PN-ABH-811

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
PPC/CDIE/DI REPORT PROCESSING FORM

ENTER INFORMATION ONLY IF NOT INCLUDED ON COVER OR TITLE PAGE OF DOCUMENT

1. Project/Subproject Number: MAGHREB

2. Contract/Grant Number: No. USAID/Tunis 664-0343-C-00-5016-00

3. Publication Date: 5/91

4. Document Title/Translated Title: Linear Programming Model for Agricultural Planning in Tunisia: Case study on Public Sector in the Northwest

5. Author(s)
1. Roth, Michael
2. Chavas, Jean-Paul
3. Salmi, Ali
4. Thabet, Bambaker
5. Larbi, Hamda
6. Ayda, Mechergui

6. Contributing Organization(s): ABI, Institut Superieur de Gestion, Univ of WI, Ithaca Int'l

7. Pagination: 81

8. Report Number: 91-1

9. Sponsoring A.I.D. Office: USAID/Tunis

10. Abstract (optional - 250 word limit)

Linear programming model for Agricultural Planning in NW Tunisia

11. Subject Keywords (optional)
1.
2.
3.
4.
5.
6.

12. Supplementary Notes

13. Submitting Official

14. Telephone Number: 301-913-0500

15. Today's Date: 6/5/91

DO NOT write below this line

16. DOCID

17. Document Disposition: DOCRD [ ] INV [ ] DUPLICATE [ ]

AID 590-7 (10/88)

PN-ABH-811

Projet de Mise en Oeuvre de La Politique Agricole

Ministère de l'Agriculture, Direction Générale de la Planification, du Développement et des Investissements Agricoles (DGPDIA)
Bureaux du Projet: Boite Postale 24, 1003 Cité El Khadra, Tunis, République Tunisienne • tél. (216-1) 681-570/573

UN MODELE DE PROGRAMMATION LINEAIRE POUR LA PLANIFICATION AGRICOLE EN TUNISIE: CAS DU SECTEUR PUBLIC DANS LE NORD-OUEST

Mai 1991

Rapport Final 91-1

par

Michael Roth
Jean-Paul Chavas
Ali Salmi
Boubaker Thabet
Hamdi Larbi
Merchergui Ayda

Contractant Principal: **Abt Associates Inc.**, 4250 Connecticut Ave. N.W., Suite 500, Washington, D.C. 20008 • (202) 362-2800

Sous-traitants: **Institut Supérieur de Gestion**, 41, Avenue de la Liberté, Cité Bouchoucha, Le Bardo, Tunis, République Tunisienne • (216-1) 260-378/261-854

Ithaca International Limited, 707 Cayuga Heights Road, Ithaca, New York 14850 • (607) 257-2541

University of Wisconsin, International Agriculture Programs, 240 Agriculture Hall, Madison, Wisconsin 53706-1562 • (608) 262-1271

Sous les auspices de l'USAID Mission Spéciale Américaine de Coopération Economique et Technique

Table des Matières

PAGE

Executive summary i

Sommaire viii

I- Introduction 1

II- La méthodologie 1

A. Le Modèle 1

B. La Région Étudiée 3

C. La Fonction Objectif 3

D. Les Activités 3

a. Les Productions Végétales 4

b. Les Productions Animales 4

E. Les Ressources 5

a. La Terre 5

b. La Main-d'Oeuvre 5

c. Le Capital 5

F. Les Contraintes 5

III- Les Données Utilisées 8

IV- Interprétation de la Solution de Base 11

A. Un Aperçu Général 12

B. L'Étalonnage du Modèle de Base 13

C. La Sensibilité de la Solution 16

a. Les Productions 16

b. Les Facteurs de Production 18

PAGE

V- Implications sur la Politique Agricole 19

A. Le Modèle de Base 20

B. L'Élimination des Subventions sur les Engrais 20

C. L'Élimination des Subventions et des Quotas d'Eau 21

D. La Réduction de la Main-d'Oeuvre Permanente 22

E. L'Élimination des Quotas de Production 23

F. Tous les Scénarios Combinés 25

VI- Implications sur les Élasticités d'Offre 25

VII- Conclusion 29

Annexe 1- Prix et Rendements des Récoltes 42

Annexe 2- Besoins en Engrais et en Capital 44

Annexe 3- Besoins en Main-d'Oeuvre 46

Annexe 4- Les Rendements des Cultures Fourragères 48

Annexe 5- Valeurs Nutritives des Fourrages 49

Annexe 6- Le Modèle 51

Annexe 7- La Solution Optimale de Programme de Base 65

Annexe 8- Sensibilité de la Solution Optimale de Base 71

Annexe 9- Les Effets de la Politique Agricole sur les Superficies par type de Terre 80

Executive Summary

A LINEAR PROGRAMMING MODEL FOR AGRICULTURAL PLANNING IN TUNISIA: THE PUBLIC SECTOR IN THE NORTH-WEST REGION

Agricultural policy decisions require detailed analysis of the economic performance of the farm sector. By improving the understanding of the competitiveness of various crop and livestock enterprises, analysts are better able to gauge the adjustments in agriculture resulting from changing economic conditions. This study examines the competitiveness of agricultural activities in the north-west public sector, under alternative pricing policies and institutional reforms proposed within the framework of the Tunisian structural adjustment program. Impacts of these policies on net income, cropping patterns, output response, input use and opportunity cost of owned resources are simulated with a linear programming model developed from primary and secondary data sources. The model covers activities of the Unités Cooperatives de Production, the Agro-Combinats, and the Fermes Pilotes in the gouvernorats of Béja, Jendouba, Le Kef, Siliana and Zaghouan.

The work leading up to this report had four objectives: (1) to assist the Ministry of Agriculture (MOA) in evaluating the economic performance and impacts of alternative price and institutional policies in the public sector; (2) to illustrate the usefulness of linear programming models for improving the efficiency of state farms; (3) to strengthen the skills of DGPDIA/MOA staff in economic modeling and linear programming techniques; and (4) to help focus data needs and strengthen linkages between the bureaus of statistics and planning in the Ministry. This work was carried out as a collaborative effort by staff of the DGPDIA/MOA, the Department of Agricultural Economics in the

National Institute of Agriculture, and the International Agricultural Programs of the University of Wisconsin.

The choice of region (northwest) and sector (state versus private) were determined by a number of factors. First, technical operations in the public farm sector are relatively better understood and documented than in the private sector, facilitating data collection and model construction. Second, the decision was made to focus on food policy concerns, thus shifting the focus to the north-west region (with 77 percent of cereals area, 55 percent of the cattle, and 53 percent of the sheep and goats in the total public sector). The northeast public sector has a heavier orientation toward tree crop production. Because of problems of data availability, development of a private sector model was postponed for a later stage of the analysis.

Inputs in the public sector model include temporary and permanent labor, mechanization, ammonium nitrate fertilizer, super phosphate fertilizer, potassium fertilizer, irrigation water, and herbicides, all purchased at official prices. Land in the model is sub-divided into five soil types based on differences in moisture, soil depth and topography.

Activities in the model include principal sole crop and crop rotations for cereals (hard wheat, soft wheat, barley), legumes (fève), commercial vegetables (tomatoes, melons, potatoes, peppers); sugar beets; green forages (vesce avoine, orge, bersim-ray grass and luzerne), hay (wheat/oat straw and vesce avoine), ensilage (maize, sorghum and oats), and fallow (jachère travaillée and jachère paturée). The output of cereals, legumes, and vegetables, are sold at official prices. Forages and ensilage are produced as feedstuffs for sheep and cattle. Meat, milk, and wool produced as offtake from animal herds are sold at market prices. Wheat straw and hay can be either fed to sheep and cattle, or sold on the market.

A short-course in Operations Research Methods for Policy Analysis was taught in the DGPDIA, August-September 1989. Following its completion, work began on developing a simple model of the north-west public sector to help focus questions on farm operations and to identify data requirements. A field

visit to 5 public farms in December 1989 yielded data on technical coefficients associated with crop and livestock enterprises. In addition, discussions were held with agronomists, livestock specialists and economists of the National Institute of Agriculture to gather information on public sector farm operations and on technical norms. Estimates of input and output coefficients were also synthesized from official bulletins and other secondary sources. By March 1990, a preliminary model was operational and being used for policy analysis. The model presented here includes further changes in model specification and refinements in data made through December 1991.

The base case solution provides the gauge for measuring the model's ability to approximate actual public sector operations. The base solution includes outputs, land use patterns, input use, and the opportunity cost of fixed resources (land, water, permanent labor, animal units) generated by the model for the base year 1987. Model results compare remarkably well with data reported in official statistics, indicating that the model provides a good representation of crop and input management decisions in the public sector.

Five policy scenarios are simulated with the model: (I) eliminate fertilizer subsidies; (II) eliminate subsidies on irrigation water; (III) eliminate quotas on irrigation water supply; (IV) simulate the impact of reducing public sector employment; and (V) eliminate two sets of production quotas that reflect institutional policies of the public sector: a minimum requirement on area of sugar beets, and a maximum ceiling on vegetables.

Increasing the price of Ammonitre from 118 D/ton to 128 D/ton, and the price of super 45 from D 110/ton to D 141/ton (Scenario I), has only marginal effect on the base solution. Net farm income declines 1 percent. Cropping patterns are unaffected, indicating that changes in profitability are not sufficient to shift cropping patterns to less fertilizer intensive activities. Fertilizer use also remains the same, a result similar to earlier APIP findings of no significant relationship between fertilizer use and fertilizer prices in the northern region over the period 1975-87. Shadow prices of land resources decline marginally due to higher costs of field crop production.

The economic value of livestock units decline slightly due to higher costs of feedgrain production and of feedstuffs in animal rations.

Under scenario II, water prices are increased from D 25,000 to D 60,000 per million m^3. The higher price of water results in a substantial decline in public sector income, but does not alter output, cropping patterns or input use because water prices do not reduce water demand to below quota levels. Increasing water prices while simultaneously reducing water quotas (Scenario III) has a profound effect on public sector production and income. Compared with the water subsidies scenario alone, net farm income increases 19 percent. Irrigated area expands from 29,865 to 34,000 hectares. Water use increases from 150 to 171 million m^3. The shadow price of irrigable land nearly doubles from D 229/ha to D 425/ha as irrigable land not water becomes the binding constraint. Enhanced profitability of relatively water intensive crops (fève, bersim ray grass, ensilage) results in the substitution of forage for cereals on irrigated land. Opportunity costs of livestock increase substantially due to lower feed costs.

In Scenario IV, the size of the permanent work force is reduced in the model by 50 percent, equivalent to about 2,255 workers in the northwest public sector. A critical mass of permanent workers is allowed to remain for supervisory purposes and for critical day-to-day farm operations. Temporary workers are allowed to substitute freely for permanent workers. Net income rises slightly from D 36,183 to D 36,667 thousand due to a lower wage bill. Changes in labor costs, however, are not sufficient to alter output, cropping patterns, or input use. Employment of permanent labor declines from 1,367 to 684 thousand days annually. Temporary labor increases from 642 to 1,165 thousand days, resulting in a net reduction of 160 thousand days overall. These results derive from the fairly steady hiring of temporary workers throughout the year, and the absence of strong seasonal permanent labor underutilization.

Simulations (I) to (IV) are conducted with two output quotas in place: the area in vegetables is constrained not to exceed 6,490 ha; and users of

irrigation water are required to plant a fixed proportion (1/5) of their irrigated land in sugar beets to satisfy government quotas. Both constraints are eliminated in Scenario (V), allowing state farms to choose the most profitable crop mix. Based on model results, growers would shift from sugar beets to vegetables. Net farm income increases 61 percent. The substitution of vegetables for silage on irrigated land results in net water savings sufficient to relax the water constraint, and to expand the area under irrigation. The value of livestock declines substantially due to higher feed costs. From strictly an efficiency focus, profitability would be improved by permitting growers to increase vegetable production, and by eliminating quotas on sugar beets.

Results of the five simulations indicate that state farms could improve their profitability by increasing the production of vegetables, by lowering the quotas on sugar beets, by expanding the area of irrigable land, and by providing more flexible labor contracts. Even with higher costs of fertilizer, due to losses of input subsidies, net income with these changes rises 47 percent. Sugar beets, given current technology, prices and yields, do not appear to represent an optimal use of resources. Further investment in yield increasing or cost-reducing technology will be necessary if the sugar beet industry is to remain competitive with imported sugar.

The stability of the linear programming solution also provides useful insights on the possibilities for structural adjustments. On non-irrigated land (70 percent of total cultivated land), for example, the north-west region has a comparative advantage in cereal production under a wide range of market prices. This reflects the relative rigidity of the food production system in face of agro-climatic constraints. Economic conditions that lower the profitability of cereals will directly affect net farm income, with only minor substitutions to other cropping enterprises. Efforts at crop diversification to raise income, will require higher levels of technology, prices and irrigation than are now possible.

Total cereal supply or input demands tend to be very inelastic, as market prices have only a small impact on production decisions. The elasticity of total cereal supply with respect to a proportional change in the prices of all cereals is found to be 0.26. However, the possibilities of substitutions among cereals cultivated on dry land (hard wheat, bread wheat and barley) are quite important. The elasticities of supply are 1.01 for bread wheat, 4.92 for durum wheat, and 1.43 for barley. These large elasticities are generated mostly by substitutions among cereals. Changing relative prices of cereals can thus generate large adjustments in their respective productions. Yet, the aggregate grain supply response will be minor due to fixed land constraints in the sector. Pricing policy is thus likely to be less effective than policies aimed at stimulating investment in land-substituting technologies that increase wheat and barley production in the long-run.

In the absence of institutional constraints, the possibilities of substitution among irrigated crops (cereals, vegetables, sugar beet and forage) are found to be more important. Although irrigated land is only 30 percent of cultivated public land in the north-west, irrigated crops are highly profitable and can be sensitive to changing market conditions. Increasing the supply of irrigable land would increase the flexibility of the farming system to respond to prices and climatic risk. Further investments in irrigation infrastructure could also represent an efficient use of resources.

The current model provides an illustration of the use of linear programming in economic analysis and policy planning. As the work was done in close collaboration with staff of the MOA, the process helped to strengthen linkages between staff in statistics and planning, and strengthened skills in economic and policy analysis. With the assistance of APIP, the Ministry now has the computers, the software and the skills to operate the model, update it, and use it for further policy analysis. Work is now proceeding on a model for the private sector. Both sets of work will provide model templates for extending work to other regions.

A number of future improvements in the model appear to be desirable. Being static, the model fails to incorporate the dynamic processes that characterize livestock or tree productions. It neglects the issue of risk and uncertainty and the possible effects of climatic variability on management decisions. Also, there is a need to improve the analysis of crop yield response to fertilizers. Incorporating these issues in further refinements of the model would appear to be a good topic for further work.

Sommaire

UN MODELE DE PROGRAMMATION LINÉAIRE

POUR LA PLANIFICATION AGRICOLE EN TUNISIE:

CAS DU SECTEUR PUBLIC DANS LE NORD-OUEST

Toute mesure de politique agricole doit nécessairement reposer sur une analyse approfondie des mécanismes de fonctionnement technique et économique du secteur. Une analyse de la profitabilité et de la compétitivité des productions animales ou végétales peut aider à mieux comprendre l'évolution économique du secteur agricole face aux changements de la conjoncture économique. Cette étude examine les activités économiques du secteur agricole public du Nord-Ouest dans le contexte de la réforme de la politique agricole en Tunisie. Les effets de la politique agricole sur les revenus, les cultures, les productions, l'utilisation des intrants et sur le coût d'opportunité des ressources agricoles sont simulés par un modèle de programmation linéaire. Le modèle inclu les activités des Unités de Coopératives de Production, des Agro-Combinats et des Fermes Pilotes dans les gouvernorats de Béja, Jendouba, Le Kef, Siliana et Zaghouan.

Le travail rapporté ici a quatre objectives: 1/ aider le Ministère de l'Agriculture à mieux évaluer la performance économique du secteur public; 2/ illustrer l'utilité des modèles de programmation linéaire comme moyen de gestion des fermes d'État; 3/ améliorer les compétences du personnel de la DGPDIA en matière d'analyse économique et de planification; et 4/ essayer d'identifier les besoins en données statistiques ainsi que leur utilisation en planification. Ce travail est le résultat d'efforts combinés entre le

personnel de la DGPDIA, le département d'économie rurale de l'Institut National Agronomique de Tunisie, et l'International Agricultural Programs de l'Université du Wisconsin.

Le choix de la région (Nord-Ouest) et du secteur (public versus privé) a été influencé par de nombreux facteurs. D'abord, les techniques de production sont mieux comprises et mieux documentées dans le secteur public que dans le secteur privé, ce qui a facilité la collecte des données. Deuxièmement, la région Nord-Ouest est très importante du point de vue de la production agricole, avec 77 pour cent de la production céréalière et 55 pour cent du bétail du secteur public Tunisien.

Les facteurs de production inclus dans le modèle sont: la main-d'oeuvre (temporaire et permanente); la mécanisation; les engrais azotés, phosphoriques et potassiques; l'eau d'irrigation; et les herbicides (tous étant achetés aux prix officiels). La terre est divisée en cinq catégories en fonction de la topographie, de la pente et de la profondeur des terrains.

Le modèle inclus les cultures suivantes (en monoculture ou en assolement): les céréales (blé dur, blé tendre et orge); les légumineuses (fève); les cultures maraichères (tomates, melons, pomme de terre, poivre); la betterave à sucre; les fourrages verts (vesce avoine, orge, bersim-ray grass et luzerne); le foin de vesce avoine et la paille; l'ensilage (de maïs, de sorgho et d'orge); et la jachère (travaillée ou pâturée). Les productions de céréales, de légumineuses et de cultures maraichères sont vendues aux prix officiels. Les fourrages et les ensilages sont utilisés pour la nourriture du bétail. Les productions animales (la viande, le lait et la laine) sont vendues aux prix de marché. La paille de blé et le foin peuvent être utilisés pour la nourriture du bétail, ou bien vendus sur le marché.

Un cours sur Les Méthodes de Recherche Opérationnelles en Analyse Politiques a été enseigné à la DGPDIA en août - septembre 1989. À la suite de ce cours, l'on a commencé à développer un modèle du secteur public pour la région Nord-Ouest. En Décembre 1989, cinq visites sur des fermes d'État ont permis d'estimer un certain nombre de coefficients techniques concernant les productions agricoles. En plus, des discussions avec des agronomes, des zootechniciens et des économistes de l'Institut National Agronomique ont permis d'obtenir des renseignements utiles sur les techniques de production utilisées dans le secteur public. Finalement, des données ont été aussi obtenues à partir d'autres études ainsi que des publications officielles du Ministère de l'Agriculture. En Mars 1990, un modèle préliminaire était en place et commençait à être utilisé pour l'analyse de la politique agricole. Le modèle présenté ici inclut de nombreuses améliorations qui ont été incorporées entre Mars et Décembre 1990.

La solution de base du modèle permet d'évaluer sa capacité à expliquer les décisions de production dans le secteur agricole public. La solution de base inclut les productions, l'utilisation de la terre, l'utilisation des intrants, et le coût d'opportunité des ressources fixes (comme la terre, la main-d'oeuvre permanente et le bétail) pour l'année 1987. Les résultats du modèle sont assez proches des données officielles concernant les activités du secteur public. Ceci indique que le modèle donne une bonne représentation des décisions de production dans le secteur public.

Cinq scénarios de la politique agricole sont simulés: 1/ l'élimination des subventions sur les engrais; 2/ l'élimination des subventions sur l'eau d'irrigation; 3/ l'élimination des "quotas" d'eau d'irrigation; 4/ la réduction de la main-d'oeuvre permamente sur les fermes d'État; et 5/

l'élimination de deux "quotas" qui reflètent la politique du secteur public: une superficie minimum en betterave à sucre; et une superficie maximum en cultures maraichères.

L'augmentation du prix de l'ammonitre de 118 D/tonne à 128 D/tonne, et du prix du super 45 de 110 D/tonne à 141 D/tonne (Scénario 1) n'a que peu d'effet sur la solution de base. Le revenu net diminue de 1 pour cent. Les superficies culturales aussi bien que l'utilisation des engrais ne changent pas. Ce résultat est consistent avec les études antérieures de l'APIP qui n'ont pas trouvé de relation significative entre l'utilisation des engrais et leur prix dans le Nord-Ouest entre 1975 et 1987. Les prix implicites de la terre diminuent un peu à cause de l'augmentation des coûts de production. La valeur du bétail aussi diminue un peu à cause de la hausse du coût des rations alimentaires.

Avec le scénario 2, le prix de l'eau a été augmenté de 25000 à 60000 D/million m^3. Ce changement crée une diminution importante du revenu, bien qu'il n'affecte pas les productions ni l'utilisation d'eau (parce que la demande en eau demeure supérieure au "quota" d'eau). L'augmentation du prix de l'eau accompagnée de l'élimination du quota d'eau (scénario 3) a un effet profond sur les productions et sur le revenu agricole. Comparé au scénario 2, le revenu net augmente de 19 pour cent. Les superficies irriguées vont de 29865 à 34000 hectares. L'utilisation d'eau augmente de 150 à 171 million m^3. Le prix implicite des terres irrigables double presque, allant de 229 D/ha à 425 D/ha. L'amélioration du profit due aux cultures irriguées (fève, bersim ray grass, ensilage) est associée à une substitution fourrages - céréales sur terres irriguées. Les coûts d'opportunité du bétail augmentent beaucoup à cause de la diminution du coût de la ration.

Au scénario 4, la main-d'oeuvre permanente est réduite de 50 pour cent dans le secteur public du Nord Ouest. La main-d'oeuvre temporaire est embauchée au besoin. Ceci donne une petite augmentation du revenu net. La diminution du coût de la main-d'oeuvre cependant n'est pas suffisante pour changer les productions ni l'utilisation des intrants. L'emploi de la main-d'oeuvre permanente diminue de moitié alors que la main-d'oeuvre temporaire double presque, le résultat net étant une réduction de 160000 jours de travail par an. Ce scénario est associé à une embauche de travailleurs temporaires tout au long de l'année, et à une diminution du sous-emploi de la main-d'oeuvre permanente.

Les simulations (1) à (6) sont obtenues sous deux "quotas": la superficie en maraichage ne doit pas dépasser 6490 ha; et un minimum de 1/5 des superficies irriguées doit être planté en betterave à sucre pour satisfaire la politique gouvernementale. Ces deux contraintes sont éliminées au scénario (5), ce qui permet aux fermes d'État de choisir les activités les plus profitables. Le modèle suggère que les productions maraichères augmenteraient aux dépens de la betterave à sucre. Le revenu net augmente de 61 pour cent. La substitution maraichage - ensilage résulte en une diminution de la consommation d'eau et une augmentation des superficies irriguées. La valeur du bétail diminue beaucoup à cause de l'augmentation du coût de la ration.

Les résultats des cinq simulations indiquent que les fermes d'État pourraient améliorer leur profitabilité en augmentant les productions maraichères et les superficies irriguées, en diminuant les superficies en betterave à sucre, et en développant des contrats de travail plus flexibles. Même avec des prix d'engrais plus élevés (à cause de l'élimination des subventions), le revenu net pourrait augmenter de 47 pour cent. Etant donnés

la technologie, les prix et les rendements actuels, il semble que la betterave à sucre n'ait pas d'avantage comparatif sur les terres d'État de la région Nord-Ouest. En d'autres termes, de nouvelles technologies qui augmenteraient les rendements et/ou diminueraient les coûts de production devraient être développées avant que l'industrie de la betterave à sucre puisse devenir concurrentielle sur le marché mondial.

La stabilité de la solution du programme linéaire donne des renseignements utiles sur les possibilités d'ajustements structurels. Sur les terres non - irriguées (70 pour cent des superficies cultivées), la région du Nord-Ouest a un avantage comparatif en production céréalière dans des conditions de marché très variées. Ceci indique la rigidité du système de production dans des conditions agro - climatiques limitatives. Les conjonctures économiques qui diminueraient la profitabilité des céréales auront donc un effet important sur le revenu net, mais seulement peu d'effet sur le niveau des productions céréalières. Donc, des tentatives de diversification de cultures devraient probablement être associées à des technologies nouvelles.

L'offre totale en céréales ainsi que la demande en engrais sont très inélastiques et ne sont que peu influencées par les prix de marché. L'élasticité de l'offre totale en céréales par rapport à une augmentation proportionnelle du prix de toutes les céréales est estimée à 0,26. Cependant, les possibilités de substitution entre céréales cultivées en sec (blé dur, blé tendre, orge) sont très importantes. Les élasticités d'offre sont de 1,01 pour le blé tendre, 4,92 pour le blé dur, et 1,43 pour l'orge. Ces élasticités importantes sont en grande partie le résultat de substitution entre céréales. Donc, un changement des prix relatifs de chaque céréale peut entraîner des effets importants sur leur production respective, bien que la

réponse d'offre totale en céréales serait très faible (à cause des contraintes de terre). Du point de vue de leurs effets sur les niveaux de production totale, une politique des prix pourrait donc être moins efficace qu'une politique de recherche et de vulgarisation qui essayerait d'augmenter les rendements de blé et d'orge.

En général, les possibilités de substitution entre les cultures irriguées (céréales, maraîchage, betterave à sucre et fourrages) sont importantes. Bien que les superficies irriguées ne constituent que 30 pour cent des superficies cultivées sur les terres publiques du Nord-Ouest, les cultures irriguées sont très profitables et sont assez sensibles aux changements des prix. Un accroissement des réseaux d'irrigation et des superficies irriguées amélioreraient la flexibilité du système de production et sa capacité à s'adapter aux changements économiques et climatiques.

Le modèle actuel donne une bonne illustration de l'utilisation de la programmation linéaire en analyse économique et en planification. Ce travail a été accompli en collaboration étroite avec le personnel de la DGPDIA. Ceci a contribué à améliorer les compétences en matière d'analyse économique et de planification, ainsi que la coordination entre les statisticiens et les économistes au sein du Ministère de l'Agriculture. Avec l'aide de l'APIP, le Ministère maintenant a les ordinateurs, les logiciels et les compétences qui vont permettre l'utilisation du modèle et son amélioration à des fins d'analyse économique et politique. La spécification d'un modèle du secteur privé pour la région Nord-Ouest est maintenant en progrès. Ceci devrait donner une base de départ pour développer ce genre d'analyse sur d'autres régions.

Il convient de noter plusieurs possibilités d'amélioration du modèle présenté ici. D'abord, le modèle utilisé parait relativement statique puisqu'il n'intègre pas les processus dynamiques tels que ceux de l'élevage et de l'arboriculture. Il ne tient pas compte non plus du facteur risque lié à la variabilité climatique de la région. Aussi, l'analyse de la réponse des rendements en fonction de l'utilisation des engrais pourrait être améliorée. Donc, de nombreuses modifications pourraient être apportées au modèle. Ceci fera l'objet de travaux de continuation ultérieurs.

UN MODELE DE PROGRAMMATION LINÉAIRE POUR LA PLANIFICATION AGRICOLE EN TUNISIE: CAS DU SECTEUR PUBLIC DANS LE NORD-OUEST

I- INTRODUCTION

Ce travail a été réalisé dans le contexte du Projet d'Ajustement de la Politique Agricole entrepris par le Ministère de l'Agriculture de Tunisie. Il s'inscrit dans le cadre du Projet plus général de Réforme Économique au niveau de l'Intervention Publique dans le secteur agricole.

