

## Approche économique de l'évaluation des terres en culture cotonnière au Nord-Cameroun

François Mahop, Éric Van Ranst, Robert Groenemans

La réponse du cotonnier aux engrais et à la protection phytosanitaire est étudiée depuis de nombreuses années à travers un réseau d'expérimentation multilocale en Afrique centrale et occidentale [1-3]. Les résultats obtenus au Cameroun [4] et plus généralement en Afrique occidentale [5] ont montré l'importance de l'utilisation des engrais en culture cotonnière, où les pertes dues aux ravageurs sont évaluées à 50 % de la production potentielle en l'absence de la protection phytosanitaire au Tchad [6]. La culture cotonnière au Nord-Cameroun a connu un développement important depuis les années 60, grâce à l'amélioration simultanée de la sélection variétale et des pratiques culturales [7]. Ceci étant, du fait des conditions pluviométriques difficiles, de la pression démographique, des faibles surfaces de bonne qualité accessibles dans la partie septentrionale du Cameroun, le planteur du coton doit tirer le meilleur parti de son exploitation ou des terres encore

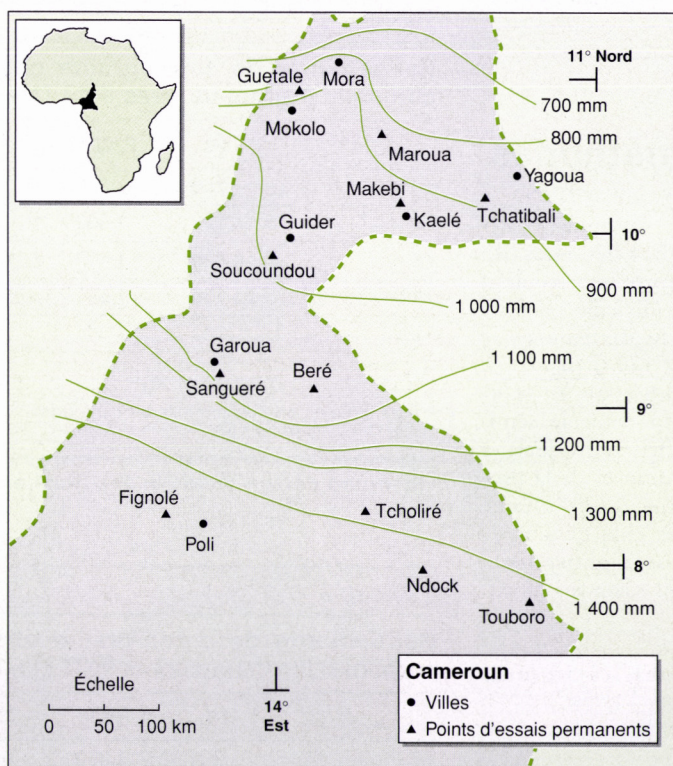


Figure 1. Situation des zones cotonnières au Cameroun.

Figure 1. Situation of cotton-growing areas in Cameroon.

F. Mahop : Université de Dschang, Département des sciences du sol, BP 222 Dschang, Cameroun.

E. Van Ranst, R. Groenemans : Université de Gand, Laboratoire de pédologie, Krijgslaan 281 (S8), 9000 Gand, Belgique.

Tirés à part : F. Mahop

incultes, avec un minimum de risques financiers [8, 9]. La chute des cours internationaux du coton à partir de 1984 a frappé durement la production cotonnière camerounaise [10]. La Société cotonnière, après quelques années de résistance (utilisation des réserves de la

caisse de stabilisation), a été amenée à prendre des mesures économiques drastiques, dont la réduction ou la suppression des subventions aux intrants et la baisse du prix d'achat du coton aux planteurs. L'une des réactions des producteurs face à cette situation a été de

limiter les charges de production par la réduction des protections phytosanitaires et des apports d'engrais. Cette stratégie a fortement contribué à une baisse des rendements, suite à l'épuisement des sols et aux attaques des prédateurs. Sur base de l'analyse des marges brutes dégagées par l'utilisation combinée des deux principaux facteurs de production que sont la fumure et les traitements phytosanitaires, nous avons calculé le profit ou la perte annuels (exprimés en terme monétaire par hectare) à partir d'un calcul du revenu de la vente du coton après déduction des coûts des intrants. Le développement de la production cotonnière, comme celui des autres productions, ne peut s'envisager sans mise en œuvre de méthodes culturales rationnelles et, d'une façon générale, sans parfaite connaissance de tous les éléments susceptibles de contribuer à augmenter les rendements, à diminuer les coûts de production, à améliorer la qualité du produit et à protéger l'environnement. Le modèle proposé vise à contribuer à cet objectif.

## Matériel et méthodes

La zone étudiée (bassin cotonnier) intéresse les régions septentrionales du Cameroun situées approximativement entre le huitième et le dixième parallèle (zone sud) et entre le dixième et le onzième parallèle (zone nord) (figure 1). Au Nord-Cameroun, les essais en *split-plot* conduits en milieu contrôlé semi-réel ont comparé les effets individuels et combinés de la fertilisation et de la protection phytosanitaire, pour quatre niveaux de traitement et cinq niveaux de fumure NPKSB (azote, phosphore, potassium, soufre, bore) selon les modalités suivantes :

- T0 : protection nulle ;
  - T6 : traitement tous les 14 jours (6 traitements) ;
  - T8 : protection renforcée tous les 10 jours (8 traitements) ;
  - T12 : protection poussée tous les 7 jours (12 traitements) ;
  - F0 : témoin non fertilisé ;
  - F200 : 200 kg de 14-23-15-6-1 (NPKSB) ;
  - F250 : 200 kg de NPKSB ;
  - F300 : 200 kg de NPKSB + 100 kg d'urée ;
  - F575 : 300 kg de NPKSB + 100 kg KCl + 75 kg d'urée + 100 kg 20-20-10-0-1.
- Les optima économiques pour chacun

des facteurs impliqués ont été déterminés indépendamment l'un de l'autre selon les méthodes présentées dans l'encadré 1.

