analyse de la variation de la sensibilité	63
scénario 4	
67- Analyse de la variation des résultats	63
68- Analyse de la variation de la sensibilité	64

Exploitation type 2

scénario 1	
69- Analyse de la variation des résultats	65
70- Analyse de la variation de la sensibilité	65
scénario 2	
71- Analyse de la variation des résultats	66
72- Analyse de la variation de la sensibilité	66
scénario 3	
73- Analyse de la variation des résultats	67
74- Analyse de la variation de la sensibilité	67
scénario 4	
75- Analyse de la variation des résultats	68
76- Analyse de la variation de la sensibilité	68

Exploitation type 3

scénario 1	
77- Analyse de la variation des résultats	69
78- Analyse de la variation de la sensibilité	70
scénario 2	
79- Analyse de la variation des résultats	70
80- Analyse de la variation de la sensibilité	71
scénario 3	
81- Analyse de la variation des résultats	71
82- Analyse de la variation de la sensibilité	72
scénario 4	
83- Analyse de la variation des résultats	72
84- Analyse de la variation de la sensibilité	73

Exploitation type 4

scénario 1	
85- Analyse de la variation des résultats	74
86- Analyse de la variation de la sensibilité	74
scénario 2	
87- Analyse de la variation des résultats	75
88- Analyse de la variation de la sensibilité	75
scénario 3	
89- Analyse de la variation des résultats	76
90- Analyse de la variation de la sensibilité	76
scénario 4	
91- Analyse de la variation de la sensibilité	77

Schéma

1- Les trois axes retenus pour la confection des groupes	20
--	----

Bibliographie

1. **-ACHER J., GARDELLE J.** - Algèbre linéaire et programmation linéaire. - Paris : Dunod, 1970
2. **-ALLAYA M.** - Performances comparées de l'agriculture dans les pays du sud et de l'est de la Méditerranée. - Communication au *Séminaire d'Information et de Formation sur la Politique Agricole Tunisienne et les Restructurations Economiques Internationales*. - Sidi Thabet, nov-déc, 1991. - 26p.
3. **-BADOUIN R.** - Economie rurale. - Paris : Armand Colin, 1971
4. **-BAILLARGEON G.** - Introduction à la programmation linéaire. - Québec : Edition SMG, 1977
5. **-BEN AMMAR B.** - Le marché céréalier tunisien. - (communication au *Séminaire d'Information et de Formation sur la Politique Agricole Tunisienne et les Restructurations Economiques Internationales*, Sidi Thabet, nov-déc, 1991). - 39 p.
6. **-BERTRAND J.-P., et HILL COAT G.** - Politique agricole, politique macro-économique et compétitivité du Brésil et de l'Argentine. - Paris : INRA , 1991
7. **-BLASKOVIC H.** - Une analyse du système de production agricole socialisé dans la région continentale de la Croatie et les possibilités de réorganisation : tentative d'utilisation des modèles. - Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen, (IAM), 1991. - 129p. (*Master of science*)
8. **-BLASKOVIC H., FLICHMAN G., JACQUET F.** - Economie de la production agricole. - Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen, (IAM, *UV6, Méthodes quantitatives*, 1992), 14p.
9. **-BOUGHZALA M., ELLOUMI M.** - Libéralisation de la politique agricole en Tunisie et réforme de la PAC. - (IAM, *Colloque Société Française d'Economie Rurale, Montpellier 1991*), 39p.
10. **-BROSSIER J.** - Projets et situations des agriculteurs. - Dijon : INRA-ESR, 1974
11. **-BOUSSARD J.M.** - Les modèles de comportement des unités paysannes. - (communication au 19 ième séminaire : *Producteurs et Consommateurs face aux Politiques Agricoles et Alimentaires en Afrique*, Association Européenne des Economistes Agricoles, (AEEA), Montpellier, mai-juin 1989). - 9p.
12. **-BOUSSARD J.M.** - Programmation mathématique et théorie de la production agricole. - Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen. - (*cours IAM, 79/80*)
13. **-BOUSSARD J.M.** - Programmation mathématique et théorie de la production agricole. - Paris : INRA, Economie rurale, 1968
14. **-BOUSSARD J.M.** - Programmation mathématique et théorie de la production agricole. - Paris : Cujas, 1970
15. **-BOUSSARD J.M.** - Revenus, marchés et anticipations : la dynamique de l'offre agricole. - Montpellier : Société Française d'Economie Rurale (SFER), 1993
16. **-BOUSSARD J.M.** - Economie de l'agriculture. - Paris : Economica, 1987. - 310p.
17. **-BOUSSARD J.M., DAUDIN J.J.** - La programmation linéaire dans les modèles de production. - Paris : Masson, 1988. - 127p.
18. **-BOUSSARD J.M., BOURLIAUD J.** - La programmation linéaire : outil d'investigation en milieu rural africain. - Paris : Groupe de Recherche pour l'Amélioration des Méthodes d'Investigation en Milieu Rural (AMIRA), 1979
19. **-CAILLEZ F., PAGE J.-P.** - Introduction à l'analyse de données. - Paris : Economica, 1983

