

Illustration d'une approche type de valorisation d'un nouveau produit. Cas du triticale en Tunisie

Faten Gharbi ⁽¹⁾, Boubaker Thebet ⁽²⁾, Mohamed Salah Gharbi ⁽³⁾

⁽¹⁾ Laboratoire d'Économie rurale. Institut national de la Recherche agronomique de Tunisie (INRAT). Rue Hedi Karray. 2080 Ariana (Tunisie).

⁽²⁾ Département d'Économie et de Développement rural. Institut national agronomique de Tunisie (INAT). Avenue Charles Nicole. 1002 Tunis le Belvédère (Tunisie).

⁽³⁾ Laboratoire de Génétique des Céréales. Institut national de la Recherche agronomique de Tunisie (INRAT). Rue Hedi Karray. 2080 Ariana (Tunisie).

Reçu le 7 mars 2002, accepté le 7 mars 2003

Le présent travail cherche à évaluer la place économique du triticale dans le système de production à dominance céréales pratiqué par les exploitations du nord de la Tunisie. L'opportunité économique de la culture du triticale a été analysée en avenir certain à l'aide d'un modèle de programmation linéaire monopériodique et en avenir incertain à l'aide de l'approche MOTAD (forme linéarisatrice du modèle quadratique du risque). En avenir certain, l'analyse a révélé que la production du triticale sous forme d'ensilage ou sous forme de grain entrant dans la fabrication de concentré pourrait valoriser les ressources limitées de l'exploitation et améliorer son revenu. Sa vente sous forme de grain n'est préconisable qu'à un prix supérieur à 19,808 dinars le quintal. La prise en compte du risque dans le modèle montre que la production du triticale grain pour la vente pourrait valoriser les ressources de l'exploitation à des niveaux de risque peu élevés tout en maintenant un revenu espéré assez élevé variant entre 57 et 78,5 % de celui obtenu en avenir certain.

Mots-clés. Triticales (produits), production végétale, productivité, commercialisation, grain, modèle économétrique, Tunisie.

Economic opportunity of triticale production in the cereal producing farms of northern Tunisia: case of the Agrocombinat Koudiat at Bousalem. The present study aims to elucidate the economics of triticale use in the production system dominated by cereals commonly adopted by farmers in the cereal producing area of the northern part of Tunisia. Economic opportunity of triticale production was analysed using the MOTAD approach and a linear programming model respectively with or without consideration of risk. In a world of certainty triticale production in the form of silage or grain for concentrates was found to make a better use of the agrocombinat resources and increases its income. However, triticale grain production for sale is only recommended for prices higher than 19,808 TD/q. When the risk factor is introduced, triticale production for sale as a cereal grain would contribute to the improvement of the farm resources at low risk levels while maintaining a relatively high expected revenue ranging from 57 to 78.5% of that under no risk.

Keywords. Triticales (products), plant production, productivity, marketing, grain, econometric models, Tunisia.

1. INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

Le triticale en tant qu'hybride entre le blé et le seigle est passé d'une curiosité scientifique au début de ce siècle à une culture importante qui a montré des potentialités énormes. En effet, en plus de sa rusticité, de sa capacité de donner des rendements en grain élevés et de sa bonne adaptation à diverses contraintes biotiques et abiotiques (Varughese *et al.*, 1987), les grains de triticale possèdent de bonnes qualités nutritionnelles (Leterme *et al.*, 1992). Le triticale est également exploité en vert principalement sous forme d'ensilage en raison de son haut rendement en biomasse.

Le triticale a été introduit et expérimenté en Tunisie vers les années 1970. Les recherches effectuées sur cette nouvelle espèce ont confirmé sa bonne adaptation aux conditions locales (Mâamouri *et al.*, 1988) ainsi que les bienfaits de son incorporation dans l'alimentation des animaux (Khorchani, 1981 ; Bargaoui, 1982 ; Ghouhis, 1984 ; Najar, 1993).

C'est pour ces qualités que la culture du triticale a été encouragée en vue de la substitution du maïs et du tourteau de soja importés. En effet, le volume des importations de maïs est passé de 0,1 million de quintaux en 1970 à 2,4 millions de quintaux/an au cours du VII^e plan (1987–1991) et a atteint 3,4 millions de quintaux en 1992, 6,81 millions de

quintaux en 1999 et 6,78 millions de quintaux en 2000 (**Tableau 1**). Ces importations qui n'ont cessé d'augmenter ont pesé sur la balance commerciale du pays pour leur achat et sur le budget public (Caisse générale de compensation) en raison des subventions accordées à la consommation de ces produits. Les valeurs des importations de maïs ont été de 28,3 millions de dinars par an en moyenne au cours du VII^e plan et de 37,6, 88,32 et 102,78 millions de dinars respectivement pour les années 1992, 1999 et 2000 (Ministère de l'Agriculture, 2001).

Les subventions accordées à la consommation de ces achats étaient de 3,6 millions de dinars en 1986 et ont atteint 14,3 et 10,1 millions de dinars respectivement en 1990 et 1991 (Touiti, 1992). Malgré la suppression de ces subventions en 1992 suite à l'application du programme d'ajustement structurel agricole (Ministère de l'Agriculture, 1997), on observe toujours un accroissement des importations de ces aliments. Ceci est expliqué par le développement continu de l'élevage d'une façon générale et plus particulièrement de l'élevage pratiqué en hors sol basé sur l'utilisation massive de concentré industriel.