## Résultats et discussion

Les rendements des essais conduits pour évaluer les effets simples et les interactions entre la fertilisation minérale (F) et la protection phytosanitaire (T) dans l'ensemble du bassin cotonnier sont présentés dans les tableaux 1 et 2. L'analyse statistique montre des différences significatives entre les moyennes des rendements à  $p = 0,05$ .

Le modèle de réponse du cotonnier au nombre de traitements insecticides ou à

la fertilisation minérale constitue une famille de courbes paraboliques du second degré de forme :

$$f(x_i) = a + b x_i + c x_i^2$$

(loi des accroissements de rendements moins que proportionnels) où  $x_i$  représente le nombre d'applications ou la quantité d'engrais. En raison des disparités observées au niveau des rendements entre la zone nord et la zone sud pour le même protocole d'essai, la démarche proposée est faite distinctement pour les deux zones. Ainsi les équations des courbes moyennes de réponse pour le nord du bassin cotonnier s'écrivent :

$$- f_n(x_1) = 1099 + 59,415 x_1 - 1,72 x_1^2$$

(protection) ;

$$- f_n(x_2) = 959 + 2,69 x_2 - 0,0028 x_2^2$$

(fumure).

Par analogie, les courbes moyennes de

Tableau 1

Rendements de coton-graine observés dans la zone nord du bassin cotonnier (kg/ha) (d'après IRCT [11-13])

	F0	F200**	F250	F300	F575	Moyenne	
T0	700	1 072	1 180	1 253	1 291	1 099	c
T6*	983	1 360	1 497	1 560	1 580	1 396	b
T8	1 020	1 493	1 526	1 580	1 694	1 462	b
T12	1 150	1 531	1 661	1 717	1 767	1 565	a
Moyenne	963	1 364	1 466	1 527	1 583		
$p = 0,05$	d	c	b	a	a		

\* 6 traitements phytosanitaires par campagne.

\*\* 200 kg.ha<sup>-1</sup> de NPKSB.

Observed cotton yields in the northern area of the cotton basin (kg/ha seed)

Tableau 2

Rendements de coton-graine observés dans la zone sud du bassin cotonnier (kg/ha) (d'après IRCT [11-13])

	F0	F200	F250	F300	F575	Moyenne	
T0	731	1 390	1 540	1 591	1 654	1 381	c
T6	1 046	1 765	1 910	2 061	2 083	1 773	b
T8	1 150	1 820	2 040	2 175	2 218	1 880	a
T12	1 194	1 831	2 061	2 181	2 230	1 900	a
Moyenne	1 030	1 701	1 888	2 002	2 046		
$p = 0,05$	e	d	c	b	a		

Les moyennes portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au risque de 5 %.

Observed cotton yields in the southern area of the cotton basin (kg/ha seed)

## Modèle de réponse du cotonnier aux traitements insecticides et à la fertilisation

Le modèle d'ajustement des courbes de réponse à la protection et à la fertilisation est une parabole du second degré de forme  $f(x_i) = a + bx_i + cx_i^2$  où  $f(x_i)$  exprime le rendement en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  et  $x_i$  le nombre d'applications phytosanitaires ou la quantité d'engrais en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . L'augmentation du rendement par rapport au témoin est obtenue par un apport d'engrais ou par un nombre déterminé de traitements, et correspond à  $bx_i + cx_i^2$ . Si  $P_1 =$  coût du traitement,  $P_2 =$  prix de 1 kg d'engrais,  $P_3 =$  prix de 1 kg de coton,  $x_1 =$  nombre de traitements.  $\text{ha}^{-1}$ ,  $x_2 =$  quantité d'engrais en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Les équations du modèle d'ajustement des courbes de réponse à la protection et la fertilisation deviennent respectivement :

$$f(x_1) = a_1 + b_1x_1 + c_1x_1^2 \text{ et } f(x_2) = a_2 + b_2x_2 + c_2x_2^2$$

Le bénéfice exprimé en terme monétaire du produit récolté est donné par les expressions :

$$F(x_1) = [f(x_1)] P_3 - x_1 P_1 \Rightarrow (a_1 + b_1 x_1 + c_1 x_1^2) P_3 - x_1 P_1 \text{ (protection)}$$

$$F(x_2) = [f(x_2)] P_3 - x_2 P_2 \Rightarrow (a_2 + b_2 x_2 + c_2 x_2^2) P_3 - x_2 P_2 \text{ (engrais)}$$

La dose économique optimale du nombre de traitements ou de la quantité de fumure s'obtient en annulant la dérivée première de  $F(x_1)$  et  $F(x_2)$ . D'une manière générale, la dose économique est obtenue par la relation  $\frac{d[F(x_i)]}{dx_i} = 0$

$x_i$  étant la quantité d'intrants  $i$  nécessaires pour atteindre l'optimum économique. Ainsi le nombre de traitements optimum  $x_1$  permettant de maximiser le profit est déterminé par la relation :

$$\frac{d[F(x_1)]}{dx_1} = 0 \Rightarrow b_1 P_3 + 2c_1 P_3 x_1 - P_1 = 0 \Rightarrow 2c_1 P_3 x_1 = P_1 - b_1 P_3$$

$$x_1 = \frac{P_1 - b_1 P_3}{2c_1 P_3} \Rightarrow x_1 = \left( \frac{P_1 - b_1}{2c_1 P_3} \right)$$

