



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE LA PÊCHE ET DE
L'ALIMENTATION

PREFECTURE DE
LA REGION GUADELOUPE
Direction de l'Agriculture et de la Forêt



Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement

PLAN DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE, SOCIAL ET CULTUREL DE LA GUADELOUPE

OPERATION RA 2112- 001
ETUDE DE LA SOLE CANNIERE

CARTOGRAPHIE ET EVALUATION DES SURFACES CULTIVEES EN CANNE A SUCRE (1995 à 1999)



Rapport final

G. Lainé

CIRAD

2001



Union Européenne



**PLAN DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE, SOCIAL
ET CULTUREL DE LA GUADELOUPE**

**Mesure n° 212 - Poursuivre le développement de la filière canne,
sucre et rhum**

**Opération :
Connaissance et suivi de la sole cannière**

**DOCUMENTATION
MAISON DE LA TELEDETECTION
500, rue J.F. Breton
34093 MONTPELLIER CEDEX 5**

*Contrat de plan Etat- Région 1994-1999
Programme Opérationnel Intégré - Objectif N°1
Région Guadeloupe - 94FR16002*

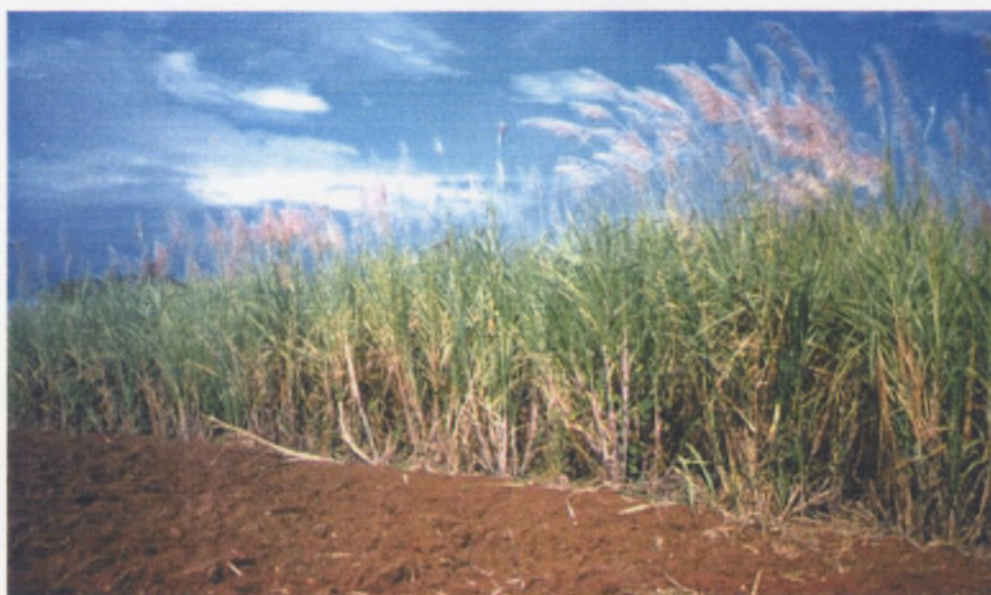
*Convention FEOGA - CIRAD-CA du 28 juillet 1995
Identification: RA211 2 002*

*Convention ETAT - CIRAD-CA du 21 novembre 1996
Identification: RA211 2- 001*

**CIRAD-CA
Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
Département des cultures annuelles
Maison de la Télédétection 500 rue JF Breton 34 093 Montpellier Cedex 5**

Préambule

1 - La filière canne en Guadeloupe	1
2 - Méthodes d'estimation des surfaces cultivées en canne à sucre	15
3 - Proposition technique et méthodologique	19
4 - Création d'une base de données graphiques de référence	39
5 - Les méthodes de mise à jour statistique	75
6 - Les méthodes de mise à jour graphique	93
7 - Résultats des mises à jour effectuées de 1996 à 1999	113
8 - Conclusion et perspectives	133



Préambule

Ce projet a été élaboré sous la maîtrise d'oeuvre de la Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guadeloupe avec un co-financement de l'Union Européenne (FEOGA) et du Secrétariat d'Etat à l'Outre-Mer (FIDOM).

La maîtrise d'ouvrage en a été confiée au CIRAD-CA, département des cultures annuelles du CIRAD puis au CIRAD-Amis à partir de 1998.

Ce travail n'aurait pu être réalisé sans l'aide des structures du CIRAD en Guadeloupe représentées par le Délégué du CIRAD et par le Représentant exécutif du CIRAD-CA, responsable de la station de Roujol à Petit-Bourg à partir de laquelle l'ensemble des opérations a été mené.

Nous remercions également pour leur collaboration active et leur aide pour la mise à jour annuelle du parcellaire, en particulier lors des enquêtes qu'ils ont été amenés à effectuer sur le terrain pendant la campagne 1995, les techniciens des groupements de producteurs (SICADEG, SICAGRA, SICAMA, UDCAG), de la Chambre d'Agriculture, de la SAFER, de la S.A Gardel ainsi que des Sucreries et Rhumeries de Marie- Galante.



SICADEG



S.I.C.A.G.R.A.



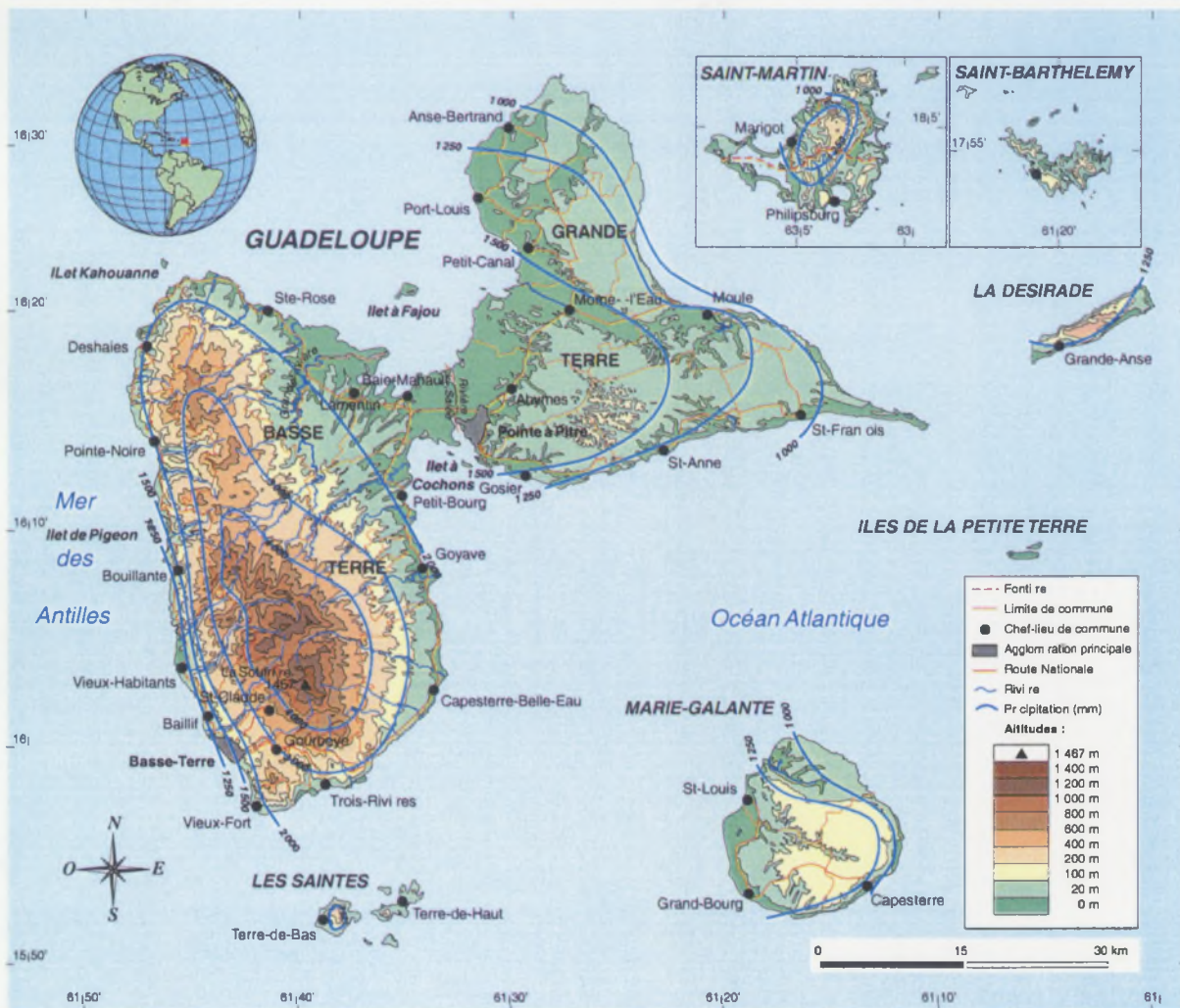
1 - LA FILIERE CANNE A SUCRE EN GUADELOUPE

1.1 Présentation générale des îles de la Guadeloupe

Situation

Région monodépartementale, la Guadeloupe se présente géographiquement sous la forme d'un archipel de 1704 km² composé de huit îles principales situées dans l'arc des petites Antilles à environ 6700 km de la métropole. Les deux plus grandes îles, la Basse Terre (848 km²) et la Grande Terre (590 km²) sont séparées par un étroit chenal (la Rivière Salée) et constituent la Guadeloupe dite continentale située entre 16° et 16°40' de latitude nord et entre 61°10' et 61° 50' de longitude ouest. Les autres îles en sont proches comme Marie-Galante (158 km²), La Désirade (20 km²) et l'archipel des Saintes (13 km²) ou plus éloignées comme les îles de Saint-Barthélemy et Saint-Martin, dénommées « îles du nord ».

La canne à sucre n'est cultivée que sur la Basse-Terre, la Grande Terre, et à Marie-Galante



Géologie

Comme l'ensemble des Petites Antilles, l'archipel de la Guadeloupe se situe sur la ligne de fracture qui marque la limite orientale du bouclier caraïbe. On y distingue deux arcs insulaires principaux:

- l'arc ancien âgé de 50 à 6,5 millions d'années correspondant à la mise en place des formations volcaniques des soubassements d'abord de Saint Barthélémy, Saint Martin et la Désirade puis de la Grande Terre et de Marie Galante.
- l'arc actuel âgé de moins de 6 millions d'années avec la formation de la Basse Terre et des Saintes.

Il en résulte un *contraste frappant* entre des zones avec des transgressions sédimentaires sur un socle volcanique comme la Grande Terre et des zones de mise en place de chaînes éruptives.

La Grande Terre

Cette île s'est constituée sur un socle volcanique ancien datant du miocène (20 à 6,5 millions d'années). Ces dépôts sont dus principalement à des transgressions océaniques d'axe E-O, mais aussi à des dépôts volcaniques provenant de la Basse Terre.

Ensuite, l'île a subi un basculement vers l'ouest avec une tectonique cassante provoquant de nombreuses fractures compartimentant l'île en plateaux et dépressions. On retrouve en plus des anticlinaux et synclinaux de faible amplitude d'axe SE-NO comme le bombement anticlinal des Grands-Fonds soumis à une importante érosion fluvio-karstique qui a créé un réseau très ramifié de petites vallées étroites à fonds plats séparant des mornes calcaires d'une centaine de mètres d'altitude.

Marie-Galante

C'est un vaste plateau tabulaire de calcaires récifaux du pléistocène avec une alternance dur/tendre pouvant atteindre une puissance de 200 m.

Les formations quaternaires se trouvent sur le pourtour méridional avec des récifs d'origine madréporique. L'érosion remplit le fond des vallées de plusieurs mètres d'argile de décalcification.

La Basse Terre

Son aspect est caractérisé par une cordillère d'axe N-S mise en place au cours de 3 épisodes éruptifs successifs dont le plus ancien est à l'origine de la chaîne septentrionale. Les phénomènes récents du Quaternaire ont eu pour résultat l'érection du massif Soufrière - Madeleine au sud de l'île (4000 ans).

Au nord-est, on retrouve une pénéplaine recouverte de dépôts volcano-sédimentaires provenant de la cordillère.

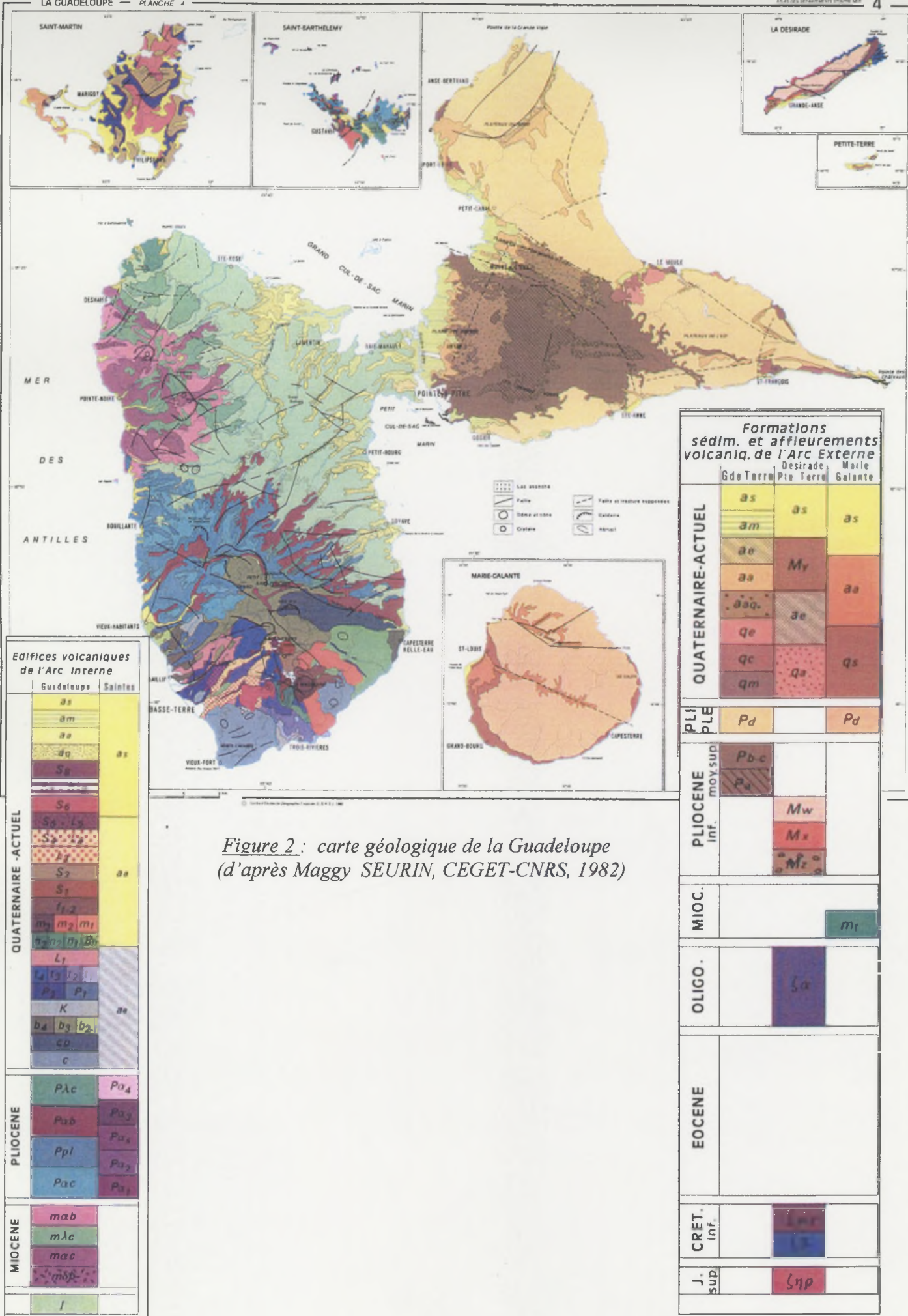


Figure 2 : carte géologique de la Guadeloupe (d'après Maggy SEURIN, CEGET-CNRS, 1982)

Le relief contrasté de la Guadeloupe

Les plateaux calcaires de l'Est :

Vues de loin, les îles calcaires semblent des surfaces horizontales uniformes. Le promeneur qui les parcourt les voit tout autrement. Il passe d'un lambeau de plateau à un autre en traversant des vallées profondes aux versants redressés. On nomme ces vallées coulées ou fonds. Elles sont particulièrement marquées dans la région des Grands-Fonds. Les plateaux étendus se distinguent les uns des autres par des escarpements appelés barres. A Marie-Galante, le plateau des Bas se raccorde à celui des Hauts par la Barre-de-l'île ; en Grande-Terre, la Barre de Cadoue marque la limite entre le plateau de la Vigie et celui des Mangles. Deux escarpements encadrent la plaine de Grippon.

Les édifices volcaniques de l'Ouest :

Ils jalonnent un axe allant des Saintes à la Tête-à-l'Anglais. Le dôme de la Soufrière est le plus élevé (1 467 m). C'est le point culminant des Petites Antilles. A mesure qu'on avance vers le Nord, le relief s'abaisse. Mais au centre de l'île, la traversée n'est possible qu'au col des Mamelles (585 m). Sur toute sa longueur, la chaîne est dissymétrique, le versant ouest étant plus redressé que le versant est. Une plaine s'incline du pied de celui-ci jusqu'à la côte.

Les côtes :

Les plateaux des îles calcaires se terminent vers la mer par des falaises. La baie du Moule est la seule grande échancrure de la côte orientale, mais à l'ouest on trouve des anses avec leurs plages de sable blanc. Des récifs ou cayes longent une grande partie des côtes. Les anses sont fréquentes au pied de la chaîne volcanique. Au nord, elles abritent des plages de sable ocre ; dans le Sud, le sable est noir et souvent mêlé de galets.

Le relief de la Guadeloupe est formé de plateaux calcaires peu élevés à l'Est de la Rivière-Salée et d'une chaîne de volcans à l'ouest; elle porte la Soufrière, point culminant des Petites Antilles. Les falaises calcaires prédominent à l'Est, les côtes à anses à l'Ouest.

Climat

Malgré l'action tampon des masses océaniques qui maintiennent les températures moyennes entre 20°C et 30°C, les effets cumulés de l'altitude et des alizés conduisent à une très grande diversité de la pluviosité et de la végétation. La saison sèche ou 'carême' s'étend de janvier à mai et la saison humide appelée 'hivernage' de juin à décembre. Les cyclones se manifestent généralement entre juillet et octobre.

Le climat tropical chaud et humide de la basse Terre est marqué par la présence du massif montagneux. Un extraordinaire contraste oppose la côte « au-vent » exposée aux alizés venant de l'est, ennuagée au-dessus de 800m et très arrosée, et la côte « sous-le-vent », tournée vers l'ouest, protégée des alizés, sèche et ensoleillée. De plus le total des précipitations annuelles diminue en allant du sud vers le nord de l'île.

La Grande Terre est beaucoup moins arrosée que la Basse Terre. Les précipitations ne cessent de diminuer en allant de l'ouest vers l'Est. Les bas plateaux calcaires n'offrent qu'une rugosité insuffisante aux masses d'air chargé d'humidité et sont incapables de provoquer des pluies de relief comme sur les versants au-vent des montagnes de la Basse Terre.

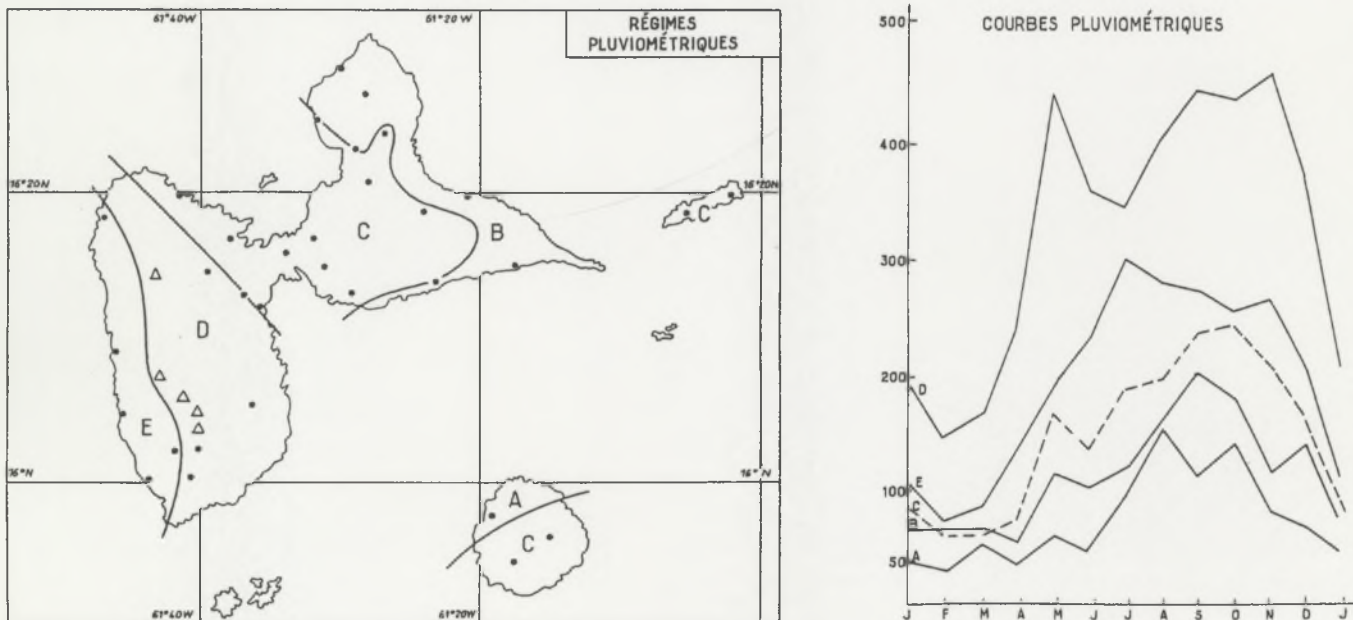


Figure 4 : Régimes et courbes pluviométriques (d'après bulletin climatologique mensuel de la commission météorologique, déc.1985)

La canne est cultivée essentiellement dans les zones A (moins de 1000 mm) et surtout B (entre 1000 et 1500 mm) et C (entre 1500 et 2000 mm annuels)

Les sols

Les sols de Grande Terre et de Marie-Galante proviennent de l'altération du calcaire. Sur les plateaux et les versants se forment des sols à montmorillonite ; dans les fonds de vallée, des sols hydromorphes se développent sur les argiles de décalcification; sur les versants dénudés des mornes et aux extrémités septentrionale et orientale des deux îles, on rencontre des sols squelettiques et pauvres (lithosols). Dans la région des Grands-Fonds et dans les plaines de l'ouest de la Grande Terre, recevant plus de 1500mm d'eau par an, les sols argileux hydromorphes et engorgés périodiquement par l'eau (pseudogley) des vallées et des bas-fonds sont relayés, sur les versants, par les sols argileux à kaolinite (d'après l'atlas des DOM, CEGET-CNRS, 1982).

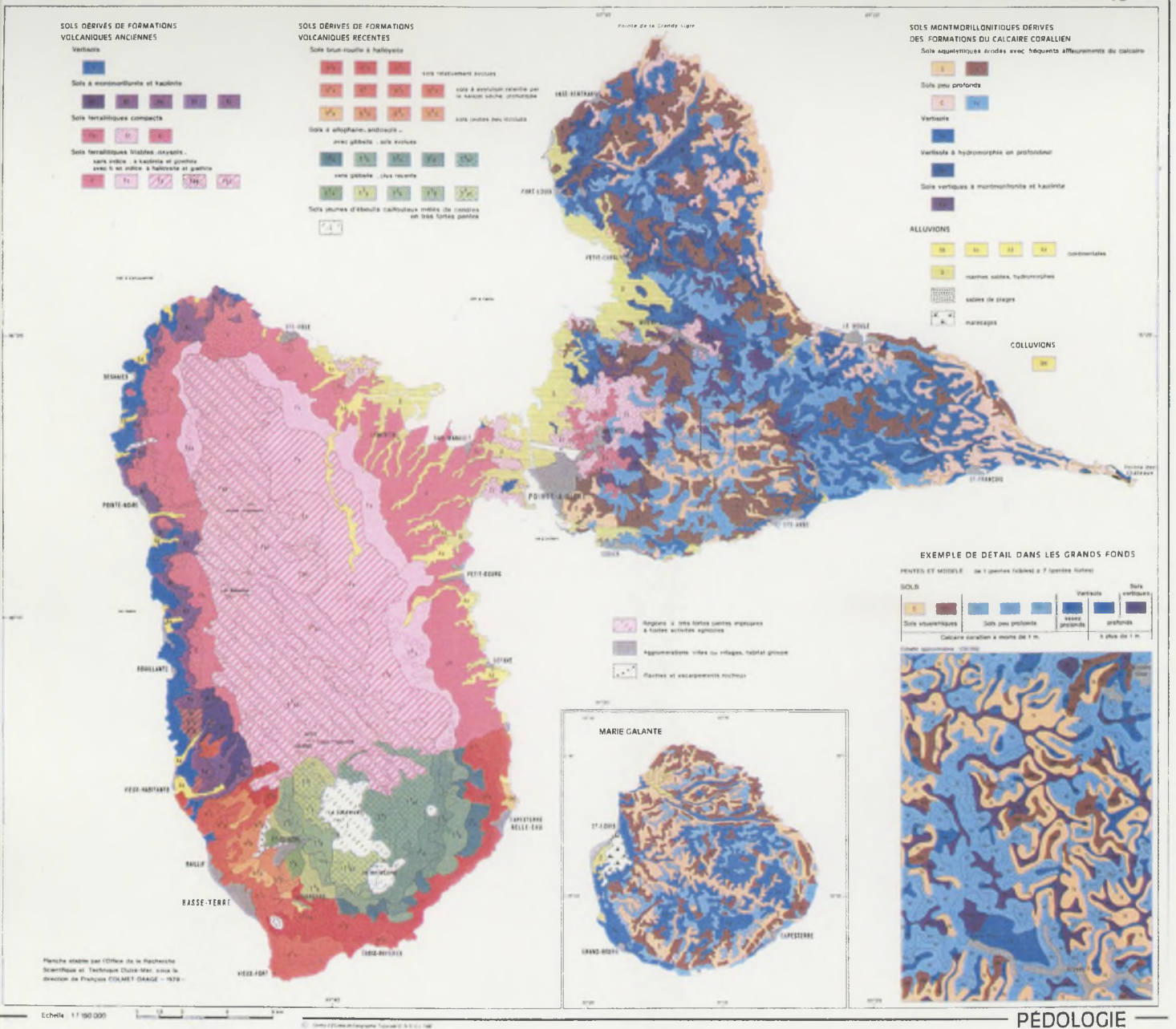


Figure 4 : carte des sols (établie par F.Colmet-Daage, ORSTOM, 1979)

En Basse Terre, région très arrosée et au climat chaud et humide, la pédogénèse est active et la roche mère volcanique est soumise à une intense altération chimique, donnant naissance à des sols profonds et évolués. Ce sont généralement des sols ferrallitiques profonds dans les plaines du nord-est et de l'est, des sols ferrallitiques humifères dans les régions d'altitude sous couvert de forêt dense et des sols faiblement ferrallitiques dans les régions peu arrosées de la côte Sous-le-Vent.

Enfin, sur les roches volcaniques très récentes du sud de l'île on a des sols peu épais mais fertiles (Trois-Rivières, Gourbeyre) qui se prêtent admirablement à la culture du bananier

Végétation

A Marie-Galante et en Grande Terre, des précipitations annuelles inférieures à 1800 mm par an et une saison sèche bien marquée favorisent le développement de formations végétales xérophiles sur les plateaux calcaires. Ces forêts sèches mixtes ne subsistent à l'état originel que par endroits, la plus grande partie ayant été défrichée pour établir champs de culture et savanes d'élevage, en particulier dans l'est et le nord de la Grande Terre. Sous l'effet de la dégradation par l'homme ou par la sécheresse, cette forêt sèche laisse la place à un taillis épineux (hallier) (d'après l'atlas général de la Guadeloupe, CEGET-CNRS).

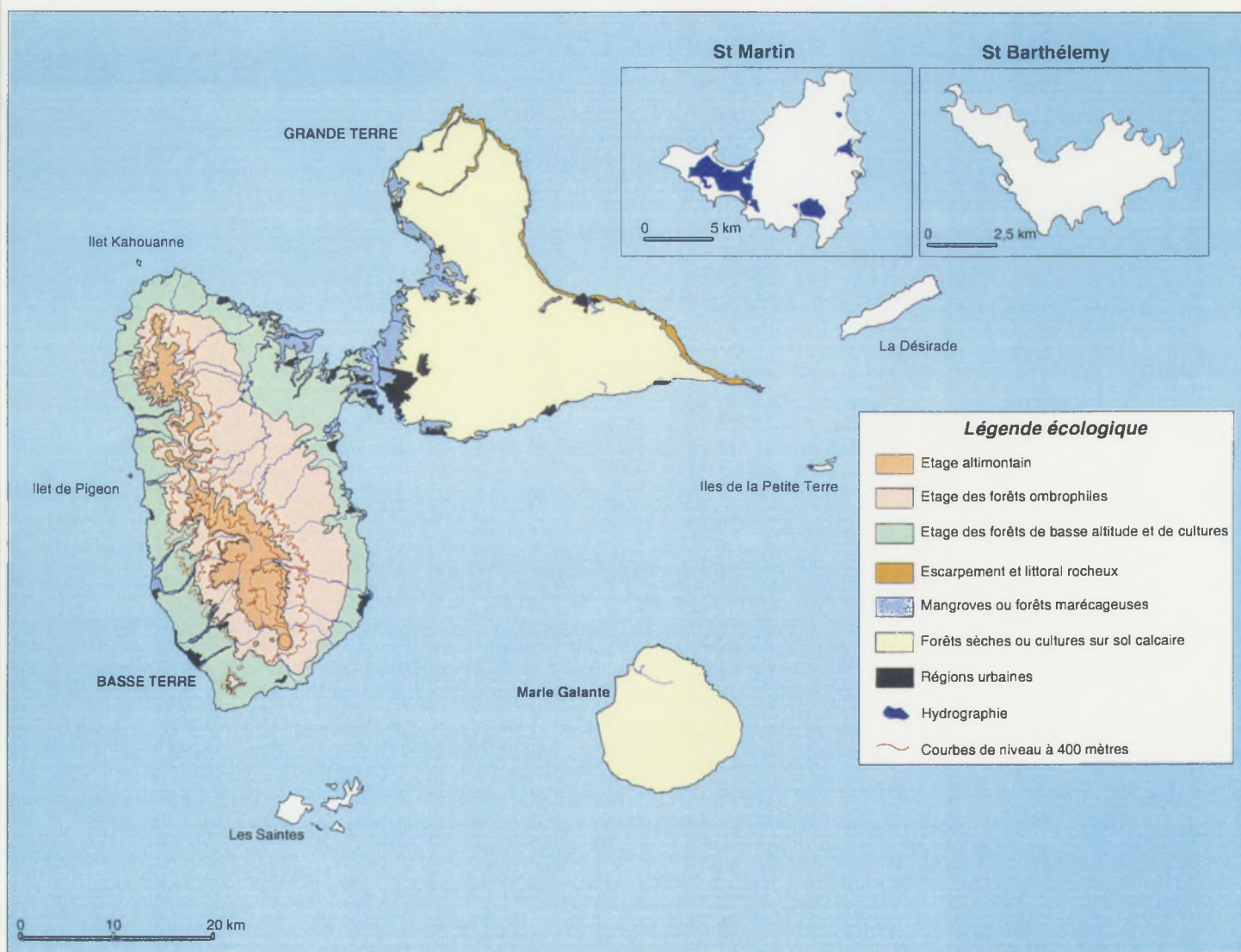
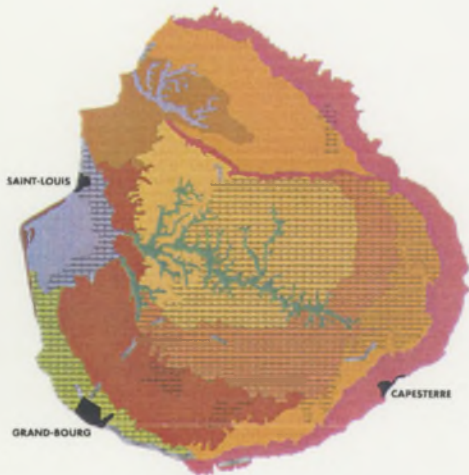


Figure 5 : carte écologique simplifiée (d'après A.Rousteau et al., ONF, Parc national de la Guadeloupe, 1996)

Marie-Galante se situe pratiquement tout entière dans l'étage des forêts semi-décidues sur terrains calcaires.

Marie-Galante - Les Saintes - La Désirade

Carte Ecologique



Légende

MG : Marie-Galante - S : Les Saintes - D : La Désirade

Etage des forêts semi-décidues	Nombre de mois secs (1)	Déficit annuel (1)	Terrains calcaires			Terrains volcaniques	
			Plaines	Karst	Plateaux	Versants abrités	Versants exposés
			4 < n ≤ 7	< 1 mois			MG 2
n > 7	> 1 mois		MG 1	MG 4	MG 3	S1	D4
			D 1	MG 5	MG 6		S2
			D 3	D 2			

Formations influencées par l'eau	Terrains calcaires		Terrains volcaniques
	Formations	Valées	MG 11
	Escarpements	D 6	D 6
	Forêts sur sable	MG 10	
	Littoral rocheux	MG 7	D 7
			D 5
		S 3	
Formations inondées	Forêt marécageuse	FM	
	Mangrove captive	MC	
	Marais, "salines", et plages avec lagunes	M	
		MG 9	
		S 4	

Faciès de dégradation	Peu ou pas dégradé (craquelures pléines sans mort)	
	Bois secondaires	
	Agricultures traditionnelles	
	Agriculture intensive : Canne	
	Régions urbaines	
"Rurbanisation"		

(1) cf. Notice : désignation et regroupement des unités écologiques

Figure 6 : carte des unités écologiques de Marie-Galante (A. Rousteau et al.)

Deux unités écologiques sont remarquables en Grande Terre, les plaines des Abyemes et de Morne à l'Eau. Leur planéité résulte de leur immersion récente, probablement au pléistocène.

La plaine des Abyemes, région occupée par les cultures et les prairies aux abords des sols inondés de l'ouest. Elle fait l'objet d'une urbanisation galopante centrée sur les Abyemes. Le bassin de Morne-à-l'Eau, région uniformément plane, limitée au nord et au sud par deux côtes presque rectilignes et s'affaissant imperceptiblement à l'ouest où s'effectue la jonction avec les zones inondées ; il y pleut en moyenne 150 mm de moins que sur la plaine des Abyemes; Elle se consacre à l'agriculture et a été fortement drainée dans sa partie occidentale (canal Perrin, canal de Belleplaine..) En limite des régions inondées de l'ouest, sont entretenues des prairies très mouilleuses, dites d'arrière-mangrove (d'après la carte écologique de la Guadeloupe, par A. Rousteau et al.)



Fig 7 (Sud-Ouest de la Grande Terre): Mise en évidence de la zone des Grands Fonds et des plaines des Abymes et de Morne-à-l'eau à l'aide de l'imagerie radar ERS 2

En Basse Terre, la forêt dense subsiste encore sur les versants montagneux, échappant aux défrichements séculaires des basses altitudes (moins de 300 à 250m) où les paysages naturels ont été fortement humanisés surtout dans les plaines littorales et sur les versants. Le massif montagneux est ainsi ourlé d'un liseré de cultures, particulièrement large sur la côte-au-Vent, de Sainte Rose à Gourbeyre. La canne subsiste dans les plaines et le piémont du nord-est de l'île.

Organisation du territoire

La Guadeloupe est un Département d'Outre-Mer (loi du 19 mars 1946), érigée en région par la loi du 31-12-82. Elle est administrée par un Préfet, un Conseil Régional et un Conseil Général.

Elle est découpée administrativement en 3 arrondissements (Basse-Terre, Pointe-à-Pitre et Saint-Martin), 43 cantons et 34 communes. L'île de la Basse Terre comporte 16 communes, la Grande-Terre 10 et les dépendances 8.

Population

En 1995, la population est estimée à 417 000 habitants, soit une densité moyenne de 247 hab./km². Si le taux de natalité reste à un niveau comparable (1,7%), l'île comptera 537 000 personnes en 2010, soit 315 hab./km².

La population est très inégalement répartie. Pointe-à-Pitre et les Abymes regroupent 37% de la population. Dans le quadrilatère formé par Baie-Mahault-Abymes-Pointe-à-Pitre et Gosier, la densité est de 710 hab./km² alors qu'à Marie-Galante elle est à peine de 85 hab./km². Ses caractéristiques principales sont sa dispersion et sa 'rurbanisation' progressive.

1.2 – La canne à sucre en Guadeloupe.

L'agriculture

L'agriculture guadeloupéenne s'organise autour de deux pôles principaux, la canne à sucre et la banane, et de deux pôles secondaires, la diversification fruitière et maraîchère, et l'élevage. (J.Malessard, 1998). La SAU était de 53 644 hectares en 1995 soit environ 30% de la surface totale de l'île.(170 500ha) mais malgré les activités de diversification ,elle est en diminution régulière en raison des besoins liés à la construction de logements, de voies de communication et de zones d'activité. Elle emploie 7% de la population active. Toutefois, parmi les 12 288 chefs d'exploitation recensés en 1997, 56% ont au moins 50 ans.

La canne à sucre

La culture de la canne à sucre représente la deuxième activité agricole après la banane. Elle est cultivée sur 5000 exploitations environ et couvrait approximativement 13 000 ha en 1994 soit presque le quart de la SAU. Trois usines (Gardel en Grande Terre, Grosse-Montagne en Basse Terre et Grande-Anse à Marie-Galante) étaient encore en service en 1995 mais l'usine de Grosse- Montagne a fermé en 1996. La canne cultivée est essentiellement transformée en sucre roux brut (96% de la production transformée) Une petite partie de la canne est utilisée pour la production de rhum agricole (3, 5% des produits transformés) et industriel ainsi qu'en jus de fruits et sirops(0,1%) (N.Courtaillac, 1997). Le rendement moyen est de 50 à 55 t/ha.

Les bassins canniers

Ils sont au nombre de 5 et localisés sur la figure 8

Ils peuvent être appréhendés de différentes façons mais il a été décidé dans le cadre de ce projet qui nécessite de disposer de limites géographiques précises, de les définir par les limites des communes constitutives.

Ceci présente également l'avantage de pouvoir comparer les données obtenues aux résultats de l'enquête menée par la DAF en 1992.

Les exploitations cannières.

A l'exception du bassin des Aymes qui ne représente que 3 % des superficies en canne, la sole cannière se répartit selon les bassins en quatre parts de taille comparable. Le nombre des exploitations est cependant plus important à Marie-Galante et au sud Grande Terre (respectivement 35% et 30 % des planteurs de canne de Guadeloupe). La taille moyenne des exploitations varie entre 1,5 ha (Marie-Galante) et 2,4 ha (Basse-Terre). 70% des exploitations ont moins de 2ha de canne et seulement 6% des exploitations ont une surface cannière supérieure à 5ha.(AGRESTE, enquête canne à sucre 1992). Toutefois, les surfaces correspondantes peuvent être très importantes : ainsi au nord Basse-Terre, 6 exploitations représentent à elles seules près de 800ha soit presque le quart de la superficie totale du bassin cannier (Sandrine BONOTTO, 1998)

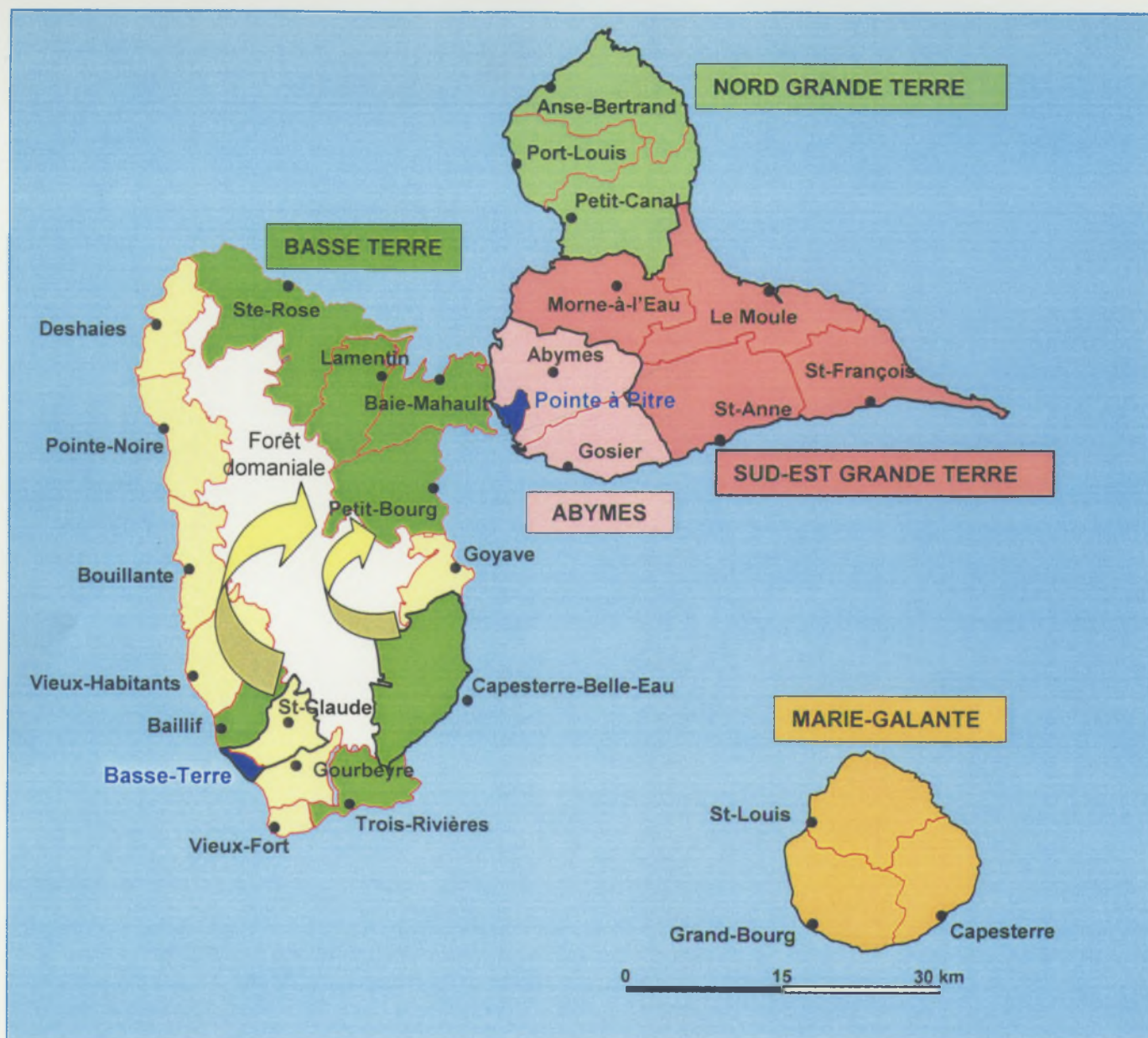


Figure 8: les communes constitutives des bassins canniers

- Nord Grande Terre : communes d'Anse-Bertrand, Port-Louis et Petit-Canal
- Sud Grande Terre : communes de Saint-François, Morne à l'eau, Ste Anne
- Abymes : communes de Gosier et des Abymes
- Basse-Terre: communes de Sainte-Rose , Lamentin, Baie-Mahault et Petit-Bourg (*Nord Basse Terre*) auxquelles sont adjointes les quelques parcelles cultivées sur les communes de Basse Terre, Baillif, Trois-Rivières et Capesterre Belle Eau (*Sud Basse Terre*)

Evolution de la production

Elle était à son apogée dans les années soixante où 16 usines étaient alors en service (figure 9) puis elle a décliné régulièrement jusqu'au plan de relance Mauroy de 1983 qui s'est traduit par un ensemble de réformes foncières et par la restructuration de la filière (création des SICA, et des CUMA) La production a alors remonté jusqu'en 1988 pour décroître régulièrement depuis.



Figure 9 : Les Sucrieries de Guadeloupe (d'après S. Bonotto) et ci-contre l'usine de Grosse-Montagne fermée à la fin 1995.

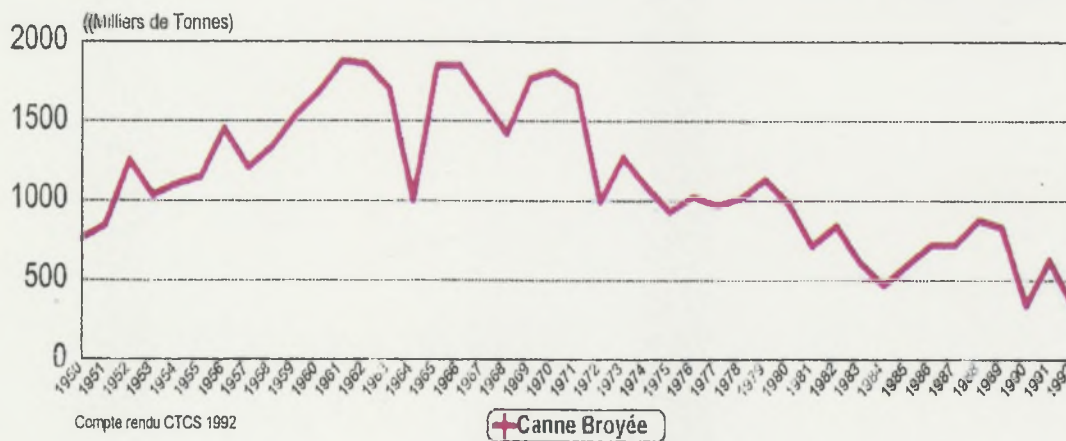


Figure 10: Evolution de la production de la canne broyée (cité par N. Courtaillac)
La production est passée de 710 000t en moyenne entre 1980 et 87 à 660 000 t entre 88 et 94.

La filière canne génère environ 15 000 emplois en Guadeloupe dont le taux de chômage est un des plus élevés de France. La canne reste donc un des moteurs de la vie économique de la Guadeloupe. Toutefois, les surfaces par planteur sont faibles et ne permettent pas en général d'assurer un revenu annuel suffisant. Cela explique que beaucoup d'agriculteurs aient recours à la diversification ou à la pluriactivité.

Les modes de faire-valoir

Le foncier très morcelé est l'héritage du passé où de nombreux lots de petite taille (2 à 5ha) ont été attribués aux colons et aux nouveaux petits propriétaires. On distingue 7 modes de valorisation :

La propriété (76% de la superficie est exploitée en faire valoir direct de petites exploitations), *le faire valoir direct (FVD)* des sucreries et distilleries (qui ont beaucoup diminué suite à la fermeture successive des usines), *la GFA*, *la société*, *le colonage*, *la location* et *le squatt*

Les GFA (Groupements fonciers agricoles) ont été créés à la suite du protocole Haberer en 1980. Dans le cadre de cette réforme foncière, la SAFER a réattribué 8777 ha de SAU en les vendant à des GFA constitués d'agriculteurs fermiers à **temps plein** et de moins de 45 ans, la taille minimale du lot étant de 7 ha dont 60% devaient être cultivés en canne.

