

## Analyse du risque lié à l'adoption de systèmes intensifs de production : le cas des *camellones* chontales

José Degand, François Vandercam, Olivier Pierard, Michel Installé

La population *chontal* vit dans les régions marécageuses de l'État de Tabasco, au sud-est du Mexique (figure 1). Récemment encore, la pêche, l'artisanat et la culture des terres inondables constituaient son mode de subsistance. Profitant des décrues saisonnières, elle obtenait des rendements élevés (jusqu'à 5t/ha de maïs-grain) qui lui permettaient d'être auto-suffisante. Ce système de production était très stable grâce aux apports d'alluvions et de matière organique par les crues, les superficies cultivées n'étant limitées que par la quantité de travail disponible.

Cependant, au cours des dernières décennies, des constructions de barrages hydroélectriques ont progressivement modifié le régime des crues, pour arriver à une situation d'inondabilité permanente supprimant la pratique des cultures de décrue traditionnelles. Les *Chontales*, privés de terres cultivables, ont été forcés de travailler comme ouvriers saisonniers, notamment dans les plantations de canne à sucre, avec comme conséquence une migration temporaire de la population active.

En 1979, la création des *camellones* chontales a permis de récupérer environ 25 ha de terres cultivables et 35 ha de canaux destinés à la pisciculture. Les

*camellones* (photo 1) sont des hortillonnages construits à l'aide d'une drague creusant, dans les marais, des canaux d'environ 20 m de large et accumulant la terre exondée sur les côtés. Cette terre forme ainsi des billons, dont le niveau se trouve à 1 m environ au dessus du plan d'eau, et qui sont régulièrement rechargés grâce aux sédiments récupérés lors de l'entretien des canaux [1].

Diverses interventions se sont succédées en vue de l'encadrement des paysans pour la mise en valeur des *camellones*. En 1985, un projet mis en œuvre par l'INIREB (Instituto nacional de investigaciones sobre Recursos bióticos, Xalapa, Veracruz, Mexique) et l'ADRAI (Association pour le développement de la recherche et de l'action intégrée, 2, place Croix-du-Sud, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique) a tenté d'implanter un système d'exploitation permettant à une famille de vivre de l'exploitation de 40 ares de *camellon* et des canaux adjacents en intégrant des productions horticoles, piscicoles et avicoles aux productions vivrières traditionnelles. L'utilisation d'intrants modernes et le recours à la mécanisation devaient permettre d'augmenter la productivité des cultures vivrières ; les autres productions devaient fournir un revenu monétaire par la vente sur le marché de Villahermosa, ville en pleine croissance grâce au développement de l'extraction pétrolière dans la région [2].

En pratique, si de nombreux paysans ont intégré l'une ou l'autre technique ou activité nouvelle dans leur système de production, seuls quelque 10 % d'entre eux ont adopté un véritable système semi-intensif, comprenant l'ensemble des innovations [3].

Notre analyse porte sur l'adoption d'innovations dans le domaine des productions végétales, à l'exclusion des productions avicoles et piscicoles. Ces deux activités, qui devaient s'intégrer au système cultural, ont en effet été rapidement abandonnées à la suite des difficultés techniques rencontrées dans la maîtrise des opérations d'élevage et d'engraissement. D'une part, les 35 ha de canaux destinés à la pisciculture n'ont pu être protégés efficacement contre les inondations de sorte qu'à deux reprises, ils furent submergés par l'eau provenant de la lagune toute proche et la récolte de poissons en fut largement compromise. D'autre part, l'engraissement de poulets, associé à la pisciculture, s'est révélé être une spéculation comportant des risques trop élevés pour être supportée individuellement par les paysans. Il eût fallu mettre en place, tant pour la pisciculture que pour l'aviculture, un mode de gestion collective qui aurait permis de répartir les risques d'échec sur l'ensemble de la communauté.

Après avoir présenté le mode traditionnel d'agriculture des paysans chontales et les avantages, en terme de revenu, de deux systèmes améliorés de production, nous étudierons le risque associé aux techniques et cultures nouvelles comme cause possible du faible niveau de leur adoption [4, 5].

Sur les 25 ha de terre aménagés, 63 familles ont pu disposer d'une parcelle de 40 ares sur laquelle, au début du projet, elles pratiquaient une agriculture très peu évoluée. Les données ayant servi de base à notre étude ont été récoltées directement chez les paysans au fur et à mesure que ceux-ci mettaient leur parcelle en culture. Ce

J. Degand, F. Vandercam, O. Pierard : Université catholique de Louvain, Unité d'économie rurale, 2, place Croix-du-Sud, boîte 15, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

M. Installé, Université catholique de Louvain, Unité d'automatique, de dynamique et d'analyse des systèmes, 2, place Croix-du-Sud, boîte 15, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

Tirés à part :