Le travail présenté décrit un MODELE de programmation linéaire appliqué à des exploitations agricoles relevant du secteur public dans la région Nord-Ouest de la Tunisie. Il constitue une première étape vers l'élaboration d'un MODELE plus complet pour l'ensemble du secteur agricole et répondant aux besoins de la planification. L'objectif du MODELE est d'identifier les activités agricoles qui permettraient d'augmenter les revenus nets des fermes considérées. L'on s'intéressera aussi à la sensibilité de ces revenus obtenus par rapport à des changements au niveau des instruments de la politique économique utilisés en agriculture (soutien des prix des produits, subvention des prix des facteurs, etc ...). Par conséquent, le présent document comprend plusieurs parties: d'abord une description détaillée de la structure du MODELE auquel l'on est parvenu; ensuite, une interprétation de la structure de la solution obtenue; et enfin une utilisation du MODELE pour étudier l'incidence de certains aspects de la politique agricole.

II- LA MÉTHODOLOGIE

A- Le MODELE

Le MODELE se propose donc d'analyser les activités agricoles qui contribuent à l'augmentation du revenu net des fermes de l'État et des coopératives de production dans la région Nord-Ouest de la Tunisie, en valorisant au mieux les ressources disponibles. Dans ce but, il s'agit d'identifier les décisions de production qui maximisent le revenu net. Dans le cas où le revenu est une fonction linéaire des décisions de production et que les contraintes technologiques ou institutionnelles qui pèsent sur ces décisions sont aussi linéaires, la maximisation du revenu net peut se faire

par le biais de la programmation linéaire. C'est l'apprcche qui a été suivie dans ce travail.

Dans sa forme la plus générale, un MODELE de programmation linéaire se présente comme suit:

$$\mathrm{Max}_x \{c'x : A\,x \leq b,\ x \geq 0\} \tag{1}$$

où $(c'x)$ est la fonction objectif, et $(A\,x \leq b)$ représente l'ensemble des contraintes qui peuvent influencer les décisions de production. Les variables sont définies comme suit:

. $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ est un vecteur (de dimension (nxl)) des variables de décisions qui sont supposées être non-négatives $(x \geq 0)$.

. $c = (c_1, c_2, \ldots, c_n)$ est un vecteur (de dimension (nxl)) de revenu net par unité d'activité, c_j étant le revenu (si positif) ou le coût (si négatif) d'une unité de l'activité x_j, $j = 1, 2, \ldots, n$. Donc, $c'x = \Sigma_j(c_j\,x_j)$ est le revenu net total qui est maximisé dans le problème ci-dessus.

. $b = (b_1, b_2, \ldots, b_m)$ est un vecteur de dimension (mxl), où chaque élément b_i représente le maximum d'une ressource "i" qui est disponible et pouvant être utilisée dans le processus de production, $i = 1, 2, \ldots, m$. En d'autres termes, il y a "m" ressources qui sont en quantités limitées, chacune d'elles pouvant être un facteur limitant dans les décisions de production. Certaines contraintes traduisant des restrictions sur les niveaux de production peuvent également être introduites dans le MODELE.

. $A = (a_{ij};\ i = 1, 2, \ldots, m;\ j = 1, 2, \ldots, n)$ est une matrice de coefficients techniques de dimensions (mxn). Le coefficient a_{ij} représente la quantité de ressource i qui est utilisée par unité de l'activité x_j. Donc, $\Sigma_j(a_{ij}\,x_j)$ est la quantité totale de la ressource i qui est utilisée par toutes les activités $x = (x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n)$. En d'autres termes, le système d'équations $A\,x \leq b$ simplement garantit que les quantités totales des ressources utilisées $(A\,x)$ ne dépassent pas les quantités maximum qui sont disponibles (b).

Le problème d'optimisation (1) est un problème de programmation linéaire qui peut être résolu par des méthodes numériques bien connues. La méthode numérique adoptée dans cette étude est celle du SIMPLEX utilisée par le logiciel LINDO.

B- La Région Étudiée

La région du Nord-Ouest comprend cinq gouvernorats à savoir: Béja, Jendouba, Le Kef, Siliana et Zaghouan. Béja et Jendouba ont un climat plutôt subhumide (entre 500 et 600 mm de pluie par an) tandis que Le Kef et Siliana ont un climat semi-aride (entre 350 et 500 mm). L'agriculture est essentiellement pratiquée en sec excepté dans les périmètres irrigués qui comptent près de 34000 ha de terre irriguée sur un total de 121000 ha de terre labourable. Dans cette région les associations de type céréaliculture-élevage dominent les systèmes de production, avec une contribution d'environ 60% de la production nationale des céréales et plus de 28% de la production animale. Le secteur public contribue pour plus de 20% de la production agricole de la région. Cette région comprend enfin 119 fermes d'État (Agro-combinats et coopératives de production).

C- La Fonction Objectif

Comme précédemment indiqué, il s'agit d'une fonction de revenu net des charges variables qui est à maximiser. La possibilité de variation des éléments de revenu dans le temps n'est pas pour l'instant prise en compte. Il s'agit par conséquent d'une fonction déterministe, c'est-à-dire pouvant se reproduire en année similaire. Les prix utilisés aussi bien pour les produits que pour les facteurs sont relatifs à l'année 1987.

D- Les Activités

Le modèle développé correspond à une "ferme d'État représentative" mais intégrant l'ensemble des ressources disponibles au niveau des domaines agricoles publics de la région du Nord-Ouest de la Tunisie. Le modèle comprend n = 293 activités et m = 199 contraintes. Les activités agricoles traduisent les différentes possibilités de production utilisant les ressources disponibles au niveau des fermes en question. Ces ressources incluent les terres, le bétail, l'eau d'irrigation et les autres facteurs de production. Les techniques culturales sont spécifiées dans les contraintes d'assolement et à travers les coefficients techniques des fonctions de production. Les productions agricoles peuvent se classer en deux grandes catégories: les productions végétales et les productions animales.

a. Les Productions Végétales:

Les productions végétales comprennent les productions commercialisées et les fourrages. Parmi les productions commercialisées se trouvent

1-les céréales: le blé dur (BD), le blé tendre (BT), l'orge (OG) et les autres céréales (AUTCER);

2-la betterave à sucre (BS) en irrigué; et

3-le maraichage: la tomate (TM), les pastèques et melons (PQ), la pomme de terre (PDT) et les piments (PM); et

4-les fèves et féveroles (FV).

Parmi les fourrages, on trouve

1-les fourrages en vert: la vesce avoine en vert (FVVA), la luzerne (LZ), l'orge en vert (FVOG) et le Bersim Ray-Grass (BRG);

2-les ensilages: ensilage de maïs (ENMS), ensilage de sorgho (ENSG) et ensilage de vesce-avoine (ENVA);

3-les foins et pailles: foin de vesce avoine (FNVA) et paille de céréales (PL); et

4-les jachères: jachère travaillée (JT) et jachère pâturée (JP).

Par ailleurs, il faut noter que le modèle ne comprend pas d'arboriculture. Les activités arboricoles n'ont pas été encore inclues en raison de leur faible superficie dans la région du Nord-Ouest. Elles sont par contre dominantes dans d'autres régions (Cap-Bon, Sahel, etc...).

b. Les Productions Animales

Les productions animales comprennent la viande (VIAND) et le lait (LAIT), qui peuvent être produits à partir de bovins de race pure (BOVP), de bovins de race croisée (BOVC) ou d'ovins (OVIN). Le modèle prend en compte la compétitivité et/ou complémentarité de ces productions animales avec les activités végétales. L'intégration de l'élevage est assurée à travers son alimentation à partir des produits fourragers produits sur la ferme et une complémentation de concentré qui est achetée sur le marché local, tandis que le surplus de fourrage ou de paille est supposé être commercialisé.

E- LES RESSOURCES

a. La Terre

La terre est divisée en cinq catégories: les terres irrigables (I), les terres de pente faible (1), les terres de pente moyenne (2), les terres de pente forte (3) et les pâturages (PATUR). Le souci derrière cette classification est de prendre en compte la différence en potentiel agronomique des sols selon leur profondeur, leur fertilité et leur pouvoir de rétention en eau.

b. La Main-d'Oeuvre

L'utilisation de la main d'oeuvre est divisée en cinq périodes de l'année: octobre-novembre (1), décembre-février (2), mars-mai (3), juin-juillet (4) et août-septembre (5). Ces cinq périodes ont été choisies pour refléter les disponibilités ainsi que les demandes différenciées au cours des différentes saisons du cycle annuel de production agricole. La main d'oeuvre peut être ou bien permanente ou bien temporaire. En contraste avec la main-d'oeuvre temporaire, la main-d'oeuvre permanente a un contrat de travail à plus long terme et est donc considérée comme fixe dans le court terme.

c. Le Capital

Le capital comprend les semences (SEM), le désherbage (DESH), la mécanisation (TRACTN), la moisson (MOISSON), l'eau (EAU) et les engrais: l'ammonitre (AMMONITRE), le super 45 (SUP45) et la potasse (POTASS). Tous ces facteurs ont été exprimés en quantités, à part le désherbage qui a été agrégé en valeur.

F- LES CONTRAINTES

De nombreuses contraintes sont introduites dans le modèle, soit un total de 199 contraintes. Elles reflètent les techniques de production ainsi que les autres facteurs qui peuvent influencer le choix des activités agricoles. Par exemple, elles peuvent définir les contraintes de rotation, c'est-à-dire l'ordre dans lequel certaines productions peuvent se succéder d'une année à l'autre. Aussi, elles peuvent inclure des contraintes socio-politiques ou institutionnelles qui peuvent refléter les pr tés de politique agricole

accordées au secteur public. Finalement, il faut noter que certaines contraintes sont simplement des contraintes comptables qui permettent au programme de calculer des variables sommaires (comme la production globale d'un même produit sur des sols différents). Bien qu'elles ne contraignent pas la solution du problème, ces contraintes comptables ont l'avantage de donner des renseignements utiles en lisant directement certains éléments qui se trouvent dans la solution optimale.

Les contraintes sur l'utilisation des ressources agricoles sont les suivantes:

-les productions agricoles en fonction des superficies cultivées et des rendements des récoltes (pour les cultures commercialisées ainsi que les fourrages). Les rendements varient avec le type de terrain et la rotation des cultures. Le blé dur (BD) peut être cultivé en irrigué ou sur terrain de pente faible, de pente moyenne ou de pente forte. Le blé tendre (BT) peut être cultivé en irrigué, sur terrain de pente faible ou de pente moyenne. L'orge (OR) se trouve sur terrain de pente faible, de pente moyenne ou de pente forte. La fève (FV) est cultivée en irrigué ou sur terrain de pente faible. La vesce-avoine (VA) ainsi que l'orge (OG) en vert peuvent se cultiver sur n'importe quelle terre. Toutes les autres cultures (betterave à sucre (BS), tomate (TM), pastèque et melon (PQ), pomme de terre (PDT), piment (PM), luzerne (LZ), ray-grass (RG), maïs (S) et sorgho (SG)) ne peuvent se trouver que sur les terres irriguées.

-les transferts des productions fourragères pour l'alimentation du bétail. Ces transferts se font d'une période à l'autre de l'année, sous forme d'ensilage (EN), de foin (FN) ou de paille (PL). Le pâturage et les fourrages verts sont supposés être non transférables.

-l'utilisation des fourrages pour satisfaire les besoins nutritifs du bétail. Pour les bovins de race pure (BOVP), les bovins de race croisée (BOVC) et les ovins (OVIN), les besoins nutritifs sont exprimés en unités fourragères (UF), en matières azotées digestibles (MAD), en matières sèches (MS) et en foin (FN).

-le cheptel: bovins de race pure (BOVP), bovins de race croisée (BOVC) et ovins (OVIN). L'unité statistique utilisée dans les différents cas est l'unité femelle.

-les rendements du cheptel pris en compte sont les productions laitières, les viandes et la laine.

-l'utilisation des semences sur les superficies cultivées: Elle varie avec les types de terres et les assolements.

-les terres disponibles: en irrigué (I), terrain de pente faible (catégorie 1), terrain de pente moyenne (catégorie 2), et terrain de pente forte (catégorie 3). Ceci représente globalement les types de terres disponibles dans le secteur public du Nord-Ouest de la Tunisie. Les terres irriguées se trouvent nécessairement sur terrains en pente faible, mais elles sont limitées par la disponibilité d'eau d'irrigation.

-les contraintes d'assolement des cultures. Bien que la plupart des cultures peuvent se faire en monoculture (à l'exception de la betterave à sucre et de quelques autres cultures), les rendements sont en général plus élevés en assolement. La plupart des assolements considérés sont des assolements sur deux ans. La seule exception est la rotation sur trois ans de la betterave à sucre: betterave à sucre (BS) - légumineuses (vesce avoine (VA) ou fève (FV)) - blé (dur (BD) ou tendre (BT)). Les autres assolements incluent: blé dur (BD) - jachère travaillée (JT); blé dur (BD) - jachère pâturée (JP); blé dur (BD) après légumineuses (vesce avoine (VA) ou fève (FV)); orge (OR) après légumineuses; blé (dur (BD) ou tendre (BT)) après légumineuses.

-les besoins en main-d'oeuvre. Pour chaque production (animale ou végétale), les besoins de main-d'oeuvre sont exprimés pour chaque période de l'année: (1) = octobre-novembre; (2) = décembre-février; (3) = mars-mai; (4) juin-juillet; (5) août-septembre.

-les besoins en mécanisation: par culture et par période de l'année.

-les besoins en moisson: par culture.

-les besoins en désherbage et en engrais (ammonitre, super 45 et potasse). Ces besoins varient avec les cultures, leur assolement et les types de sol.

-les besoins en eau: pour les cultures irriguées.

-la contrainte sur la production de la betterave à sucre: la superficie en betterave à sucre doit être au moins égale à 20 pour cent des surfaces des autres cultures en irrigué. Cette contrainte a été ajoutée pour mieux représenter le fait que la plupart des fermes d'État de la région Nord-Ouest

considèrent la betterave à sucre comme faisant partie des objectifs de la politique agricole Tunisienne d'autosuffisance en sucre, impliquant que chaque ferme d'État qui possède des terrains irrigués devrait cultiver un minimum de betterave à sucre.

III- LES DONNÉES UTILISÉES

Cette étude développe donc un modèle du secteur agricole public du Nord-Ouest de la Tunisie. Le modèle inclut les activités des fermes d'État --les Unités Coopératives de Production (UCP), les Agro-Combinats (AC) et les Fermes Pilotes (FP)-- ainsi que les activités publiques dans les périmètres irrigués. Les UCP, les AC et les FP sont organisés et gérés par l'État. Ces fermes d'État aussi bien que des fermes privées ont des cultures dans les périmètres irrigués où le réseau d'irrigation est géré par l'État.

Des données sur le secteur public sont publiées annuellement dans deux documents: l'Enquête Agricole de Base (EAB) et l'Enquête sur les Périmètres Irrigués (EPI). Cependant, la composition du secteur public varie entre les deux documents. Les données EAB couvrent l'utilisation des terres, l'utilisation des engrais, le bétail et la main-d'oeuvre pour les UCP, AC et FP (pas de données sur les productions). Les données EPI couvrent les superficies et l'utilisation des intrants sur les terres irrigables publiques ainsi que sur les terres privées dans les périmètres irrigués. Donc, puisque la distribution de l'eau est contrôlée par l'État, la gestion des activités agricoles dans les périmètres irrigués est à la fois publique et privée.

Les différences entre les données EAB et EPI posent deux problèmes: d'abord, comment définir le secteur public (en tant que ressources disponibles, coefficients techniques, etc.)?; et aussi, quelles données empiriques utiliser pour l'étalonnage du modèle? Par exemple, les données EAB sont très détaillées sur l'utilisation des terres (pâtures, terres labourées, jachère travaillée et terres incultes); cependant, parmi les terres labourables, elles ne distinguent pas entre les terres irrigables et les terres non-irrigables. L'EPI donne des renseignements détaillés sur l'utilisation des terres irrigables et irriguées dans le secteur public des périmètres irrigués, mais ces données ne sont pas par type d'agence aussi bien publique (UCP, AC ou FP) que privée. Le modèle qui est développé ici inclut le secteur public ainsi que les activités des fermes privées dans les

périmètres irrigués. L'exercice d'étalonnage du modèle demande donc une comparaison soigneuse entre les résultats du modèle et les données issues des deux enquêtes.

Quatre catégories de ressources sont considérées comme fixes dans le modèle: le terre, l'eau d'irrigation, la main d'oeuvre permanente et le bétail.

Concernant la terre, les UCP, AC et FP des cinq régions du Nord Ouest ont 17250 ha de jachère, 116309 ha de terres labourables, et 12117 ha de parcours en 1985-86 (1986 EAB). Les données de l'EPI-1989 pour les périmètres irrigués rapportent 35600 ha de terre irrigable dans le secteur public, 32000 ha étant effectivement irrigués. La qualité des sols (profondeur et topographie) est un facteur important de la production végétale. Le blé tendre est normalement cultivé sur les meilleures terres (terrains plats et sols profonds) à cause de la réponse de ses rendements à la fertilité et à l'eau. L'orge est normalement cultivée sur des terres plus pauvres (terrains en pente et sols peu profonds) à cause de sa résistance à la sécheresse. La division des ressources foncières par type de sol est difficile parce que la classification des types de sol est souvent basée sur des caractéristiques agronomiques beaucoup plus précises que simplement la texture ou la pente. En plus, aucune donnée n'était disponible sur les types de sol qui pourraient nous aider a définir d'une manière plus précise la qualité des terres.

Les ressources foncières sont donc définies subjectivement utilisant les données des enquêtes agricoles et les observations sur l'utilisation des terres. Des fonctions de production ont été inclues dans le modèle pour refléter l'avantage comparatif de chaque culture pour chaque type de terre. Les ressources foncières ont alors été ajustées par itérations successives jusqu'à ce que la solution du modèle de base se conforme aux pratiques culturales observées. La classification choisie est comme suit: 49000 ha de pente forte, 25000 ha de pente moyenne, 13000 ha de pente faible, 12120 ha de parcours, et 34000 ha de terre irriguée. La superficie totale (133276 ha) correspond à peu près aux ressources foncières rapportées ci-dessus dans l'EAB et l'EPI (181276 ha), moins la superficie en arboriculture (21479 ha) qui n'est pas inclue dans le modèle, et moins la superficie en terre labourable de l'EAB qui est aussi rapportée dans l'EPI pour les périmètres irrigués. Cette

différence se monte à 26677 ha. Aucune évidence n'est disponible pour savoir si ce chiffre est égal aux superficies de terre irriguées des UCP, AC et FP.

Les terres classifiées à pente faible peuvent être irriguées étant donné des investissements dans un réseau d'irrigation. La superficie de terre irrigable qui reste non-irriguée, à cause de contraintes sur la disponibilité d'eau d'irrigation (150 million m^3), est traitée simplement comme terre non-irriguée de pente faible (4135 ha) et est déterminée par la solution du modèle. Tant que cette contrainte est active, le coût d'opportunité des terres irrigables et des terres de pente faible sera nécessairement le même. Le niveau de la contrainte d'eau d'irrigation a été déterminé par des itérations successives du modèle jusqu'à ce que le ratio des terres irriguées par rapport aux terres irrigable soit égal à 0.89 (EPI-1989). Il est possible que des facteurs autres que l'eau d'irrigation soient responsables pour le manque de développement d'irrigation sur terres irrigables (par exemple, pluviométrie suffisante, ou technologie trop coûteuse). Cette contrainte pourrait être facilement relâchée pour évaluer cette possibilité.

Le nombre de bovins (unité femelle = u.f.) est calculé à partir du recensement du bétail (vaches, génisses et velles, et autres bovins) auprès des UCP, AC et FP rapportés dans l'EAB-1986, où 1 u.f. = 1 vache, 0.4 génisse ou velle, et 0.5 autre bovin. Il y a peu de bovins de race croisée sur les fermes d'État (EAB-1986). La taille du troupeau ovin (unité femelle = u.f.) est calculée à partir du nombre de brebis et autres ovins recensés sur les UCP, AC et FP, où 1 u.f. = 1 brebis et 0.6 autre ovin. Basé sur ces calculs, le troupeau du bétail est limité à un maximum de 9825 bovins de race pure (u.f), 130 bovins de race croisée (u.f.), et 95950 ovins (u.f.). Cette contrainte permet au modèle de choisir la liquidation du troupeau dans le cas où la production animale ne serait pas profitable. Aussi, elle empêche le modèle d'excéder une taille de troupeau qui serait plus grande que la taille actuelle (à cause des investissements fixes dans des étables, des machines à traire,...).

La taille de la main d'oeuvre permanente dans le secteur public est calculée à partir de données de l'EAB-1986 pour les UCP, AC et FP concernant le nombre total d'employés, le nombre moyen de jours de travail par an, et le nombre total de journées de travail par la main d'oeuvre permanente sur ces fermes d'État. Basé sur ces données pour 1985-86, le secteur public de la

région Nord Ouest emploie 1367337 jours de travail permanent, ou 4509 employés. L'année est divisée en cinq périodes agricoles: (1) Octobre-Novembre; (2) Décembre-Janvier; (3) Mars-Mai; (4) Juin-Juillet; et (5) Août-Septembre. La disponibilité de la main-d'oeuvre permanente est divisée entre ces cinq périodes selon le nombre de jours par période.

Les ressources foncières (par type de terre), l'eau d'irrigation, et le bétail ont chacune des contraintes de maximum dans le modèle. La contrainte sur l'eau d'irrigation implique qu'une partie des terres de pente faible qui sont irrigables peut être cultivée à sec et donc non-irriguée. La contrainte sur la main-d'oeuvre permanente est exprimée en terme d'égalité, ce qui veut dire que les employés permanents sont toujours payés, qu'il y ait du travail ou non. Donc, la main-d'oeuvre permanente est fixe, ce qui crée un besoin d'employer de la main-d'oeuvre temporaire pendant certaines périodes ainsi que la possibilité d'avoir un surplus de main-d'oeuvre permanente à d'autres périodes. Toutes les autres ressources sont déterminées par le modèle sans contrainte explicite.

Les données utilisées dans le modèle ont donc été obtenues de sources diverses: les enquêtes agricoles, des experts en matière d'agriculture et des sondages complémentaires auprès de quelques fermes d'Etat de la région Nord-Ouest. Elles sont présentées en Annexes 1 à 5. L'Annexe 1 donne les prix et les rendements des récoltes commercialisées. Les besoins des productions agricoles en engrais et en capital se trouvent en Annexe 2. Les besoins en main-d'oeuvre sont donnés en Annexe 3. Les rendements des cultures fourragères sont présentés en Annexe 4. Finalement les valeurs nutritives des fourrages se trouvent en Annexe 5.

L'annexe 6 donne le modèle de programmation linéaire. Sa solution a éte obtenue utilisant le logiciel LINDO. Les résultats sont discutés dans la section suivante.

IV- INTERPRÉTATION DE LA SOLUTION DE BASE

Les résultats indiqués ci-dessous se réfèrent à un avenir déterministe, c'est-à-dire reposant sur les informations utilisées dans la construction du modèle. Un réexamen de ces résultats en avenir aléatoire fera l'objet d'une étude ultérieure.

Il convient de noter l'interprétation correcte du revenu net dans la solution de base. Le revenu net est la valeur des productions agricoles, moins le coût des intrants. Donc, cela n'inclue pas les charges fixes associées a la gestion, au capital ou aux autres charges qui seraient considérées comme fixes dans le court terme. Une étude plus détaillée sur ces coûts fixes serait nécessaire pour établir des conclusions définitives sur la viabilité du secteur public agricole.

A- Un Aperçu Général

La solution optimale du modèle dit "de base" est présentée en Annexe 7. Elle donne un revenu global d'environ 36 millions D pour une Surface Agricole Utile (SAU) de 121000 ha, correspondant à une rémunération moyenne d'environ 300 D/ha de SAU. La solution se présente comme suit:

- 15645 ha d'orge en rotation avec de la jachère travaillée (OG/JT3) sur terrain de pente forte.
- 8855 ha d'autres céréales (AU/LG3) en rotation avec du foin de vesce avoine (FNVA3) sur terrain de pente forte.
- 12500 ha de blé dur (BD/LG2) en rotation avec 4299 ha de foin de vesce avoine (FNVA2) et 8201 ha d'ensilage de vesce avoine (ENVA2) sur terrain de pente moyenne.
- 20154 ha de blé tendre dont:
  8567 ha (BT/LG1) en rotation avec 3000 ha de fève (FV1) et 5567 ha d'ensilage de vesce avoine (ENVA1) sur terrain de pente faible; et
  11587 ha (BTI) en irrigué.
- 4931 ha d'ensilage de maïs (ENMSI), 1879 ha de Bersim ray-grass, 6490 ha de pomme de terre (PDTI), et 4978 ha de betterave à sucre (BSI) sur le reste de la superficie irriguée.

Le coût d'opportunité de la terre varie de 75.4 D/ha pour les terres à pente forte, 148 D/ha pour les terres à pente moyenne, 232 D/ha pour les terres à pente faible. Ces valeurs mesurent l'augmentation du revenu annuel net du secteur qui résulterait de la disponibilité d'un hectare supplémentaire de chaque type de terre. Elles reflètent la diminution de la productivité des terres avec l'augmentation de la pente.

Les 121000 ha de Surface Agricole Utile (SAU) se divisent en

. 57154 ha de céréales: 12500 ha de blé dur, 20154 ha de blé tendre, 15645 ha d'orge et 8855 ha d'autres céréales.

. 15645 ha de jachère travaillé.

. 3000 ha de fève.

. 33730 ha de cultures fourragères: 13153 ha de foin de vesce avoine, 1878 ha de fourrages en vert (Bersim ray-grass) et 18700 ha d'ensilage (dont 4932 ha d'ensilage de maïs et 13768 ha d'ensilage de vesce avoine).

. 6490 ha de cultures maraichères (la pomme de terre)

. 4978 ha de betterave à sucre.

Les productions animales s'élèvent à 31336 tonnes de lait, 9728 tonnes de viande et 288 tonnes de laine.

Les cultures irriguées utilisent 150 million de m^3 d'eau, 14184 tonnes d'ammonitre (117 kg/ha de SAU), 9441 tonnes de super 45 (78 kg/ha de SAU), 3362 tonnes de potasse (28 kg/ha de SAU), et 2 millions d'heures de main-d'oeuvre (16.6 heures/ha de SAU) dont 1.36 million d'heures de main-d'oeuvre permanente et 0.64 heures de main-d'oeuvre temporaire.

B- L'Étalonnage du Modèle de Base

Les résultats du modèle de base sont d'abord étalonnés contre les données de l'Enquête Agricole de Base-1986 pour le secteur public, et contre les données de l'Enquête sur les périmètres Irrigués-1989 pour les périmètres irrigués. Une comparaison entre les résultats du modèle de base et la situation observée à partir des enquêtes agricoles est rapportée au tableau 1. Les résultats paraissent très raisonnables. La situation observée a un peu moins de blé dur (12305 ha) et de blé tendre (19512 ha) mais davantage d'orge (15811 ha) pour une superficie totale de céréales de 56483 ha (comparée aux 57154 ha de la solution du programme). Aussi, la situation réelle a un peu plus de fourrages (33838 ha) comparé aux 33733 ha de la solution du programme, et un peu plus de fève (3179 ha) comparé aux 3000 ha obtenus du modèle. Les superficies en betterave à sucre sont assez proches de la réalité: 4810 ha comparé aux 4978 ha de la solution du programme. Finalement, par contrainte, les superficies de cultures maraichères sont les mêmes: 6490 ha dans les deux cas (bien que le modèle n'inclue que de la production de pomme de terre à l'exclusion des autres cultures maraichères).