La vente du triticale n'a été entamée en Tunisie qu'en 1984. Quant à l'évolution des superficies semées, elle a connu deux phases. Une phase d'expansion de 1984 à 1991 et une phase de déclin à partir de 1992. Au cours de la première phase, les superficies sont passées de 4.300 hectares en 1984 à 16.500 hectares en 1991. Cette expansion rapide a été favorisée par les incitations à la production des céréales, à savoir l'octroi de subventions aux intrants et le soutien des prix à la production. Au cours de cette même phase, la consommation n'a pas progressé à la même cadence que la production. Ceci est en grande partie expliqué par les subventions accordées aux produits importés entrant dans la fabrication du concentré, particulièrement le maïs.

La deuxième phase a coïncidé avec la mise en application des mesures prises dans le cadre du Programme d'ajustement structurel agricole (PASA). Au niveau de la consommation, l'élimination des subventions aux produits importés d'une part, et le

Tableau 1. Évolution de la quantité et de la valeur des importations de maïs — *Evolution of maize import in quantity and value.*

	(1987–1991) Moy. VII ^e Plan	1992	1999	2000
Quantité (10 ⁶ q)	2,4	3,4	6,8	6,78
Valeur (10 ⁶ dinars)*	28,3	37,6	88,3	102,8

* En octobre 2003, 1 Dinar = 0,68 Euro

Source: Ministère de l'Agriculture, 2001.

développement du secteur de l'élevage d'autre part, ont conduit à une utilisation accrue du triticale du fait qu'il est relativement bon marché et peut remplacer, de part sa constitution, ces produits importés. Ceci s'est traduit par la disparition des stocks et plus tard par un rationnement des ventes.

Parallèlement, la production ne pouvait plus répondre à cette demande de plus en plus importante, car les superficies ont commencé à régresser à partir de 1992 pour ne plus représenter que 8.600 hectares en 1994, 6.000 hectares en 1995 et 4.000 ha en 2000. Cette régression des superficies semées semble être la conséquence directe de deux faits. L'élimination des subventions aux intrants utilisés en céréaliculture (engrais et désherbants) a engendré une hausse des coûts de production. La structure des prix à la production des céréales marquée par des écarts sans cesse croissants entre le prix des blés et celui du triticale et surtout par une stagnation du prix du triticale sur une période où celui des blés a été révisé six fois et celui de l'orge trois fois à la hausse (**Tableau 2**). De plus, les producteurs du triticale ne sont généralement pas les utilisateurs de cette céréale. Tous ces facteurs réunis semblent avoir remis en question l'opportunité économique de la production du triticale en Tunisie.

Le présent travail cherche à définir les conditions technico-économiques de l'intégration du triticale dans les exploitations céréalières du nord de la Tunisie.

Tableau 2. Prix à la production des principales céréales (Dinars/quintal)* — *Producer prices of the maincereals (Dinars/quintal).*

Année	Blé dur	Blé tendre	Orge	Triticale
1985	15,0	14,5	10,5	12,0
1986	16,0	16,0	11,0	14,0
1987	18,5	17,0	12,0	15,0
1988	21,0	19,0	14,0	17,0
1989	22,5	19,9	14,5	17,0
1990	24,5	20,9	15,0	17,0
1991	24,5	20,9	15,0	17,0
1992	26,0	22,5	15,0	17,0
1993	26,0	22,5	15,0	17,0
1994	26,0	22,5	15,0	17,0
1995	27,5	24,0	15,0	17,0
1996	28,5	25,0	17,0	17,0
1997	28,5	25,0	17,0	17,0
1998	28,5	25,0	17,0	17,0
1999	29,5	26,0	17,0	17,0
2000	29,5	26,0	17,0	17,0

* En octobre 2003, 1 Dinar = 0,68 Euro

Source: Ministère de l'Agriculture, 2001.

2. METHODOLOGIE

Dans la mesure où la régression des superficies emblavées en triticales résulte d'un processus décisionnel des agriculteurs influencés par l'environnement économique, elle s'explique en termes de régression de la rentabilité et de la compétitivité de la culture du triticales vis-à-vis des autres cultures concurrentes. Les prix des produits et des facteurs de production constituent les paramètres économiques de base derrière cette compétitivité.

À l'échelle agrégée, Sâade (1993) a analysé l'offre du triticales en Tunisie. Suite à cette analyse il a proposé un prix à la production qui serait plus équitable et plus efficient pour l'économie tunisienne. Dans cet objectif il s'est servi de la notion de prix de parité à l'importation (IPP = Import Parity Price) du triticales comme estimation de son prix économique, et d'un coefficient nominal de protection (CNP) moyen blé (moyenne des CNP du blé dur et du blé tendre) afin que le triticales bénéficie d'un taux de protection ou de taxation comparable à ceux des autres céréales.