38 GFA ont ainsi été formés. Leur localisation en Grande Terre est donnée figure 12

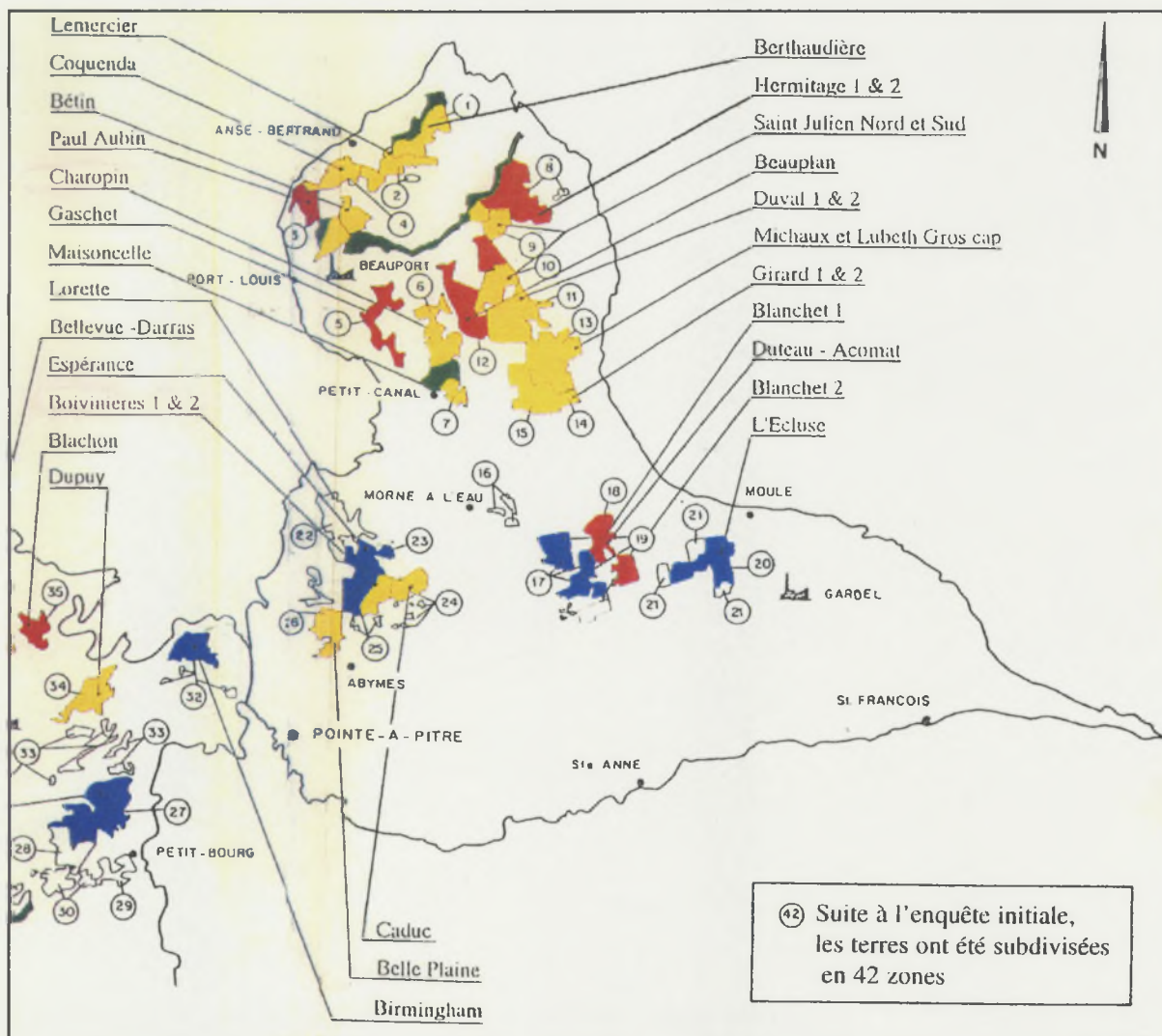


Figure 12 : Localisation des GFA de la Grande Terre
(document DAF Guadeloupe, Service Economie Agricole)

Désignation opération	CIRAD	CTICS	DAF	Chambre d'agriculture	SAFER	SICA	CUMA	ETA	LAPRA	Sucrierie Gardel
Recherche et gestion agricole	Sélection variétale, maladies, irrigation, potentiel rdt...		Orientation des productions, installation des jeunes agricult.	Relance de la production						
Pépinières	1 ^è étape	2 ^è étape agrémentation								
Conseil technique,		-Bulletins d'informations -Parcelles de démonstration		Techniciens affiliés aux CUMA	Techniciens	Techniciens	Par techniciens chambre d'agric. et les Présidents			
Gestion, économie			Gestion et distribution des aides de l'Etat	Référentiel technico-économique	Conseils de gestion	Relai financier, versement des aides, avances en nature (produits et travaux)				
Préparation du sol plantation						Délivre les bons de travaux Gère dossiers de replantation	Réalise les travaux	Réalise les travaux	Analyses de sol Profils culturaux	
Entretien (engrais, herbicides)						Délivre les bons de travaux et d'achat d'intrants	Réalise les travaux Peut stocker et délivrer engrais	Réalise les travaux	Diagnostique foliaires → adapter les doses d'engrais	
Récolte		Analyses de richesse				Délivre les bons de travaux	Réalise les travaux	Réalise les travaux		Emet les quotas de coupe
Paiement du planteur						Versement des aides	Sur le reste des aides			Paye à la valeur sucre
Foncier, environnement		Location de terres à des planteurs pour faire les pré-pépinières	Gestion des conflits fonciers et des problèmes liés aux calamités climatiques	Gestion des conflits fonciers	Gestion des terres des GFA	Gère et suit les dossiers d'amélioration foncière				

Tableau n°2 : Rôle des principaux acteurs de la filière canne (d'après Sandrine Bonotto, 1999)

2 - METHODES UTILISEES POUR L'ESTIMATION DES SURFACES CULTIVEES EN CANNE A SUCRE

2.1 - Méthodes d'estimation statistique par sondage.

Un sondage peut être probabiliste ou par choix raisonné mais seuls les premiers permettent d'évaluer la précision des estimations lors des extrapolations.

Les bases utilisées peuvent être *démographiques* (l'unité statistique est une unité économique) ou *géographiques* (l'unité statistique est une portion de territoire). Dans tous les cas une stratification préalable améliorera les résultats obtenus à condition toutefois que le découpage de la population soit effectué en strates présentant une bonne homogénéité vis à vis du caractère enquêté. Enfin, rappelons que la précision des évaluations ne dépend pas du taux de sondage mais varie comme la racine carrée du nombre des observations.

2.1.1 Sondages sur base « population »

Ils sont en général à deux degrés (villages, exploitations) avec une stratification au premier degré en fonction d'un ou de plusieurs critères comme les systèmes de culture, la taille des villages etc.

La méthode utilisée en Guadeloupe est l'enquête 'structures' du Ministère de l'Agriculture. Elle utilise un panel d'exploitations constitué à partir du RGA de la façon suivante: après une stratification réalisée en fonction de l'importance des exploitations agricoles, il est procédé à un échantillonnage pondéré par la taille moyenne des exploitations de chacune des strates.

Pour chaque exploitation tirée, les parcelles sont listées et mesurées par l'enquêteur. Il subsiste donc une part déclarative non négligeable. De plus, la base de sondage doit être à jour et doit donc correspondre à un recensement récent. Enfin, la représentativité de l'échantillon est difficile à estimer car la stratification est effectuée à partir d'un seul critère qui n'en explique pas forcément toute la variabilité. Les écarts obtenus en Guadeloupe avec deux échantillons différents en sont une illustration (cf tableau n°3)

Enfin, la méthode est difficile à mettre en oeuvre, longue, coûteuse et les résultats sont fournis tardivement (accessibilité, arpentage, problèmes linguistiques, réticence de certains exploitants, dépouillement).

Outre les sondages annuels, il faut noter qu'une enquête-sondage exceptionnelle intitulée « canne 92 » a été menée par la DAF et le SCEES (Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques) assistés du CIRAD auprès d'un échantillon représentatif constitué d'un ensemble de 745 planteurs guadeloupéens, ensemble égal au dixième de la population des agriculteurs recensés comme producteurs de canne.

Surfaces en canne par exploitation		Sondage 1 (1992)	Sondage 2 (1993)
S < 1	% exploitation	29,1	35,9
	% sole cannière	7,2	8,6
1 <= S < 2	% exploitations	42,0	33,6
	% sole cannière	24,9	18,6
2 <= S < 5	% exploitations	23,3	22,5
	% sole cannière	28,7	28,1
5 <= S < 10	% exploitations	5,0	7,2
	% sole cannière	15,0	18,5
10 <= S	% exploitations	0,6	0,75
	% sole cannière	24,1	26,1

Tableau n° 3 : Distribution des exploitations de Guadeloupe selon la surface cultivée par exploitation
(Comparaison des résultats obtenus à partir de deux bases de sondage différentes)

2.1.2 Sondages sur base géographique ou sondages aréolaires.

Ces sondages permettent de s'affranchir des difficultés inhérentes aux bases démographiques en raison de la meilleure stabilité des bases géographiques. La méthode utilisée en Guadeloupe est celle du *sondage aréolaire par points*.

C'est la méthode utilisée par le Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques (SCEES) du Ministère de l'Agriculture dans le cadre de l'enquête "Utilisation du Territoire" ou "TER-UTI". C'est un système à deux degrés (photos, points) dont l'échantillon est stable et obligatoire depuis 1982. Chaque département français possède donc un jeu de photographies et une liste de points à enquêter qui sont attribués à la plus petite portion de territoire entourant le point et homogène vis à vis de la nomenclature TER-UTI. (Tableau 4)

En Guadeloupe, les photographies utilisées sont issues d'une couverture aérienne réalisée par l'IGN en 1988. Pour chacune des 145 photos issues du tirage, il a été procédé à un agrandissement au 1/5 000 sur lequel a été reportée une grille de 36 points distants de 300m

Avantages: c'est une enquête simple à réaliser (points stables d'une année sur l'autre) et rapide à dépouiller: Il n'y a aucun tracé à effectuer par l'enquêteur.

Inconvénient principal: aucune estimation n'est autorisée pour une unité inférieure à l'ensemble du département. Ainsi par exemple pour la Guadeloupe, on ne peut théoriquement obtenir *aucune évaluation sur Marie-Galante*. De plus, la précision dépend du nombre de points enquêtés par poste et les photos utilisées sont désormais trop anciennes.

Total Guadeloupe

Catégorie physique	Code physique	Nombre de points			% des 3 îles			en ha			évolution en %	
		Année	92	93	94	92	93	94	92	93	94	93/92
Marais salants, étangs d'eau saumâtre	110	5	2	2	0,1	0,0	0,0	172	69	69	- 60	=
Lacs, bassins, étangs d'eau douce	120	10	8	3	0,2	0,2	0,1	344	275	103	- 20	- 63
Rivières, estuaires, canaux	130	15	12	8	0,3	0,3	0,2	515	412	275	- 20	- 33
Marais, zones humides	140	20	72	54	0,4	1,5	1,2	687	2474	1856	+ 260	- 25
Mangroves	150	147	101	126	3,2	2,2	2,7	5052	3471	4330	- 31	+ 25
Rochers, galets	210	6	7	5	0,1	0,2	0,1	206	241	172	+ 17	- 29
Dunes, plages de sable ou de galets	220	9	8	8	0,2	0,2	0,2	309	275	275	- 11	=
Pelouses sommitales et flanc de montagne vierge	230	1	0	2	0,0	0,0	0,0	34	0	69	///	///
Bois et forêts feuillus	310	1480	1352	1340	31,9	29,1	28,8	50859	46460	46048	- 9	- 1
Bois et forêts mixtes	330	0	2	0	0,0	0,0	0,0	0	69	0	///	///
SBHF du type bosquet	340	115	108	85	2,5	2,3	1,8	3952	3711	2921	- 6	- 21
SBHF du type halle boisée	350	0	1	3	0,0	0,0	0,1	0	34	103	///	+ 200
SBHF du type alignement	360	5	5	3	0,1	0,1	0,1	172	172	103	=	- 40
SBHF du type arbres épars	370	120	51	41	2,6	1,1	0,9	4124	1753	1409	- 58	- 20
Landes et maquis boisés	410	340	412	538	7,3	8,9	11,6	11684	14158	18488	+ 21	+ 31
Landes et maquis non boisés	420	415	495	594	8,9	10,7	12,8	14261	17010	20412	+ 19	+ 20
Terrains vagues urbains	430	1	2	4	0,0	0,0	0,1	34	69	137	+ 100	+ 100
Céréales	510	0	2	0	0,0	0,0	0,0	0	69	0	///	///
Canne à sucre	520	432	416	393	9,3	9,0	8,5	14845	14296	13505	- 4	- 6
Canne à sucre	521	0	1	1	0,0	0,0	0,0	0	34	34	///	=
Banane d'exportation en cultures pures	531	172	180	167	3,7	3,9	3,6	5911	6186	5739	+ 5	- 7
Banane d'exportation en cultures associées	532	6	6	4	0,1	0,1	0,1	206	206	137	=	- 33
Banane fruit	533	0	1	2	0,0	0,0	0,0	0	34	69	///	+ 100
Banane légume	534	7	5	9	0,2	0,1	0,2	241	172	309	- 29	+ 80
Igname	541	12	11	20	0,3	0,2	0,4	412	378	687	- 8	+ 82
Madère ou dachine	542	2	2	2	0,0	0,0	0,0	69	69	69	=	=
Malanga	543	1	1	0	0,0	0,0	0,0	34	34	0	=	///
Autres tubercules, racines... en culture pure	544	7	3	2	0,2	0,1	0,0	241	103	69	- 57	- 33
Autres tubercules, racines... en mélange	545	1	6	3	0,0	0,1	0,1	34	206	103	+ 500	- 50
Légumes frais en cultures pures	551	20	24	31	0,4	0,5	0,7	687	825	1065	+ 20	+ 29
Légumes frais en mélange	552	1	1	1	0,0	0,0	0,0	34	34	34	=	=
Association de cultures vivrières et maraîchères	560	5	4	2	0,1	0,1	0,0	172	137	69	- 20	- 50
Légumes secs	570	2	1	1	0,0	0,0	0,0	69	34	34	- 50	=
Ananas	580	10	12	10	0,2	0,3	0,2	344	412	344	+ 20	- 17
Vergers de limes de Tahiti	591	1	3	1	0,0	0,1	0,0	34	103	34	+ 200	- 67
Autres agrumes	592	5	1	6	0,1	0,0	0,1	172	34	206	- 80	+ 500
Vergers de manguiers	594	2	0	2	0,0	0,0	0,0	69	0	69	///	///
Autres vergers	595	7	7	5	0,2	0,2	0,1	241	241	172	=	- 29
Association de vergers et de cultures légumières	596	0	6	4	0,0	0,1	0,1	0	206	137	///	- 33
Vergers-pré	597	8	7	10	0,2	0,2	0,2	275	241	344	- 13	+ 43
Association de vergers et de bananes	598	1	0	0	0,0	0,0	0,0	34	0	0	///	///
Jardin et verger créole	610	100	106	107	2,2	2,3	2,3	3438	3643	3677	+ 6	+ 1
Cultures florales pures	621	1	0	1	0,0	0,0	0,0	34	0	34	///	///
Pépinières	630	0	1	1	0,0	0,0	0,0	0	34	34	///	=
Plantes aromatiques, condimentaires...	640	1	1	1	0,0	0,0	0,0	34	34	34	=	=
STH : prairies naturelles améliorées ou créées	651	171	110	100	3,7	2,4	2,2	5876	3780	3436	- 36	- 9
STH : à faible productivité	652	674	728	583	14,5	15,7	12,5	23161	25017	20034	+ 8	- 20
Jachères	660	34	64	78	0,7	1,4	1,7	1168	2199	2680	+ 88	+ 22
Jardin d'agrément, parc...	680	78	67	51	1,7	1,4	1,1	2680	2302	1753	- 14	- 24
Sols à profil altéré artificiellement par extraction	710	3	4	5	0,1	0,1	0,1	103	137	172	+ 33	+ 25
Sols à profil altéré artificiellement par dépôt	720	3	4	3	0,1	0,1	0,1	103	137	103	+ 33	- 25
Sols revêtus ou stabilisés artificiellement aréolaires	810	12	26	43	0,3	0,6	0,9	412	893	1478	+ 117	+ 65
Sols revêtus ou stabilisés artificiellement linéaires	820	71	69	65	1,5	1,5	1,4	2440	2371	2234	- 3	- 6
Cimetières	830	1	1	1	0,0	0,0	0,0	34	34	34	=	=
Sols bâtis	911-950	99	118	107	2,1	2,5	2,3	3402	4055	3877	+ 19	- 9
Ouvrages d'art	960	1	1	1	0,0	0,0	0,0	34	34	34	=	=
Superstructures de génie industriel	970	1	1	2	0,0	0,0	0,0	34	34	69	=	+ 100
Ruines et gravats	980	5	6	4	0,1	0,1	0,1	172	206	137	+ 20	- 33
Total		4646	4646	4646	100,0	100,0	100,0	159656	159656	159656	=	=

Tableau n°4 : Résultat des enquêtes TER-UTI de 1992, 1993 et 1994
(Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guadeloupe, Service statistiques)

Guadeloupe	Sondage base géographique (TER - UTI)	Sondage base démographique (enquête structures)
Surfaces en canne fin 1995 (ha)	13 777	11 918

Tableau n° 5 : comparaison des résultats obtenus en 1995 par les deux types de sondage

2. 2 Autres méthodes d'estimation

Ce sont des méthodes d'estimation non statistique. Nous citerons :

- l'estimation des replantations fournies par les groupements de producteurs à partir des déclarations des agriculteurs et des contrôles effectués par les SICA.(surface moyenne annuelle). Les déclarations effectuées concernent uniquement les replantations qui seules sont subventionnées. Les parcelles étant replantées en moyenne tous les 6 ans, ces déclarations annuelles ne correspondent qu'à un sixième de la sole cannière environ. De plus, certaines replantations sont effectuées sans dépôt de dossier. C'est en particulier le cas des parcelles de trop petite taille pour être éligibles (inférieures à 0,5 ha en général et à 0,3 ha à Marie-Galante) et des replantations effectuées avec des plants non agréés..etc..

Il ne s'agit donc pas à proprement parler d'une méthode d'estimation des surfaces plantées en canne mais d'une estimation précise des évolutions par rapport à la campagne précédente

- les estimations de surfaces récoltées faites à partir des déclarations des organismes de collecte ;
- les estimations effectuées indépendamment par différents organismes de la filière (CTICS, Chambre d'Agriculture, CIRAD..) à partir des données de production et de leur propres estimations de rendement.

Conclusion : La différence de 1500 ha entre les deux méthodes statistiques montre bien la nécessité de recourir à une estimation plus précise . Mais les erreurs liées aux deux méthodes sont difficilement compressibles. Les calculs montrent en effet que dans le cas de Ter-Uti, pour passer d'une erreur théorique de + 1000 ha à + 500ha , il faudrait passer de 5000 points à environ 20 000 points ! ce qui est difficilement envisageable. Une autre possibilité d'amélioration serait de stratifier l'espace à partir de critères ayant une relation établie avec l'importance des surfaces en canne, mais ceci n'est pas envisagé pour l'instant. Enfin, la nécessité d'utiliser une base de sondage à jour (en utilisant des photographies aériennes plus récentes) reste une priorité.

3 - PROPOSITION TECHNIQUE ET METHODOLOGIQUE

Cette proposition a été établie après une étude préliminaire menée au laboratoire « télédétection et information géographique » du CIRAD à Montpellier qui a permis de faire le point sur les potentialités des différentes données.

Elle a fait suite également aux réunions et entretiens qui se sont tenus lors d'une première mission de faisabilité effectuée en février 1995 auprès de la Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guadeloupe (Service de l'Economie agricole, service statistique), de la Chambre d'agriculture, du CTICS (Centre Technique de la canne et du sucre), de la SAFER et des différentes SICA cannières. Cette mission a en effet permis de faire l'inventaire de l'existant (méthodes utilisées, données et moyens disponibles), de préciser la nature et utilisation future des produits attendus ainsi que les contraintes à respecter (qualité, précision, délais, coûts).

Les besoins et les attentes de chacun des partenaires ont ainsi pu être clairement identifiés.

3.1 - Proposition initiale

Une proposition technique et méthodologique a été adressée à la Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guadeloupe (DAF), dans laquelle nous avons donc préconisé d'effectuer, après stratification fine du territoire, une évaluation statistique à partir d'un échantillon de prises de vues aériennes avec un taux de sondage élevé (5%).

Nous proposons également de coupler cette technique purement statistique avec l'analyse d'images satellitaires de la même campagne agricole avec pour objectifs :

- . de disposer de références solides pour analyser les données SPOT et de faire le point sur les possibilités de suivi annuel,
- . de produire, après interprétation des données SPOT, une carte au 1/25 000 ou au 1/50 000 permettant de visualiser sur l'ensemble de la Guadeloupe la répartition spatiale des parcelles de canne et leur emprise dans le milieu physique.

Cette double approche aurait donc permis de répondre rapidement à un certain nombre de besoins mais présentait toutefois deux inconvénients majeurs en raison de la précision cartographique limitée des images satellitaires :

- . *Impossibilité de contrôler précisément les surfaces réellement replantées au niveau d'une exploitation ;*
- . *Echelle de restitution difficilement compatible avec l'intégration des limites de parcelles dans un SIG établi sur base cadastrale.*

3.2 Intérêt d'un inventaire cartographique.

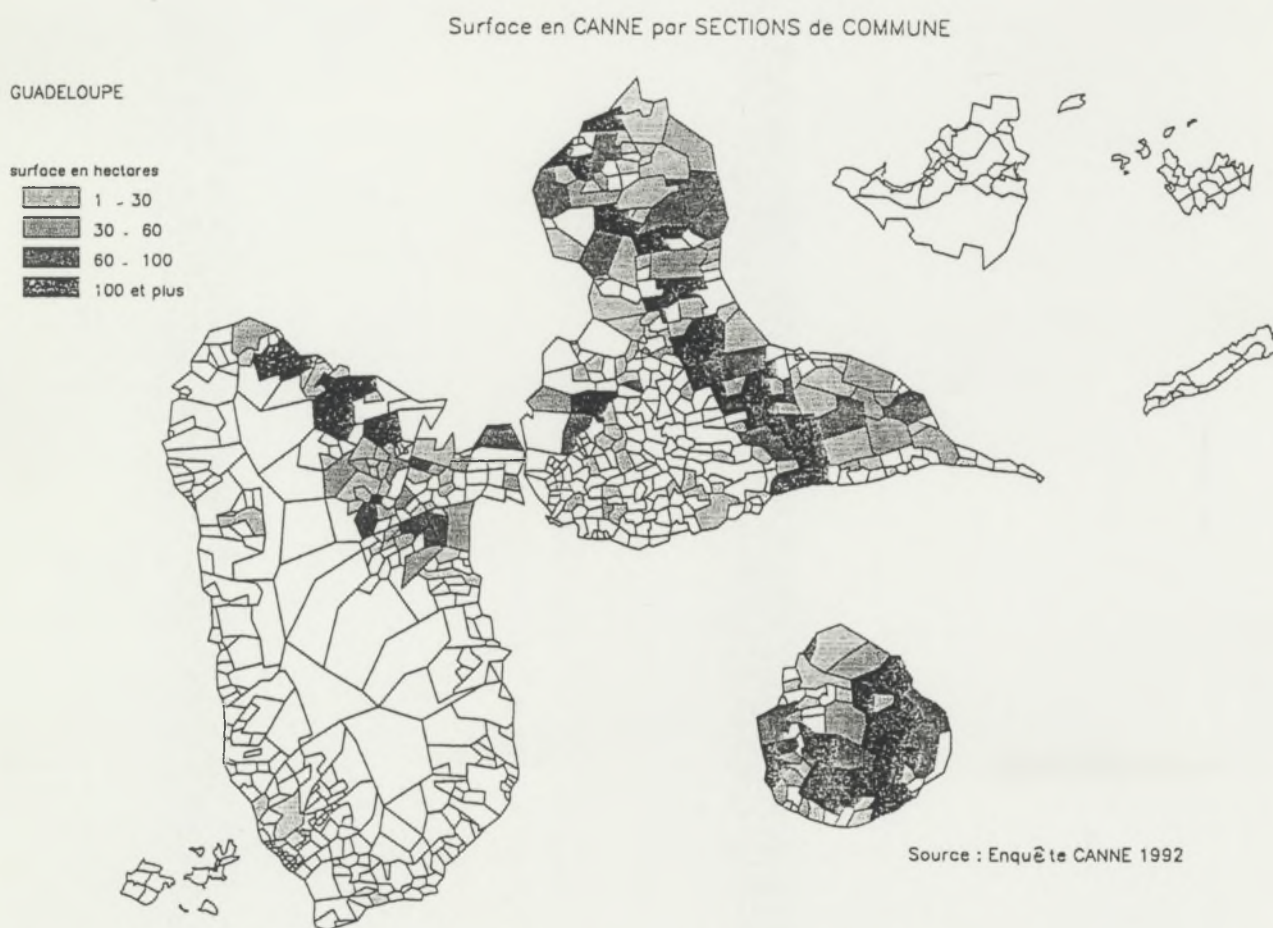
3.2.1 Confrontation entre les différentes estimations

Les statistiques issues d'un inventaire exhaustif permettraient de disposer d'une source complémentaire de données statistiques et en conséquence d'améliorer les estimations.

3.2.2 Nécessité d'une cartographie associée.

On ne peut disposer à partir d'un sondage que d'une représentation cartographique des résultats obtenus et ceci uniquement à l'intérieur des unités territoriales à l'intérieur desquelles une extrapolation est statistiquement "autorisée. Dans le cas de l'enquête ter-uti sur la Guadeloupe, il n'y a donc aucune représentation possible en dehors d'une comparaison avec d'autres départements français.

Il faut toutefois noter que dans le cas de l'enquête lourde menée en 1992, les parcelles déclarées par les exploitants ont pu être localisées par lieu-dit. Ceux-ci étant classés par section de commune, et ces sections étant parfaitement délimitées (cf annexe S), ceci a permis d'effectuer par section une représentation cartographique des grandes classes de superficies cultivées en canne. La précision de cette extrapolation dépend bien évidemment du nombre d'exploitations enquêtées dans chaque section mais elle donne une idée de la densité du parcellaire. (figure 13)



Ministère de l'Agriculture - DAF - service STATISTIQUE - 27/04/94

Figure 13 : Surface en canne par sections de communes

Le besoin d'un véritable inventaire cartographique des surfaces cultivées en canne à sucre se faisait donc sentir dans la mesure où les seuls documents cartographiques relatifs à cette culture étaient toujours très localisés dans l'espace, ne visaient pas à individualiser le parcellaire (cf figure 14) ou bien concernaient uniquement le parcellaire du FVD des usiniers (figures 15 et 15 bis).

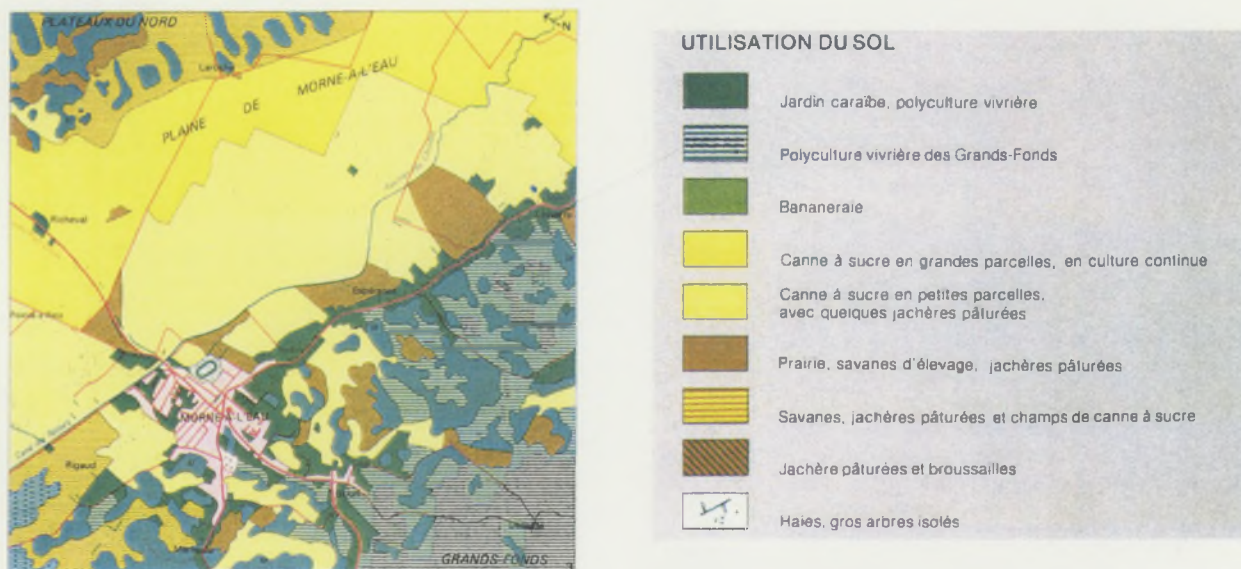


Figure 14 : Paysages agraires autour de Morne-à-l'eau en 1968-69
Établi par Guilène REAUD (1981) à partir de clichés IGN au 1/20 000
(Atlas des DOM, planche 18, CEGET-CNRS Bordeaux-Talence, 1982)

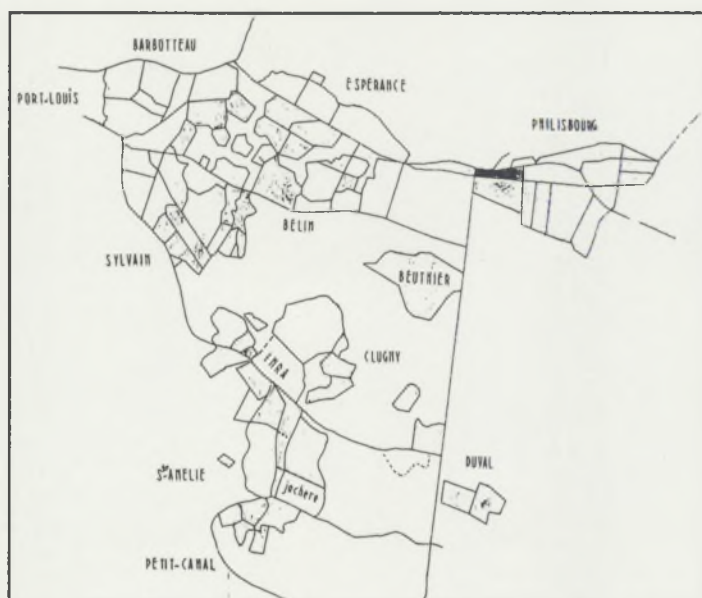


Figure 15 : exemple de plan parcellaire de faire-valoir-direct (FVD)
(ex usine de Beauport, entre Port-Louis et Petit Canal)

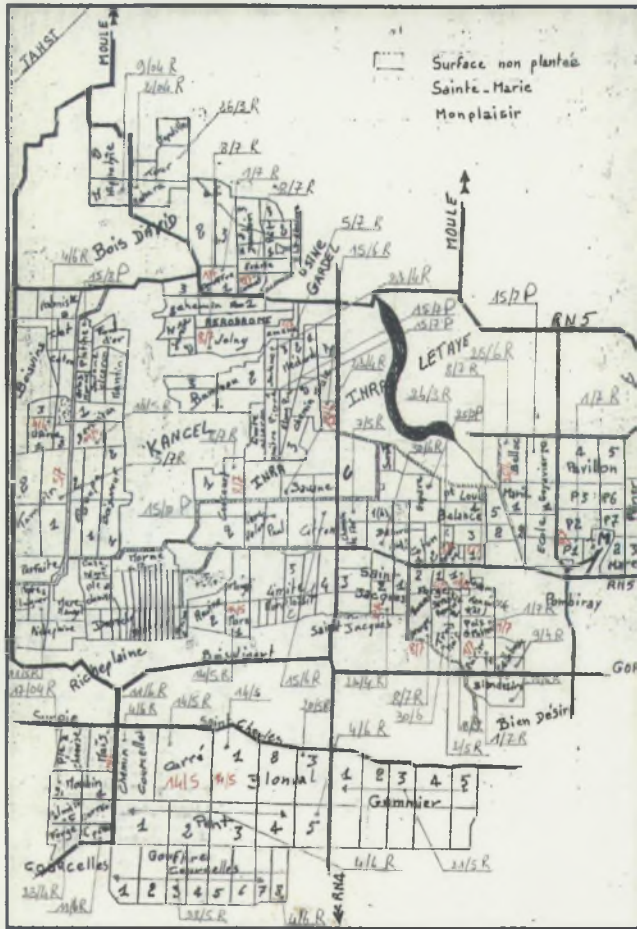


Figure 15 bis : autre exemple de plan parcellaire utilisé en l'absence d'une cartographie générale de la sole cannière (Gardel)

3.2.3 Amélioration des plans de sondage pour les futures enquêtes statistiques.

Nous avons vu (2.1) que la précision de la base de sondage devait fréquemment être améliorée. Dans le cas des bases géographiques ceci revient à définir et délimiter plus précisément le domaine cultivé afin que toutes les unités enquêtées soient situées à l'intérieur et que la taille de l'échantillon ne s'en trouve pas ainsi réduite.

3.2.4 Obtention de statistiques localisées sur une unité de territoire.

Dans le cas de Ter-Uti, l'absence de statistiques localisées est inhérente à la méthode. Par contre dans le cas d'un inventaire cartographique, il suffit simplement de connaître les limites géographiques d'une unité quelconque et de les reporter sur la carte pour disposer des statistiques correspondantes

3.2.5 Analyse spatiale et Systèmes d'Information agricole.

Les inventaires cartographiques par télédétection permettent de visualiser régulièrement la répartition spatiale et l'organisation d'un phénomène, d'en apprécier la dynamique et après croisement avec d'autres informations spatialisées par l'intermédiaire d'un SIG, d'aider à la compréhension de certains des mécanismes qui régissent les agrosystèmes .

3.3 – Contraintes spécifiques à la culture de la canne à sucre en zone intertropicale pour l'estimation cartographique des surfaces à partir des données de la télédétection aérienne ou spatiale

Les données de télédétection sont les seules qui permettent d'avoir une vision exhaustive de l'ensemble du territoire concerné et donc de prendre en compte l'ensemble des parcelles cultivées en canne à sucre. Certaines parcelles sont en effet inconnues des techniciens, et parfois situées dans des secteurs d'accès problématique pour un enquêteur. Il existe toutefois un certain nombre de contraintes associées à leur acquisition et à leur utilisation :

3.3.1 - Une forte nébulosité pendant toute la saison humide

En saison humide, on ne peut que rarement disposer d'une couverture satellitaire sans nuages sur au moins quelques secteurs, en particulier autour des reliefs (cf figure 24).

3.3.2 - De petites exploitations et un parcellaire non pérenne constitué de parcelles de petite taille, de forme irrégulière et souvent diffus (65% des parcelles de canne ont moins d'un hectare).

Figure 16 : Petit parcellaire cannier à Marie-Galante (vue aérienne à basse altitude)



3.3.3 - Un domaine cultivé (emblavé) difficile à distinguer du domaine agricole utilisé (cultures + jachères récentes)



Il est en particulier très difficile dans certains cas de distinguer les parcelles abandonnées en cours de campagne ce qui conduit généralement à confondre surfaces emblavées avec surfaces récoltées. La cartographie précise du domaine cultivé à partir de données de télédétection, aérienne ou spatiale est donc une des opérations les plus délicates à réaliser et pour laquelle il pourra être utile de combiner des données multi-sources (optique, radar)

Figure 17 : Aspect d'une parcelle de canne récemment mise en pâture sur la Grande Terre.

3.3.4 - Une forte variabilité interparcellaire

On constate une forte variabilité interparcellaire due à des itinéraires techniques et des calendriers culturels très divers selon le type d'exploitation et la pluviométrie locale.

La canne à sucre occupe la terre pendant 6 à 7 ans en moyenne pendant lesquels la plante repart de la souche après la coupe sauf si la parcelle est labourée pour une nouvelle plantation.

En 'petite culture', on plante avec les premières pluies de l'hivernage, fin avril et les année n+1. On récoltera ainsi l'année suivante pendant le carême ;

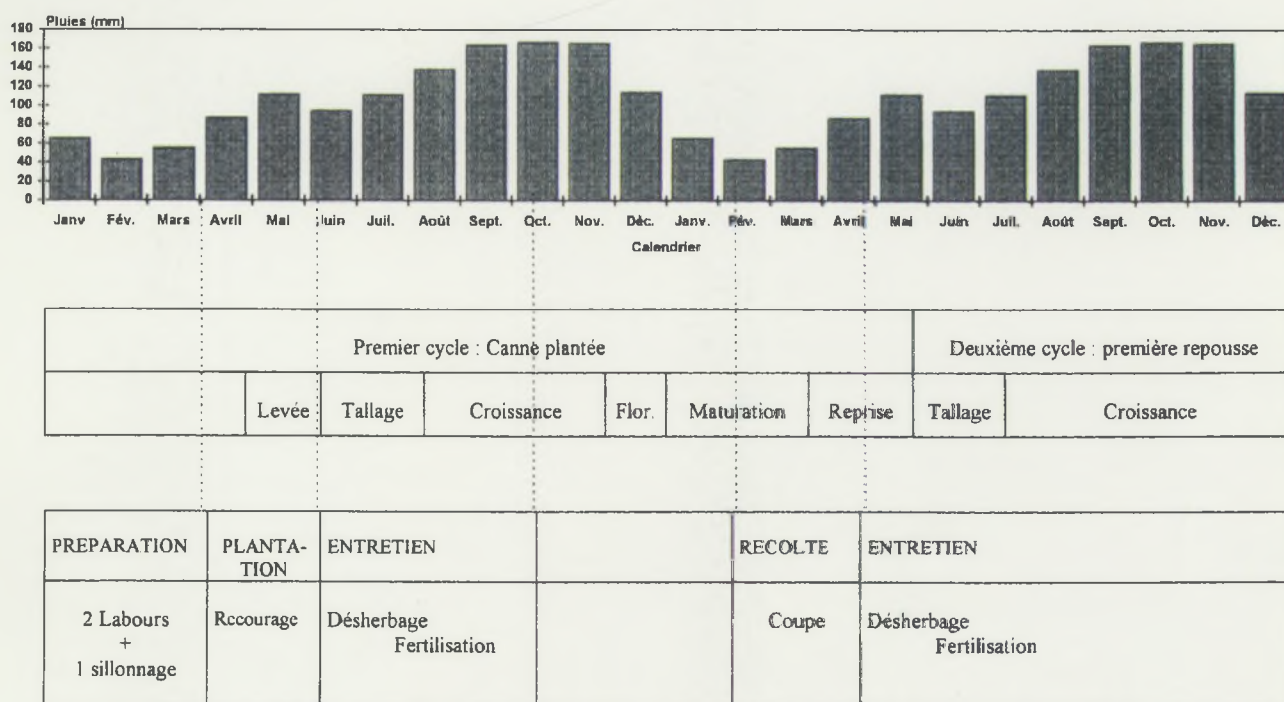


Figure 18 : Calendrier cultural pour un cycle annuel en petite culture (adapté de Arphexad, 1989, par Nathalie Courtaillac, 1998)

En 'grande culture', la plantation s'effectue en pleine saison des pluies à partir d'octobre et jusqu'en décembre de l'année n mais la récolte n'interviendra que 16 mois plus tard environ en année n+2. (on parle aussi de canne renvoyée)

Figure 19 : Sur la commune de Petit-Canal, pré-pépinière CTICS issue des pépinières-mères de vitroplants du CIRAD Guadeloupe



Pendant les premiers mois du cycle, le comportement radiométrique du couvert est très fortement influencé par la réponse du sol en raison de l'écartement important (1,5m) des plants de canne à sucre



*Figure 20 : Exemple de différences liées à la nature et au travail du sol.
(parcelles situées au sud-est de la Grande Terre)*

Cette variabilité est par la suite influencée également par la pluviométrie, l'humidité résiduelle et les pratiques culturales (présence d'adventices par exemple)

*Figure 21 : parcelle de canne enherbée
(herbe à riz, rottboelia cochinchensis)*



Figure 22 : Différences de développement observées fin septembre sur des replantations de juin distantes de 2km en raison (entre autres) d'importantes variations locales de la pluviométrie.

La récolte s'effectue généralement après 11 mois entre février et fin juin. Celle-ci peut être manuelle (avec ou sans brûlage) ou mécanique. et dans ce cas la parcelle ne présente pas du tout le même aspect et donc n'aura pas le même réponse radiométrique.



Figure 23 : en haut à gauche, aspect avant et après récolte de parcelles brûlées ; en haut à droite : récolte du jour par cane-loader après coupe manuelle; en bas à gauche : récolte mécanique et paillis clair ; en bas à droite , paillis roux

Les repousses apparaîtront donc ensuite sur un paillis plus ou moins dense et plus ou moins clair selon les techniques de coupe et de récolte utilisées.

On se trouve donc tout au long de l'année en présence de taux de recouvrement du sol très différents et de faciès radiométriques très variés. La seule période où la plupart des parcelles ont un développement à peu près identique se situe juste avant le démarrage de la récolte. Mais même à cette période certaines parcelles peuvent avoir été récemment récoltées pour la distillerie et de plus on observe des différences importantes dues à l'effet variétal .

3.4 Photographies aériennes ou données satellitaires ?

Etude préliminaire d'une fraction d'image SPOT

Pour effectuer cet essai, nous avons en toute rigueur, le choix entre les images fournies par les satellites Landsat et SPOT et celles du satellite radar ERS-2.

Les images radar, très utiles pour une étude géomorphologique, ne pouvaient convenir pour une délimitation précise du parcellaire en raison de leur important bruitage.

Les images Landsat auraient été particulièrement intéressantes à tester du fait que leur champ global d'observation leur permet de couvrir l'ensemble des bassins canniers (cf figure 24) mais aussi qu'elle couvre de nombreux domaines spectraux dont le bleu. Malheureusement l'objectif premier étant d'effectuer une délimitation précise des parcelles, nous avons décidé de ne pas le retenir en raison de sa résolution spatiale de 30mx30m, inférieure à celle de SPOT (20m x 20m et 10m x10m en noir et blanc).

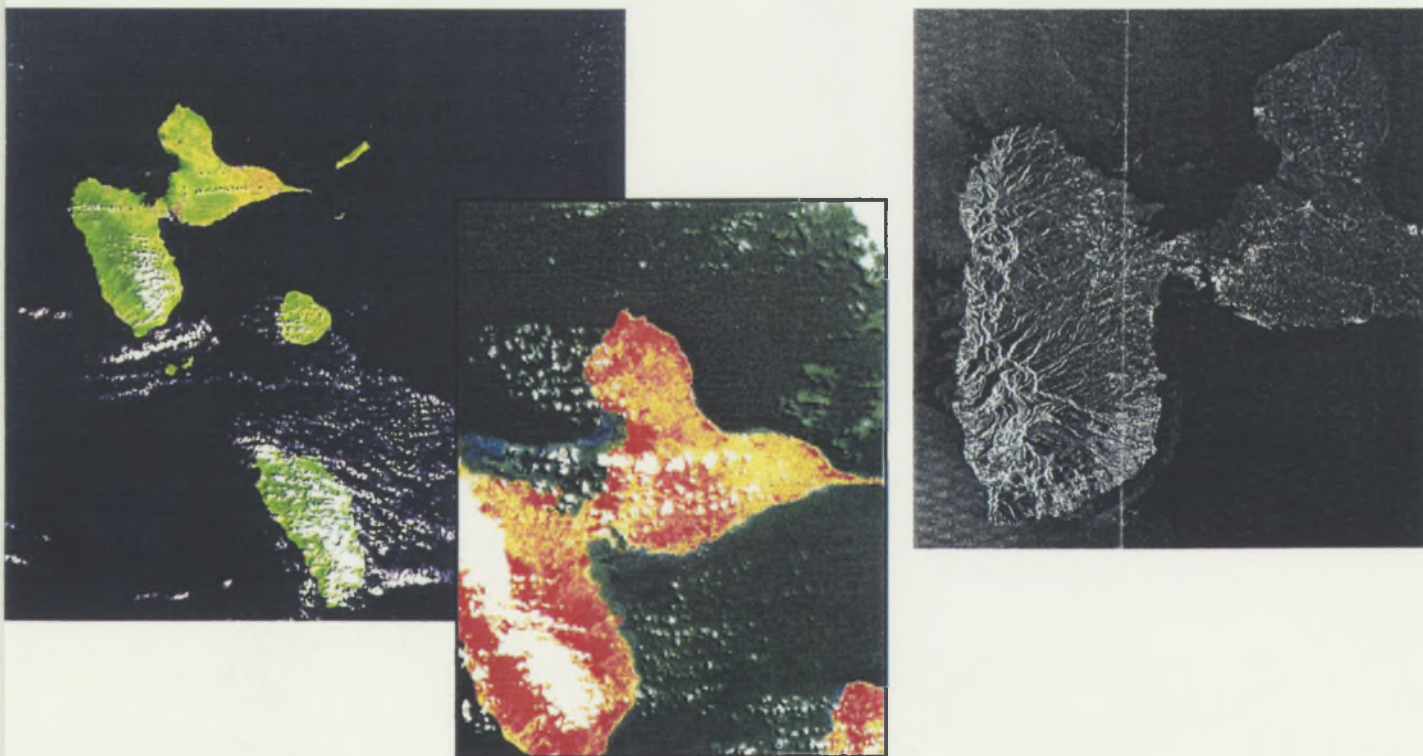


Figure 24 : Quick-looks d'images landsat 7 ETM+ (à gauche), SPOT XS (au centre) et ERS-2 (radar) (à droite)

Après examen des quick-looks (épreuves minute à résolution très dégradée) de quelques images SPOT dans le but d'évaluer et de localiser la couverture nuageuse, l'image SPOT du 1-2-94 a été retenue pour les raisons ci-dessous :

. Période située juste avant la récolte et permettant de disposer d'un maximum de parcelles de cannes sur pied.

. Développement végétatif maximum permettant de s'affranchir au mieux de l'effet du sol excepté pour les replantations de septembre-octobre dont les possibilités de discrimination à cette période pourront ainsi être évaluées (ce qu'il aurait probablement été difficile d'effectuer sur l'image de mai).

. Existence d'une image panchromatique P acquise le même jour autorisant ainsi la confection d'une combinaison P+XS optimale. Sa localisation précise est donnée figure 25 .

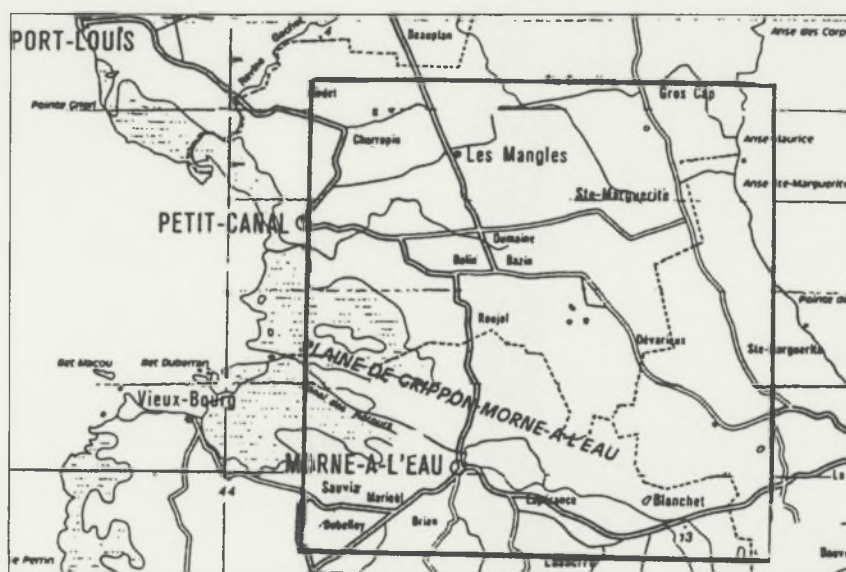


Figure 25 : Emprise au sol de l'imagette extraite de l'image SPOT XS 667/317 du 01-02-94

Outre la concordance entre la période d'enregistrement et celle de la première mission terrain, la zone retenue présentait un triple intérêt :

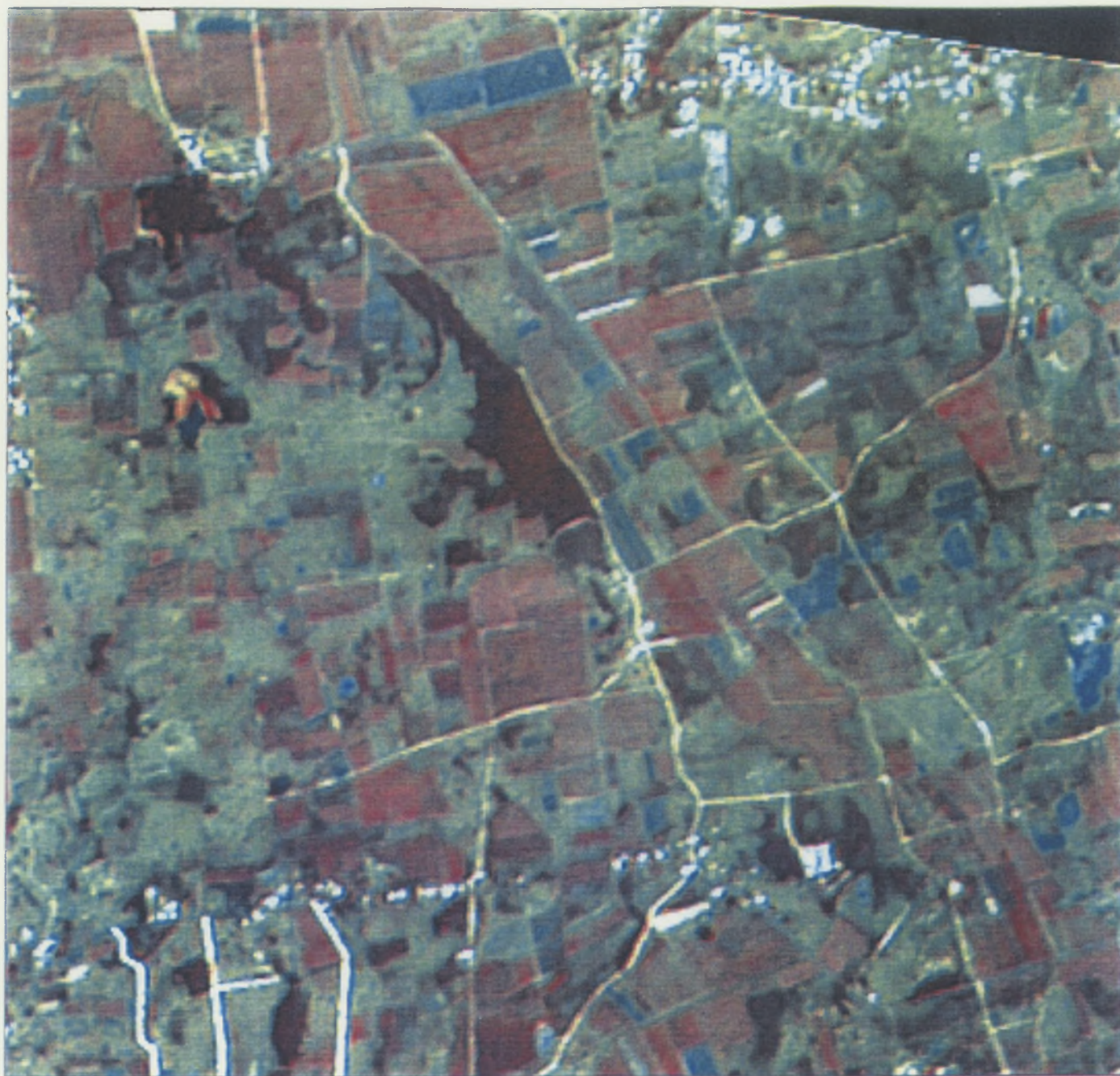
a) - Elle se situait au coeur d'une importante zone de production de la canne avec des types variés de parcelles, à la fois en taille et en organisation.

b) - Elle recouvrait deux grands ensembles géomorphologiques très contrastés :

. Les plateaux calcaires du nord eux-mêmes d'aspect varié entre l'est et l'ouest.

. La dépression de Morne-à-l'eau avec ses différents faciès allant du secteur de l'ancienne sucrerie de Blanchet jusqu'aux prairies d'arrière-mangrove.

c) - Elle incluait un des trois secteurs sur lesquels il existait à Montpellier quelques relevés parcelaires (Secteur des Mangles à l'extrême nord-ouest). Nous pouvions donc disposer de quelques repères pour initialiser les premiers traitements.