En général, le modèle de base donne donc une bonne approximation des superficies cultivées rapportées dans l'EAB et l'EPI. Les superficies en céréales, en fourrages et en jachère travaillée s'écartent des données des enquêtes par moins de 5 pour cent. Ces cultures représentent à peu prés 90 pour cent des superficies cultivées à l'exception de l'arboriculture[1]. Quelques cultures secondaires ont été contraintes dans le modèle. Les "autres céréales", qui incluent l'avoine et le triticale, sont contraintes à la superficie de 1986 (8855 ha). Les données sur les "autres céréales" sont moins précises que sur les autres cultures. Elles ont été inclues dans le modèle pour éviter de surestimer les superficies de blé et d'orge. Donc, la superficie des "autres céréales" a été contrainte pour assurer une bonne représentation des pratiques culturales. Un minimum de 3000 ha de fève (qui inclue les pois, les pois chiches et les autres légumineuses) a été imposé dans la solution du modèle. Les superficies en maraichage ont été contraintes de ne pas excéder 6490 ha. Ceci empêche une augmentation importante des superficies en cultures maraichères qui peuvent être très profitables à cause de leur haut revenu net. La superficie en betterave à sucre est aussi contrainte: elle est égale à un cinquième des superficies irriguées. À la suite de visites de fermes publiques et privées dans les périmètres irrigués, les agriculteurs nous ont indiqué qu'ils sont obligés de planter de la betterave s'ils veulent avoir accès à l'eau d'irrigation. Le coefficient (un cinquième) est le ratio de la superficie en betterave à sucre par rapport à la superficie irriguée (EPI-1989).

Les pommes de terre dominent complètement les production maraichères dans la solution de base du modèle, bien qu'en réalité une grande variété de cultures maraichères est produite par le secteur public. Parmi les facteurs qui peuvent expliquer ce résultat, on peut noter: (a) les contraintes de travail ne sont pas assez précises dans le modèle pour capturer les goulots d'étranglement concernant la demande saisonnière en main-d'oeuvre; (b) l'hypothèse de prix constants et exogènes pour chaque culture n'est probablement pas très réaliste; (c) les besoins en intrants pour les cultures

---

[1] L'arboriculture a été exclue des superficies cultivées (et donc des terres disponibles) à cause du manque de données et de la nécessité d'avoir un modèle plus complexe qui pourrait représenter l'évolution dynamique de la productivité des arbres depuis leur plantation jusqu'à leur arrachage.

maraichères ne sont pas très précis, causant peut être une surestimation des revenus nets de la pomme de terre; et (d) des contraintes agronomiques (telles que les cultures multiples et les rotations qui peuvent faciliter les contrôles phytosanitaires) ne sont pas inclues dans le modèle.

Les données sur les engrais doivent être ajustées pour l'étalonnage du modèle. Deux ajustements doivent se faire pour l'ammonitrate et le super 45 utilisés par les UCP, AC et FP. Premièrement, l'utilisation de ces engrais en arboriculture doit être déduite puisque l'arboriculture n'est pas inclue dans le modèle. Deuxièmement, il faut ajouter la quantité d'engrais utilisée en maraichage par les agriculteurs commerciaux dans les périmètres irrigués. Les données EPI-1989 ne distinguent pas entre l'utilisation d'engrais par les agriculteurs commerciaux et les fermes d'État. Cependant, la superficie en maraichage sur les fermes d'État est assez faible (348 ha, EAB-1986) comparée au total (6490 ha, EPI-1989). Les résultats du modèle de base indiquent que l'utilisation de l'ammonitre (14184 tonnes) est un peu plus élevée que la quantité estimée par les enquêtes agricoles (12305 tonnes), alors que l'utilisation du super 45 est un peu moins élevée (9441 tonnes contre 11277 tonnes). Ceci suggère que l'utilisation des engrais par hectare a été surestimée pour l'ammonitre et sous-estimée pour le super 45, ou bien que certaines fermes du secteur public n'utilisent pas de super 45. A ce point, il est difficile de savoir laquelle de ces explications serait la plus plausible.

Le demande en main-d'oeuvre temporaire dépend de quatre hypothèses clés: (1) les coefficients techniques concernant les besoins en main-d'oeuvre pour chaque culture; (2) le nombre d'heures de travail par jour (5.2 heures/jour pour la main-d'oeuvre permanente et 6.5 heures/jour pour la main-d'oeuvre temporaire); (3) les salaires (3 Dinars/jour pour les deux catégories de main-d'oeuvre); et (4) la sécurité de l'emploi pour la main-d'oeuvre permanente. Les coefficients de besoin en main-d'oeuvre ont été déterminés à la suite de visites de fermes d'État, de discussions avec les agronomes et les zootechniciens de l'INAT, et d'une revue d'études similaires faites antérieurement. Les hypothèses (4) et (5) ne sont pas directement vérifiables à cause du manque de données. Cependant, étant donné ces hypothèses, la solution de base pour la main-d'oeuvre temporaire (641749 jours) est très

proche des données sur l'emploi dans les fermes d'État rapportées dans l'EAB-1986 (633930 jours).

Ces résultats indiquent que la solution du programme linéaire est assez proche de la réalité. En d'autres termes, le modèle semble donner une bonne approximation de la situation technique et économique du secteur public de la région Nord-Ouest. Donc, il est possible d'utiliser le modèle dans l'analyse des décisions de production dans ce secteur. Ceci va permettre d'anticiper les ajustements de la production agricole dans le secteur public du Nord-Ouest, dus à des changements de marchés ou des changements de politique agricole. Une telle analyse sera présentée ci-dessous. Nous nous tournons maintenant vers une étude plus détaillée de la sensibilité de la solution de base.

C- La Sensibilité de la Solution

a. Les Productions

La solution du programme linéaire donne les productions suivantes (voir Annexe 7):

- Une production totale de 175310 tonnes de céréales: 30000 tonnes de blé dur, 83588 tonnes de blé tendre, 42241 tonnes d'orge et 19481 tonnes d'autres céréales. Cette solution est stable pour des prix variant respectivement entre 179 et 187 D/T pour le blé dur, entre 168 et 173 D/T pour le blé tendre, entre 116 et 138 D/T pour l'orge, et en-deçà de 120 D/T pour les autres céréales (voir Annexes 7 et 8).

- Une production de betterave à sucre de 223990 tonnes. Cette solution est stable pour un prix de la betterave entre 21 D/T et 32 D/T (comparé à un prix de 27 D/T utilisé dans le modèle). C'est-à-dire qu'au-delà d'un prix de 32 D/T, la betterave commencerait à occuper plus de terre relativement aux autres cultures. Cependant, il faut noter que cette stabilité est due en grande partie à la contrainte qui impose au modèle d'avoir un minimum de superficie en betterave à sucre égale à 1/5 de la surface des autres cultures irriguées.

- Une production de pomme de terre de 68145 tonnes tant que le prix de la pomme de terre est au moins de 196 D/T (le prix dans le modèle étant de 220 D/T). Ceci indique que la pomme de terre est une culture maraichère

profitable en irrigué dans des situations de marché très diverses. Le manque d'ajustement des productions maraichères à l'augmentation de leur prix est dû en grande partie à la contrainte qui limite les superficies en maraichage à moins de 6490 ha. Puisque les cultures maraichères en irrigué sont en général très profitables, cette limite supérieure est atteinte dans des conditions de marché assez variées, ce qui empêche d'observer des ajustements en productions maraichères.

- Une production totale de lait de 31336 tonnes: 31047 tonnes de lait de vaches de race pure et 289 tonnes de lait de vaches de race croisée. Cette solution est stable pour un prix du lait excédant 116 D/T (étant donné un prix de 200 D/T utilisé dans le modèle). Ce résultat peut paraitre surprenant en ce sens que le lait serait profitable même si son prix descendait à 115 millimes le Kilo. Cet aspect mérite d'être étudié d'avantage car les activités animales telles que représentées dans le modèle actuellement ne permettent pas un ajustement possible du cheptel.

- Une production totale de viande de 9728 tonnes: 3930 tonnes de viande de bovins de race pure; 42 tonnes de viande de bovins de race croisée et 5757 tonnes de viande d'ovins. Cette solution est stable pour un prix de viande d'au moins de 814 D/T pour la viande bovine, ou de 1251 D/T pour la viande ovine (les prix du modèle de base étant de 1400 D/T pour la viande bovine et de 1800 D/T pour la viande ovine).

- 288 tonnes de laine.

- Finalement, une partie des fourrages produits sur la ferme est commercialisée: 33779 tonnes de foin sont vendues en période 2 (Décembre-Février) quand le prix du foin est plus élevé, et 66732 tonnes de paille sont vendues aussi en période 2 (Décembre-Février) quand le prix de la paille est plus élevé. Cette solution est stable pour des prix de fourrages variant entre 54 et 56 D/T de foin vendu en période 2, ou entre 28 et 35 D/T de paille vendue en période 2.

Les résultats de sensibilité rapportés en Annexe 8 indiquent que de petits changements de prix peuvent influencer d'une manière importante les productions céréalières. Cependant, les productions animales sont profitables dans des conditions de marché assez variées et ne sont pas sensibles aux changements de prix. Cette stabilité est due en grande partie à la structure du modèle qui établit une limite supérieure à la taille du troupeau: 9825

têtes de bovins de race pure, 130 têtes de bovins de race croisée et 95950 têtes d'ovins. Une fois cette limite supérieure atteinte, la taille du troupeau est fixe et le modèle ne permet que peu d'ajustements économiques de la production animale. En d'autres termes, le modèle est statique et traite la taille du troupeau comme variable exogène. Il devrait donc être interprété comme une représentation de situation économique à court terme où le nombre d'animaux est pratiquement fixe. Dans le long terme, l'on peut s'attendre à des ajustements dans la taille du troupeau. Puisqu'il ignore ces ajustements, le modèle tend à sous-estimer les possibilités d'ajustement de la production de lait ou de viande dus à des changements des prix de marché, spécialement dans le plus long terme[2].

Il convient de noter que le modèle capture bien un lien important entre les productions animales et les rendements céréaliers par l'intermédiaire des cultures fourragères. En effet, l'assolement "culture fourragère-céréale" a un effet positif sur les rendements céréaliers. Les productions fourragères autoconsommées qui sont des intrants pour les productions animales ont donc une influence importante sur le productivité des cultures céréalières. Dans ce sens, les productions animales et les céréales sont étroitement associées les unes aux autres et se complémentent dans ce système de production. Autrement dit, les productions animales, les céréales et les cultures fourragères font partie d'un système intégré et ne peuvent pas être analysées séparément. Par exemple, il se pourrait que certaines productions animales qui se justifient sur le plan économique dans le cadre du système de production (à cause de leur contribution à l'augmentation de la productivité des céréales) ne soient plus profitables par elles-mêmes si elles étaient des entreprises spécialisées.

b. Les Facteurs de Production

D'abord la terre est un facteur limitant: toutes les terres disponibles sont cultivées. Les coûts d'opportunité de la terre rapportés ci-dessus

---

[2] Une analyse de ces ajustements à plus long terme demanderait une modification importante de la structure du modèle. En particulier, ceci demanderait un modèle dynamique qui puisse capturer l'évolution de la taille et de la composition du troupeau par groupe d'âge des animaux. Ce développement du modèle pourrait être considéré à une date future.

mesurent la valeur implicite de la terre dans la production agricole. Par exemple, même les terres les moins productives ont un coût d'opportunité (c'est-à-dire une valeur) positif: 29 D/ha pour les parcours et 75 D/ha pour les terrains à pente forte. A l'autre extrême, les terrains plus productifs ont des coûts d'opportunité plus élevés: 149 D/ha de terrain à pente moyenne et 232 D/ha de terrain à pente faible.

L'utilisation des engrais est comme suit: 14183 T d'ammonitre pour un prix entre 50 et 186 D/T. (comparé aux 118 D/T utilisés dans le modèle); 9441 T de Super 45 pour un prix entre 38 et 177 D/T (comparé à un prix de 110 D/T); et 3361 T de potasse pour un prix ne dépassant pas 1659 D/T (comparé à un prix de 300 D/T utilisé dans le modèle). Ces résultats indiquent que des augmentations importantes du prix des engrais influenceraient la solution obtenue.

Le programme linéaire donne une dépense de 1.85 millions D pour les désherbants. Cette solution est stable tant que le prix des désherbants n'augmente pas de plus de 41 pour cent, ou ne diminue pas de plus de 32 pour cent par rapport à la situation de base. Donc, la demande d'herbicide semble être assez sensible aux changements de la situation économique.

Finalement, le modèle propose une utilisation de 2 millions d'heures de travail. Cette solution est stable tant que le prix de la main-d'oeuvre reste entre 0.8 et 7.8 D par journée de travail. Ceci indique que la demande d'emploi dans le secteur agricole public n'est pas très sensible aux changements du coût de la main-d'oeuvre.

V- IMPLICATIONS SUR LA POLITIQUE AGRICOLE

Le modèle de programmation linéaire du secteur public de la région Nord-Ouest développé ci-dessus est maintenant utilisé pour simuler les effets de la politique des prix et des changements de la politique agricole.

Six scénarios de la politique agricole sont examinés. Ceci inclut: (A) le modèle de base discuté ci-dessus; (B) l'élimination des subventions agricoles sur les engrais; (C) l'élimination des subventions sur l'eau d'irrigation et des quotas d'eau; (d) la réduction de la main-d'oeuvre permanente dans le secteur public; (E) l'élimination des quotas de production pour le maraichage et betterave à sucre; et (F) toutes les politiques B-E combinées.

Les interventions politiques sont simulées en changeant des paramètres, comme indiqué au tableau 2. Les résultats des simulations concernant les productions, les superficies, l'utilisation des intrants et les coûts d'opportunité des ressources fixes sont présentés aux tableaux 3 et 4 pour les scénarios A-C, et aux tableaux 5 et 6 pour les scénarios D et F. Des résultats plus détaillés sur les activités agricoles obtenues de chaque simulation sont présentés en Annexe 9.

A. Le Modèle de Base

Le modèle de base donne les productions, l'utilisation des intrants ainsi que le coût d'opportunité des facteurs fixes (comme la terre, l'eau, la main-d'oeuvre permanente ou les animaux du bétail) dans le secteur public pour l'année 1987. Le modèle de base est alors utilisé comme point de référence pour simuler les effets des scénarios de la politique agricole mentionnés ci-dessus.

B. L'Élimination des Subventions sur les Engrais

Ce scénario évalue l'effet d'une augmentation des prix de l'ammonitre et du super 45 sur le secteur public. La hausse des prix qui est envisagée ramènerait ces prix à un niveau qui éliminerait les subventions sur les engrais (AIRD, 1987). Le prix de l'ammonitre augmenterait de 8.5 pour cent, allant de 118 D/T à 128 D/T. Le prix du super 45 augmenterait de 28.2 pour cent, de 110 D/T à 141 D/T. Tous les autres prix ainsi que les coefficients techniques resteraient les mêmes.

Les résultats de la simulation indiquent que le revenu net dans le secteur public du Nord Ouest diminuerait de 1 pour cent, allant de 36183000 D à 35748000 D. Les productions agricoles resteraient les mêmes. Ceci indique que la réduction de la profitabilité ne serait pas assez importante pour justifier un ajustement vers des cultures moins intensives (comme l'orge ou les légumineuses). L'utilisation des engrais aussi reste la même. Les coûts d'opportunité de la terre diminuent un peu à cause de l'augmentation des coûts de production. La valeur du cheptel est aussi réduite un peu à cause de l'augmentation du coût implicite des fourrages. Ces résultats vérifient obtenus par Kristjanson et al. (1990) où une étude économique n'a pas

trouvée de relation significative entre l'utilisation des engrais et le prix des engrais dans la région Nord Ouest entre 1975 et 1987.

C. L'Élimination des Subventions et des Quotas d'Eau

Le système de distribution d'eau dans le secteur public est très subventionné (Bloch et al., 1991). Le ratio de terre irriguée par rapport a la terre irrigable étant de 0.89 (EPI-1989), ceci suggère un rationnement en eau. Ce scénario examine d'abord séparément puis ensemble les effets de (a) l'élimination des subventions sur l'eau d'irrigation, ce qui augmenterait le prix de l'eau de 25 D/1000m^3 à 60 D/1000m^3; et (b) l'élimination de la contrainte sur la disponibilité en eau, ce qui pourrait se faire par des investissements supplémentaires en infrastructure d'irrigation. Ces investissements, si l'irrigation est profitable, pourraient être financés par la réduction des subventions sur l'eau.

La hausse du prix de l'eau sans changement des quotas d'eau diminuerait sensiblement le revenu net du secteur public, bien qu'elle ne changerait pas les productions ou l'utilisation des intrants. Le revenu net diminuerait de 14.5 pour cent, de 36183000 D à 30933000 D. Cependant, le prix de l'eau n'est pas assez élevé pour réduire la demande en eau en deçà du niveau des quotas. Donc, le coût d'opportunité de l'eau resterait positif (15739 D/ million de m^3), et l'eau serait encore utilisée de la même manière sans changement des cultures ou de leur superficie.

La hausse du prix de l'eau en même temps que l'élimination des quotas en eau a un effet profond sur les productions et les revenus du secteur public. Comparé au scénario où le seul changement concerne le prix de l'eau, le revenu net augmente de 30933000 D à 36831000 D, ce qui est un peu plus élevé que le revenu net du modèle de base (36183000 D). Les superficies en irrigué croissent de 29865 ha à 34000 ha, tandis que les cultures en sec sur pente faible diminuent de 17135 ha à 13000 ha. L'utilisation de l'eau augmente de 150 à 171 million m^3. Le coût d'opportunité des terrains irrigués double presque: il va de 229 D/ha à 425 D/ha. En effet, dans ce cas, ce sont les terrains irrigables qui font défaut plutôt que l'eau. Le coût d'opportunité du bétail s'accroit sensiblement de 286 à 358 D/u.f. bovin de race pure et de 33 à 43 D/u.f. ovin à cause de la réduction du coût implicite des fourrages.

Un changement important caractériserait les productions végétales comme indiqué au tableau 3. La superficie en blé tendre diminuerait un peu de 83588 ha à 76509 ha, en grande partie à cause de la réduction des cultures en sec sur terrains de pente faible (Annexe 9). L'amélioration de la profitabilité des cultures intensives (fève, bersim ray-grass, ensilage) résulterait en une substitution d'ensilage aux dépends des céréales sur terre irriguée. Bien que les superficies en ensilage se réduisent presque de moitié, ceci est compensé par des rendements plus élevés et des superficies supplémentaires en ensilage de mais et de sorgho sur terre irriguée (qui remplace l'ensilage de vesce avoine sur pente faible et pente moyenne). Donc, une production plus élevée d'ensilage sur terre irriguée réduit la superficie d'ensilage vesce avoine sur terre en pente faible ou moyenne (voir Annexe 9). Aussi, la production et la vente de foin de vesce avoine augmente. L'alimentation fourragère du bétail est donc produite sur des superficies moindres par des cultures fourragères plus intensives et irriguées. La profitabilité de la betterave à sucre s'améliore aussi, mais l'accroissement de sa superficie est due à l'augmentation des surfaces irriguées et à la contrainte que la betterave doit être cultivée en proportion fixe par rapport aux surfaces irriguées.

D. Réduction de la Main-d'Oeuvre Permanente

Quelques questions importantes se posent concernant l'emploi dans le secteur public: (1) est-ce que l'emploi actuel dans le secteur public produit du sous-emploi pendant certaines périodes?; (2) s'il y a un surplus de main-d'oeuvre dans le secteur public, est-ce que ce surplus influence le choix des productions agricoles en faveur de cultures moins intensives du point de vue de la main-d'oeuvre?; et (3) quels seraient les effets d'une réduction de l'emploi permanent dans le secteur public agricole? Une comparaison des scénarios A et C indique que la main-d'oeuvre temporaire est requise durant les périodes 1-4 de l'année. Seulement la période 5 (Août-Septembre) se caractérise par l'absence de main-d'oeuvre temporaire, ce qui suggère le sous-emploi de la main-d'oeuvre permanente.

En dehors des coefficients techniques de besoin en main-d'oeuvre, deux hypothèses peuvent avoir un effet important sur les questions (2) et (3). La première est l'hypothèse que le salaire minimum garanti (3 D/jour) est constant pendant toute l'année pour la main-d'oeuvre temporaire aussi bien que

la main-d'oeuvre permanente. La deuxième est l'hypothèse que les travailleurs temporaires travaillent plus d'heures par jour (6.5) que les travailleurs permanents (5.2). Aucune source de données n'était disponible pour vérifier ces suppositions. Cependant, des discussions avec des experts agricoles semblent indiquer que les travailleurs privés temporaires seraient en moyenne plus efficaces que les travailleurs publics permanents. Cette observation se traduit dans le modèle par une plus grande disponibilité de travail par jour pour les travailleurs temporaires comparé aux travailleurs permanents. En d'autres termes, étant donné un salaire de 3 D/jour pour tout le monde, les travailleurs temporaires sont 25 pour cent plus efficaces que les travailleurs permanents dans le modèle.

La main-d'oeuvre permanente a été réduite de 50 pour cent pour capturer la possibilité d'une réduction de l'emploi permanent dans le secteur public, tout en maintenant une masse suffisante de main-d'oeuvre pour la gestion et les travaux journaliers. Cette politique serait équivalente à un licenciement de 50 pour cent de la main-d'oeuvre permanente, ce qui correspond à peu près à 2255 travailleurs dans le secteur public agricole.

Les résultats présentés aux tableaux 5 et 6 indiquent qu'une réduction de la main-d'oeuvre permanente diminuerait un peu le revenu net de 36183000 D à 36667000 à cause d'une diminution du coût total des salaires. Ces changements ne sont pas suffisants pour influencer les productions, les cultures ou l'utilisation des intrants. Les effets sur l'emploi sont cependant bien clairs. L'emploi de la main-d'oeuvre permanente se réduirait: de 136700 à 684000 jours. La main-d'oeuvre temporaire s'accroitrait: de 642000 à 1165000 jours. Ceci se traduirait par une réduction de 160000 jours par an. Ces résultats suggèrent qu'une réduction de moitié de la main-d'oeuvre permanente n'influencerait pas beaucoup les activités du secteur public ou ses revenus.

E. L'Élimination des Quotas de Production

Les simulations ci-dessus ont déjà examiné deux quotas de production. La production de maraichage a été contrainte pour ne pas excéder 6490 ha. Aussi, la betterave à sucre a été contrainte à 1/5 de la superficie irriguée comme condition préalable d'accès à l'eau d'irrigation, une condition motivée par le souci gouvernemental d'approvisionnement des usines de fabrication de sucre.

Ce scénario examine l'effet de l'élimination de ces deux quotas, permettant donc les secteur public de choisir n'importe quelle culture.

Les résultats de ce scénario indiquent que les producteurs arrêteraient de produire de la betterave à sucre et augmenteraient beaucoup la production de maraichage dans le secteur public. Cette préférence a été mentionnée plusieurs fois lors de nos visites dans le secteur irrigué des fermes d'État. La superficie en maraichage augmenterait de 6490 ha à 30688 ha et la valeur implicite d'un hectare de terre irriguée s'accroitrait de 232 D/ha à 1341 D/ha. La substitution du maraichage aux dépens de l'ensilage résulterait en une diminution des besoins en eau de telle sorte que la contrainte d'eau n'est plus active et que les superficies irriguées augmentent. La production de betterave à sucre disparaitrait complètement.

D'autres effets de substitution sont aussi apparents. La culture de blé dur diminuerait de 20154 ha à 6500 ha à cause de la substitution du maraichage aux dépens du blé sur terres irriguées. La superficie en orge diminuerait et la jachère travaillée disparaitrait sur pente forte, en même temps que les fourrages verts et l'ensilage en sec augmenterait en compensation pour la réduction d'ensilage sur terres irriguées (Annexe 9). La valeur du bétail, mesurée par son coût d'opportunité, diminuerait sensiblement de 269 à 131 D/u.f. bovin de race pure et de 33 à 10 D/u.f. ovin, à cause d'une hausse importante du coût implicite des fourrages. L'utilisation de l'ammonitre augmenterait de 14184 à 16801 tonnes, et le super 45 de 9441 à 12993 tonnes, à cause des besoins élevés des cultures maraichères en engrais. La demande en main-d'oeuvre temporaire aussi augmenterait de 642000 à 1015000 jours, à cause de l'augmentation en besoins de main-d'oeuvre particulièrement pendant la récolte des cultures maraichères.

Du point de vue efficacité économique, le secteur public pourrait donc améliorer ses revenus en augmentant les superficies en maraichage, et en éliminant les quotas sur la production de la betterave à sucre. Des résultats supplémentaires sur la betterave à sucre indiquent que son prix devrait augmenter de 27 à 46.5 D/tonne avant que les agriculteurs puissent trouver sa culture profitable. Il semble peu probable que la demande en sucre soit telle que le prix de la betterave à sucre va atteindre ces niveaux de prix dans les années qui viennent.

F. Tous les Scénarios Combinés

Le scénario F examine les effets combinés de tous les scénarios B-E. Le prix de l'ammonitre augmenterait de 118 D/tonne à 128 D/tonne et le prix du super 45 de 110 D/tonne à 141 D/tonne, ce qui éliminerait les subventions sur les engrais. Le prix de l'eau d'irrigation s'accroitrait de 25 à 60 D/1000 m^3 et les contraintes sur la disponibilité de l'eau d'irrigation disparaitraient. La taille de la main-d'oeuvre permanente diminuerait de moitié. Et les quotas de production sur le maraichage et la betterave à sucre seraient éliminés.

Comme le scénario C, l'effet de réduire les quotas semble dominer la solution du modèle. La production de cultures maraichères augmenterait de 6490 ha à 32402 ha. Cependant, l'augmentation de la valeur des terres irriguées serait moins importante (allant de 1191 à 1341 D/ha) à cause de la réduction des subventions sur l'eau et les engrais. L'utilisation d'eau diminuerait de 150 à 142 million m^3 à cause de la substitution des pommes de terre aux dépends de l'ensilage en irrigué qui a des besoins élevés en eau. Comme le scénario G, les superficies en blé tendre et en orge seraient en baisse sensible par rapport à la situation de base. La superficie d'orge serait en déclin à cause de l'expansion du foin de vesce avoine et des fourrages verts qui compensent la perte d'ensilage en irrigué (Annexe 9). L'emploi de main-d'oeuvre temporaire augmenterait sensiblement de 642000 jours à 13/6000 jours/an, ce qui traduit les besoins élevés des légumes en main-d'oeuvre aussi bien que les effets de la réduction de la main-d'oeuvre permanente. La valeur marginale d'une u.f. bovine pure diminuerait jusqu'à 38 D, tandis que la valeur d'une u.f. ovin serait beaucoup réduite comme le troupeau ovin va de 95950 à 69796 u.f. dû à l'augmentation du coût implicite des fourrages. En général, le revenu net pour le secteur public serait de 53319000 D, 47 pour cent plus élevé comparé à la situation de base, la majorité de cette augmentation étant due à l'élimination des quotas de production.

VI- IMPLICATIONS SUR LES ÉLASTICITÉS D'OFFRE

A partir de la solution dite "de base" du modèle discuté ci-dessus, il est intéressant de voir comment la combinaison des spéculations peut se modifier quand certains prix de produits changent. Cela permet de simuler l'effet des prix sur les décisions de productions. Cette analyse de

sensibilité va permettre de mieux évaluer l'efficacité relative d'une politique des prix dans la politique générale de développement agricole.