L'analyse de l'offre du triticales à l'échelle agrégée ne peut être vraiment efficace que si l'on connaît les réactions produites au niveau des unités micro-économiques. C'est effectivement en s'intéressant de près à l'unité de production, en analysant la place de la culture du triticales à l'échelle micro-économique que le présent travail essaie d'appréhender les raisons de la régression des semis de triticales quelques années seulement après l'essor qu'il a connu. L'analyse micro-économique s'avère à cette fin indispensable puisqu'elle permet de déterminer, dans un ensemble cohérent, les nombreux mécanismes économiques qui agissent sur la formation de l'offre et sa variation dans le temps, en tenant compte des interactions entre les paramètres économiques régissant la décision au niveau de l'exploitation et traduisant la rationalité économique du centre de décision.

L'étude de l'offre du triticales repose sur la connaissance des conditions de production (activités, ressources et contraintes) affectant les décisions du chef d'exploitation. Ces conditions, introduites dans un modèle d'exploitation, permettent de faire ressortir les conditions d'une meilleure valorisation du triticales (ensilage, grains et concentré) et la manière dont les prix agissent sur la production et la destination de ce produit (valorisation interne, vente). La technique utilisée pour l'établissement de ce modèle est la programmation mathématique linéaire.

En avenir certain, dans lequel les rendements et les prix des produits et des facteurs ainsi que les informations techniques sont fixes et connus avec précision à l'avance, le modèle utilisé consiste à déterminer les valeurs à donner à n variables $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ telles que soit rendue maximum une

fonction linéaire dite d'objectif Z définie comme suit :

$$Z = g(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

et soumise à m contraintes linéaires indépendantes pouvant s'exprimer ainsi:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \leq b_i$$

pour $i = 1, 2, 3, \dots, m$.

Dans son ensemble le programme s'écrit :

$$\text{Max } Z(x) = \sum C_j X_j$$

Sous contraintes :

$$\sum a_{ij} X_j \leq b_i$$

$$X_j \geq 0.$$

Les X_j sont des variables de décision en compétition entre elles, parmi lesquelles il y a le triticales.

Les C_j représentent les contributions unitaires moyennes des activités à la fonction objectif.

Les quantités des facteurs consommés par unité d'activité forment un vecteur colonne :

$$a_{ij} = a_{1j}, a_{2j}, a_{3j}, \dots, a_{mj}.$$

Les quantités des facteurs disponibles forment un vecteur colonne :

$$B = b_1, b_2, b_3, \dots, b_m.$$

Le système d'équations représenté par l'écriture matricielle $AX \leq B$ exige que les quantités totales des ressources utilisées (AX) ne dépassent pas les quantités qui sont disponibles (B).

En avenir incertain, la démarche utilisée dans la prise en compte du risque lié à la variabilité des rendements et des prix repose sur la technique MOTAD proposée par Hazell (1971). Cette dernière est basée sur la minimisation de la somme des déviations négatives de la marge brute par rapport à la marge brute moyenne. Elle représente un indicateur de la perception du risque de la part des décideurs.

Sur la base des informations disponibles sur les quatre dernières années, la formule se présente comme suit :

$$\text{Min } D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4.$$

Sous contraintes :

$$\sum (C_j - \bar{C}_j) X_j + \bar{D}_t \leq 0$$

$$\bar{C}_j X_j = \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$j a_{ij} X_j \leq b_i \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$X_j \geq 0.$$

Selon l'attitude du décideur vis-à-vis du risque, l'analyse peut dégager plusieurs plans de production. Chaque plan est composé d'un certain nombre d'activités qui lui confèrent un niveau déterminé de risque. Les données relatives aux campagnes 1996/97, 1997/98, 1998/99 et 1999/2000 ont été utilisées afin d'avoir une estimation du risque possible associé aux différentes activités. Ces données ont été recueillies dans les agrocombinats Koudiat et Badrouna à Bousalem (Nord-Ouest de la Tunisie), ayant des superficies assolées respectives de 2.095 et 1.726 ha, en raison de la disponibilité des informations nécessaires, de l'expérience de ces deux agrocombinats dans la culture de cette espèce céréalière et de leur existence dans une zone agro-climatique (semi aride) appropriée pour la culture de cette espèce.

L'analyse a donc porté sur deux situations de l'agro-combinat Koudiat. La situation réelle où le triticale est cultivé uniquement pour son grain destiné à la vente (situation observée de l'agro-combinat Koudiat) et la situation potentielle où le triticale est cultivé pour son exploitation sous forme d'ensilage, de grain pour la production de concentré et de grain pour la vente. Étant donné que l'agro-combinat Koudiat ne produit pas le triticale sous forme d'ensilage et de grain pour la production de concentré, les données relatives uniquement à ces deux activités ont été recueillies dans l'agro-combinat Badrouna¹ situé juste à proximité.

Les prix constituent les variables incitatives clefs dans la plupart des décisions de production au niveau de l'exploitation. La réponse de la production du triticale est donc tributaire non seulement des variations de son prix mais aussi de celles des prix des autres produits tels que le prix du concentré acheté, le prix du concentré produit sur ferme et les prix des céréales.