*Figure 26 : Extrait d'une composition colorée P+ XS (données SPOT du 1-2-94).
Région Gros Cap – Ste Marguerite.*

Rouge vif :	canne à sucre
Rouge sombre :	boisements
Vert clair :	prairies et friches
Bleu cyan :	labours
Blanc :	Canne récoltée avant février 1994
	chemins en tuf et bâti

Inversement, certaines parcelles très claires sont immédiatement repérables sur l'image: il s'agit, tout au moins dans cette zone, de parcelles récoltées (pour la distillerie dans le cas présent puisque cette image avait été prise avant le début de la campagne).

Excepté dans les zones de piémont du Nord Basse Terre, il y a peu de parcelles cultivées sur de fortes pentes.

Les parcelles de canne sont apparues dans l'ensemble bien visibles sur l'image SPOT du 1-2-94. Mais la précision statistique globale qui aurait résulté de son analyse (visuelle ou numérique) n'a pas pu être chiffrée en raison du trop petit échantillon de parcelles de référence dont nous disposions. Il faut noter également que la fraction d'image étudiée ne pouvait à elle seule être représentative des différentes situations agro-écologiques qui seront rencontrées aussi bien dans l'espace que dans le temps (en toute rigueur, la période janvier-février est trop tardive pour avoir le temps de fournir des estimations de récolte en temps voulu).

Dans tous les cas, même si la précision statistique globale atteignait 95%, la taille du pixel SPOT (au minimum 10m), ne permettrait pas de cartographier chaque parcelle avec la précision requise de 90% minimum. En conséquence, avec les capteurs satellitaires disponibles en 1995, dont le capteur HRV de SPOT était alors le plus précis (IRS dont la précision était de 5,8m ne couvrait pas la Guadeloupe) il était difficile de cartographier le petit parcellaire avec une précision suffisante et seules les photographies aériennes permettaient de satisfaire la demande des utilisateurs de la filière..

Toutefois, en raison du caractère instantané et répétitif des enregistrements, **l'imagerie satellitaire** constituait une source d'information particulièrement utile **pour l'actualisation régulière** du fichier de référence et le suivi des futures campagnes (replantations, suivi de la coupe, des labours etc.).

3.5 Méthodologie opérationnelle pour l'établissement d'un état des lieux en 1995 avec mise à jour annuelle.

Ce paragraphe reprend point par point la restitution effectuée lors de la réunion qui s'est tenue à la DAF de Basse-Terre le vendredi 24 février 1995

La méthode proposée est celle qui est apparue la plus adaptée à la situation telle qu'elle nous avons pu l'analyser au cours de notre première mission .Elle a été établie en tenant compte des contraintes ci-dessous :

- Estimer les surfaces de cannes récoltables en 1996 avec une précision supérieure à 95%.
- Fournir cette estimation au plus tard fin 1995.
- Cartographier précisément la sole cannière de façon que l'erreur de superficie sur chaque parcelle soit inférieure à 10%. L'objectif étant par la suite d'effectuer le suivi des replantations, ce taux de 10% ne concerne cependant que les parcelles « éligibles » en matière de subvention, c'est à dire celles dont la surface est au minimum de 0,5 ha (pour la Guadeloupe continentale) ou de 0,3 ha pour Marie-Galante.
- Pouvoir aisément intégrer ces données cartographiques dans un SIG établi à partir de références cadastrales comme celui qui était en cours d'élaboration à la Chambre d'Agriculture.
- Faire en sorte que cet état des lieux 95 constitue une référence suffisamment solide pour que son actualisation puisse être effectuée les années suivantes à l'aide de techniques plus légères (sondages couplés ou non à l'analyse de données satellitaires afin de pouvoir fournir des statistiques d'évolution ou d'effectuer le suivi des futures campagnes).

Les évaluations de coût ont été effectuées sur les bases suivantes :

- territoire à survoler correspondant à l'ensemble des bassins canniers mais en exceptant les quelques parcelles du sud Basse-Terre soit environ 100 000 ha.
- 17 000 ha à délimiter (incluant routes, chemins, hydrographie, principaux accidents topographiques, parcelles de cannes, de maraîchage et de labours). Compte tenu des estimations 1994 fournies par le Service Statistique de la DAF (13 500 ha de canne et 1 200 ha de légumes) il resterait 2 300 ha pour les labours ce qui devrait être suffisant.

La méthode générale proposée a été celle de l'estimation statistique à partir d'un inventaire cartographique puis d'une mise à jour annuelle par analyse de données satellitaires complétée d'enquêtes et de relevés au sol .

3.5.1 : Quelles sont les données susceptibles d'être utilisées pour une telle opération ?

L'étude des contraintes associées à l'utilisation de données de télédétection aérospatiale a montré (cf paragraphe précédent 3.3) *qu'il était indispensable d'avoir recours aux photographies aériennes pour la constitution en première année d'une solide base de référence.*

Toutefois, en raison du caractère instantané et répétitif des enregistrements, *l'imagerie satellitaire* constituait une source d'information particulièrement utile *pour l'actualisation régulière* du fichier de référence et le suivi des futures campagnes (replantations, suivi de la coupe, des labours etc.).

3.5.2. quel format utiliser?

Dans le cas d'une couverture exhaustive, l'utilisation du format 6*6 aurait débouché sur un nombre considérable de clichés à dépouiller et aurait entraîné d'importants voire insurmontables problèmes de correction géométrique en raison des déformations entre clichés. Il y aurait donc impossibilité d'effectuer les travaux dans les délais et de fournir un fichier graphique d'une précision suffisante.

Les prises de vues en 6*6 sont donc à réserver éventuellement les années suivantes aux sondages pour l'obtention de statistiques d'évolution et à l'obtention de références terrain (segments d'apprentissage et de contrôle) pour le traitement des données satellitaires.

Les prises de vues devaient donc être réalisées en première année avec une caméra métrique (format 23cm*23cm).

3.5.3. A quelle échelle réaliser les prises de vues ?

L'échelle des prises de vues est directement liée à la précision cartographique requise pour le produit final.

a). Précision requise pour l'estimation de la surface de chaque parcelle

Si nous prenons comme hypothèse que l'erreur graphique est de 0,2mm (quelle que soit l'échelle de restitution), les erreurs théoriques de mesure sur les longueurs seront les suivantes :

pour un document final au	1/2 000 (1mm = 2m)	:	40cm.
" "	1/5 000 (1mm = 5m)	:	1m.
" "	1/10 000 (1mm = 10m)	:	2m.

La précision théorique qui en résulte pour les estimations de surface est donnée par le tableau ci-dessous :

TYPE DE PARCELLAIRE	ECHELLE DE RESTITUTION		
	1/2.000	1/5.000	1/10.000
Carré 1 hectare (100 m x 100 m)	99,2	98	96
Carré 0,5 ha (70,7 x 70,7)	98,9	97,15	94,4
Rectangulaire 0,5 ha (100 m x 50 m)	98,8	97	94
En lanière 0,33 ha (100 m x 33 m)	98,4	96	92

Tableau n°6 : Influence de l'échelle de restitution sur la précision théorique (en %) des estimations de surface pour différents types de parcelles.(erreur graphique de 0,2 mm)

On s'aperçoit que dans le cas le plus défavorable (parcelle de 0,33 ha en lanière, au 1/10 000, la précision sur les surfaces est supérieure à 92%.

Si l'on tient compte du fait que la majorité des parcelles a une superficie voisine de l'hectare, une restitution au 1/10 000 apparaît donc amplement suffisante.

b) *Précision requise pour intégration dans un SIG sur bases cadastrales*

Les feuilles cadastrales ont été établies soit au 1/2 000 (25% d'entre elles), soit au 1/5 000. Nous éliminerons donc la restitution au 1/10 000.

c) *Echelle retenue pour les prises de vues aériennes (PVA)*

Il existe en théorie un rapport possible de 1 à 5 entre l'échelle de restitution et l'échelle de prises de vues. Ainsi :

Pour une restitution au 1/2 000, l'échelle des PVA ne devrait pas être inférieure au 1/10 000.
Pour une restitution au 1/5 000, l'échelle des PVA ne devrait pas être inférieure au 1/25 000.

Les très grandes échelles de PVA (1/2000 et 1/5000) sont dans notre cas des échelles particulièrement luxueuses qui entraînent un plus grand nombre de clichés (3200 au 1/5 000) donc une augmentation importante du coût et du délai de restitution. Leur seul intérêt est d'autoriser un survol à plus basse altitude (moins de 2500 pieds) donc de s'affranchir plus aisément des contraintes de nébulosité et de minimiser les risques de confusion lors de la photo-interprétation. Elles ne sont cependant absolument pas justifiées dans le cas présent et nous élimineront donc les échelles supérieures au 1/8 000.

Le survol à haute altitude imposé par l'échelle du 1/25 000 et surtout du 1/30 000 accentue la dépendance vis à vis de la nébulosité et nécessite parfois de recourir à un équipement spécifique (oxygène) ou des autorisations spéciales. Ainsi, bien que le nombre de clichés soit plus faible, le coût des PVA est identique à celui d'un survol au 1/15 000. Nous éliminerons donc les échelles du 1/25 000 et du 1/30 000.

Les échelles les plus adaptées sont donc le 1/10 000, le 1/15 000 et le 1/20 000.

Cependant, le nombre de clichés à analyser étant **deux fois plus important au 1/10 000** qu'au 1/15 000, les délais de restitution s'en trouvaient nettement allongés. L'échelle du 1/15 000 a donc été retenue pour permettre une photo-interprétation efficace sans risquer de dépasser les délais imposés.

3.5.4. *La stéréorestitution était-elle indispensable ?*

Les contraintes rappelées au paragraphe 3.3 en particulier en matière de précision et de délais, ne peuvent que confirmer ce qui avait été avancé. Par ailleurs, la technique du scannage des clichés et de leur photo-interprétation a déjà été testée à la Chambre d'Agriculture sur un certain nombre de clichés existants mais a dû être abandonnée en raison de ses difficultés de mise en oeuvre.

Il est indispensable d'analyser les clichés et de constituer la base de données graphiques par stéréorestitution.

3.5.5. *Etait-il nécessaire d'effectuer une mission aérienne spécifique ?*

Il existait en effet une couverture aérienne exhaustive de la Guadeloupe (hors Forêt Domaniale de la Basse-Terre) réalisée au 1/10 000 par la SCIAM avec une caméra métrique à la demande du Département et de la Chambre d'Agriculture.

Cette échelle est une des deux échelles les plus adaptées. Le tiers de cette couverture a été faite en février 1992, une petite partie en 1993 et le reste en mars-avril 1994. Toutefois, en raison des changements intervenus depuis lors et de l'importance des replantations prévues pour 1995, l'état actuel de la sole cannière ne pouvait pas être déduit directement de l'interprétation de ces données. Il en était de même pour l'estimation de la production 1996.

Il était donc nécessaire de procéder sur le terrain à la mise à jour de ces données. :

a) possibilité n°1 : Mise à jour des clichés.

Au 1/10 000, chaque cliché couvre 520ha (2,3km*2,3km). Sur la base de deux clichés par jour et par couple d'enquêteur, le travail nécessitait deux mois si l'on pouvait disposer d'une vingtaine d'enquêteurs à plein temps. (hypothèse la plus favorable).

Cette opération était donc envisageable mais imposait ensuite de travailler par planimétrie. (absence de base de données graphique et donc pas d'intégration possible dans un SIG). Elle n'a donc pas été retenue.

b) possibilité n°2 : Mise à jour des plans après stéréorestitution.

Outre le coût beaucoup plus élevé d'une stéréorestitution à partir d'une couverture au 1/10 000 (cf ci-dessous paragraphe 3.4.4), cette opération nécessitait de redessiner un grand nombre de parcelles à l'écran à partir des relevés effectués par les enquêteurs avec la baisse de précision qui en aurait forcément résulté.

Cette solution, séduisante au départ, aurait donc conduit à un double travail de dessin à l'écran, avec une précision difficile à évaluer et ceci pour un coût global à peu près identique à celui d'une campagne de prises de vues au 1/15 000 en 1995. Elle n'a donc pas été retenue.

La technique la plus efficace était de réaliser une nouvelle couverture aérienne au 1/15 000.

3.5.6 *Une mission au 1/15 000 était-elle réalisable en 1995 ?*

En raison de la nébulosité, la période la plus propice se situait comme chaque année entre début janvier et fin mai et le délai nécessaire à la réalisation des prises de vues était de deux mois et demi. En dehors de cette période, il est en effet totalement aléatoire de pouvoir réaliser une couverture exhaustive.

La mission aérienne devait donc pouvoir être mise en oeuvre dès la mi-mars 1995 si l'on voulait avoir l'assurance de couvrir l'ensemble des bassins canniers en 1995.

3.5.7 *Quels étaient les délais nécessaires à la création d'une base de données graphiques par stéréorestitution ?*

Une opération de stéréorestitution s'effectue classiquement en deux étapes :

a) - la stéréopréparation.

Elle a pour objectif le calage des photos.

Ce calage nécessite d'identifier quatre points par couple stéréoscopique et à en déterminer les coordonnées géographiques.

La méthode la plus précise est de relever une partie de ces points au sol à l'aide de deux GPS, (l'un d'entre eux étant positionné sur un point géodésique), puis à en déduire les coordonnées des autres points par aérotriangulation.

b) - la stéréorestitution proprement dite.

C'est la phase de dessin issue de la photo-interprétation des couples stéréoscopiques.

Dans le cas d'une restitution au 1/5 000, le délai de livraison de la base de données graphiques est alors de 5 mois après réalisation des prises de vues soit fin octobre.

Dans le cas d'une restitution au 1/2000, le délai de livraison serait également de 5 mois mais un surcoût de 30 000 F environ était à prévoir en raison du nombre plus important de planches sur polyester.

Dans les deux cas, le produit final de la stéréorestitution devait être livré en novembre 1995. Or, le fichier graphique ainsi constitué n'aurait pas tenu compte des changements d'affectation du parcellaire intervenus après le passage de l'avion. Sa mise à jour se révélait donc nécessaire avant de pouvoir fournir une estimation précise de la sole cannière à la fin 95. La période de livraison annoncée ne nous laissait malheureusement aucun délai pour réaliser cette opération en temps opportun.

Il était donc indispensable de réduire les délais de livraison du fichier stéréorestitué.

3.5.8 *Pouvait-on réduire les délais de stéréorestitution ?*

La seule possibilité était de réduire ou de supprimer la phase de stéréopréparation au sol et d'extraire les coordonnées des points de calage du plan cadastral. Le délai de livraison de la base de données graphiques est alors ramené à 3 mois après la réalisation des prises de vues.

Cette option avait cependant un certain nombre de conséquences restrictives :

- L'erreur quadratique moyenne sur les mesures de longueurs était ramenée à + 1,5m (au lieu de 1m au 1/5 000).

Si l'on se reporte au tableau n°4 et aux conclusions du paragraphe 7.3.1, on constate que la précision sur les estimations de surface de chaque parcelle est toujours acceptable.

- La restitution au 1/2 000 ne présente plus aucun intérêt puisque l'on est limité en précision par l'erreur de 1,5m liée à l'utilisation du cadastre.

- La restitution éventuelle des courbes de niveau au 1/5 000 (équidistance 5m) n'est plus possible puisqu'il n'y a pas d'information altimétrique sur le plan cadastral.

Ceci ne posait à priori pas trop de problème dans la mesure où cette demande n'avait été formulée par aucun utilisateur et que les parcelles présentant une pente élevée étaient très peu nombreuses.

A noter que la restitution des courbes de niveaux par cette technique n'avait de toute façon pas été envisagée pour de simples raisons de délais (6 mois et une semaine au lieu de 5 mois). Son coût est de plus beaucoup plus élevé.

Outre la réduction significative des délais de livraison, cette solution présentait deux avantages non négligeables :

- l'homogénéité du produit final avec les plans cadastraux donc une intégration à priori aisée dans le SIG en cours d'élaboration à la Chambre d'Agriculture.
- la réduction du coût de la stéréorestitution.

Nous avons donc retenu l'option de stéréopréparation par extraction des points du cadastre qui laissait un délai d'au moins un mois (Octobre 1995) pour la mise à jour de la base de données graphiques.

3.5.9 Quels étaient les éléments à cartographier ?

La cartographie du parcellaire issue de la stéréorestitution étant beaucoup plus précise que celle qui serait effectuée à partir de relevés au sol (à la boussole et au topofil) ou que celle qui aurait été issue de l'interprétation des données satellitaires SPOT (les plus précises en 1995), l'idéal était que parmi les futures parcelles emblavées en canne en 96, un maximum d'entre elles soit délimité à partir des prises de vues aériennes même si elles ne pouvaient être répertoriées comme telles sur les photos 95. Les parcelles concernées étaient la plupart des parcelles labourées au moment du passage de l'avion mais aussi certaines parcelles de maraîchage susceptibles d'être cultivées en canne l'année suivante. Seules les futures plantations de canne sur des zones encore en friche à la fin mai 95 ne pouvaient être visibles sur les photos et ne pouvaient donc pas être dessinées en 1995.

Nous avons donc proposé que la restitution qui devait être fournie au plus tard fin septembre fasse apparaître sur des couches spécifiques et avec une précision de + 1,5m les limites des thèmes suivants:

- *Parcelles de cannes sur pied et récoltées,*
- *Parcelles labourées,*

Mais aussi

- *Parcelles de maraîchage (légumes, melons, pastèques..).*

Avec de plus, pour un repérage optimal et la constitution d'un SIG :

- *Grands axes routiers ou autoroutiers,*
- *Routes secondaires,*
- *Chemins,*
- *bâti,*
- *Hydrographie,*
- *Principaux accidents topographiques.*

3.5.10 - A partir de quelles données et support effectuer rapidement la mise à jour ?

3.5.10 - *A partir de quelles données et support effectuer rapidement la mise à jour ?*

a) La première possibilité était de procéder à cette mise à jour à l'aide d'enregistrements satellitaires effectués à une période où les replantations effectuées après les prises de vues aériennes pouvaient être distinguées des autres cultures et de la végétation naturelle.

Etant donné le délai d'une quinzaine de jours entre l'enregistrement de l'image et sa mise à disposition, il était indispensable que cette image soit prise au plus tard à la mi-septembre si l'on voulait disposer d'un délai suffisant pour son traitement et surtout pour la mise à jour de la base de données graphiques.

Il fallait de plus prévoir un aller-retour d'information avec des enquêteurs au sol pour actualiser quelques clichés au cas où certains secteurs auraient été recouverts de nuages ainsi que pour lever certains doutes éventuels sur l'occupation du sol. En effet, même si la première analyse de l'imagette SPOT du 1-2-94 permettait d'être optimiste on ignorait encore quelle serait le comportement radiométrique début septembre des différentes replantations de cannes récoltables en 1996. Les replantations de Mai et Juin 95 devaient être suffisamment développées pour être identifiées comme des parcelles de canne. Par contre, nous n'avions aucune certitude quant aux possibilités de discrimination sur une image de septembre des replantations de juillet-début août 95.

Nous avons donc proposé d'effectuer un premier test sur une image SPOT à programmer entre mi-août et mi-septembre 1995 sur la Guadeloupe continentale. Outre les compléments d'information qu'elle devait apporter dès 1995 pour la correction des erreurs d'omission et de commission issues de l'interprétation des photographies aériennes, cette étude permettait d'évaluer l'intérêt de cette technique et de cette période pour les évaluations de production lors des campagnes suivantes. Afin de disposer de références solides pour l'analyse de l'image SPOT, il était cependant indispensable de renseigner un échantillon de clichés avant analyse de l'image donc avant la fin août. Le point sur les enquêtes à prévoir devait si possible être effectué fin juin après contrôle au sol des premiers travaux de restitution .

Une mission de suivi et de contrôle a donc été programmée pour le mois de juin 1995.

b) La seconde possibilité était d'effectuer la mise à jour exclusivement par voie d'enquête. Etant donné le nombre de clichés à actualiser, nous avons proposé de n'y recourir que dans le cas le plus défavorable où aucune image SPOT sans nuages ne pourrait être acquise à la période retenue.

4 - CREATION D'UNE BASE DE DONNEES GRAPHIQUES DE REFERENCE

4.1 - Couverture aérienne stéréoscopique au 1/15 000

La couverture a été réalisée au 1/15 000 par la SCIAC (Société de Cartographie Informatique et d'Aérophotogrammétrie Caraïbienne) installée à Sainte Anne en Guadeloupe. L'aéronef était un avion CESSNA 206 Turbo basé sur l'aérodrome de Saint-François aménagé pour accueillir une chambre aérophotogrammétrique Zeiss LMK1000 avec compensateur de filé et focale de 152 mm. L'altitude de vol était de 7500 pieds en moyenne. Ceci a permis de s'affranchir plus aisément des contraintes de nébulosité et d'améliorer la discrimination des jeunes plantations de canne.

L'essentiel de la mission s'est déroulé dans de bonnes conditions entre fin mars et fin mai mais la plupart des prises de vues a pu être réalisé entre le 28 mars et le 10 avril (tableau n°dd). 24 bandes de vol étaient nécessaires pour couvrir exhaustivement l'ensemble des bassins canniers (excepté le secteur attaché à la distillerie Bologne au sud de la Basse-Terre et à la distillerie Longueteau au nord de Capesterre Belle Eau). Les tableaux d'assemblage sur fond IGN sont donnés figures 27, 28, 29 et mentionnent le nadir de chaque cliché ;

Avec un recouvrement longitudinal de 60% et latéral de 25% (recouvrement stéréoscopique), le nombre de clichés nécessaire a été de 377 dont 222 sur grande terre, 91 sur basse terre et 64 sur Marie-Galante. Les tirages contact nous ont été remis le 16 et le 27 juin 1995.

Passe 1	28/3/1995	Passe 11	8/4/1995	Passe 21	9/4/1995
Passe 2	28/3/1995	Passe 12	10/4/1995	Passe 22	29/3/1995
Passe 3	3/4/1995	Passe 13	03/04 & 10/05/95	Passe 23	29/3/1995
Passe 4	3/4/1995	Passe 14	4/4/1995	Passe 24	30/3/1995
Passe 5	28/3/1995	Passe 15	12/4/1995	Passe 25	28/3/1995
Passe 6	28/3/1995	Passe 16	7/4/1995	Passe 26	28/3/1995
Passe 7	29/3/1995	Passe 17	7/4/1995		
Passe 8	9/4/1995	Passe 18	8/4/1995		
Passe 9	8/4/1995	Passe 19	8/4/1995		
Passe 10	10/4/1995	Passe 20	9/4/1995		

Tableau n°7 : date des prises de vues au 1/15 000



(copyright IGN, autorisation n°32 333)

Figure 27 : Plan de vol des bandes (ou passes) 1 à 13 sur la Grande Terre reportées sur fond topographique des cartes au 1/100 000^e



(copyright IGN, N° 32 333)

Figure 28: Tableau d'assemblage des bandes P22 à P26 sur la Basse Terre reportées sur fond topographique de la carte IGN au 1/100 000ème

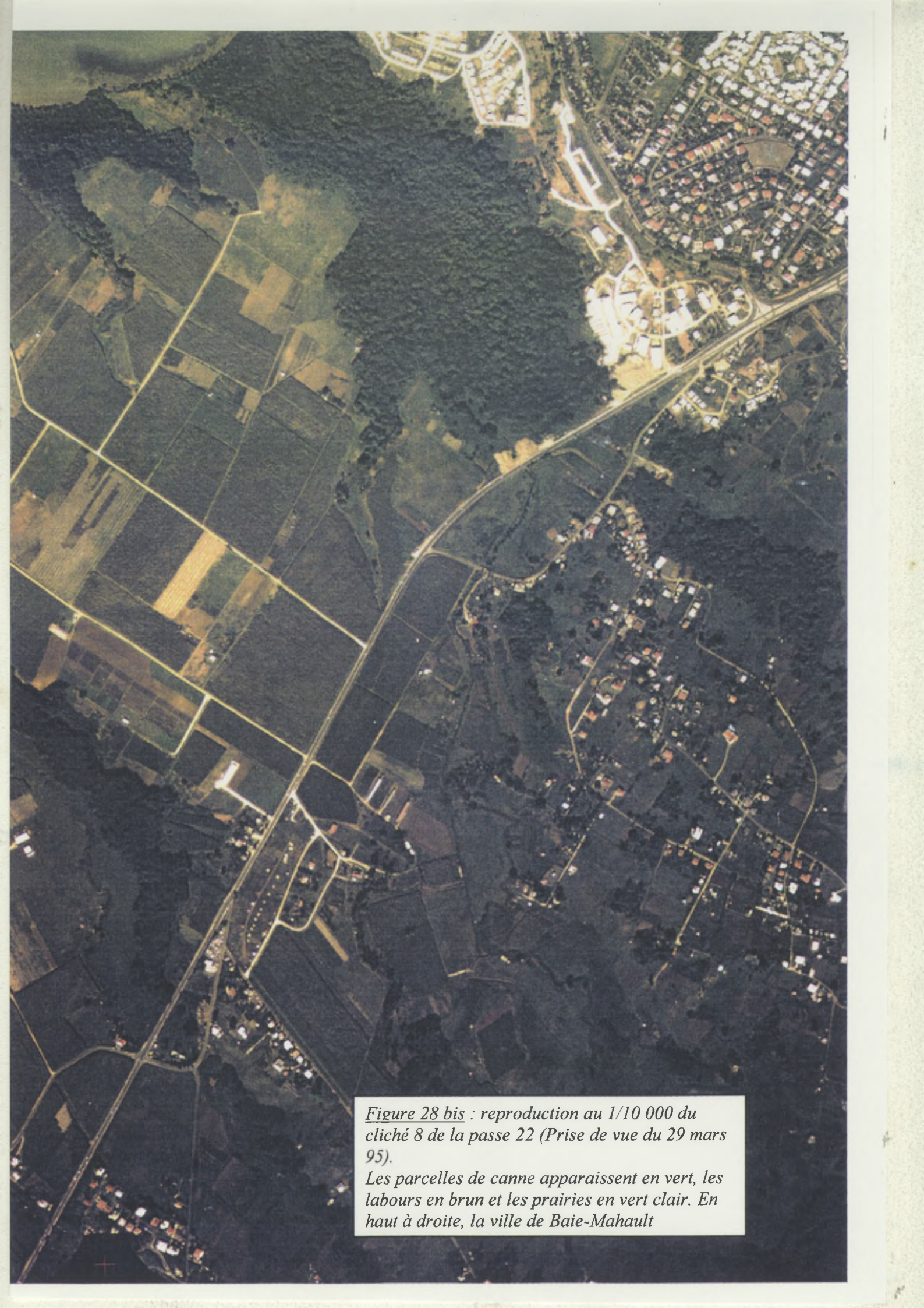


Figure 28 bis : reproduction au 1/10 000 du cliché 8 de la passe 22 (Prise de vue du 29 mars 95).

Les parcelles de canne apparaissent en vert, les labours en brun et les prairies en vert clair. En haut à droite, la ville de Baie-Mahault



Figure n° 29 : Tableau d'assemblage des bandes de vol P16 à P21 sur Marie-Galante reportées sur fond topographique IGN au 1/100 000 e



Figure 30 : Exemple de couple stéréoscopique (recouvrement longitudinal de 60%) (clichés 9 et 10 passe 18)

4.2 Stéréopréparation et stéréorestitution

Elle ont été réalisées en Guadeloupe par la SCIAC. Afin de disposer d'un produit cartographique directement superposable aux plans cadastraux, les coordonnées des points de calage ont été extraites du plan cadastral. L'erreur quadratique moyenne sur les mesures de longueur s'est trouvée ainsi ramenée à 1,5 m mais la précision des évaluations de surface par parcelle reste acceptable (94 % dans le cas le plus défavorable).

L'interprétation des photographies aériennes a été effectuée à l'aide d'un stéréorestituteur analytique ZEISS et la restitution a permis de fournir une cartographie au 1/5 000 dans le système de projection UTM fuseau 20



Figure 31 : Le couple formé par les clichés 7 et 8 de la passe 22(mission SCIAC 1995) et la stéréorestitution correspondante (zone commune aux deux clichés)

a) contrôle de la qualité de la photointerprétation

Une mission terrain effectuée début juillet 95 a permis de contrôler la qualité de la stéréorestitution sur un secteur test d'environ 5km x 8km situé au nord de la Basse Terre entre Lamentin et Baie-Mahault.

Sur 128 parcelles de canne le 29 mars, 4 ont été classées en maraîchage et 1 a été oubliée. Sur 20 parcelles de maraîchage, 1 a été classée en canne. Dans cette zone, la confusion concernait essentiellement quelques parcelles de canne avec de récentes repousses qui présentaient à la verticale un aspect proche de celui d'une parcelle d'ananas. Ceci confirme bien le risque qui aurait été pris en ne cartographiant que les parcelles de canne.

Sur le secteur de Marie-Galante, quelques rares parcelles de canne ont été oubliées mais la confusion la plus gênante pour la cartographie des parcelles culturales concerne les limites de parcelles qui ont été parfois mal positionnées en raison d'une confusion avec les bordures plantées en pois d'angole ou couvertes d'herbacées d'aspect voisin de celui de la canne (figure 32).



*Figure 32 : exemple de sources d'erreur par excès : bordures de parcelles envahies d'herbe de Guinée (*Panicum maximum*) à gauche ou plantées en pois d'angole (à droite)*

b) Spécifications et recommandations pour la suite des travaux :

Il a été recommandé en premier lieu d'être particulièrement vigilant lors de la photointerprétation des types de couverts à l'origine des confusions mentionnées en 4.1

Mais la difficulté principale résidait dans le fait que la couverture aérienne avait été réalisée à la meilleure période pour s'affranchir de la nébulosité mais à la plus mauvaise période en matière de connaissance de l'occupation du sol.

En effet, outre la nécessité de repérer, positionner et mesurer au sol les parcelles qui seraient ouvertes sur friche après les prises de vues aériennes (cf proposition méthodologique en 3.4), il existait une incertitude quant à l'affectation future de nombreuses parcelles

Ainsi, le fichier photogrammétrique au 1/ 5000 issu de la stéréorestitution faisait apparaître des parcelles de canne (récoltées ou non) mais aussi des parcelles de maraîchage et de très nombreux labours. Dans la zone test étudiée, 27 parcelles sur 170 étaient des parcelles en labour sur les prises de vue du 29 mars. Le fichier graphique ne pouvait donc pas être utilisé comme tel pour estimer les surfaces récoltables l'année suivante. Et la même incertitude existait vis à vis du devenir des parcelles en canne lors du passage de l'avion. Nous avons comptabilisé 13 parcelles de canne sur 128 soit 10%, qui avaient été labourées entre le 29 mars et le 1^{er} juillet .

Les incertitudes liées aux labours existants et aux futurs labours concernaient donc 40 parcelles sur 170 soit près du quart du parcellaire cannier de cette zone.

Face à la nécessité d'une mise à jour des données, les moyens mis en œuvre ont été les suivants :

- afin de repérer les changements intervenus après le passage de l'avion, en particulier l'ouverture de nouvelles parcelles et le labour d'une partie des parcelles figurant sur les prises de vue : **programmation d'une image SPOT**
- afin de procéder aux bonnes affectations sur l'ensemble des parcelles labourées mais aussi pour assurer un relevé exhaustif des changements intervenus sur d'éventuelles fractions de territoire invisibles sur l'image SPOT en raison de la couverture nuageuse : **mise en place d'une enquête terrain en septembre 1995**

4.3 Programmation d'une image SPOT

Le champ global d'observation d'une image SPOT (60km x 60km pour une visée verticale) ne permet pas de couvrir l'ensemble des bassins canniers de Guadeloupe et de Marie-Galante. La première image programmée a donc été positionnée de façon à couvrir les bassins de Grande Terre et du Nord Basse Terre, en espérant qu'une partie de Marie-Galante puisse être incluse.(ceci dépend de l'orbite utilisée mais nous ne pouvons agir sur ce paramètre). Il était en effet préférable d'initier ce travail sur des parcelles de taille suffisante pour disposer d'un nombre suffisant de pixels « purs » caractéristiques du comportement radiométrique des différents couverts eux-mêmes supposés homogènes.

La période d'enregistrement la plus adaptée était celle où l'on pourrait détecter toutes les futures parcelles de canne récoltables en 1996 c'est à dire tous les labours réalisés en 1995 et replantés en canne avant le 15 octobre environ. Cela supposait également que ces labours ne soient pas masqués par la végétation. Le créneau était donc assez étroit et sa position idéale dépendait du comportement radiométrique des jeunes replantations d'environ deux mois, lui-même dépendant de la pluviométrie et de la couleur du sol.

Le 30 juin, une image SPOT XS (multispectrale de résolution spatiale 20m x 20m) a été programmée pour la période comprise entre le 10-9-95 et le 15-10-95. La première image exploitable a été acquise par SPOT3 le 3-10-95 (figure 33). Elle n'était toutefois pas exempte de nuages. Nous avons donc acquis, en raison de sa complémentarité pour l'accès à des zones sans nuages, une seconde image qui avait été enregistrée par SPOT le 12-08. Seule une petite partie de la plaine de Morne-à-l'eau est nuageuse sur les deux images.

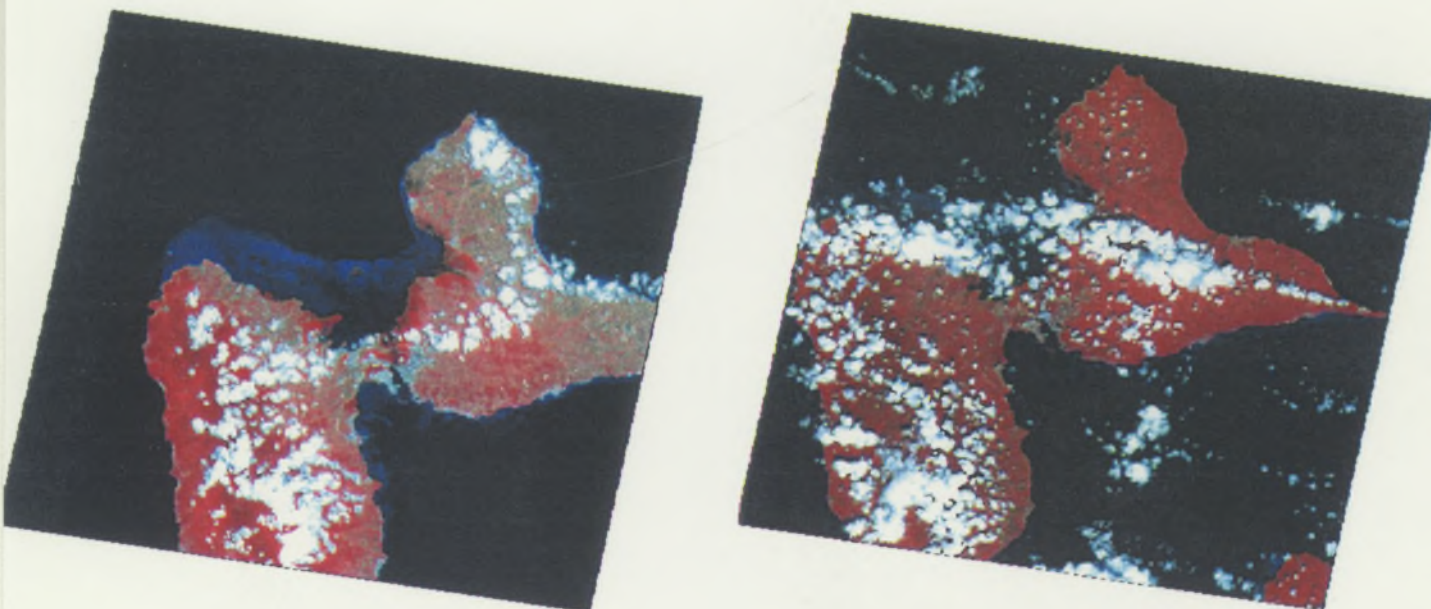


Figure 33 : Complémentarité des images Spot XS du 12-08-1995 (à gauche) et du 03-10-95 (à droite) (Compositions colorées RVB standard)

4.4 - Nécessité d'une enquête au sol

Les images acquises en octobre et août 95 étaient utiles pour mettre en évidence les parcelles labourées (en vert plus ou moins sombre) qu'il restait à enquêter mais aussi et surtout pour localiser les nouvelles parcelles ouvertes sur friche, information particulièrement précieuse pour les enquêteurs. Toutefois, l'image du 12 août n'était pas parfaitement complémentaire de celle d'octobre car tous les labours n'y figuraient pas : il était donc indispensable d'effectuer un contrôle exhaustif sur certains secteurs.

L'organisation de cette enquête a été effectuée par la CIRAD, la DAF et le CTICS au cours de deux réunions d'information tenues au siège du CTICS. Des documents d'enquête au 1/10 000 ont été confectionnés spécialement et assortis d'un ensemble de directives précises afin de les dépouiller rapidement et les utiliser efficacement pendant la courte période affectée à la mise à jour dans le calendrier des opérations. Ces contrôles ont été effectués avec la collaboration des techniciens de la SICADEG, de la SICAGRA, de l'UDCAG, de la SICAMA, de la Chambre d'agriculture que nous tenons tous à remercier pour la qualité, la rapidité et l'exhaustivité du travail réalisé.

L'enquête a été retardée d'environ une semaine en raison du **cyclone Marylin**.

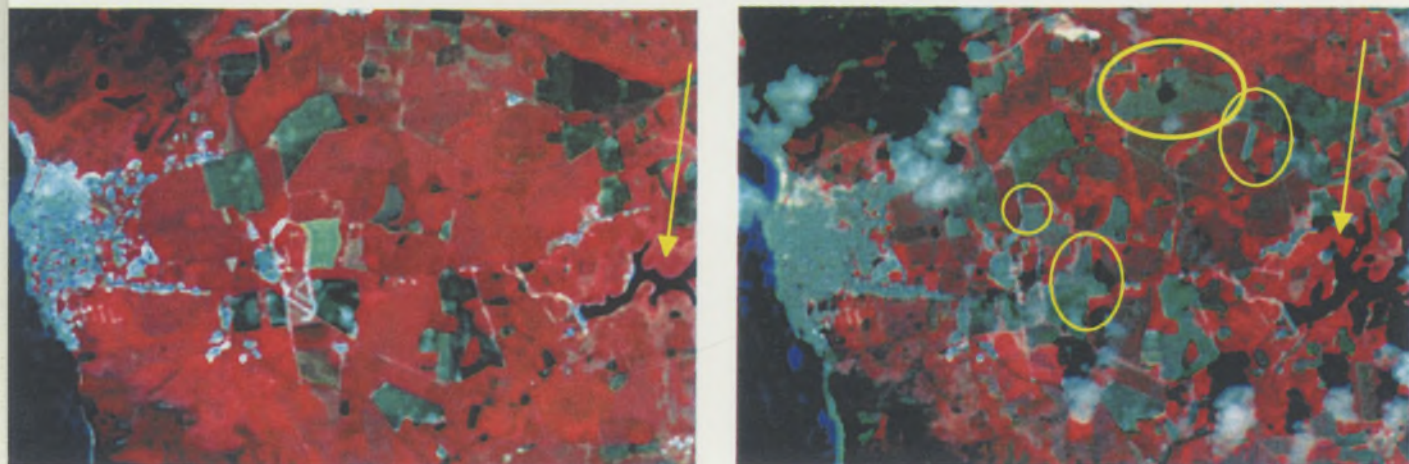


Figure 34 : Zone de Beauport

SPOT XS du 12-08-95

Spot XS du 03-10-95

On notera l'apparition de nouveaux labours (en vert) réalisés après le 12 août, quelquefois même sur des fractions de parcelles ainsi que la différence de remplissage de la retenue d'eau (marquée d'une flèche).

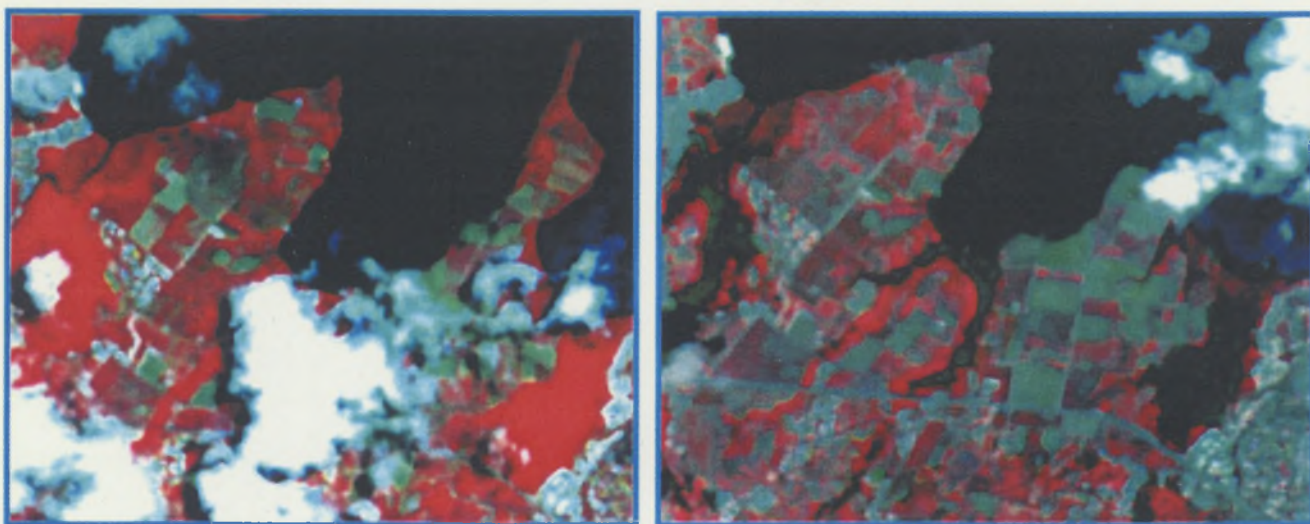


Figure 35 : extraits des images SPOT XS du 12-08-95 et 30-08-95 sur le secteur couvert par les clichés 7 et 8 de la passe 22

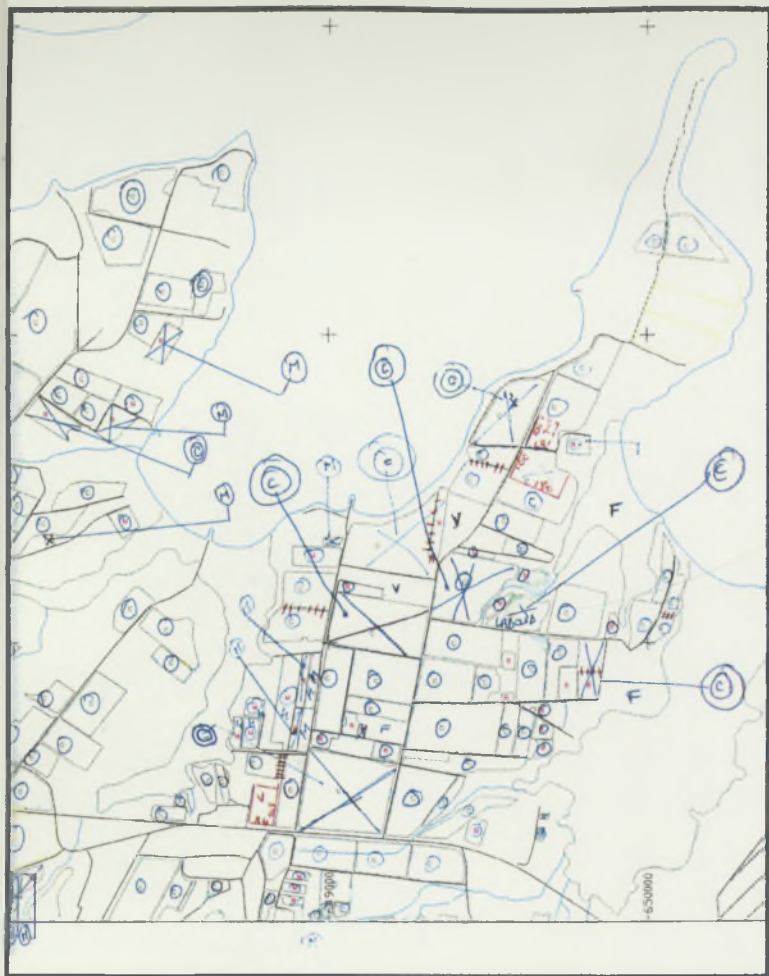
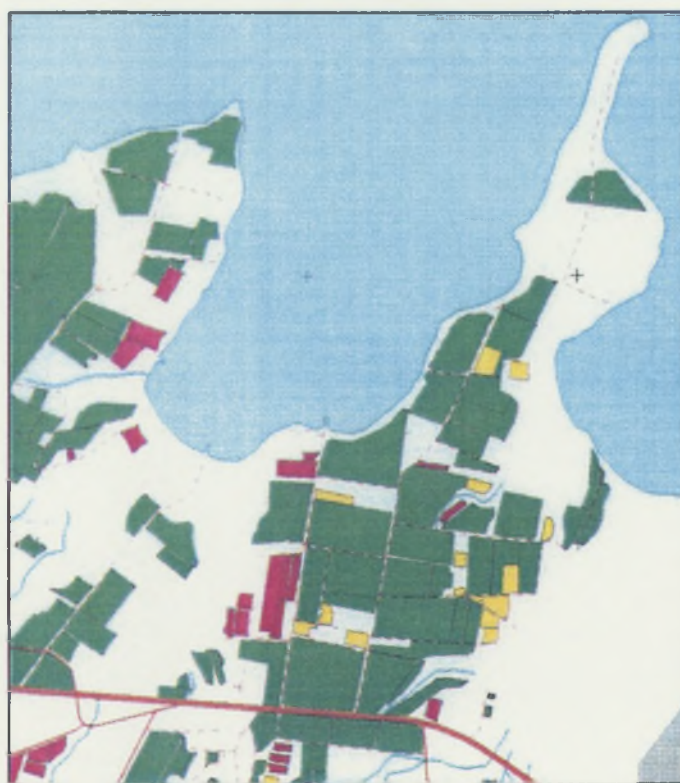


Figure 36: Exemple de support d'enquête renseigné à l'issue de la mission de contrôle au sol de 1995 (secteur des clichés 7 et 8 passe 22)

Figure 37 : exemple de résultat de la mise à jour de la base de données graphiques

Cette mise à jour de la base de données a concerné au total 3850 parcelles dont 442 au nord Basse Terre, 2403 sur Grande Terre et 1006 sur Marie-Galante. Le détail des changements est donné dans les tableaux 8, 9 et 10 ci-dessous.



4.5 – bilan de l'enquête terrain

<i>Situation en avril 95</i>	<i>Situation en octobre 95</i>	<i>Nombre</i>	<i>Surface</i>
Canne	<i>Canne récoltable en 96</i>	2275	3008 ha
« «	<i>Canne récoltable en 97</i>	9	9
« «	Labour	12	28
« «	Maraîchage	52	36
« «	Friche	43	29
« «	Prairie	15	11
<i>Total canne(avril)</i>		2406	3121
<i>Total canne abandonnée</i>		122	104
Labour	<i>Canne récoltable en 96</i>	75	78
« «	<i>Canne récoltable en 97</i>	0	0
« «	<i>Labour</i>	208	91
« «	Maraîchage	160	88
« «	Friche	10	6
« «	Prairie	14	14
<i>Total labour(avril)</i>		467	277
Maraîchage	<i>Canne récoltable en 96</i>	22	34
« «	<i>Canne récoltable en 97</i>	1	0,7
« «	<i>Labour</i>	2	1,4
« «	<i>Maraîchage</i>	292	262
« «	Friche	11	11
« «	Prairie	8	11
<i>Total maraîchage</i>		336	320,1
Prairie et végétation	<i>Canne récoltable en 96</i>	5	12
« «	<i>Canne récoltable en 97</i>	0	0
« «	<i>Labour</i>	0	0
« «	Maraîchage	3	3
« «	Friche	0	0
« «	<i>Prairie et végétation</i>	109	248
<i>Total prairies et veg.nat</i>		117	263
Total		3326	3981
Total changements		442	372

Tableau 8 (Nord Basse Terre) : Changements intervenus entre avril et octobre 1995 dans l'occupation du sol des parcelles n'ayant pas changé de forme entre les deux dates. Ils ont concerné 442 des parcelles cartographiées en avril (13,3% du nb des parcelles)

Il y a autant de maraîchage passé en canne (23 parcelles, **35 ha**) que de canne passée en maraîchage (36ha , 52 parcelles) mais le passage au maraîchage se fait sur des parcelles deux fois plus petites. Il est intéressant de noter également que 208 parcelles en labour en avril n'étaient toujours pas replantées en octobre ! Il est probable que certaines d'entre elles sont passées en friche.

<i>Situation en avril 95</i>	<i>Situation en octobre 95</i>	<i>Nombre</i>	<i>Surface</i>
Canne récoltable en 96	Canne récoltable en 96	4248	4903 ha
« «	Canne récoltable en 97	166	273
« «	Labour	75	104
« «	Maraîchage et divers	179	129
« «	Friche	135	85
« «	Prairie	209	161
Total canne (avril)		5012	5655
Total canne disparue		598	479
Labour	Canne récoltable en 96	386	349
« «	Canne récoltable en 97	160	201
« «	Labour	479	321
« «	Maraîchage	399	250
« «	Friche	55	50
« «	Prairie	158	171
Total labour (avril)		1637	1342
Maraîchage	Canne récoltable en 96	26	19
« «	Canne récoltable en 97	3	6
« «	Labour	4	7
« «	Maraîchage	265	264
« «	Friche	14	11
« «	Prairie	14	22
Total maraîchage		326	329
Prairie et végétation	Canne récoltable en 96	7	12
« «	Canne récoltable en 97	2	2
« «	Labour	5	8
« «	Maraîchage	2	3
« «	Friche	4	8
« «	Prairie et végétation nat.	540	1538
Total prairies + veg.		560	1571
Total		7935	8897
Total changements		2403	1871

Tableau 9 (Grande Terre): Changements intervenus entre avril et octobre 1995 dans l'occupation du sol des parcelles dont les limites sont restées identiques entre les deux dates. Ils ont concerné 30% des parcelles cartographiées en avril et 21% des surfaces.