Pour analyser l'influence des prix sur l'offre des produits agricoles et la demande des intrants, le modèle de programmation linéaire à été résolu dans des conditions de marché différentes. En particulier, des prix utilisés dans le "modèle de référence" ont été doublés un à la fois, et chaque fois la solution obtenue a été comparée à la "solution de référence" [3]. Ceci a permis d'évaluer la sensibilité des décisions de production aux changements des prix de marché. Cette sensibilité est mesurée en termes relatifs par des élasticités rapportées au tableau 7 [4]. Ces élasticités peuvent s'interpréter comme le pourcentage moyen de changement des variables influencées (le revenu net, la production de céréales, etc...) dû à une hausse de prix de un pour cent. Les prix examinés sont: le prix du blé dur, le prix du blé tendre, le prix de l'orge, et le prix des céréales (défini en tant qu'augmentation proportionnelle du prix de toutes les céréales), le prix de la pomme de terre, le prix de la fève et le prix de la betterave à sucre.

Les élasticités rapportées au tableau 7 donnent des renseignements utiles sur les possibilités d'ajustements économiques aux changements de prix. En particulier, le tableau 7 montre l'influence des prix sur les variables suivantes: le revenu net, le coût d'opportunité des terres, la production de blé dur, de blé tendre et d'orge, la production de céréales (définie comme le tonnage total en céréales), la demande d'ammonitre, de super 45 et de potasse,

---

[3] Les fonctions d'offre et de demande dérivées du programme linéaire sont typiquement des fonctions "en escaliers" où les sauts d'un escalier à l'autre se produisent à chaque changement de la solution de base. Ici, l'on ne s'intéresse pas à la forme des escaliers, seulement à leur pente moyenne. Le choix de doubler chaque prix implique que les pentes moyennes des escaliers sont mesurées dans l'intervalle correspondant.

[4] Les élasticités rapportées au tableau 7 sont calculées comme suit:

$$E = [(y_1-y_0)/y_0]/[(p_1-p_0)/p_0]$$

où p est un prix et y est la variable influencée par le changement du prix p, 0 et 1 correspondant à la situation respectivement avant et après le changement de p. Dans notre cas où $p_1 = 2\ p_0$ (c'est-à-dire où le prix est doublé), la formule de calcul des élasticités devient

$$E = (y_1-y_0)/y_0.$$

la demande d'engrais (définie comme le tonnage total des trois types d'engrais) et l'utilisation des désherbants [5].

Le tableau 7 indique que les réponses aux changements du prix des céréales peuvent être assez importantes. Par exemple, l'augmentation du prix du blé dur a un effet positif assez important sur le revenu net (avec une élasticité de 0.595) et sur la valeur des terres (avec des élasticités qui varient de 1.37 à 2.59). Des résultats similaires sont obtenus avec le prix du blé tendre, sauf que l'élasticité de la valeur des sols en pente forte est moins élevée (bien que toujours positive). Ceci reflète le fait que le blé dur est mieux adapté aux terrains de pente forte que le blé tendre. L'effet du prix de l'orge sur le revenu net est positif (avec une élasticité de 0,22). Aussi, les élasticités de la valeur des sols par rapport au prix de l'orge sont plus élevées en pente forte (2.22) qu'en pente moyenne (0,82) ou en pente faible (0,40). Ceci indique que l'orge est mieux adaptée aux terrains en pente forte que le blé tendre. En général, le prix des céréales n'a pas beaucoup d'effet sur la demande d'engrais ou de désherbant, la demande de ces facteurs de production étant toujours très inélastique par rapport aux prix des céréales. Ceci exprime en partie le fait que les céréales ne sont pas des cultures très intensives du point de vue de l'utilisation de ces intrants.

L'influence du prix des céréales sur la production céréalière est particulièrement intéressante. D'abord, l'élasticité d'offre de chaque type de céréales est positive et assez élevée: elle est de 4,9 pour le blé dur, de 1,0 pour le blé tendre et de 1,4 pour l'orge. Aussi, les élasticités croisées sont en général négatives et assez élevées suggérant la forte compétition entre les diverses spéculations céréalières au niveau des ressources. Par exemple, l'élasticité de la production de blé dur par rapport au prix du blé tendre ou de l'orge est de -1,0. Ceci indique clairement que les trois types de céréales ont des relations de substitution importantes: une augmentation du prix du blé dur de 10 pour cent permettrait d'augmenter la production de blé

---

[5] L'effet des prix sur les productions animales (lait, viande et laine), sur l'utilisation des concentrés ou sur les cultures maraîchères ne sont pas rapportées au tableau 7 puisque nous avons vu ci-dessus que la solution du programme linéaire pour ces activités n'est pas très sensible à des changements de prix.

dur de 49 pour cent et de diminuer les productions du blé tendre et de l'orge de 10 pour cent.

Ces résultats pourraient suggérer de bonnes possibilités d'ajustements de la production céréalière aux changement du prix des céréales. Cependant, la réponse de la production céréalière totale a un changement proportionnel du prix de toutes les céréales est très inélastique: l'élasticité est seulement de 0,26. Ceci indique que les possibilités importantes de substitution mentionnées ci-dessus sont des substitutions entre les types de céréales, alors que les possibilités de substitution entre céréales et autres cultures sont limitées. Ceci est dû au fait que la solution du programme linéaire pour les cultures en sec (que ce soit sur des terrains en pente faible, moyenne ou forte) est pratiquement toujours la même, quelles que soient les conditions de marché: un assolement sur deux ans céréales-cultures fourragères. Donc, les superficies totales de céréales en sec sont pratiquement insensibles aux changements de prix. Ceci indique que, dans la région Nord-Ouest, les céréales (en association avec des cultures fourragères et de l'élevage) ont un avantage comparatif important par rapport aux autres cultures. En d'autres termes, les terrains en sec de la région Nord-Ouest sont des terres à vocation céréalière dans des conditions de marché très variées [6]. Étant donné que l'irrigation n'est pas très développée dans la région Nord-Ouest, les ajustements des cultures en sec tendent à dominer les ajustements totaux rapportés au tableau 7. Donc, l'insensibilité des superficies de céréales en sec explique pourquoi le prix des céréales n'a que peu d'influence sur la production totale de céréales ou sur l'utilisation des facteurs de production (comme les engrais ou le désherbant). Ainsi, dans la région Nord-Ouest, c'est l'avantage comparatif marqué des cultures céréalières en sec (en association avec les fourrages et l'élevage) qui tend à réduire les élasticités d'offre et de demande. Comme indiqué au tableau 7, ceci veut dire que des changements du prix des céréales auront en général beaucoup plus d'effets sur les revenus nets agricoles que sur les décisions de production.

---

[6] Sans doute, ceci ne devrait pas être surprenant quand on sait que cette région était déjà une région céréalière il y a 2000 ans: elle faisait partie du "grenier à blé" de l'empire romain.

Il convient de souligner que, si les terrains en sec sont à vocation céréalière dans la région Nord-Ouest, il n'en est rien des terrains irrigués. En effet, avec l'irrigation, les possibilités de substitution entre cultures deviennent beaucoup plus importantes. En particulier, les fourrages, les céréales, la betterave-à-sucre et les cultures maraîchères sont tous candidats pour l'utilisation des terres irriguées. Les résultats indiquent que, en l'absence de considérations de la politique agricole, les cultures maraîchères semblent avoir un avantage comparatif sur les autres cultures en terrains irrigués (bien que cet avantage ne soit pas aussi marqué que pour les céréales en sec). Ceci suggère que les fermes d'État du Nord-Ouest devraient penser à augmenter leur superficie de maraîchage en irrigué, ce qui pourrait les aider à améliorer leur profitabilité. Cependant, ceci ne pourrait se faire probablement qu'au détriment de la culture de la betterave-à-sucre.

VII- CONCLUSION

Le modèle de programmation linéaire développé pour le secteur public agricole dans le Nord-Ouest Tunisien est avant tout un outil d'analyse économique. Pour que cette analyse soit réaliste, il est nécessaire que l'outil traduise relativement fidèlement la situation du secteur étudié. A cet effet, bien qu'elle représente théoriquement une allocation optimale des ressources disponibles dans le contexte spécifié, la solution obtenue dite "de base" ne s'écarte pas beaucoup de la situation réelle du secteur. Il semble que, sur le plan technique, le système de production suivi résulte d'une longue expérience d'adaptation aux conditions naturelles du milieu régional et aux contraintes de production pour se rapprocher progressivement d'une situation optimale.

Comme outil de planification, le modèle indique que les fermes d'État de la région Nord-Ouest pourraient améliorer leur profitabilité: (1) en augmentant les superficies en maraîchage sur terres irriguées; (2) en diminuant les superficies en betterave-à-sucre; (3) en développant d'avantage les réseaux d'irrigation dans la région; (4) en donnant plus de flexibilité aux contrats de travail sur les fermes d'État.

Aussi, le modèle développé est capable de simuler les changements probables dans le secteur suite à des variations possibles de certaines variables économiques. Les possibilités d'ajustement des cultures en sec

suggèrent que les options de substitution diminuent au fur et à mesure que le niveau d'aggrégation augmente, confirmant ainsi la rigidité d'un système productif basé sur un assolement céréales-fourrages. Le modèle permet d'étudier des options de la politique des prix pour prédire les réactions d'ajustements potentiels du secteur. Les réactions identifiées montrent des substitutions importantes entre céréales cultivées en sec selon leurs prix relatifs. L'effet des prix des intrants sur les décisions de production semble être assez limité. Sur les terres irriguées par contre, la compétition peut être très serrée entre céréales, fourrages, maraichage et betterave à sucre.

Dans sa structure actuelle, le modèle utilisé parait relativement statique puisqu'il n'intègre pas les processus dynamiques tels que ceux de l'élevage et de l'arboriculture ou les assolements plus complexes qui sont parfois rencontrés au niveau de certaines fermes. Il ne tient pas compte non plus du facteur risque lié à la variabilité climatique de la région. L'outil de programmation linéaire est cependant assez flexible pour inclure les processus multipériodiques et prendre en compte le facteur risque au niveau de la fonction d'objectif. De pareilles modifications feront l'objet de travaux de continuation ultérieurs.

Tableau 1 - COMPARAISON DE LA SOLUTION DU PROGRAMME AVEC LA SITUATION RÉELLE

	Situation Réelle[a]	Solution de Base
Céréales (ha)	56483	57154
Blé Dur	12305	12500
Blé Tendre	19512	20154
Orge (en Grain)	15811	15645
Autres Céréales	8855	8855
Fourrages (ha)	33838	33733
Fourrage en Vert		1879
Foin de Vesce Avoine		13154
Ensilage		18700
Fève et féverole (ha)	3179	3000
Cult. Maraichères (ha)	6490	6490
Betterave à Sucre (ha)	4810	4978
Jachère Travaillée (ha)	17250	15645
Parcours (ha)	12117	12120
Terre Labourables (ha)	123380	121000
Ammonitre (tonnes)	12305	14184
Super 45 (tonnes)	11277	9441
M.O. Permanente (000 j)	1367	1367
M.O. Temporaire (000 j)	634	642

a. La situation réelle correspond aux superficies cultivées dans le secteur public de la région Nord-Ouest de la Tunisie et rapportées dans les enquêtes agricoles.

Tableau 2 - LES SIMULATIONS DU MODÈLE

	Valeurs Observées	Modèle de Base	Élimination des Subventions d'Engrais	Élimination des Subventions et des Quotas d'Eau
Modèle Simulé		A	B	C
Prix de l' Ammonitre (D/tonne)	118[a]	118	128	118
Prix du Super Phosphate (D/tonne)	110[a]	110	141	110
Prix de l'Eau (D/000 m^3)	25	25	25	60
Quota d'Eau (million m^3)	150b	150	150	0
M.O. Permanente (000 j.):	1,367.3[c]	1,367.3	1,367.3	1,367.3
Octobre-Novembre		227.9	227.9	227.9
Janvier-Février		341.8	341.8	341.8
Mars-Mai		341.8	341.8	341.8
Juin-Juillet		227.9	227.9	227.9
Août-Septembre		227.9	227.9	227.9
Contrainte de Betterave (ha)	4,810[e]	1/5 Sup. Irriguée	1/5 Sup. Irriguée	1/5 Sup. Irriguée
Quota sur le Maraichage (ha)	6,490[d]	6,490	6,490	6,490

a. Basé sur l'observation des prix payés par les agriculteurs (Enquête Conjoncture-1987).
b. Seulement 89% de la superficie irrigable est en fait irriguée (Enquête sur les Périmètres Irrigués-1989).
c. La taille de la main-d'oeuvre permanente est calculée comme suit: (nombre de travailleurs) x (nombre moyen de jours de travail), à partir de données de l'Enquête Agricole de Base-1986, pp. 55, 71, 84.
d. La superficie totale en maraichage dans le secteur public (Enquête sur les Périmètres Irrigués-1989).
e. La superficie totale en cultures industrielles dans les Périmètres irrigués.

Tableau 2 - LES SIMULATIONS DU MODÈLE (Suite)

	Modèle de Base	Réduction de la Main-d'Oeuvre Permanente	Élimination des Quotas de Production	Tous Scénarios Combinés
Modèle Simulé	A	D	E	F=B+C+D+E
Prix Ammonitre (D/t..)	118	118	118	128
Prix Super Phosphate (D/tn)	110	110	110	141
Prix Eau (D/000 m^3)	25	25	25	60
Quota d'Eau (million m^3)	150	150	150	0
M.O. Permanente (000 jours):	1,367.3	683.5	1,367.3	683.5
Octobre-Novembre	227.9	113.9	227.9	113.9
Janvier-Février	341.8	170.9	341.8	170.9
Mars-Mai	341.8	170.9	341.8	170.9
Juin-Juillet	227.9	113.9	227.9	113.9
Août-Septembre	227.9	113.9	227.9	113.9
Contrainte de Betterave	1/5 Sup. Irrig.	1/5 Sup. Irrig.	0	0
Quota de Maraichage (ha)	6,490	6,490	0	0

Tableau 3 - LES EFFETS DE LA POLITIQUE DES PRIX SUR LES SUPERFICIES ET SUR LES PRODUCTIONS DANS LE SECTEUR PUBLIC DU NORD-OUEST

	Valeurs Observées	Modèle de Base	Elimination des Subventions d'Engrais	Elimination des Subventions et des Quotas d'Eau
Modèle Simulé		A	B	C
Revenu Net (000 D.)		36,183	35,748	36,831
Récoltes (tonnes):				
Blé Dur		30,000	30,000	30,000
Blé Tendre		83,588	83,588	76,509
Orge		42,242	42,242	42,242
Autres Céréales		19,481	19,481	19,481
Fève		2,100	2,100	3,690
Betterave à Sucre		223,990	223,990	255,000
Pomme de Terre		68,145	68,145	68,145
Foin		33,779	33,779	71,703
Paille		66,732	66,732	57,678
Produits Animaux (tonnes):				
Lait		31,337	31,337	31,337
Viande Bovine		3,972	3,972	3,972
Viande d'Ovin		5,757	5,757	5,757
Laine		288	288	288
Superficie: (ha)				
Céréales	56,483	57,154	57,154	55,076
Blé Dur	12,305	12,500	12,500	12,500
Blé Tendre	19,512	20,154	20,154	18,076
Orge	15,811	15,645	15,645	15,645
Autres Céréales	8,855	8,855	8,855	8,855
Fève	3,179b	3,000	3,000	5,272
Betterave à Sucre	4,810	4,978	4,978	5,667
Cultures Maraichères	6,490c	6,490	6,490	6,490
Fourrages	33,838a	33,733	33,733	33,733
Verts		1,879	1,879	1,890
Foin Vesce Avoine		13,154	13,154	21,355
Ensilage		18,700	18,700	9,605
Jachère travaillée	17,250a	15,645	15,645	15,645
Parcours	12,117a	12,120	12,120	12,120

a. Superficies en fourrages, jachère travaillée et parcours dans les U.C.P.s, Agro-combinats et Fermes Pilotes (Enquête Agricole de Base-1986).
b. La fève inclut les féveroles, pois, pois chiches et autres légumineuses (Enquête Agricole de Base-1986).
c. La superficie totale en maraichage inclut les fermes privées dans les périmètres irrigués ainsi que les U.C.P., Agro-Combinats, et Fermes Pilotes.

Tableau 4 - LES EFFETS DE LA POLITIQUE DES PRIX SUR L'UTILISATION DES RESSOURCES DANS LE SECTEUR PUBLIC DU NORD-OUEST

	Valeurs Observées	Modèle de Base	Élimination des Subventions d'Engrais	Élimination des Subventions et des Quotas d'Eau
Modèle Simulé		A	B	C
L'Utilisation des Intrants:				
Ammonitre (tonnes)	12,305a	14,184	14,184	14,523
Super 45% (tonnes)	11,277a	9,441	9,441	9,824
Potasse (tons)		3,362	3,362	3,669
Eau (000,000 m3)	150b	150	150	174
M.O. Permanente (000 jours)	1,367d	1,367	1,367	1,367
M.O. Temporaire (000 jours)	634d	642	642	778
Octobre-Novembre		207	207	220
Janvier-Février		191	191	217
Mars-Mai		95	95	125
Juin-Juillet		149	149	199
Août-Septembre		0	0	0
Mécanisation (000 heures)		2,071	2,071	2,094
Terre Labourables:	123,380e	121,000		
Pente Forte		49,000	49,000	49,000
Pente Moyenne		25,000	25,000	25,000
Pente Faible		13,000	13,000	13,000
Irriguée		34,000	34,000	34,000
Irrigable en Sec		4,135	4,135	0
Terre pâturée	12,117c	12,120	12,120	12,120
Coût d'Opportunité des Ressources:				
Terre pente forte (D/ha)		75	75	75
Terre pente moyenne (D/ha)		149	145	145
Terre pente faible (D/ha)		232	229	224
Terre irriguée (D/ha)		232	229	425
Terre pâturée		29	29	25
Eau (000,000 m3)		50,739	50,230	0
Bovin-Race Pure (D/Unité Femelle)		286	285	358
Bovin-Race Croisée		188	187	228
Ovin		33	33	43

Footnotes for Table 4

a. Utilisation totale en engrais (10,894 tonnes d'Ammonitre, 9,716 tonnes de Super 45), moins l'engrais appliqué en arboriculture sur les fermes d'État (399 tonnes d'Ammonitre, 139 tonnes de Super 45), plus l'Ammonitre appliqué par les maraichers sur les périmètres irrigués (1,810 tonnes d'Ammonitre anode 1,700 tonnes de Super 45). Les donnés viennent de l'Enquête Agricole de Base (EAB)-1986 et l'Enquête sur les Périmètres Irrigués-1989.
b. Les contraintes sur l'irrigation ont été choisies pour obtenir un ratio de 0.89 entre les superficies irriguées et les superficies irrigables (EPI-1989).
c. Les terre irrigables en sec sont les superficies de pente faible qui pourraient être irriguées mais ne le sont pas à cause du manque d'eau.
d. Main-d'oeuvre (permanente ou temporaire) employée sur les fermes d'État (EAB-1986).
e. Terre labourables (133,559 ha), moins l'arboriculture sur les fermes d'État (21,479 ha; EAB-1986), plus le maraichage (6,490 ha) et la betterave à sucre (4,810 ha) dans les périmètres irrigués (EPI-1989).

Tableau 5 - LES EFFETS DE LA POLITIQUE AGRICOLE SUR LES SUPERFICIES ET LES PRODUCTIONS DU SECTEUR PUBLIC

	Modèle de Base	Réduction de la Main-d'Oeuvre Permanente	Élimination des Quotas de Production	Tous Scénarios Combinés
Modèle Simulé	A	D	E	F=B+C+D+E
Revenu Net (000 D)	36,183	36,667	58,143	53,319
Récoltes (tonnes):				
Blé Dur	30,000	30,000	30,000	30,000
Blé Tendre	83,588	83,588	22,100	22,100
Orge	42,242	42,242	22,145	21,217
Autres Céréales	19,481	19,481	19,481	19,481
Fève	2,100	2,100	2,100	2,100
Betterave à Sucre	223,990	223,990	0	0
Pomme de Terre	68,145	68,145	322,226	340,223
Piment	0	0	2,459	0
Foin	33,779	33,779	0	0
Paille	66,732	66,732	24,613	28,245
Produits Animaux (tonnes):				
Lait	31,337	31,337	31,337	31,337
Viande Bovine	3,972	3,972	3,972	3,972
Viande d'Ovin	5,757	5,757	5,757	4,188
Laine	288	288	288	209
Superficie:				
Céréales	57,154	57,154	37,921	37,499
Blé Dur	12,500	12,500	12,500	12,500
Blé Tendre	20,154	20,154	6,500	6,500
Orge	15,645	15,645	10,066	9,644
Autres Céréales	8,855	8,855	8,855	8,855
Fève	3,000	3,000	3,000	3,000
Betterave à Sucre	4,978	4,978	0	0
Culture Maraîchères	6,490	6,490	30,688	32,402
Fourrages	33,733	33,733	49,039	48,099
Verts	1,879	1,879	11,158	12,002
Foin Vesce Avoine	13,154	13,154	13,046	18,499
Ensilage	18,700	18,700	24,835	17,598
Jachère travaillée	15,645	15,645	0	0
Parcours	12,120	12,120	12,120	12,120

Tableau 6 - LES EFFETS DE LA POLITIQUE AGRICOLE SUR LES RESSOURCES DANS LE SECTEUR PUBLIC DU NORD-OUEST

	Modèle de Base	Réduction de la Main-d'Oeuvre Permanente	Élimination des Quotas de Production	Tous Scénarios Combinés
Modèle Simulé	A	D	E	F=B+C+D+E
Utilisation des Intrants:				
Engrais (tonnes):				
Ammonitre	14,184	14,184	16,801	16,766
Super 45%	9,441	9,441	12,993	13,045
Potasse	3,362	3,362	11,107	11,501
Eau (000,000 m3)	150	150	149	142
M.O. Permanente (000 jours)	1,367	684	1,367	684
M.O. Temporaire (000 jours)	642	1,165	1,015	1,376
Octobre-Novembre	207	298	554	661
Janvier-Février	191	328	461	614
Mars-Mai	95	232	0	26
Juin-Juillet	149	240	0	30
Août-Septembre		67	0	45
Mécanisation (000 heures)	2,071	2,071	2,822	2,856
Terre Labourables:	131,000	131,000	131,000	131,000
Pente Forte	49,000	49,000	49,000	49,000
Pente Moyenne	25,000	25,000	25,000	25,000
Pente Faible	13,000	13,000	13,000	13,000
Irriguée	34,000	34,000	34,000	34,000
Irrigable en Sec	4,135	4,135	0	0
Terre pâturée	12,120	12,120	12,120	12,120
Coût d'Opportunité des Ressources:				
Terre pente forte (D/ha)	75	75	84	85
Terre pente moyenne (D/ha)	149	147	190	192
Terre pente faible (D/ha)	232	230	286	289
Terre irrigué (D/ha)	232	230	1,341	1,191
Terre pâturé	29	29	40	42
Eau (000,000 m3)	50,739	50,769	0	0
Bovin-Race Pure (D/u.f.)	286	269	131	38
Bovin-Race Croisée	188	171	103	28
Ovin	33	32	10	0

Tableau 7 - ÉLASTICITÉS PAR RAPPORT AUX PRIX

	Prix du Blé Dur	Prix du Blé Tendre	Prix de l'Orge	Prix des Céréales
Revenu net	0.59	0.53	0.22	0.70
Prix d'opportunité de la Terre				
Pente Faible	1.37	1.48	0.40	1.51
Pente Moyenne	1.86	1.74	0.82	1.86
Pente Forte	2.59	0.18	2.22	2.59
Productions				
CÉRÉALES	0.14	0.18	-0.08	0.26
Blé Dur	4.92	-1.00	-1.00	1.30
Blé Tendre	-1.00	1.01	-0.55	0.58
Orge	-1.00	-0.51	1.43	-1.00
Facteurs de Production				
ENGRAIS	-0.07	-0.11	-0.08	-0.08
Ammonitrate	-0.09	-0.05	-0.02	-0.11
Super 45	-0.02	0.01	-0.19	-0.03
Potasse	-0.15	-0.15	0.03	-0.15
DÉSHERBANT	0.12	0.28	-0.17	0.28

Tableau 7 - ÉLASTICITÉS PAR RAPPORT AUX PRIX (Suite)

	Prix de la Pomme de Terre	Prix de la Fève	Prix de la Betterave
Revenu net	0.24	0.16	0.18
Prix d'opportunité de la Terre			
Pente Faible	0.02	1.06	0.08
Pente Moyenne	0.02	0.22	0.10
Pente Forte	0.01	0.00	0.04
Productions			
CÉRÉALES	0.07	-0.10	-0.25
Blé Dur	0.00	0.00	0.00
Blé Tendre	0.16	-1.00	-0.42
Orge	0.00	-0.42	-0.25
Facteurs de Production			
ENGRAIS	0.09	-0.10	0.15
Ammonitre	0.10	-0.32	0.11
Super 45	-0.01	0.17	0.18
Potasse	0.46	-0.31	0.24
DÉSHERBANT	0.09	-0.51	0.10

ANNEXES

Annexe 1 - PRIX ET RENDEMENTS DES RÉCOLTES

NO.	ACTIVITÉ UNITÉ	PRIX (1) D/TN	PROD. (2) TN/HA	PAILLE (3) TN/HA	SEMC. (4) KG/HA	PRIX SEMC (5) D/KG
	BD	185				.3
1	BDI		4	3	120	
2	BD/JT1		3.3	2	115	
3	BD/JT2		2.9	1.7	110	
4	BD/JT3		2.1	1.3	105	
5	BD/JP1		2.4	2	115	
6	BD/JP2		2.0	1.7	110	
7	BD/JP3		1.3	1.3	105	
8	BD/LG1		2.9	2	115	
9	BD/LG2		2.4	1.7	110	
10	BD/LG3		1.6	1.3	105	
11	BD/LGI		4.3	3	120	
12	BD/BSI		4.0	3	120	
	BT	170				.3
13	BTI		4.7	3	125	
14	BT/JT1		3.9	2	120	
15	BT/JT2		3.1	1.7	115	
16	BT/JP1		2.8	2	120	
17	BT/JP2		1.9	1.7	115	
18	BT/LG1		3.4	2	120	
19	BT/LG2		2.6	1.7	115	
20	BT/BSI		4.7	3	125	
21	BT/LGI		4.8	3	125	
	OG	120				.2
22	OG/JT1		3.1	2	105	
23	OG/JT2		2.9	1.7	100	
24	OG/JT3		2.7	1.3	105	
25	OG/JP1		2.4	2	100	
26	OG/JP2		2.1	1.7	95	
27	OG/JP3		1.8	1.3	105	
28	OG/LG1		2.8	2	100	
29	OG/LG2		2.5	1.7	95	
30	OG/LG3		2.2	1.3	95	
31	FV1	530	0.7		120	.7
32	FVI		1.1		140	
33	FV/BSI		1.1		140	
34	BSI	27	45.0		15	3.5
35	TMI	100	20.0		par ha	100
36	PQI	150	12.0		2	10
37	PDTI	220	10.5		2000	.12
38	PMI	300	7.0		par ha	120

Annexe 1 - PRIX ET RENDEMENTS DES RÉCOLTES (Suite)