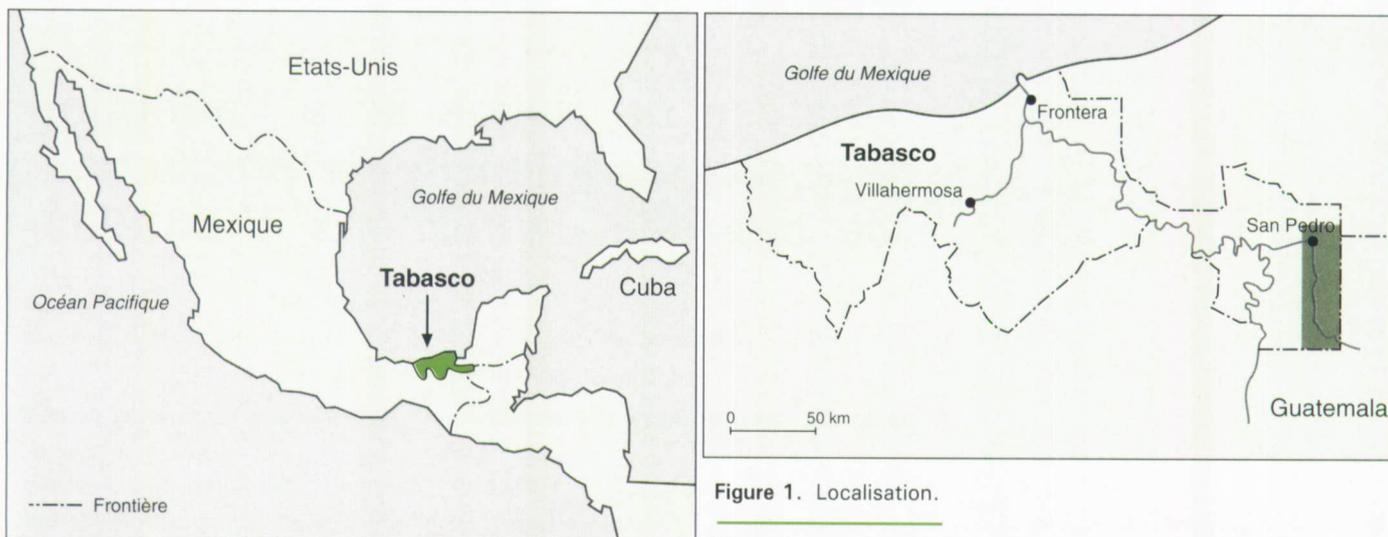


Figure 1. Localisation.

Figure 1. Location.

n'est que très progressivement que les paysans chontales ont adopté des systèmes de production plus intensifs et donc que les informations sur les performances des différents systèmes ont pu être rassemblées.

## Le système d'exploitation hérité du système traditionnel

L'objectif prioritaire du paysan chontal est de produire les quantités de maïs, de haricot et de manioc néces-

saires à la satisfaction des besoins alimentaires de sa famille. Ceux-ci sont estimés à 900 kg de maïs, 135 kg de haricot et 50 kg de manioc par an.

Le second objectif est d'obtenir un revenu monétaire suffisant pour couvrir les dépenses d'alimentation complémentaire, de santé et d'instruction. Celles-ci sont évaluées à un minimum de 1 800 000 pesos mexicains (\$ MEX) par an (données de la fin 1988). A cet effet, les femmes tissent des nattes de *cañita* (*Cyperus* sp.), destinées à la vente en cas de besoin d'argent. Les plants de *cañita* sont cultivés par les hommes sur la parcelle. Le *frijol pelón*, sorte de haricot très apprécié des Mexicains, est généralement cultivé pour la vente, en

association avec le maïs *temporal* vivrier. Enfin, les paysans peuvent travailler à l'extérieur, comme journaliers, contre un salaire horaire de 1 000 \$MEX.

Les méthodes culturales traditionnelles sont celles des anciennes cultures de décrue et se limitent à un nettoyage des parcelles (fauchage et brûlis) suivi du semis et de la récolte. En l'absence d'apport d'alluvions et de matière organique par les crues, la terre s'épuise et les rendements sont faibles. Le *tableau 1* présente les principales caractéristiques de ces productions. On y observe que seule la *cañita* fournit à la main-d'œuvre un revenu sensiblement supérieur au salaire offert à l'extérieur.

Tableau 1

### Principales caractéristiques des cultures des systèmes traditionnels

	Unité	Association		Association		Maïs tornamil	Manioc	Cañita
		Maïs tonnamil	Frijol pelón	Haricot	Maïs			
Début		mai		décembre		décembre	juin	janvier
Durée		7 mois		5 mois		5 mois	11 mois	5 ans*
Rendement	t/ha	2,0	0,2	0,7	0,2	1,5	14	5 000**
Prix	\$MEX/kg	500	1 000	1 100	500	500	300	2 000***
Valeur	1 000 \$MEX/ha	1 200		870		750	4 200	8 000****
Coût intrants	1 000 \$MEX/ha	24		102		15	0	0
Besoins en main-d'œuvre	h/ha	1 290		800		710	4 140	3 480
Marge	1 000 \$MEX/ha	1 176		768		735	4 200	8 000
Marge/heure	\$MEX/h	912		960		1 035	1 015	2 299

\* Pas de production en première année. \*\* Rendement annuel des années 2 à 5, en bottes/ha.