De même la dose économique optimale d'engrais  $x_2$  permettant de maximiser le profit est donnée par la relation

$$\frac{d[F(x_2)]}{dx_2} = 0 \Rightarrow b_2 P_3 + 2c_2 P_3 x_2 - P_2 = 0 \Rightarrow 2c_2 P_3 x_2 = P_2 - b_2 P_3$$

$$x_2 = \frac{P_2 - b_2 P_3}{2c_2 P_3} \Rightarrow x_2 = \left( \frac{P_2 - b_2}{2c_2 P_3} \right)$$

L'interaction fumure/protection détermine une équation de surface de la forme :

$$f(x_1, x_2) = a + bx_1 + cx_2 + dx_1^2 + ex_1x_2 + fx_2^2$$

où  $f(x_1, x_2)$  est le rendement du coton exprimé en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  ;  $a$  le rendement du témoin ( $x_1$  et  $x_2 = 0$ ) ;  $x_1$  le nombre de traitements phytosanitaires ;  $x_2$  la quantité d'engrais en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  ;  $b, c, d, e,$  et  $f$  sont des constantes. La marge brute exprimée en terme monétaire après remboursement des intrants est donnée par l'expression :

$$F(x_1, x_2) = (a + b x_1 + c x_2 + d x_1^2 + e x_1 x_2 + f x_2^2) P_3 - (P_1 x_1 + P_2 x_2)$$

Parmi les combinaisons  $x_1$  (traitements) et  $x_2$  (engrais), celle qui correspond au moindre investissement constitue l'optimum économique et ce point est défini en annulant la dérivée de  $F(x_1, x_2)$  :  $\frac{d[F(x_1, x_2)]}{dx_1 dx_2} = 0$

$$\frac{d[F(x_1, x_2)]}{dx_1} = 0 \Rightarrow P_3 (b + 2d x_1 + e x_2) = P_1 \quad \{1\}$$

$$\frac{d[F(x_1, x_2)]}{dx_2} = 0 \Rightarrow P_3 (c + e x_1 + 2f x_2) = P_2 \quad \{2\}$$

On obtient ainsi un système d'équation à deux inconnues  $x_1$  et  $x_2$  où les valeurs de  $x_1$  (nombre de traitements.  $\text{ha}^{-1}$ ) et  $x_2$  (engrais  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) déterminent l'optimum économique.

### Model of cotton response to insecticide application and fertilization

## Optimisation des fonctions de production

À la valeur positive de  $x_1$  ou de  $x_2$  obtenue en annulant la dérivée première de l'équation parabolique correspond un maximum qui coïncide avec l'équilibre optimum économique. Ainsi pour la zone nord, l'augmentation du rendement par rapport au témoin (T0) correspond à :  $f_n(x_1) - 1\,099 = 59,415 x_1 - 1,72 x_1^2$

Le bénéfice exprimé en terme monétaire peut s'écrire sous la forme :

$$F_n(x_1) = (1\,099 + 59,415 x_1 - 1,72 x_1^2) 90 - 3\,000 x_1$$

La dose économique s'obtient en annulant la dérivée de cette expression :

$$\frac{d[F_n(x_1, x_2)]}{dx_1} = 0 \quad \Rightarrow \quad 2\,347,35 x_1 - 309,6 x_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 7,5 \text{ traitements}$$

De même, la dose économique optimale de fertilisation peut être déterminée en suivant le même cheminement. La marge bénéficiaire brute après remboursement des frais engagés pour l'acquisition des engrais peut se mettre sous la forme :  $F_n(x_2) = (959 + 2,69 x_2 - 0,0028 x_2^2) 90 - 120 x_2$

La dose économique s'obtient en annulant la dérivée de  $F_n(x_2)$  :

$$\frac{d[F_n(x_1, x_2)]}{dx_2} = 0 \quad \Rightarrow \quad 122,1 x_2 - 0,504 x_2 = 0 \Rightarrow x_2 = 242 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ d'engrais}$$

En ce qui concerne la zone sud, l'optimum économique se situe à 332 kg.ha<sup>-1</sup> d'engrais combinés à sept traitements.

L'équation de surface dans l'espace à trois dimensions pour déterminer l'interaction fumure-protection phytosanitaire pour la zone nord s'écrit :

$$f_n(x_1, x_2) = 683,874 + 57,197 x_1 + 2,686 x_2 - 1,556 x_1^2 + 0,004 x_1 x_2 - 0,003 x_2^2$$

et celle de la zone sud :

$$f_s(x_1, x_2) = 702,712 + 87,696 x_1 + 4,519 x_2 - 4,136 x_1^2 + 0,021 x_1 x_2 - 0,005 x_2^2$$

La marge brute après remboursement des intrants (MARI) est donnée par la différence entre la valeur de la production et les charges (coût des intrants), et peut se mettre sous la forme :

$$F(x_1, x_2) = [f(x_1, x_2)] 90 - (3\,000 x_1 + 120 x_2).$$

Parmi les combinaisons  $x_1$  (traitements) et  $x_2$  (engrais), celle qui correspond au moindre investissement pour un rendement maximum constitue l'optimum économique et ce point se définit en annulant la dérivée de  $F(x_1, x_2)$ . Ainsi l'optimum économique pour la zone nord est calculé à partir des expressions suivantes :

$$F_n(x_1, x_2) = (683,874 + 57,197 x_1 + 2,686 x_2 - 1,556 x_1^2 + 0,004 x_1 x_2 - 0,003 x_2^2) 90 - (3\,000 x_1 + 120 x_2).$$