ACTIVITÉ		PRIX	PROD.	PAILLE	SEMC.	PRIX SEMC
NO.	UNITÉ	(1) D/TN	(2) TN/HA	(3) TN/HA	(4) KG/HA	(5) D/KG
39	FVVA1		22		110	.25
40	FVVA2		17		105	
41	FVVA3		10		100	
42	FVVAI		27		120	
43	FVVA/BSI		27		120	
44	FNVA1		5.5		110	.15
45	FNVA2		4.5		105	
46	FNVA3		3.0		100	
47	FNVAI		7.0		120	
48	FVOG1		26		105	.2
49	FVOG2		21		100	
50	FVOG3		16		95	
51	FVOGI		32		115	
52	ENVA1		22		110	
53	ENVA2		17		105	
54	ENVA3		10		100	
55	ENAVI		27		120	.2
56	ENMSI		60		35	
57	ENSGI		70		25	
58	BRGI		60		25	
59	LZI		60		25	
60	PTUR.		3.2			
61	JP1		7.5			
62	JP2		6.4			
63	JP3		4.9			
64	JT1					
65	JT2					
66	JT3					
67	FOIN1	50				
68	FOIN2	55				
69	FOIN5	50				
70	PAILLE1	25				
71	PAILLE2	30				
72	PAILLE5	20				
73	LAITBP	200	3.16			
74	LAITBC	200	2.23			
75	VIANDBP	1400	0.4			
76	VIANDBC	1400	0.32			
77	VIANDOV	1800	0.06			
78	LAINE	1700	.003			
79	BOVP					
80	BOVC					
81	OVIN					

Annexe 2- BESOINS EN ENGRAIS ET EN CAPITAL

PRIX INTR.	.118	.110	.3	7.0	17.0	25
ACTIVITÉ	AMMON.	SP45	POTASSE	TRACTION	MOISSON	EAU
	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
UNITÉ	kg	kg	kg	heure	heure	000m3
BD						
1 BDI	150	100		19	2.3	3
2 BD/JT1	130	85		17	1.9	
3 BD/JT2	115	75		17	1.7	
4 BD/JT3	100	65		17	1.5	
5 BD/JP1	130	85		17	1.9	
6 BD/JP2	115	75		17	1.7	
7 BD/JP3	100	65		17	1.5	
8 BD/LG1	105	85		17	1.9	
9 BD/LG2	90	75		17	1.7	
10 BD/LG3	80	65		17	1.5	
11 BD/LGI	120	100		19	2.3	3
12 BD/BSI	150	100		10	2.3	3
BT						
13 BTI	150	100		19	2.3	3
14 BT/JT1	130	85		17	1.9	
15 BT/JT2	115	75		17	1.7	
16 BT/JP1	130	85		17	1.9	
17 BT/JP2	115	75		17	1.7	
18 BT/LG1	105	85		17	1.9	
19 BT/LG2	90	75		17	1.7	
20 BT/BSI	120	100		19	2.3	3
21 BT/LGI	150	100		19	2.3	3
OG						
22 OG/JT1	115			12	1	
23 OG/JT2	95			12	0.9	
24 OG/JT3	80			12	0.8	
25 OG/JP1	115			12	1.0	
26 OG/JP2	90			12	0.9	
27 OG/JP3	80			12	0.8	
28 OG/LG1	90			12	1	
29 OG/LG2	75			12	0.9	
30 OG/LG3	65			12	0.8	
31 FV1		125		17	1	
32 FVI		150		19	1.5	3.5
33 FV/BSI		150		19	1.5	4.5
34 BSI	350	250	120	30		8.5
35 TMI	500	170	200	58		7.5
36 PQI	150	300	200	52		7.5
37 PDTI	300	250	350	50		4
38 PMI	200	200	200	25		7.5

Annexe 2 - BESOINS EN ENGRAIS ET EN CAPITAL (Suite)

PRIX INTR. ACTIVITÉ	.118 AMMON.	.110 SP45	.3 POTASSE	7.0 TRACTION	17.0 MOISSON	25 EAU
UNITÉ	(6) kg	(7) kg	(8) kg	(9) heure	(10) heure	(11) 000m³
39 FVVA1	150	100		15		
40 FVVA2	115	80		12		
41 FVVA3	100	80		10		
42 FVVAI	175	125		20		1.5
43 FVVA/BSI	175	125		20		1.5
44 FNVA1	150	100		20		
45 FNVA2	115	80		16		
46 FNVA3	100	80		13		
47 FNVAI	175	125		30		3
48 FVOG1	150	100		8		
49 FVOG2	115	80		8		
50 FVOG3	100	80		8		
51 FVOGI	175	125		12		3
52 ENVA1	120	80		18		
53 ENVA2	110	80		16		
54 ENVA3	100	80		14		
55 ENAVI	200	150	75	21		7
56 ENMSI	300	200	100	25		8
57 ENSGI	250	150	75	23		6
58 BRGI	300	125		22		4
59 LZI	0	150	100	28		10
60 PTUR.						
61 JP1				0		
62 JP2				0		
63 JP3				0		
64 JT1				6		
65 JT2				6		
66 JT3				6		
67 FOIN1						
68 FOIN2						
69 FOIN5						
70 PAILLE1						
71 PAILLE2						
72 PAILLE5						
73 LAITBP						
74 LAITBC						
75 VIANDBP						
76 VIANDBC						
77 VIANDOV						
78 LAINE						
79 BOVP						
80 BOVC						
81 OVIN						

Annexe 3 - BESOINS EN MAIN-D'OEUVRE

	D/jour	.3	.3	.3	.3	.3	
	ACTIVITÉ	TRAV1	TRAV2	TRAV3	TRAV4	TRAV5	DÉSHERB
		(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
NO.	UNITÉ	H	H	H	H	H	D/HA
	BD						
1	BDI	9.9	3.9	2.4	4.5	5.2	35.00
2	BD/JT1	6.6	2.6	1.6	3	3.5	25.00
3	BD/JT2	5.9	2.3	1.4	2.7	3.2	25.00
4	BD/JT3	5.3	2.1	1.3	2.4	2.8	25.00
5	BD/JP1	7.3	2.9	1.8	3.3	3.9	30.00
6	BD/JP2	6.5	2.5	1.5	3	3.5	30.00
7	BD/JP3	5.8	1.9	1.4	2.6	3.1	30.00
8	BD/LG1	6.6	2.6	1.6	3	3.5	30.00
9	BD/LG2	5.9	2.3	1.4	2.7	3.2	30.00
10	BD/LG3	5.3	2.1	1.3	2.4	2.8	30.00
11	BD/LGI	9.9	3.9	2.4	4.5	5.2	30.00
12	BD/BSI	9.9	3.9	2.4	4.5	5.2	30.00
	BT						
13	BTI	9.9	3.9	2.4	4.5	5.2	45.00
14	BT/JT1	6.6	2.6	1.6	3	3.5	35.00
15	BT/JT2	5.9	2.3	1.4	2.7	3.2	35.00
16	BT/JP1	7.3	2.9	1.8	3.3	3.9	40.00
17	BT/JP2	6.5	2.5	1.5	3	3.5	40.00
18	BT/LG1	6.6	2.6	1.6	3	3.5	40.00
19	BT/LG2	5.9	2.3	1.4	2.7	3.2	40.00
20	BT/BSI	9.9	3.9	2.4	4.5	5.2	45.00
21	BT/LGI	9.9	3.9	2.4	4.5	5.2	45.00
	OG						
22	OG/JT1	3.2	2	1	3.5	3	20.00
23	OG/JT2	2.9	1.8	0.9	3.2	2.7	20.00
24	OG/JT3	2.6	1.6	0.8	2.8	2.4	20.00
25	OG/JP3	3.2	1.8	0.9	3.9	2.1	25.00
26	OG/JP1	3.5	2.2	1.1	3.5	3.3	25.00
27	OG/JP2	3.2	2.0	1	3.1	3	25.00
28	OG/LG1	3.2	2	1	3.5	3	25.00
29	OG/LG2	2.9	1.8	0.9	3.2	2.7	25.00
30	OG/LG3	2.6	1.6	0.8	2.8	2.4	25.00
31	FV1	30	15	23	2	4	
32	FVI	40	20	30	2	5	
33	FV/BSI	40	20	30	2	5	
34	BSI	125	225	225	200	0	60.00
35	TMI	90	96	150	375	580	
36	PQI	0	48	102	240	128	
37	PDTI	120	120	0	0	0	
38	PMI	80	0	124	336	584	

Annexe 3 - BESOINS EN MAIN-D'OEUVRE (Suite)

	D/jour ACTIVITÉ	.3 TRAV1	.3 TRAV2	.3 TRAV3	.3 TRAV4	.3 TRAV5	DÉSHERB
NO.	UNITÉ	(12) H	(13) H	(14) H	(15) H	(16) H	(17)
39	FVVA1	5	3.5	5	0	6	
40	FVVA2	4.5	3.2	4.5	0	5.4	
41	FVVA3	4.1	2.8	4.1	0	4.9	
42	FVVAI	9	4.5	7.5	0	9	
43	FVVA/BSI	9	4.5	7.5	0	9	
44	FNVA1	5	2.5	3.5	0	6	
45	FNVA2	4.5	2.3	3.2	0	5.4	
46	FNVA3	4.1	2	2.8	0	4.9	
47	FNVAI	9	3.4	5.3	0	9	
48	FVOG1	5.2	2.8	3	0	3	
49	FVOG2	4.7	2.5	2.7	0	2.7	
50	FVOG3	4.2	2.3	2.4	0	2.4	
51	FVOGI	9.4	3.1	4.5	0	4.5	
52	ENVA1	8	3	3	0	8	
53	ENVA2	7	2.7	2.7	0	7.2	
54	ENVA3	6	2.4	2.4	0	6.5	
55	ENVAI	12	4	4.5	0	12	
56	ENMSI		0	37	27	15	
57	ENSGI		0	10	50	15	
58	BRGI		6	3	4	6.5	
59	LZI	5	4	18	26	22	
60	PTUR.						
61	JP1						
62	JP2						
63	JP3						
64	JT1						
65	JT2						
66	JT3						
67	FOIN1						
68	FOIN2						
69	FOIN5						
70	PAILLE1						
71	PAILLE2						
72	PAILLE5						
73	LAITBP						
74	LAITBC						
75	VIANDBP						
76	VIANDBC						
77	VIANDOV						
78	LAINE						
79	BOVP	33	50	50	33	33	
80	BOVC	33	50	50	33	33	
81	OVIN	2.5	3.8	3.8	2.5	2.5	

Annexe 4 - LES RENDEMENTS DES CULTURES FOURRAGÈRES

PRODUCTION DES FOURRAGES

	PÉRIODE1	PÉRIODE2	PÉRIODE3	PÉRIODE4	PÉRIODE5	TOT.
FOURRAGES VERTS						
1 FVVA1	0	0	22	0	0	22
2 FVVA2	0	0	17	0	0	17
3 FVVA3	0	0	10	0	0	10
4 FVVAI	0	0	27	0	0	27
5 FVVA/BSI	0	0	27	0	0	27
6 FOG1	0	26	0	0	0	26
7 FOG2	0	21	0	0	0	21
8 FOG3	0	16	0	0	0	16
9 FOGI	0	32	0	0	0	32
10 BRGI	0	35	25	0	0	60
11 LZI	0	0	30	30	0	60
FOIN, ENSILAGE ET PÂTURAGE						
1 FNVA1	0	0	5.5	0	0	5.5
2 FNVA2	0	0	4.5	0	0	4.5
3 FNVA3	0	0	3	0	0	3
4 FNVAI	0	0	7	0	0	7
5 ENVA1	0	0	22	0	0	27
6 ENVA2	0	0	17	0	0	17
7 ENVA3	0	0	10	0	0	10
8 ENSAVI	0	0	27	0	0	27
10 ENSMSI	0	0	0	60	0	60
11 ENSG	0	0	0	70	0	70
12 PATUR.	0.3	1.2	1.2	0.5	0	2.2
13 JP1	1.0	2.5	2.5	1.5	0	7.5
14 JP2	0.8	2.2	2.2	1.2	0	6.4
15 JP3	0.5	1.8	1.8	0.8	0	4.9

Annexe 5 - VALEURS NUTRITIVES DES FOURRAGES

		NORMES DES FOURRAGES					
		PÉRIODE1	PÉRIODE2	PÉRIODE3	PÉRIODE4	PÉRIODE5	TOT.
	UF						
1	FVVA	60	60	60	60	60	300
2	FNVA	380	380	380	380	380	1900
3	FVOG	60	60	60	60	60	300
4	FVPAT	75	75	75	75	75	375
5	ENVA	100	100	100	100	100	500
6	ENMS	200	200	200	200	200	1000
7	ENSG	120	120	120	120	120	600
8	FVBRG	90	90	90	90	90	450
9	FVLZ	85	85	85	85	85	425
10	FNPAL	150	150	150	150	150	750
11	BES.BP	700	1050	1050	700	700	4200
12	BES.BC	450	675	675	450	450	2700
13	BES.OV	100	150	150	80	80	430
	MAD						
1	FVVA	10	10	10	10	10	50
2	FNVA	17	17	17	17	17	85
3	FVOG	9	9	9	9	9	45
4	FVPT	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	37.5
5	ENVA	16	16	16	16	16	80
6	ENMS	12	12	12	12	12	60
7	ENSG	14	14	14	14	14	70
8	FVBRG	20	20	20	20	20	100
9	FVLZ	19	19	19	19	19	95
10	FNPAL	0	0	0	0	0	0
11	BES.BP	70	105	105	70	70	423
12	BES.BC	52	78	78	52	52	302
13	BES.OV	10	15	15	10	10	41

Annexe 5 - VALEURS NUTRITIVES DES FOURRAGES (Suite)

		NORMES DES FOURRAGES					
		PÉRIODE1	PÉRIODE2	PÉRIODE3	PÉRIODE4	PÉRIODE5	TOT.
	MS						
1	FVVA	150	150	150	150	150	750
2	FNVA	850	850	850	850	850	4270
3	FVOG	150	150	150	150	150	750
4	FVPT	200	200	200	200	200	1000
5	ENVA	200	200	200	200	200	1000
6	ENMS	270	270	270	270	270	1350
7	ENSG	200	200	200	200	200	1000
8	FVBRG	150	150	150	150	150	750
9	FVLZ	170	170	170	170	170	850
10	FNPAL	900	900	900	900	900	4500
11	BES.BP	700	1050	1050	700	700	4200
12	BES.BC	500	750	750	500	500	3000
13	BES.OV	50	75	75	50	50	300
	FOIN						
1	FNAV						
2	FNPAL						
1	BES.BP	0.122	0.183	0.183	0.122	0.122	.732
2	BES.BC	0.122	0.183	0.183	0.122	0.122	.732
3	BES.OV						
	CONCENTRÉ PAR AN (prix = 150 D.T./Kg.)						
1	BES/BP	2					2
2	BES/BC	1.8					1.8
3	BES/OV	0					0