\*\*\* \$MEX/botte. \*\*\*\* En moyenne annuelle, sur les 5 ans.

### Main crop characteristics of traditional systems



Photo 1. Vue aérienne des *camellones*. (Cliché J. Degand).

Photo 1. Aerial view of the *camellones*.

**Tableau 2**

**Plans de culture et résultats des systèmes étudiés**

	Système traditionnel (S1)	Système amélioré (S2)	Système semi-intensif (S3)
Plan de culture (ares)			
Haricot + maïs	21	21	15
Maïs <i>temporal</i> + <i>frijol pelón</i>	31	31	20
Maïs <i>tornamil</i>	10	10	5
Tomate	—	—	5
Papaye	—	—	3
Piment	—	—	5
Manioc	1	1	1
<i>Cañita</i>	4	4	1
Occupation de la parcelle (%)	95,8	95,8	88,0
Travail sur la parcelle (h)	963,5	1 153	1 429
Travail extérieur (h)	956,0	767	545
Vente/achat de produits vivriers (kg)*			
Maïs	- 88	551	10
Haricot	12	54	0
Manioc	90	90	90
Calcul du revenu (1 000 \$MEX)			
Valeur des produits autoconsommés	569,5	613,5	613,5
Vente de produits agricoles	422,2	743,9	1 734,4
Coût de production	- 30,4	- 115,3	- 177,1
Revenu du travail agricole	961,3	1 242,1	2 170,8
Revenu du travail extérieur	956,0	767,0	545,0
Revenu total	1 917,3	2 009,1	2 715,8
Achats alimentaires	- 44,0	0,0	0,0
Revenu monétaire	1 303,8	1 395,6	2 102,3
Valorisation du travail (\$MEX)/h)	999,0	1 046,0	1 376,0

\* Calculé par différence entre les quantités produites et les besoins alimentaires (le signe négatif indique une production inférieure aux besoins, devant être complétée par des achats).

**Cropping plans and results of the studied systems**

L'occupation du terrain, le travail investi, les consommations d'intrants, les productions et les flux financiers des systèmes ont été étudiés mois par mois. Le plan de culture et les résultats du système traditionnel (S1) se trouvent dans le *tableau 2*. Bien que la complémentarité des cycles des cultures vivrières permette d'obtenir deux récoltes par an sur la même parcelle, l'autosuffisance alimentaire n'est atteinte que de justesse (déficit en maïs compensé par des excédents en haricot et manioc). L'agriculteur ne consacre annuellement que 963 heures de travail aux activités agricoles, soit 50 % de la main-d'œuvre disponible (fixée à 160 heures par mois). Même en offrant à l'extérieur la main-d'œuvre excédentaire, le revenu monétaire (1 303 800 \$MEX) ne couvre que 77 % des besoins.

### Analyse de deux systèmes d'exploitation améliorés

Le système traditionnel amélioré (S2) est caractérisé par un plan de culture identique à celui du système traditionnel, mais avec de nouvelles méthodes culturales dans le cas des productions de maïs et de haricot : fertilisation minérale, densités de semis élevées, variétés améliorées et mécanisation de la préparation du sol à l'aide d'un motoculteur offert en location par le projet au prix de 1 000 \$MEX par heure. Le système semi-intensif (S3) comprend, en outre, des cultures horticoles pour la vente : tomate, papaye, piment. Le *tableau 3* présente les principales caractéristiques des cultures ; les plans de cultures et les résultats des systèmes apparaissent dans le *tableau 2*.

Les modifications introduites dans les cultures vivrières entraînent une amélioration sensible des rendements à l'hectare. Par exemple, le rendement du maïs *tornamil* passe de 2 t/ha dans

le système traditionnel (tableau 1) à 3,9 t/ha en cas de recours aux méthodes intensives (tableau 3). Cependant, ces modifications impliquent une augmentation des prestations en travail et une élévation considérable des coûts de production ; il en résulte des hausses assez modestes de la productivité de la terre (marge à l'hectare). En revanche,

les cultures horticoles sont caractérisées par des productivités nettement supérieures de la terre et du travail, associées à des coûts et des besoins en main-d'œuvre très élevés, particulièrement pour la tomate et le piment.

Dans le cas du système traditionnel amélioré (S2), les productions vivrières sont largement excédentaires mais,

même en considérant la vente des excédents vivriers, le revenu monétaire de 1 395 600 \$MEX est à peine supérieur à celui du système traditionnel (S1). De plus, en décembre, juin et juillet, les besoins en main-d'œuvre dépassent sensiblement le montant maximal de 160 heures, ce qui oblige le paysan à embaucher de la main-d'œuvre, à décaler certains travaux ou à accepter des journées de travail plus longues.