A la différence de la Basse Terre, il y a très peu de maraîchage passé en canne (29 parcelles, 25 ha) comparativement aux cannes passées en maraîchage (179 parcelles, 129 ha). Le pourcentage de parcelles de canne abandonnées est beaucoup plus important sur la grande Terre (12% sur Grande Terre et 5% sur Basse Terre). Par contre, le pourcentage de labours replantés en canne entre avril et octobre est beaucoup plus faible sur la Basse Terre (16%) que sur la Grande Terre (33% des parcelles)

<i>Situation en avril 95</i>	<i>Situation en octobre 95</i>	<i>Nombre</i>	<i>Surface</i>
Canne	<i>Canne récoltable en 96</i>	3027	1767 ha
« «	<i>Canne récoltable en 97</i>	79	56
« «	<i>Labour</i>	38	16
« «	<i>Maraîchage</i>	113	32
« «	<i>Friche</i>	179	80
« «	<i>Prairie</i>	78	33
<i>Total canne</i>		3514	1984
<i>Total canne abandonnée</i>		408	161
Labour	<i>Canne récoltable en 96</i>	163	68
« «	<i>Canne récoltable en 97</i>	56	26
« «	<i>Labour</i>	51	16
« «	<i>Maraîchage</i>	187	47
« «	<i>Friche</i>	34	15
« «	<i>Prairie</i>	36	17
<i>Total labour</i>		527	189
Maraîchage	<i>Canne récoltable en 96</i>	10	3,8
« «	<i>Canne récoltable en 97</i>	2	0,7
« «	<i>Labour</i>	1	0,1
« «	<i>Maraîchage</i>	78	22
« «	<i>Friche</i>	4	2,7
« «	<i>Prairie</i>	3	1,3
<i>Total maraîchage</i>		98	30,6
Prairie et végétation	<i>Canne récoltable en 96</i>	8	4
« «	<i>Canne récoltable en 97</i>	3	3,5
« «	<i>Labour</i>	0	0
« «	<i>Maraîchage</i>	2	2,4
« «	<i>Friche</i>	10	6,5
« «	<i>Prairie</i>	189	207,6
<i>Total prairies + Veg.nat</i>		212	224,0
Total		4351	2428
Total changements		1006	416

Tableau 10 (Marie-Galante) : Changements intervenus entre avril et octobre 1995 dans l'occupation du sol des parcelles dont les limites sont restées identiques entre les deux dates.

Ils ont concerné 1006 parcelles (soit 23% d'entre elles) dont la taille moyenne est de 0,4ha alors que la taille moyenne des parcelles de Marie-Galante est de 0,6ha. Très peu de maraîchage a été planté en canne (4,5ha) alors que 32 ha de canne (113 parcelles) sont passées en maraîchage. Au total, 11,6% des parcelles de canne ont été abandonnées

4.6 - Produits statistiques

4.6.1 – Estimation des superficies récoltables en 1996.

Les premières estimations des surfaces en canne récoltable en 1996 par bassin cannier ont été fournies à la DAF dès la fin novembre 1995 pour Grande Terre (5900 ha \pm 2%) et Basse Terre (3400 ha \pm 2%) à partir des résultats d'une partie de la mise à jour. Les informations de l'enquête terrain complémentaire en provenance de Marie-Galante nous étant parvenues plus tardivement , les statistiques correspondantes n'ont pu être établies que fin décembre.

4.6.2 – Résultats détaillés obtenus par bassin cannier (situation octobre 1995)

Les tableaux ci-dessous donnent les résultats obtenus par bassin cannier après mise à jour de l'ensemble de l'occupation du sol suite à la réception de l'ensemble des planches renseignées.

Ils donnent la situation à la mi-octobre 1995 et comptent donc encore beaucoup de parcelles en labour dont on ne pouvait à ce stade qu'estimer le devenir. Seules les surfaces en canne récoltables en 96 pouvaient donc être connues précisément à ce stade puisqu'elles avaient forcément été replantées au plus tard le 1^{er} octobre. Les données relatives aux cannes renvoyées (appelées 'canne 97' c'est à dire récoltables en 1997) n'étaient donc que provisoires puisqu'une partie (alors inconnue) des parcelles repertoriées en labour allait être replantée en canne avant la fin de l'année et augmenter ainsi le nombre de ces cannes '97' ;

Occupation du sol	Nbre de parcelles	% du Nbre total	surface occupée (ha)	% de la surface totale occupée	Taille moyenne (ha)
Canne 96	11 232	75,5	11 409	80,4	1,01
Canne 97	715	4,8	838	5,9	1,17
Labour	1018	6,8	709	5,0	0,70
Maraichage	1912	12,9	1227	8,7	0,64
TOTAL	14 877	100	14 183	100	0,95

Guadeloupe (hors sud basse terre)

Tableau 11 : Occupation du sol pour l'ensemble de la Guadeloupe en octobre 1995

Ce tableau qui donne pour la première fois une estimation de toutes les surfaces cultivées liées aux exploitation cannières, a été obtenu par addition des valeurs obtenues dans les différents bassins et données dans les pages suivantes. C'est donc un principe totalement différent de celui du sondage où l'on ne dispose que d'une valeur globale et d'une seule. On obtient ici cette valeur par addition de différentes statistiques localisées.

Occupation du sol	Nbre de parcelles	% du Nbre total	surface occupée (ha)	% de la surface totale occupée	Taille moyenne (ha)
Canne 96	2523	76,2	3385	85,5	1,34
Canne 97	21	21	26	0,6	1,24
Labour	236	7,1	134	3,4	0,57
Maraichage	532	16,1	413	10,5	0,78
TOTAL	3312	100	3958	100	1,19

Nord Basse-Terre

Occupation du sol	Nbre de parcelles	% du Nbre total	surface occupée (ha)	% de la surface totale occupée	Taille moyenne (ha)
Canne 96	5076	71,7	5894	76,5	1,16
Canne 97	440	6,2	596	7,7	1,35
Labour	653	9,2	526	6,8	0,80
Maraichage	916	12,9	693	9,0	0,76
TOTAL	7085	100	7709	100	1,09

Grande Terre

Total Guadeloupe continentale
(hors sud Basse – Terre)

Occupation du sol	Nb de parcelles	% du Nbre total	surface occupée (ha)	% de la surface totale occupée	Taille moyenne (ha)
Canne 96	7599	73,1	9279	79,5	1,22
Canne 97	461	4,4	622	5,3	1,35
Labour	889	8,6	660	5,7	0,74
Maraichage	1448	13,9	1106	9,5	0,76
TOTAL	10 397	100	11 667	100	1,12

Occupation du sol	Nbre de parcelles	% du Nbre total	surface occupée (ha)	% de la surface totale occupée	Taille moyenne (ha)
Canne 96	3633	81,1	2130	84,6	0,59
Canne 97	254	5,7	216	8,6	0,85
Labour	129	2,9	49	2	0,38
Maraichage	464	10,3	121	4,8	0,25
TOTAL	4480	100	2516	100	0,56

Marie-Galante

Tableau 12 : Occupation du sol par grands bassins canniers en octobre 1995

Occupation du sol	Nbre de parcelles	% du Nbre total	surface occupée (ha)	% de la surface totale occupée	Taille moyenne (ha)
Canne 96	2225	68,1	2774	73,6	1,25
Canne 97	323	9,9	432	11,5	1,34
Labour	416	12,7	366	9,7	0,88
Maraichage	303	9,3	196	5,2	0,65
TOTAL	3267	100	3768	100	1,15

Nord Grande Terre

Occupation du sol	Nbre de parcelles	% du Nbre total	surface occupée (ha)	% de la surface totale occupée	Taille moyenne (ha)
Canne 96	2492	75,3	2662	79,5	1,07
Canne 97	81	2,4	117	3,5	1,45
Labour	209	6,3	138	4,1	0,66
Maraichage	528	16,0	430	12,9	0,81
TOTAL	3310	100	3347	100	1,01

Sud-est Grande Terre

Occupation du sol	Nbre de parcelles	% du Nbre total	surface occupée (ha)	% de la surface totale occupée	Taille moyenne (ha)
Canne 96	359	70,7	458	77,1	1,28
Canne 97	36	7,1	47	7,9	1,30
Labour	28	5,5	22	3,7	0,79
Maraichage	85	16,7	67	11,3	0,79
TOTAL	508	100	594	100	1,17

Sud- ouest Grande Terre
(Abymes)

Tableau 13 : Occupation du sol dans les trois bassins canniers de la Grande Terre en 1995

4.6.3 - Classement des parcelles selon leur taille

Cette répartition en 5 classes de taille est donnée dans les tableaux 14 à 16. pour chacune des 3 îles. On constate tout d'abord une très grande différence entre Marie-Galante et la Guadeloupe continentale (synthèse ci-dessous).

Classes de surface (ha)	Nb de parcelles	% du nb de parcelles de canne	Surface occupée (ha)	% de la surface en canne 96	Taille moyenne (ha)
x < 0,5	3038	40,0	844	9,1	0,3
0,5 < x < 1	1960	25,8	1401	15,1	0,7
1 < x < 2	1410	18,5	1978	21,3	1,4
2 < x < 5	920	12,1	2817	30,4	3,1
5 < x < 10	219	2,9	1412	15,2	6,4
x > 10	52	0,7	827	8,9	15,9
TOTAL	7599	100	9279	100	1,22

Guadeloupe continentale
(hors sud Basse-Terre)

Classes de surface (ha)	Nbre de parcelles	% du Nbre de parcelles de canne	Surface occupée (ha)	% de la surface en canne 96	Taille moyenne (ha)
x < 0,5	2047	56,3	568	26,7	0,3
0,5 < x < 1	1050	28,9	740	34,7	0,7
1 < x < 2	456	12,6	606	28,4	1,3
2 < x < 5	78	2,1	204	9,6	2,6
5 < x < 10	2	0,1	12	0,6	6,3
x > 10	0				
TOTAL	3633	100	2130	100	0,59

Marie-Galante

Tableau 14 : Comparaison entre la distribution par taille des parcelles de la Guadeloupe continentale et des parcelles de Marie-Galante

- Les parcelles de Marie-Galante sont en moyenne de *taille deux fois plus faible que celles de Guadeloupe continentale* et plus de la moitié de celles-ci sont inférieures à un demi hectare !
- La taille moyenne de 0,3 ha pour les parcelles de cette classe (quel que soit le bassin cannier) montre bien que les parcelles de taille inférieure, bien que non éligibles en matière de subvention, ont dans la mesure du possible également été cartographiées.
- La non prise en compte de ces parcelles de moins d'un demi-hectare entraînerait une **sous-estimation de plus du quart** des surfaces à Marie-Galante et de 9 % en Guadeloupe continentale.

- Plus de 65 % des parcelles de Guadeloupe continentale ont moins d'un hectare (et couvrent le quart de la surface) mais à Marie-Galante elles représentent 85% du nombre des parcelles et elles constituent plus de 60% de la sole cannière!
- Il n'y avait aucune parcelle de plus de 10 ha à Marie-Galante mais on en trouve 52 sur la Guadeloupe continentale, d'une taille moyenne de 16ha et qui couvrent à elles seules presque 9% de la sole cannière. Ces parcelles sont en majorité cultivées sur la Grande Terre (48 contre 4 sur le nord Basse Terre) où elles couvrent une surface de 13 % avec des parcelles de taille moyenne 16ha (contre 11, 7 ha sur la Basse Terre)
- La taille moyenne des parcelles de la Basse terre est par contre nettement plus importante qu'ailleurs (1, 34 ha). Ceci s'explique par le nombre beaucoup plus faible de petites parcelles et par le fait que 40 % de la superficie soit constitué de parcelles dont la taille moyenne est de 3ha (contre seulement 25% et 10% respectivement sur Grande Terre et Marie-Galante)

Classes de surface (ha)	Nbre de parcelles	% du Nbre de parcelles de canne	Surface occupée (ha)	% de la surface en canne 96	Taille moyenne (ha)
x < 0,5	805	31,9	228	6,7	0,3
0,5 < x < 1	647	25,6	471	13,9	0,7
1 < x < 2	550	21,8	784	23,2	1,4
2 < x < 5	441	17,5	1356	40,1	3,1
5 < x < 10	76	3,0	499	14,7	6,5
x > 10	4	0,2	47	1,4	11,7
TOTAL	2523	100	3385	100	1,34

Nord Basse-Terre

Classes de surface (ha)	Nbre de parcelles	% du Nbre de parcelles de canne	Surface occupée (ha)	% de la surface en canne 96	Taille moyenne (ha)
x < 0,5	2233	44,0	616	10,4	0,3
0,5 < x < 1	1313	25,9	930	15,8	0,7
1 < x < 2	860	16,9	1194	20,3	1,4
2 < x < 5	479	9,5	1461	24,8	3,0
5 < x < 10	143	2,8	913	15,5	6,4
x > 10	48	0,9	780	13,2	16,2
TOTAL	5076	100	5894	100	1,16

Grande Terre

Tableau 15 : Distribution selon leur surface des parcelles de canne récoltables en 1996 (comparaison Nord Basse Terre et Grande Terre)

Classes de surface (ha)	Nbre de parcelles	% du Nb de parcelles de canne	Surface occupée (ha)	% de la surface en canne 96	Taille moyenne (ha)
$x < 0,5$	793	35,6	230	8,3	0,3
$0,5 < x < 1$	651	29,3	468	16,9	0,7
$1 < x < 2$	501	22,5	695	25,1	1,4
$2 < x < 5$	204	9,2	581	20,9	2,8
$5 < x < 10$	46	2,1	297	10,7	6,5
$x > 10$	30	1,3	503	18,1	16,8
TOTAL	2225	100	2774	100	1,25

Nord Grande Terre

Classes de surface (ha)	Nbre de parcelles	% du Nb de parcelles de canne	Surface occupée (ha)	% de la surface en canne 96	Taille moyenne (ha)
$x < 0,5$	1254	50,3	345	13,0	0,3
$0,5 < x < 1$	617	24,8	430	16,2	0,7
$1 < x < 2$	306	12,3	420	15,8	1,4
$2 < x < 5$	212	8,5	672	25,2	3,2
$5 < x < 10$	88	3,5	563	21,1	6,4
$x > 10$	15	0,6	232	8,7	15,5
TOTAL	2492	100	2662	100	1,07

Sud-Est Grande Terre
(hors Abymes)

Classes de surface (ha)	Nbre de parcelles	% du Nb de parcelles de canne	Surface occupée (ha)	% de la surface en canne 96	Taille moyenne (ha)
$x < 0,5$	186	51,8	41	8,9	0,2
$0,5 < x < 1$	45	12,5	32	7	0,7
$1 < x < 2$	53	14,8	79	17,2	1,5
$2 < x < 5$	63	17,6	208	45,4	3,3
$5 < x < 10$	9	2,5	53	11,7	5,9
$x > 10$	3	0,8	45	9,8	15,0
TOTAL	359	100	458	100	1,28

Sud-Ouest Grande
Terre (Abymes)

Tableau 16 : Distribution des parcelles de canne par classes de surface dans chacun des bassins canniers de la Grande Terre (parcelles récoltables en 1996)

4.6.4 - Répartition géographique des parcelles selon leur taille .

Les différents produits cartographiques en particulier les cartes au 1/25 000 par bassin (cf paragraphe 4.7) permettent de visualiser cette répartition selon la taille du parcellaire.

Pour la Grande Terre, on s'aidera de plus de la répartition par classes établie sur chacun des bassins canniers de la Grande Terre (cf tableau 16) définis par les limites des communes constitutives (cf figure 8, chapitre 1)

On notera en premier lieu que la taille moyenne des parcelles est plus faible au sud-est Grande Terre (1ha) que dans les deux autres bassins en dépit de la présence du grand parcellaire de GARDEL et de la plaine de Grippon-Morne à l'Eau. Cela signifie donc que toutes les autres parcelles sont de très petite taille, ce que l'on observe bien sur les figures ci-dessous et qui est confirmé dans le tableau 16 de la page suivante : les parcelles de moins de 0,5 ha représentent 50 % de l'effectif soit presqu'autant qu'à Marie-Galante !

BASSINS	Nbre de parcelles	% du Nbre de parcelles de canne	Surface occupée (ha)	% de la surface en canne 96	Taille moyenne (ha)
<i>Nord Basse Terre</i>	805	31,9	228	6,7	0,3
<i>Nord Grande Terre</i>	793	35,6	230	8,3	0,3
<i>Sud-Grande Terre</i>	1440	50,6	386	12,4	0,3
Total Guad continentale	3038	40,0	844	9,1	0,3
<i>Marie-Galante</i>	2047	56,3	568	26,7	0,3
Total Guadeloupe	5085	42,5	1412	12,4	0,3

Tableau 17 : répartition par bassin des parcelles de canne dont la taille est inférieure à 0,5 ha

La carte nous montre que ces parcelles sont localisées :

- d'une part à proximité immédiate de Gardel et de la plaine de Morne à l'Eau autour desquels on trouve une myriade de petites parcelles souvent associées à des parcelles de maraîchage (dans l'est). Seules quelques parcelles de plus grande taille apparaissent autour de la distillerie Séverin.
- d'autre part en bordure des Grands- Fonds .



Figure 38 : le petit parcellaire autour de Gardel

Le nord Grande Terre peut par contre être partagé en deux parties situées de part et d'autre d'une diagonale joignant Anse Bertrand à Gros Cap : l'essentiel du petit parcellaire se situe au nord de cette ligne.

Le bassin des Abymes est encore plus nettement contrasté : dans la plaine proprement dite, on trouve du parcellaire de taille moyenne à grande, mais entre celle-ci et Vieux-Bourg, on ne trouve que des très petites parcelles.

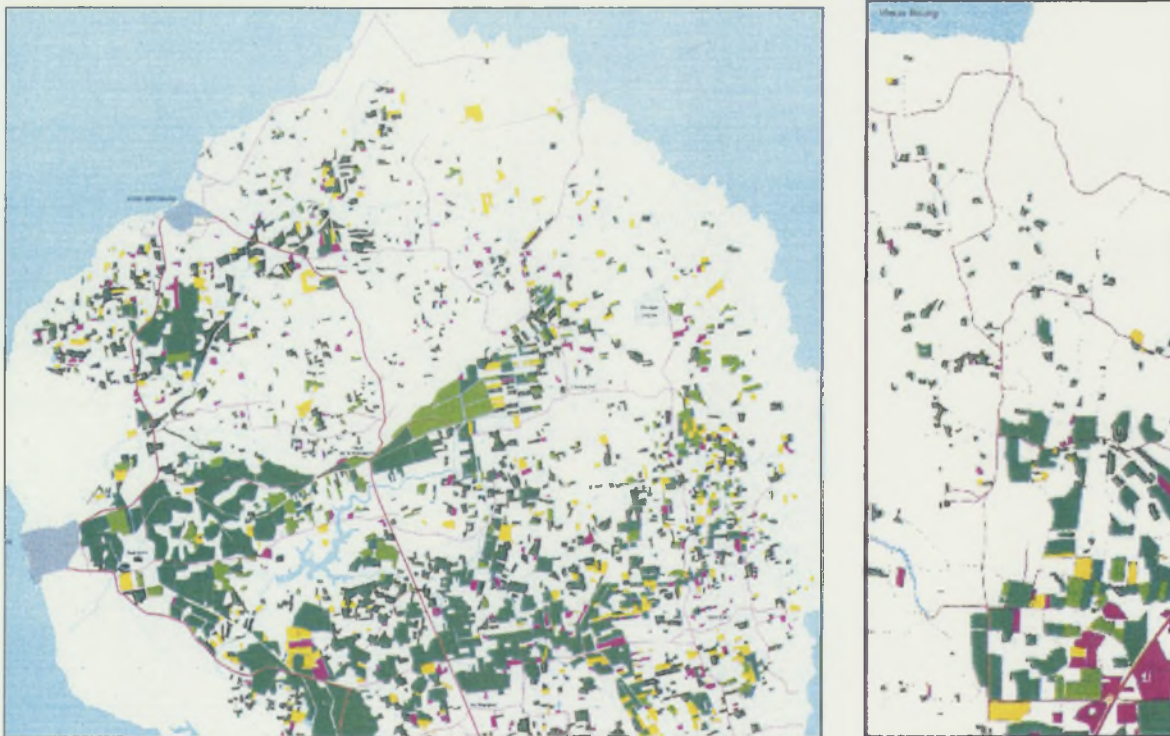


Figure 39 : le parcellaire contrasté du nord de la Grande Terre (à gauche) et du bassin des Abymes (à droite).

Cette répartition très contrastée ne se remarque pas *en Basse Terre* où la plupart de parcelles sont de taille moyenne (56% des parcelles ont plus de deux hectares et 80 % ont plus d'un hectare) et sont régulièrement réparties dans les zones de piémont et dans quelques secteurs très vallonnés (ex : entre l'agglomération de Petit-Bourg et Prise d'Eau)

La répartition selon la taille n'est pas perceptible non plus à *Marie-Galante* où les parcelles sont pratiquement toutes de petite taille. Seules les parcelles préparées pour accueillir la canne « bio » sont vraiment remarquables par leur taille.

On remarquera que pour l'essentiel, cette répartition est calquée sur celle des grands paysages morphopédologiques et des caractéristiques climatiques.

4.6.5 - Evaluation de la précision de l'estimation finale.

L'estimation définitive tenant compte des plantations ou replantations effectuées après le 1^{er} octobre est de 12 500ha environ. (12 495 ha).

La confrontation avec les superficies obtenues par les sondages classiques (tableau 18) met en évidence une sous-évaluation par le sondage auprès des exploitants (enquête structures) et une surévaluation par la méthode TER-UTI due probablement à la définition de certains postes de la nomenclature (cf chapitre 2)

	Sondage base géographique (TER - UTI)	Sondage base population (enquête structures)	Inventaire cartographique
Surfaces en canne Fin 1995 (ha)	13 777	11 918	12 495

Tableau n° 18 : Estimation de la sole cannière : comparaison des résultats obtenus par deux types de sondage et par cartographie exhaustive

Afin de pouvoir mieux comparer nos résultats avec ceux des sondages officiels, il était nécessaire d'en évaluer la précision. Nous allons pour cela aborder d'abord les causes d'erreur liées à l'interprétation, puis les causes d'erreur liées au calcul des surfaces.

a) erreurs due à l'observateur .

Nous avons tenté (paragraphe 4.2) d'identifier les erreurs issues de la photo-interprétation lors d'un contrôle effectué sur un secteur du nord Basse Terre.

Les erreurs par défaut concernaient soit les parcelles de canne prises pour du maraîchage, soit tout simplement les oublis.

Les erreurs de photointerprétation concernaient les confusions entre de jeunes repousses de canne avec certaines parcelles d'ananas, ce dont nous avons averti le photo-interprète et qui ne se sont donc pas reproduites.

Les oublis sont par contre plus gênants et difficiles à apprécier. Sur le secteur de contrôle, il était de 1 parcelle sur 150 sur ce secteur mais il est évident que cette valeur n'est pas représentative, le secteur lui-même ne l'étant pas. Le pourcentage que nous retiendrons est de **0,75%**. Il est issu des différents oublis que nous avons pu constater les années suivantes lors des photo-interprétations effectuées pour les mises à jour. Ainsi, 20 parcelles de canne oubliées sur Nord Basse Terre en 1995 ont été détectées en 1997

Notons que tous les oublis ne sont pas liés à l'unité parcelle : il faudrait en toute rigueur ajouter ceux qui sont liés à des petits agrandissements de parcelles qui n'ont pas été détectés. Mais ces oublis étant compensés largement par les diminutions de parcelles, nous ne les avons pas comptabilisés.

Les erreurs par excès concernaient de rares confusions avec des parcelles d'igname ou de manioc, exceptionnellement d'ananas ou de banane.

Toutefois, l'enquête de terrain exhaustive qui a été menée en octobre a permis en principe de les corriger (sauf erreur ou oubli de l'enquêteur).

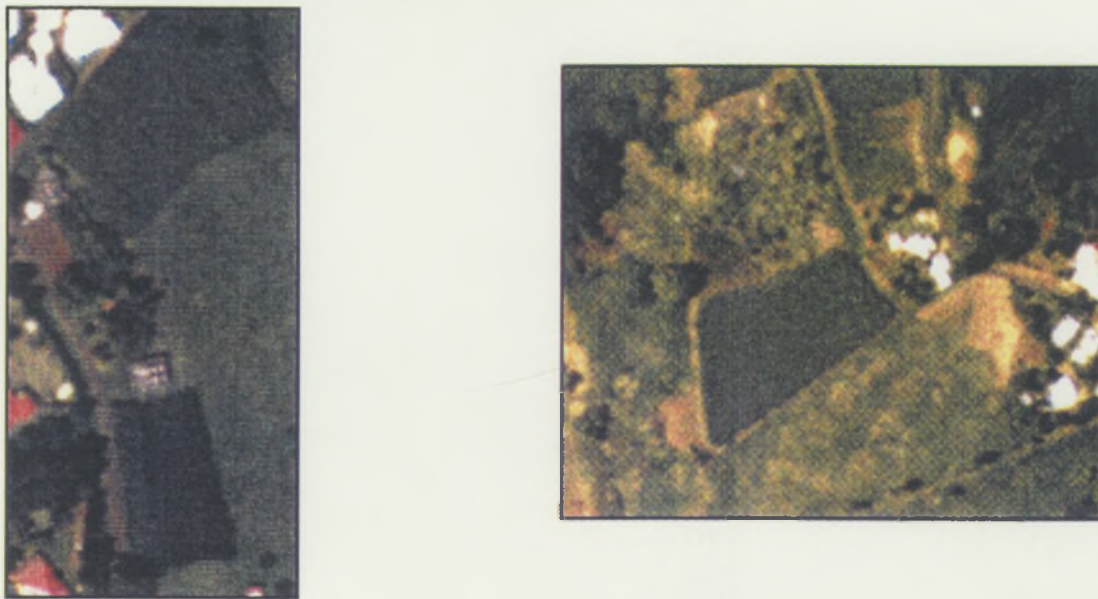


Figure 40 : Exemples de confusions possibles entre canne (en haut, image de gauche) et autres culture (manioc à gauche et igname à droite)

b) erreur de calcul des surfaces

- l'erreur introduite par la non prise en compte de la *pente* ne concerne que de rares parcelles dont la localisation est connue. La pente des parcelles de canne est en général très faible et son effet est négligeable au niveau des estimations globales de superficie.
- l'erreur due à aux *bordures non cultivées* (cf confusion décrite en 4.2) concerne surtout la cartographie parcellaire. Mais elle n'est pas très fréquente et peut donc également être négligée au niveau statistiques globales.
- l'erreur due à un *biais* systématique dans les délimitations et par suite dans les évaluations de surfaces doit par contre être prise en compte.

Si l'on suppose que l'erreur de 1,5m (liée au calage à partir des points du cadastre) se produit systématiquement toujours dans le même sens pour chaque dimension, il est possible de calculer l'erreur maximum à laquelle on peut s'attendre dans ce cas défavorable pour chaque type de parcelle.

Elle peut être calculée pour la Guadeloupe continentale et pour Marie-Galante en utilisant les données du tableau 14 ci-dessus qui donne la distribution des parcelles par classes de taille ainsi que la taille moyenne des parcelles de chacune de ces classes.

Nous avons retenu deux modalités, le cas des parcelles carrées et le cas plus défavorable (et plus fréquent) des parcelles rectangulaires.

Classes de surface (ha)	Taille moyenne (ha)	Erreur (%) Mini - maxi	Surface occupée (ha)	Erreur Mini - maxi (ha)
x < 0,5	0,3	5,4- 5,8	844	45,6 - 50
0,5 < x < 1	0,7	3,5- 3,75	1401	49,6 - 52,5
1 < x < 2	1,4	2,53-2,87	1978	50 - 57
2 < x < 5	3,1	1,7- 2	2817	47,9 - 56,3
5 < x < 10	6,4	1,18 - 1,22	1412	16,7 - 17,2
x > 10	15,9	0,75 - 0,95	827	6,2 - 8
TOTAL				216 - 241 (2,3% - 2,6%)

Les comparaisons avec les mesures au topofil ont montré que l'on avait le plus souvent une surestimation. (on a plutôt une sous-estimation lorsque la parcelle de canne est bordée de végétation plus haute avec ombre portée sur la canne).

Tableau 19 : estimation du biais systématique potentiel dans les cas d'une parcelle carrée (erreur mini) et d'une parcelle rectangulaire (a/b<2)(erreur maxi) sur la Guadeloupe continentale. L'erreur maximale est de 2,6% avec une surévaluation de 241 ha.

Le même calcul effectué sur Marie-Galante donne une erreur comprise entre 3,6 et 3,9% du fait du grand nombre de parcelles de petite taille pour lesquelles le pourcentage d'erreur est plus important. La surestimation correspondante sur Marie-Galante serait de 83ha

En résumé, en prenant le cas le plus défavorable d'un biais potentiel systématique de 1,5 m sur chaque dimension de parcelles non carrées, on obtient une erreur maximum de $\pm 2,84\%$ sur l'ensemble de la Guadeloupe.

(2,6% sur la Guadeloupe continentale et 3,9% sur Marie-Galante)

La précision globale serait alors de 97,16% (97,4% sur la Guadeloupe continentale et 96,1% sur Marie-Galante) ;

A noter que dans le cas d'une surestimation, la précision sera supérieure (97,9%) du fait de la compensation avec les oublis évalués ci-dessus à 0,75%

Par contre, dans le cas d'une sous-estimation par un biais systématique dans l'autre sens, la précision serait diminuée et ramenée à 96,4%. Il en résulterait dans le premier cas une surévaluation de 250ha et dans le second une sous-évaluation de 450ha

Les superficies plantées en canne seraient alors comprises entre 12 045 ha et 12 745 ha

Le second cas étant tout à fait improbable, on retiendra finalement :

Surface plantée en canne fin 1995 : 12 495 ha \pm 250 ha

4.7 Produits cartographiques

Outre les plans intermédiaires au 1/10 000 fournis comme supports d'enquête, les productions ont été les suivantes :

4.7.1 Planches au 1/5 000 noir et blanc sur polyester.

Elles donnent la délimitation et la superficie en m² de chacune des parcelles de canne, labour et maraîchage après la mise à jour effectuée à partir de l'enquête terrain d'octobre 1995.

Un extrait de l'une d'entre elles est donné ci-dessous. Le tableau d'assemblage des 32 planches est donné page suivante . L'ensemble a été livré à la DAF le 22 mars 1996.

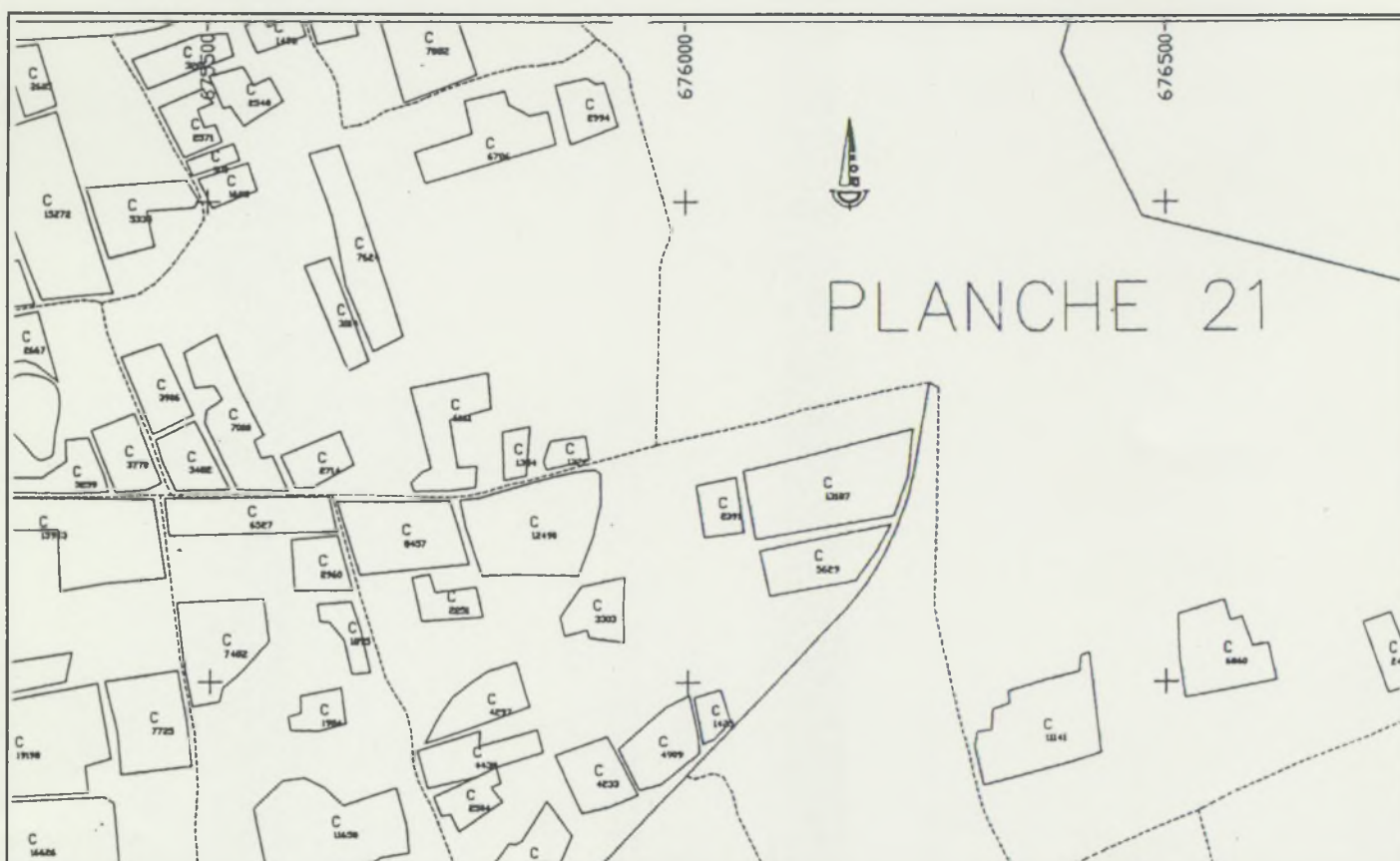


Figure 41 : Extrait de la planche 21 au 1/5 000 donnant la situation du parcellaire à la mi-octobre 95. Chacune de ces 32 planches originales sur polyester a été dupliquée sur papier en 2 exemplaires et remis aux SICAs cannières pour le suivi de la campagne agricole 96

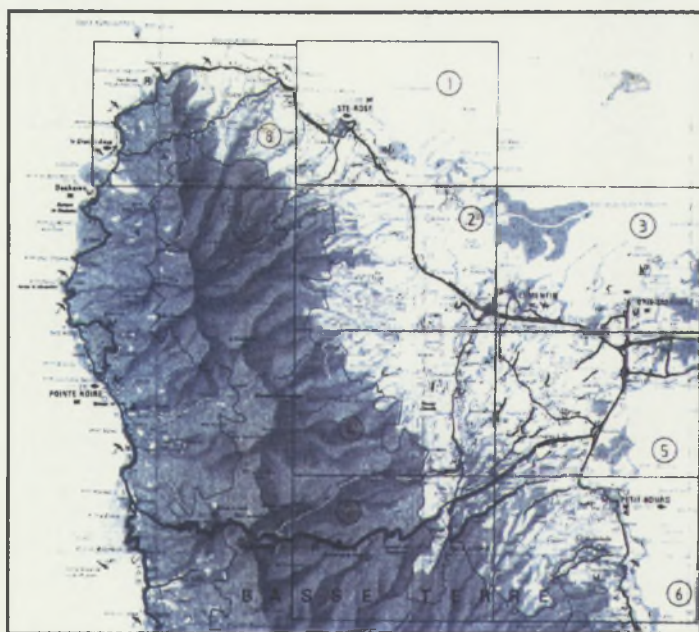
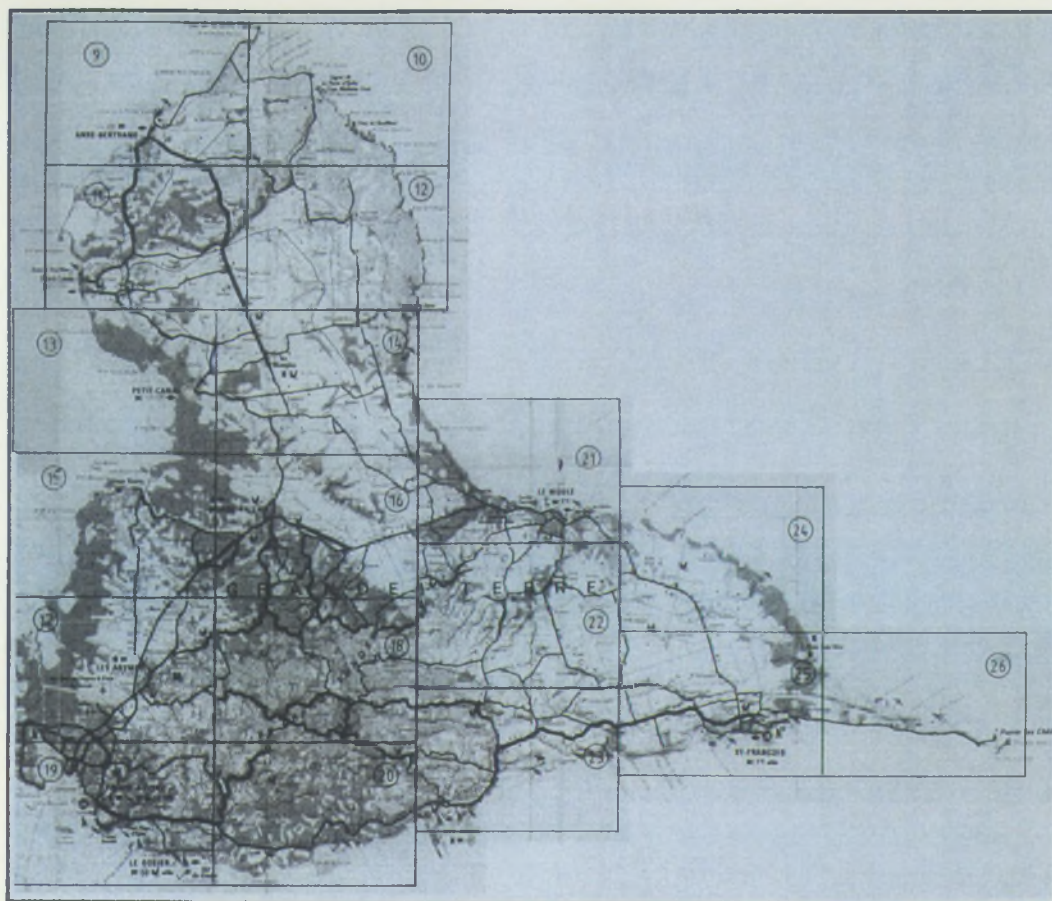


Figure 42 : Tableaux d'assemblage des 32 planches au 1/ 5 000 sur polyester remises à la DAF de la Guadeloupe (original sur polyester) et aux SICAs (copie papier) le 22 mars 1996.

4.7.2 cartes papier au 1/25 000 sur chaque bassin cannier.

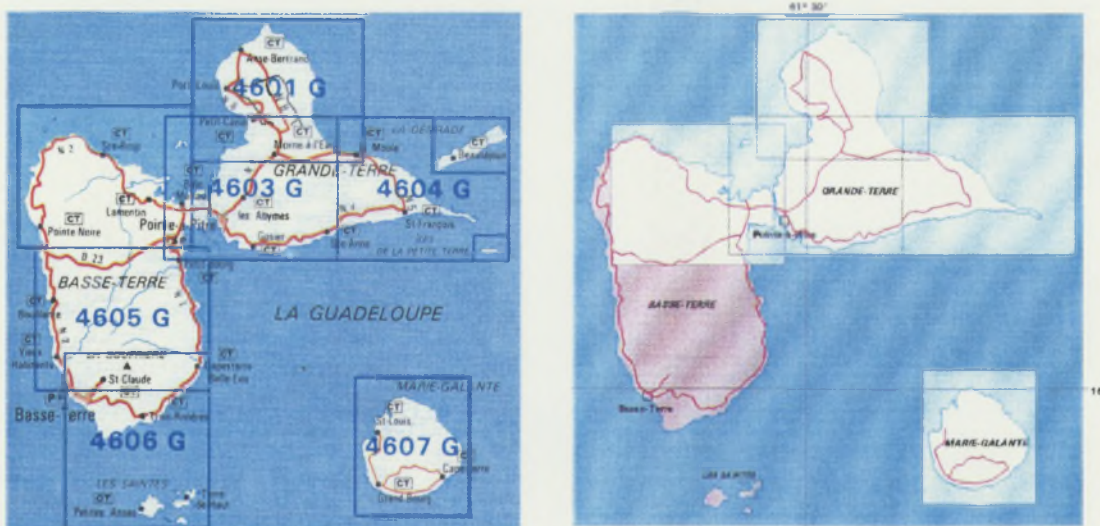
Elles donnent sur chacun des 5 bassins canniers de Guadeloupe continentale et de Marie-Galante la localisation en couleur au 4ème trimestre 1995 :

- des parcelles de canne classées en deux catégories (récoltables en 1996 ou récoltables en 1997, cannes dites respectivement de 'petite culture' ou 'grande culture')
- des labours
- du maraîchage

L'ensemble a été établi dans le système de projection UTM fuseau 20 (ellipsoïde international Hayford 1909) et imprimé au format A0 fin décembre 1995.

Il figurait également sur ces cartes :

- les bords de côte,
- les voies de communication classées en 3 catégories (routes nationales, autres routes bitumées, chemins d'accès aux parcelles cartographiées)
- le réseau hydrographique (cours d'eau permanents)
- les nappes d'eau permanentes (retenues de barrage..), mares ou bassins (parcs à ouassous..).
- les bâtiments agricoles remarquables (anciennes sucreries, élevage avicole...)
- les sucreries, les distilleries et les centres de transfert en activité.
- les lignes haute-tension
- les agglomérations principales des communes.



(copyright IGN, autorisation n°32 333)

Figure 43 : Le tableau d'assemblage des cartes au 1/25 000 (à droite) a été établi à partir du découpage IGN (à gauche). Seule la carte du nord Basse –Terre a été légèrement décalée vers l'est de façon à couvrir la Basse Terre jusqu'à la Rivière Salée et inclure ainsi l'ensemble des parcelles du bassin cannier de Nord Basse Terre (GFA de Birmingham en particulier).

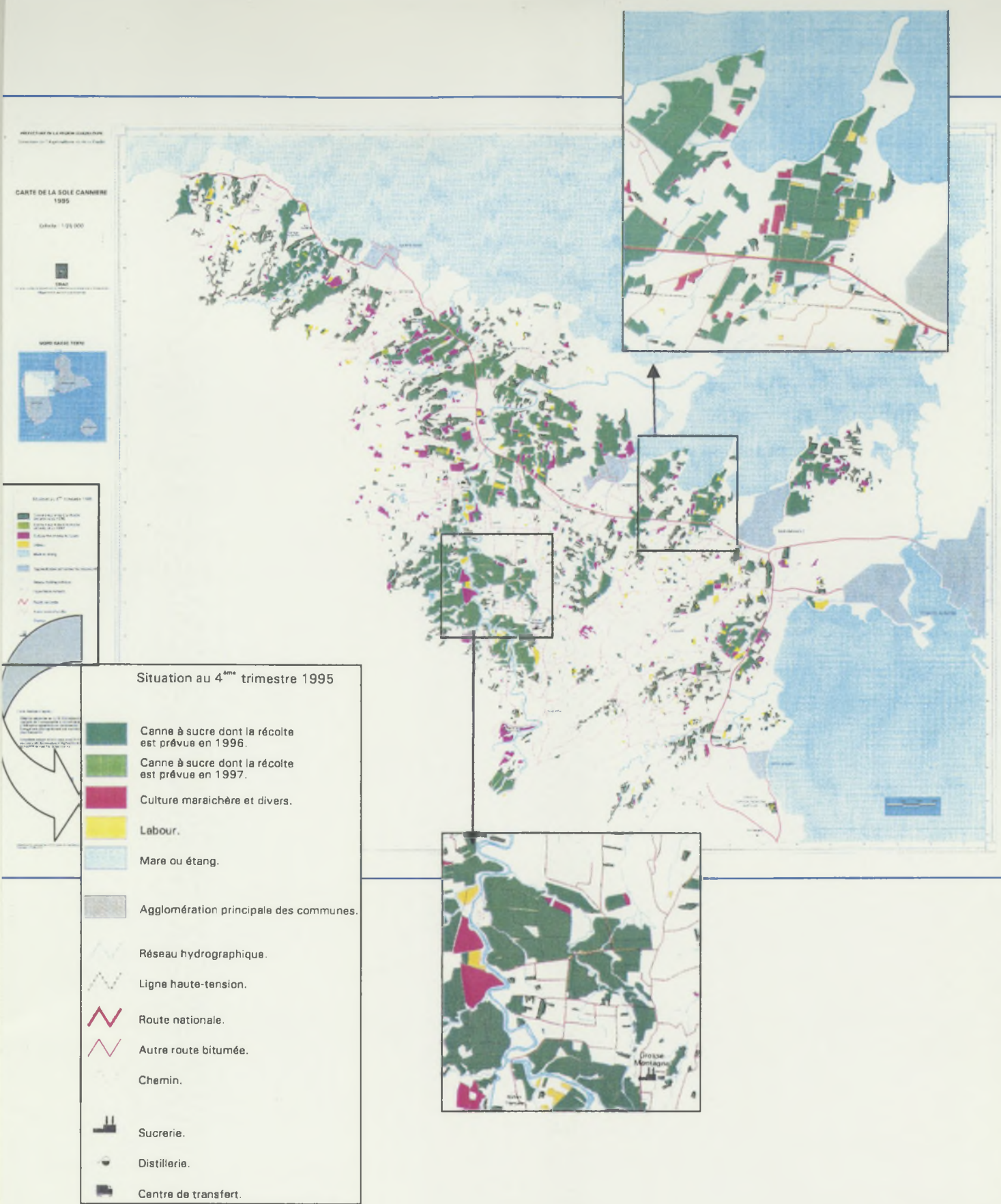


Figure 44 : Aspect et contenu de la carte au 1/25 000 des surfaces cultivées en octobre 1995 (Nord Basse Terre) (reproduction au 1/150 000 environ)

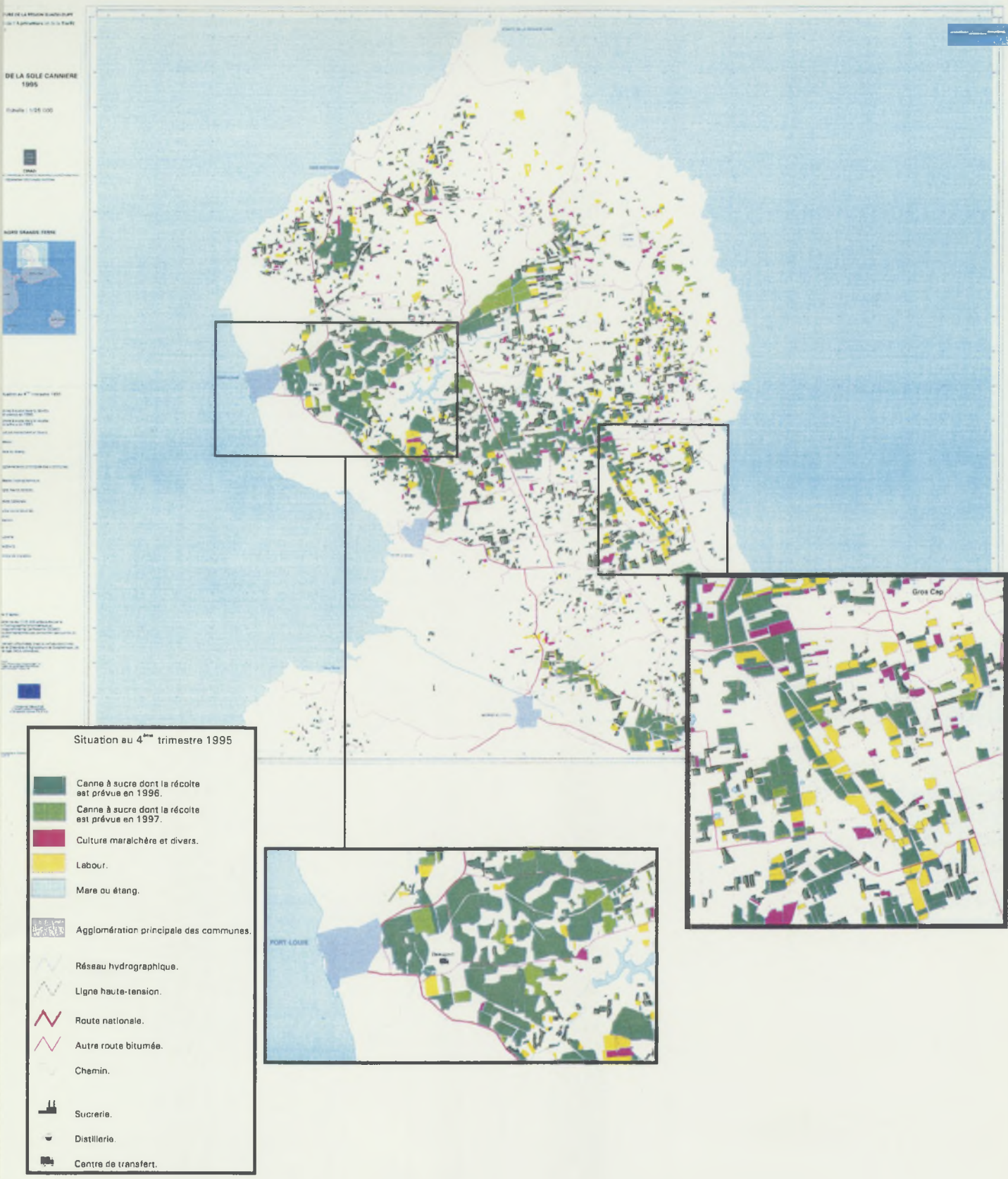


Figure 45 : Aspect de la carte au 1/25 000 du domaine cultivé (canne, maraîchage et divers) au 4eme trimestre 95. Les encarts se rapportent à la zone de l'ancienne usine de Beauport et de la zone de Gros-Cap/ Ste Marguerite ayant fait l'objet d'une analyse préliminaire de faisabilité sur l'image SPOT du 1/02/95 (cf figure 26, chapitre 3)

ARTE DE LA SOLE CANNIERE
 1995

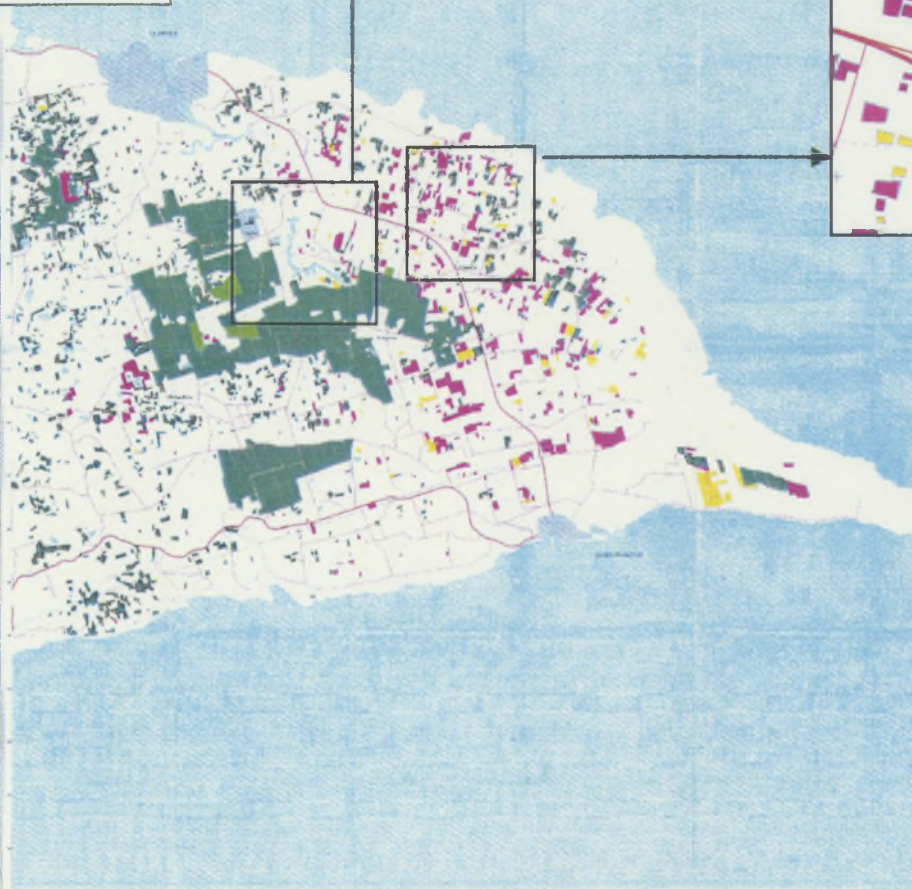
Echelle : 1/25 000



CIRAD

Département des cultures exotiques

SUD-EST GRANDE-TERRE



Situation au 4^{ème} trimestre 1995

- Canne à sucre dont la récolte est prévue en 1996.
- Canne à sucre dont la récolte est prévue en 1997.
- Culture maraîchère et divers.
- Labour.
- Mer ou étang.
- Agglomération principale des communes.
- Réseau hydrographique.
- Ligne haute-tension.
- Route nationale.
- Autre route bitumée.
- Chemin.
- Sucrerie.
- Distillerie.
- Centre de transfert.