20. -**CALVIGLIA J.** - Evaluation de la politique céréalière française et communautaire : impact des ajustements récents sur un groupe d'exploitations françaises. - Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen (IAM), 1988. - (*Master of science*)
21. -**CAMPAGNE P.** - Introduction au développement rural. - Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen, (IAM), 1990. - 44p. (*UVD3*)
22. -**CARLIN H., BENOIT-CATTIN M.** - Pour une économie des villages. - In *Cahiers de la Recherche Développement*, n°29, mars 1991
23. -**CASTROGUERRA J.M.** - La prise de décisions par les agriculteurs et la diffusion d'innovations. - Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier 1992. - (*Master of Science*)
24. -**CONDOS A., KORFKER F., CAPPI C.** - Analyse sectorielle de l'agriculture tunisienne. - Rome : FAO Organisation des Nations-Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation, 1975
25. -**COULOMB P., JACQUET F.** - Les relations Maghreb - CEE : deux années cruciales : 1986 et 1996. - in *Options méditerranéennes : Crise et transition des politiques alimentaires en Méditerranée.* - CIHEAM/IAMM : Montpellier, 1994. - pp.21-42 (*Série B, Etudes et recherches, n°8*)
26. -**DEFFONTAINES J.-P., PETIT M.** - Comment étudier les exploitations agricoles d'une région : présentation d'un ensemble méthodologique. - Versailles : Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), 1985. - 47p. (*Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, n°4*)
27. -**DEYBE B.** - Politique agricole et érosion des sols en Argentine : une méthodologie pour leur analyse. - Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier (IAM), 1989. - 101p. (*Master of science*)
28. -**DEYBE D.** - Prise en compte de l'hétérogénéité des structures agraires dans un modèle d'agriculture régionale : la Pampa - Argentine. - In *Cahiers de la Recherche-Développement* n°29, mars 1992, 9p.
29. -**EL-HANI M.** - Le comportement des céréaliculteurs face aux facteurs économiques et climatiques. Cas d'une région semi-aride en Tunisie : El Amayem. - Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen (IAM), 1992. - 304p. (*Master of science*)
30. -**ELLIOT B.** - Etude de l'ajustement structurel et ses critiques. - Extrait de *La mise en oeuvre de la politique agricole : performances et perspectives.* - Tunis : Ministère de l'Agriculture, DGPDI, 1989
31. -**FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation).** - Annuaire de la production. - Rome : FAO, vol 40 à 43, 1986-1989
32. -**FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation).** - Annuaire du commerce. - Rome : FAO, vol 40 à 43, 1986-1989
33. -**FLICHMAN G. et JACQUET F.** - Intensification et efficacité en agriculture. - In *Economie rurale* n°183, 1988, pp. 49-54
34. -**FLICHMAN G., JACQUET F., BLASKOVIC H.** - Economic and environmental impacts of Common Agricultural Policy Reform : grain production in South West France. - (communication au VIIème congrès de l'Association Européenne des Economistes Agricoles, AEEA, Stresa, Italy, Septembre 1993). - 34p.
35. -**GAN A.** - Stratégie de développement agricole et crise de l'agriculture : l'exemple de la Tunisie. - Ariana : Institut National de la Recherche Agronomique de Tunis (INRAT), s.d.
36. -**GAN A.** - Coûts de production, prix à la production et système d'exploitation dans le secteur céréaliier. - In *Revue Tunisienne de Géographie* n°13, Tunis, 1984
37. -**GIARD V.** - Statistique appliquée à la gestion. - Paris : Economica, 1992