Seul le système semi-intensif (S3) fournit un revenu monétaire supérieur aux besoins, tout en assurant l'autosuffisance alimentaire : l'agriculteur consacre près de 80 % de son temps aux travaux agricoles qui sont valorisés à un niveau nettement supérieur au salaire perçu à l'extérieur. De plus, les besoins en main-d'œuvre sont mieux répartis le long de l'année. Le revenu total (produits vivriers consommés inclus) s'élève à 2 715 800 \$MEX, au lieu de 1 917 300 \$MEX pour le système traditionnel (S1), soit une augmentation de 42 %.

## Summary

### Risk analysis of adopting intensive production systems : the Chontales' *camellones*

J. Degand, F. Vandercam, O. Pierard, M. Installé

*The Chontale Indians live in the swampy zones of Tabasco State in south-east Mexico. In 1979, ridges, known locally as « camellones », were built into a river bed to reclaim land permanently flooded by the construction of hydro-electric dams upstream. Extension agencies tried to develop a farming system involving intensive horticultural and livestock farming and improved management (use of fertilisers, improved varieties and mechanised tillage) on top of the traditional food crops to allow a family to live on a 0.4-ha plot of land. However, very few farmers adopted the innovations : most of them preferred to keep their old methods and carry on working part of the year as day labourers on sugar cane plantations.*

*In the first part of the study, the results of two improved production systems are compared to those of traditional farming. The first used the same crops as the traditional but under improved management ; the second included fruit and vegetables in addition to the traditional food crops. (Livestock was not considered in this analysis.)*

*Improved management, which generated a higher yield but also a higher cost of input, did not increase the profitability of traditional food crops. On the other hand, adding fruit and vegetables did result in significantly higher productivity of both land and labour. Consequently, since most farmers want to grow the maize, beans and cassava they use for home consumption themselves, improved management — which reduces the space devoted to it and makes more land available for horticultural crops — is still to be recommended.*

*In the second part of the study, we assess the risk associated with the proposed techniques and crops. In the event of crop failure, innovation would seem to lead to poor results. A critical frequency is calculated for extreme cases (such as total crop failure) as the failure frequency which cancels out the weighted mean of the benefits of total success and the disadvantage of failure. For most innovations, the calculated values of the critical frequency are significantly higher than that commonly accepted for actual failure probabilities. This implies the innovations should still be recommended.*

*The authors suggest the poor adoption rate of the innovations lay in the fact that, notwithstanding cultural reasons, the Chontale Indians are far more sensitive to the negative consequences of innovation in the event of failure, even though it is not only unlikely but greatly offset by the higher returns in good years. Unfortunately, their defensive attitude prevents them from accumulating the capital which would free them from their precarious situation.*

*Cahiers Agricultures 1994 ; 3 : 31-8.*

## Évaluation du risque associé aux innovations proposées

Comment expliquer le succès médiocre des techniques et cultures proposées aux paysans chontales ? On peut citer divers facteurs tels que le poids de la tradition, la crainte de s'engager dans des activités nouvelles (notamment la commercialisation de produits sur un marché inconnu), l'individualisme des Chontales qui freine l'adoption d'innovations impliquant certains travaux à réaliser en commun, le contexte historique particulier qui tend à les maintenir dans une situation d'assistés, l'attrait des salaires lors de l'embauche comme journalier.

L'augmentation des risques financiers liée à l'adoption de systèmes plus intensifs est certainement un des éléments les plus déterminants. Les résultats des tableaux 1 à 3 varient en effet en fonction d'éléments extérieurs sur lesquels le paysan n'a pas prise, tels que les aléas climatiques et phytosanitaires ainsi que la fluctuation des prix de vente des produits. L'adoption de

### Tableau 3

#### Principales caractéristiques des cultures des systèmes améliorés

	Unité	Association		Association		Maïs tonnamil	Papaye	Piment	Tomate
		Maïs tonnamil	Frijol pelón	Haricot	Maïs				
Début		mai		décembre		décembre	mai	février ou août	octobre
Durée		7 mois		5 mois		5 mois	32 mois*	11 mois	6 mois
Rendement	t/ha	3,9	0,2	0,9	0,2	2,0	43,0**	10,1	16,0
Prix	\$MEX/kg	500	1 000	1 100	500	500	215	1 000	1 000
Valeur	1 000 \$MEX/ha	2 150		1 090		1 000	6 934**	10 100	16 000
Coût intrants	1 000 \$MEX/ha	79		236		164	120***	896	881
Coût tracteur	1 000 \$MEX/ha	40		40		40	0***	80	80
Besoins en main-d'œuvre	h/ha	1 540		1 220		950	2 820***	4 680	6 460
Marge	1 000 \$MEX/ha	2 030		814		796	6 814***	9 124	15 039
Valorisation de la main-d'œuvre	\$MEX/h	1 319		668		838	2 416	1 949	2 328

\* La production s'étale sur 2 ans, à partir du 9<sup>e</sup> mois (janvier de l'année suivant la plantation).