Annexe 6 - LE MODÈLE

```
WIDTH 80
!                                                    Base Case Model
!                                                    24 December 1990
!
!
!
!                    SECTEUR PUBLIC -- RÉGION DU NORD-OUEST
!
!
!I.  Produits
!
!  A. Céréales:                          B. Cultures Maraichères:
!
!     BD - Blé Dur            (Tn)        BS - Betterave à Sucre   (Tn)
!     BT - Blé Tendre         (Tn)        TM - Tomate              (Tn)
!     OG - Orge               (Tn)        PQ - Pastèque et Melons  (Tn)
!     AU - Autres Céréales    (Tn)        PDT- Pomme de Terre      (Tn)
!                                         PM - Piment              (Tn)
!
!  C. Fourrages en Vert:                 D. Ensilage:
!
!     FVVA - Vesce A. en Vert (Tn)        ENMS - Ensilage Maïs     (Tn)
!     FVOG - Orge en Vert     (Tn)        ENSG - Ensilage Sorgho   (Tn)
!     BRG  - Bersim Ray-Gras  (Tn)        ENVA - Ensilage Avoine   (Tn)
!     LZ   - Luzerne          (Tn)
!
!  E. Foin:                              F. Jachère:
!
!     FNVA - Vesce Avoine     (Tn)        JT - Jachère Travaillée  (Ha)
!     PAL  - Paille           (Tn)        JP - Jachère Paturée     (Ha)
!
!  G. Légumineuses:
!
!     FV - Fève et Féveroles  (Tn)
!
!  H. Élevage:
!
!     BOVP - Bovins Race Pure (Unité Femelle)
!
!              VIANDBP - Viande        (Tn)
!              LAIT    - Lait          (Tn)
!
!     BOVC - Bovins Race Croisée (Unité Femelle)
!
!              VIANDBC - Viande        (Tn)
!              LAIT    - Lait          (Tn)
!
!     OVIN - Ovins (Unité Femelle)
!
!              VIANDOV - Viande Ovin   (Tn)
!              LAINE   - Laine         (Tn)
!
!
```

```
!II.  Ressources
!
!  A. Main d'Oeuvre
!
!     TRAVPM - Travail Permanent   (Jours-Heures/5.2)
!     TRAVTM - Travail Temporaire  (Jours-Heures/6.5)
!
!     TRACTN - Traction            ('000 Heures)
!     MOISS  - Moisson             (Heures)
!
!     Périodes :   1 - Oct - Nov
!                  2 - Déc - Fev
!                  3 - Mars - Mai
!                  4 - Juin - Juillet
!                  5 - Août - Sept
!
!  B. Terre:                          C. Autres Ressources:
!
!    3 - Pente Forte       (Ha)          EAU      - Eau          ('000,000 m3)
!    2 - Pente Moyenne     (Ha)          AMMON    - Ammonitre    (Tn)
!    1 - Pente Faible      (Ha)          SUP45    - Super 45%    (Tn)
!    I - Irriguée          (Ha)          POTASS   - Potasse      (Tn)
!                                        TOTDESH  - Désherbant   ('000 Dinars)
!
```

```
!*****************************************************************************
!
!          Fonction Objectif
!
!*****************************************************************************
!
 MAX
    185 PRODBD  +   170 PRODBT  +   120 PRODOG  +  110 PRODAU  +  530 PRODFV
 +   27 PRODBS  +   100 PRODTM  +   150 PRODPQ  +  220 PRODPDT +  300 PRODPM
 +   5C FOIN1   +    55 FOIN2   +    50 FOIN5   +   25 PAILLE1 +   30 PAILLE2
 +   20 PAILLE5 +   200 LAITBP  +   200 LAITBC  + 1400 VIANDBP + 1400 VIANDBC
 + 1800 VIANDOV + 1700 LAINE
 -  300 SEMBD   -   300 SEMBT   -   200 SEMOG   -  700 SEMFV   - 3500 SEMBS
 -  100 TMI     - 10000 SEMPQ   -   120 SEMPDT  -  120 PMI     -  250 SEMVT
 -  150 SEMFN   -   200 SEMEN   - 25000 EAU     -  118 AMMON   -  110 SP45
 -  300 POTASS  -  7000 TRACTN  -    17 MOISS   -    3 TRAVPM1 -    3 TRAVTM1
 -    3 TRAVPM2 -     3 TRAVTM2 -     3 TRAVPM3 -    3 TRAVTM3 -    3 TRAVPM4
 -    3 TRAVTM4 -     3 TRAVPM5 -     3 TRAVTM5 -  150 CONCTR   - 1000 TOTDESH
!
SUBJECT TO
!
!*****************************************************************************
!
!    Production des Céréales, Légumineuses et Cultures Maraichères
!
!*****************************************************************************
!
  BLEDUR)      PRODBD - 4.0 BDI    -  3.3 BD/JT1  -  2.9 BD/JT2  -  2.1 BD/JT3
         - 2.4 BD/JP1 - 2.0 BD/JP2 -  1.3 BD/JP3  -  2.9 BD/LG1  -  2.4 BD/LG2
         - 1.6 BD/LG3 - 4.3 BD/LGI -  4.0 BD/BSI                 =    0
  BLETDR)      PRODBT - 4.7 BTI    -  3.9 BT/JT1  -  3.1 BT/JT2  -  2.8 BT/JP1
         - 1.9 BT/JP2 - 3.4 BT/LG1 -  2.6 BT/LG2  -  4.7 BT/BSI  -  4.8 BT/LGI
                                                                 =    0
  ORGE)        PRODOG - 3.1 OG/JT1 -  2.9 OG/JT2  -  2.7 OG/JT3  -  2.4 OG/JP1
         - 2.1 OG/JP2 - 1.8 OG/JP3 -  2.8 OG/LG1  -  2.5 OG/LG2  -  2.2 OG/LG3
                                                                 =    0
  AUTCER)      PRODAU - 2.7 AU/JT3 -  2.2 AU/LG3                  =    0
  FEVE)        PRODFV -  .7 FV1    -  1.1 FVI     -  1.1 FV/BSI  =    0
  BETTERAV)    PRODBS              -   45 BSI                     =    0
  TOMATE)      PRODTM              -   20 TMI                     =    0
  PASTEQUE)    PRODPQ              -   12 PQI                     =    0
  POMTERRE)    PRODPDT             - 10.5 PDTI                    =    0
  PIMENT)      PRODPM              -    7 PMI                     =    0
!
```

```
!
!*************************************************************************
!
!          Superficies
!
!*************************************************************************
!
 SUPERBD)  SUPBD  - BDI     - BD/JT1 - BD/JT2 - BD/JT3 - BD/JP1   - BD/JP2
                  - BD/JP3 - BD/LG1 - BD/LG2 - BD/LG3 - BD/BSI   - BD/LGI  = 0
 SUPERBT)  SUPBT  - BTI     - BT/JT1 - BT/JT2 - BT/JP1 - BT/JP2   - BT/LG1
                  - BT/LG2 - BT/BSI - BT/LGI                                = 0
 SUPEROG)  SUPOG  - OG/JT1 - OG/JT2 - OG/JT3 - OG/JP1 - OG/JP2   - OG/JP3
                  - OG/LG1 - OG/LG2 - OG/LG3                                = 0
 SUPERAU)  SUPAU  - AU/JT3 - AU/LG3                                         = 0
 SUPERFV)  SUPFV  - FV1              - FVI     - FV/BSI                     = 0
 SUPERBS)  SUPBS  - BSI                                                     = 0
 SUPERTM)  SUPTM  - TMI                                                     = 0
 SUPERPQ)  SUPPQ  - PQI                                                     = 0
 SUPERPDT) SUPPDT - PDTI                                                    = 0
 SUPERPM)  SUPPM  - PMI                                                     = 0
 SUPRVRT)  SUPFVT - FVVA1  - FVVA2  - FVVA3  - FVVAI  - FVVA/BSI - FVOG1
                  - FVOG2  - FVOG3  - FVOGI  - BRGI   - LZI                 = 0
 SUPERFN)  SUPFN  - FNVA1  - FNVA2  - FNVA3  - FNVAI                        = 0
 SUPEREN)  SUPEN  - ENMSI  - ENSGI  - ENVAI  - ENVA1  - ENVA2    - ENVA3    = 0
 SUPERPAT) SUPPAT - JP1    - JP2    - JP3                                   = 0
!
!*************************************************************************
!
!          Production de Fourrages
!
!*************************************************************************
!
  RFVVA1) PRDFVVA1 -   0 FVVA/BSI -   0 FVVAI  -   0 FVVA1  -   0 FVVA2
                   -   0 FVVA3                                            <= 0
  RFVVA2) PRDFVVA2 -   0 FVVA/BSI -   0 FVVAI  -   0 FVVA1  -   0 FVVA2
                   -   0 FVVA3                                            <= 0
  RFVVA3) PRDFVVA3    27 FVVA/BSI -  27 FVVAI  -  22 FVVA1  -  17 FVVA2
                   -  10 FVVA3                                            <= 0
  RFVVA4) PRDFVVA4 -   0 FVVA/BSI -   0 FVVAI  -   0 FVVA1  -   0 FVVA2
                   -   0 FVVA3                                            <= 0
  RFVVA5) PRDFVVA5 -   0 FVVA/BSI -   0 FVVAI  -   0 FVVA1  -   0 FVVA2
                   -   0 FVVA3                                            <= 0
!
  RFNVA1) PRDFNVA1 -   0 FNVAI    -   0 FNVA1  -   0 FNVA2  -   0 FNVA3  <= 0
  RFNVA2) PRDFNVA2 -   0 FNVAI    -   0 FNVA1  -   0 FNVA2  -   0 FNVA3  <= 0
  RFNVA3) PRDFNVA3 -   7 FNVAI    - 5.5 FNVA1  - 4.5 FNVA2  -   3 FNVA3  <= 0
  RFNVA4) PRDFNVA4 -   0 FNVAI    -   0 FNVA1  -   0 FNVA2  -   0 FNVA3  <= 0
  RFNVA5) PRDFNVA5 -   0 FNVAI    -   0 FNVA1  -   0 FNVA2  -   0 FNVA3  <= 0
!
  RFVOG1) PRDFVOG1 -   0 FVOGI    -   0 FVOG1  -   0 FVOG2  -   0 FVOG3  <= 0
  RFVOG2) PRDFVOG2 -  32 FVOGI    -  26 FVOG1  -  21 FVOG2  -  16 FVOG3  <= 0
  RFVOG3) PRDFVOG3 -   0 FVOGI    -   0 FVOG1  -   0 FVOG2  -   0 FVOG3  <= 0
  RFVOG4) PRDFVOG4 -   0 FVOGI    -   0 FVOG1  -   0 FVOG2  -   0 FVOG3  <= 0
  RFVOG5) PRDFVOG5 -   0 FVOGI    -   0 FVOG1  -   0 FVOG2  -   0 FVOG3  <= 0
```

```
!
  RFVPAT1) PRDPAT1 -   1 JP1      -  .8 JP2    -  .5 JP3    -  .3 PATUR   <= 0
  RFVPAT2) PRDPAT2 - 2.5 JP1      - 2.2 JP2    - 1.8 JP3    - 1.2 PATUR   <= 0
  RFVPAT3) PRDPAT3 - 2.5 JP1      - 2.2 JP2    - 1.8 JP3    - 1.2 PATUR   <= 0
  RFVPAT4) PRDPAT4 - 1.5 JP1      - 1.2 JP2    -  .8 JP3    -  .5 PATUR   <= 0
  RFVPAT5) PRDPAT5 -   0 JP1      -   0 JP2    -   0 JP3    -   0 PATUR   <= 0
!
  RENVA1) PRDENVA1 -   0 ENVAI    -   0 ENVA1  -   0 ENVA2  -   0 ENVA3   <= 0
  RENVA2) PRDENVA2 -   0 ENVAI    -   0 ENVA1  -   0 ENVA2  -   0 ENVA3   <= 0
  RENVA3) PRDENVA3 -  27 ENVAI    -  22 ENVA1  -  17 ENVA2  -  10 ENVA3   <= 0
  RENVA4) PRDENVA4 -   0 ENVAI    -   0 ENVA1  -   0 ENVA2  -   0 ENVA3   <= 0
  RENVA5) PRDENVA5 -   0 ENVAI    -   0 ENVA1  -   0 ENVA2  -   0 ENVA3   <= 0
!
  RENMS1) PRDENMS1 -   0 ENMSI                                            <= 0
  RENMS2) PRDENMS2 -   0 ENMSI                                            <= 0
  RENMS3) PRDENMS3 -   0 ENMSI                                            <= 0
  RENMS4) PRDENMS4 -  60 ENMSI                                            <= 0
  RENMS5) PRDENMS5 -   0 ENMSI                                            <= 0
!
  RENSG1) PRDENSG1 -   0 ENSGI                                            <= 0
  RENSG2) PRDENSG2 -   0 ENSGI                                            <= 0
  RENSG3) PRDENSG3 -   0 ENSGI                                            <= 0
  RENSG4) PRDENSG4 -  70 ENSGI                                            <= 0
  RENSG5) PRDENSG5 -   0 ENSGI                                            <= 0
!
 RFVBRG1) PRDBRG1  -   0 BRGI                                             <= 0
 RFVBRG2) PRDBRG2  -  35 BRGI                                             <= 0
 RFVBRG3) PRDBRG3  -  25 BRGI                                             <= 0
 RFVBRG4) PRDBRG4  -   0 BRGI                                             <= 0
 RFVBRG5) PRDBRG5  -   0 BRGI                                             <= 0
!
  RFVLZ1) PRDLUZ1   -   0 LZI                                             <= 0
  RFVLZ2) PRDLUZ2   -   0 LZI                                             <= 0
  RFVLZ3) PRDLUZ3   -  30 LZI                                             <= 0
  RFVLZ4) PRDLUZ4   -  30 LZI                                             <= 0
  RFVLZ5) PRDLUZ5   -   0 LZI                                             <= 0
!
 RPAILL1) PRDPAL1                                                         <= 0
 RPAILL2) PRDPAL2                                                         <= 0
 RPAILL3) PRDPAL3                                                         <= 0
 RPAILL4) PRDPAL4  -   3 BDI      -   2 BD/JT1 - 1.7 BD/JT2 - 1.3 BD/JT3
                   -   2 BD/JP1   - 1.7 BD/JP2 - 1.3 BD/JP3 -   2 BD/LG1
                   - 1.7 BD/LG2   - 1.3 BD/LG3 -   3 BD/LGI -   3 BD/BSI
                   -   3 BTI      -   2 BT/JT1 - 1.7 BT/JT2 -   2 BT/JP1
                   - 1.7 BT/JP2   -   2 BT/LG1 - 1.7 BT/LG2 -   3 BT/LGI
                   -   3 BT/BSI   -   2 OG/JT1 - 1.7 OG/JT2 - 1.3 OG/JT3
                   -   2 OG/JP1   - 1.7 OG/JP2 - 1.3 OG/JP3 -   2 OG/LG1
                   - 1.7 OG/LG2   - 1.3 OG/LG3                             <= 0
 RPAILL5) PRDPAL5                                                         <= 0
!
```

```
!*************************************************************************
!
!     Transfert de Fourrage Vert
!
!*************************************************************************
!
   FVVA1)   PRDFVVA1   +      0 TFVVA51   -  CFVVA1   -  TFVVA12  >= 0
   FVVA2)   PRDFVVA2   +      0 TFVVA12   -  CFVVA2   -  TFVVA23  >= 0
   FVVA3)   PRDFVVA3   +      0 TFVVA23   -  CFVVA3   -  TFVVA34  >= 0
   FVVA4)   PRDFVVA4   +      0 TFVVA34   -  CFVVA4   -  TFVVA45  >= 0
   FVVA5)   PRDFVVA5   +      0 TFVVA45   -  CFVVA5   -  TFVVA51  >= 0
!
   FNVA1)   PRDFNVA1   +   0.97 TFNVA51   -  CFNVA1   -  TFNVA12
                                          -  FOIN1                >= 0
   FNVA2)   PRDFNVA2   +   0.97 TFNVA12   -  CFNVA2   -  TFNVA23
                                          -  FOIN2                >= 0
   FNVA3)   PRDFNVA3   +   1.00 TFNVA23   -  CFNVA3   -  TFNVA34  >= 0
   FNVA4)   PRDFNVA4   +   0.97 TFNVA34   -  CFNVA4   -  TFNVA45  >= 0
   FNVA5)   PRDFNVA5   +   0.97 TFNVA45   -  CFNVA5   -  TFNVA51
                                          -  FOIN5                >= 0
!
   FVOG1)   PRDFVOG1   +      0 TFVOG51   -  CFVOG1   -  TFVOG12  >= 0
   FVOG2)   PRDFVOG2   +      0 TFVOG12   -  CFVOG2   -  TFVOG23  >= 0
   FVOG3)   PRDFVOG3   +      0 TFVOG23   -  CFVOG3   -  TFVOG34  >= 0
   FVOG4)   PRDFVOG4   +      0 TFVOG34   -  CFVOG4   -  TFVOG45  >= 0
   FVOG5)   PRDFVOG5   +      0 TFVOG45   -  CFVOG5   -  TFVOG51  >= 0
!
   FVPAT1)  PRDPAT1    +      0 TPAT51    -  CFVPAT1  -  TPAT12   >= 0
   FVPAT2)  PRDPAT2    +      0 TPAT12    -  CFVPAT2  -  TPAT23   >= 0
   FVPAT3)  PRDPAT3    +      0 TPAT23    -  CFVPAT3  -  TPAT34   >= 0
   FVPAT4)  PRDPAT4    +      0 TPAT34    -  CFVPAT4  -  TPAT45   >= 0
   FVPAT5)  PRDPAT5    +      0 TPAT45    -  CFVPAT5  -  TPAT51   >= 0
!
   ENVA1)   PRDENVA1   +   0.97 TENVA51   -  CENVA1   -  TENVA12  >= 0
   ENVA2)   PRDENVA2   +   0.97 TENVA12   -  CENVA2   -  TENVA23  >= 0
   ENVA3)   PRDENVA3   +   1.00 TENVA23   -  CENVA3   -  TENVA34  >= 0
   ENVA4)   PRDENVA4   +   0.97 TENVA34   -  CENVA4   -  TENVA45  >= 0
   ENVA5)   PRDENVA5   +   0.97 TENVA45   -  CENVA5   -  TENVA51  >= 0
!
   ENMS1)   PRDENMS1   +   0.97 TMS51     -  CENMS1   -  TMS12    >= 0
   ENMS2)   PRDENMS2   +   0.97 TMS12     -  CENMS2   -  TMS23    >= 0
   ENMS3)   PRDENMS3   +   0.97 TMS23     -  CENMS3   -  TMS34    >= 0
   ENMS4)   PRDENMS4   +   1.00 TMS34     -  CENMS4   -  TMS45    >= 0
   ENMS5)   PRDENMS5   +   0.97 TMS45     -  CENMS5   -  TMS51    >= 0
!
   ENSG1)   PRDENSG1   +   0.97 TSG51     -  CENSG1   -  TSG12    >= 0
   ENSG2)   PRDENSG2   +   0.97 TSG12     -  CENSG2   -  TSG23    >= 0
   ENSG3)   PRDENSG3   +   0.97 TSG23     -  CENSG3   -  TSG34    >= 0
   ENSG4)   PRDENSG4   +   1.00 TSG34     -  CENSG4   -  TSG45    >= 0
   ENSG5)   PRDENSG5   +   0.97 TSG45     -  CENSG5   -  TSG51    >= 0
!
```

```
!
   FVBRG1)  PRDBRG1     +      0 TBRG51     -   CFVBRG1   -   TBRG12   >= 0
   FVBRG2)  PRDBRG2     +      0 TBRG12     -   CFVBRG2   -   TBRG23   >= 0
   FVBRG3)  PRDBRG3     +      0 TBRG23     -   CFVBRG3   -   TBRG34   >= 0
   FVBRG4)  PRDBRG4     +      0 TBRG34     -   CFVBRG4   -   TBRG45   >= 0
   FVBRG5)  PRDBRG5     +      0 TBRG45     -   CFVBRG5   -   TBRG51   >= 0
!
   FVLZ1)   PRDLUZ1     +      0 TLZ51      -   CFVLZ1    -   TLZ12    >= 0
   FVLZ2)   PRDLUZ2     +      0 TLZ12      -   CFVLZ2    -   TLZ23    >= 0
   FVLZ3)   PRDLUZ3     +      0 TLZ23      -   CFVLZ3    -   TLZ34    >= 0
   FVLZ4)   PRDLUZ4     +      0 TLZ34      -   CFVLZ4    -   TLZ45    >= 0
   FVLZ5)   PRDLUZ5     +      0 TLZ45      -   CFVLZ5    -   TLZ51    >= 0
!
   FNPAL1)  PRDPAL1     +    .97 TPAL51     -   CFNPAL1   -   TPAL12
                                            -   CLTPAL1   -   PAILLE1  >= 0
   FNPAL2)  PRDPAL2     +    .97 TPAL12     -   CFNPAL2   -   TPAL23
                                            -   CLTPAL2   -   PAILLE2  >= 0
   FNPAL3)  PRDPAL3     +    .97 TPAL23     -   CFNPAL3   -   TPAL34
                                            -   CLTPAL3               >= 0
   FNPAL4)  PRDPAL4     +   1.00 TPAL34     -   CFNPAL4   -   TPAL45
                                            -   CLTPAL4               >= 0
   FNPAL5)  PRDPAL5     +    .97 TPAL45     -   CFNPAL5   -   TPAL51
                                            -   CLTPAL5   -   PAILLE5  >= 0
!
!*****************************************************************************
!
!          Besoins de l'Élevage
!
!*****************************************************************************
!
   UF1)   60 CFVVA1  +  380 CFNVA1  +   60 CFVOG1  +   75 CFVPAT1 +  100 CENVA1
     +   200 CENMS1  +  120 CENSG1  +   90 CFVBRG1 +   85 CFVLZ1  +  150CFNPAL1
     -   700 BOVP    -  450 BOVC    -  100 OVIN                    >=   0
  MAD1)   10 CFVVA1  +   17 CFNVA1  +    9 CFVOG1  +  7.5 CFVPAT1 +   16 CENVA1
     +    12 CENMS1  +   14 CENSG1  +   20 CFVBRG1 +   19 CFVLZ1  +    0CFNPAL1
     -    70 BOVP    -   52 BOVC    -   10 OVIN                    >=   0
   MS1)  150 CFVVA1  +  850 CFNVA1  +  150 CFVOG1  +  200 CFVPAT1 +  200 CENVA1
     +   270 CENMS1  +  200 CENSG1  +  150 CFVBRG1 +  170 CFVLZ1  +  900CFNPAL1
     -   700 BOVP    -  500 BOVC    -   50 OVIN                    >=   0
 FOIN1)      CFNVA1  +      CFNPAL1 - .122 BOVP    - .122 BOVC    >=   0
 LITIER1)    CLTPAL1 -  .02 OVIN    -  .05 BOVP    -  .05 BOVC    >=   0
!
   UF2)   60 CFVVA2  +  380 CFNVA2  +   60 CFVOG2  +   75 CFVPAT2 +  100 CENVA2
     +   200 CENMS2  +  120 CENSG2  +   90 CFVBRG2 +   85 CFVLZ2  +  150CFNPAL2
     -  1050 BOVP    -  675 BOVC    -  150 OVIN                    >=   0
  MAD2)   10 CFVVA2  +   17 CFNVA2  +    9 CFVOG2  +  7.5 CFVPAT2 +   16 CENVA2
     +    12 CENMS2  +   14 CENSG2  +   20 CFVBRG2 +   19 CFVLZ2  +    0CFNPAL2
     -   105 BOVP    -   78 BOVC    -   15 OVIN                    >=   0
   MS2)  150 CFVVA2  +  850 CFNVA2  +  150 CFVOG2  +  200 CFVPAT2 +  200 CENVA2
     +   270 CENMS2  +  200 CENSG2  +  150 CFVBRG2 +  170 CFVLZ2  +  900CFNPAL2
     -  1050 BOVP    -  750 BOVC    -   75 OVIN                    >=   0
 FOIN2)      CFNVA2  +      CFNPAL2 - .183 BOVP    - .183 BOVC    >=   0
 LITIER2)    CLTPAL2 -  .05 OVIN    -  .10 BOVP    -  .10 BOVC    >=   0
```

```
!
  UF3)    60 CFVVA3  +  380 CFNVA3  +   60 CFVOG3  +   75 CFVPAT3 +  100 CENVA3
     +   200 CENMS3  +  120 CENSG3  +   90 CFVBRG3 +   85 CFVLZ3  +  150CFNPAL3
     -  1050 BOVP    -  675 BOVC    -  150 OVIN                    >=   0
  MAD3)   10 CFVVA3  +   17 CFNVA3  +    9 CFVOG3  +  7.5 CFVPAT3 +   16 CENVA3
     +    12 CENMS3  +   14 CENSG3  +   20 CFVBRG3 +   19 CFVLZ3  +    0CFNPAL3
     -   105 BOVP    -   78 BOVC    -   15 OVIN                    >=   0
   MS3)  150 CFVVA3  +  850 CFNVA3  +  150 CFVOG3  +  200 CFVPAT3 +  200 CENVA3
     +   270 CENMS3  +  200 CENSG3  +  150 CFVBRG3 +  170 CFVLZ3  +  900CFNPAL3
     -  1050 BOVP    -  750 BOVC    -   75 OVIN                    >=   0
 FOIN3)      CFNVA3  +      CFNPAL3 - .183 BOVP    - .183 BOVC    >=   0
 LITIER3)    CLTPAL3 -  .05 OVIN    -  .10 BOVP    -  .10 BOVC    >=   0
!
   UF4)   60 CFVVA4  +  380 CFNVA4  +   60 CFVOG4  +   75 CFVPAT4 +  100 CENVA4
     +   200 CENMS4  +  120 CENSG4  +   90 CFVBRG4 +   85 CFVLZ4  +  150CFNPAL4
     -   700 BOVP    -  450 BOVC    -   80 OVIN                    >=   0
  MAD4)   10 CFVVA4  +   17 CFNVA4  +    9 CFVOG4  +  7.5 CFVPAT4 +   16 CENVA4
     +    12 CENMS4  +   14 CENSG4  +   20 CFVBRG4 +   19 CFVLZ4  +    0CFNPAL4
     -    70 BOVP    -   52 BOVC    -   10 OVIN                    >=   0
   MS4)  150 CFVVA4  +  850 CFNVA4  +  150 CFVOG4  +  200 CFVPAT4 +  200 CENVA4
     +   270 CENMS4  +  200 CENSG4  +  150 CFVBRG4 +  170 CFVLZ4  +  900CFNPAL4
     -   700 BOVP    -  500 BOVC    -   50 OVIN                    >=   0
 FOIN4)      CFNVA4  +      CFNPAL4 - .122 BOVP    - .122 BOVC    >=   0
 LITIER4)    CLTPAL4 -  .02 OVIN    -  .05 BOVP    -  .05 BOVC    >=   0
!
   UF5)   60 CFVVA5  +  380 CFNVA5  +   60 CFVOG5  +   75 CFVPAT5 +  100 CENVA5
     +   200 CENMS5  +  120 CENSG5  +   90 CFVBRG5 +   85 CFVLZ5  +  150CFNPAL5
     -   700 BOVP    -  450 BOVC    -   80 OVIN                    >=   0
  MAD5)   10 CFVVA5  +   17 CFNVA5  +    9 CFVOG5  +  7.5 CFVPAT5 +   16 CENVA5
     +    12 CENMS5  +   14 CENSG5  +   20 CFVBRG5 +   19 CFVLZ5  +    0CFNPAL5
     -    70 BOVP    -   52 BOVC    -   10 OVIN                    >=   0
   MS5)  150 CFVVA5  +  850 CFNVA5  +  150 CFVOG5  +  200 CFVPAT5 +  200 CENVA5
     +   270 CENMS5  +  200 CENSG5  +  150 CFVBRG5 +  170 CFVLZ5  +  900CFNPAL5
     -   700 BOVP    -  500 BOVC    -   50 OVIN                    >=   0
 FOIN5)      CFNVA5  +      CFNPAL5 - .122 BOVP    - .122 BOVC    >=   0
 LITIER5)    CLTPAL5 -  .02 OVIN    -  .05 BOVP    -  .05 BOVC    >=   0
!
!*****************************************************************************
!
!          Besoins Animaux en Concentré/Unité Femelle
!                              (Tn/An)
!
!*****************************************************************************
!
 Conctr)    2 BOVP   +  1.8 BOVC    +  0.0 OVIN    -      CONCTR  <=   0
!
!*****************************************************************************
!
!         Nombre Maximum D'Animaux dans le Court Terme
!
!*****************************************************************************
!
  MAXBOVP)       BOVP     <=     9825
  MAXBOVC)       BOVC     <=      130
  MAXOVIN)       OVIN     <=    95950
!
```

```
!*****************************************************************************
!
!          Production Laitière et de Viande
!                        (Tn)
!*****************************************************************************
!
   LAITBP)       3.16 BOVP   -  LAITBP    >=   0
   LAITBC)       2.23 BOVC   -  LAITBC    >=   0
   LAINOV)       .003 OVIN   -  LAINE     >=   0
   VIANDBP)       0.4 BOVP   -  VIANDBP   >=   0
   VIANDBC)       .32 BOVC   -  VIANDBC   >=   0
   VIANDOV)       .06 OVIN   -  VIANDOV   >=   0
!
!*****************************************************************************
!
!          Semences Selectionnées
!
!*****************************************************************************
!
 SEMENCBD)      SEMBD  - .120 BDI    - .115 BD/JT1 - .110 BD/JT2 - .105 BD/JT3
        - .115 BD/JP1 - .110 BD/JP2 - .105 BD/JP3 - .115 BD/LG1 - .110 BD/LG2
        - .105 BD/LG3 - .120 BD/LGI - .120 BD/BSI               >=   0
 SEMENCBT)      SEMBT  - .125 BTI    - .120 BT/JT1 - .115 BT/JT2 - .120 BT/JP1
        - .115 BT/JP2 - .120 BT/LG1 - .115 BT/LG2 - .125 BT/BSI - .125 BT/LGI
                                                                >=   0
 SEMENCOG)      SEMOG  - .105 OG/JT1 - .100 OG/JT2 - .105 OG/JP1 - .100 OG/JP2
        - .095 OG/JP3 - .105 OG/LG1 - .100 OG/LG2 - .095 OG/LG3 - .095 OG/JT3
                                                                >=   0
 SEMENCFV)      SEMFV  - .120 FV1    - .140 FVI    - .140 FV/BSI >=   0
 SEMENCBS)      SEMBS  - .015 BSI                                >=   0
 SEMENCPQ)      SEMPQ  - .002 PQI                                >=   0
 SEMENCPT)      SEMPDT -    2 PDTI                               >=   0
 SEMECVT)       SEMVT  - .110 FVVA1  - .105 FVVA2  - .100 FVVA3  - .120FVVA/BSI
        - .120 FVVAI  - .025 BRGI   - .025 LZI    - .105 FVOG1  - .100 FVOG2
        - .095 FVOG3  - .115 FVOGI                               >=   0
 SEMENCEN)      SEMEN  - .035 ENMSI  - .025 ENSGI  - .110 ENVA1  - .105 ENVA2
        - .100 ENVA3  - .120 ENVAI                               >=   0
 SEMENCFN)      SEMFN  - .110 FNVA1  - .105 FNVA2  - .100 FNVA3  - .120 FNVAI
                                                                >=   0
!
```

```
!*************************************************************************
!
!          Contrainte Terre
!
!*************************************************************************
!
 TERREPF)   BD/JP3    + BD/LG3   + OG/JP3   + OG/LG3   + FVVA3    + FVOG3
          + JP3       + BD/JT3   + OG/JT3   + JT3      + FNVA3    + ENVA3
          + AU/JT3    + AU/LG3                                          <= 49000
 TERREPM)   BD/JT2    + BT/JT2   + OG/JT2   + BD/JP2   + BT/JP2   + OG/JP2
          + BD/LG2    + BT/LG2   + OG/LG2   + FVVA2    + FNVA2    + FVOG2
          + JT2       + JP2      + ENVA2                                 <= 25000
 TERREPO) + BD/JT1    + BD/JP1   + BD/LG1   + BT/JT1   + BT/JP1   + BT/LG1
          + OG/JT1    + OG/JP1   + OG/LG1   + FV1      + FVVA1    + FNVA1
          + FVOG1     + JT1      + JP1      + ENVA1    - IRRSEC           <= 13000
 IRRIGUEE)  BDI       + BTI      + BSI      + TMI      + PQI      + PDTI
          + PMI       + ENVAI    + ENMSI    + ENSGI    + BRGI     + LZI
          + BD/LGI    + BT/LGI   + FVVAI    + FVI      + BD/BSI   + BT/BSI
          + FVVA/BSI  + FV/BSI   + FNVAI    + FVOGI    + IRRSEC           <= 34000
 PATURAGE)  PATUR                                                         <= 12120
!
   LEGUME)  FV1       + FVI      + FV/BSI                                >=  3000
 AUTCERLS)  SUPAU                                                         =  8855
 CULTMARI)  TMI       + PQI      + PDTI     + PMI                        <=  6490
!
!*************************************************************************
!
!          Rotations des Cultures Céréalières
!
!*************************************************************************
!
  CERJCT1)  BD/JT1    + BT/JT1   + OG/JT1    - JT1                          <= 0
  CERJCP1)  BD/JP1    + BT/JP1   + OG/JP1    - JP1                          <= 0
  CERLEG1)  BD/LG1    + BT/LG1   + OG/LG1    - FVVA1    - FNVA1    -   FV1
                                             - ENVA1                        <= 0
  CERJCT2)  BD/JT2    + BT/JT2   + OG/JT2    - JT2                          <= 0
  CERJCP2)  BD/JP2    + BT/JP2   + OG/JP2    - JP2                          <= 0
  CERLEG2)  BD/LG2    + BT/LG2   + OG/LG2    - FVVA2    - FNVA2    -   ENVA2 <= 0
  CERJCT3)  BD/JT3    + OG/JT3   + AU/JT3    - JT3                          <= 0
  CERJCP3)  BD/JP3    + OG/JP3   - JP3                                      <= 0
  CERLEG3)  OG/LG3    + BD/LG3   + AU/LG3    - FVVA3    - FNVA3    -   ENVA3 <= 0
  BRCERLGA) BD/BSI    + BT/BSI   + FVVA/BSI  + FV/BSI              - 2 BSI   <= 0
  BRCERLGB) BD/BSI    + BT/BSI   - FVVA/BSI  - FV/BSI                        <= 0
  CERLEGMI) BD/LGI    + BT/LGI   - FVVAI     - FNVAI    -  ENVAI   -   FVI   <= 0
!
```

```
!*****************************************************************************
!
!          Main d'Oeuvre Agricole par Période
!
!*****************************************************************************
!
 TRAV1) 9.9 BDI     + 6.6 BD/JT1 + 5.9 BD/JT2 + 5.3 BD/JT3    + 7.3 BD/JP1
      + 6.5 BD/JP2 + 6.6 BD/LG1 + 5.9 BD/LG2 + 5.3 BD/LG3    + 5.8 BD/JP3
      + 9.9 BD/LGI + 9.9 BD/BSI + 9.9 BTI    + 6.6 BT/JT1    + 5.9 BT/JT2
      + 7.3 BT/JP1 + 6.5 BT/JP2 + 6.6 BT/LG1 + 5.9 BT/LG2    + 9.9 BT/BSI
      + 9.9 BT/LGI + 3.2 OG/JT1 + 2.9 OG/JT2 + 2.6 OG/JT3    + 3.5 OG/JP1
      + 3.2 OG/JP2 + 3.2 OG/JP3 + 3.2 OG/LG1 + 2.9 OG/LG2    + 2.6 OG/LG3
      + 2.6 AU/JT3 + 2.6 AU/LG3 +  30 FV1    +  40 FVI       +  40 FV/BSI
      + 125 BSI    +  90 TMI    + 120 PDTI   +  80 PMI       +   5 FVVA1
      + 4.5 FVVA2  + 4.1 FVVA3  +   9 FVVAI  +   9 FVVA/BSI  + 5.0 FNVA1
      + 4.5 FNVA2  + 4.1 FNVA3  +   9 FNVAI  + 5.2 FVOG1     + 4.7 FVOG2
      + 4.2 FVOG3  + 9.4 FVOGI  +  12 ENVAI  +   8 ENVA1     +   7 ENVA2
      +   6 ENVA3  +   0 ENMSI  +   0 ENSGI  +   2 BRGI      +   5 LZI
      +  33 BOVP   +  33 BOVC   + 2.5 OVIN   - 5.2 TRAVPM1   - 6.5 TRAVTM1 <= 0
!
 TRAV2) 3.9 BDI     + 2.6 BD/JT1 + 2.3 BD/JT2 + 2.1 BD/JT3    + 2.9 BD/JP1
      + 2.5 BD/JP2 + 1.9 BD/JP3 + 2.6 BD/LG1 + 2.3 BD/LG2    + 2.1 BD/LG3
      + 3.9 BD/LGI + 3.9 BD/BSI + 3.9 BTI    + 2.6 BT/JT1    + 2.3 BT/JT2
      + 2.9 BT/JP1 + 2.5 BT/JP2 + 2.6 BT/LG1 + 2.3 BT/LG2    + 3.9 BT/BSI
      + 3.9 BT/LGI + 2.0 OG/JT1 + 1.8 OG/JT2 + 1.6 OG/JT3    + 2.2 OG/JP1
      + 2.0 OG/JP2 + 1.8 OG/JP3 + 2.0 OG/LG1 + 1.8 OG/LG2    + 1.6 OG/LG3
      + 1.6 AU/JT3 + 1.6 AU/LG3 +  15 FV1    +  20 FVI       +  20 FV/BSI
      + 225 BSI    +  96 TMI    +  48 PQI    + 120 PDTI      + 3.5 FVVA1
      + 3.2 FVVA2  + 2.8 FVVA3  + 4.5 FVVAI  + 4.5 FVVA/BSI  + 2.5 FNVA1
      + 2.3 FNVA2  +   2 FNVA3  + 3.4 FNVAI  + 2.8 FVOG1     + 2.5 FVOG2
      + 2.3 FVOG3  + 3.1 FVOGI  +   4 ENVAI  +   3 ENVA1     + 2.7 ENVA2
      + 2.4 ENVA3  +   0 ENMSI  +   0 ENSGI  + 6.0 BRGI      +   4 LZI
      +  50 BOVP   +  50 BOVC   + 3.8 OVIN   - 5.2 TRAVPM2   - 6.5 TRAVTM2 <= 0
!
 TRAV3) 2.4 BDI     + 1.6 BD/JT1 + 1.4 BD/JT2 + 1.3 BD/JT3    + 1.8 BD/JP1
      + 1.5 BD/JP2 + 1.4 BD/JP3 + 1.6 BD/LG1 + 1.4 BD/LG2    + 1.3 BD/LG3
      + 2.4 BD/LGI + 2.4 BD/BSI + 2.4 BTI    + 1.6 BT/JT1    + 1.4 BT/JT2
      + 1.8 BT/JP1 + 1.5 BT/JP2 + 1.6 BT/LG1 + 1.4 BT/LG2    + 2.4 BT/BSI
      + 2.4 BT/LGI + 1.0 OG/JT1 +  .9 OG/JT2 + 0.8 OG/JT3    + 1.1 OG/JP1
      + 1.0 OG/JP2 + 0.9 OG/JP3 + 1.0 OG/LG1 + 0.9 OG/LG2    + 0.8 OG/LG3
      +  .8 AU/JT3 +  .8 AU/LG3 +  23 FV1    +  30 FVI       +  30 FV/BSI
      + 225 BSI    + 150 TMI    + 102 PQI    + 124 PMI       +   5 FVVA1
      + 4.5 FVVA2  + 4.1 FVVA3  + 7.5 FVVAI  + 7.5 FVVA/BSI  + 3.5 FNVA1
      + 3.2 FNVA2  + 2.8 FNVA3  + 5.3 FNVAI  + 3.0 FVOG1     + 2.7 FVOG2
      + 2.4 FVOG3  + 4.5 FVOGI  + 4.5 ENVAI  +   3 ENVA1     + 2.7 ENVA2
      + 2.4 ENVA3  +  37 ENMSI  +  10 ENSGI  +   3 BRGI      +  18 LZI
      +  50 BOVP   +  50 BOVC   + 3.8 OVIN   - 5.2 TRAVPM3   - 6.5 TRAVTM3 <= 0
```

```
!
 TRAV4) 4.5 BDI     +   3 BD/JT1 + 2.7 BD/JT2 + 2.4 BD/JT3    + 3.3 BD/JP1
      +   3 BD/JP2 + 2.6 BD/JP3 +   3 BD/LG1 + 2.7 BD/LG2    + 2.4 BD/LG3
      + 4.5 BD/LGI + 4.5 BD/BSI + 4.5 BTI    +   3 BT/JT1    + 2.7 BT/JT2
      + 3.3 BT/JP1 +   3 BT/JP2 +   3 BT/LG1 + 2.7 BT/LG2    + 4.5 BT/BSI
      + 4.5 BT/LGI + 3.5 OG/JT1 + 3.2 OG/JT2 + 2.8 OG/JT3    + 3.9 OG/JP1
      + 3.5 OG/JP2 + 3.1 OG/JP3 + 3.5 OG/LG1 + 3.2 OG/LG2    + 2.8 OG/LG3
      + 2.8 AU/JT3 + 2.8 AU/LG3 +   2 FV1    +   2 FVI      +   2 FV/BSI
      + 200 BSI    + 375 TMI    + 240 PQI    + 336 PMI      +   0 FVVA1
      +   0 FVVA2  +   0 FVVA3  +   0 FVVAI  +   0 FVVA/BSI +   0 FNVA1
      +   0 FNVA2  +   0 FNVA3  +   0 FNVAI  +   0 FVOG1    +   0 FVOG2
      +   0 FVOG3  +   0 FVOGI  +   0 EVVAI  +   0 ENVA1    +   0 ENVA2
      +   0 ENVA3  +  27 ENMSI  +  50 ENSGI  +   4 BRGI     +  26 LZI
      +  33 BOVP   +  33 BOVC   + 2.5 OVIN   - 5.2 TRAVPM4  - 6.5 TRAVTM4
      + 2.8 PRDPAL4                                         <=  0
!
 TRAV5) 5.2 BDI     + 3.5 BD/JT1 + 3.2 BD/JT2 + 2.8 BD/JT3    + 3.9 BD/JP1
      + 3.5 BD/JP2 + 3.1 BD/JP3 + 3.5 BD/LG1 + 3.2 BD/LG2    + 2.8 BD/LG3
      + 5.2 BD/LGI + 5.2 BD/BSI + 5.2 BTI    + 3.5 BT/JT1    + 3.2 BT/JT2
      + 3.9 BT/JP1 + 3.5 BT/JP2 + 3.5 BT/LG1 + 3.2 BT/LG2    + 5.2 BT/BSI
      + 5.2 BT/LGI +   3 OG/JT1 + 2.7 OG/JT2 + 2.4 OG/JT3    + 3.3 OG/JP1
      +   3 OG/JP2 + 2.1 OG/JP3 +   3 OG/LG1 + 2.7 OG/LG2    + 2.4 OG/LG3
      + 2.4 AU/JT3 + 2.4 AU/LG3 +   4 FV1    +   5 FVI      +   5 FV/BSI
      +   0 BSI    + 580 TMI    + 128 PQI    + 584 PMI      +   6 FVVA1
      + 5.4 FVVA2  + 4.9 FVVA3  +   9 FVVAI  +   9 FVVA/BSI +   6 FNVA1
      + 5.4 FNVA2  + 4.9 FNVA3  +   9 FNVAI  +   3 FVOG1    + 2.7 FVOG2
      + 2.4 FVOG3  + 4.5 FVOGI  +   8 ENVA1  + 7.2 ENVA2    + 6.5 ENVA3
      +  12 ENVAI  +  15 ENMSI  +  15 ENSGI  + 6.5 BRGI     +  22 LZI
      +  33 BOVP   +  33 BOVC   + 2.5 OVIN   - 5.2 TRAVPM5  - 6.5 TRAVTM5 <= 0
!
!*****************************************************************************
!
!                 Disponibilité du Travail
!
!*****************************************************************************
!
 PERMAIN1)      TRAVPM1            =    227890
 PERMAIN2)      TRAVPM2            =    341834
 PERMAIN3)      TRAVPM3            =    341834
 PERMAIN4)      TRAVPM4            =    227890
 PERMAIN5)      TRAVPM5            =    227890
!
!*****************************************************************************
!
!          Mécanisation
!
!*****************************************************************************
!
 TRACTION)
      + 19 BDI     + 17 BD/JT1  + 17 BD/JT2  + 17 BD/JT3  +   17 BD/JP1
      + 17 BD/JP2  + 17 BD/JP3  + 17 BD/LG1  + 17 BD/LG2  +   17 BD/LG3
      + 19 BD/LGI  + 10 BD/BSI  + 19 BTI     + 17 BT/JT1  +   17 BT/JT2
      + 17 BT/JP1  + 17 BT/JP2  + 17 BT/LG1  + 17 BT/LG2  +   19 BT/LGI
      + 19 BT/BSI  + 12 OG/JT1  + 12 OG/JT2  + 12 OG/JT3  +   12 OG/JP1
      + 12 OG/JP2  + 12 OG/JP3  + 12 OG/LG1  + 12 OG/LG2  +   12 OG/LG3
      + 12 AU/JT3  + 12 AU/LG3  + 17 FV1     + 19 FVI     +   19 FV/BSI
      + 30 BSI     + 58 TMI     + 52 PQI     + 50 PDTI    +   25 PMI
      + 15 FVVA1   + 12 FVVA2   + 10 FVVA3   + 20 FVVAI   +   20 FVVA/BSI
```

```
      + 20 FNVA1   + 16 FNVA2   + 13 FNVA3   + 30 FNVAI   +    8 FVOG1
      +  8 FVOG2   +  3 FVOG3   + 12 FVOGI   + 18 ENVA1   +   16 ENVA2
      + 14 ENVA3   + 21 ENAVI   + 25 ENMSI   + 23 ENSGI   +   22 BRGI
      + 28 LZI     +  6 JT1     +  6 JT2     +  6 JT3     - 1000 TRACTN  <= 0
!
!*****************************************************************************
!
!          Moisson
!
!*****************************************************************************
!
  MOISS)
     + 2.3 BDI     + 1.9 BD/JT1  + 1.7 BD/JT2   + 1.5 BD/JT3  + 1.9 BD/JP1
     + 1.7 BD/JP2  + 1.5 BD/JP3  + 1.9 BD/LG1   + 1.7 BD/LG2  + 1.5 BD/LG3
     + 2.3 BD/LGI  + 2.3 BD/BSI  + 2.3 BTI      + 1.9 BT/JT1  + 1.7 BT/JT2
     + 1.9 BT/JP1  + 1.7 BT/JP2  + 1.9 BT/LG1   + 1.7 BT/LG2  + 2.3 BT/LGI
     + 2.3 BT/BSI  + 1.0 OG/JT1  +  .9 OG/JT2   +  .8 OG/JT3  + 1.0 OG/JP1
     +  .9 OG/JP2  +  .8 OG/JP3  + 1.0 OG/LG1   +  .9 OG/LG2  +  .8 OG/LG3
     +  .8 AU/JT3  +  .8 AU/LG3  + 1.0 FV1      + 1.5 FVI     + 1.5 FV/BSI
     +  .7 PRDPAL4                                            -     MOISS <= 0
!
!*****************************************************************************
!
!          Engrais
!
!*****************************************************************************
!
 AMMONITR)
      + 150 BDI    + 130 BD/JT1   + 115 BD/JT2 + 100 BD/JT3   +  130 BD/JP1
      + 115 BD/JP2 + 100 BD/JP3   + 105 BD/LG1 +  90 BD/LG2   +   80 BD/LG3
      + 120 BD/LGI + 150 BD/BSI   + 150 BTI    + 130 BT/JT1   +  115 BT/JT2
      + 130 BT/JP1 + 115 BT/JP2   + 105 BT/LG1 +  90 BT/LG2   +  120 BT/LGI
      + 150 BT/BSI + 115 OG/JT1   +  95 OG/JT2 +  80 OG/JT3   +  115 OG/JP1
      +  90 OG/JP2 +  80 OG/JP3   +  90 OG/LG1 +  75 OG/LG2   +   65 OG/LG3
      +  80 AU/JT3 +  55 AU/LG3   + 350 BSI    + 500 TMI      +  150 PQI
      + 300 PDTI   + 200 PMI      + 150 FVVA1  + 115 FVVA2    +  100 FVVA3
      + 175 FVVAI  + 175 FVVA/BSI + 150 FNVA1  + 115 FNVA2    +  100 FNVA3
      + 175 FNVAI  + 150 FVOG1    + 115 FVOG2  + 175 FVOGI    +  120 ENVA1
      + 110 ENVA2  + 100 ENVA3    + 200 ENVAI  + 300 ENMSI    +  250 ENSGI
      + 300 BRGI                               - 1000 AMMON  <=0
!
 SUP45) 100 BDI    +  85 BD/JT1   +  75 BD/JT2 +  65 BD/JT3   +   85 BD/JP1
      +  75 BD/JP2 +  65 BD/JP3   +  85 BD/LG1 +  75 BD/LG2   +   65 BD/LG3
      + 100 BD/LGI + 100 BD/BSI   + 100 BTI    +  85 BT/JT1   +   75 BT/JT2
      +  85 BT/JP1 +  75 BT/JP2   +  85 BT/LG1 +  75 BT/LG2   +  100 BT/LGI
      + 100 BT/BSI + 125 FV1      + 150 FVI    + 150 FV/BSI   +  250 BSI
      + 170 TMI    + 300 PQI      + 250 PDTI   + 200 PMI      +  100 FVVA1
      +  80 FVVA2  +  80 FVVA3    + 125 FVVAI  + 125 FVVA/BSI +  100 FNVA1
      +  80 FNVA2  +  80 FNVA3    + 125 FNVAI  + 100 FVOG1    +   80 FVOG2
      + 125 FVOGI  +  80 ENVA1    +  80 ENVA2  +  80 ENVA3    +  150 ENVAI
      + 200 ENMSI  + 150 ENSGI    + 125 BRGI   + 150 LZI      - 1000 SP45
                                                             <=0
!
 POTASSE)
      + 120 BSI    + 200 TMI      + 200 PQI    + 350 PDTI     +  200 PMI
      +  75 ENAVI  + 100 ENMSI    +  75 ENSGI  + 100 LZI      - 1000 POTASS
                                                             <=0
!
```

```
 DESHERB).035 BDI     + .025 BD/JT1 + .025 BD/JT2 + .025 BD/JT3  + .030 BD/JP1
       + .030 BD/JP2 + .030 BD/JP3 + .030 BD/LG1 + .030 BD/LG2  + .030 BD/LG3
       + .035 BD/BSI + .035 BD/LGI + .045 BTI    + .035 BT/JT1  + .035 BT/JT2
       + .040 BT/JP1 + .040 BT/JP2 + .040 BT/LG1 + .040 BT/LG2  + .045 BT/BSI
       + .045 BT/LGI + .020 OG/JT1 + .020 OG/JT2 + .020 OG/JT3  + .025 OG/JP1
       + .025 OG/JP2 + .025 OG/JP3 + .025 OG/LG1 + .025 OG/LG2  + .025 OG/LG3
       + .060 BSI                                -      TOTDESH <-   0
!
!*************************************************************************
!
!          Utilisation de l'Eau
!
!*************************************************************************
!
  EAU)   3.0 BDI     + 3.0 BD/LGI + 3.0 BD/BSI +  3.0 BTI    +  3.0 BT/LGI
       + 3.0 BT/BSI + 3.5 FVI    + 4.5 FV/BSI +  8.5 BSI    +  7.5 TMI
       + 7.5 PQI    +   4 PDTI   + 7.5 PMI    +  1.5 FVVAI  +  1.5 FVVA/BSI
       +   3 FVOGI  +   3 FNVAI  + 7.0 ENVAI  +    8 ENMSI  +    6 ENSGI
       +   4 BRGI   +  10 LZI                 - 1000 EAU    <-   0
 EAUC)                                              EAU    <- 150
!
!*************************************************************************
!
!          Superficie minimum de betterave à Sucre
!          - 1/5 superficie irriguée.
!*************************************************************************
!
SUPERBET)
          BDI     +  BD/LGI    +  BD/BSI    +  BTI      +  BT/LGI    +  BT/BSI
       +  FVI     +  FV/BSI    +  TMI       +  PQI      +  PDTI      +  PMI
       +  FVVAI   +  FVVA/BSI  +  FNVAI     +  FVOGI    +  ENVAI     +  ENMSI
       +  ENSGI   +  BRGI      +  LZI       -  5.0 BSI               <- 0
!
 END
 LEAVE
```