Des tests de sensibilité ont été menés sur ces dernières variables pour voir leur répercussion sur la valorisation des ressources, sur la superficie et la destination du triticale, et sur le revenu de l'exploitation. Il est important également de savoir, à travers ces tests, les modifications envisagées au niveau de la nature et de l'effectif de l'élevage du fait de l'étroite relation existant entre ce dernier et le triticale par le biais de la fourniture d'aliments sous forme d'ensilage de triticale, de concentré à base de

triticale et de concentré à faible taux de triticale. Le concentré à base de triticale est composé de 35 % triticale, 20 % orge, 25 % son, 15 % soja et 5 % CMV (complément minéral et vitaminique). Ce concentré est destiné à l'élevage bovin d'engraissement. Le concentré à faible taux de triticale est composé de 27 % triticale, 30 % orge, 18 % son, 20 % soja et 5 % CMV. Ce dernier est destiné à l'élevage bovin laitier. Quant aux concentrés achetés, il s'agit du concentré N°7 destiné à l'élevage laitier (20 % orge, 17 % maïs, 38 % son, 20 % soja et 5 % CMV), et du concentré N°5 destiné à l'élevage d'engraissement (25 % orge, 22 % maïs, 33 % son, 15 % soja et 5 % CMV).

Ces tests concernent :

- l'effet de l'augmentation des prix du concentré acheté,
- l'effet de l'augmentation des prix des constituants des concentrés produits sur ferme,
- l'effet de l'élimination du soutien des prix à la production des céréales.

La compétitivité réelle du triticale par rapport aux autres céréales en l'absence du soutien des prix à la production de ces dernières, a été analysée vu les nouvelles orientations dans l'environnement économique de l'exploitation agricole (politique de libéralisation mise en œuvre dans le cadre du Programme d'ajustement structurel agricole (PASA) et en conformité aux accords du GATT. Pour ce faire les prix de référence internationaux (Préf) des céréales ont été pris comme étant les prix économiques et sont définis comme suit :

$$P \text{ réf} = P \text{ Imp} - Tr$$

où

P Imp = prix à l'importation

Tr = Transport du magasin de l'office à la zone de production et

$$P \text{ Imp} = P \text{ CAF} + \text{Déplac}$$

où

CAF = Coût - assurance - fret

Déplac = Déplacement du port au magasin de l'office

Étant donné que le triticale ne fait pas l'objet d'échange international, son prix à l'importation a été considéré comme étant équivalent à son prix à la consommation (Prix CTR). Dans la détermination de ce prix, on s'est servi de la formule proposée par Sâade (1993) qui utilise les coefficients de substitution du triticale par le maïs et le tourteau de soja, et des prix à la consommation de ces deux produits préconisés en Tunisie comme suit :

$$\text{Prix CTR} = 0,87 \times \text{Prix CM} + 0,11 \times \text{Prix CTS}$$

¹ Avant 1993, l'agro-combinat Badrouna était administrativement lié à l'agro-combinat Koudiat.

où

Prix CM = prix à la consommation du maïs

Prix CTS = prix à la consommation du tourteau de soja.

Le coefficient 0,87 indique que l'introduction de chaque tonne de triticales dans la ration des animaux fait diminuer la consommation du maïs de 0,87 tonne. Étant donné la teneur plus élevée du triticales en protéines comparativement au maïs, son incorporation dans la ration permet de réduire également l'utilisation du tourteau de soja. Cette réduction est de 0,11 tonne de tourteau de soja pour chaque tonne de triticales utilisée (Belaïd, 1992).

La démarche suivie consiste, dans une première étape, à analyser la place du triticales dans les plans de production optimums des deux situations (réelle et potentielle) de l'agro-combinat Koudiat aux prix observés des produits et des intrants. L'objectif est de voir, dans les conditions actuelles, sous quelle forme le triticales pourrait valoriser les ressources de l'exploitation.

Dans une deuxième étape, des tests de sensibilité ont été menés sur la situation potentielle de Koudiat pour discerner l'impact d'une éventuelle augmentation du prix du concentré acheté ou de celui du concentré produit sur ferme, sur l'organisation optimale des activités, le mode de valorisation, la destination du triticales, le revenu et les coûts d'opportunité des facteurs de production.

Dans la troisième étape, des tests de sensibilité ont été menés sur les situations réelle et potentielle de Koudiat en vue d'analyser la compétitivité réelle du triticales par rapport aux autres céréales en l'absence de soutien des prix à leur production. Enfin, l'analyse a concerné l'aspect risque lié à la variabilité des conditions de production de la situation réelle (observée) et son impact sur la production, destinée à la vente, du triticales grain.

Les abréviations utilisées dans les tableaux sont :

- S₀₀ : Situation réelle² (de référence) de Koudiat.
- S₁₀ : Situation potentielle de Koudiat
- S₁₁ : Situation potentielle de Koudiat/Effet de l'augmentation des prix des concentrés achetés
- S₁₂ : Situation potentielle de Koudiat/Effet de l'augmentation des prix des constituants du concentré produit sur ferme.
- S₀₁ : Situation réelle de Koudiat/Effet de l'élimination du soutien des prix à la production des céréales.
- S₁₃ : Situation potentielle de Koudiat/Effet de l'élimination du soutien des prix à la production des céréales.

² Situation réelle = situation où l'agro-combinat Koudiat ne produit que du triticales grain destiné à la vente.