\*\* Moyenne annuelle des 2 années productives. \*\*\* Moyenne annuelle de toute la durée du cycle.

#### Main crop characteristics of improved systems

### Tableau 4

#### Fréquences critiques d'échec de cultures dans le cas de l'adoption de méthodes intensives de production vivrière

	Système traditionnel (S1)	Système traditionnel amélioré (S2)
<b>Sans échec</b>		
Revenu (1 000 \$MEX)	1 917,3	2 009,1
Différence par rapport à S1 (1 000 \$MEX)		+ 91,8
Valeur des productions (1 000 \$MEX)		
Haricot	161,7	207,9
Maïs	21,0	21,0
Maïs <i>temporal</i>	310,0	604,5
Frijol <i>pelón</i>	62,0	62,0
Maïs <i>tonnamil</i>	75,0	100,0
<b>Échec du maïs <i>temporal</i></b>		
Revenu (1 000 \$MEX)	1 607,3*	1 404,6
Différence par rapport à S1 (1 000 \$MEX)		- 202,7
Fréquence critique		0,31**
<b>Échec du haricot</b>		
Revenu (1 000 \$MEX)	1 755,6	1 801,2
Différence par rapport à S1 (1 000 \$MEX)		+ 45,6
Fréquence critique		> 1***
<b>Échec du maïs <i>tonnamil</i></b>		
Revenu (1 000 \$MEX)	1 842,3	1 909,1
Différence par rapport à S1 (1 000 \$MEX)		+ 66,8
Fréquence critique		> 1***

\* Revenu en cas d'échec d'une culture = revenu sans échec - valeur de la production de la culture qui a échoué (échec du maïs *temporal*, dans le système S1 : revenu = 1 917,3 - 310,0 = 1 607,3).

\*\* 0,31 = A / (A + P) = 91,8 / (91,8 + 202,7).

\*\*\* La différence de revenu par rapport à S1 étant positive qu'il y ait ou non échec, l'adoption de l'innovation est avantageuse quelle que soit la probabilité d'échec de la culture.

#### Critical failure frequencies of food crops when intensive methods are used

techniques ou d'activités plus intensives peut dès lors conduire à une situation critique pour le paysan, principalement à cause des frais de production plus élevés et d'une plus grande dépendance du marché [6, 7].

Nous avons calculé les revenus des systèmes dans des situations critiques (échec d'une culture conduisant à une production et à une recette nulle) susceptibles de mettre en cause l'intérêt économique des innovations.

Soit A l'augmentation de revenu liée à l'adoption d'une innovation dans le cas de réussite de toutes les cultures et P la perte de revenu découlant de l'adoption de l'innovation dans le cas d'échec d'une culture donnée. Si l'on envisage les deux situations extrêmes (réussite de l'ensemble du plan de culture et échec total d'une culture donnée), avec pour probabilités d'occurrence respectivement (1 - p) et p, la valeur attendue de la différence de revenu liée à l'adoption de l'innovation vaut :

$$\Delta R = (1 - p) A + p (-P)$$

Nous appelons « fréquence critique » la valeur de p pour laquelle  $\Delta R$  s'annule ; elle est donnée par :