Cette équation de surface donne la marge brute obtenue en terme monétaire après remboursement des intrants ; sa forme simplifiée est :

$$F_n(x_1, x_2) = 61\,548,7 + 2\,147,73 x_1 - 140,04 x_1^2 + 121,74 x_2 + 0,36 x_1 x_2 - 0,27 x_2^2$$

L'approche revient une fois de plus à optimiser cette fonction connaissant le prix d'achat du coton et le coût des facteurs d'intensification :

$$\frac{d[F_n(x_1, x_2)]}{dx_1 dx_2} = 0$$

$$\frac{d[F_n(x_1, x_2)]}{dx_1} = 0 \quad \Rightarrow \quad 2\,147,73 - 280,08 x_1 + 0,36 x_2 = 0 \quad \{3\}$$

$$\frac{d[F_n(x_1, x_2)]}{dx_2} = 0 \quad \Rightarrow \quad 121,74 + 0,36 x_1 - 0,54 x_2 = 0 \quad \{4\}$$

La résolution du système d'équations {3} et {4} ainsi obtenues permet de déterminer  $x_1$  et  $x_2$ . La même démarche est suivie pour la zone sud :

$$F_s(x_1, x_2) = (702,712 + 87,696 x_1 + 4,519 x_2 - 4,136 x_1^2 + 0,021 x_1 x_2 - 0,005 x_2^2) 90 - (3\,000 x_1 + 120 x_2)$$

sa forme simplifiée est :  $F_s(x_1, x_2) = 63\,244,1 + 4\,892,64 x_1 - 372,24 x_1^2 + 286,71 x_2 + 1,89 x_1 x_2 - 0,45 x_2^2$

$$\frac{d[F_s(x_1, x_2)]}{dx_1 dx_2} = 0$$

$$\frac{d[F_s(x_1, x_2)]}{dx_1} = 0 \quad \Rightarrow \quad 4\,892,64 - 744,48 x_1 + 1,89 x_2 = 0 \quad \{5\}$$

$$\frac{d[F_s(x_1, x_2)]}{dx_2} = 0 \quad \Rightarrow \quad 286,71 + 1,89 x_1 - 0,9 x_2 = 0 \quad \{6\}$$

### Optimization of production functions

réponse pour le sud du bassin cotonnier sont données par les équations :

$$-f_s(x_1) = 1\,378,8 + 93,22 x_1 - 4,12 x_1^2$$

(protection) ;

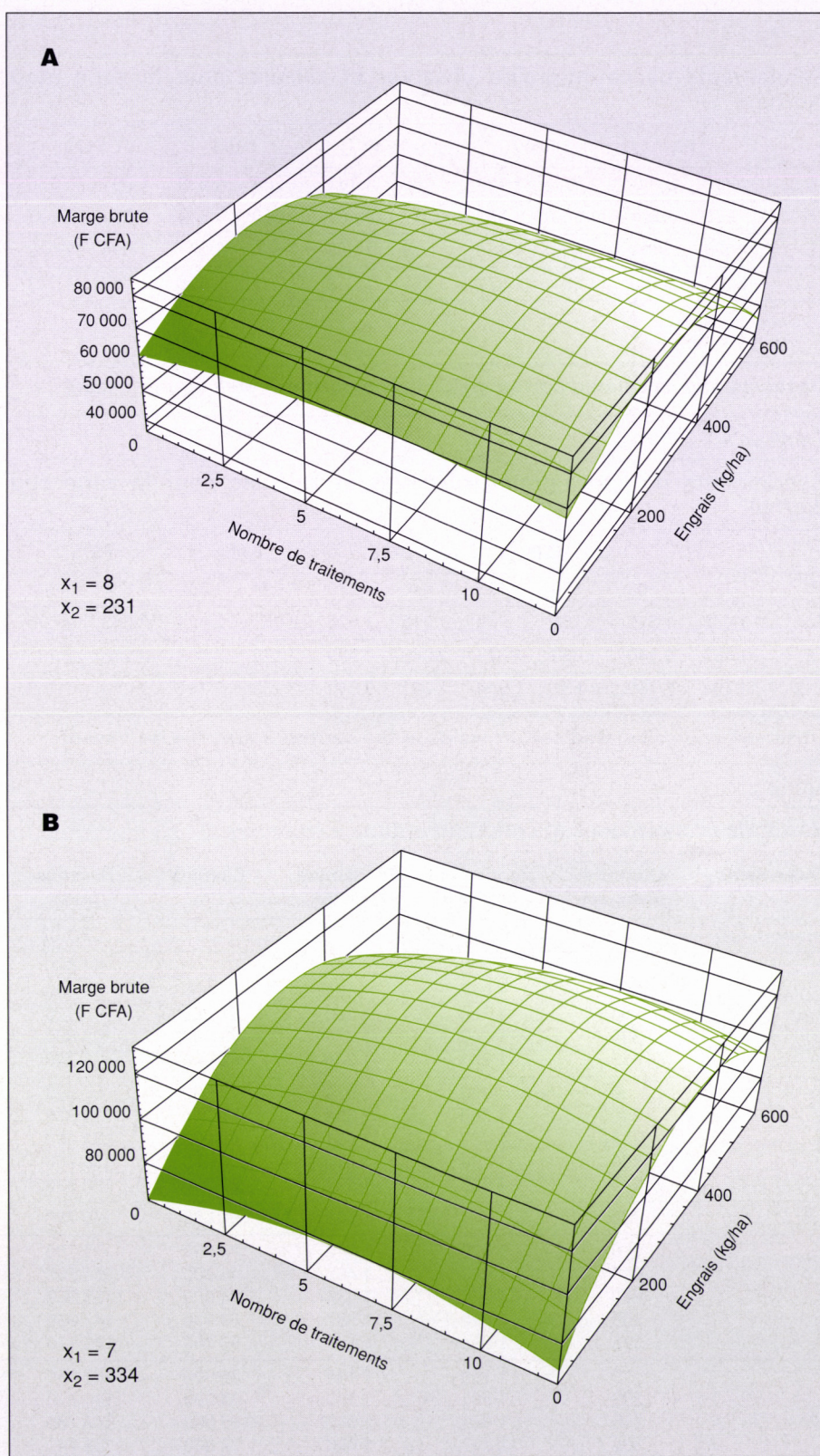
$$-f_s(x_2) = 1\,020 + 4,65 x_2 - 0,00478 x_2^2$$