3. RÉSULTATS

3.1. Avenir déterministe

Situation réelle (S₀₀). En situation réelle et sous le scénario des prix observés des produits et des intrants de l'année 1999, le triticales ne permet pas une utilisation rationnelle des facteurs de production. En effet, en l'absence de l'activité production de l'ensilage de triticales et de l'activité production de concentré, le triticales disparaît du plan optimal laissant sa place au blé dur en sec. Par rapport à la situation potentielle, le coût d'opportunité de la terre en irrigué, de la main d'œuvre et de l'eau d'irrigation baisse, le revenu de l'exploitation accuse une perte de 6,12 % (**Tableau 3**).

Situation potentielle (S₁₀). La situation potentielle de l'exploitation Koudiat permet une valorisation de la culture de triticales grain par le biais de sa transformation pour la production de concentré à base de triticales pour la vente. La culture de triticales pour l'ensilage apparaît aussi dans le plan optimal de cette situation en même temps que l'élevage laitier. Sur le plan de la performance économique, la solution optimale donne un revenu annuel de 1,420 millions de dinars, soit 107 % de celui obtenu en situation réelle

Tableau 3. Plans de production optimums, revenus et coûts d'opportunité des facteurs au prix observé — *Optimal cropping patterns, revenues and opportunity costs of the factors at observed price.*

Scénario	Situation réelle S ₀₀	Situation potentielle S ₁₀
Blé tendre en sec (ha)	0,0	26,6
Blé dur en sec (ha)	810,8	46,0
Orge (ha)	0,0	289,0
Triticales (ha)	0,0	341,6
Ensilage d'avoine (ha)	379,3	0,0
Ensilage de triticales (ha)	0,0	179,5
Foin d'avoine en sec (ha)	568,1	1055,4
Blé dur en irrigué (ha)	142,1	0,0
Bersim en irrigué (ha)	94,3	56,9
Parcours (ha)	100,0	100,0
Effectif bovin (UZB) ⁽¹⁾	676,0	353,0
PCBTR ⁽²⁾ (quintaux)	0,0	29.078,0
Revenu (10⁶ dinars*)	1,333	1,420
Coût d'opportunité :		
terre en irrigué (D/ha)	248,2	450,3
main d'œuvre (D/j)	4,72	4,91
traction (D/h)	5,96	5,96
eau (D/m ³)	0,074	0,079

* En octobre 2003, 1 dinar = 0,68 Euro

¹ UZB : Unité Zootechnique Bovine.

² PCBTR: Production de concentré à base de triticales

de l'agro-combinat Koudiat avec une meilleure valorisation des facteurs de production, notamment la terre en irrigué, la main d'œuvre et l'eau (**Tableau 3**). Cependant, la production de triticales grain pour la vente n'est pas préconisée par le plan optimal. Au niveau actuel des rendements, cette activité ne peut avoir lieu qu'à un prix dépassant le prix de vente actuel de 2,808 dinars pour chaque quintal.

Effet de l'augmentation des prix des concentrés achetés (S_{11}). Une analyse de sensibilité de la situation potentielle a été menée pour prévoir le comportement du décideur face aux modifications qui peuvent affecter ses décisions de production et de transformation du triticales. Cette analyse montre que pour un prix de concentré N°5 supérieur à 24,4 dinars le quintal et un prix de concentré N°7 supérieur à 26,3 dinars le quintal, l'activité achat de concentré disparaît du plan optimal de la situation potentielle de l'agro-combinat. Cette disparition est accompagnée par une valorisation interne par le cheptel de l'exploitation du concentré à faible taux de triticales et d'une partie du concentré à base de triticales. On assiste à une légère perte du revenu de l'exploitation évaluée à 1,62 % (**Tableau 4**).

Tableau 4. Plans de production optimums, revenus et coûts d'opportunité des facteurs de production de la situation potentielle — *Optimal cropping patterns, revenues and opportunity costs of the production factors of the potential situation.*

Scénario	S_{10}	S_{11}	S_{12}
Blé tendre en sec (ha)	26,65	19,92	179,95
Blé dur en sec (ha)	46,02	0,00	465,70
Blé dur en irrigué (ha)	0,00	20,44	0,00
Orge (ha)	289,04	351,63	0,00
Triticales (ha)	341,63	344,14	0,00
Ensilage triticales (ha)	179,55	179,55	179,55
Foin d'avoine en sec (ha)	1055,4	1043,00	1113,00
Parcours (ha)	100,00	100,00	100,00
Bersim en irrigué (ha)	56,74	36,30	56,74
Effectif bovin (UZB ¹)	353,00	353,00	353,00
PCBTR ² (quintaux)	29078	16047	0,00
PCFTR ³ (quintaux)	0,00	8348	0,00
Revenu (10⁶ Dinars*)	1,420	1,397	1,364
Coût d'opportunité			
terre en irrigué (D/ha)	450,38	275,64	319,32
main d'œuvre (D/j)	4,91	4,91	4,08
traction (D/h)	5,96	5,96	5,99

* En octobre 2003, 1 Dinar = 0,68 Euro

¹ UZB : Unité Zootechnique Bovine.

² PCBTR: Production de concentré à base de triticales

³ PCFTR = Production de concentré à faible taux de triticales.