$$f_c = A / (A + P)$$

L'intérêt économique d'une innovation

**Tableau 5**
**Résultats de plans optimisés**

	Option 1 Traditionnel amélioré	Option 2 Traditionnel amélioré + tomate	Option 3 Traditionnel amélioré + papaye	Option 4 Traditionnel amélioré + piment	Option 5 Traditionnel amélioré + tomate + papaye	Option 6 Système semi- intensif	Option 7 semi- intensif sans cultures vivrières
<b>Plan de cultures rares</b>							
Haricot + maïs	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	0,00
Maïs <i>temporal</i> + <i>frijol pelón</i>	26,51	30,53	19,83	21,30	22,31	22,31	0,00
Maïs <i>tornamil</i>	0,00	0,00	4,83	1,96	0,00	0,00	0,00
Tomate	—	3,20	—	—	2,67	1,06	2,90
Papaye	—	—	10,22	—	7,44	0,00	13,03
Piment	—	—	—	14,84	—	12,77	11,05
Manioc	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,00
<i>Cañita</i>	4,00	1,06	1,98	1,00	1,00	1,00	4,00
Occupation de la parcelle (%)	69,5	72,1	95,4	91,8	84,9	87,5	87,9
Travail sur la parcelle (h)	889,0	1 056,0	1 146,0	1 418,0	1 173,0	1 386,0	1 478,0
Travail extérieur (h)	1 031,0	863,0	773,0	502,0	746,0	533,0	443,0
<b>Vente/achat de produits vivriers (kg)</b>							
Maïs	163,0	321,0	0,0	0,0	0,0	0,0	- 900,0
Haricot	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	- 135,0
Manioc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	- 50,0
<b>Calcul du revenu (1 000 \$MEX)</b>							
Valeur des produits autoconsommés	614,1	613,5	613,6	613,6	613,7	613,7	0,0
Vente de produits agricoles	454,5	818,4	1 142,9	1 621,4	1 239,6	1 584,0	3 104,7
Coût de production	- 73,0	- 108,5	- 91,2	- 215,7	- 105,5	- 202,8	- 156,6
Revenu du travail agricole	995,6	1 323,3	1 665,3	2 019,4	1 747,8	1 994,8	2 948,0
Revenu du travail extérieur	1 031,0	863,0	773,0	502,0	746,0	533,0	443,0
Revenu total	2 026,6	2 186,3	2 438,3	2 521,4	2 493,8	2 527,8	3 391,0
Achats alimentaires	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	- 613,5
Revenu monétaire	1 412,6	1 572,8	1 824,7	1 907,8	1 880,1	1 914,2	2 777,5
Valorisation du travail (\$MEX/h)	1 055	1 139	1 270	1 313	1 300	1 317	1 766

**Results of optimised cropping plans**
**Tableau 6**
**Fréquences critiques d'échec de cultures dans le cas d'adoption de cultures horticoles**

	Option 1 Traditionnel amélioré	Option 2 Traditionnel amélioré + tomate	Option 3 Traditionnel amélioré + papaye	Option 4 Traditionnel amélioré + piment	Option 5 Traditionnel amélioré + tomate + papaye	Option 6 Système semi- intensif
<b>Sans échec</b>						
Revenu (1 000 \$MEX)	2 026,6	2 186,3	2 438,3	2 521,4	2 493,8	2 527,8
Différence par rapport à option 1		+ 159,7	+ 411,6	+ 494,7	+ 467,2	+ 501,2
<b>Recettes (1 000 \$MEX)</b>						
Tomate	—	512,0	—	—	427,2	169,6
Papaye	—	—	944,8	—	687,8	—
Piment	—	—	—	1 498,8	—	1 289,8
<b>Échec de</b>						
		tomate	papaye	piment	tomate et papaye	tomate et piment
Revenu (1 000 \$MEX)	2 026,6	1 674,3	1 493,4	1 022,5	1 378,8	1 068,5
Différence par rapport à option 1		- 352,3	- 533,2	- 1 004,1	- 647,9	- 958,2
Fréquence critique		0,31	0,44	0,33	0,42	0,34

**Critical failure frequencies of market-garden crops**

est positif pour autant que la probabilité d'occurrence de l'événement susceptible de le compromettre soit inférieure à  $f_c$ . La probabilité d'échec d'une culture n'est certes jamais connue avec précision, mais on peut généralement en estimer l'ordre de grandeur, ou la limite supérieure qu'il faut comparer à  $f_c$ . Cette approche simple a l'avantage d'être parlante pour l'exploitant.

Nous avons calculé les variations de revenu liées à l'adoption de méthodes intensives de cultures vivrières (passage du système traditionnel au système traditionnel amélioré) en cas d'échec de certaines cultures (tableau 4). Nous avons ensuite étudié le risque lié à l'adoption des cultures horticoles, à partir du système traditionnel amélioré et, enfin, le risque de l'abandon des cultures vivrières. Comme les innovations impliquent une modification du plan de cultures, nous avons effectué les comparaisons entre des plans optimisés par la méthode de la programmation linéaire [8-10].

Bien que la recherche de l'optimum ne soit pas un objectif prioritaire chez les paysans chontales, l'optimisation constitue un passage obligé pour pouvoir comparer les plans de production sur base d'une stratégie commune [11]. La fonction maximisée est le revenu monétaire, obtenu en tenant compte des disponibilités limitées en terrain et en main-d'œuvre ainsi que de la satisfaction des besoins alimentaires soit par les cultures vivrières soit, éventuellement, par des achats de produits vivriers. Les coefficients du modèle sont ceux utilisés plus haut pour l'étude des systèmes. Par souci de respect de la tradition, la superficie consacrée à la *cañita* est maintenue à un niveau minimum de 1 are, mais ne peut excéder 4 ares en raison du travail féminin que demande le tissage des nattes. L'étude des plans optimisés (tableau 5) permet de tirer des enseignements quant à l'intérêt des différentes cultures. Ainsi, le plan optimisé, calculé en n'envisageant que les activités du système traditionnel amélioré (S2), comporte des superficies de haricot et de manioc ne dépassant pas celles nécessaires à l'autoconsommation. Le maïs *tornamil* est entièrement remplacé par le maïs *temporal*, plus productif et fournissant en outre un produit pour la vente, le *frijol pelón*. Le travail extérieur assure dans cette option une plus grande partie du revenu monétaire.