(fumure).

Sur la base des informations recueillies à la Société de développement du coton (Sodécoton) relatives au prix d'achat du coton-graine et au coût des intrants (traitements phytosanitaires et engrais), on peut déterminer la dose économique optimale de la fertilisation et des traitements phytosanitaires. L'approche consiste à optimiser les différentes fonctions, connaissant le prix moyen du kg de coton (90 F CFA), le coût d'un kg d'engrais (120 F CFA), et le coût d'un traitement phytosanitaire (3 000 F CFA) (encadré 2).

Ainsi les optima économiques correspondent respectivement à huit traitements combinés à 231 kg.ha<sup>-1</sup> d'engrais pour la zone nord (figure 2A), et sept traitements combinés à 334 kg.ha<sup>-1</sup> d'engrais (figure 2B) pour la zone sud. La qualité de l'ajustement du modèle aux résultats expérimentaux est illustrée par les tableaux 3 et 4, où sont consignées les valeurs calculées à partir des équations de surface, ainsi que celles observées dans le dispositif expérimental. Les régressions linéaires entre la valeur calculée et la valeur observée donnent un coefficient de détermination de 0,99 dans les deux cas. La culture cotonnière (tableaux 5 et 6) semble plus intéressante dans le sud que dans le nord du bassin cotonnier, les marges dégagées pour les charges variables équivalentes y étant plus élevées, ainsi que la gamme des gains de productivité liée à l'intensification. Les rendements marginaux de l'optimum économique déterminés pour le nord ( $x_1 = 7,9$  ;  $x_2 = 231$ ) et pour le sud ( $x_1 = 7,4$  ;  $x_2 = 334$ ) permettant de couvrir les charges correspondent respectivement à 571 et 692 kg.ha<sup>-1</sup> de coton-graine.

Les doses de fumure et les programmes de traitements préconisés actuellement (250 kg.ha<sup>-1</sup> et 6 traitements) permettraient, d'après le modèle, une espérance de rendement de 1 930 kg.ha<sup>-1</sup> pour le sud et 1 460 kg.ha<sup>-1</sup> pour le nord, rendements qui ne sont généralement pas atteints en situation de production commerciale. Les niveaux de productivité observés en pratique s'expliquent notamment par une utilisation des intrants à des doses inférieures aux recommandations. Le non-respect des dates de sarclage recommandées, pour des raisons de calendrier



**Figure 2. A :** Optimum économique de production de coton pour la zone nord. **B :** Optimum économique de production de coton pour la zone sud.

**Figure 2. A :** Economic optimum for cotton production in the northern area. **B.** Economic optimum for cotton production in the southern area.

**Tableau 3**

**Rendements de coton-graine observés et calculés pour la zone nord (kg/ha)**

	F0		F200		F250		F300		F575	
T0	700*	703**	1 072	1 101	1 180	1 167	1 253	1 219	1 291	1 236
T6	983	971	1 360	1 393	1 497	1 461	1 560	1 514	1 580	1 537
T8	1 020	1041	1 493	1 465	1 526	1 533	1 580	1 587	1 694	1 612
T12	1 150	1146	1 531	1 572	1 661	1 642	1 717	1 696	1 767	1 723

\* Valeur observée.  
\*\* Valeur calculée.

**Observed and calculated cotton yields in the northern area (kg.ha<sup>-1</sup> seed)**

**Tableau 4**

**Rendements de coton-graine observés et calculés pour la zone sud (kg/ha)**

	F0		F200		F250		F300		F575	
T0	731	703	1 390	1 407	1 540	1 520	1 691	1 608	1 654	1 648
T6	1 046	1 080	1 765	1 809	1 910	1 929	2 061	2 024	2 083	2 098
T8	1 150	1 140	1 820	1 877	2 040	1 999	2 175	2 096	2 218	2 182
T12	1 194	1 160	1 831	1 914	2 061	2 040	2 181	2 141	2 230	2 250