38. -**HACHICHA K.** - La réponse de l'offre céréalière à la politique des prix. - Tunis : Institut National de la Recherche Agronomique de Tunis, (INAT), 1990. - (*mémoire de cycle de spécialisation*)
39. -**HAZELL P.B.R et NORTON R.D.** - Mathematical programming for economical analysis in agriculture. - New-York : Macmillan publishing company, 1986
40. -**HASSAINYA J.** - Identification des systèmes de production et typologie des exploitations agricoles-application à la région de Mateur. - Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen (IAM), 1984
41. -**KASSAB A.** - Le problème alimentaire et la crise de l'agriculture au Maghreb. - In *Revue Tunisienne de Géographie*, n°16, 1989
42. -**KHALDI A.** - Le programme d'ajustement sectoriel agricole, expérience et leçons à tirer. - (communication au Séminaire d'Information et de Formation sur la Politique Agricole Tunisienne et les Restructurations Economiques Internationales., Sidi Thabet, nov-déc 1991)
43. -**MARSHALL E.** - Le raisonnement économique des décisions de l'agriculteur. - Paris : INRA, 1984
44. -**MINOUX M.** - Programmation mathématique : théories et algorithmes. - Paris : Dunod, 1983
45. -**MORARDET S.** - Quels outils pour un système d'observation de l'activité agricole dans une petite région. - Dijon : INRA, 1986, (*mémoire de DEA*)
46. -**MOUSSA M.A.F.** - L'Etat et l'agriculture en Tunisie. : essai sur l'intervention de l'Etat dans le secteur agricole. - Tunis, 1988
47. -**REDJEB S.** - Etude sur la réduction des subventions d'intrants agricoles : impact sur la demande d'intrants et l'offre de produits.- In : *La mise en oeuvre de la politique agricole : Performances et perspectives*, Tunis : Direction Générale de la Planification, du Développement et des Investissements Agricoles, (DGPDI), 1989
48. -**SAFRA M.** - Ajustement structurel en Tunisie : Politiques macro-économiques et politiques agricoles et leurs effets. - In : *La mise en oeuvre de la politique agricole : Performances et perspective*, Tunis : Direction Générale de la Planification, du Développement et des Investissements Agricoles (DGPDI), 1989
49. -**SAIDI M.** - Conséquences sur la production céréalière du réajustement économique en Tunisie. - Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen, 1991. - (*Master of science*) - 138p.
50. -**SEBILLOTE M.** - Evaluation des exploitations agricoles d'une petite région : élaboration d'une méthode d'étude. - Issy-les-Moulineaux : Centre National pour l'Aménagement des Structures d'Exploitations Agricoles (CNASEA), 1974
51. -**THABET T.B.** - Evaluation de l'impact de politiques agricoles et alimentaires. - (communication au Séminaire d'Information et de Formation sur la Politique Agricole Tunisienne et les Restructurations Economiques Internationales, Sidi Thabet, nov-déc 1991)
52. -**THABET T.B.** - Un modèle de programmation linéaire pour la planification agricole en Tunisie : cas du secteur public dans le nord-ouest. - Tunis : Institut National d'Agronomie (INAT)
53. -**THABET T.B. et HAMDI L.** - Modèle de simulation et utilisation en analyse de politique agricole. - (communication au Colloque Société Française d'Economie Rurale (SFER), Montpellier, Institut Agronomique Méditerranéen, 1991)
54. -**TIREL J.** - Modèles de programmation représentatifs du fonctionnement du secteur agricole. - Paris : INRA, 1984