Les plans optimaux présentés ont envisagé, outre les activités de S2, une ou plusieurs cultures horticoles. C'est l'introduction du piment qui entraîne la plus importante hausse de revenu. La fréquence critique d'échec de la culture de piment vaut 0,33 (tableau 6), ce qui signifie que l'introduction de cette culture est avantageuse pour autant qu'elle échoue moins qu'une fois sur trois. L'introduction de la tomate dans le plan de culture est limitée par ses exigences en main-d'œuvre élevées en décembre, époque où les conditions météorologiques rendent difficile l'accès à la parcelle et où les cultures de haricot et de *cañita* occupent déjà une partie importante du temps de l'exploitant. La papaye, quant à elle, est handicapée par ses besoins en terre : en effet, pour chaque are de superficie productive, il faut prévoir, de mai à décembre 0,5 are de culture de nouveaux plants dont la production commencera seulement en janvier de l'année suivante. Dès lors, le plan optimisé correspondant au système semi-intensif (S3) comprend surtout du piment (12,77 ares), un peu de tomate (1,06 are) et pas de papaye. La suppression des contraintes d'auto-production vivrière permet une nouvelle hausse importante du revenu, grâce au remplacement total des cultures vivrières par des cultures horticoles plus rentables (les besoins alimentaires sont alors satisfaits par des achats à l'extérieur). L'avantage est compromis en cas d'échec de la papaye (fréquence critique de 0,72) ou d'échec des trois cultures horticoles (fréquence critique de 0,65) (tableau 7) lorsque l'on prend pour référence le système semi-intensif avec cultures vivrières. Une fréquence critique de 0,72 signifie que l'échec total de la culture de la papaye peut se produire 7,2 fois sur 10 avant d'enregistrer un manque à gagner par rapport aux résultats que le paysan aurait enregistrés s'il avait adopté le système semi-intensif avec cultures vivrières.

### Quelles leçons tirer quant à l'avenir du projet ?

Après les travaux d'infrastructure portés sur le réseau hydrographique, les

Chontales, obligés de changer leur mode de vie, se sont adaptés à leur nouvel environnement socio-économique.

Prêts en principe à entrer dans la logique de l'intensification des systèmes de production agricole qui leur était proposée, ils se sont montrés toutefois réticents à exploiter toutes les possibilités que pouvait offrir l'agropisciculture pratiquée en commun. De manière individuelle, ils ont, dans le passé, instauré une agriculture de décrue sécurisante le long des fleuves et des rivières de l'État de Tabasco et ont pu gérer les risques en adaptant le niveau de la production agricole à celui de leurs besoins nutritionnels, quitte à ce que la famille diversifie ses activités en cherchant à l'extérieur du travail salarié [12].

Les visites récentes faites au projet montrent que leur attitude n'a pas fondamentalement changé. La plupart des familles n'ont adopté les innovations proposées que dans la mesure où elles permettaient d'augmenter le rendement des cultures de maïs et de haricot, même s'il eut été plus rentable de se procurer ces deux denrées sur le marché en échange de produits maraîchers tels que les tomates et les piments. Maïs et haricot ont pris, au cours du temps, une valeur culturelle telle que les paysans estiment devoir les mettre à l'abri des risques liés aux opérations commerciales [6].

Quelques familles continuent toutefois à pratiquer sur leur parcelle de 40 ares un maraîchage intensif ; elles justifient leur choix par la nécessité d'atteindre ensemble une masse de production suffisante qui puisse couvrir le paiement des frais fixes liés à la commercialisation. C'est un comportement qui laisse entrevoir la possibilité de socialiser les risques en innovant, non plus au niveau des techniques, mais au niveau des institutions.

Dans cet esprit, les estimations des fréquences critiques d'échec dans les différents plans de production retenus restent un passage obligé pour valoriser pleinement ces systèmes intensifs de production que sont les *camellones*.

### Conclusion

Chez les paysans chontales, l'application de méthodes intensives pour les

## Tableau 7

### Fréquences critiques d'échec de cultures dans le cas de l'abandon de cultures vivrières

	Système semi-intensif optimisé avec cultures vivrières (opt 6)	Système semi-intensif optimisé sans cultures vivrières (opt 7)
<b>Sans échec</b>		
Revenu (1 000 \$MEX)	2 527,8	3 391,0
Différence par rapport à option 6 (1 000 \$MEX)		+ 863,2
Recettes (1 000 \$MEX)		
Tomate	169,6	464,0
Papaye	0,0	1 204,6
Piment	1 289,8	1 116,1
<b>Échec tomate</b>		
Revenu (1 000 \$MEX)	2 358,2	2 927,0
Différence par rapport à option 6 (1 000 \$MEX)		+ 568,8
Fréquence critique		> 1*
<b>Échec papaye</b>		
Revenu (1 000 \$MEX)	2 527,8	2 186,4
Différence par rapport à option 6 (1 000 \$MEX)		- 341,4
Fréquence critique		0,72
<b>Échec piment</b>		
Revenu (1 000 \$MEX)	1 238,0	2 274,9
Différence par rapport à option 6 (1 000 \$MEX)		+ 1 036,9
Fréquence critique		> 1*
<b>Échec des 3 cultures horticoles</b>		
Revenu (1 000 \$MEX)	1 068,4	606,3
Différence par rapport à option 6 (1 000 \$MEX)		- 462,1
Fréquence critique		0,65