Effet de l'augmentation des prix des concentrés produits (S_{12}). L'augmentation des prix des ingrédients entrant, à côté de l'orge et du triticales, dans la fabrication de concentré sur ferme (son, soja et CMV) est de nature à faire disparaître cette activité du plan de production optimal, induisant par conséquent une disparition de la culture de triticales grain de l'assolement optimal. Ceci prouve qu'en l'état actuel de la structure des prix des produits et des intrants et en l'absence de l'activité production de concentré, le triticales ne pourrait pas constituer une forme de valorisation compétitive des ressources de l'exploitation. Les performances économiques enregistrent une diminution sensible de 3,94 % (**Tableau 4**). Cette perte est estimée à 1,925 dinars par quintal de concentré non produit.

Effet de l'élimination du soutien des prix à la production des céréales.

En situation réelle (S_{01}) et aux prix économiques des céréales estimés à partir des prix de références internationaux, le triticales n'apparaît pas dans l'organisation optimale des activités de l'agro-combinat Koudiat comme le révèle l'analyse de sensibilité du modèle de la situation réelle. Sous ce scénario, le revenu de la ferme enregistre une baisse de 7 % accompagnée par une substitution de la presque totalité des blés en sec par le foin d'avoine en sec destiné à la vente et une élimination totale de l'élevage laitier. Excepté la terre en irrigué dont le coût d'opportunité a connu une diminution de 106 dinars par hectare, les autres facteurs ont gardé les mêmes coûts d'opportunité (**Tableau 5**).

En situation potentielle (S_{13}), l'élimination du soutien des prix à la production des céréales entraîne une réduction du revenu de la ferme de quatre mille dinars, une réduction des superficies du blé dur en sec et une élimination totale des superficies du blé tendre en sec. Les superficies de triticales augmentent de 19 hectares et celles de l'orge de 30 hectares. Ces deux produits sont destinés en totalité à la production de concentré dont une partie est consacrée à la satisfaction des besoins de l'élevage de la ferme. Les superficies de l'ensilage de triticales ont connu une faible régression suite à la réduction de l'élevage laitier de 21 unités zootechniques. Excepté la terre en irrigué dont le coût d'opportunité a connu une diminution de 354 dinars par hectare, les autres facteurs ont gardé presque les mêmes coûts d'opportunité (**Tableau 6**).

3.2. Avenir incertain

À chaque plan de production est associé un paramètre traduisant le niveau du résultat moyen espéré exprimé en millions de dinars et un paramètre V

Tableau 5. Plans de production optimums, revenus et coûts d'opportunité des facteurs comparés au prix observé et au prix économique de la situation réelle de Koudiat — *Compared optimal cropping patterns, revenues and opportunity costs of the factors at observed and economic prices of the actual situation.*

Scénario	S ₀₀	S ₀₁
Blé dur en sec (ha)	810,8	93,8
Orge (ha)	0,0	0,0
Triticale (ha)	0,0	0,0
Ensilage d'avoine (ha)	379,3	0,0
Blé tendre en sec (ha)	0,0	123,9
Foin d'avoine en sec (ha)	568,1	1541,0
Blé dur en irrigué (ha)	142,1	220,3
Blé tendre en irrigué (ha)	0,0	16,1
Bersim en irrigué (ha)	94,3	0,0
Parcours (ha)	100,0	100,0
Effectif bovin (UZB ¹)	676	0,0
Revenu (10⁶ Dinars*)	1,333	1,237
Coût d'opportunité		
terre en irrigué (D/ha)	248,26	142,99
main d'œuvre (D/j)	4,72	4,72
traction (D/h)	5,96	5,96
eau (D/m ³)	0,07	0,07

* En octobre 2003, 1 Dinar = 0,68 Euro

¹ UZB : Unité Zootechnique Bovine.

indiquant le niveau de variabilité correspondant. Quatre plans ont été obtenus sur la base du paramétrage de . Les activités retenues pour chaque plan sont présentées au **tableau 7**.

Il ressort de ces informations que, à l'opposé de la situation déterministe (avenir certain), le triticales apparaît dans la solution optimale de la situation qui tient compte du risque. La surface occupée par le triticales est plus élevée aux niveaux les plus bas de risque. De ces deux plans, la superficie allouée au triticales est plus importante au niveau de variabilité le plus faible (plan I). Ceci pourrait refléter le caractère stabilisateur de cette culture. Cette stabilité provient notamment de celle de ses rendements et de son prix. Le triticales est bien une céréale adaptée aux conditions difficiles et qui valorise bien les bonnes conditions de culture par les rendements élevés qu'elle peut donner sous ces conditions.

L'analyse des contraintes, qui se fait par le biais des coûts d'opportunité des facteurs, montre que pour le plan I, le coût d'opportunité de la terre assolée (menée en sec) est nul. Ceci est dû au fait que cette terre n'a pas été totalement utilisée. En effet, parmi les 1.859 hectares en sec, seulement 1.315 hectares sont utilisés. Le coût d'opportunité de la terre en irrigué est relativement élevé. Ceci s'explique par le fait que les cultures en irrigué ne présentent pas assez de risque.