Annexe 7 - LA SOLUTION OPTIMALE DU PROGRAMME DE BASE

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 36182960.0

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
PRODBD	30000.000000	.000000
PRODBT	83588.110000	.000000
PRODOG	42241.500000	.000000
PRODAU	19481.000000	.000000
PRODFV	2100.000000	.000000
PRODBS	223989.700000	.000000
PRODPDT	68145.000000	.000000
FOIN2	33778.870000	.000000
PAILLE2	66731.610000	.000000
LAITBP	31047.000000	.000000
LAITBC	289.900000	.000000
VIANDBP	3930.000000	.000000
VIANDBC	41.600000	.000000
VIANDOV	5757.000000	.000000
LAINE	287.850000	.000000
SEMBD	1375.000000	.000000
SEMBT	2476.463000	.000000
SEMOG	1486.275000	.000000
SEMFV	360.000000	.000000
SEMBS	74.663250	.000000
SEMPDT	12980.000000	.000000
SEMVT	46.974520	.000000
SEMFN	1336.854000	.000000
SEMEN	1646.165000	.000000
EAU	150.000000	.000000
AMMON	14183.680000	.000000
SP45	9441.321000	.000000
POTASS	3361.978000	.000000
TRACTN	2070.953000	.000000
MOISS	152217.200000	.000000
TRAVPM1	227890.000000	.000000
TRAVTM1	206833.500000	.000000
TRAVPM2	341834.000000	.000000
TRAVTM2	191031.200000	.000000
TRAVPM3	341834.000000	.000000
TRAVTM3	95060.700000	.000000
TRAVPM4	227890.000000	.000000
TRAVTM4	148845.300000	.000000
TRAVPM5	227890.000000	.000000
CONCTR	19884.000000	.000000
TOTDESH	1850.664000	.000000
BD/LG2	12500.000000	.000000
BTI	11587.050000	.000000
BT/LG1	8567.351000	.000000
OG/JT3	15645.000000	.000000
AU/LG3	8855.000000	.000000
FV1	3000.000000	.000000
BSI	4977.550000	.000000
PDTI	6490.000000	.000000
SUPBD	12500.000000	.000000
SUPBT	20154.400000	.000000

SUPOG	15645.000000	.000000
SUPAU	8855.000000	.000000
SUPFV	3000.000000	.000000
SUPBS	4977.550000	.000000
SUPPDT	6490.000000	.000000
SUPFVT	1878.981000	.000000
BRGI	1878.981000	.000000
SUPFN	13153.610000	.000000
FNVA2	4298.611000	.000000
FNVA3	8855.000000	.000000
SUPEN	18700.460000	.000000
ENMSI	4931.720000	.000000
ENVA1	5567.351000	.000000
ENVA2	8201.390000	.000000
PRDFNVA3	43908.750000	.000000
PRDPAT1	3636.000000	.000000
PATUR	12120.000000	.000000
PRDPAT2	14544.000000	.000000
PRDPAT3	14544.000000	.000000
PRDPAT4	6060.000000	.000000
PRDENVA3	261905.300000	.000000
PRDENMS4	295903.200000	.000000
PRDBRG2	65764.330000	.000000
PRDBRG3	46974.520000	.000000
PRDPAL4	93484.340000	.000000
TFNVA51	39088.860000	.000000
CFNVA1	1214.510000	.000000
TFNVA12	36701.690000	.000000
CFNVA2	1821.765000	.000000
CFNVA3	1821.765000	.000000
TFNVA34	44086.980000	.000000
CFNVA4	1214.510000	.000000
TFNVA45	41549.870000	.000000
CFNVA5	1214.510000	.000000
CFVPAT1	3636.000000	.000000
CFVPAT2	14544.000000	.000000
CFVPAT3	14544.000000	.000000
CFVPAT4	6060.000000	.000000
TENVA51	67864.550000	.000000
CENVA1	65828.620000	.000000
CENVA3	27433.120000	.000000
TENVA34	234472.200000	.000000
CENVA4	76615.410000	.000000
TENVA45	150822.600000	.000000
CENVA5	78433.410000	.000000
TMS51	226223.400000	.000000
CENMS1	46069.620000	.000000
TMS12	173367.000000	.000000
CENMS2	85473.200000	.000000
TMS23	82692.840000	.000000
CENMS3	80212.050000	.000000
CENMS4	30172.220000	.000000
TMS45	265731.000000	.000000
CENMS5	31535.720000	.000000
CFVBRG2	65764.330000	.000000
CFVBRG3	46974.520000	.000000
TPAL51	85918.820000	.000000
TPAL12	80924.510000	.000000

CLTPAL1	2416.750000	.000000
TPAL23	5972.165000	.000000
CLTPAL2	5793.000000	.000000
CLTPAL3	5793.000000	.000000
TPAL45	91067.590000	.000000
CLTPAL4	2416.750000	.000000
CLTPAL5	2416.750000	.000000
BOVP	9825.000000	.000000
BOVC	130.000000	.000000
OVIN	95950.000000	.000000
JT3	15645.000000	.000000
IRRSEC	4134.702000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
BLEDUR)	.000000	185.000000
BLETDR)	.000000	170.000000
ORGE)	.000000	120.000000
AUTCER)	.000000	110.000000
FEVE)	.000000	530.000000
BETTERAV)	.000000	27.000000
TOMATE)	.000000	100.000000
PASTEQUE)	.000000	198.426400
POMTERRE)	.000000	220.000000
PIMENT)	.000000	336.606900
SUPERAU)	.000000	1.128582
RFVVA1)	.000000	8.841574
RFVVA2)	.000000	8.808006
RFVVA3)	.000000	9.743261
RFVVA4)	.000000	8.319036
RFVVA5)	.000000	8.576325
RFNVA1)	.000000	53.350000
RFNVA2)	.000000	55.000000
RFNVA3)	.000000	48.691110
RFNVA4)	.000000	50.197020
RFNVA5)	.000000	51.749500
RFVOG1)	.000000	8.478337
RFVOG2)	.000000	9.953737
RFVOG3)	.000000	7.835794
RFVOG4)	.000000	7.977268
RFVOG5)	.000000	8.223987
RFVPAT1)	.000000	9.235786
RFVPAT2)	.000000	9.377515
RFVPAT3)	.000000	9.163081
RFVPAT4)	.000000	8.689952
RFVPAT5)	.000000	8.958713
RENVA1)	.000000	14.493800
RENVA2)	.000000	14.462340
RENVA3)	.000000	13.228100
RENVA4)	.000000	13.637220
RENVA5)	.000000	14.058980
RENMS1)	.000000	21.722880
RENMS2)	.000000	22.394720
RENMS3)	.000000	23.087340
RENMS4)	.000000	20.439060
RENMS5)	.000000	21.071190
RENSG1)	.000000	15.503730
RENSG2)	.000000	15.657020
RENSG3)	.000000	14.997820

RENSG4)	.000000	14.830270
RENSG5)	.000000	15.038620
RFVBRG1)	.000000	15.078540
RFVBRG2)	.000000	14.844500
RFVBRG3)	.000000	12.848570
RFVBRG4)	.000000	14.187400
RFVBRG5)	.000000	14.626180
RFVLZ1)	.000000	14.281200
RFVLZ2)	.000000	14.056080
RFVLZ3)	.000000	12.153480
RFVLZ4)	.000000	32.916340
RFVLZ5)	.000000	13.852770
RPAILL1)	.000000	29.100000
RPAILL2)	.000000	30.000000
RPAILL3)	.000000	30.927830
RPAILL4)	.000000	14.187890
RPAILL5)	.000000	28.227000
FVVA1)	.000000	-8.841574
FVVA2)	.000000	-8.808006
FVVA3)	.000000	-8.004237
FVVA4)	.000000	-8.319036
FVVA5)	.000000	-8.576325
FNVA1)	.000000	-53.350000
FNVA2)	.000000	-55.000000
FNVA3)	.000000	-48.691110
FNVA4)	.000000	-50.197020
FNVA5)	.000000	-51.749500
FVOG1)	.000000	-8.478337
FVOG2)	.000000	-8.481507
FVOG3)	.000000	-7.835794
FVOG4)	.000000	-7.977268
FVOG5)	.000000	-8.223987
FVPAT1)	.000000	-9.235786
FVPAT2)	.000000	-9.377515
FVPAT3)	.000000	-9.163081
FVPAT4)	.000000	-8.689952
FVPAT5)	.000000	-8.958713
ENVA1)	.000000	-14.493800
ENVA2)	.000000	-14.462340
ENVA3)	.000000	-13.228100
ENVA4)	.000000	-13.637220
ENVA5)	.000000	-14.058980
ENMS1)	.000000	-21.722880
ENMS2)	.000000	-22.394720
ENMS3)	.000000	-23.087340
ENMS4)	.000000	-20.439060
ENMS5)	.000000	-21.071190
ENSG1)	.000000	-15.503730
ENSG2)	.000000	-15.657020
ENSG3)	.000000	-14.997820
ENSG4)	.000000	-14.587460
ENSG5)	.000000	-15.038620
FVBRG1)	.000000	-15.078540
FVBRG2)	.000000	-14.844500
FVBRG3)	.000000	-12.848570
FVBRG4)	.000000	-14.187400
FVBRG5)	.000000	-14.626180
FVLZ1)	.000000	-14.281200

FVLZ2)	.000000	-14.056080
FVLZ3)	.000000	-12.153480
FVLZ4)	.000000	-13.437180
FVLZ5)	.000000	-13.852770
FNPAL1)	.000000	-29.100000
FNPAL2)	.000000	-30.000000
FNPAL3)	.000000	-30.927830
FNPAL4)	.000000	-27.380190
FNPAL5)	.000000	-28.227000
UF1)	.000000	-.086820
MAD1)	.000000	-.363236
FOIN1)	.000000	-14.183300
LITIER1)	.000000	-29.100000
UF2)	.000000	-.092384
MAD2)	.000000	-.326498
FOIN2)	.000000	-14.343730
LITIER2)	.000000	-30.000000
UF3)	.000000	-.105330
MAD3)	.000000	-.168443
FOIN3)	.000000	-5.802140
LITIER3)	.000000	-30.927830
UF4)	.000000	-.081689
MAD4)	.000000	-.341769
FOIN4)	.000000	-13.345070
LITIER4)	.000000	-27.380190
UF5)	.000000	-.084216
MAD5)	.000000	-.352339
FOIN5)	.000000	-13.757810
LITIER5)	.000000	-28.227000
CONCTR)	.000000	150.000000
MAXBOVP)	.000000	285.842900
MAXBOVC)	.000000	187.562400
MAXOVIN)	.000000	32.935050
LAITBP)	.000000	-200.000000
LAITBC)	.000000	-200.000000
LAINOV)	.000000	-1700.000000
VIANDBP)	.000000	-1400.000000
VIANDBC)	.000000	-1400.000000
VIANDOV)	.000000	-1800.000000
SEMENCBD)	.000000	-300.000000
SEMENCBT)	.000000	-300.000000
SEMENCOG)	.000000	-200.000000
SEMENCFV)	.000000	-700.000000
SEMENCBS)	.000000	-3500.000000
SEMENCPQ)	.000000	-10000.000000
SEMENCPT)	.000000	-120.000000
SEMECVT)	.000000	-250.000000
SEMENCEN)	.000000	-200.000000
SEMENCFN)	.000000	-150.000000
TERREPF)	.000000	75.402110
TERREPM)	.000000	148.523600
TERREPO)	.000000	232.281600
IRRIGUEE)	.000000	232.281600
PATURAGE)	.000000	29.364430
LEGUME)	.000000	-8.654358
AUTCERLS)	.000000	-1.128582
CULTMARI)	.000000	816.881900
CERJCT1)	.000000	274.281600

CERJCP1)	.000000	13.042650
CERLEG1)	.000000	118.684900
CERJCT2)	.000000	190.523600
CERJCP2)	.000000	6.645066
CERLEG2)	.000000	84.148960
CERJCT3)	.000000	117.402100
CERJCP3)	.000000	30.459190
CERLEG3)	.000000	60.036470
BRCERLGB)	.000000	386.125500
CERLEGMI)	.000000	20.540150
TRAV1)	.000000	.461538
TRAV2)	.000000	.461538
TRAV3)	.000000	.461538
TRAV4)	.000000	.461538
PERMAIN1)	.000000	-.600000
PERMAIN2)	.000000	-.600000
PERMAIN3)	.000000	-.600000
PERMAIN4)	.000000	-.600000
PERMAIN5)	.000000	-3.000000
TRACTION)	.000000	7.000000
MOISS)	.000000	17.000000
AMMONITR)	.000000	.118000
SUP45)	.000000	.110000
POTASSE)	.000000	.300000
DESHERB)	.000000	1000.000000
EAU)	.000000	75.739020
EAUC)	.000000	50739.020000
SUPERBET)	.000000	89.211110

NO. ITERATIONS= 371

Annexe 8 - SENSIBILITÉ DE LA SOLUTION OPTIMALE DE BASE

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
PRODBD	185.000000	2.093027	5.625036
PRODBT	170.000000	3.222987	1.875003
PRODOG	120.000000	18.307720	4.049294
PRODAU	110.000000	10.631320	INFINITY
PRODFV	530.000000	12.363370	117.384100
PRODBS	27.000000	5.012852	5.983911
PRODTM	100.000000	33.913560	INFINITY
PRODPQ	150.000000	48.426440	INFINITY
PRODPDT	220.000000	INFINITY	24.404580
PRODPM	300.000000	36.606870	INFINITY
FOIN1	50.000000	3.350002	INFINITY
FOIN2	55.000000	1.362370	1.031678
FOIN5	50.000000	1.749504	INFINITY
PAILLE1	25.000000	4.100000	INFINITY
PAILLE2	30.000000	5.469959	1.621697
PAILLE5	20.000000	8.227001	INFINITY
LAITBP	200.000000	INFINITY	90.456620
LAITBC	200.000000	INFINITY	84.108700
VIANDBP	1400.000000	INFINITY	714.607300
VIANDBC	1400.000000	INFINITY	586.132600
VIANDOV	1800.000000	INFINITY	548.917500
LAINE	1700.000000	INFINITY	1700.000000
SEMBD	-300.000000	75.000130	120.819400
SEMBT	-300.000000	117.392100	72.000130
SEMOG	-200.000000	200.000000	115.085200
SEMFV	-700.000000	72.119650	2347.682000
SEMBS	-3500.000000	3500.000000	17951.730000
TMI	-100.000000	678.271100	INFINITY
SEMPQ	-10000.000000	10000.000000	INFINITY
SEMPDT	-120.000000	120.000000	128.124100
PMI	-120.000000	256.248100	INFINITY
SEMVT	-250.000000	250.000000	980.535800
SEMFN	-150.000000	51.689860	39.143020
SEMEN	-200.000000	42.299840	57.889100
EAU	-25000.000000	INFINITY	50739.020000
AMMON	-118.000000	68.992220	68.429800
SP45	-110.000000	73.304220	66.445720
POTASS	-300.000000	300.000000	1359.274000
TRACTN	-7000.000000	837.762400	759.379500
MOISS	-17.000000	3.461282	4.438871
TRAVPM1	-3.000000	INFINITY	INFINITY
TRAVTM1	-3.000000	2.229153	4.808475
TRAVPM2	-3.000000	INFINITY	INFINITY
TRAVTM2	-3.000000	3.000000	6.023237
TRAVPM3	-3.000000	INFINITY	INFINITY
TRAVTM3	-3.000000	2.906707	7.165612
TRAVPM4	-3.000000	INFINITY	INFINITY
TRAVTM4	-3.000000	3.000000	10.717850
TRAVPM5	-3.000000	INFINITY	INFINITY
TRAVTM5	-3.000000	3.000000	INFINITY