**Observed and calculated cotton yields in the southern area (kg.ha<sup>-1</sup> seed)**

**Tableau 5**

**Résultats économiques et condition optimale (zone nord)**

Traitements	Quantité d'engrais	Rendement observé	Rendement calculé	Charges	Revenus bruts	Marge brute	Rendement marginal	Productivité de l'intensification
Nombre.ha <sup>-1</sup>		(kg.ha <sup>-1</sup> )			(F CFA.ha <sup>-1</sup> )		(kg.ha <sup>-1</sup> )	(F CFA)**
0	0	700	684	0	61 560	61 560	0	0
	200	1 072	1 101	24 000	99 090	75 090	267	13 530
	250	1 180	1 168	30 000	105 120	75 120	333	13 560
	300	1 253	1 220	36 000	109 800	73 800	400	12 240
	575	1 291	1 236	69 000	111 240	42 250	767	- 19 320
6	0	983	971	18 000	87 390	69 390	200	7 830
	200	1 360	1 393	42 000	125 370	83 370	467	21 810
	250	1 497	1 461	48 000	131 490	83 490	533	21 930
	300	1 560	1 514	54 000	136 260	82 260	600	20 700
	575	1 580	1 537	87 000	138 330	51 330	967	- 10 230
7,9	230	*	1 508	51 585	135 720	84 135	573	22 830
8	0	1 020	1 042	24 000	93 780	69 780	267	8 220
	200	1 493	1 465	48 000	131 850	83 850	533	22 290
	250	1 526	1 534	54 000	138 060	84 060	600	22 500
	300	1 580	1 587	60 000	142 830	82 830	667	21 270
	575	1 694	1 613	93 000	145 170	52 170	1 033	- 9 390
12	0	1 150	1 146	36 000	103 140	67 140	400	5 580
	200	1 581	1 573	60 000	141 570	81 570	667	20 010
	250	1 661	1 642	66 000	147 780	81 780	733	20 220
	300	1 717	1 696	72 000	152 640	80 640	800	19 080
	575	1 767	1 726	105 000	155 340	50 340	1 167	- 11 220

\* Non déterminé.  
\*\* 1 FF = 100 F CFA.

**Economic results and optimal conditions (northern area)**

agricole chargé, provoque par ailleurs un retard des épandages d'engrais. Les traitements insecticides ont généralement lieu aux bonnes dates, mais leur nombre est rarement respecté. Ces sous-dosages sont souvent mal connus de la vulgarisation, du fait de la méconnaissance des surfaces non déclarées. Tandis que la variation de la consommation des intrants dépend plus des surfaces cultivées que des doses appliquées. Cependant, le niveau d'intensification varie de manière significative entre le nord et le sud du bassin cotonnier (tableau 7).

La régression linéaire entre la valeur du rendement calculée et la valeur observée en production commerciale donne un coefficient de détermination de 0,95 ( $R^2 = 0,95$ ), relation qui doit cependant être nuancée à cause du nombre réduit des données utilisées.

Pour que le niveau d'intensification, actuellement en voie de vulgarisation, corresponde à une combinaison économiquement optimale, il faudrait établir de nouveaux rapports entre les coûts unitaires des intrants et le prix d'achat du coton aux producteurs, sur base des

Tableau 6

Résultats économiques et condition optimale (zone sud)

Traitements	Quantité d'engrais	Rendement observé	Rendement calculé	Charges	Revenus bruts	Marge brute	Rendement marginal	Productivité de l'intensification
Nombre.ha <sup>-1</sup>		(kg.ha <sup>-1</sup> )			(F CFA.ha <sup>-1</sup> )		(kg.ha <sup>-1</sup> )	(F CFA)
0	0	731	703	0	62 270	61 560	0	0
	200	1 390	1 407	24 000	126 630	102 630	267	39 360
	250	1 540	1 520	30 000	136 800	106 800	333	43 530
	300	1 591	1 608	36 000	144 720	108 720	400	45 450
	575	1 654	1 648	69 000	148 320	79 320	767	16 050
6	0	1 046	1 080	18 000	97 200	79 200	200	15 930
	200	1 765	1 809	42 000	162 810	120 810	467	57 540
	250	1 910	1 929	48 000	173 610	125 610	533	62 340
	300	2 061	2 023	54 000	182 070	128 070	600	64 800
	575	2 083	2 098	87 000	188 820	101 820	967	38 550
7,4	334	*	2 130	62280	191 700	129 420	573	66 150
8	0	1 150	1 140	24 000	102 600	78 600	267	15 330
	200	1 820	1 877	48 000	168 930	120 930	533	57 660
	250	2 040	1 999	54 000	179 910	125 910	600	62 640
	300	2 175	2 096	60 000	188 640	128 640	667	65 370
	575	2 218	2 181	93 000	196 290	103 290	1 033	40 020
12	0	1 194	1 159	36 000	104 310	68 310	400	5 040
	200	1 831	1 914	60 000	172 260	112 260	667	48 990
	250	2 061	2 040	66 000	183 600	117 600	733	54 330
	300	2 181	2 141	72 000	192 690	120 690	800	57 420
	575	2 230	2 250	105 000	202 500	97 500	1 167	34 230

\* Non déterminé.

Economic results and optimal conditions (southern area)

Encadré 3

Rapport coût facteurs de production/prix d'achat du coton

$F(x_1, x_2) = (a + bx_1 + cx_2 + dx_1^2 + ex_1x_2 + fx_2^2)P_3 - (P_1x_1 + P_2x_2)$   
 avec a = rendement du témoin ; b, c, d, e, et f sont des constantes ; P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub> sont les prix respectifs d'un traitement, de 1 kilo d'engrais et de 1 kilo de coton.

$$d[F(x_1, x_2)] = 0 \Rightarrow P_3 (b + 2d x_1 + e x_2) - P_1 = 0 \text{ et } P_3 (c + e x_1 + 2f x_2) - P_2 = 0$$