Tableau 6. Plans de production optimums, revenus et coûts d'opportunité des facteurs comparés au prix observé et au prix économique de la situation potentielle — *Compared optimal cropping patterns, revenues and opportunity costs of the factors at observed and economic prices of the potential situation.*

Scénario	S ₁₀	S ₁₃
Blé tendre en sec (ha)	26,65	0,00
Blé dur en sec (ha)	46,02	4,84
Blé dur en irrigué (ha)	0,00	7,65
Orge (ha)	289,04	320,68
Triticale (ha)	341,63	360,86
Ensilage triticales (ha)	179,55	174,23
Foin d'avoine en sec (ha)	1055,40	1059,33
Parcours (ha)	100,00	100,00
Bersim en irrigué (ha)	56,74	54,61
Effectif bovin (UZB ¹)	353,00	332,00
PCBTR ² (quintaux)	29.078	23.349
PCFTR ³ (quintaux)	0,00	7.851
Revenu (10⁶ Dinars*)	1,420	1,416
Coût d'opportunité		
terre en irrigué (D/ha)	450,38	96,49
main d'œuvre (D/j)	4,91	4,81
eau (D/m ³)	0,079	0,079
traction (D/h)	5,96	5,96

* En octobre 2003, 1 Dinar = 0,68 Euro

¹ UZB: Unité Zootechnique Bovine.

² PCBTR: Production de concentré à base de triticales

³ PCFTR = Production de concentré à faible taux de triticales.

Dans ce plan on remarque de même un sous-emploi de la main d'œuvre et une sous-utilisation du nombre de tracteurs existants. Le coût d'opportunité de l'eau est élevé du fait que les 236 hectares en irrigué sont utilisés. Ce type de plan caractérise les décideurs adversaires du risque qui, à la recherche d'un minimum de risque, se contentent d'un revenu relativement faible. Concernant les plans II et III, il y a une amélioration au niveau du revenu, de l'occupation du sol et de la valorisation des facteurs de production par l'introduction du blé dur, du blé tendre, de la betterave à sucre et de l'élevage bovin laitier. Ce plan se rencontre chez les décideurs qui peuvent faire un arbitrage entre le revenu moyen espéré et le risque qui lui est associé. Quant aux décideurs préférant le risque (revenu élevé et niveau de risque également élevé), les activités retenues sont le fourrage en sec et en irrigué, l'élevage laitier et le blé dur en irrigué. Les coûts d'opportunité de la terre en irrigué, de l'eau et de la traction sont nettement supérieurs à ceux observés dans les autres plans. Ceci pourrait s'expliquer par une intensification plus élevée liée à l'augmentation de l'effectif de l'élevage laitier.

Tableau 7. Plans optimums, revenus moyens espérés (10^6 Dinars), niveaux de risque correspondants et coût d'opportunité des facteurs en avenir incertain— *Optimal cropping patterns, revenues (10^6 Dinars), corresponding risks levels and opportunity costs of the factors under uncertainty.*

	Plan I	Plan II	Plan III	Plan IV	Plan situation certaine
Revenu moyen espéré	1 = 0,800	2 = 1,100	3 = 1,250	4 = 1,400	
Niveau du risque	V1 = 284	V2 = 462	V3 = 570	V4 = 630	
Blé dur en sec (ha)	0,00	117,9	120,1	324,5	810,8
Blé tendre en sec (ha)	0,00	26,4	214,7	0,00	0,00
Orge (ha)	112,6	460,1	0,00	0,00	0,00
Triticale (ha)	497,3	48,2	0,00	0,00	0,00
Orge en vert (ha)	0,00	0,00	109,3	206,4	0,00
Ensilage d'avoine (ha)	26,3	26,3	228,5	540,0	379,3
Foin d'avoine en sec (ha)	578,9	578,9	642,8	687,0	568,1
Blé dur en irrigué (ha)	209,6	205,8	205,6	231,5	142,1
Blé tendre en irrigué (ha)	24,4	24,4	24,8	0,00	0,00
Bersim en irrigué (ha)	1,89	1,89	1,89	4,49	94,3
Betterave à sucre (ha)	0,00	3,8	3,8	0,00	0,00
Parcours (ha)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Superficie totale (ha)	1551	1594	1652	2095	2095
Effectif bovin (UZB ¹)	0,00	7	364	651	676
Coût d'opportunité					
terre menée en sec (D*/ha)	0,00	0,00	0,00	632,10	743,42
terre en irriguée (D/ha)	486,14	482,35	482,35	432,50	248,26
main d'œuvre (D/j)	0,00	4,37	4,62	5,48	4,72
eau (D/m ³)	0,16	0,13	0,13	0,10	0,074
traction (D/h)	0,00	5,41	5,87	6,78	5,96

* En octobre 2003, 1 Dinar = 0,68 Euro

¹ UZB: Unité Zootechnique Bovine.

4. CONCLUSION

L'expansion de la culture du triticale est tributaire, en plus de l'environnement technique et économique (rapport des prix des produits et des intrants) de l'exploitation, du mode de valorisation (grain, ensilage, production de concentré), de la destination du triticale (vente, valorisation interne) et du comportement du décideur vis-à-vis du risque.