Figure 47 : Présentation de la carte au 1/25 000 des surfaces cultivées en octobre 95 sur le sud-est de la Grande Terre.

CARTE DE LA SOLE CANNIÈRE 1995

Echelle : 1/25 000



- Situation au 4^{ème} trimestre 1995
- Culture en cours (100% récolte en 1995)
 - Culture à terme (100% récolte en 1996)
 - Culture récoltée en 1995
 - Lézard
 - Mer ou lagon
 - National (non cultivable ou protégé)
 - Métré (autres zones)
 - Ligne (autres zones)
 - Route nationale
 - Route locale
 - Chemin
 - Turisme
 - Casernes
 - Services militaires

Carte réalisée par :
Mission agricole de l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) en collaboration avec le Centre de Recherche Agronomique de la Direction de l'Agriculture et de la Pêche de la Guadeloupe, de la Martinique et de la Guyane.

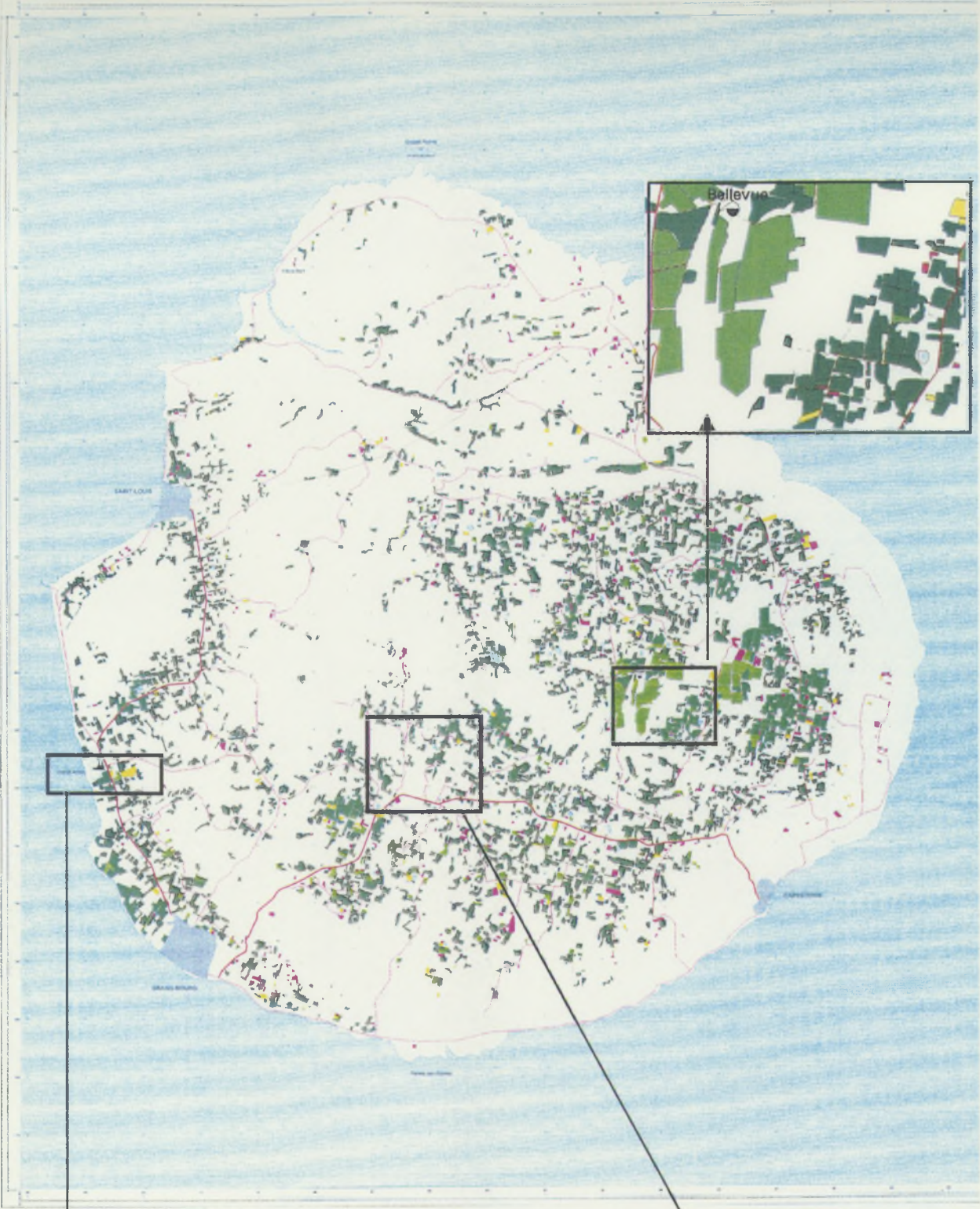
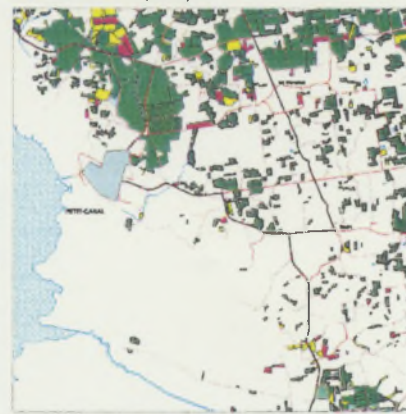


Figure 48 : Présentation de la carte au 1/25 000 des surfaces cultivées en octobre 1995 (Marie-Galante)

Cartographie des surfaces cultivées

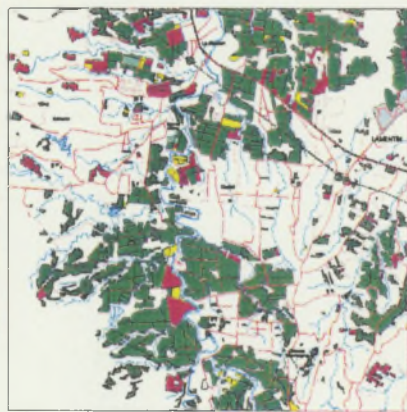


Nord Grande-Terre (détail).

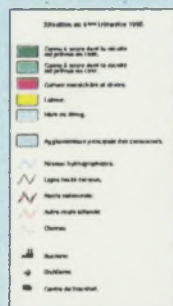


Situation au 4^e trimestre 1995.

Bassin cannier	Superficie récoltable en 1996	Nombre de parcelles	Surface moyenne
Nord de Grande-Terre	2 774 ha	2 225	1,3 ha
Sud de Grande-Terre	2 662 ha	2 488	1,1 ha
Abymes	458 ha	359	1,3 ha
Nord de Basse-Terre	3 385 ha	2 523	1,3 ha
Sud Basse-Terre	non dépouillé		
Guadeloupe Continentale	8 279 ha	7 395	1,22 ha
Marie-Galante	2 130 ha	3 633	0,6 ha



Nord Basse-Terre (détail).



Projet initié par la Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guadeloupe et cofinancé par le Fond Européen d'Orientation et de Garantie Agricole (FEOGA)



Direction de l'Agriculture et de la Forêt

Laboratoire CIG du CIRAD

Figure 49 : Reproduction d'un des posters présenté à la fête de la Science en Guadeloupe (octobre 1996) et présentant la carte au 1/75 000 des surfaces cultivées dans les bassins canniers avec les statistiques correspondantes.

4.7.4 Autres types de documents cartographiques

Quelques documents ont été produits à la demande soit pour disposer d'une carte sur un secteur particulier (commune, secteur d'intervention d'un partenaire de la filière) soit pour disposer d'un autre type de document permettant par exemple de renseigner plus précisément chaque parcelle en remplaçant les a-plats par des contours de couleur (figure 50) ou en ne faisant figurer que le parcellaire cannier.

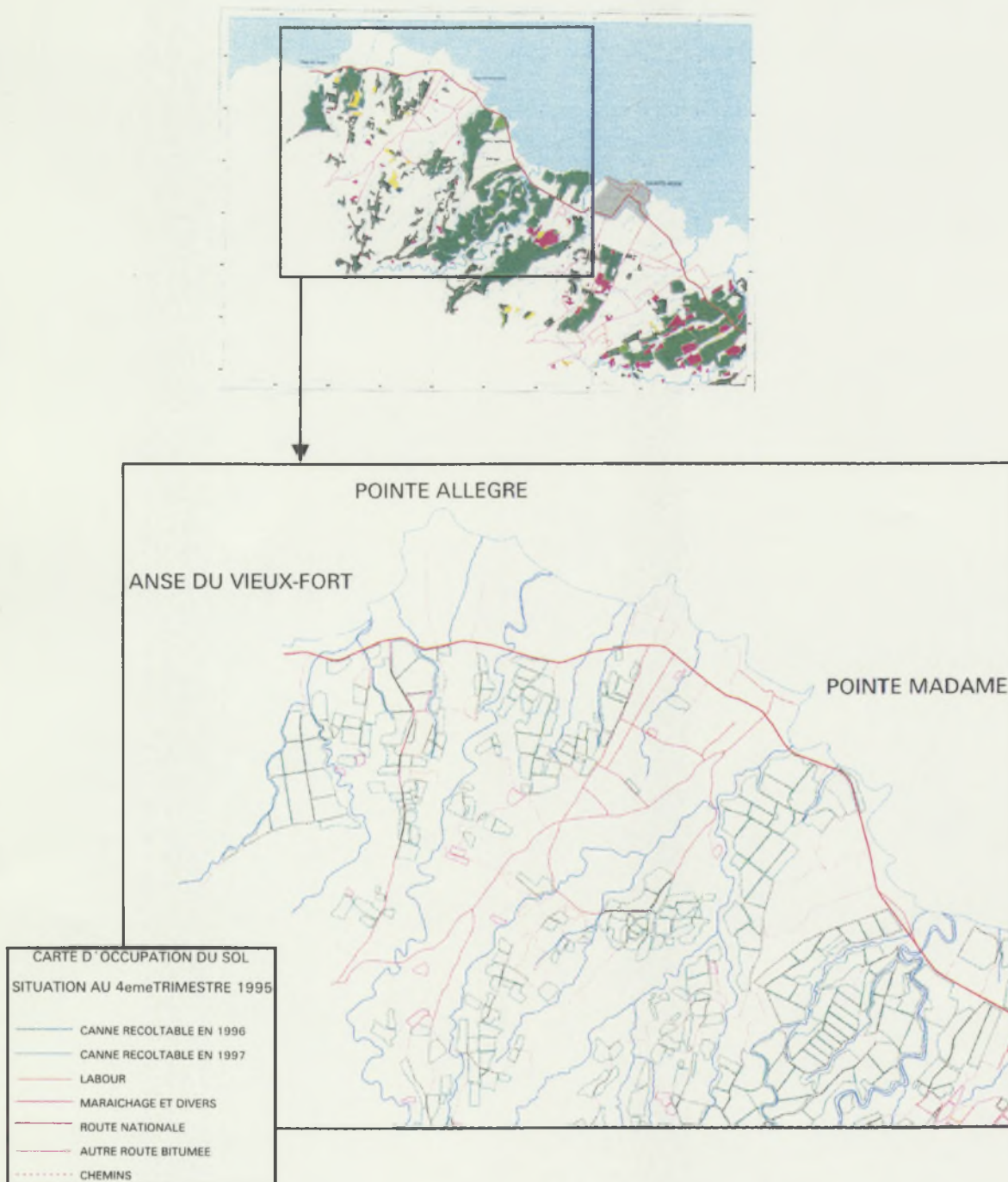


Figure 50 : Deux exemples de documents complémentaires établis à la demande des partenaires de la filière soit pour réduire la taille du support (en haut), soit pour faciliter les relevés parcellaires (en bas).

4.8 - Produits numériques

L'ensemble de la base de données graphiques et attributaires a été remis sur support numérique au format DXF (DAF) ou DWG (Chambre d' Agriculture)

Structuration de la base de données.

Le parcellaire de la canne à sucre est associé à une base de données attributaires, c'est-à-dire que chaque polygone (parcelle) contient des données le caractérisant. Outre les données qui sont fournies automatiquement par le logiciel ARC-INFO comme la surface projetée, le périmètre et le numéro de chaque parcelle, on trouve évidemment un champ permettant de préciser l'occupation du sol repérée par un numéro de type. La figure 52 ci-dessous met en évidence une parcelle (avec le croisillon rouge) et la base de données associée telle qu'elle a été fournie à la Direction de l'Agriculture et de la Forêt et à la Chambre d'Agriculture pour l'ensemble des quelque 15 000 parcelles cartographiées (14 877 parcelles de type 1 à 4).



Type	Occupation du sol
1	Canne à sucre 96
2	Canne à sucre renvoyée
3	Labour
4	Maraîchage
5	Friche
6	Végétation naturelle
8	Banane
11	jachère
12	Savane
13	Prairie

Surface projetée	Périmètre	Numéro 1995	Type 1995
33570.719	947.246	1251	1

Figure 51 : exemple : la parcelle N°1251 et ses données attributaires

5 - LES METHODES DE MISE A JOUR STATISTIQUE.

Le but des mises à jour annuelles était double :

- fournir en début d'année une estimation des surfaces **en canne à sucre** récoltables au cours de la prochaine campagne (mise à jour dite « statistique »)
- produire ensuite des documents cartographiques intégrant les modifications intervenues au niveau de chaque parcelle que ce soit au niveau de la forme ou de l'occupation du sol (mises à jour dites 'graphiques').

Les situations à établir devaient donc être le reflet de la situation de la sole cannière à la fin de chaque année calendaire, période où les dernières replantations sont effectuées. Il faut donc bien distinguer les **mises à jour statistiques** des **mises à jour cartographiques**.

Pour chacun de ces deux objectifs, il a été nécessaire de recourir à plusieurs sources de données afin de cerner au mieux la réalité mais aussi parce que certaines d'entre elles n'étaient pas disponibles pour des raisons aussi diverses que l'absence totale d'images satellitaires sans nuages en raison d'une nébulosité exceptionnelle en saison sèche, la perte soudaine et définitive du satellite SPOT 3, la panne de la caméra métrique aéroportée ou tout simplement l'inaccessibilité au sol de certains groupes de parcelles.

Nous avons donc été amenés à utiliser un faisceau de méthodes plutôt qu'une méthode unique. C'est dans ce contexte que la technique du GPS différentiel de résolution métrique qui n'avait pas été envisagée au démarrage du projet a été utilisée. La première base de référence en Guadeloupe a été installée à la station du CIRAD de Petit-Bourg fin 1997.

Nous ne reprendrons donc pas la chronologie détaillée des opérations menées durant les 5 ans de mise à jour mais nous en présenterons les grandes tendances ainsi que chacune des méthodes et des sources de données utilisées en insistant sur la nécessaire intégration de données multisources pour mener à bien un tel projet.

Au préalable, nous rappellerons les principaux résultats et les conclusions des travaux de statistique et géostatistique menés à partir des données cartographiques de 1995.

5.1 - Etude des potentialités des sondages aréolaires combinés ou non aux techniques de géostatistique

Ces travaux ont été menés dans le cadre des stages de DEA de biostatistique et géostatistique effectués par Thierry Belouard (Université MPL II) et Xavier Emery (Ecole des Mines de Paris).

L'objectif était de connaître le comportement des différents types d'échantillonnage pour déterminer les proportions en canne à sucre.

L'intérêt était de simuler un grand nombre de sondages dans chacun des types d'échantillonnage et de mesurer leur écart à la vraie valeur que nous connaissions puisque nous disposions des résultats de la cartographie exhaustive.

Malgré la difficulté de mise en œuvre d'une méthode de ce type pour la mise à jour, les différentes techniques de **sondage par points** ont été étudiées sur une zone carrée de 8km de côté située au nord Basse Terre.

La taille de l'échantillon est fonction :

-de la marge d'erreur d que l'on accepte pour notre estimation p autour de la vraie valeur P .

(on veut que $|p-P| \leq d$)

-du niveau de confiance α que l'on demande à cet intervalle .

La figure 52 présente les courbes paraboliques donnant le nombre d'échantillons dans le cas d'une population vaste (cas du sondage par points) pour quatre marges d'erreurs et quatre niveaux de confiance pour P

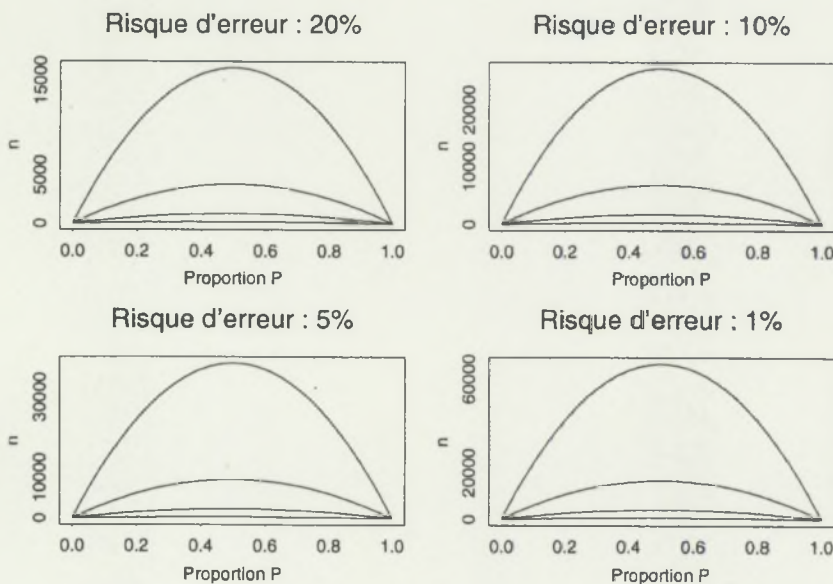


Figure 52 : taille de l'échantillon pour 4 marges d'erreur et, de la courbe la plus haute à la plus basse, 4 niveaux de précision : $\pm 0,5\%$, $\pm 1\%$, $\pm 2\%$ et $\pm 5\%$, (T. Belouard, 1997)

Ces courbes mettent bien en évidence la nécessité d'avoir beaucoup plus de points lorsque la proportion de canne est d'environ 50 %. Ceci provient du fait que la variance d'une loi binomiale est plus importante si la proportion est de 0,5 que si elle est faible ou forte.

Le calcul montre que dans le cas d'une surface de 100 000 ha, pour avoir $\pm 1\%$ sur les proportions en canne, c'est à dire ± 1000 ha, il faudrait 4 900 points. Mais pour avoir une précision de $\pm 0,5\%$ soit 500 ha il faudrait 19 600 points !! Pour obtenir la précision souhaitée, il eut été nécessaire d'augmenter considérablement la taille de l'échantillon et donc de recourir à un trop grand nombre d'enquêteurs.

Remarque : la comparaison des différents modes de tirage de cet échantillon a été effectuée sur une zone carrée de 8km sur 8km dans le nord de la Basse Terre. La zone a été divisée en 800 x 800 cellules de 10 m de côté assimilées à un point et 4 modes d'échantillonnage ont été testés après avoir effectué 1000 tirages pour chacun d'eux. L'échantillonnage systématique aligné s'est révélé le plus précis mais présentant évidemment un risque de biais dans le cas par exemple où il y aurait une périodicité dans la régionalisation.

Nous avons donc plutôt envisagé un sondage par segment pour estimer les surfaces en canne récoltables l'année suivante.

Pour l'étude des **sondages par segments** (les unités échantillonnées ne sont plus des points mais des portions de l'espace donc des surfaces), c'est l'ensemble du bassin cannier de Nord Basse Terre qui a été retenu . Quatre tailles de segments ont été choisies : 1ha, 9ha, 36ha et enfin 900ha (cas des photos aériennes). On notera que la zone d'étude qui se définit comme l'ensemble des segments, croît avec la taille des segments (figure 53)

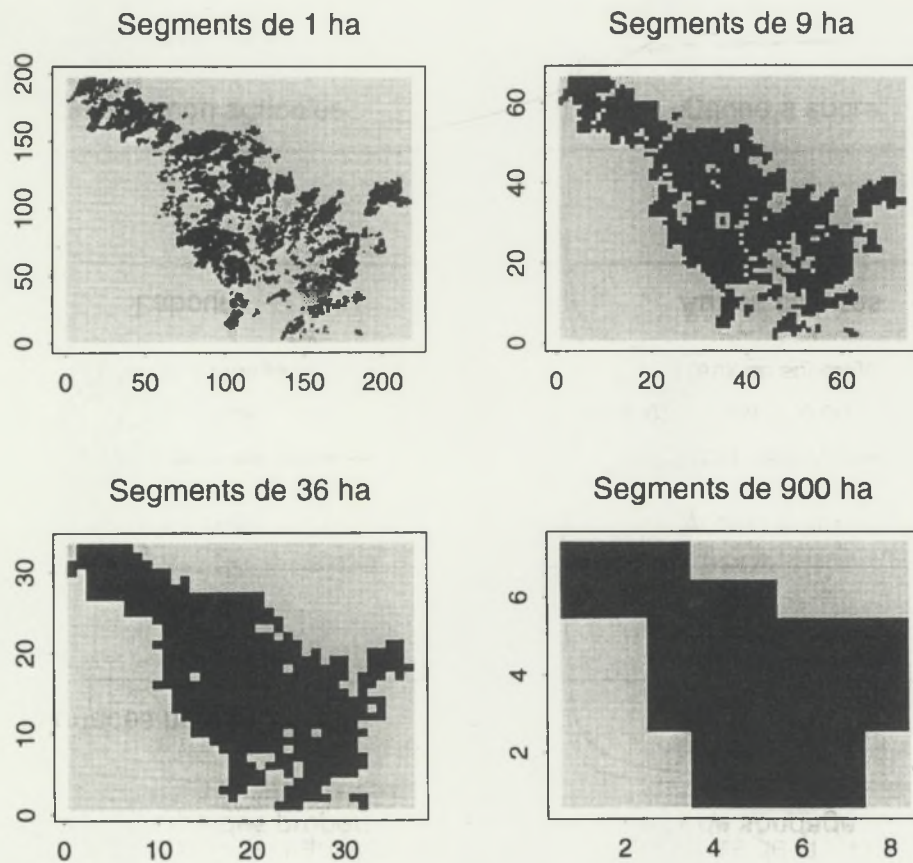


Figure 53 : Limites de la zone cannière en fonction de la taille des segments (T.Belouard)

Dans ce cas, l'estimateur de la proportion d'un type d'occupation du sol est donné par la moyenne des proportions des segments échantillonnés. Les résultats se dégradent avec l'augmentation de la taille des segments : à taux d'échantillonnage fixé, les écarts-types d'estimation globale augmentent avec la taille des segments (figure 54)

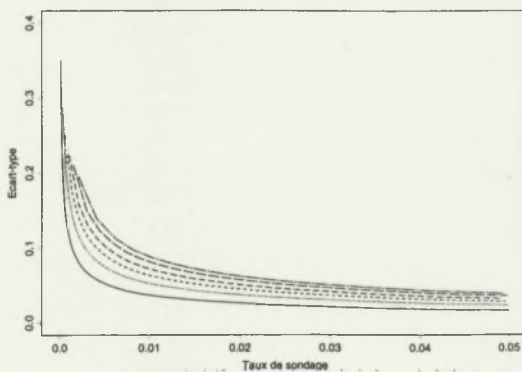


Figure 54 : écart-type de l'estimateur de proportions de canne en fonction du taux de sondage pour différentes tailles de segments (1, 4, 9, 1-, 25 et 36 ha du bas vers le haut)

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats avec la précision souhaitée dans le cadre du présent projet pour les estimations annuelles de surfaces récoltables .

c. $\sigma = 0,01$

Taille	Surfaces non agricoles		Canne à sucre		Labour		Autres surfaces agricoles		Erreur (ha)		N	(ha)
	n	f	n	f	n	f	n	f	(ha)			
1 ha	980	0,110	1075	0,121	63	0,007	406	0,046	178	8882	8882	
4 ha	662	0,226	643	0,219	25	0,009	185	0,063	235	2932	11728	
9 ha	477	0,311	445	0,290	14	0,009	111	0,072	276	1534	13806	
16 ha	359	0,376	328	0,343	8	0,008	75	0,079	306	955	15280	
25 ha	290	0,438	265	0,400	5	0,008	47	0,071	331	662	16550	
36 ha	237	0,488	214	0,440	5	0,010	37	0,076	350	486	17496	
900 ha	28	0,824	27	0,794	1	0,029	4	0,118	612	34	30600	
points	2499	-	2360	-	150	-	818	-	178	Infini	8882	

d. $\sigma = 0,005$

Taille	Surfaces non agricoles		Canne à sucre		Labour		Autres surfaces agricoles		Erreur (ha)		N	(ha)
	n	f	n	f	n	f	n	f	(ha)			
1 ha	2945	0,332	3153	0,355	246	0,028	1426	0,161	89	8882	8882	
4 ha	1578	0,538	1552	0,529	96	0,033	621	0,212	117	2932	11728	
9 ha	987	0,643	951	0,620	55	0,036	365	0,238	138	1534	13806	
16 ha	675	0,707	646	0,676	29	0,030	242	0,253	153	955	15280	
25 ha	502	0,758	482	0,728	18	0,027	155	0,234	166	662	16550	
36 ha	385	0,792	369	0,759	16	0,033	120	0,247	175	486	17496	
900 ha	33	0,971	32	0,941	1	0,029	11	0,324	306	34	30600	
points	9993	-	9440	-	597	-	3269	-	89	Infini	8882	

Tableau 20 : tailles des échantillons(n),taux de sondage (f) et erreurs faites sur les surfaces avec un niveau de confiance de 95% pour deux écarts-types, pour les différents types d'occupation du sol et pour différentes tailles de segments

On constate que pour faire une erreur minimale de 178 ha en plus ou en moins pour la canne, il faudrait prendre 1075 segments de 1 ha (taux de sondage de 12, 1%) contre seulement 63 segments pour le labour (taux de sondage : 0,7%). On notera qu'il faudrait 2360 points dans le cas d'un sondage par points pour obtenir la même erreur .

Pour faire une enquête avec une erreur inférieure à 100ha, il faudrait travailler avec des taux de sondage de 30 %, ce qui n'est pas envisageable non plus dans le cas d'une enquête sur le terrain. Enfin, pour obtenir la même précision à partir de photos aériennes (900 ha), il faudrait couvrir l'ensemble du Nord Basse Terre.

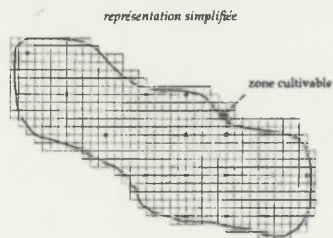
Un échantillonnage par segments n'est donc pas la bonne solution pour estimer les surfaces en canne du Nord basse Terre avec la précision souhaitée. Les conclusions seraient probablement à peu près identiques sur les autres bassins canniers.

Une étude complémentaire a donc été menée pour déterminer quel pourrait être l'apport de la **géostatistique** pour améliorer la précision des estimations classiques par sondages aréolaires. Le travail a été effectué sur la même zone mais après une stratification préalable qui ne conservait que le domaine cultivable (élimination des zones urbaines les plus importantes, des mangroves etc..). Pour l'estimation globale, il a été décidé de raisonner en surfaces plutôt qu'en proportions de façon à ne pas être dépendant de la taille de la zone d'étude. Plusieurs stratégies d'échantillonnage ont été examinées en faisant varier le type d'échantillonnage (systématique à maille carrée, à maille hexagonale, aléatoire) la surface des unités sondées (de 1 ha à 25 ha) et le taux de sondage (de 11, 1% à 3,12%) ;

Figure 55

échantillonnage systématique à maille carrée (taux $1/25 = 4\%$) :

On échantillonne un hectare tous les 500 mètres dans les directions nord-sud et est-ouest, ce qui correspond à un taux d'échantillonnage de $1/25$ (les taux habituellement pratiqués sont de l'ordre de quelques pour-cent).



Pour l'estimation globale des surfaces à partir d'un échantillonnage par segments, l'un des intérêts de la géostatistique est de fournir une variance d'estimation grâce aux méthodes transitives. L'approche transitive est à la fois simple et plus efficace que les techniques de (co)krigeage, lesquelles se heurtent à des problèmes de *stationnarité* en bordure de la zone d'étude, ainsi que des problèmes d'*ergodicité* (en termes plus simples, la zone d'étude est trop petite par rapport à la taille des segments envisagés).

En ce qui concerne la stratégie d'échantillonnage, l'estimation globale étant quasiment la même que celle obtenue par les méthodes classiques, on pourra utiliser ces dernières et effectuer des sondages stratifiés non alignés ou stratifiés aléatoires pour réduire les risques de biais.

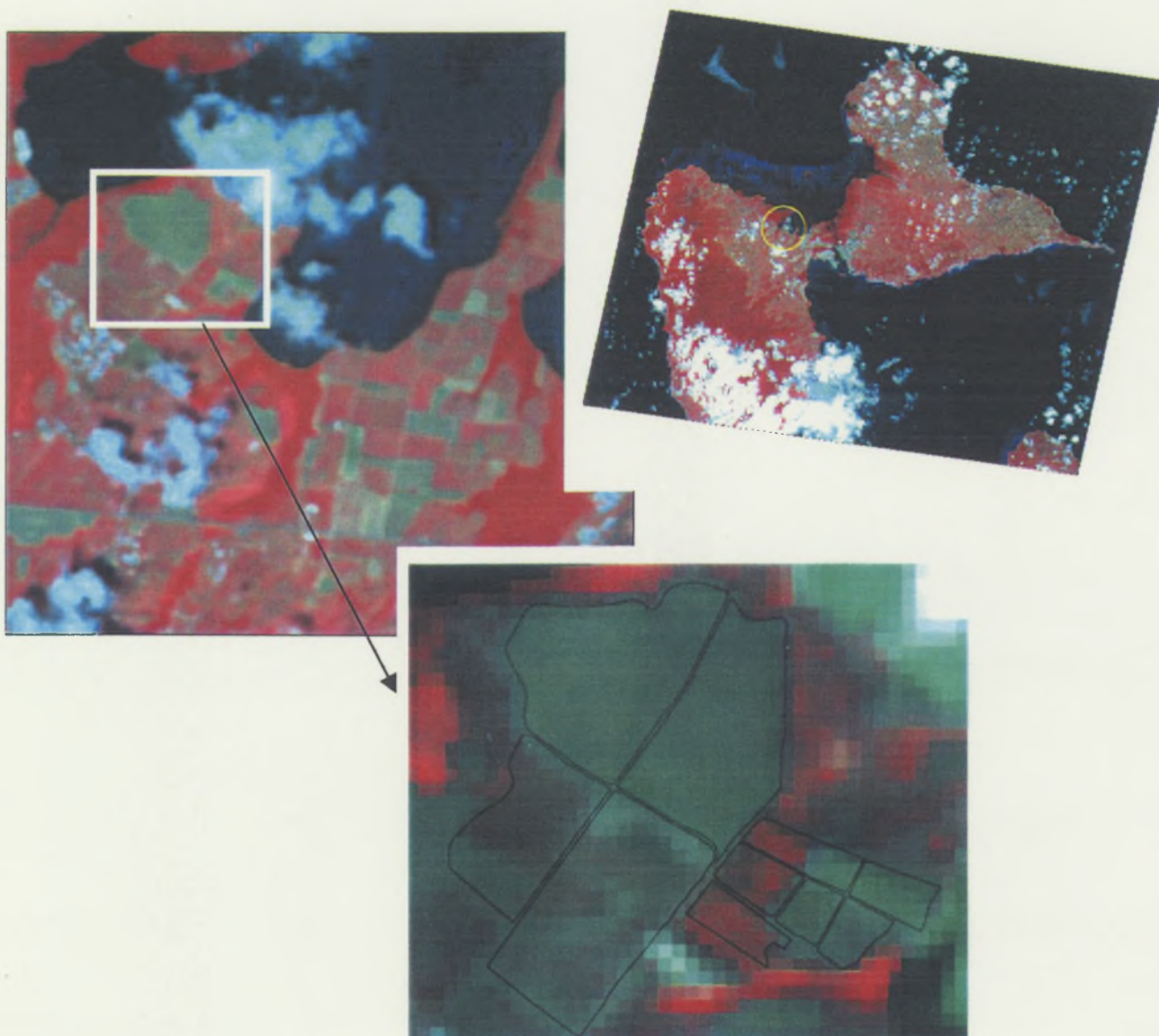
« Il convient de signaler que les estimations obtenues à partir de sondages par gros segments ont une variance plus élevée que des estimations obtenues par sondages ponctuels au même taux. Avec des segments de 25 hectares, il faudrait augmenter bien au-delà de 11 % le taux de sondage pour avoir la précision souhaitée d'une centaine d'hectares. Ainsi, malheureusement, l'échantillonnage par segments n'est pas adapté à l'estimation précise des surfaces cultivées en canne à sucre : à taux d'échantillonnage égal, un sondage par segments introduit une plus grande variance d'estimation globale qu'un sondage ponctuel que l'estimation soit faite par les méthodes classiques ou transitives. »

(extrait de la conclusion du mémoire de Xavier Emery, 1997)

5.2 - Utilisation de données satellitaires et d'enquêtes de terrain

L'analyse de données satellitaires SPOT combinée à des relevés au sol a été utilisée les deux premières années comme cela avait été proposé . Les données radar ERS-2 ont été utilisées en année 3. En 1996, l'analyse de la pluviométrie et des itinéraires techniques de l'année nous a conduit à programmer deux images SPOT pour accéder à une estimation des évolutions et à évaluer les surfaces récoltables en 1997. On notera que les dernières plantations susceptibles de produire de la canne récoltable l'année suivante sont effectuées fin septembre en moyenne mais sont quelquefois plus tardives. En conséquence, si l'on programme un enregistrement à cette période, on ne pourra pas disposer d'une image SPOT avant début novembre.

Les images obtenues en 1996 (XS du 31-08-96 et du 01-10 96 ainsi que celle du 22-10 sur Marie-Galante) ont en premier lieu fait l'objet d'une correction géométrique à partir de points d'amer de façon à pouvoir leur superposer le parcellaire cartographié en 1995.



Superposition de l'image SPOT XS d'août 1996 au parcellaire de fin 1995

Figure 56 : superposition du parcellaire de 1995 à l'image SPOT XS du 31 août 1996

Il faut toutefois signaler que dans de rares secteurs au relief très tourmenté, la superposition ne peut être réalisée correctement que sur des orthoimages obtenues après utilisation d'un modèle numérique de terrain (MNT) (cf figure 57)

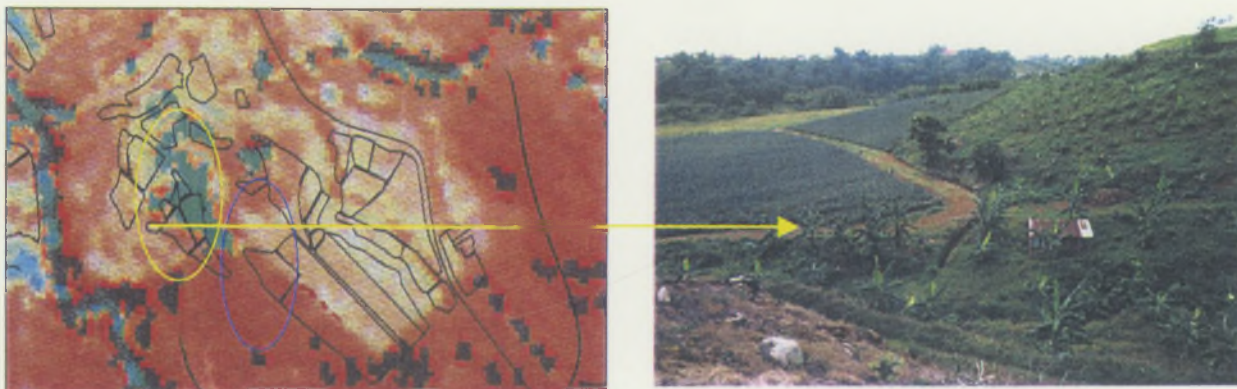
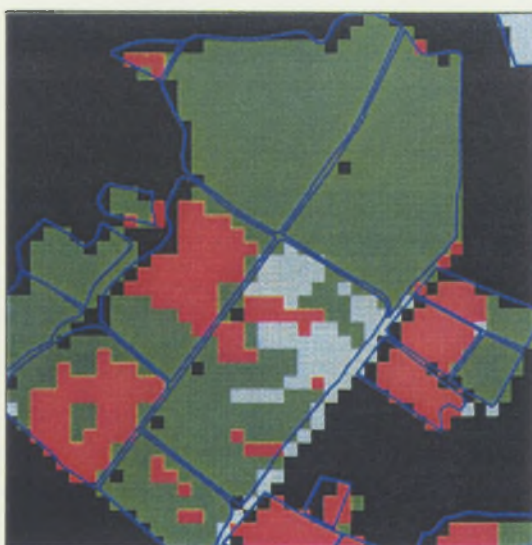


Figure 57 : Décalage pouvant être observé exceptionnellement entre le parcellaire en trait noir dans le système UTM et le parcellaire tel qu'il apparaît sur l'image après une simple correction géométrique à partir de points d'amer . A l'intérieur de l'ellipse jaune, on reconnaît sur l'image le parcellaire en vert alors que dans l'ellipse bleue il apparaît en blanc. Ce décalage est ici très aisément observable en raison de la forme particulière du parcellaire. (1 pixel représente 20m).

L'analyse multitemporelle des deux images du 31-08 et du 1-10-96 a permis de réaliser une classification mettant en évidence les parcelles labourées depuis la dernière récolte. Certains labours effectués après le 1-10 n'étaient donc pas pris en compte mais ceci ne présentait aucun inconvénient pour l'estimation des surfaces récoltables en 1997 car les plantations tardives sont destinées à la « grande culture » et ne sont pas récoltées l'année suivante (excepté quelques parcelles en pépinières et qui ne sont donc pas à prendre en compte dans les estimations en canne destinées à la sucrerie)



Une partie de ces labours se situaient sur des parcelles de canne récoltées en 1996 mais pouvaient également se situer sur d'autres parcelles, soit d'anciennes cultures soit d'anciennes friches remises en culture. Une mission terrain a donc été effectuée au préalable afin de connaître l'occupation du sol des parcelles cartographiées en labour à la fin de l'année 1995

Figure 58 : Superposition du parcellaire de 1995 au résultat de la classification des images SPOT de 1996

La couche d'information (raster) issue de la classification a été superposée au parcellaire (vecteur) existant puis par intégration de ces données (intégration 'raster-vecteur'), il a été effectué une classification dite 'par parcelle', c'est à dire que l'ensemble des pixels d'une parcelle ont été affectés à une classe donnée (labour ou canne) lorsqu'un nombre minimum de ces pixels appartenait à cette classe (la valeur du seuil étant paramétrable, par exemple en fonction du contexte). On disposait donc ainsi d'une couche constituée des parcelles qui étaient en culture début 96 et labourées après la récolte 96 . Cette couche permettait également par différence de faire apparaître les parcelles toujours en canne à la fin 96 . On disposait donc de trois couches :

- les parcelles de canne dites '97' (grande culture en 95 donc 'récoltables seulement en 97') qui en toute rigueur ne devaient pas être modifiées.
- les parcelles labourées en 1996.
- les parcelles de canne récoltées en 1996 et désormais en repousse.

Il subsistait toutefois trois difficultés pour utiliser telles quelles les deux dernières couches :

a) *les parcelles labourées en 1996 n'étaient pas systématiquement plantées ou replantées en canne récoltable en 1997 :*

-soit tout simplement parce qu'elles n'étaient pas replantées en canne mais en maraîchage, ou même laissées telles quelles

-soit parce qu'elles étaient replantées en canne mais trop tardivement pour une récolte l'année suivante. En accord avec les professionnels de la filière nous nous sommes fixés la date arbitraire du 1er octobre à partir de laquelle on pouvait raisonnablement considérer qu'une parcelle serait conduite en 'grande culture'. Il est évident que cette date est variable d'une année sur l'autre et dépend des événements climatiques de la campagne (sécheresse, tempêtes ..) ou du contexte social).

Dans tous les cas, ni le devenir de ces labours ni surtout la date de replantation ne pouvaient être déduits de l'analyse des images de cette période. Or, les dates de replantation figuraient sur les dossiers de replantation.

En conséquence, le pourcentage des labours replantés en canne avant le 1^{er} octobre a été calculé à partir des dossiers de replantation.

Nous tenons à remercier ici les SICA qui nous ont communiqués ces données rapidement malgré leur charge de travail toujours importante à cette période

b) *La nébulosité* observée sur l'île entre juillet et décembre ne permettait pas d'avoir la situation exacte des labours car de nombreuses parcelles étaient recouvertes de nuages. Or, il était indispensable de connaître au moins leur situation (labour, non labour) pour réaliser les estimations ci-dessus : une enquête de terrain a donc été programmée afin de visiter chacune des parcelles concernées (cf figure 59 ci-dessous)



Figure 59 : extrait de la classification des images SPOT sur une zone particulièrement nuageuse du Nord Basse Terre (en bleu clair les parcelles à visiter car recouvertes de nuages)

c) certaines parcelles non labourées pouvaient être des parcelles abandonnées. Or le pourcentage de parcelles abandonnées est difficile à connaître sans informations en provenance du terrain. En effet on peut affirmer que ces friches se situent sur des parcelles de canne à la fois non labourées en 1996 et non labourées en 95 mais il est difficile d'aller plus loin pour réduire le nombre de parcelles à contrôler (susceptibles d'avoir été abandonnées).

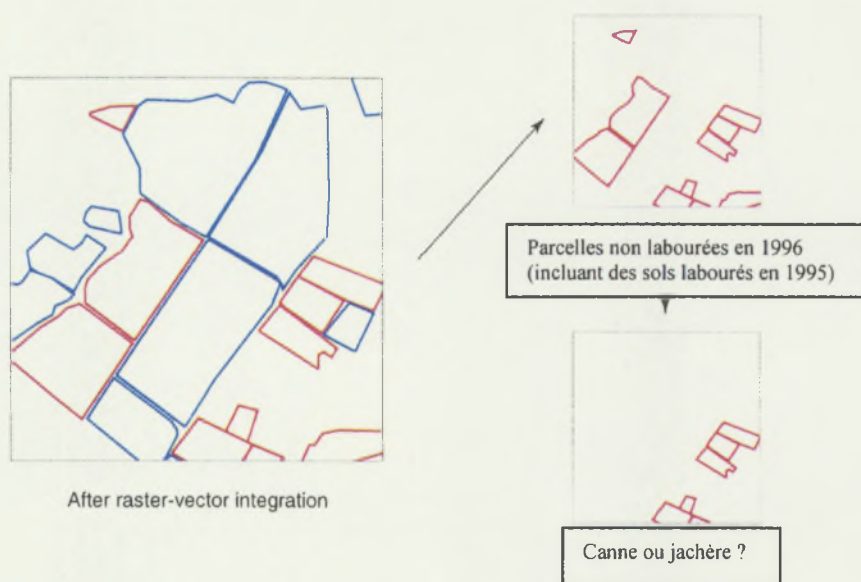


Figure 60 : démarche utilisée pour réduire au maximum le nombre de parcelles à visiter sans sous-estimer les abandons..

Afin de pouvoir accéder à ces données et d'effectuer les ajustements nécessaires, il a été mené une enquête par sondage sur des sites échantillons considérés comme représentatifs des différentes situations. Cette enquête a bien entendu été réalisée en même temps que la visite des parcelles sous nuages, en particulier pour des raisons logistiques.



GRANDE-TERRE Les Abymes (Image SPOT 31/08/96)
 Parcelaire à enquête
 Rouge : Canne 96 Non Labourée (- labouré en 95)
 Bleu clair : Canne 96 sous nuage
 Rose : Canne 96 non caractérisée (code -1)
 Jaune : Labour 95 en végétation
 Violet : Labour 95 non caractérisé (code -1)

Figure 61 exemple de retour de document d'enquête 96 sur un des sites-échantillons retenus (ici Abymes)

Remarque : le devenir des labours de l'année précédente

Rappelons que la carte de la sole cannière établie en première année et donnant la situation à la fin 95 faisait apparaître de nombreux labours dont l'affectation future était inconnue.

La situation d'une partie de ces parcelles avant la récolte 96 a pu être déduite de leur comportement radiométrique sur les images SPOT acquises en 1996. Par contre une incertitude subsistait pour un certain nombre d'entre elles et celle-ci n'a pu être levée que dans le cadre d'une mission préalable de terrain

Figure 62: Extrait d'une des cartes au 1:25 000 utilisée pour renseigner les labours de 1995 (ici au nord-ouest de Campêche)

Légende : 97 = canne plantée en grande culture en 95
 M = maraîchage,
 F = friche



Sources d'erreurs dans les estimations :

Par défaut :

a) parcelles brûlées classées en labour le 31-08, car le sol apparaît nu alors qu'il est non labouré. Il sera donc déduit des parcelles de canne restées en canne alors que c'est une parcelle toujours en canne



Figure 63 : aspect d'une parcelle brûlée en juin sur une image SPOT (composition colorée RVB 3-2-1)

b) parcelles replantées et qui n'ont pas fait l'objet d'un dossier de replantation. Elles sont plus nombreuses qu'on ne le pense (5 à 10 % des replantations sur Marie-Galante)

En effet, certains planteurs préfèrent par convenance personnelle ne pas être déclarés. D'autres ne déclarent pas leur replantation car celle-ci n'a pas été réalisée avec des plants agréés (par exemple absence de plants disponibles en pépinière au moment voulu). Ainsi, à Marie-Galante, les pépinières officielles du CTICS sont peu nombreuses et insuffisantes pour les replantations (5 hectares). Il faut donc évaluer le nombre d'hectares de cannes qui devront être coupées en fin d'année pour les pépinières et ne seront donc pas récoltables l'année suivante (par exemple 20 hectares à couper pour replanter 100hectares).



Figure 64 : exemple de parcelle replantée sans dossier signalée par l'UDCAG

Par excès : si certains labours nous échappent, (non détectés sur les premières images), ils ne seront pas soustraits de la couche cannes en repousses et seront donc comptés deux fois au lieu d'une. De plus, si ces labours sont plantés en maraîchage, on va les compter deux fois au lieu de zéro. Mais fort heureusement, ce n'est pas parce qu'un labour est effectué tôt qu'il y a replantation précoce. En effet, les CUMA étant très occupées par la récolte, les plantations démarreront en général mi-juin et le labour restera visible sur les images (un griffage de la parcelle sera simplement effectué avant replantation)

Il est donc indispensable de programmer les images à la période idéale pour que tous les labours soient bien visibles. Nous avons donc été amenés à suivre au plus près le déroulement de la campagne agricole dans chacun des différents bassins. Ainsi en 1996, la récolte a été prolongée jusqu'au début juillet et en 1997



Figure 65 : aspect d'une parcelle avec labour précoce dont une partie a été replantée plus tôt, environ 3 semaines avant l'autre (SPOT août 1996)

Remarque : apport de l'imagerie radar en bande C pour l'estimation des abandons

L'apport de l'imagerie radar dans ce domaine a été testé en 1997 à l'occasion d'une triple acquisition d'images ERS-2 (juin, septembre et octobre 1997) acquises dans le cadre du projet de cartographie des bananeraies .