Ainsi pour la zone nord d'équation de production

$$f_n(x_1, x_2) = 683,874 + 57,197 x_1 + 2,686 x_2 - 1,556 x_1^2 + 0,004 x_1 x_2 - 0,003 x_2^2$$

les formulations actuellement vulgarisées ne peuvent constituer l'optimum économique pour une espérance de rendement de 1 460 kg.ha<sup>-1</sup> que si :

$$\begin{aligned} P_3 (57,197 - 18,672 + 1) = P_1 & \Rightarrow P_1/P_3 = 39,52 & \{7\} \\ P_3 (2,686 + 0,024 - 1,5) = P_2 & \Rightarrow P_2/P_3 = 1,21 & \{8\} \end{aligned}$$

en faisant le rapport {7}/{8} on obtient :

$$P_1/P_2 = 32,6$$

Ce résultat implique par exemple que, si on maintient le prix d'un traitement à 3 000 F CFA, on devrait réduire le prix de 1 kilo d'engrais (3 000/32,6) à 92 F CFA et celui du coton à 76 F CFA pour que ce point constitue l'optimum économique pour une prévision de rendement de 1 460 kg de coton-graine ha<sup>-1</sup>.

De même pour la zone sud, d'équation de production

$$f_s(x_1, x_2) = 702,712 + 87,697 x_1 + 4,519 x_2 - 4,136 x_1^2 + 0,021 x_1x_2 - 0,005 x_2^2 ;$$

$$d[F(x_1, x_2)] = 0 ;$$

$$P_3 (b + 2d x_1^2 + e x_2) - P_1 = 0 ;$$

$P_3 (c + e x_1 + 2f x_2) - P_2 = 0$ , avec l'optimum économique est obtenu si :

$$P_3 (87,696 - 49,632 + 5,25) = P_1 \Rightarrow P_1/P_3 = 43,31$$

$$P_3 (4,519 + 0,126 - 2,5) = P_2 \Rightarrow P_2/P_3 = 2,14 \Rightarrow P_1/P_2 = 20,24$$

Pour P<sub>1</sub> = 3 000 F CFA, P<sub>3</sub> et P<sub>2</sub> doivent prendre les valeurs respectives de 69 et 148 F CFA pour que la formule vulgarisée représente l'optimum économique pour une espérance de rendement de 1 930 kg.ha<sup>-1</sup>.

Cost of production factors/price of cotton ratio

Tableau 7

### Niveau d'intensification et rendements moyens du coton observés ou calculés en culture commerciale (d'après Sodécoton [14])

Région	Secteur	Engrais* (kg/ha)	Nombre de traitements*	Rendement (kg/ha)	
				Observé*	Calculé
Plaine Diamaré	Maroua	90	5,1	975	1 154
Plaine Diamaré	Kaélé	111	4,8	1 037	1 185
	Tchatibali	134	5,0	1 054	1 239
Nord-Benoué	Guider	141	4,8	1 450	1 580
Nord-Benoué	Garoua Est	181	4,7	1 590	1 696
Sud-Benoué	Garoua Ouest	200	5,2	1 535	1 775
Sud-Benoué	Toubo	215	5,3	1 542	1 813

### Intensification level and mean cotton yields calculated or obtained in commercial production conditions

équations de surface développées qui maximisent le profit (*encadré 3*).

La principale critique qu'on porte généralement à la détermination des optima économiques est qu'ils se situent dans le temps, si bien que les résultats fluctuent avec les coûts et les prix qui ne sont toujours pas prévisibles quand on se réfère au marché mondial. Cette approche permet néanmoins, à court ou à moyen terme, de déterminer l'évolution des doses économiques et de rendre compatible l'objectif de rentabilité par un meilleur ajustement des prix d'achat aux producteurs.

## Conclusion

Avec l'évolution actuelle à la baisse des prix du coton, la réaction évidente des paysans consiste à limiter les charges en réduisant les programmes de protection phytosanitaire et les quantités d'engrais apportés. Une telle stratégie conduit à une baisse de productivité à l'unité de surface qui ne répond plus aux objectifs de sédentarisation, d'intensification et de modernisation de l'agriculture. L'approche présentée ici montre qu'une économie substantielle peut être réalisée au niveau de la production par le jeu de meilleures répartitions et combinaisons de facteurs de production, raisonnées en fonction de leurs interactions réciproques ■

## Références

1. Cretenet M, Vaissayre M. Modèle de décision appliqué à la fertilisation minérale et protection phytosanitaire en culture cotonnière. *Cot Fib Trop* 1986 ; 41 : 89-96.
2. Cretenet M. Aide à la décision pour la fertilisation du cotonnier en Côte d'Ivoire. *Cot Fib Trop* 1987 ; 42 : 245-54.
3. Gouthière J. Mise en place d'un réseau d'antennes et points d'essais en zone cotonnière du Nord-Cameroun. *Cot Fib Trop* 1988 ; 43 : 123-37.
4. Fritz A, Vallerie M. Contribution à l'étude des déficiences minérales des sols sous culture cotonnière au Nord-Cameroun. *Cot Fib Trop* 1971 ; 26 : 273-301.
5. Braud M. La fertilisation d'un système de culture dans les zones cotonnières soudano-sahéliennes. *Cot Fib Trop* 1987 ; 42 : 15-32.
6. Silvie P, Gozé E. Estimation des pertes de production dues aux ravageurs du cotonnier au Tchad. *Cot Fib Trop* 1991 ; 46 : 15-32.
7. Lançon J, Chanselme JL, Klassou C. Représentativité des essais variétaux en milieu contrôlé, semi-réel ou réel dans la zone cotonnière du Nord-Cameroun. *Cot Fib Trop* 1989 ; 44 : 117-22.