En effet, en avenir certain et pour la situation réelle de l'agro-combinat Koudiat, la production du triticale grain pour la vente n'est pas préconisée par les plans de production optimums. La production du triticale ne peut avoir lieu que si le prix à la production du triticale (17 dinars le quintal) est majoré de son coût de substitution (2,808 dinars par quintal) aussi bien pour la politique des prix observés des produits et des intrants de l'année 1999 que pour celle substituant les prix officiels des céréales de 1999 aux prix économiques de ces dernières de la même année.

En situation potentielle de l'agro-combinat Koudiat, les deux politiques des prix citées précédemment permettent l'expansion de la production du triticale grain pour la fabrication des

concentrés (à base et à faible taux de triticale) et de la production du triticale pour ensilage en présence de l'élevage laitier. La nature, la quantité et la destination du concentré produit dépendent des rapports des prix des constituants du concentré produit et des prix des concentrés achetés. À titre d'illustration, une augmentation de 11,9 % et de 2,7 % respectivement des prix des concentrés N°7 et N°5 achetés à l'extérieur, se traduirait par une valorisation interne de la totalité de concentré à faible taux de triticale et d'une partie de concentré à base de triticale par le cheptel de l'exploitation. Par contre, une augmentation des prix des constituants (son, soja et CMV) achetés à l'extérieur pour la fabrication du concentré sur ferme induirait la disparition de l'activité production de concentré et, par conséquent, la disparition des activités orge et triticale du plan de production optimal.

En avenir incertain, l'étude a révélé, en outre, que l'opportunité de l'introduction de la culture du triticale ne dépend pas uniquement du prix de ce dernier comparé à ceux des autres céréales avec lesquelles il entre en compétition au niveau de l'exploitation, mais aussi du niveau du risque lié à la variabilité de

l'environnement technico-économique de l'agro-combinat et qui peut affecter la décision sur la production de triticales. En effet, sous un niveau de risque peu élevé, le triticales grain destiné à la vente apparaît dans le plan de production optimal et contribue à l'amélioration du revenu de l'exploitation. Ceci laisse voir que les zones marginales constitueraient des zones préférentielles pour l'extension de cette céréale.

Enfin, outre les considérations de prix, la consolidation de la place du triticales dans l'économie de l'exploitation dépendrait des possibilités de débouchés de la recherche sur des améliorations notables de cette espèce tant sur les plans rendement, valeur nutritive que diversification des utilisations. Or le triticales est une nouvelle espèce, en évolution rapide.

Bibliographie

- Bargaoui R. (1982). Utilisation du triticales dans l'alimentation des volailles. *Ann. Inst. Natl. Rech. Agron. Tunisie* **55** note de recherche 3, p. 1–20.
- Belaïd A. (1992). *Nutritive and economic value of triticales as feed grain for poultry* (Draft). Mexico: CIMMYT.
- Ghouhis F. (1984). *Substitution du maïs par le triticales dans l'alimentation de la poule pondeuse*. Tunis : Mémoire de fin d'études de second cycle de l'Institut National Agronomique de Tunisie.
- Hazell PBR. (1971). A linear alternative to quadratic risk programming. *Am. J. Agric. Econ* **53**, p. 53–61.
- Khorchani T. (1981). *Substitution du maïs par le triticales dans l'alimentation du poulet de chair*. Tunis : Mémoire de fin d'études de second cycle de l'Institut national agronomique de Tunisie.
- Leterme P., Thewis A. (1991). Utilisation du triticales en alimentation animale. In Seutin E., Falisse A. (eds). *Fumure et protection phytosanitaire des céréales. Conclusions des recherches effectuées en 1990*. Gembloux, Belgique : Centre de Recherches agronomiques ; Faculté universitaire des Sciences agronomiques, p. triticales 7–triticales 10
- Mâamouri AR., Deghaies M., El Felah M., Halila H. (1988). Les variétés de céréales recommandées en Tunisie. *Document technique de l'Institut national de la Recherche agronomique de Tunisie*, **103**.
- Ministère de l'Agriculture. (1993). *Agriculture, pêche et industries agro-alimentaires. Budget économique 1994*. Tunis.
- Ministère de l'Agriculture. (1997). *Compensation des céréales par produit*. Tunis : Direction de l'Approvisionnement de l'Office des Céréales.
- Ministère de l'Agriculture. (2001). *Annuaire des statistiques agricoles*. Tunis : Direction générale de la Planification du Développement et des Investissements agricoles.
- Najar T. (1993). Intérêt économique de l'incorporation du triticales dans l'alimentation des animaux domestiques. *Ann. Inst. Natl. Rech. Agron. Tunisie* **66** (1–2), p. 245–254.
- Sâade ME. (1993). *Triticale production and utilisation in Tunisia: constraints and prospects. Study Report*. Mexico DF: CIMMYT, XII, 51 p. Series CIMMYT Economics working. Paper 95-04.
- Touiti R. (1992). La caisse générale de compensation : analyse rétrospective et stratégie de réforme. In *Actes du séminaire de formation et d'information sur la politique agricole tunisienne et les restructurations économiques internationales*. Sidi Thabet, 26 nov 6 déc 1991. Tunisie.
- Varughese G., Barker T., Saari E.. (1987). *Triticale*. Mexico DF : CIMMYT, 32 p.

(14 réf.)