La composition colorée réalisée (juin en bleu, septembre en vert et octobre en rouge) a montré qu'il était possible de mettre en évidence les parcelles de banane (en blanc ou gris clair) du fait de l'importante rétrodiffusion du feuillage à ces 3 dates. En conséquence ceci permet de mettre en évidence des parcelles qui sont très vraisemblablement cultivées en banane puis, par comparaison avec l'année précédente, d'évaluer **l'importance de la disparition des surfaces en canne au profit de la banane**. Deux exemples sont donnés ci-dessous sur deux bassins canniers de la Grande Terre où le pourcentage d'implantation de la banane était très différent.



Figure 66 : Apport de l'imagerie radar pour évaluer l'importance des transformations du parcellaire cannier sur Grande Terre en 1997 (en haut : Ste Marguerite ; en bas: Les Abymes)

On notera toutefois que cette méthode de discrimination s'applique efficacement aux parcelles de banane présentant un couvert suffisamment dense aux 3 dates ci-dessus mais que dans certains secteurs elle fournit une information entachée d'une erreur par excès. C'est ainsi que dans le secteur de Birmingham au nord-est de Baie-Mahault (figure 67) toutes les parcelles de banane-fruit sont apparues en jaune ou jaune-orangé et que l'on a en conséquence enregistré quelques confusions avec certaines replantations en canne (apparaissant, comme les bananes en jaune vif, dans le cas où les cannes étaient encore sur pied le 29 juin !). On constate par contre que les parcelles qui ne sont plus cultivées en banane ou qui avaient été cartographiées en banane suite à une erreur d'enquête sont **immédiatement détectées**. (en gris-noir). Dans les deux cas, ceci permet de mettre l'accent sur des parcelles devant faire l'objet de modifications au niveau de leur affectation d'occupation du sol et qu'il restera à préciser par un contrôle et des mesures terrain (cf chapitre 6 : mise à jour graphique).

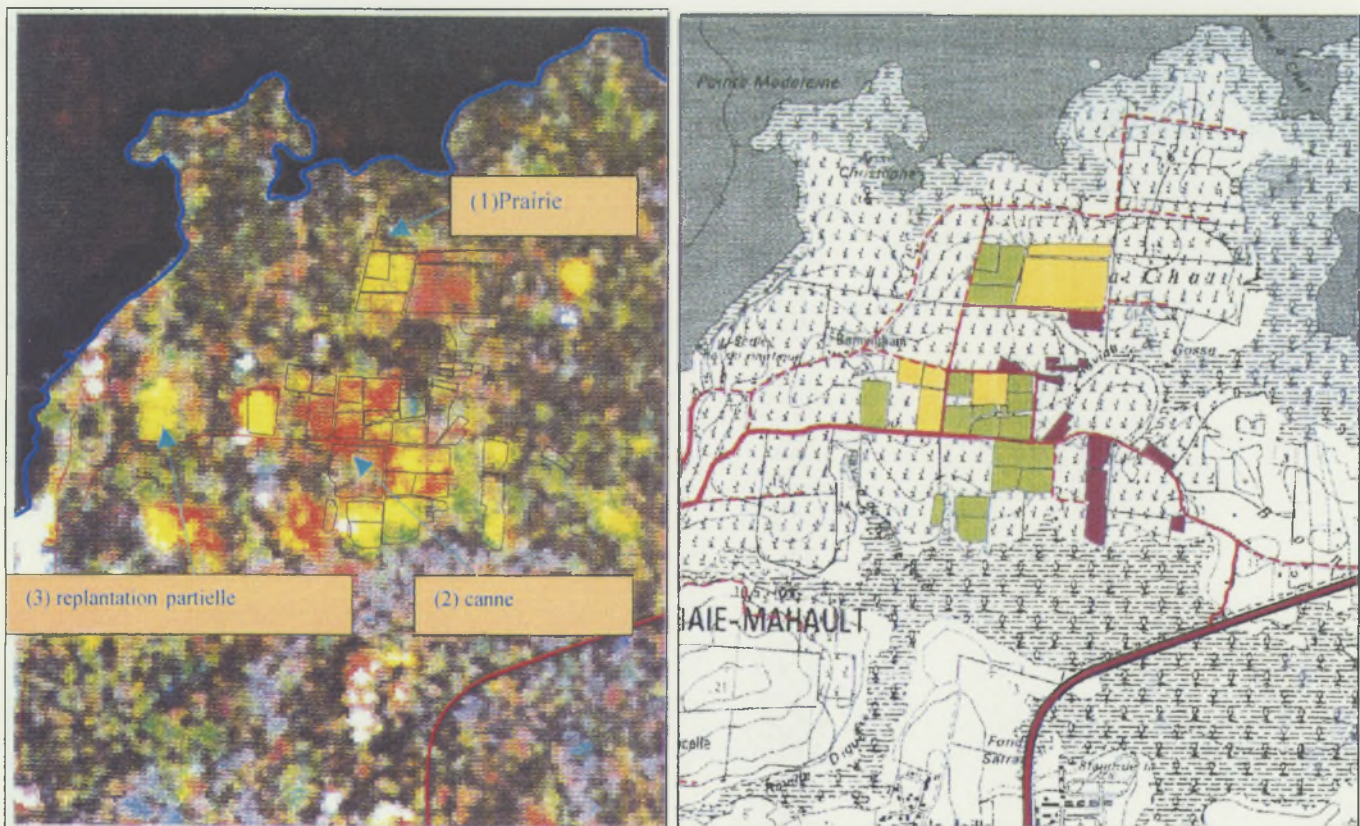


Figure 67 : confusions possibles à partir de l'imagerie radar ERS-2
(secteur du GFA 'Birmingham' au nord-est de Baie-Mahault)

- à gauche, la composition colorée multidate en RVB (octobre, septembre et juin 97) .
- à droite : la carte d'occupation du sol établie dans le cadre du projet cartographie des bananeraies

5.3 - Estimation des surfaces à partir d'un contrôle systématique de l'occupation du sol sur certaines zones-échantillons (années 3 et 5)

Nous avons préféré y recourir à deux reprises pour nous assurer qu'il n'y avait pas de dérive trop importante des résultats. Ce contrôle pouvait être réalisé de deux façons différentes : sur le terrain ou bien à partir de photographies aériennes :

a) contrôle terrain des modifications d'occupation du sol (année 3)

Il a été décidé de mettre en oeuvre en 1997 un contrôle de ce type pour deux raisons majeures :

- l'impossibilité de disposer de données de télédétection suite au grave problème survenu au satellite SPOT 3. *

* Space News InNet numero 116

jeudi 28 novembre 1996

SPOT 3 EST PERDU

La nouvelle tombe brutalement le 15 novembre. La veille, une anomalie sur la plate-forme du satellite de télédétection Spot-3 a conduit à une perte du contrôle d'attitude. Les efforts des équipes opérationnelles ne parviendront pas à remettre le satellite en configuration nominale. Spot Image annonce alors que le satellite n'est plus en mesure d'assurer sa mission commerciale. Une commission d'enquête a été constituée pour déterminer la cause de l'incident.

Les satellites SPOT-1 (remis en service à cette occasion) et SPOT-2 ne possédant plus d'enregistreurs de bord, la seule possibilité pour obtenir des images SPOT sur les Antilles était de passer par la station de Cotopaxi en Equateur. Celle-ci n'a toutefois pas été dans la capacité d'effectuer un service suivi et de ce fait, aucune image SPOT n'a pu être obtenue en 1997. Quant aux images Landsat, l'impossibilité de programmer ne permettait pas d'obtenir avec certitude une image sans nuages.



Ainsi, en l'absence d'images sur l'ensemble de la zone cannière, la méthodologie utilisée en 2ème année (classification d'images puis intégration raster-vecteur décrite au paragraphe précédent) n'était plus envisageable. Il fallait donc trouver d'urgence une solution permettant de fournir une estimation avant le début de la récolte 1998.

- l'importance des changements intervenus dans le parcellaire cannier

Etant donné la difficulté à repérer les abandons avec la méthode précédente, il avait été effectué fin 96 un sondage au sol afin d'évaluer leur importance. Or, ce travail avait souffert d'une certaine imprécision en raison surtout de l'importante variabilité de ce phénomène. Il aurait été préférable d'effectuer une stratification préalable à partir de critères en relation uniquement avec le caractère 'abandons'. Devant l'importance des transformations survenues en Grande Terre depuis 2 ans en faveur de la banane, il était de toute façon urgent de faire un point graphique précis fin 97 sur les parcelles abandonnées. Ce point nécessitait d'effectuer un contrôle exhaustif du territoire de chaque bassin cannier. Il a donc été décidé d'en profiter pour effectuer un repérage systématique de tous les changements d'occupation du sol relatifs à la sole cannière (ouverture, disparition, changement de forme)

L'ensemble des parcelles de 1996 a donc été systématiquement contrôlé à partir de novembre 1997 et tout changement d'occupation du sol a été noté sur des documents d'enquête au 1/10 000 préparés à cet effet. Ceux-ci ont été confectionnés sur fond de scan IGN afin d'améliorer le repérage au sol et de travailler plus rapidement . Ce travail visait bien évidemment à réaliser par la suite la mise à jour graphique (voir ci-après chapitre 6) mais il a été utilisé également pour fournir, avant le début de la récolte, une estimation des surfaces récoltables à partir de l'échantillon représentatif constitué par les planches déjà enquêtées à la fin janvier sur la Guadeloupe continentale (voir figure 68). A Marie-Galante par contre, pour des raisons de logistique, les relevés n'ont pu être réalisés qu'en mars et les estimations ont été fournies en avril.

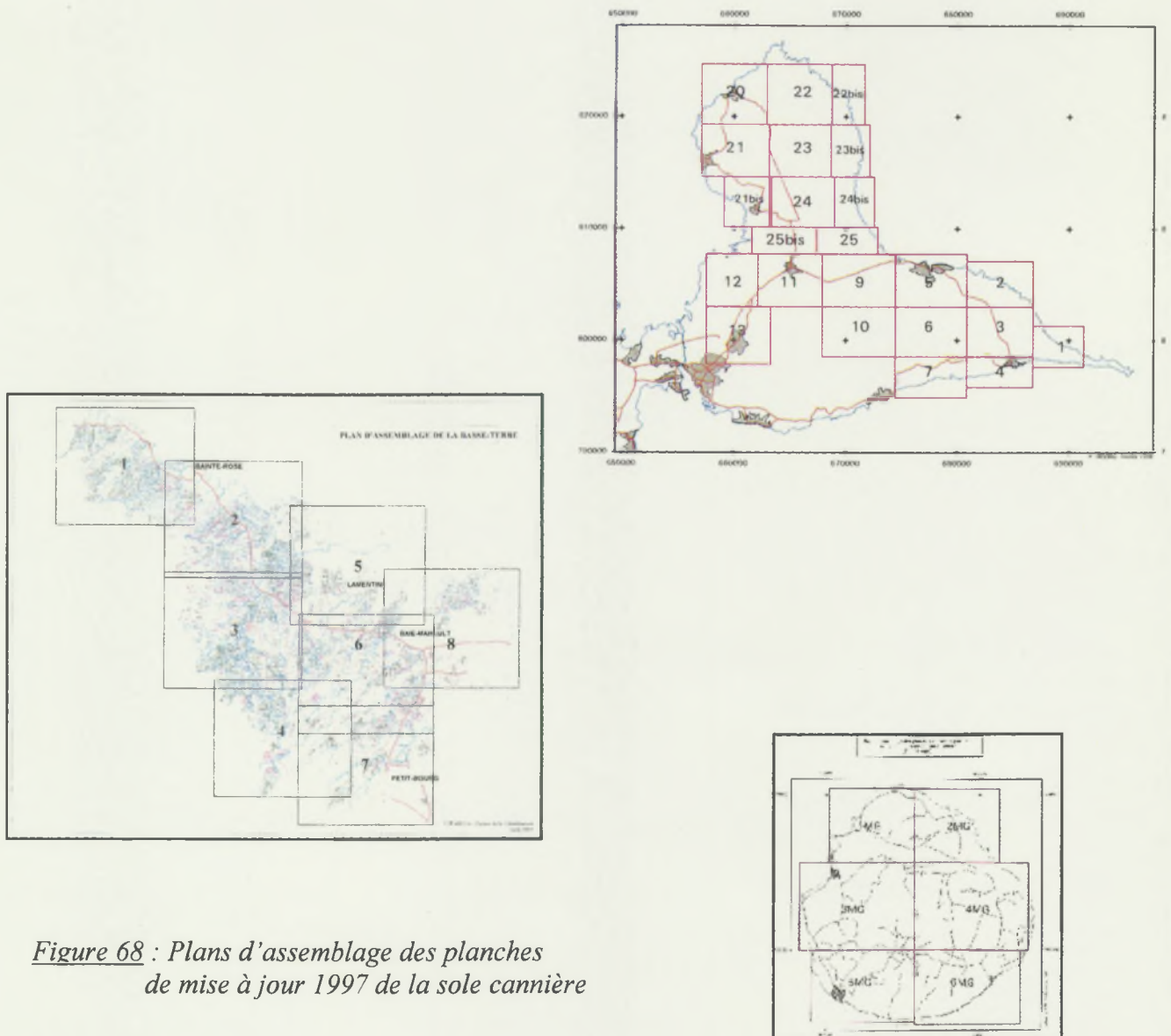
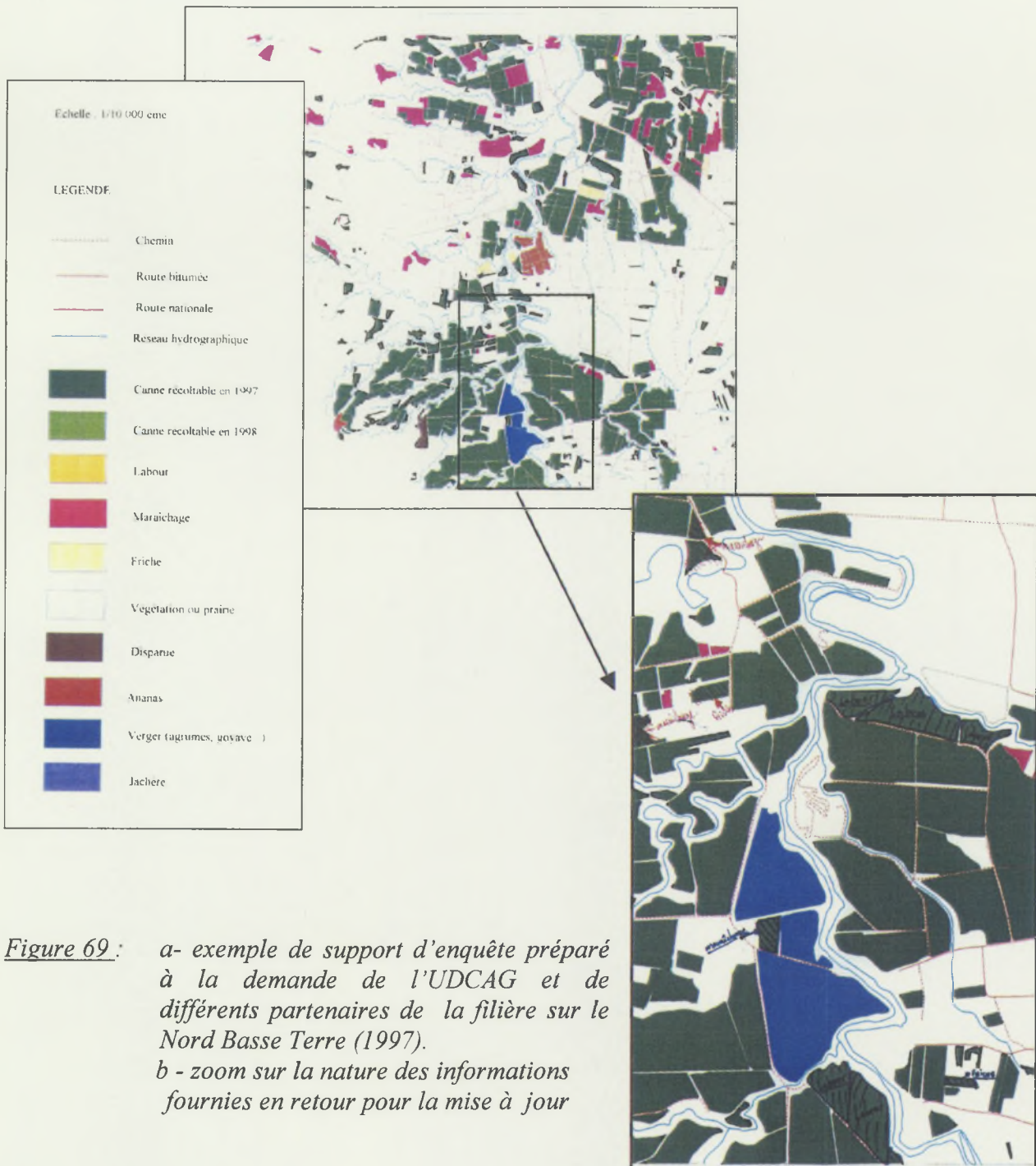


Figure 68 : Plans d'assemblage des planches de mise à jour 1997 de la sole cannière

. Sur la Basse Terre, les modifications ont été relevées par l'UDCAG que nous remercions à nouveau pour son implication dans ce travail.



. Sur la Grande Terre et sur Marie-Galante, le travail a été confié à une enquêtrice

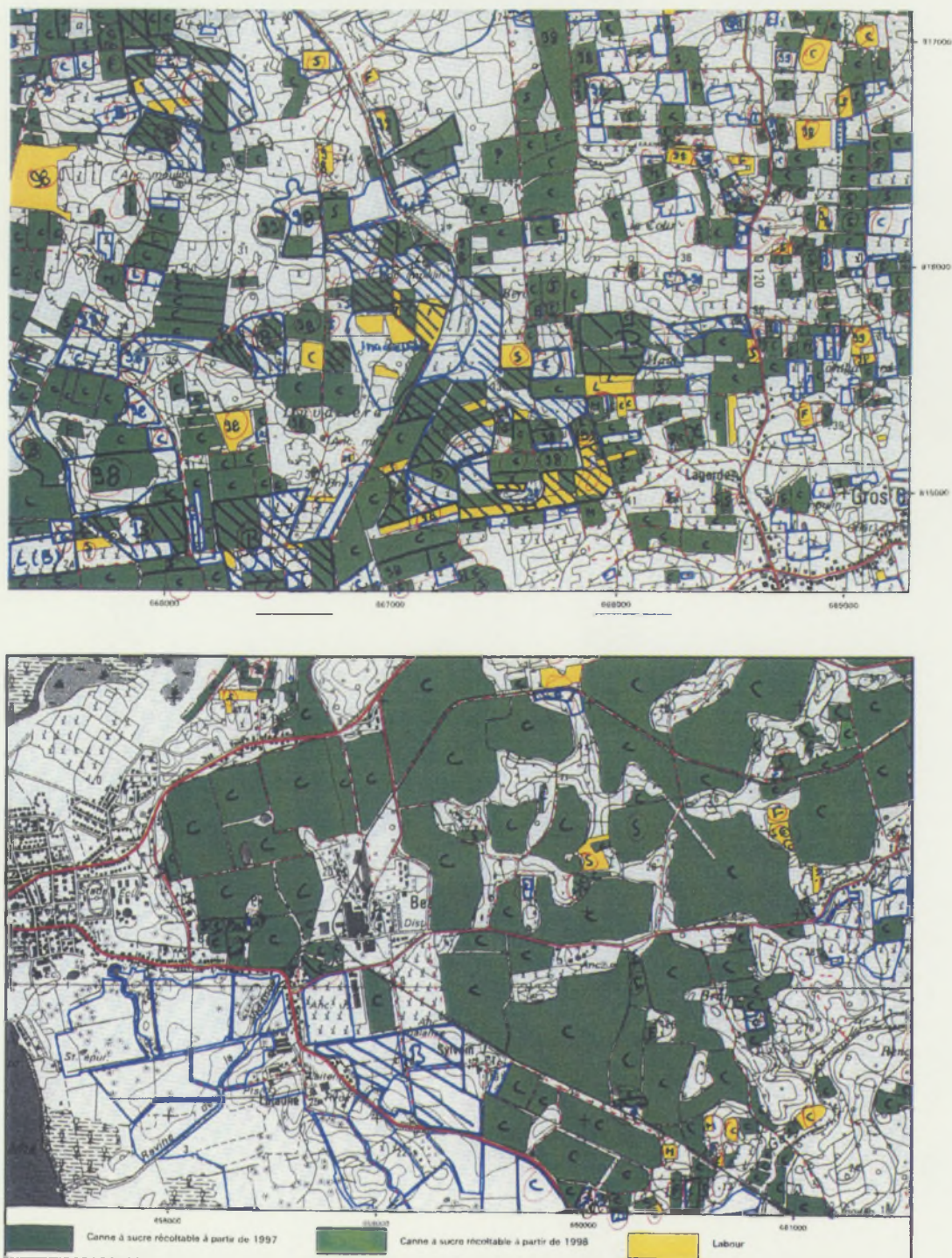


Figure 70: Extraits des planches 21 (en bas) et 24 (en haut) établies au 1/10 000 en 1997. Elles montrent que l'importance des modifications du parcellaire cannier est très variable selon les secteurs et impose de procéder à une stratification préalable du territoire pour permettre de réaliser une estimation par sondage. On notera que le fond topographique est issu du scan noir et blanc de la carte topographique au 1/25 000 de l'IGN (autorisation n° 32333)

b) contrôle systématique à partir de photos aériennes .

Quel qu'en soit l'origine, les tirages contact ont été utilisés tels quels, en monoscopie ou stéréoscopie. Il n'était en effet pas envisageable de commencer par les orthorectifier puisque l'objectif était de fournir le plus tôt possible et avant le début de la campagne une estimation statistique des surfaces récoltables.

Cette méthode est beaucoup plus rapide que le contrôle au sol et amplement suffisante pour une estimation statistique (le contrôle systématique au sol ne se justifie en effet que dans le cas où il est nécessaire de fournir ensuite une cartographie exhaustive du parcellaire). Elle a été utilisée en particulier en février 2000 pour l'estimation statistique des surfaces cultivées à la fin 1999. Nous tenons à remercier MM F.Hospital (OPSIA) et P.Bonnamy (OPSIA Caraïbes) pour avoir mis à notre disposition pour examen visuel dans leurs locaux à Jarry les clichés correspondants à la campagne de prise de vues effectuée en novembre 2000 (cf ci-dessous tableau d'assemblage sur le nord Basse Terre)



Figure 71 : plan de vol sur la Basse Terre de la mission aérienne OPSIA (2000)

6 – LES METHODES DE MISE A JOUR GRAPHIQUE

Cette opération est beaucoup plus délicate à effectuer puisqu'elle suppose de pouvoir détecter toute création de parcelle ou modification de forme et de restituer celle-ci précisément à la fois en dimensionnement et en positionnement géographique.

La plus grosse difficulté est donc d'abord d'accéder à une information fiable et aussi complète que possible sur tous les changements intervenus. On ne peut en effet mesurer une parcelle dont on ignore l'existence ni en supprimer une autre dont la disparition n'a pas été signalée !

Pour ces raisons, il nous était indispensable de disposer de données fiables couvrant l'ensemble du territoire. C'est donc une démarche radicalement différente de celle des estimations statistiques précédentes : l'objectif n'est plus de fournir un chiffre qui soit le plus proche de la réalité (même s'il est le résultat de la manipulation de données entachées d'erreurs qui se compensent) mais justement de réduire au minimum ces erreurs par omission ou par commission. Cependant, si les démarches sont différentes, elles ne sont pas sans interaction : car les mises à jour cartographiques permettent non seulement d'ajuster régulièrement les estimations statistiques précédentes (avec mise en évidence éventuelle d'un biais) mais aussi de fournir une base de sondage à jour pour les statistiques suivantes.

En conséquence, même dans le cas le plus favorable où l'on disposait d'une couverture aérienne stéréoscopique, un contrôle terrain a toujours été effectué. Celui-ci est en effet indispensable pour lever certaines incertitudes, que ce soit au niveau de l'occupation du sol ou de la définition de certaines limites.

Le dessin des parcelles a été effectué soit à l'aide de données satellitaires SPOT panchromatiques complétées par des relevés au topofil (1996) soit au moyen du GPS différentiel (de 1997 à 1999), soit par photogrammétrie (1999).

6.1 - Utilisation combinée de données Spot et de mesures au sol.

Un exemplaire papier des planches au 1/5 000 a été fourni aux enquêteurs des différentes SICA qui y ont reporté les changements d'occupation du sol et dessiné le cas échéant les parcelles replantées à partir des **mesures effectuées au topofil** et consignées sur les cahiers d'enquêteurs.(figure 72).

Afin de connaître la localisation des autres changements intervenus, on a utilisé parallèlement une image SPOT Panchromatique combinée ou non à l'image multispectrale. Mais la taille des parcelles est telle que les angles et les longueurs des côtés doivent être mesurées précisément sur le terrain avant report à l'écran. Pour cela nous avons utilisé en 1996 les données issues des mesures au topofil mais la solution la plus efficace s'est révélée par la suite être celle du GPS en mode différentiel

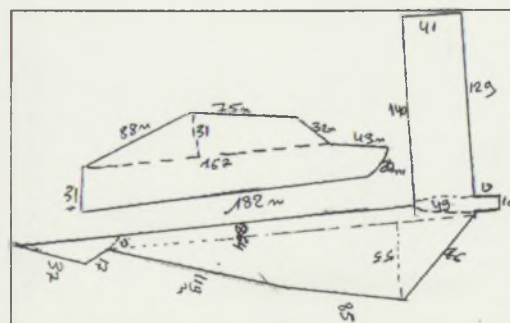
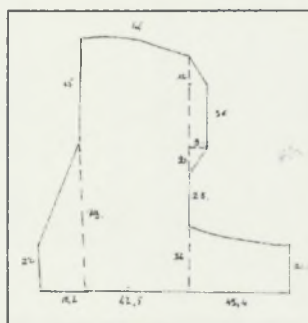
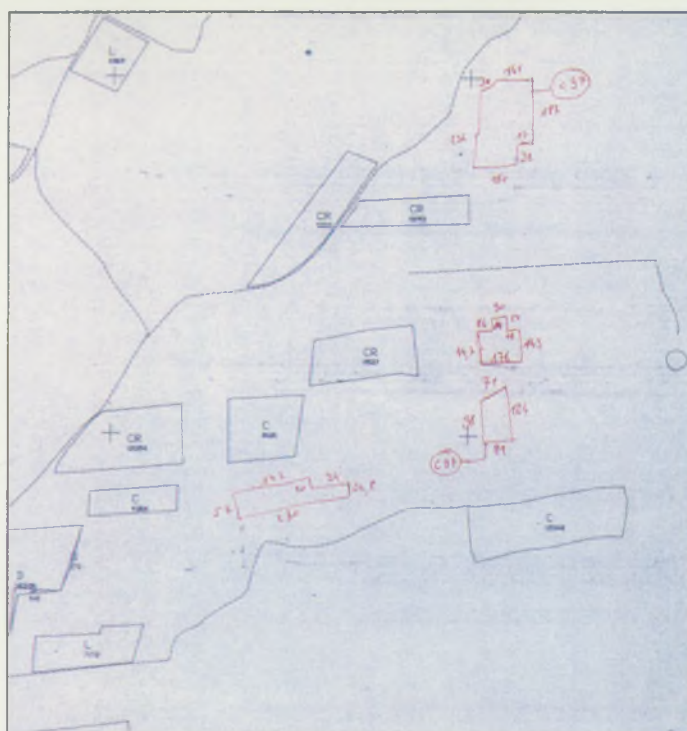
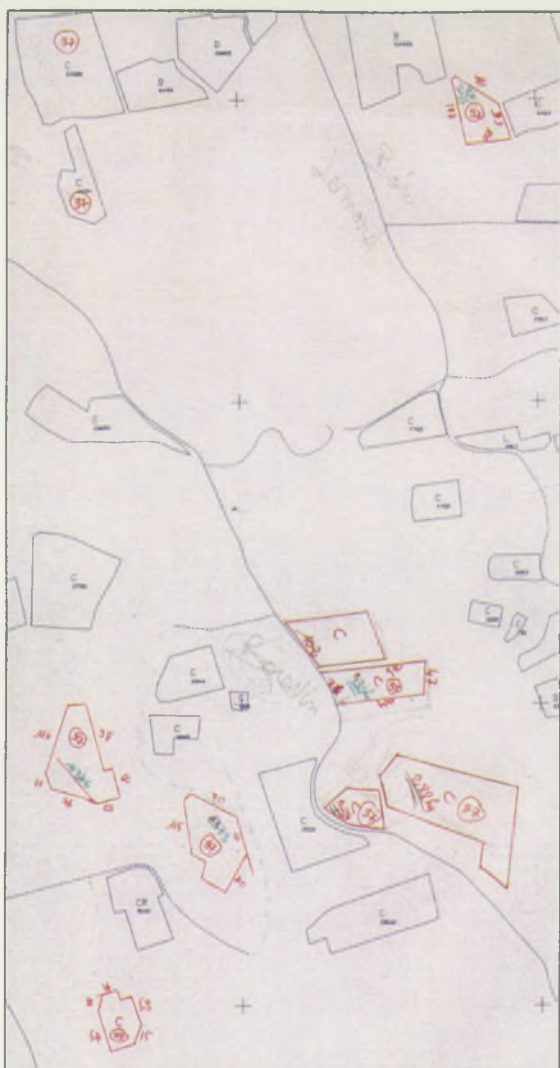


Figure 72: exemple de relevés effectués au topofil par les SICA carrières

Dans le premier cas (en haut) les relevés sont directement reportés sur les planches au 1/5 000 fournies en 1995

Dans le second cas, en présence d'un parcellaire très irrégulier, le 1/5000 n'est pas assez précis et le relevé est reporté à plus grande échelle comme sur un cahier d'enquêteur.

Ce type de mesure a été par la suite avantageusement remplacé par des relevés GPS

L'intérêt de l'imagerie SPOT est de vérifier la position des nouvelles parcelles et surtout de mettre en évidence certains changements non signalés. C'est le cas des parcelles qui font l'objet de changements de forme ou de travaux de construction ou d'aménagement urbain. .

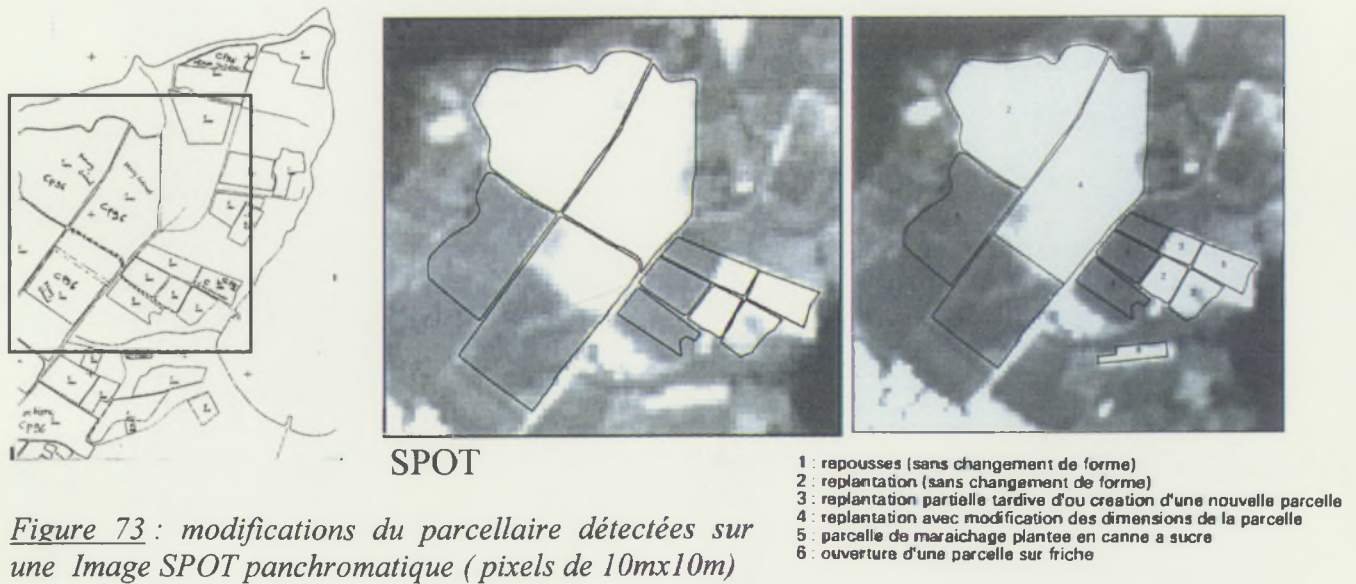


Figure 74: travaux de construction d'un lotissement détectés sur une parcelle de canne à partir de l'image SPOT XS du 31-08-96

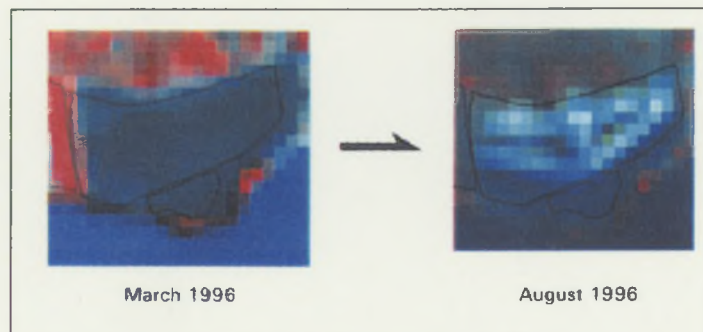
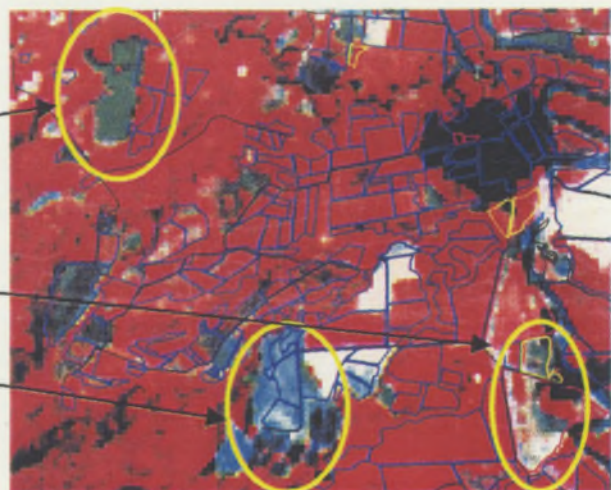


Figure 75 : intérêt de l'imagerie satellitaire pour la détection des changements

Labour précoce

Plantation goyaviers

Bassins à ouassous





ECHELLE : 1/50000ème

LEGENDE :

- Parcelle en canne récoltable en 1997 (changement de forme et/ou ouverte sur friche)
- Parcelle en canne récoltable en 1998 (changement de forme et/ou ouverte sur friche)
- Autre parcelle (changement de forme et/ou ouverte sur friche)

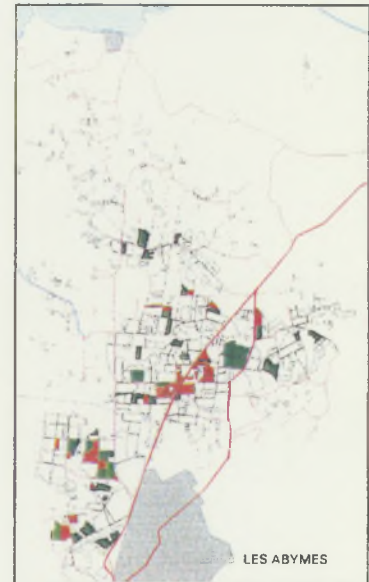


Figure 76 : Localisation des parcelles signalées par les techniciens ou repérées sur les images comme ayant changé de forme ou ayant été ouvertes sur friche entre 1995 et 1996

6.2 – Utilisation du GPS différentiel

La nécessité de recourir à une autre méthode pour effectuer les mises à jour graphiques est apparue très rapidement pour les deux raisons mentionnées en 5.3 (perte de SPOT 3 et importance des changements intervenus) mais aussi du fait de la lourdeur des opérations de mesure qui en résultaient et qui ont été décrites en 6.1. Ainsi, la principale difficulté rencontrée dans la méthode précédente est de positionner correctement une nouvelle parcelle et dans ce domaine, le GPS se révèle par contre particulièrement efficace.

Nous avons utilisé le système mis en place en Guadeloupe en 1997 dans le cadre du projet « cartographie et évaluation des surfaces cultivées en banane ». Ce système est constitué par un GPS Trimble Pro XR avec carnet de terrain renforcé en étanchéité associé à une base de référence (Community Base Station, CBS) installée dans les locaux du CIRAD-CA à la station de Roujol à Petit-Bourg. C'est en réalité un récepteur en poste fixe associé à un micro-ordinateur. L'ensemble permet de fournir des corrections et donc de travailler selon le principe du mode différentiel.



Figure 77 : à gauche, relevés terrain d'un parcellaire et d'une voie de communication (fixation magnétique de l'antenne sur le véhicule) à droite, le système de fixation de l'antenne de la CBS et le poste de traitement des données à la station du CIRAD-CA à Roujol (Petit-Bourg).

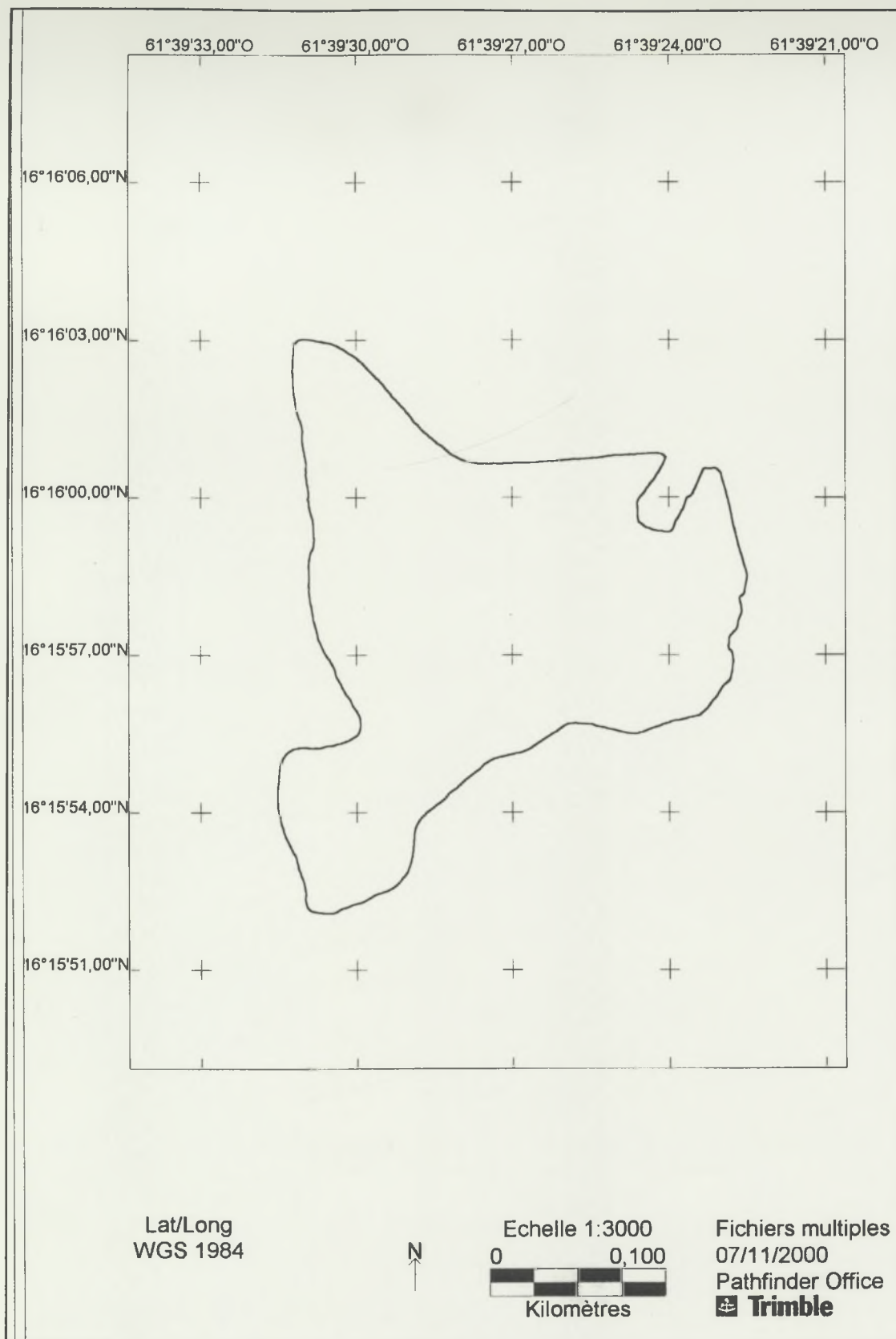


Figure 78 : Exemple de contour obtenu après relevé GPS et correction différentielle. Il s'agit ici d'une parcelle qui aurait été particulièrement difficile à mesurer au topofil. Son report sur la carte existante ne pourra toutefois s'effectuer correctement qu'après exportation en UTM 20 en utilisant des paramètres de transformation adaptés.

Lorsque les bords des parcelles ne sont pas clairement repérables, il a été convenu pour délimiter les parcelles de marcher en plaçant l'antenne à 75 cm des plants et en démarrant à l'extrémité du sillon. Lorsque les côtés sont de grande taille et parfaitement rectilignes, les mesures sont effectuées en prenant un point à chacun des sommets.

Le nombre de parcelles mesurées par jour dépend essentiellement de leur regroupement et du type de véhicule utilisé (autorisant ou non un accès rapide à la parcelle). On peut ainsi cartographier entre 15 et 25 parcelles par jour à condition de ne pas être interrompu trop longtemps par la pluie.

6.2.1 Calcul des paramètres de transformation

Après avoir effectué les calculs différentiels de retour à la station CBS à Petit-Bourg, on procède à l'exportation des fichiers au format désiré (ici ARC/INFO Unix). Toutefois cette opération nécessite d'avoir spécifié auparavant un certain nombre de paramètres en particulier les paramètres de transformation entre le système WGS 84 utilisé par le GPS et le système local de projection utilisé. (UTM fuseau 20, ellipsoïde international).

Certains paramètres de transformation utilisés pour la cartographie banane ont été utilisés dans un premier temps. Toutefois, ils ont conduit à certains décalages du fait qu'ils avaient été calculés sur la zone du croissant bananier (décalage de 2,4m Est et 3,5m Nord sur des points connus dans la région de Ste Rose). Ceci provenait du fait qu'il n'existe pas de paramètres généraux mais seulement des paramètres qui dépendent de chaque campagne d'observation et de sa configuration (matériel, époque, points d'appui, résidus calculés sur les points d'appui). De plus ces paramètres sont souvent donnés pour l'ensemble de la Guadeloupe. Ils sont donc trop 'moyens' et peuvent occasionner des erreurs de 2 à 3m par endroits. Nous avons donc décidé de calculer des paramètres propres à notre système de mesure et s'appliquant localement pour la Basse Terre, la Grande Terre et pour Marie-Galante (tout en étant attentifs à l'éventuelle apparition de sous-ensembles homogènes pour chacune de ces régions).

La première opération consiste à se placer sur un point géodésique de l'IGN et à procéder à la mesure en WGS 84 simplement pour vérifier que l'on se situe à peu près au même endroit que ce qu'indique l'IGN. (à 30 cm près) et qu'en conséquence, l'appareillage est bien réglé.

La seconde consiste à recalculer les valeurs des coordonnées pour se placer dans le système de coordonnées géocentriques X, Y, Z.

On compare ensuite avec les valeurs données en UTM, ellipsoïde international, valeurs que l'on transforme également en coordonnées géocentriques. On obtient alors les dX, dY, dZ.

Il ne faut pas oublier de prendre en compte la hauteur de l'antenne GPS par rapport au sol.

Pour un point géodésique donné, il faut donc tout d'abord convertir la longitude(notée λ), la latitude (notée φ) et la hauteur au-dessus de l'ellipsoïde (notée H_e) respectivement en X, Y, et Z (tableau 14).

Système Géodésique WGS 84. Ellipsoïde : IAG GRS 198		
$\lambda_A = -61^\circ 19' 08'' 059$	$\lambda_A = -610318905$	$X1 = 2943893.41$
$\varphi_A = 15^\circ 57' 17'' 716$	$\varphi_A = 15.9542120$	$Y1 = -5381345.96$
$H_e = -39.046$	$H_e = -39.046$	$Z1 = 1741921.62$

Tableau 21 : Transformations des coordonnées long, lat en coordonnées géocentriques

Parallèlement on utilise les données du même point géodésique IGN mais en UTM dans le système géodésique correspondant a celui de la région Guadeloupe. On les transforme également en coordonnées géocentriques X Y Z afin d'obtenir les paramètres de transformation entre ces deux systèmes.

Système Géodésique Guadeloupe Ste Anne. Ellipsoïde : International Hayford 1909. Projection UTM nord fuseau 20		
$E = 680348.084$	$\lambda_A = -61.31500314$	$X2 = 2944361.076$
$N = 1764977.367$	$\varphi_A = 15.95743490$	$Y2 = -5381330.346$
$H = 1.8$	$H_e = 1.8$	$Z2 = 1742221.097$

Tableau 22 : Transformations des coordonnées UTM en géocentriques

Dans ce cas , les paramètres de transformations a intégrer dans le module "gestionnaire du système de coordonnées" du logiciel Path Finder sont donc :

$$dx = X2 - X1 = 476.66 \quad dy = Y2 - Y1 = 15.62 \quad dz = Z2 - Z1 = 299,47$$

En réalité il est nécessaire de faire un calcul identique sur plusieurs points de la même zone et d'en faire la moyenne . Nous avons finalement obtenu les résultats suivants :

	Dx	Dy	Dz
Nord Basse Terre	467, 58	15, 42	300, 63
Grande Terre	468, 043	14, 53	300, 779
Marie-Galante	466, 9322	16, 092	300, 178

Tableau 23 : Paramètres de transformation utilisés

La station de référence a été calée à partir du point PETIT-BOURG XV.

Pour ces opérations, nous avons commandé auprès de l'IGN la localisation sur l'ensemble de la Guadeloupe des points géodésiques de la dernière mission ainsi que le positionnement et la description très précise de certains de ces points.

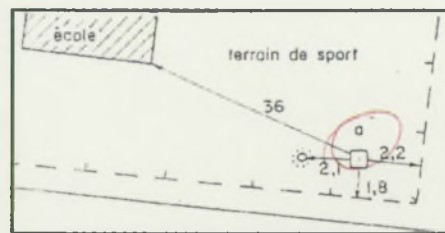
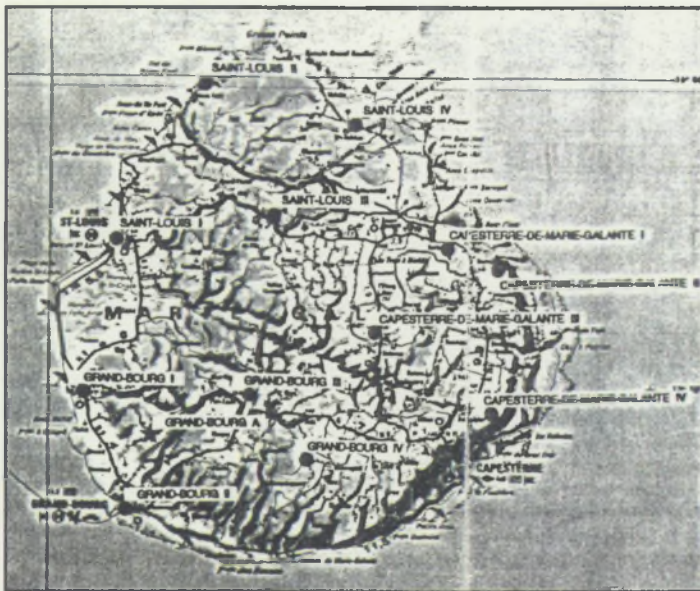


Fig. 79 :
 a) répartition sur Marie-Galante des points de la mission géodésique IGN 1990-91
 b) exemple de plan de localisation d'une borne géodésique (extrait)

Les points géodésiques ne sont malheureusement pas tous utilisables, soit parce qu'ils ont disparu, soit parce qu'ils sont difficilement accessibles (figure 79 bis)

Figure 79 bis : Exemple de deux points difficilement accessibles (élevage de porcs à Anse Bertrand et aire grillagée à Saint-Francois). Il arrive aussi que la borne soit introuvable ou ce qui est beaucoup plus gênant si l'on n'y prend garde, qu'elle ait été déplacée pour des travaux et repositionnée 'approximativement' au même endroit



Figure 80 : Exemple de mise à jour (en traits gras) de la forme du parcellaire à l'aide du GPS. La qualité du positionnement après correction différentielle et utilisation des bons paramètres de transformation est en général excellente (précision de $\pm 1m$). L'axe des chemins d'accès cartographiés en 1995 est représenté par un trait pointillé.



6.2.2 – GPS différentiel après relevés systématiques de terrain.

La méthode de relevés exhaustifs utilisée pour la mise à jour statistique en 1997 a donc été mise en œuvre en deux temps : Une première enquête a permis de repérer l'ensemble des changements intervenus sur chacun des documents au 1/10 000^e préparés sur fond de scan IGN (fig 81 a) et de numéroter l'ensemble (Fig.81b). A partir de là, de nouveaux documents au 1/10 000 ont été spécialement préparés en mettant en évidence les parcelles à mesurer au GPS soit parce qu'elles avaient changé de forme, soit tout simplement parce qu'elles avaient été ouvertes sur friche (fig. 81 c).