55. -**TLILI M.** - Planification agricole régionale en Tunisie : analyse des possibilités d'utilisation de la programmation linéaire. - Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen (*projet de thèse*, 1992)
56. -**TLILI M.** - Echelon régional et planification agricole en Tunisie : étude de cas, El-Alia. - Moghrane, 1991
57. -**TOUITI R.** - La caisse générale de compensation : analyse rétrospective et stratégie de réforme. - (communication au *Séminaire d'Information et de Formation sur la Politique Agricole Tunisienne et les Restructurations Economiques Internationales*, Sidi THABET, nov-déc, 1991)
58. -**TUNISIE. Ministère de l'Agriculture.** - La politique des prix des intrants et les produits agricoles : proposition des prix pour la campagne agricole 91/92. - Tunis : Direction Générale de la Planification, du Développement et des Investissements Agricoles (DGPDI), 1992
59. -**TUNISIE. Ministère de l'Agriculture.** - Exécution du programme d'ajustement structurel agricole. - Tunis : Direction Générale de la Planification, du Développement et des Investissements Agricoles (DGPDI), 1993
60. -**TUNISIE. Ministère de l'Agriculture.** - Programme du développement du secteur céréalier. - Tunis : Direction Générale de la Planification, du Développement et des Investissements Agricoles, (DGPDI), 1988
61. -**TUNISIE. Ministère de l'Agriculture.** - VIII ième plan du développement économique et social (1992-1996) : développement agricole et sécurité alimentaire. - Tunis : Direction Générale de la Planification, du Développement et des Investissements Agricoles (DGPDI), 1992

Table des matières

Sommaire

Introduction

1

I- Position du problème

1

1- Importance du secteur céréalier

1

2- Les politiques agricoles relatives au secteur céréalier

2

A- Avant le programme d'ajustement structurel agricole

2

B- Plan d'ajustement structurel

3

II- Problématique

4

III- Méthodologie

5

IV- La programmation linéaire

6

1- Cadre théorique de la programmation linéaire

7

2- La dualité

10

3- La prise en compte du risque dans un programme linéaire

11

Chapitre I- Présentation de la zone d'étude et typologie des exploitations agricoles

13

I- Présentation de la zone d'étude

13

1- Localisation

13

2- Caractéristiques de la zone

13

A- Climat

13

a- Pluviométrie

13

b- Température

13

B- Pédologie

13

C- Propriété foncière

14

D- Les activités agricoles

14

a- La production végétale

14

b- La production animale

15

E- Population et emploi

15

II- Typologie des exploitations agricoles

15

1- Echantillonnage

15

A- Population mère

15

B- Echantillon

15

C- Questionnaire

16

2- Typologie des exploitations agricoles

16

A- Introduction

16

B- Principes et caractéristiques de l'analyse en composantes principales

17

C- Identification des groupes

18

a- Contribution des variables à l'apparition des trois premiers axes

19

- b- Contribution des observations à l'apparition des trois premiers axes
- c- Interprétation des composantes principales
- d- Les groupes types d'exploitations
- e- Les exploitations types

Chapitre II- Présentation et analyse des modèles des exploitations retenues

I- Présentation des modèles des exploitations types

1- La fonction économique

2- Les activités

A- Les activités productives

- a- Les activités végétales.
- b- Les activités animales

B- Autres activités.

- a- Les activités "achats"
- b- Les activités "ventes"
- c- Les activités "autoconsommation"
- d- Les activités "location"
- e- Les activités "embauche de main-d'oeuvre"
- f- Activités crédits à long et à moyen terme
- g- Activités de financement de la campagne agricole

3- Les contraintes

A- Les contraintes agronomiques

- a- Les contraintes "occupation du sol".
- b- Les contraintes "alimentation du bétail".
- c- Les contraintes de productions végétales
- d- Les contraintes de productions animales

B- Les contraintes liées aux facteurs de production

- a- Les contraintes de main-d'oeuvre et de mécanisation
- b- Les contraintes "facteurs variables de production"