CONCTR	-150.000000	150.000000	104.201300
TOTDESH	-1000.000000	318.712100	406.965000
BDI	.000000	47.499950	INFINITY
BD/JT1	.000000	109.546600	INFINITY
BD/JT2	.000000	11.824720	INFINITY
BD/JT3	.000000	10.933090	INFINITY
BD/JP1	.000000	20.499960	INFINITY
BD/JP2	.000000	83.272640	6.645066
BD/JP3	.000000	77.267050	INFINITY
BD/LG1	.000000	29.999960	INFINITY
BD/LG2	.000000	13.290130	11.824720
BD/LG3	.000000	48.707430	INFINITY
BD/LGI	.000000	9.000015	INFINITY
BD/BSI	.000000	370.625400	INFINITY
BTI	.000000	13.221250	16.790840
BT/JT1	.000000	68.546610	INFINITY
BT/JT2	.000000	32.824720	INFINITY
BT/JP1	.000000	150.616700	13.042650
BT/JP2	.000000	58.500000	INFINITY
BT/LG1	.000000	26.085310	29.999960
BT/LG2	.000000	13.500090	INFINITY
BT/BSI	.000000	386.125500	INFINITY
BT/LGI	.000000	289.846300	9.000015
OG/JT1	.000000	266.234300	INFINITY
OG/JT2	.000000	121.499300	INFINITY
OG/JT3	.000000	72.280890	5.864338
OG/JP1	.000000	94.456930	INFINITY
OG/JP2	.000000	38.446200	INFINITY
OG/JP3	.000000	26.610900	INFINITY
OG/LG1	.000000	148.687700	INFINITY
OG/LG2	.000000	65.764680	INFINITY
OG/LG3	.000000	5.864338	INFINITY
AU/JT3	.000000	5.315658	INFINITY
AU/LG3	.000000	INFINITY	5.315658
FV1	.000000	8.654358	58.748740
FVI	.000000	289.846300	INFINITY
FV/BSI	.000000	58.748740	46.953650
BSI	.000000	225.578400	269.276000
PQI	.000000	581.117200	INFINITY
PDTI	.000000	INFINITY	256.248100
SUPBD	.000000	9.000015	13.290130
SUPBT	.000000	13.500090	9.000015
SUPOG	.000000	38.446200	10.933090
SUPAU	.000000	INFINITY	INFINITY
SUPFV	.000000	8.654358	INFINITY
SUPBS	.000000	225.578400	269.276000
SUPTM	.000000	678.271100	INFINITY
SUPPQ	.000000	581.117200	INFINITY
SUPPDT	.000000	INFINITY	256.248100
SUPPM	.000000	256.248100	INFINITY
SUPFVT	.000000	28.348920	24.513390
FVVA1	.000000	66.675680	INFINITY
FVVA2	.000000	36.989950	INFINITY
FVVA3	.000000	38.609950	INFINITY
FVVAI	.000000	365.585300	INFINITY
FVVA/BSI	.000000	46.953650	58.748740
FVOG1	.000000	89.511330	INFINITY
FVOG2	.000000	47.434330	INFINITY

FVOG3	.000000	23.555680	36.140450
FVOGI	.000000	385.186300	INFINITY
BRGI	.000000	63.069840	24.513390
LZI	.000000	584.374600	INFINITY
SUPFN	.000000	5.427435	4.110017
FNVA1	.000000	36.072450	INFINITY
FNVA2	.000000	5.427435	4.110017
FNVA3	.000000	5.864338	5.315658
FNVAI	.000000	457.901100	INFINITY
SUPEN	.000000	4.601249	7.568871
ENMSI	.000000	89.825050	56.033570
ENSGI	.000000	16.996850	INFINITY
ENVAI	.000000	547.528600	INFINITY
ENVA1	.000000	26.085310	8.654358
ENVA2	.000000	4.110017	5.427435
ENVA3	.000000	26.669250	INFINITY
SUPPAT	.000000	26.610900	INFINITY
JP1	.000000	150.616700	INFINITY
JP2	.000000	83.272640	INFINITY
JP3	.000000	26.610900	INFINITY
PRDFVVA1	.000000	INFINITY	8.841574
PRDFVVA2	.000000	INFINITY	8.808006
PRDFVVA3	.000000	1.739024	INFINITY
PRDFVVA4	.000000	INFINITY	8.319036
PRDFVVA5	.000000	INFINITY	8.576325
PRDFNVA1	.000000	INFINITY	53.350000
PRDFNVA2	.000000	INFINITY	55.000000
PRDFNVA3	.000000	1.206097	.913337
PRDFNVA4	.000000	INFINITY	50.197020
PRDFNVA5	.000000	INFINITY	51.749500
PRDFVOG1	.000000	INFINITY	8.478337
PRDFVOG2	.000000	1.472230	INFINITY
PRDFVOG3	.000000	INFINITY	7.835794
PRDFVOG4	.000000	INFINITY	7.977268
PRDFVOG5	.000000	INFINITY	8.223987
PRDPAT1	.000000	53.221800	9.235786
PATUR	.000000	INFINITY	29.364430
PRDPAT2	.000000	14.783830	9.377515
PRDPAT3	.000000	14.783830	9.163081
PRDPAT4	.000000	53.263630	8.689952
PRDPAT5	.000000	INFINITY	8.958713
PRDENVA1	.000000	INFINITY	14.493800
PRDENVA2	.000000	INFINITY	14.462340
PRDENVA3	.000000	.260169	.346364
PRDENVA4	.000000	INFINITY	13.637220
PRDENVA5	.000000	INFINITY	14.058980
PRDENMS1	.000000	INFINITY	21.722880
PRDENMS2	.000000	INFINITY	22.394720
PRDENMS3	.000000	INFINITY	23.087340
PRDENMS4	.000000	1.497084	.933893
PRDENMS5	.000000	INFINITY	21.071190
PRDENSG1	.000000	INFINITY	15.503730
PRDENSG2	.000000	INFINITY	15.657020
PRDENSG3	.000000	INFINITY	14.997820
PRDENSG4	.000000	.242812	INFINITY
PRDENSG5	.000000	INFINITY	15.038620
PRDBRG1	.000000	INFINITY	15.078540
PRDBRG2	.000000	1.801995	.700383

PRDBRG3	.000000	2.522794	.980536
PRDBRG4	.000000	INFINITY	14.187400
PRDBRG5	.000000	INFINITY	14.626180
PRDLUZ1	.000000	INFINITY	14.281200
PRDLUZ2	.000000	INFINITY	14.056080
PRDLUZ3	.000000	19.479150	12.153480
PRDLUZ4	.000000	19.479150	INFINITY
PRDLUZ5	.000000	INFINITY	13.852770
PRDPAL1	.000000	INFINITY	29.100000
PRDPAL2	.000000	INFINITY	30.000000
PRDPAL3	.000000	INFINITY	30.927830
PRDPAL4	.000000	4.992285	6.394397
PRDPAL5	.000000	INFINITY	28.227000
CFVVA1	.000000	INFINITY	8.841574
TFVVA12	.000000	8.841574	INFINITY
CFVVA2	.000000	INFINITY	8.808006
TFVVA23	.000000	8.808006	INFINITY
CFVVA3	.000000	1.739024	8.004237
TFVVA34	.000000	8.004237	INFINITY
CFVVA4	.000000	INFINITY	8.319036
TFVVA45	.000000	8.319036	INFINITY
CFVVA5	.000000	INFINITY	8.576325
TFVVA51	.000000	8.576325	INFINITY
TFNVA51	.000000	1.281854	.970706
CFNVA1	.000000	14.183300	1.893661
TFNVA12	.000000	1.321499	1.000728
CFNVA2	.000000	14.343730	1.798721
TFNVA23	.000000	6.308887	INFINITY
CFNVA3	.000000	5.802140	9.326178
TFNVA34	.000000	1.206097	.913337
CFNVA4	.000000	13.345070	1.781745
TFNVA45	.000000	1.243399	.941585
CFNVA5	.000000	13.757810	1.836852
CFVOG1	.000000	INFINITY	8.478337
TFVOG12	.000000	8.478337	INFINITY
CFVOG2	.000000	1.472230	8.481507
TFVOG23	.000000	8.481507	INFINITY
CFVOG3	.000000	INFINITY	7.835794
TFVOG34	.000000	7.835794	INFINITY
CFVOG4	.000000	INFINITY	7.977268
TFVOG45	.000000	7.977268	INFINITY
CFVOG5	.000000	INFINITY	8.223987
TFVOG51	.000000	8.223987	INFINITY
CFVPAT1	.000000	53.221800	9.235786
TPAT12	.000000	9.235786	INFINITY
CFVPAT2	.000000	14.783830	9.377515
TPAT23	.000000	9.377515	INFINITY
CFVPAT3	.000000	14.783830	9.163081
TPAT34	.000000	9.163081	INFINITY
CFVPAT4	.000000	33.263630	8.689952
TPAT45	.000000	8.689952	INFINITY
CFVPAT5	.000000	INFINITY	8.958713
TPAT51	.000000	8.958713	INFINITY
TENVA51	.000000	.000001	.000001
CENVA1	.000000	.000001	.000001
TENVA12	.000000	.465325	INFINITY
CENVA2	.000000	.479716	1.234243
TENVA23	.000000	1.234243	INFINITY

CENVA3	.000000	.603463	.968415
TENVA34	.000000	.424688	.346364
CENVA4	.000000	.000001	.357077
TENVA45	.000000	.437822	.000001
CENVA5	.000000	3.523389	.000001
TMS51	.000000	.000003	.000002
CENMS1	.000000	.000003	.000002
TMS12	.000000	1.485011	.650476
CENMS2	.000000	1.710836	.835544
TMS23	.000000	1.530938	2.569898
CENMS3	.000000	1.578287	2.649379
TMS34	.000000	2.648281	INFINITY
CENMS4	.000000	.000002	.933893
TMS45	.000000	1.397246	.000002
CENMS5	.000000	1.855406	.000003
TSG51	.000000	.000001	.000001
CENSG1	.000000	.000001	.000001
TSG12	.000000	.316419	INFINITY
CENSG2	.000000	.326206	1.109139
TSG23	.000000	1.109139	INFINITY
CENSG3	.000000	1.143443	.410355
TSG34	.000000	.410355	INFINITY
CENSG4	.000000	.242812	.000001
TSG45	.000000	.000001	INFINITY
CENSG5	.000000	.000001	INFINITY
CFVBRG1	.000000	INFINITY	15.078540
TBRG12	.000000	15.078540	INFINITY
CFVBRG2	.000000	1.801995	.700383
TBRG23	.000000	14.844500	INFINITY
CFVBRG3	.000000	2.522794	.980536
TBRG34	.000000	12.848570	INFINITY
CFVBRG4	.000000	INFINITY	14.187400
TBRG45	.000000	14.187400	INFINITY
CFVBRG5	.000000	INFINITY	14.626180
TBRG51	.000000	14.626180	INFINITY
CFVLZ1	.000000	INFINITY	14.281200
TLZ12	.000000	14.281200	INFINITY
CFVLZ2	.000000	INFINITY	14.056080
TLZ23	.000000	14.056080	INFINITY
CFVLZ3	.000000	19.479150	12.153480
TLZ34	.000000	12.153480	INFINITY
CFVLZ4	.000000	19.479150	13.437180
TLZ45	.000000	13.437180	INFINITY
CFVLZ5	.000000	INFINITY	13.852770
TLZ51	.000000	13.852770	INFINITY
TPAL51	.000000	3.657362	1.699064
CFNPAL1	.000000	1.893661	INFINITY
TPAL12	.000000	3.770477	1.751612
CLTPAL1	.000000	29.100000	1646.752000
CFNPAL2	.000000	1.798721	INFINITY
TPAL23	.000000	3.441213	638.939900
CLTPAL2	.000000	30.000000	658.700900
CFNPAL3	.000000	9.326178	INFINITY
TPAL34	.000000	3.547642	INFINITY
CLTPAL3	.000000	30.927830	658.700900
CFNPAL4	.000000	1.781745	INFINITY
TPAL45	.000000	3.547642	1.648092
CLTPAL4	.000000	27.380190	1646.752000

CFNPAL5	.000000	1.836852	INFINITY
CLTPAL5	.000000	28.227000	1646.752000
BOVP	.000000	INFINITY	285.842900
BOVC	.000000	INFINITY	187.562400
OVIN	.000000	INFINITY	32.935050
JT3	.000000	5.315658	5.864338
JT2	.000000	11.824720	INFINITY
JT1	.000000	68.546610	INFINITY
IRRSEC	.000000	44.879330	37.596400
ENAVI	.000000	169.500000	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
BLEDUR	.000000	INFINITY	30000.000000
BLETDR	.000000	INFINITY	83588.110000
ORGE	.000000	INFINITY	42241.500000
AUTCER	.000000	INFINITY	19481.000000
FEVE	.000000	INFINITY	2100.000000
BETTERAV	.000000	INFINITY	223989.700000
TOMATE	.000000	INFINITY	.000000
PASTEQUE	.000000	.000000	14900.630000
POMTERRE	.000000	INFINITY	68145.000000
PIMENT	.000000	.000000	1907.719000
SUPERBD	.000000	INFINITY	12500.000000
SUPERBT	.000000	INFINITY	20154.400000
SUPEROG	.000000	INFINITY	15645.000000
SUPERAU	.000000	8855.000000	15645.000000
SUPERFV	.000000	INFINITY	3000.000000
SUPERBS	.000000	INFINITY	4977.550000
SUPERTM	.000000	INFINITY	.000000
SUPERPQ	.000000	INFINITY	.000000
SUPERPDT	.000000	INFINITY	6490.000000
SUPERPM	.000000	INFINITY	.000000
SUPRVRT	.000000	INFINITY	1878.981000
SUPERFN	.000000	INFINITY	13153.610000
SUPEREN	.000000	INFINITY	18700.460000
SUPERPAT	.000000	INFINITY	.000000
RFVVA1	.000000	102857.200000	.000000
RFVVA2	.000000	134866.700000	.000000
RFVVA3	.000000	.000000	.000000
RFVVA4	.000000	119711.600000	.000000
RFVVA5	.000000	122552.200000	.000000
RFNVA1	.000000	INFINITY	.000000
RFNVA2	.000000	INFINITY	.000000
RFNVA3	.000000	INFINITY	38155.590000
RFNVA4	.000000	INFINITY	.000000
RFNVA5	.000000	INFINITY	.000000
RFVOG1	.000000	121904.800000	.000000
RFVOG2	.000000	.000000	500640.000000
RFVOG3	.000000	50802.070000	.000000
RFVOG4	.000000	141880.400000	.000000
RFVOG5	.000000	145247.100000	.000000
RFVPAT1	.000000	204753.900000	3636.000000
RFVPAT2	.000000	232660.300000	14544.000000
RFVPAT3	.000000	91443.730000	14544.000000
RFVPAT4	.000000	134098.800000	6060.000000
RFVPAT5	.000000	140158.800000	.000000

RENVA1	.000000	65828.620000	.000000
RENVA2	.000000	85505.350000	.000000
RENVA3	.000000	139423.600000	73076.380000
RENVA4	.000000	135240.900000	.000000
RENVA5	.000000	131183.700000	.000000
RENMS1	.000000	182846.000000	.000000
RENMS2	.000000	168166.000000	.000000
RENMS3	.000000	80212.050000	.000000
RENMS4	.000000	194331.000000	336860.500000
RENMS5	.000000	188501.100000	.000000
RENSG1	.000000	96806.780000	.000000
RENSG2	.000000	112801.900000	.000000
RENSG3	.000000	40342.820000	.000000
RENSG4	.000000	.000000	495082.900000
RENSG5	.000000	99800.800000	.000000
RFVBRG1	.000000	45088.090000	.000000
RFVBRG2	.000000	62141.170000	26305.730000
RFVBRG3	.000000	18789.810000	46974.520000
RFVBRG4	.000000	52476.310000	.000000
RFVBRG5	.000000	53721.520000	.000000
RFVLZ1	.000000	47358.710000	.000000
RFVLZ2	.000000	65321.820000	.000000
RFVLZ3	.000000	19736.060000	.000000
RFVLZ4	.000000	.000000	19736.060000
RFVLZ5	000000	56426.920000	.000000
RPAILL1	.000000	INFINITY	.000000
RPAILL2	.000000	INFINITY	.000000
RPAILL3	.000000	5793.000000	.000000
RPAILL4	.000000	INFINITY	73116.660000
RPAILL5	.000000	INFINITY	.000000
FVVA1	.000000	.000000	102857.200000
FVVA2	.000000	.000000	134866.700000
FVVA3	.000000	.000000	42864.250000
FVVA4	.000000	.000000	119711.600000
FVVA5	.000000	.000000	122552.200000
FNVA1	.000000	34823.580000	INFINITY
FNVA2	.000000	33778.870000	INFINITY
FNVA3	.000000	38155.590000	INFINITY
FNVA4	.000000	37010.920000	INFINITY
FNVA5	.000000	35900.590000	INFINITY
FVOG1	.000000	.000000	121904.800000
FVOG2	.000000	.000000	155747.000000
FVOG3	.000000	.000000	50802.070000
FVOG4	.000000	.000000	141880.400000
FVOG5	.000000	.000000	145247.100000
FVPAT1	.000000	3636.000000	204753.900000
FVPAT2	.000000	14544.000000	232660.300000
FVPAT3	.000000	14544.000000	91443.730000
FVPAT4	.000000	6060.000000	134098.800000
FVPAT5	.000000	.000000	140158.800000
ENVA1	.000000	66694.840000	65828.620000
ENVA2	.000000	.000000	85505.350000
ENVA3	.000000	73076.380000	139423.600000
ENVA4	.000000	70384.090000	135240.900000
ENVA5	.000000	68757.580000	131183.700000
ENMS1	.000000	316952.100000	182846.000000
ENMS2	.000000	307443.600000	168166.000000
ENMS3	.000000	298220.300000	80212.050000

ENMS4	.000000	336860.500000	194331.000000
ENMS5	.000000	326754.700000	188501.100000
ENSG1	.000000	.000000	96806.780000
ENSG2	.000000	.000000	112801.900000
ENSG3	.000000	.000000	40342.820000
ENSG4	.000000	.000000	112669.700000
ENSG5	.000000	.000000	99800.800000
FVBRG1	.000000	.000000	45088.090000
FVBRG2	.000000	26305.730000	62141.170000
FVBRG3	.000000	46974.520000	18789.810000
FVBRG4	.000000	.000000	52476.310000
FVBRG5	.000000	.000000	53721.520000
FVLZ1	.000000	.000000	47358.710000
FVLZ2	.000000	.000000	65321.820000
FVLZ3	.000000	.000000	19736.060000
FVLZ4	.000000	.000000	55119.000000
FVLZ5	.000000	.000000	56426.920000
FNPAL1	.000000	68795.470000	INFINITY
FNPAL2	.000000	66731.610000	INFINITY
FNPAL3	.000000	64729.660000	5793.000000
FNPAL4	.000000	73116.660000	INFINITY
FNPAL5	.000000	70923.160000	INFINITY
UF1	.000000	10971440.000000	5758703.000000
MAD1	.000000	598960.100000	658286.100000
MS1	.000000	15624060.000000	INFINITY
FOIN1	.000000	21036.360000	1214.510000
LITIER1	.000000	68795.470000	2416.750000
UF2	.000000	16002650.000000	6401062.000000
MAD2	.000000	394063.700000	960159.200000
MS2	.000000	1978[illegible]710.000000	INFINITY
FOIN2	.000000	33265.130000	1821.765000
LITIER2	.000000	66731.610000	5793.000000
UF3	.000000	4572187.000000	9005167.000000
MAD3	.000000	645446.400000	274331.200000
MS3	.000000	21037360.000000	INFINITY
FOIN3	.000000	29198.070000	1821.765000
LITIER3	.000000	64729.660000	5793.000000
UF4	.000000	12769240.000000	3771528.000000
MAD4	.000000	603444.400000	766154.100000
MS4	.000000	13973920.000000	INFINITY
FOIN4	.000000	13777.270000	1214.510000
LITIER4	.000000	73116.660000	2416.750000
UF5	.000000	13072240.000000	3941965.000000
MAD5	.000000	617484.700000	784334.100000
MS5	.000000	13493660.000000	INFINITY
FOIN5	.000000	14399.870000	1214.510000
LITIER5	.000000	70923.160000	2416.750000
CONCTR	.000000	19884.000000	INFINITY
MAXBOVP	9825.000000	4365.970000	9825.000000
MAXBOVC	130.000000	4533.561000	130.000000
MAXOVIN	95950.000000	53012.030000	95950.000000
LAITBP	.000000	31047.000000	INFINITY
LAITBC	.000000	289.900000	INFINITY
LAINOV	.000000	287.850000	INFINITY
VIANDBP	.000000	3930.000000	INFINITY
VIANDBC	.000000	41.600000	INFINITY
VIANDOV	.000000	5757.000000	INFINITY
SEMENCBD	.000000	INFINITY	1375.000000

SEMENCBT	.000000	INFINITY	2476.463000
SEMENCOG	.000000	INFINITY	1486.275000
SEMENCFV	.000000	INFINITY	360.000000
SEMENCBS	.000000	INFINITY	74.663250
SEMENCPQ	.000000	INFINITY	.000000
SEMENCPT	.000000	INFINITY	12980.000000
SEMECVT	.000000	INFINITY	46.974520
SEMENCEN	.000000	INFINITY	1646.165000
SEMENCFN	.000000	INFINITY	1336.854000
TERREPF	49000.000000	132683.000000	31290.000000
TERREPM	25000.000000	37027.810000	8597.222000
TERREPO	13000.000000	12674.870000	6643.308000
IRRIGUEE	34000.000000	12674.870000	4134.702000
PATURAGE	12120.000000	194146.600000	12120.000000
LEGUME	3000.000000	3321.654000	3000.000000
AUTCERLS	8855.000000	15645.000000	8855.000000
CULTMARI	6490.000000	9554.231000	6490.000000
CERJCT1	.000000	.000000	6643.308000
CERJCP1	.000000	6643.308000	.000000
CERLEG1	.000000	6643.308000	12674.870000
CERJCT2	.000000	.000000	8597.222000
CERJCP2	.000000	8597.222000	.000000
CERLEG2	.000000	8597.222000	25000.000000
CERJCT3	.000000	31290.000000	31290.000000
CERJCP3	.000000	.000000	31290.000000
CERLEG3	.000000	8855.000000	31290.000000
ERCERLGA	.000000	INFINITY	9955.100000
ERCERLGB	.000000	.000000	3000.000000
CERLEGMI	.000000	11587.050000	.000000
TRAV1	.000000	1344418.000000	INFINITY
TRAV2	.000000	1241703.000000	INFINITY
TRAV3	.000000	617894.600000	INFINITY
TRAV4	.000000	967494.200000	INFINITY
TRAV5	.000000	INFINITY	159219.600000
PERMAIN1	227890.000000	258541.900000	227890.000000
PERMAIN2	341834.000000	238789.100000	341834.000000
PERMAIN3	341834.000000	118825.900000	341834.000000
PERMAIN4	227890.000000	186056.600000	227890.000000
PERMAIN5	227890.000000	INFINITY	30619.150000
TRACTION	.000000	2070953.000000	INFINITY
MOISS	.000000	152217.200000	INFINITY
AMMONITR	.000000	14183680.000000	INFINITY
SUP45	.000000	9441321.000000	INFINITY
POTASSE	.000000	3361978.000000	INFINITY
DESHERB	.000000	1850.664000	INFINITY
EAU	.000000	16194.250000	49643.260000
EAUC	150.000000	16.194250	49.643260
SUPERBET	.000000	17666.460000	32034.780000

Annexe 9 - LES EFFETS DE LA POLITIQUE AGRICOLE SUR LES SUPERFICIES DU SECTEUR PUBLIC PAR TYPE DE TERRE

	Modèle de Base	Élimination des Subventions d'Engrais	Élimination des Subventions et des Quotas d'Eau
Modèle Simulé	A	B	C
Terre Irriguée:			
Blé Tendre	11,587	11,587	11,576
Betterave à Sucre	4,978	4,978	5,667
Pomme de Terre	6,490	6,490	6,490
Bersim Ray Grass	1,879	1,879	1,890
Ensilage Mais	4,932	4,932	3,573
Ensilage Sorgho	-	-	4,803
Terre Pente Faible:			
Blé Tendre/Légumineuse[a]	8,567	8,567	6,500
Fève	3,000	3,000	5,272
Ensilage Vesce Avoine	5,567	5,567	1,228
Terre Pente Moyenne:			
Blé Dur/légumineuse	12,500	12,500	12,500
Foin Vesce Avoine	4,299	4,299	12,500
Ensilage Vesce Avoine	8,201	8,201	
Terre Pente Forte:			
Orge/Jachère Travaillée	15,645	15,645	15,645
Autres Céréales/Légumineuse	8,855	8,855	8,855
Foin Vesce Avoine	8,855	8,855	8,855
Jachère Travaillée	15,645	15,645	15,645

a. Céréale/Légumineuse corresponds à une rotation sur deux ans: céréale après légumineuse. Donc, dans le cas de terres à pente faible, 8567 ha de blé tendre doivent être accompagnée de 3000 ha de fève et de 5,567 ha d'ensilage de vesce avoine.

Annexe 9 - LES EFFETS DE LA POLITIQUE AGRICOLE SUR LES SUPERFICIES DU SECTEUR PUBLIC PAR TYPE DE TERRE (Suite)

	Modèle de Base	Réduction de la Main-d'Oeuvre Permanente	Élimination des Quotas de Production	Tous Scénarios Combinés
Modèle Simulé	A	D	E	F=A+B+C+D+E
Terre Irriguée:				
Blé Tendre	11,587	11,587	0	
Betterave à Sucre	4,978	4,978	0	
Pomme de Terre	6,490	6,490	30,688	32,402
Piment	0	0	351	0
Bersim Ray Grass	1,879	1,879	0	0
Ensilage Mais	4,932	4,932	2,961	1,598
Ensilage Sorgho	0	0	0	0
Terre Pente Faible:				
Blé Tendre/Légumineuse[a]	8,567	8,567	6,500	6,500
Fève	3,000	3,000	3,000	3,000
Ensilage Vesce Avoine	5,567	5,567	3,500	3,500
Terre Pente Moyenne:				
Blé Dur/Légumineuse	12,500	12,500	12,500	12,500
Foin Vesce Avoine	4,299	4,299	0	0
Ensilage Vesce Avoine	8,201	8,201	12,500	12,500
Terre Pente Forte:				
Orge/Jachère Travaillée	15,645	15,645	0	0
Orge/Légumineuse	0	0	10,066	9,644
Autres Céréales/Légumineuse	8,855	8,855	8,855	8,855
Foin Vesce Avoine	8,855	8,855	13,046	18,499
Ensilage Vesce Avoine	0	0	5,875	0
Orge/Fourrage Vert	0	0	11,158	12,002
Jachère Travaillée	15,645	15,645	0	0

a. Céréale/Légumineuse correspond à une rotation sur deux ans d'une céréale après légumineuse. Donc, dans le cas de terres à pente faible, 8567 ha de blé tendre doivent être accompagnée de 3000 ha de fève et de 5,567 ha d'ensilage de vesce avoine.