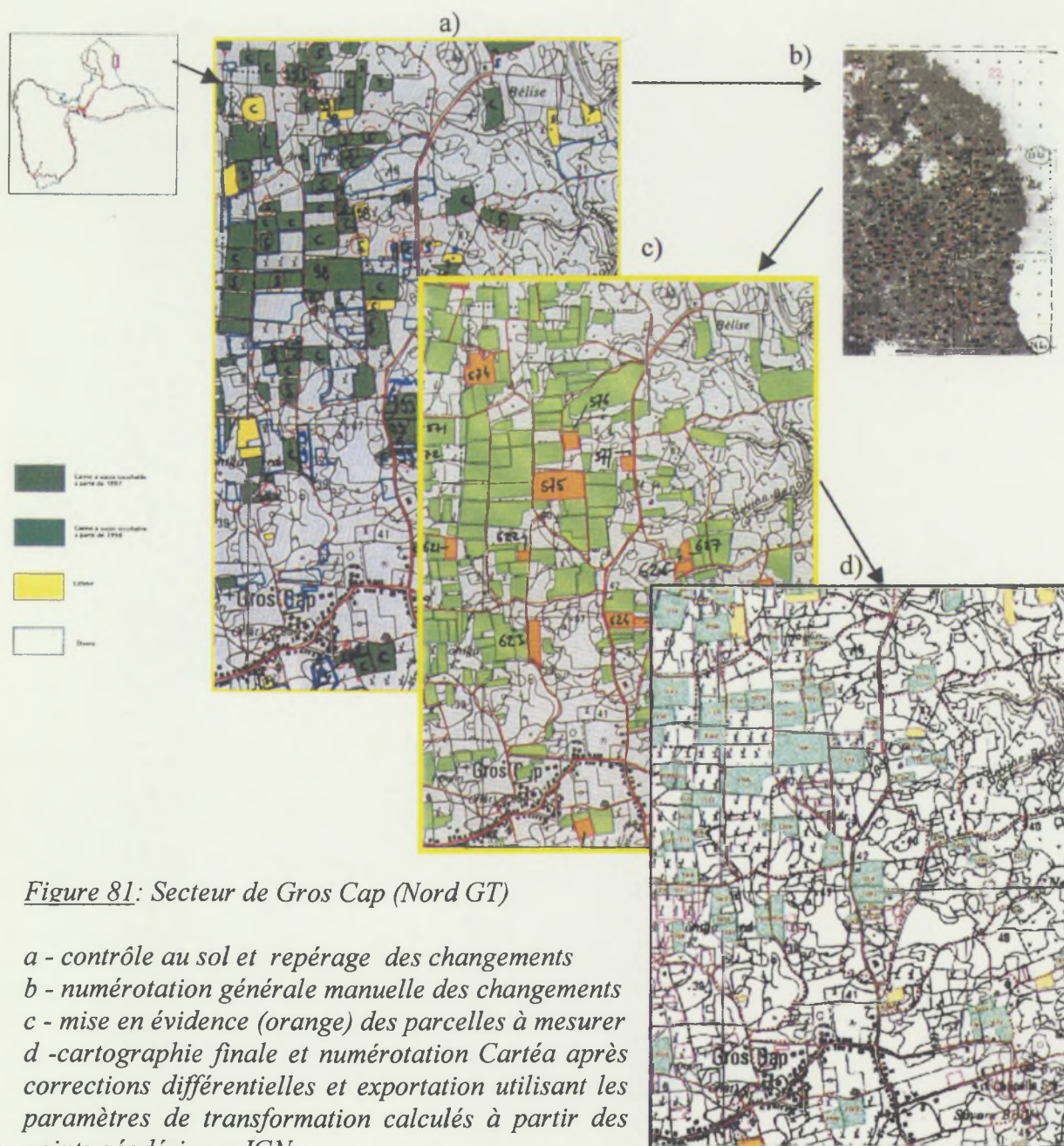


Figure 81: Secteur de Gros Cap (Nord GT)

- a - contrôle au sol et repérage des changements
- b - numérotation générale manuelle des changements
- c - mise en évidence (orange) des parcelles à mesurer
- d - cartographie finale et numérotation Cartea après corrections différentielles et exportation utilisant les paramètres de transformation calculés à partir des points géodésiques IGN,

Copyright IGN, Paris 1997, carte N° 4405 G. Autorisation N° 32 333

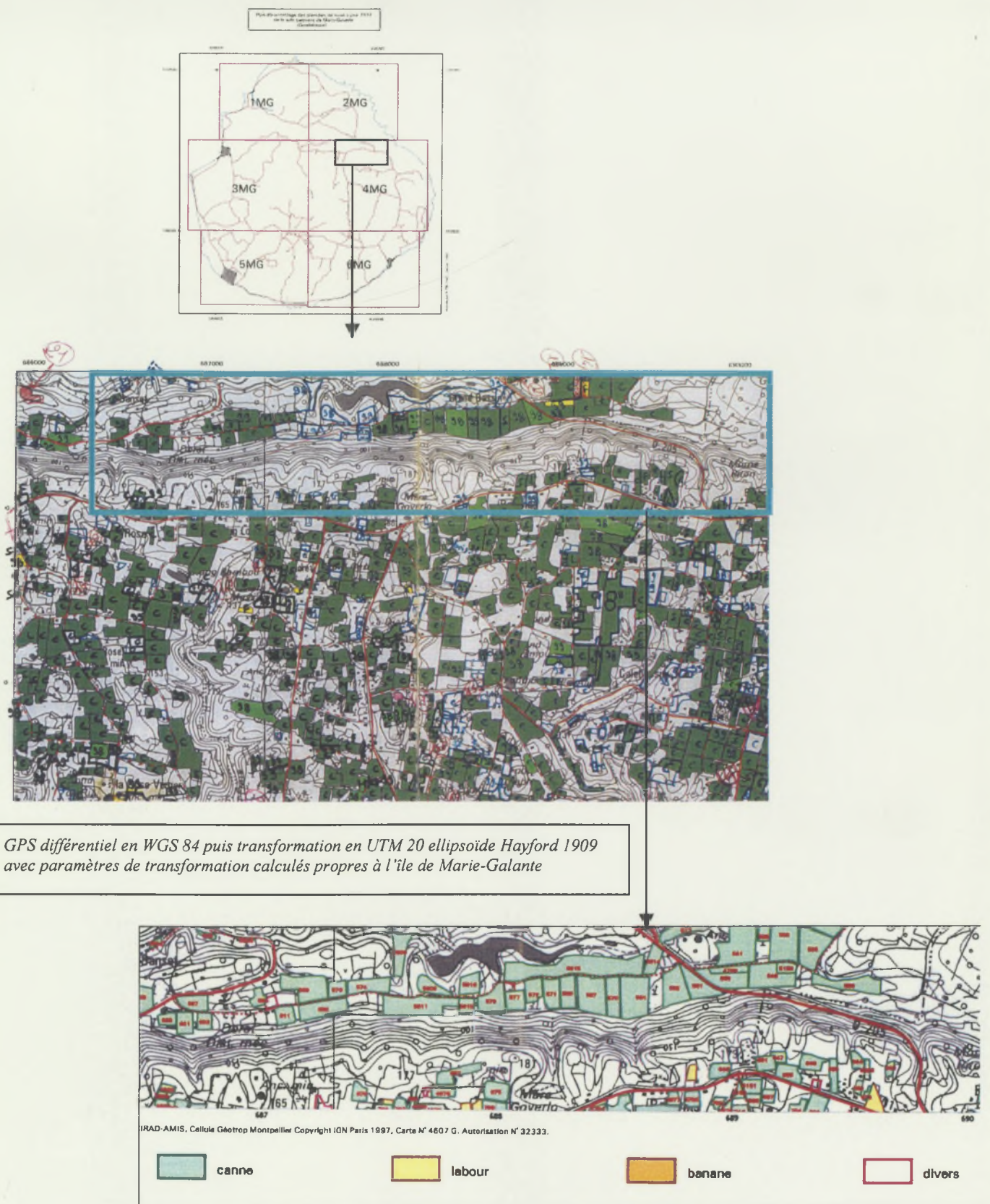
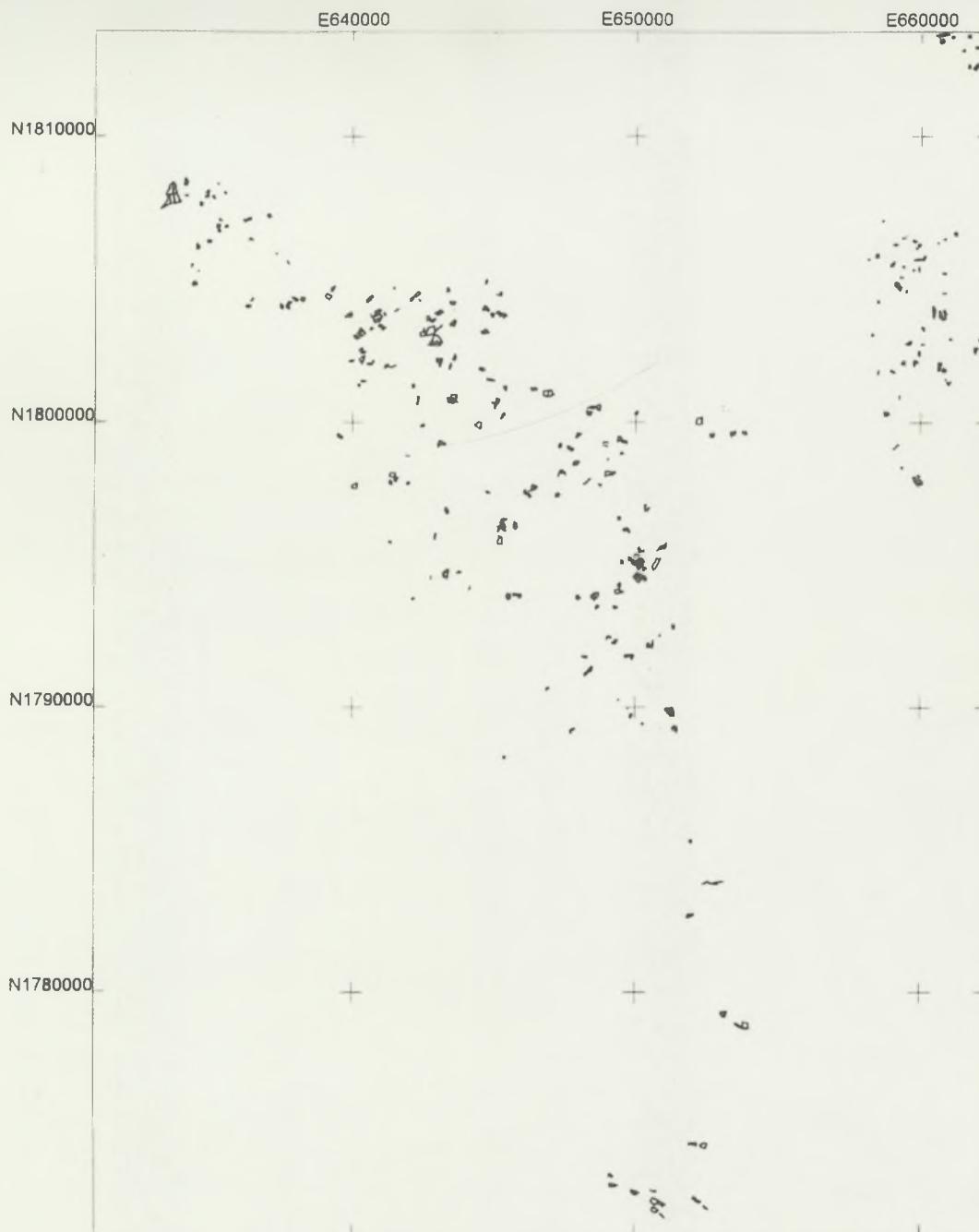


Figure 82 : Exemple de mise à jour graphique par GPS avec numérotation après enquête terrain exhaustive à Marie-Galante effectuée début 98.



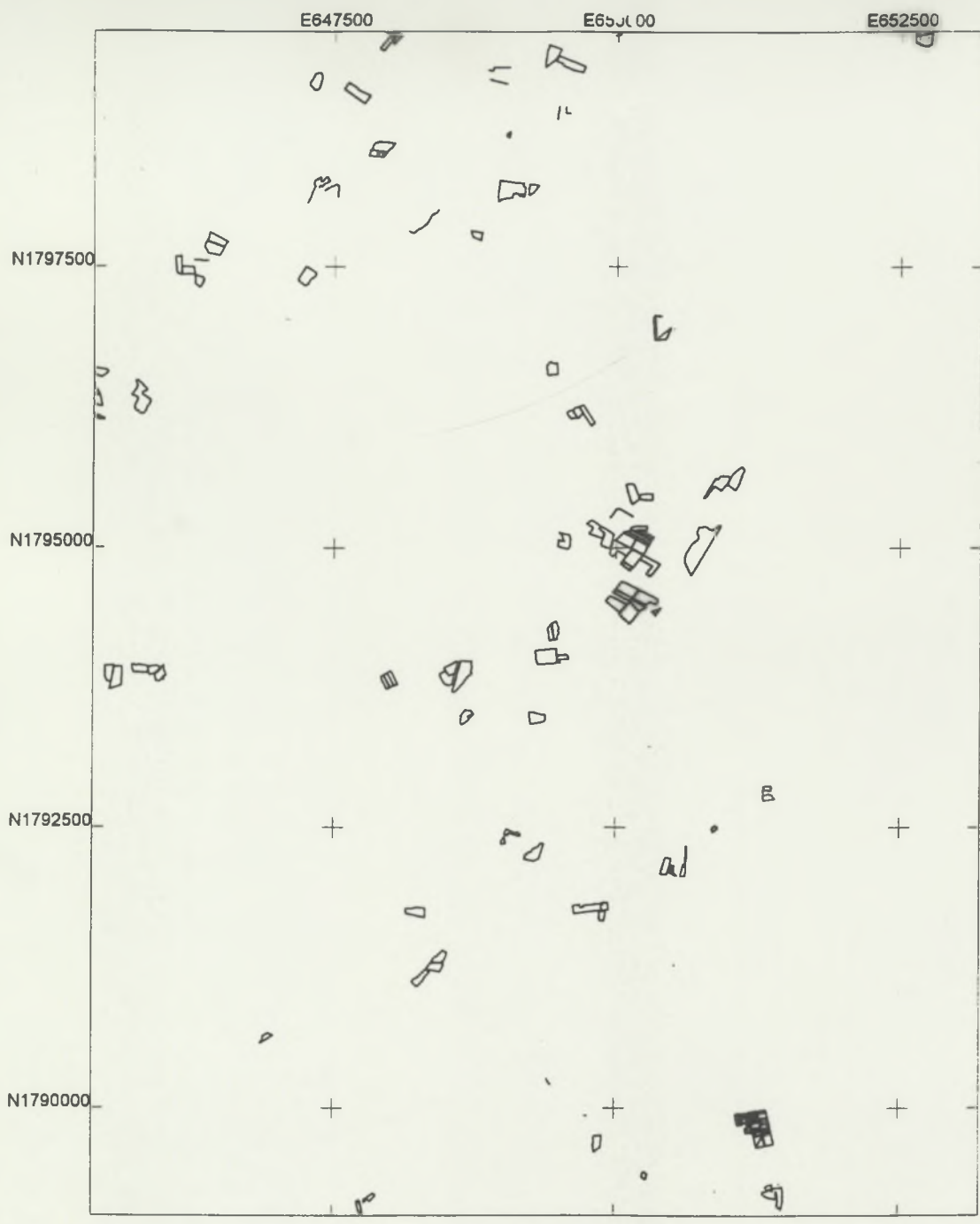
Guadeloupe
guadeloupe UTM nord 20 IGN



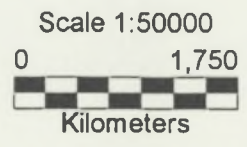
Scale 1:200000
0 7,000
Kilometers

Multiple Files
15/09/1999
Pathfinder Office™
 Trimble

Figure 84 : Localisation des parcelles du Nord Basse-Terre ayant fait l'objet d'un relevé au GPS en 1999 pour cartographier la sole cannière de fin 98.



Guadeloupe
 guadeloupe UTM nord 20 IGN
 marie Galante



Multiple Files
 21/09/1999
 Pathfinder Office™
 Trimble

Figure 85 : Localisation des parcelles d'un secteur de Marie-Galantee ayant fait l'objet d'un relevé au GPS en 1999 pour cartographier la sole cannière de fin 98.

Notons également que des photos acquises dans le cadre de missions particulières ont été utilisées ponctuellement pour contrôler la qualité des mises à jour. C'est le cas des clichés issus du survol de certains secteurs de la Grande Terre pour mettre en évidence l'implantation de la banane sur d'anciennes parcelles de canne (cf figures 86 et 87)

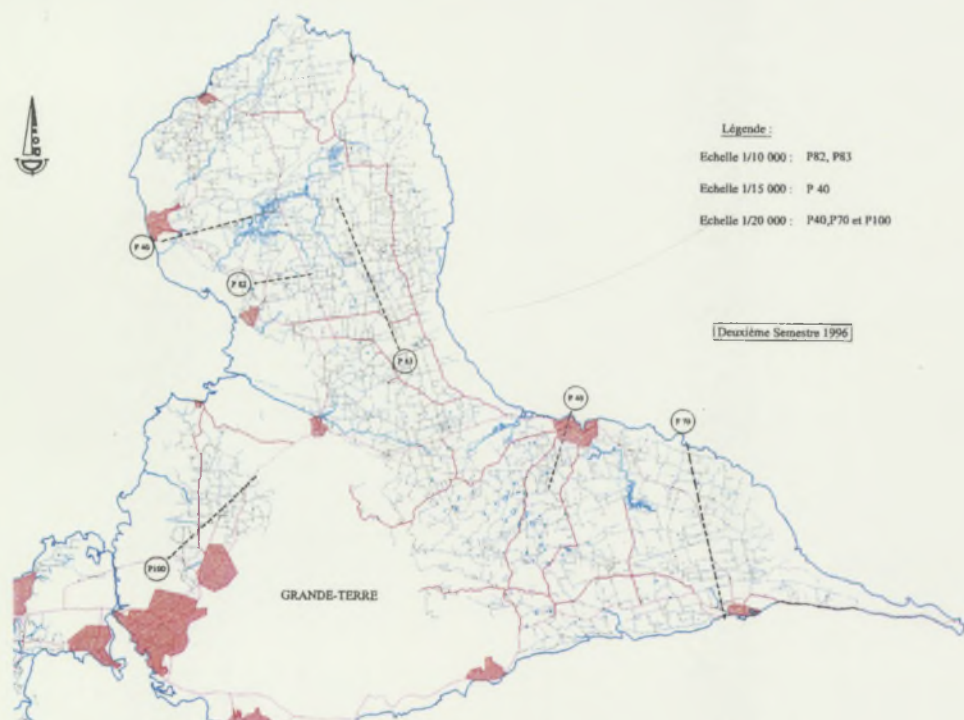


Figure 86 : Missions aériennes ponctuelles réalisées en 1997 dans le cadre de la cartographie des bananeraies et utilisées pour tester la mise à jour des secteurs les plus touchés par l'ouverture de bananeraies sur la Grande Terre (document SCIAC)

Figure 87 :

Cliché 23 (extrait) passe 83 au 1/10 000 acquis en mai 97 sur la zone de la planche 24 (comparer avec document de mise à jour sur ce secteur figure 69).

Les parcelles de canne, récoltées ou sur pied, ainsi que les parcelles de banane (sombres) y sont aisément repérables .



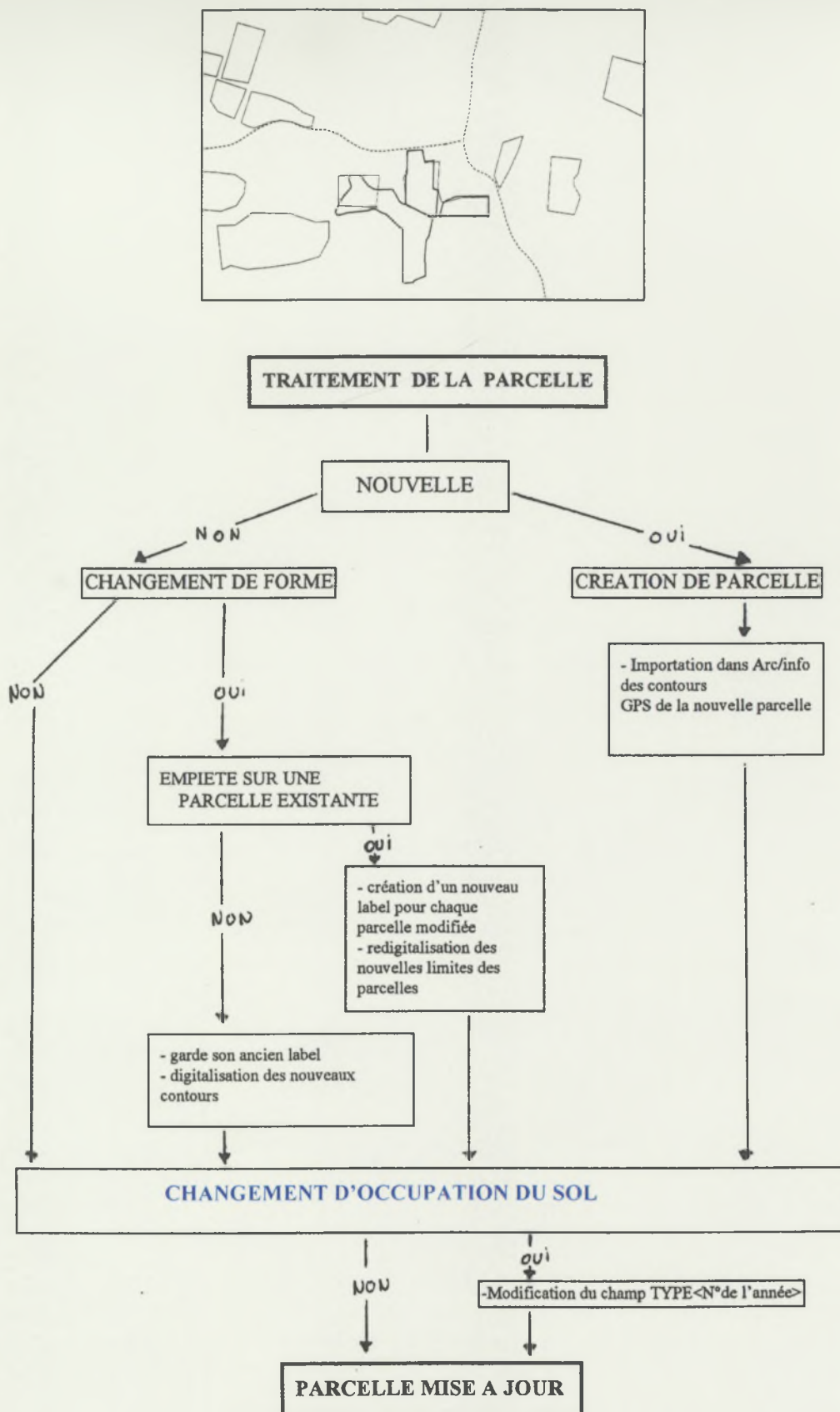


Figure 88 : Modèle simplifié de mise à jour de la base de données parcellaires.

4023		4065	
AREA	= 15644.60960	AREA	= 1672.74886
PERIMETER	= 564.67948	PERIMETER	= 172.99005
GTTOTAL98B#	= 4023	GTTOTAL98B#	= 4065
GTTOTAL98B-ID	= 6667	GTTOTAL98B-ID	= 2292
TYPE	= 1	TYPE	= 1
IDCODE95	= 6666	IDCODE95	= 2291
SURF95	= 42225	SURF95	= 11139
TYPE96	= 1	TYPE96	= 1
FORM96	= 0	FORM96	= 0
REPL96	= 0	REPL96	= 0
OUVERT96	= 0	OUVERT96	= 0
BIOPEP96	= 0	BIOPEP96	= 0
IDCODE96	= 6667	IDCODE96	= 2292
SURF96	= 42225	SURF96	= 11139
TYPE97	= 1	TYPE97	= 8
FORM97	= 1	FORM97	= 1
REPL97	= 0	REPL97	= 0
OUVERT97	= 0	OUVERT97	= 0
BIOPEP97	= 0	BIOPEP97	= 0
DIGIT97	= 0	DIGIT97	= 0
4029		4068	
AREA	= 10302.73387	AREA	= 16667.90638
PERIMETER	= 439.96758	PERIMETER	= 557.12704
GTTOTAL98B#	= 4029	GTTOTAL98B#	= 4068
GTTOTAL98B-ID	= 9381	GTTOTAL98B-ID	= 9306
TYPE	= 1	TYPE	= 1
IDCODE95	= 2272	IDCODE95	= 6666
SURF95	= 43341	SURF95	= 42225
TYPE96	= 1	TYPE96	= 1
FORM96	= 0	FORM96	= 0
REPL96	= 0	REPL96	= 0
OUVERT96	= 0	OUVERT96	= 0
BIOPEP96	= 0	BIOPEP96	= 0
IDCODE96	= 2273	IDCODE96	= 6667
SURF96	= 43341	SURF96	= 42225
TYPE97	= 8	TYPE97	= 2
FORM97	= 1	FORM97	= 1
REPL97	= 0	REPL97	= 23
OUVERT97	= 0	OUVERT97	= 0
BIOPEP97	= 0	BIOPEP97	= 0
DIGIT97	= 0	DIGIT97	= 0
4049		4070	
AREA	= 13043.04404	AREA	= 32592.20689
PERIMETER	= 484.02790	PERIMETER	= 727.14396
GTTOTAL98B#	= 4049	GTTOTAL98B#	= 4070
GTTOTAL98B-ID	= 9845	GTTOTAL98B-ID	= 2273
TYPE	= 1	TYPE	= 1
IDCODE95	= 2272	IDCODE95	= 2272
SURF95	= 43341	SURF95	= 43341
TYPE96	= 1	TYPE96	= 1
FORM96	= 0	FORM96	= 0
REPL96	= 0	REPL96	= 0
OUVERT96	= 0	OUVERT96	= 0
BIOPEP96	= 0	BIOPEP96	= 0
IDCODE96	= 0	IDCODE96	= 2273
SURF96	= 0	SURF96	= 43341
TYPE97	= 8	TYPE97	= 1
FORM97	= 1	FORM97	= 1
REPL97	= 0	REPL97	= 0
OUVERT97	= 0	OUVERT97	= 1
BIOPEP97	= 0	BIOPEP97	= 0
DIGIT97	= 0	DIGIT97	= 0
4057			
AREA	= 5061.98774		
PERIMETER	= 340.56788		
GTTOTAL98B#	= 4057		
GTTOTAL98B-ID	= 9844		
TYPE	= 1		
IDCODE95	= 6666		
SURF95	= 42225		
TYPE96	= 1		
FORM96	= 0		
REPL96	= 0		
OUVERT96	= 0		
BIOPEP96	= 0		
IDCODE96	= 0		
SURF96	= 0		
TYPE97	= 3		
FORM97	= 1		
REPL97	= 0		
OUVERT97	= 0		
BIOPEP97	= 0		
DIGIT97	= 0		

Figure 89 : Extrait de la base de données attributaire associée à différentes parcelles mises à jour depuis 1995. On constate que celle-ci est beaucoup plus riche. Le numéro de type des différentes années correspond à l'occupation du sol codée selon le tableau N°19 de la figure 51. Les changements de forme, les replantations, les ouvertures sur friche et les digitalisations y figurent également. (exemple repl97=23 signifie que la parcelle a été replantée en 1997 en canne renvoyée)

6.3 - Photogrammétrie numérique

Pour effectuer la 5ème et dernière mise à jour de la cartographie de la sole cannière guadeloupéenne (situation à la fin 1999), il a été commandé une couverture aérienne sur l'ensemble des bassins canniers afin :

- de disposer d'une vision exhaustive des bassins canniers permettant de faire un point complet sur les ouvertures et abandons de parcelles .
- de pouvoir restituer certaines parcelles inaccessibles qui n'avaient pu être cartographiées et/ou positionnées avec la précision requise les années précédentes .

Malheureusement, une panne de la caméra embarquée a entraîné l'interruption brutale de la campagne de prises de vues et obligé à expédier l'appareillage aux Etats-Unis pour réparation. Par la suite, l'importante et exceptionnelle nébulosité de début d'année 2000 n'a pas permis de réaliser cette campagne d'acquisition dans les délais requis (c'est à dire avant modification du parcellaire suite à la récolte). Enfin, il n'était plus possible d'engager un enquêteur dans le cadre de ce projet.

Face à ces impondérables, nous nous sommes tournés vers la DAF pour obtenir une concession d'utilisation temporaire des photographies aériennes réalisées sur la Guadeloupe continentale début 2000 pour le compte de la DDE dans le cadre d'un autre projet. Une mission aérienne complémentaire a pu parallèlement être réalisée (en février 2000) par la société OPSIA- Caraïbes, ce qui nous a permis de disposer d'une couverture stéréoscopique complète sur l'ensemble des bassins canniers.

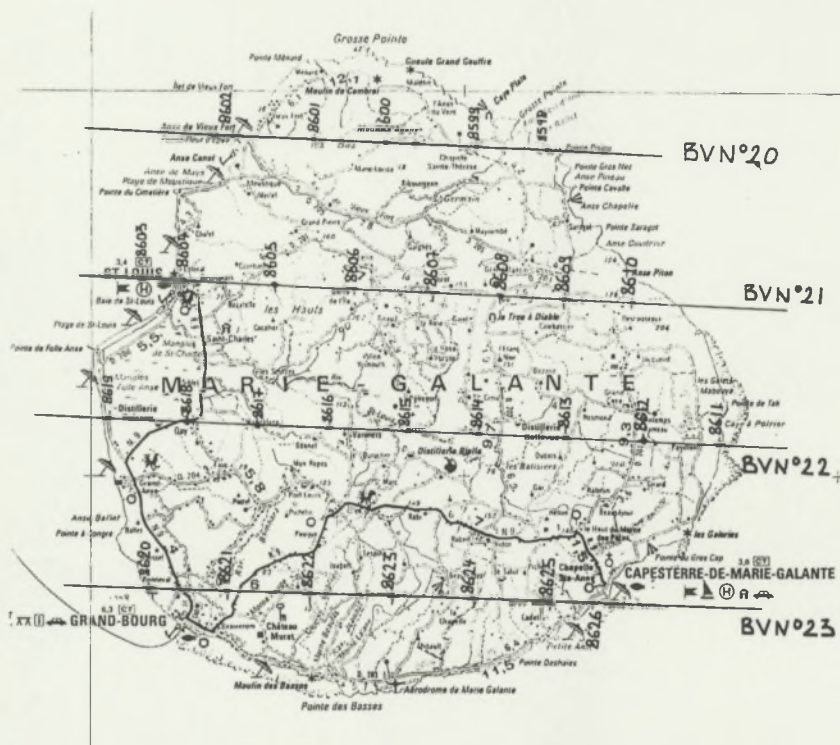


Figure 90 : Plan de vol de la mission aérienne couleurs au 1/20 000 sur Marie-Galante réalisée en février 2000 par OPSIA-Caraïbes (29 clichés)

En ce qui concernait la Guadeloupe continentale, les travaux devaient toutefois être effectués sur des tirages supplémentaires que le CIRAD devait commander et restituer à la DAF à la fin du projet. Les opérations de mise à jour ont donc seulement pu démarrer fin juin 2000, date de livraison des clichés au CIRAD.

Le logiciel qui a été utilisé lors de ces travaux est PHOTOMOD, logiciel de photogrammétrie numérique sur PC principalement destiné à l'observation en relief, à la création de modèles numériques de terrain ou d'objets (MNT), d'ortho-images et de profils, courbe de niveau et d'objets vecteurs 3D. La stéréorestitution a été effectuée à l'aide de lunettes à cristaux liquides.

« Les données d'entrée sont des couples d'images stéréoscopiques à partir duquel on calcule un modèle spatial 3D qui consiste à projeter les points des deux images dans un espace 3D. Cette projection est définie par quelques paramètres fixés ou calculés par les procédures d'orientation interne, relative et absolue.

L'orientation absolue définit la position des images dans un système de coordonnées lié à l'objet 3D, c'est à dire dans le système de coordonnées où sont spécifiés les points de référence. Le modèle spatial utilisera alors le même système de coordonnées. Pour calculer l'orientation absolue, on doit disposer d'un minimum de données de référence. (CHS , 1999, manuel d'utilisation Photomod 1.52).

Pour réaliser le calage des photos, il a donc été nécessaire de procéder à des relevés au sol de points remarquables à l'aide du GPS différentiel. Ce travail a fait l'objet de plusieurs missions de terrain pendant l'année 2000. Les points doivent être repérables précisément sur les clichés. On utilise souvent des surfaces claires (aires en tuf ou cimentées, angle de bâtiment...) bien délimitées, contrastant nettement avec l'environnement (cf figure 91) et sur lesquelles on se positionne précisément par rapport à ses bordures. La précision de ces points dépend de la précision de localisation sur les clichés et donc de leur échelle.

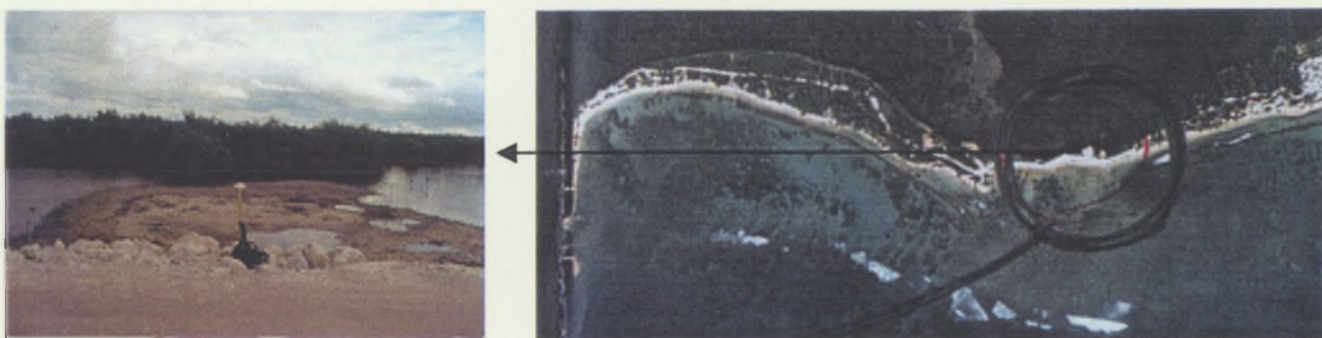


Figure 91 : exemple de point remarquable utilisé comme point d'appui (Sud-est Grande Terre)

En raison du nombre important de couples à traiter, cette phase de stéréopréparation s'est révélée très longue à réaliser. Aussi, afin de diminuer le nombre de points d'appui par couple, nous avons utilisé la méthode de l'aérotriangulation.

L'aérotriangulation a pour but de calculer les coordonnées terrain de points observés sur des clichés stéréoscopiques en s'appuyant sur un petit nombre de points connus afin de

- déterminer les coordonnées de points difficilement accessibles
- homogénéiser un ensemble de coordonnées d'origines diverses.
- densifier un réseau de points d'appui

Le logiciel utilisé a été le logiciel AEROT 2 constitué de modules interfaçés avec le logiciel PHOTOMOD

« La méthode d'aérotriangulation retenue est la compensation en blocs par faisceaux . (dérivée de la méthode préconisée l'American Society of Photogrammetry, 1980) elle présente l'avantage, pour réduire significativement le nombre de points d'appui nécessaires à la compensation du bloc de clichés, d'accepter des informations complémentaires provenant de mesures indépendantes de la prise de vue (comme les positions des centres de perspective de chaque cliché) » (CHS, manuel Aérot2, 2000)

Les points d'appui sont de 3 types :

- Les points connus très précisément en XYZ (minimum indispensable)
(Les points géodésiques sont en général inutilisables car ils sont le plus souvent impossibles à positionner précisément sur une photo)
- Les points bons en XY et moyens en Z (cas de points GPS mal connus en z et pour lesquels on est obligés d'interpoler entre 2 courbes de niveau d'où une erreur de 2,5m en général)
- Les points moyens en XY mais bons en Z (cas des points cotés sur les cartes IGN mais dont la précision en XY dépend de l'échelle de la carte). (figure 92)

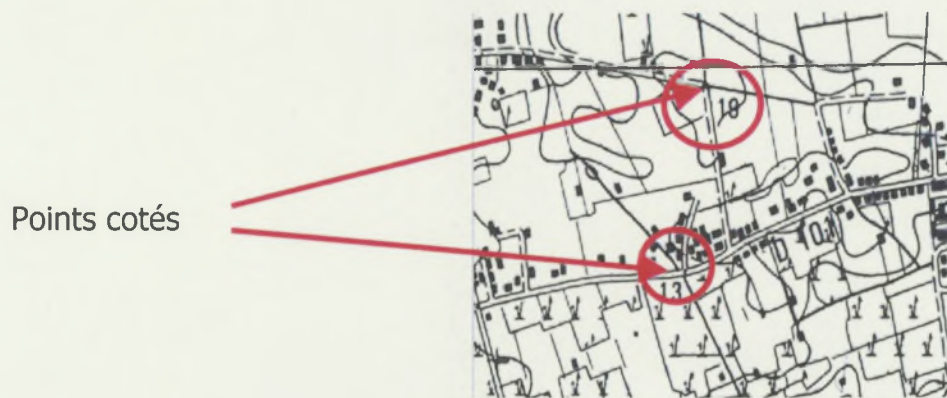


Figure 92 : recherche de points d'appui sur les scans IGN

Dans tous les cas, il est indispensable de prendre des points de calage en surabondance afin de disposer de points de contrôle

7 – RESULTATS DES MISES A JOUR EFFECTUEES DE 1996 A 1999

7.1 - estimations statistiques globales de la sole cannière guadeloupéenne

Les résultats devaient se rapporter à l'ensemble des surfaces emblavées en canne à sucre en distinguant les surfaces récoltables lors de la prochaine campagne des surfaces récoltables un an plus tard (cannes dites de 'grande culture'). Afin de pouvoir comparer les résultats obtenus pendant les 5 années du projet, il est nécessaire de rappeler plusieurs points différenciant les années 95 et 96 des années suivantes:

- A la demande des partenaires et en raison du surcoût que cela aurait entraîné, les estimations n'ont pas concerné le sud Basse Terre dont les superficies pour l'essentiel destinées aux distilleries étaient au début du projet considérées comme constantes et connues. En réalité, cette situation a commencé à changer en 1997 (quelques plantations en zone bananière). Nous ne donnerons donc que des valeurs estimées jusqu'en 97 où la cartographie a été réalisée.

- Contrairement aux années suivantes, les enquêtes de 1995 et de 1996 ont été réalisées avant la fin des replantations. Ainsi, en 1995 elle a été réalisée en octobre.

Or, à cette période, parmi les futures parcelles appelées à être replantées en canne avant le début de l'année suivante, un certain nombre d'entre elles étaient encore en labour.

Le nombre de parcelles en canne a donc été sous-estimé en 1995 mais cette sous-estimation ne concernait que les parcelles de grande culture puisque nous avons convenu en début de projet que les replantations effectuées après le 15 octobre seraient considérées comme telles. Les estimations concernant la récolte potentielle de 1996 n'avaient donc pas à être modifiées. Seules les estimations des surfaces totales récoltables en 1997 devaient être corrigées.

Etudier le devenir des labours d'octobre (ceux-ci ne sont en effet pas tous destinés à la canne) n'était pas suffisant car des labours et des replantations pouvaient être entrepris après cette date. La correction utilisée a donc consisté à estimer le nombre des replantations en canne à partir des dossiers de replantation entre le 15 et le 31 décembre. Ceux-ci permettent en effet de comptabiliser toutes les surfaces ouvertes pendant cette période que ce soit sur d'anciennes cannes, des labours, des friches ou d'autres cultures.

Surfaces replantées (ha)	Grande Terre	Basse Terre	Marie-Galante
Entre le 15/10 et la fin 95	164	46	49
De mai à septembre 1996	878	522	350
De octobre à décembre 1996	61	87	100
TOTAL	1103	655	499

Tableau 24: Superficies plantées et replantées entre la mi-octobre 95 et fin 96-début janvier 97 (d'après dossiers de replantations fournis par les SICAs)

On constate que le pourcentage de plantations ou replantations en 1996 est le plus élevé sur Marie-Galante (19% soit près d'un cinquième des surfaces en canne à la mi-octobre 1995) contre 17% sur la Basse Terre (un sixième) et 14% (un septième) sur la Grande Terre.

A partir de ces données de replantations 1995 et 96 , il a été possible de corriger les estimations cartographiques réalisées suite aux enquêtes effectuées au cours des 4eme trimestres 95 et 96. Nous comparerons dans un premier temps les données globales ainsi obtenues sur les 3 îles en comptabilisant à part le sud Basse Terre qui n'a été cartographié qu'en 1999.

Surface sole cannière (ha)	Nord Grande Terre	Sud-Est Grande Terre	Sud-Ouest Grande Terre (Abymes)	<u>Total Grande Terre</u>	<u>Nord Basse Terre</u>	Total GT+ NBT	<u>Marie-Galante</u>	Total Guad. (hors Sud Basse Terre)	Sud Basse Terre (estim)	<u>Total Guad.</u>
Fin 95	3287 <i>(2612p)</i>	2849 <i>(2636 p)</i>	518 <i>(430 p)</i>	6654 <i>(5678 p)</i>	3457 <i>(2581 p)</i>	10 111 <i>(8259)</i>	2395 <i>(3947 p)</i>	12 506 <i>(12 206 p)</i>	103	12 609
Fin 96	3291 <i>(2631p)</i>	2857 <i>(2746p)</i>	523 <i>(434p)</i>	6670 <i>(5811p)</i>	3497 <i>(2759 p)</i>	10 167 <i>(8570)</i>	2463 <i>(4095 p)</i>	12 630 <i>(12 665 p)</i>	103	12 733
Fin 97	3157 <i>(3095 p)</i>	2693 <i>(2940 p)</i>	501 <i>(560 p)</i>	6351 <i>(6595 p)</i>	3530 <i>(2800 p)</i>	9 893 <i>(9395 p)</i>	2430 <i>(4453 p)</i>	12 311 <i>(13 848 p)</i>	108	12 419
Fin 98	3239 <i>(2352 p)</i>	2738 <i>(2613 p)</i>	504 <i>(400 p)</i>	6481 <i>(5365 p.)</i>	3670 <i>(2815 p)</i>	10 151 <i>(8180 p)</i>	2503 <i>(4181p)</i>	12 654 <i>(12 361 p)</i>	145	12 799
Fin 99	3271 <i>(2236 p)</i>	2767 <i>(2660 p.)</i>	499 <i>(387 p)</i>	6543 <i>(5288 p)</i>	3455 <i>(2634 p)</i>	9998 <i>(7922 p)</i>	2392 <i>(4074 p)</i>	12 604 <i>(11 996 p)</i>	167 <i>(83 p)</i>	12 771 <i>(12 079 p.)</i>

Tableau 25 : Superficie de la sole cannière (avec en italique le nombre de parcelles) de chacun des bassins canniers pour les 5 campagnes 1995 à 1999. Excepté pour l'année 99, les valeurs données sur le sud Basse Terre ne sont que des estimations et le nombre de parcelles n'est pas connu précisément.

On constate en premier lieu qu'aucune variation importante n'est intervenue sur l'ensemble de la sole cannière entre 1995 et 1999 . **La situation en 99 est pratiquement identique à celle de 1995 (-100ha)** avec un léger minimum (-220ha) en 1997 .

C'est la superficie de la sole cannière de la **Grande Terre** qui est à l'origine de ce minimum et qui présente elle-même une baisse de 4, 3% en deux ans, liée entre autres à l'extension aussi soudaine que fugace des **bananeraies** irriguées. Ceci est bien en accord avec le fait que le nombre de replantations ait été le plus faible de tous en 1996. La tendance s'est inversée par la suite (+ 2, 8 % en deux ans) sans pour autant revenir à sa valeur de 1995.

Les superficies cannières du **Nord Basse Terre** ont régulièrement **progressé** jusqu'en 1998 mais sont en diminution en 1999 ce qui les ramène exactement au même niveau qu'en 1995.

Les superficies cannières de **Marie-Galante** ont fait l'objet de quelques fluctuations avec en particulier une augmentation en 1996 liée à la culture de la **canne biologique**. Elle sont toutefois revenues en 1999 exactement au niveau de 1995.

Répartition petite et grande culture (cannes récoltables lors de la campagne suivante et cannes « renvoyées »)

Cette distinction a été effectuée les premières années sur le critère de la date de plantation que nous avons fixée en accord avec les partenaires au 1^{er} octobre tout en sachant que la date après laquelle une plantation n'est plus récoltable l'année suivante dépend de nombreux facteurs et est éminemment variable. De plus, cette information n'est pas toujours disponible ou accessible. C'est ainsi que dans les cas où nous ne pouvions en disposer, la distinction s'est effectuée à partir de l'observation au sol par l'enquêteur chargé des relevés GPS et connaissant bien le contexte cannier guadeloupéen.

Il est à noter que la distinction entre les parcelles récoltables l'année n+1 (petite culture) et les parcelles récoltables l'année n+2 (gde culture) n'a pas été réalisable en 1999 du fait de la panne survenue au niveau de la caméra embarquée de la SCIAC et de la nécessité de recourir à des photos acquises début janvier 2000 sur lesquelles il n'était plus possible de discriminer correctement les deux types de plantation.

	Année de récolte estimée	Grande Terre	Nord Basse Terre	Marie Galante
Fin 1995	Canne récoltable en 96 Canne récoltable en 97(g.c)	5894 760 (11,4%)	3385 72 (2,1%)	2130 265 (11,1%)
Fin 1996	Canne récoltable en 97 Canne récoltable en 98(g.c)	6553 117 (1,7 %)	3416 81 (2,4%)	2322 141 (5,7%)
Fin 1997	Canne récoltable en 98 Canne récoltable en 99(g.c)	6151 200 (3,1%)	3370 160 (4,7%)	2196 234 (9,6%)
Fin 1998	Canne récoltable en 99 Canne récoltable en 00(g.c))	6100 381 (5,9 %)	3500 170 (4,6%)	2376 127 (5,0%)

Tableau 26 : Répartition des surfaces plantées entre 'petite culture' et 'grande culture' Cette répartition est en particulier très dépendante des conditions climatiques

- Le nombre important de cannes renvoyées fin 95 à Marie-Galante a deux origines :

- a) le projet de cannes 'biologiques'. Celles-ci ont en effet été plantées nécessairement après le 15 septembre car un cycle de 18 mois est requis pour obtenir cette appellation. Il faut noter également que parmi les autres cannes 'renvoyées' non biologiques de 95 destinées à être récoltées en 97, certaines ont été coupées très tardivement à la fin 96 pour les replantations tardives de novembre-décembre et n'ont donc pas pu être récoltées en 97. Ces parcelles de pépinières concernaient environ 60ha.
- b) la sécheresse intervenue de fin 94 à août 95 qui a entraîné un nombre important de replantations en fin d'année. On notera que cette sécheresse n'a pas frappé la Basse Terre dont le nombre de replantations en grande culture a été très faible fin 1995.

- De la même façon, le faible nombre de replantations tardives (cannes renvoyées) de l'année suivante (96) est dû à des pluies très importantes apparues en septembre 1996 et qui ont provoqué l'arrêt brutal des replantations. De ce fait, le pourcentage de cannes renvoyées a nettement diminué.

7.2 - Comparaison avec les autres sources de données et statistiques.

Deux grandes catégories de données sont disponibles :

- les données issues des enquêtes TERUTI ou structures qui sont des données issues de sondages effectués à partir de bases de sondage de nature différente (cf chapitre 2).
- les données extraites des résultats de la campagne de récolte

a) données des enquêtes Ter-Uti et « structure ».

Surfaces en canne (ha)	Sondage base géographique (TER - UTI)	Sondage base exploitation (enquête structure)	Inventaire cartographique
Fin 1995	13 777	11 918	12 609
Fin 1996	13 811	inexistante	12 733
Fin 1997	14 224	11 663	12 419
Fin 1998	13 949	inexistante	12 799
Fin 1999	13 537	inexistante	12 771

(source : DAF, Service Statistique)

Tableau 27 : comparaison des résultats obtenus par deux types de sondage et par cartographie exhaustive.

On note que l'enquête structure donne à chaque fois un résultat nettement plus faible que l'enquête Ter-Uti (utilisation du territoire). L'inventaire cartographique se situe régulièrement entre les deux valeurs ce qui met bien en évidence l'existence d'un biais systématique dans les deux sondages (ou dans l'inventaire ?)

Mis à part le fait que les photos utilisées datent de 1988, nous pensons que le biais principal de Ter-Uti réside entre autres dans des problèmes de nomenclature. Ainsi les labours ne sont pas enregistrés en labours mais avec l'occupation du sol précédente. Si l'enquête est effectuée à une période où il existe encore de nombreux labours, on aura donc une surestimation systématique.

Rappel : le calcul montre que la méthode Ter-Uti (4646 points pour l'ensemble de la Guadeloupe, cf tableau 4) conduit dans tous les cas à une erreur minimum de 1000ha . Par contre, la méthode issue de l'inventaire cartographique conduit à une erreur maximale de 250 ha (dans le cas le plus défavorable d'un biais systématique) mais elle est probablement inférieure.

L'enquête structure est difficilement comparable du fait qu'elle repose en partie sur du déclaratif et qu'il est difficile d'évaluer la précision des mesures effectuées par les enquêteurs sur le terrain.

b) données extraites des résultats des campagnes de récolte

Elles sont encore plus difficiles à comparer avec les évaluations obtenues dans le cadre de ce projet car elles ne concernent pas directement les surfaces plantées.

Nous mentionnerons toutefois à titre indicatif les surfaces récoltées par campagne (tableau 20) en se souvenant que les cannes non récoltées sont celles qui ne sont pas envoyées à l'usine c'est à dire :

- soit récoltées pour la distillerie ou la pépinière
- soit non récoltées car cultivées en cannes renvoyées (appelées aussi 'grande culture').
- soit non récoltées en raison d'une sécheresse importante ou de tout autre phénomène

La définition des bassins canniers n'étant pas exactement la même que celle qui a été utilisée , nous n'avons pu effectuer la comparaison que pour l'ensemble de la Grande Terre. Le sud Basse-Terre, non concerné par la récolte sucrière, ne figure pas non plus dans ce tableau.