C- Les contraintes économiques

- a- Les contraintes de financement de la campagne agricole
- b- Les contraintes d'emprunt à long terme.
- c- Les contraintes "risque"

II- Analyse des modèles des exploitations retenues

1- Analyse du modèle d'exploitation type 1

A- Présentation des résultats du modèle

B- Etalonnage du modèle

C- Analyse de sensibilité

- a- Analyse des modifications des coefficients de la fonction économique
 - Les coûts de production des céréales
 - Les prix des engrais chimiques et des produits de traitement
 - Les coûts de location de la mécanisation.
 - La rente foncière
 - Les prix des céréales
 - Influence de l'élevage sur la céréaliculture
- b- Analyse des modifications des ressources

2- Analyse du modèle d'exploitation type 2

A- Présentation des résultats du modèle

B- Etalonnage du modèle

C- Analyse de sensibilité

a- Analyse des modifications des coefficients de la fonction économique

- Les coûts de production des céréales
- Les prix des engrais chimiques et des produits de traitement
- Les coûts de location de la mécanisation.
- Les prix des services fournis à l'extérieur
- Le coût de la location foncière (fermage)
- Les prix des céréales
- Influence de l'élevage sur la céréaliculture

b- Analyse des modifications des ressources

3- Analyse du modèle d'exploitation type 3

A- Présentation des résultats du modèle

B- Etalonnage du modèle

C- Analyse de sensibilité

a- Analyse des modifications des coefficients de la fonction économique

- Les coûts de production des céréales
- Les prix des engrais chimiques et des produits de traitement
- Les coûts de location de la mécanisation
- Les prix des céréales
- Influence de l'élevage sur la céréaliculture

b- Analyse des modifications des ressources

4- Analyse du modèle d'exploitation type 4

A- Présentation des résultats du modèle

B- Etalonnage du modèle

C- Analyse de sensibilité

a- Analyse des modifications des coefficients de la fonction économique

- Les coûts de production des céréales
- Les prix des engrais chimiques et des produits de traitement
- Les coûts de location de la mécanisation
- Les prix des céréales

b- Analyse des modifications des ressources

Conclusion

Chapitre III- Analyse des effets des nouvelles mesures économiques sur la céréaliculture

I- Introduction

II- Présentation du modèle régional

1- Le métayage

2- Le marché de main-d'oeuvre

3- Le marché de traction mécanique

III- Analyse des résultats

1- Exploitation type 1

A- Scénario 1

B- Scénario 2

C- Scénario 3

D- Scénario 4

E- Conclusion

2- Exploitation type 2	64
A- Scénario 1	64
B- Scénario 2	65
C- Scénario 3	66
D- Scénario 4	67
E- Conclusion	68
3- Exploitation type 3	69
A- Scénario 1	69
B- Scénario 2	70
C- Scénario 3	71
D- Scénario 4	72
E- Conclusion	73
4- Exploitation type 4	73
A- Scénario 1	73
B- Scénario 2	74
C- Scénario 3	75
D- Scénario 4	76
E- Conclusion	77
Conclusion générale	79
Annexes	81
I- Graphiques	81
II- Liste des graphiques	97
III- Table des tableaux du texte	98
Bibliographie	101
Tables des matières	105

CIHEAM
Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier
Série "Thèses & Master"
Numéros parus :