\* La différence de revenu par rapport à l'option 6 étant positive qu'il y ait ou non échec de la culture, l'adoption de la culture est avantageuse quelle que soit sa probabilité d'échec.

#### Critical failure frequencies of crops when food crops are abandoned

productions vivrières, même si elle n'augmente pas significativement la productivité du facteur le plus rare, la terre, permet, du fait de l'accroissement des rendements, de diminuer la superficie à consacrer à la production des quantités de maïs, de haricot et de manioc nécessaires à la subsistance de la famille. Une plus grande superficie peut ainsi être libérée pour des cultures commerciales traditionnelles telles que la *cañita*, mais également pour des cultures horticoles comme la tomate, la papaye et le piment. Ces dernières rémunèrent le travail de l'exploitant à un niveau nettement supérieur au salaire obtenu à l'extérieur, de sorte que le double objectif, alimentaire et monétaire, postule leur inclusion dans le plan de production. N'était l'attachement du paysan chontal à l'auto-production des aliments de base de la famille, les cultures horticoles intensi-

ves devraient pouvoir supplanter totalement les cultures vivrières.

Cependant, le faible taux d'adoption des innovations suggère que, outre les diverses raisons citées plus haut, le paysan chontal raisonne en termes de minimisation du risque plutôt que de maximisation du revenu attendu. Compte tenu de la précarité de sa situation, un incident tel que l'échec d'une culture peut mettre en péril la subsistance, voire la survie, de sa famille. En conséquence, il est beaucoup plus sensible aux effets négatifs possibles de l'innovation en cas d'événements défavorables (même si ces événements sont peu probables) qu'aux gains de revenu obtenus en année normale. Il néglige de la sorte la possibilité de se constituer un capital lui permettant d'accroître ses capacités de production et de sortir de la précarité de l'autosubsistance ■

## Résumé

La construction de billons, ou *camelones*, dans une zone marécageuse du sud-est du Mexique offre théoriquement des potentialités élevées de production agricole qui devraient permettre aux habitants, les Indiens chontales, d'améliorer sensiblement leur niveau de vie. La comparaison entre le mode d'exploitation développé spontanément par les Chontales et d'autres modes d'exploitations plus intensifs proposés par des institutions extérieures au monde paysan met en évidence les contraintes qui pèsent sur la transformation des systèmes de production traditionnels, les risques associés à ces innovations et les raisons de la résistance des paysans face à ces transformations.

## Références

- Colliere R. El sistema campesino de chinampas : base para un proyecto alternativo de desarrollo rural en México. Mémoire de licence en sciences économiques. Université catholique de Louvain (Belgique), 1983 ; 89 p.
- Yates PL. *Mexico's agricultural dilemma*. Tucson : The University of Arizona Press, 1981 ; 291 p.
- Boussard JM. Un modèle de comportement des agriculteurs et son application à la politique agricole. *Cahiers du séminaire d'économétrie* 1971 ; 13 : 99-117.
- Roumasset JA, Boussard JM, Singh I. *Risk, uncertainty and agricultural development*. New York : Southeast Asian Regional Center for Graduate and Agricultural Development Council, 1979 ; 437 p.
- Hardaker JM. Using measurement of risk attitude in modeling farmer's technology choices. *ICRISAT Economics Program Progress Report*. India : ICRISAT 1984 ; 60 p.
- Bonjean C. Instabilité des marchés agricoles et stratégies paysannes au Niger. *Économie rurale* 1992 ; 210 : 17-22.
- Murphy MC. Risk evaluation in farm planning. A statistical approach. *J Agri Econ* 1971 ; 22 : 61-73.
- Boussard JM, Daudin JJ. *La programmation linéaire dans les modèles de production*. Paris : Masson, 1988 ; 127 p.
- Romero C, Rehman T. *Multiple criteria analysis for agricultural decisions*. Amsterdam : Elsevier, 1989 ; 257 p.
- Hazell PBR. A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. *Amer J Agric Econom* 1971 ; 53 : 53-62.
- Barry PJ, Robinson LJ. A Practical way to select an optimum farm plan under risk : comment. *Am J of Agr Econ* 1975 ; 57 : 128-31.
- Eldin M, Milleville P. *Le risque en agriculture*. Paris : Orstom, 1989 ; 619 p.