## Summary

### An economic approach to cotton-cropping assessment in North Cameroon

F. Mahop, E. Van Ranst, R. Groenemans

Cotton is the only cash crop of major importance for the populations of North Cameroon. It has a prominent place in the national economy of Cameroon, and is the third most important crop, following cocoa and coffee. Cotton is produced between isohyets 700 and 1,450 (Figure 1) on peasant family farms. Cotton cultivation is overseen by SODECOTON (Société de Développement du Coton), a state organization that coordinates seed distribution and production factors, extension of cultivation techniques, seed-cotton collection, ginning and fiber commercialization. The price policy establishing the level of state subsidization for inputs and the seed-cotton purchasing price, are critical factors determining producer's interest in the crop. Modifying conditions of access to production inputs (fertilizers and pesticides), due to the suppression of state subsidies, makes the farmer responsible for deciding upon the quantity of fertilizer and number of insecticide treatments to be applied. This type of decision is mostly dictated by economic concerns. The economic land evaluation model that we developed, using gross margin analysis, interprets the response surface curves obtained, on the basis of a multilocal split-plot design, established during the 1982-1985 crop seasons in the network of observation sites, covering the whole area under cotton in North Cameroon. It determines the optimal combination of fertilizer quantity (0 to 575 kg.ha<sup>-1</sup>) and number of insecticide applications (0 to 12) to maximize the gross margin. The results of 4 years of experiments are summarized in Tables 1 and 2. The quality of adjustment is shown in Tables 3 and 4, listing the values calculated on the basis of equations of the surface, and values obtained in the experimental design (R<sup>2</sup> = 0.99). The various economic results are mentioned in Tables 5 and 6. Applied to the cotton basin of Cameroon, this approach shows that in the southern part of the cotton belt, cotton production is more profitable than in the north. The margins obtained for equivalent variable charges are higher in the south. The range of productivity, as a consequence of intensification, is also superior in the southern part of the region investigated. In the northern area, the margin is maximized for eight insecticide applications combined with 231 kg.ha<sup>-1</sup> of fertilizers, corresponding to an expected yield of 1,508 kg.ha<sup>-1</sup> of cotton (Figure 2A). In the southern area, the optimum is defined for 7 insecticide applications combined with 334 kg.ha<sup>-1</sup> of fertilizers, corresponding to an expected yield of 2,130 kg.ha<sup>-1</sup> (Figure 2B). Validation of the model by linear regression adjustment of values calculated on the basis of equations of the surface and values obtained via commercial production (Table 7) shows close agreement (R<sup>2</sup> = 0.95). Trials under controlled conditions, where cultivation is intensive, are somewhat disconnected from the real environment. However, this approach with multilocal tests allows assessment of potential yield for a given technical package, which could serve as a reference for the state organization responsible for supervision of cotton production.

Cahiers Agricultures 1999 ; 8 : 55-63.



8. Mahop F, Van Ranst E, Seiny Boukar L. Influence de l'aménagement des sols sur l'efficacité des pluies au Nord-Cameroun. AFES. *Étude et Gestion des Sols* 1995 ; 2 : 105-17.

9. Mahop F. *Élaboration d'un modèle d'évaluation biophysique et économique pour la culture cotonnière* (*Gossypium hirsutum* L). *Étude de cas : Nord-Cameroun*. Thèse de doctorat en science, Fac. Sc. Université de Gand, Belgique, 1996 ; 342 p.

10. Griffon M. Le coton en Afrique de l'Ouest et du Centre. Situation et perspectives. *Cot Fib Trop* 1988 ; 43 : 51-8.

11. IRCT. Rapport d'activités, Centre de Recherche Agronomique de Maroua, campagne 1981/1982. *Cot Fib Trop* 1983 ; 38 : 109-22.

12. IRCT. Rapport d'activités. Centre de Recherche Agronomique de Maroua, campagne 1982-1983. *Cot Fib Trop* 1984 ; 39 : 165-78.

13. IRCT. Rapport d'activités, IRA Centre de Maroua, campagne cotonnière 1983-1984. *Cot Fib Trop* 1985 ; 40 : 211-35.

14. Sodécoton, 1983, 1984, 1985, 1986, 1991. Notes trimestrielles d'information, mai-juillet et août-octobre. Société de Développement du Coton du Cameroun, doc. interne ronéotypé.

---

## Résumé

Le coton, constitue la principale source de revenus monétaires de l'agriculteur au Nord-Cameroun. Troisième culture d'exportation après le cacao et le café, il détient une place importante dans l'économie du pays. La baisse du prix d'achat du coton aux producteurs et la modification des conditions de cession des deux principaux facteurs de production (engrais et produits insecticides), suite à la suppression des subventions, rendent au paysan producteur l'initiative des quantités d'engrais et du nombre de traitements phytosanitaires à appliquer à la parcelle. Ce sont avant tout des préoccupations d'ordre économique qui régissent ce type de décision, qui peut être aidée en élaborant un modèle à partir des interactions entre la fertilisation minérale et la protection phytosanitaire sur la base des critères économiques (politique de fixation des prix). L'interprétation des surfaces de réponse obtenues, selon le modèle développé à partir d'essais multiloaux au Nord-Cameroun de 1982 à 1985, permet la combinaison du niveau de fumure (0 à 575 kg.ha<sup>-1</sup>) et du niveau de protection (0 à 12 traitements), qui minimise le coût des intrants et maximise la marge brute. Appliquée au bassin cotonnier, cette démarche montre que la culture cotonnière est plus intéressante dans le sud que dans le nord, les marges dégagées pour les charges variables équivalentes y étant plus élevées, de même que les gains de productivité liée à l'intensification. La validation de la méthode par ajustement du modèle aux résultats expérimentaux et à la production commerciale présente une bonne relation linéaire.

---