- 1/ Fernandez Canadas (Priscilla), 1987.- *Les importations de céréales pour l'alimentation animale en Espagne : l'impact de l'entrée dans la CEE.*- 135 p.
- 2/ Koutsou (Stavriani), 1988.- *Impact de l'émigration sur les systèmes agraires et le marché foncier (Etude comparative de deux villages de la Thrace du Nord-Est de la Grèce).*- 102 p. + ann.
- 3/ Bokias (Efthimios), 1988.- *Le marché des oléagineux en Grèce : enjeux et perspectives.*- 89 p. + ann.
- 4/ Brum (Argemiro Luis), 1988.- *L'évolution et les tendances du marché du soja. Le rôle de la CEE.*- 189 p. + ann.
- 5/ Deybe (Daniel), 1989.- *Politiques agricoles et érosion des sols en Argentine : une méthodologie pour leur analyse.*- 95 p.
- 6/ Vicien (Carmen), 1989.- *Les modèles de simulation comme outil pour la construction de fonctions de production : une application à la mesure de l'efficacité de la production agricole.*- 133 p.
- 7/ Brunschwig (Gilles), 1990.- *Systèmes d'élevage extensif d'altitude dans les Andes Centrales du Pérou.*- 368 p. (200 FF)
- 8/ Bravo (Gonzalo), 1990.- *Méthodes d'appréhension de la diversité d'exploitations agricoles (propositions pour un renouvellement de la démarche suivie à l'INTA, Argentine).*- 96 p.
- 9/ Dorado (Guillermo), 1990.- *Fonctionnement technico-économique et gestion de l'exploitation agricole dans une perspective de développement (propositions théoriques et méthodologiques pour la région pampéenne de l'Argentine).*- 82 p. + ann.
- 10/ Segre (Andrea), 1990.- *Dynamique de la consommation et du système agro-alimentaire italien.*- 207 p.
- 11/ Malorgio (Giulio), 1990.- *Etude comparée des résultats technico-économiques de la production spécialisée de viande bovine dans deux zones difficiles française et italienne.*- 112 p.
- 12/ Ait-Alhayane (Khadija), 1990.- *Les représentations du désert et de la désertification en Afrique du Nord.*- 87 p.
- 13/ Soulé (Bio Goura), 1992.- *Echanges frontaliers de produits agro-pastoraux et dynamisme du monde rural en pays Gourma (Burkina-Faso - Ghana - Togo).*- 113 p.
- 14/ Perucca (Clorinda), 1992.- *Diagnostic paysager des systèmes de production paysans de la province de Misiones-Argentine.*- 133 p.
- 15/ Farolfi (Stefano), 1992.- *Dynamique de la disponibilité et de la consommation alimentaire dans les pays de l'Europe de l'Est : le cas de la Pologne.*- 170 p.
- 16/ Ladjili (Khaled), 1992.- *Hydraulique paysanne - hydraulique étatique : économie de l'agriculture irriguée au Cap-Bon (Tunisie).*- 252 p.
- 17/ Blaskovic (Hana), 1992.- *Une analyse du système de production agricole socialisé dans la région continentale de la Croatie et les possibilités de réorganisation: tentative d'utilisation des modèles.*- 130p
- 18/ Luzietoso (Nguala), 1992.- *Les enjeux du développement agricole au Zaïre : modernisation et transformation des sociétés lignagères dans la vallée de l'Inkisi.*- 89 p.
- 19/ Hacherouf (Adelmadjid), 1993.- *Evolution historique et comparative de la consommation alimentaire dans les pays du Maghreb Central. Algérie - Maroc - Tunisie.*- 135 p.
- 20/ Temri (Leïla), 1993.- *Analyse concurrentielle d'un secteur aquacole.*- 92 p.
- 21/ Maronicolaki (Maria), 1993.- *Facteurs déterminants des performances des industries agro-alimentaires grecques en matière d'exportation.*- 131 p.
- 22/ Arfa (Lamia), 1994.- *Les exportations agro-alimentaires tunisiennes vers le marché de la CEE: évolution, compétitivité et perspectives.*- 112 p.
- 23/ Martinez Santamarta (Alvaro), 1994.- *Les innovations dans la filière huile d'olive en Espagne.*- 100 p.
- 24/ Afouda (Alix), 1994.- *Politiques nationales et échanges frontaliers de produits agro-alimentaires entre le Nord Nigéria et le Nord Cameroun : exemple de l'espace Garoua-Gamboru.*- 108 p.
- 25/ Trimouille (Anne), 1994.- *Les couples produit/territoire et le management de la qualité : application aux entreprises du secteur fruits et légumes frais.*- 99 p.
- 26/ Amine Khodja (Abdelhafid), 1995.- *Les déterminants de la dépendance en orge de l'élevage ovin steppique : le cas de la région de M'sila en Algérie.*- 110 p.
- 27/ Sampaio (Maria Lucia da Cunha), 1995.- *Le développement des filières traditionnelles et régionales de production agricole en zones méditerranéennes défavorisées : le cas de la filière des fromages régionaux de la Beira Baixa (Portugal).*- 101p.
- 28/ Preda (Stefano), 1995.- *Budgets agricoles et politiques socio-structurelles : évolution des dépenses en agriculture dans la région Emilie-Romagne et analyse comparée avec la Catalogne (1980-1992).*- 219p.
- 29/ Tlili (Mohamed), 1995.- *Essai de simulation d'impact des nouvelles mesures économiques (PASA 2) sur le secteur céréalier en Tunisie. Etude de cas : Behaya.*- 108 p.

Numéros à commander au Bureau des Publications - CIHEAM-IAMM
3191, route de Mende - BP 5056
34033 Montpellier Cedex 1 (France)
Tél. : 67 04 60 00 - Fax : 67 54 25 27
prix : 75FF (le numéro), sauf mention contraire

Essai de simulation d'impact des nouvelles mesures économiques (PASA 2) sur le secteur céréalier en Tunisie. Etude de cas : Behaya

TLILI Mohamed

Résumé : L'objet de cette étude consiste à simuler les effets des mesures du Plan d'Ajustement Structurel II (augmentation des prix des produits et élimination des subventions des inputs) sur le secteur céréalier dans une zone au nord de la Tunisie. Nous avons effectué une typologie des exploitations agricoles grâce à une analyse multivariées (ACP) en se basant sur deux aspects : structure et système de production. Cela nous a permis de cerner quatre exploitations types. Pour chacune des exploitations identifiées, un modèle de programmation linéaire a été construit. Un modèle régional agrégé a été construit dans le but d'analyser les conséquences prévues des nouvelles mesures économiques sur l'approvisionnement en céréales. En fait, l'augmentation des prix des céréales, excepté au sein des exploitations moyennes, ne permet pas de compenser la baisse des subventions et l'inflation. Ceci entraîne différentes réactions : allant de l'extensification (substitution du blé dur au blé tendre et mise en culture des terres en réserves) au niveau des grandes exploitations, et de l'orientation des exploitations moyennes mécanisées vers les activités animales et la vente de services (travail hors exploitation, location de la mécanisation), à l'insensibilité relative des petites exploitations. En conséquence, une augmentation des prix des céréales, une facilité d'emprunts avec un rééchelonnement des dettes pour certains, et un encadrement plus efficace des agriculteurs pourraient accroître la capacité de réaction de ces derniers face aux conditions du marché.

Mots clés : Céréales ; Programme d'ajustement structurel ; Programmation linéaire ; Typologie ; Analyse en composantes principales ; Modèle régional ; Scénarios ; Tunisie. Behaya.

Abstract : The purpose of this study is to simulate the effects of the measures of the second Structural Adjustment Program (price increase at products level and elimination of input subsidies) on the cereals sector in a given area in the north of Tunisia. We have made a farm typology with a multivariable analysis (MVA), based on two aspects : the structure and the production system. This allowed us to define four standard types of farm. For each identified farm, a linear programming model has been built. An aggregate model of the Region was built in order to analyse the expected consequences of the new economic measures on cereal supply. In fact, an increase in cereals prices, except in medium-size farms, does not allow to compensate subsidies drop and inflation. This involves various reactions : from the extension (substitution of hard wheat by soft wheat and cultivation of fallow land) at large-size farms level, and at the level of the orientation of mechanised medium-size farms towards husbandry and services (off-farm work, renting machines), to the relative insensitivity of small-size farms. Consequently, an increase in cereals prices, easier credit facilities together with re-spreading debts for some farmers and a more efficient monitoring of farmers could increase the latters' capacity of reaction faced with the varying market conditions.

Key words : Structural adjustment program ; Cereals ; Linear programming ; Typology ; Principal components analysis ; Regional model ; Scenarios ; Tunisia. Behaya.

ISBN : 2-85352-147-8

Prix : 75 F



Centre International de Hautes Etudes
Agronomiques Méditerranéennes