Nous n'avons pas mentionné ici les données de production (canne broyée) car celles-ci sont directement dépendantes des rendements dont les valeurs peuvent varier du simple au double en fonction des conditions climatiques observées lors de l'année précédant celle de la récolte.

Surface (ha)	Total Grande Terre	Nord Basse Terre	Total GT+ NBT	Marie-Galante	Total Guad. (hors Sud Basse Terre)
Sole cannière fin 95	6654	3457	10 111	2395	12 506
Récolté 96	5894	3385	9 279	2400	11 679
Non récolté	760	72	832	0	827
Sole cannière fin 96	6670	3497	10 167	2463	12 630
Récolté 97	6553	3416	9 969	2400	12 369
Non récolté	117	81	198	63	261
Sole cannière fin 97	6351	3530	9 893	2430	12 311
Récolté 98	5880	2900	8 780	2300	11 080
Non récolté	471	630	1 113	130	1 231
Sole cannière fin 98	6481	3670	10 151	2503	12 654
Récolté 99	5058	3000	8 058	2300	10 358
Non récolté	1423	670	2 093	197	2 296
Sole cannière fin 99	6543	3455	9 998	2392	12 604
Récolté 2000	6190	3442	9 632	2300	11 932
Non récolté	353	13	366	92	672

Tableau 28 : comparaison entre les surfaces plantées et les surfaces récoltées. (d'après données Chambre d'Agriculture et CIRAD)

Si l'on retient que 10% environ des surfaces plantées (pourcentage généralement admis) sont réservés aux pépinières et distilleries et qu'il existe un minimum de cannes renvoyées (voir tableau 26) , on constate que les surfaces non récoltées sont anormalement faibles lors des campagnes 97 et 2000, ce qui indique une probable surestimation des surfaces récoltées. Les données de récolte relatives à Marie-Galante, visiblement très approximatives , en sont probablement une des causes principales

7.3 - Evolution du nombre et de la taille des parcelles de canne

7.3.1 – Nombre et taille moyenne des parcelles

Pour certains bassins comme le Nord Basse Terre il n'y a eu depuis aucun changement notable depuis 1995. Par contre, pour quelques autres on constate une évolution très importante et parfois même spectaculaire :

Sur le bassin des Abymes, 173 parcelles sur 560 ont disparu entre 1997 et 1999 (*baisse de plus de 30%*) alors que la surface est restée identique !! la taille moyenne des parcelles passe ainsi de 0,9 à 1,29 ha.

Sur le nord Grande Terre, le même phénomène se produit et on enregistre entre 97 et 99 la disparition de 859 parcelles soit *27 % du nombre de parcelles* alors que dans le même temps la surface cultivée augmente de 110 ha !.

Taille en hectares	Nord Grande Terre	Sud-Est Grande Terre	Sud-Ouest Grande Terre (Abymes)	<u>Total Grande Terre</u>	<u>Nord Basse Terre</u>	Total GT+ NBT	<u>Marie-Galante</u>	Total Guad. (hors Sud Basse Terre)	Sud Basse Terre (estim.)
Fin 95	1,26	1,08	1,20	1,17	1,34	1,22	0,61	1,02	
Fin 96	1,25	1,04	1,20	1,15	1,27	1,19	0,60	0,99	
Fin 97	1,02	0,93	0,89	0,96	1,26	1,05	0,55	0,89	
Fin 98	1,38	1,05	1,26	1,20	1,30	1,24	0,60	1,02	
Fin 99	1,46	1,04	1,29	1,23	1,31	1,26	0,59	1,05	2,01

Tableau 29 : Evolution de la taille moyenne des parcelles de canne (en ha) par bassin cannier entre 1995 et 1999. Les données sur le sud Basse Terre (hors zone d'étude du projet) ne sont disponibles que pour 1999

Il est tout à fait surprenant que la taille moyenne des parcelles ait diminué sur l'ensemble des bassins canniers de la Grande Terre ET de Marie Galante à la fin 1997.

Mise à part la sécheresse qui aurait moins frappé la Basse Terre, on ne voit guère d'explication.

7.3.2 – Typologie des parcelles par classes de taille

Une telle distribution a été présentée pour 1995 dans les tableaux 14 à 16 du chapitre 4. Nous prendrons l'exemple de l'évolution de ces classes de taille entre octobre 1995 et fin 1999 pour la Grande Terre où les changements ont été les plus nombreux.

Classes de surface (ha)	Nb de parcelles		% du Nb de parcelles de canne		Surface occupée (ha)		% de la surface en canne		Taille moyenne (ha)	
	1995	1999	1995	1999	1995	1999	1995	1999	1995	1999
$x < 0,5$	2233	2122	44,0	40,1	616	576	10,4	8,8	0,28	0,27
$0,5 \leq x < 1$	1313	1366	25,9	25,8	930	983	15,8	15,0	0,71	0,72
$1 \leq x < 2$	860	1012	16,9	19,1	1194	1404	20,3	21,5	1,4	1,4
$2 \leq x < 5$	479	575	9,5	10,9	1461	1768	24,8	27,0	3,0	3,1
$5 \leq x < 10$	143	162	2,8	3,1	913	1052	15,5	16,1	6,4	6,5
$x \geq 10$	48	51	0,9	0,9	780	759	13,2	11,6	16,2	14,9
TOTAL	5076	5288	100	100	5894	6543	100	100	1,16	1,24

Tableau 30 : Distribution des parcelles de canne de l'ensemble de la Grande Terre selon leur surface (évolution entre octobre 1995 et la fin 1999)

On note qu'il n'y a pratiquement pas de changement dans cette répartition pour les parcelles de grande taille (supérieures à 5 ha) dont le nombre n'a guère évolué (15 % des surfaces sont toujours occupées par 3% des parcelles). Il en est de même pour les parcelles comprises entre 0,5 et 1 ha dont le pourcentage est étonnamment stable ! (15% également de la surface occupée).

Par contre, il s'est produit une chute de 4% des parcelles de moins d'un hectare (111 parcelles abandonnées), ce qui n'est pas surprenant et est à rapprocher des résultats des enquêtes relatives à la taille des exploitations. Mais la différence de surface occupée est très faible (1,6%). Le plus important reste donc l'augmentation de 3,6% du nombre des parcelles de taille comprise entre 1 et 5 hectares. L'augmentation de la part des surfaces occupées est de 3,4%.

La répartition des parcelles par taille n'a donc que très peu évolué entre 1995 et 1999.

On notera toutefois quelques modifications spectaculaires et très conjoncturelles comme à Marie-Galante où la classe des parcelles comprises entre 2 et 5 ha a présenté une augmentation importante (passage de 12ha à 60ha) en 1996 en raison de la création des parcelles de canne bio, la plupart d'entre elles ayant été abandonnées depuis lors.

7- 4 Dynamique de l'occupation du sol

Contrairement à la répartition des parcelles par taille qui n'a que très peu évoluée, les changements intervenant chaque année que ce soit **dans la forme** du parcellaire et/ou dans **l'occupation du sol** sont considérables et ont été, au départ, nettement sous-évalués.

Bien que ceci ne soit pas prévu dans le projet initial, nous avons décidé en 1998 de faire un point sur l'importance de ce phénomène en menant une étude comparative entre le parcellaire cartographié en 1995 (canne, labour, maraîchage) et celui de 1997 dont la mise à jour venait d'être réalisée de façon exhaustive et avec une très grande précision de localisation (1m)

<i>Situation en octobre 95</i>	<i>Situation fin 97</i>	<i>Nombre</i>	<i>Surface</i>
Canne (6490 ha)	Canne		5003 ha
	Canne replantée en 97	408	611
	Labour	226	123
	Maraîchage	73	55
	Friche	139	84
	Savane ou Prairie	842	424
	Banane	95	111
	Autres (bâti, infrastructure.)		79
Labour (526 ha)	Canne plantée en 95 ou 96	128	144 ha
	Canne plantée en 97	91	90
	Maraîchage	136	95
	Friche	45	34
	Savane ou Prairie	141	91
	Autres (bâti, banane, labour)		72
Maraîchage (726)	Canne plantée en 95 ou 96	56	45 ha
	Canne plantée en 97	22	14
	Labour	17	8
	Maraîchage	753	505
	Friche, savane	76	66
	Autres (bâti, banane..)		88

Tableau 31: Evolution de l'occupation du sol des différents postes cartographiés en 1995. (Cas de la Grande Terre)

On note que 86 % seulement des surfaces cultivées en canne en 95 le sont toujours en 1997 et que presque **8% sont laissées en friche ou savane**. L'ensemble des autres cultures a grignoté 2,5% de la sole cannière en deux ans dont 1,7 % pour la seule banane !

Par contre, **8% des surfaces de maraîchage en 95 ont été replantées en canne** lors des deux années suivantes et **9% ont été laissées en friche ou savane**

La nécessité d'une bonne connaissance des **labours** de fin d'année et de leur devenir est toujours aussi importante pour les évaluations car on constate ici que **44% d'entre eux sont replantés en canne dans les deux ans**. On notera en particulier (sauf pour quelques parcelles cultivées en maraîchage exactement pendant l'intervalle, puis relabourées) qu'environ 15 % des parcelles en labour en 95 sont restées une année entière en attente d'être cultivées.

Une autre vision du même phénomène peut être obtenue en étudiant non pas le devenir d'un poste d'occupation du sol mais en étudiant **l'origine des parcelles de canne** à un instant donné (canne sur canne ?, canne ouverte sur friche, rotation avec autre culture ?)

Les résultats sont donnés dans le tableau 32 ci-dessous qui montre que la création de parcelles se porte bien face aux inéluctables abandons répertoriés ci-dessus.

	Nord Grande Terre	Sud-est Grande Terre	Sud-ouest GT (Abymes)	Total Grande Terre	Nord Basse Terre	Sud Basse Terre	Total Basse Terre	GT + BT	Marie Galante	Total Guad
Surfaces en canne stables de 1995 à 1997	2724	2488	458	5 670	3 244	108	3 352	9 022	2 040	11 062
Surfaces en canne ouvertes sur friche entre 95 et 97	411	176	37	624	228	0	228	852	362	1 214
Surfaces en canne créées sur autres cultures entre 95 et 97	22	29	6	57	63	0	63	120	28	148
Total surfaces en canne créées entre 95 et 97	433 (13,7%)	205 (7,6%)	43 (8,6%)	681 (10,7%)	291 (8,2%)	0	291 (8%)	972 (9,7%)	390 (16%)	1362 (11%)
Surfaces en canne abandonnées entre 95 et 97	510 (16,1%)	315 (11,7%)	51 (10,2%)	876 (13,8%)	247 (7%)	0	247 (6,8%)	1 123 (11,2%)	323 (13,3%)	1 447 (11,6%)
Total surfaces en canne fin 97	3157	2693	501	6 351	3 535	108	3 643	9 994	2 430	12 424
Surfaces en labour fin 97	100	42	15	157	47	0	47	204	25	229

Tableau 32 : Evolution et origine des surfaces cultivées en canne à sucre entre 1995 et 1997 (pourcentages exprimés par rapport au total des surfaces en canne fin 97)



Figure 93 : L'avancée du bâti sur la Grande Terre à Petit-Canal

7.5 - Produits cartographiques

Les produits cartographiques fournis régulièrement à la DAF et aux différents partenaires du projet après chacune de mises à jour de 1996 à 1999 ont été du même type que ceux fournis après l'état des lieux de 1995 mais avec les apports et compléments suivants :

a) pour les plans parcellaires et les documents d'enquête.

Afin d'améliorer leur lisibilité et leur manipulation sur le terrain, les plans parcellaires ont été modifiés à trois niveaux :

- le parcellaire a été numéroté et reporté sur fond de scan noir et blanc d'EDR 25 de l'IGN. Ce report nous a permis de tester la qualité de la cartographie et de constater que, mis à part quelques situations très particulières et souvent inexpliquées (imprécision de certains relevés cadastraux dont les points avaient été utilisés par la SCIAC pour le calage des clichés lors de la stéréopréparation ?) nous avons un excellent positionnement des parcelles sur le document IGN au 1/25 000. Le décalage observé se situait en effet en deçà de l'erreur cartographique tolérable pour ce type d'échelle.
- l'échelle des documents n'était plus le 1/5 000 mais le 1/10 000.
- la taille des documents passait de l'A0 à l'A1.

Ainsi 50 cartes au 1/10 000 couvrant l'ensemble de la Guadeloupe selon le découpage de la figure ont été expédiées aux SICA les 3 dernières années.

Figure 94 : tableau d'assemblage des 72 planches au 1/10 000 couvrant l'ensemble de la Guadeloupe



b) pour les cartes au 1/25 000 et au 1/75 000.

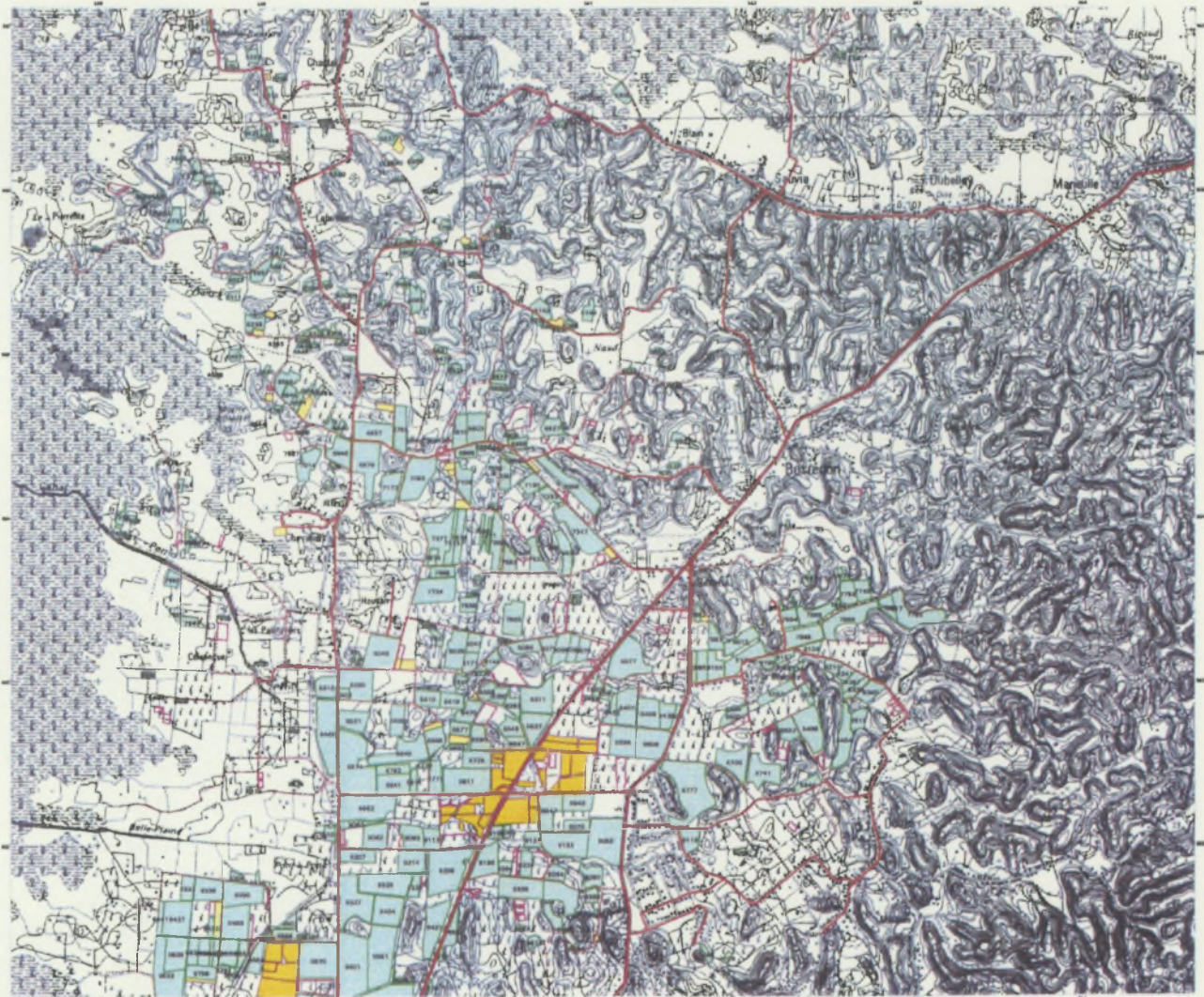
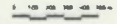
Outre les 5 cartes au 1/25 000 et la carte au 1/75 000 expédiées chaque année à la DAF de la Guadeloupe et aux partenaires qui en exprimaient la demande, nous avons élaboré pour chaque bassin et pour l'ensemble de la Guadeloupe une carte d'évolution des surfaces cultivées en canne entre octobre 95 et la fin 97 (cf résultats paragraphe 4.6)



Carte de la sole cannière Situation fin 1998

Echelle 1 : 10 000

Planche 13



IGN 2000 4603 G. Carte IGN 4603 G. Paris 1997. Carte N° 4603 G. Autorisation N° 32333.

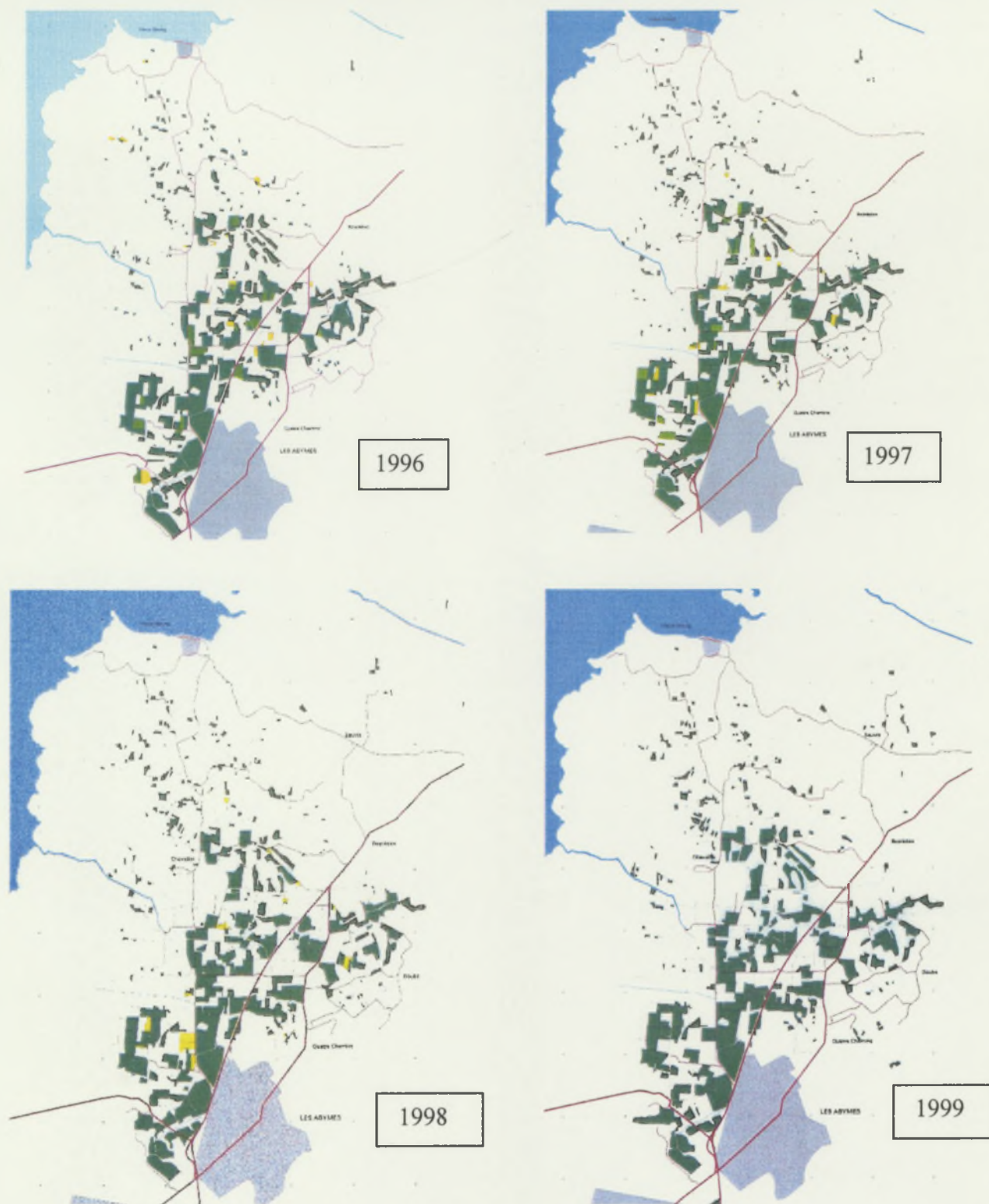
■ canna ■ labour ■ banane ■ divers

036

037

CIRAD-AMIS, Cellule Géotrop Montpellier Copyright IGN Paris 1997, Carte N° 4603 G. Autorisation N° 32333.

Figure 95 : Un des 50 plans parcellaires au 1/10 000 sur fond de scan noir et blanc d'EDR 25 de l'IGN établis chaque année après la mise à jour du parcellaire et adressés aux différentes SICA. (Ici planche 13 sur le bassin des Abymes, partie nord)



*Figure 96 : Aspect de l'ensemble du bassin cannier d'Abymes de fin 1996 à fin 1999
 Les changements semblent peu nombreux mais le nombre de parcelles est
 passé de 434 en 96 à 560 en 97 pour descendre à 387 en 99.*



Figure 97 : Aspect des 4 cartes au 1/25 000 donnant la situation de la sole cannière de fin 1996 à fin 1999 sur le sud-ouest de la Grande Terre incluant en particulier les plaines d'Abymes et de Morne à l'Eau. Entre 1995 et 97, 195 ha de cannes ont été abandonnés sur cette zone mais 152ha ont été ouverts, essentiellement sur friches. Cet ensemble de 4 nouvelles cartes (associé à la carte de l'évolution entre 95 et 97) a été produit pour chacun des 4 autres bassins canniers et vient ainsi compléter la carte établie en première année du projet .

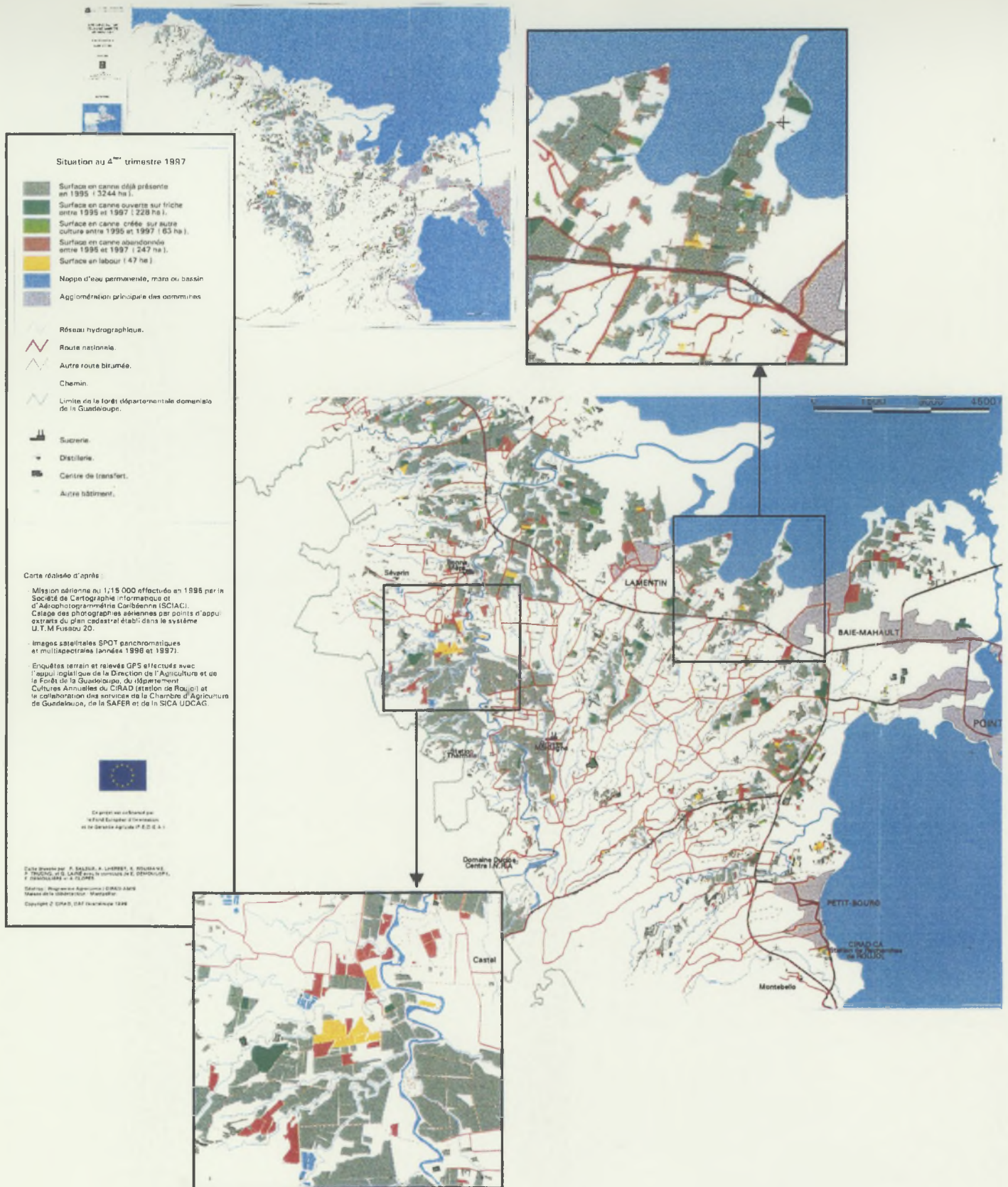


Figure 98 : Contenu de la carte au 1/25 000 de l'évolution de la sole cannière sur le bassin de Nord Basse Terre entre 1995 et 1997.

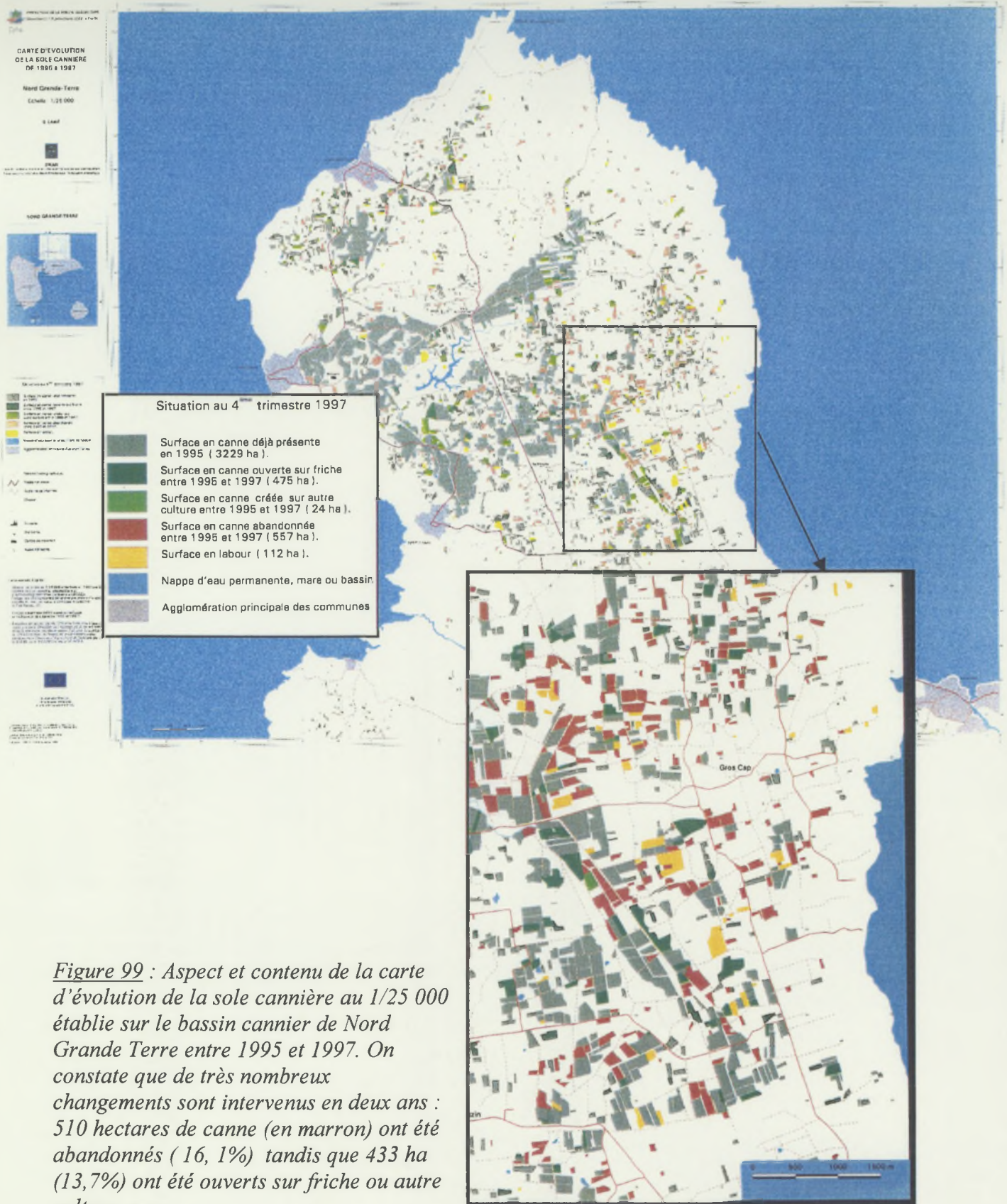


Figure 99 : Aspect et contenu de la carte d'évolution de la sole cannière au 1/25 000 établie sur le bassin cannier de Nord Grande Terre entre 1995 et 1997. On constate que de très nombreux changements sont intervenus en deux ans : 510 hectares de canne (en marron) ont été abandonnés (16, 1%) tandis que 433 ha (13,7%) ont été ouverts sur friche ou autre culture

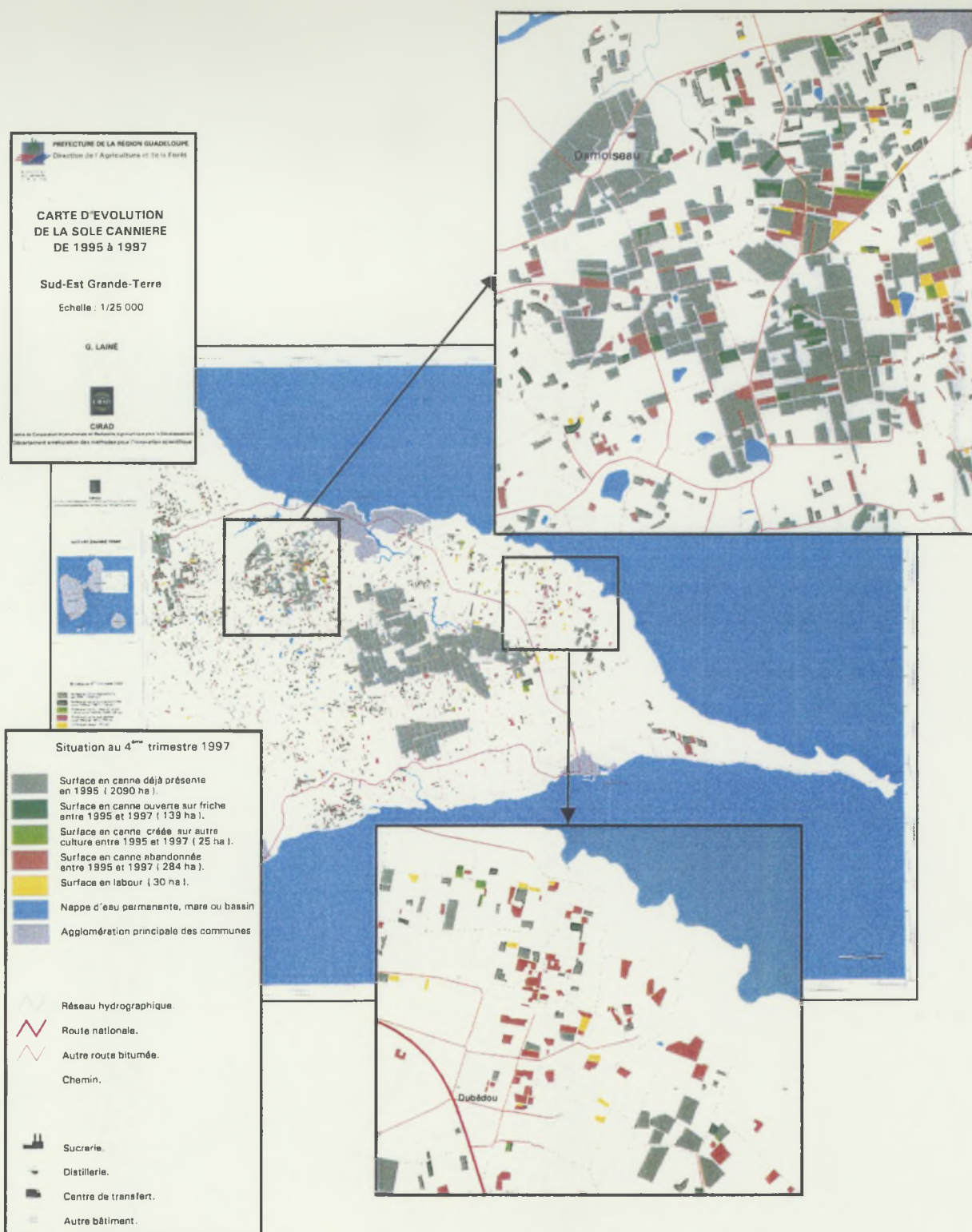
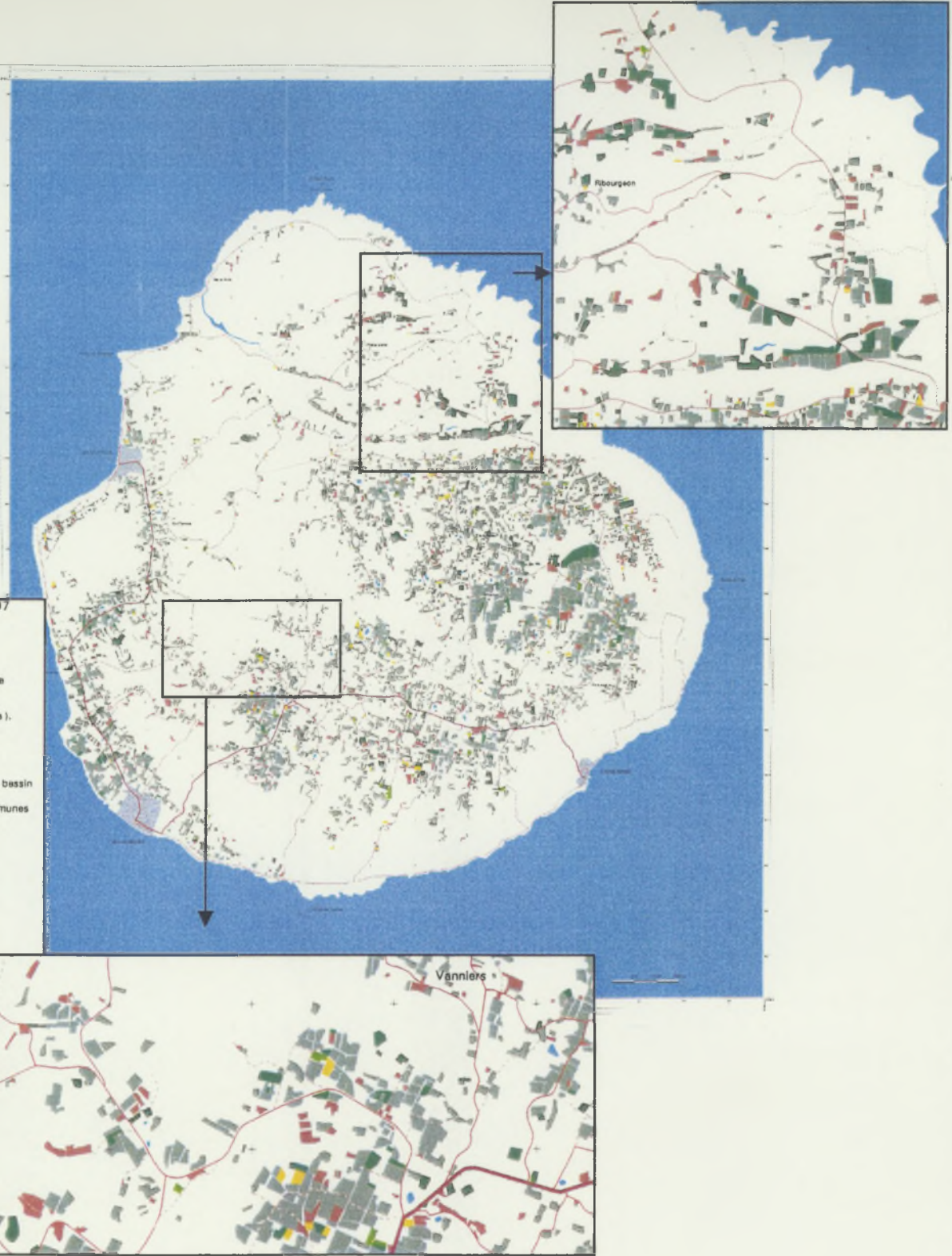


Figure 100 : Aspect et contenu de la carte d'évolution de la sole cannière au 1/25 000 établie sur le bassin cannier de Sud-est Grande Terre entre 1995 et 1997. C'est dans cette zone que l'on a observé le plus gros écart entre le pourcentage d'abandons(11,7%) et le pourcentage d'ouverture de surfaces cannières (7,6%). On observe en particulier au nord-est de Dubédou un important développement du maraîchage au détriment des surfaces cannières (cf zoom)



Information 17 novembre 1997



- Situation au 4^e trimestre 1997**
- Surface en canne déjà présente en 1995 (2039 ha).
 - Surface en canne ouverte sur friche entre 1995 et 1997 (381 ha).
 - Surface en canne créée sur autre culture entre 1995 et 1997 (28 ha).
 - Surface en canne abandonnée entre 1995 et 1997 (323 ha).
 - Surface en labour (24 ha).
 - Nappe d'eau permanente, mare ou bassin
 - Agglomération principale des communes
 - Réseau hydrographique.
 - Route nationale.
 - Autre route bitumée.
 - Chemin.
 - Sucrerie.
 - Distillerie.
 - Centre de transfert.
 - Autre bâtiment.

Figure 101 : Aspect et contenu de la carte d'évolution de la sole cannière au 1/25 000 établie sur Marie-Galante entre 1995 et 1997. Ce fut le bassin cannier le plus dynamique pendant cette période de deux ans (16% des surfaces en canne présentes fin 97 ont été ouvertes, essentiellement sur friches, alors que 13,3% ont été abandonnées). La zone nord-est (cf zoom) est en partie à l'origine de cette augmentation de la sole cannière.

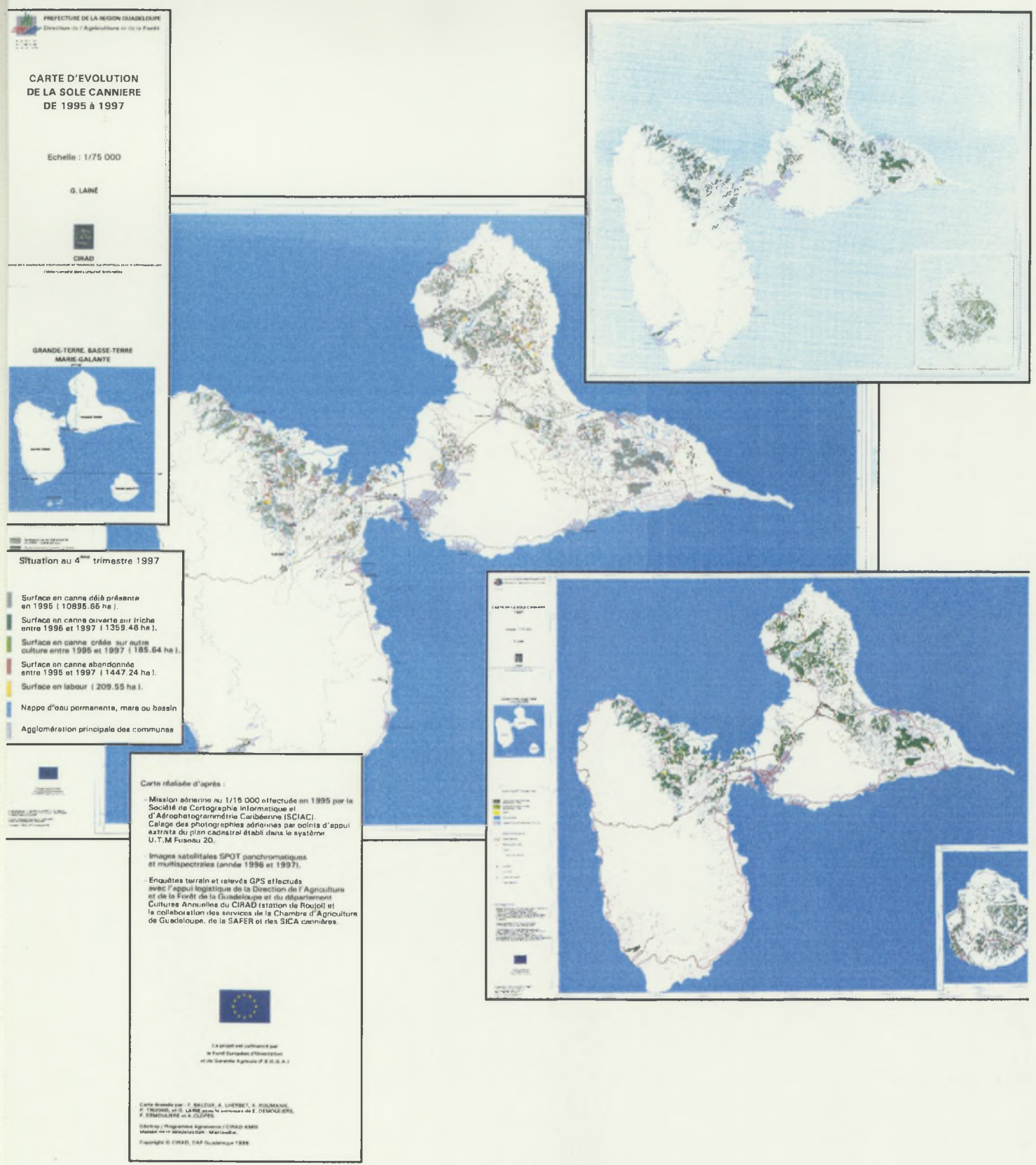


Figure 102 : Aspect des cartes au 1/75 000 de la sole cannière 1996 et 97(en haut et en bas) ainsi que de la carte d'évolution des surfaces entre 95 et 97 (au centre).



Figure 103 : carte de la sole cannière 1999 sur l'ensemble de la Guadeloupe incluant le sud de la Basse Terre où de nouvelles parcelles de canne sont apparues entre 1995 et 1999 (167 hectares répertoriés au total contre 103 en 1995))



CIRAD-AMIS, Cellule Géotrop Montpellier Copyright IGN Paris 1997

Autorisation N° 32333
(Carte 4607G)

Figure 104 : Aspect de la carte au 1/25 000 de la sole cannière établie sur fond de scan d'EDR 25 de l'IGN sur l'île de Marie-Galante (année 1997)

8 . CONCLUSION : Bilan et perspectives

Ce projet a été mené de 1995 à 2000 dans le cadre du Plan de Sauvegarde et de Développement de la filière Canne-Sucre lancé fin 1994 par la Commission Interprofessionnelle de la Canne et du Sucre. Son apport dans la connaissance de la sole cannière concerne essentiellement les 3 points suivants :

- **L'obtention pour la première fois en Guadeloupe et dans les DOM, d'une cartographie numérique du parcellaire cannier et de sa dynamique.** Celle-ci a permis de positionner et délimiter à ± 1 m près l'ensemble de toutes les parcelles de taille supérieure à 0,3 ha Au-delà de cet état des lieux, il en a été fourni la mise à jour annuelle pendant 4 ans jusqu'à la fin 1999 ainsi que la cartographie de son évolution entre 1995 et 1997, non prévue initialement. Ceci a permis d'effectuer une analyse spatiale de la répartition de la sole cannière et d'accéder à une meilleure connaissance de la répartition du petit parcellaire, de son évolution et à des informations nouvelles sur les exploitations correspondantes. Ces produits ont été élaborés de façon à constituer une base de données graphiques aisément intégrables dans un Système d'Information à Références Spatiales établi sur une base cadastrale. L'ensemble a été établi au 1/25 000 et au 1/75 000 dans le système de projection UTM fuseau 20. La cartographie a été restituée également sur 40 planches noir et blanc au 1/5000 donnant les surfaces de chacune des quelque 14 000 parcelles cartographiées.
- **Une amélioration des statistiques globales relatives à la sole cannière avec la possibilité d'accéder à des statistiques localisées.** Le système classique d'évaluation par sondage ne permet pas de fournir une estimation statistique sur une entité de taille inférieure au département. En toute rigueur, on ne peut ainsi obtenir aucune évaluation sur l'île de Marie-Galante. L'inventaire cartographique autorise au contraire des évaluations de surface à l'intérieur de n'importe quelle unité de milieu ou entité administrative (commune, section de commune) dont les limites sont connues. Pour l'ensemble de la Guadeloupe, les surfaces plantées en canne fin 95 ont été évaluées à **12 500 ha \pm 250 ha** alors que la méthode TER-UTI donnait une estimation de 13 777 ha \pm 1000 ha. On constate que la surface totale de la sole cannière en 1999 est, à 100 ha près, la même qu'en 1995. Seules ont légèrement varié la répartition par classes de taille (perte de 4% des parcelles de moins de 0,5ha) ainsi que la taille moyenne des parcelles du Nord Grande Terre (augmentation de 1,29 ha à 1,49 ha).
- **Une aide aux partenaires en matière de gestion du parcellaire et des exploitations.** En dehors de l'amélioration des prévisions de production, ce projet a permis de mettre à leur disposition des documents adaptés à leurs préoccupations. Au delà d'une simple actualisation de l'occupation du sol par les enquêteurs, il s'agissait de pouvoir effectuer localement sur les secteurs suivis une mise à jour graphique régulière (modification des contours, subdivision, agrandissement) et un renseignement progressif de la base de données associées (numérotation, nom de l'exploitant, variété, itinéraire technique). Ceci a pu être réalisé dans le cadre du projet « phase utilisateur » qui a été mené parallèlement au présent projet suite aux résultats obtenus en 1995 Il a consisté à *doter les partenaires d'un poste de travail informatique permettant la manipulation d'extraits du fichier de base et la création d'une base de données associée aux parcelles.* On se dirige donc vers la notion de *cartographie permanente* et de *système d'information à références spatiales (SIRS)* au service des acteurs de la filière.

Sur le plan méthodologique, différentes méthodes d'acquisition et de traitement de données géoréférencées ont dû être mises en œuvre et de ce fait comparées pour réaliser la mise à jour annuelle du parcellaire. En effet, certains imprévus rencontrés dans le déroulement des travaux (perte du satellite SPOT 3, panne de caméra aéroportée) mais aussi et surtout le nombre et la complexité des changements intervenant chaque année dans le parcellaire cannier ont nécessité de recourir à des outils et moyens variés dont la complémentarité a seule permis de réaliser un travail de mise à jour exhaustive.

En première année, l'état des lieux a été réalisé au 1/5 000 à partir d'une mission aérienne spécifique au 1/15 000° et de l'utilisation des techniques de photogrammétrie numérique. Deux options ont alors été prises afin de fournir *rapidement* des résultats *dignes de foi* :

- La restitution du parcellaire s'est effectuée par stéréorestitution à partir d'images virtuelles *et non sur des orthophotos*, ceci afin d'éviter la création d'un MNT (gain de temps) et d'améliorer la précision de la photo-interprétation à l'aide de la vision stéréoscopique.
- Il a été proposé de cartographier toutes les parcelles de canne visibles sur les photos aériennes *et non de nous en tenir aux parcelles de taille au moins égale à 0,5 ha* sur la Guadeloupe continentale (et au tiers d'hectare sur Marie-Galante) comme cela était prévu à l'origine. Ceci nous a permis d'améliorer nettement la précision des statistiques mais aussi de connaître la répartition géographique de ce petit parcellaire. C'est ainsi que plus de 3000 parcelles d'une taille moyenne de 0,3 ha ont été restituées sur la Guadeloupe continentale et ont permis de cartographier *844 ha supplémentaires (soit environ 8,5% des superficies en canne)* qui n'auraient pas été comptabilisés dans le cas contraire. Les parcelles de maraîchage ont également été cartographiées en première année afin de mieux connaître la répartition du parcellaire cultivé dans son ensemble et de disposer des contours de celles d'entre elles qui devaient passer en canne les années suivantes (environ 150 parcelles qui n'ont donc pas eu à être mesurées).

Les années suivantes, la première difficulté a été d'accéder à une information fiable et aussi complète que possible sur tous les changements intervenus. On ne peut en effet mesurer une parcelle dont on ignore l'existence ni en supprimer une autre dont la disparition n'a pas été signalée et surtout confirmée! Nous avons donc été amenés à utiliser un faisceau de méthodes (information en provenance des SICA, photo-interprétation, image-interprétation, contrôles terrain..) plutôt qu'une méthode unique pour accéder à cette information.

La seconde difficulté a été de mener à bien cette mise à jour graphique face à l'importance insoupçonnée des changements intervenant annuellement dans le parcellaire (par exemple entre 1995 et 1997, *1214 ouvertures sur friche* ont été comptabilisés sur l'ensemble de la Guadeloupe; et entre 1998 et 1999, *1200 modifications de forme ou d'affectation* ont été effectuées sur la Grande Terre et *800* sur Marie-Galante)

Le dessin des parcelles a été effectué soit à l'aide de données satellitaires SPOT panchromatiques complétées par des relevés au topofil (1996) soit au moyen du GPS différentiel (de 1997 à 1999), soit par photogrammétrie numérique (1999). C'est en effet dans ce contexte que la technique du GPS différentiel de résolution métrique qui n'avait pas été envisagée au démarrage du projet a été utilisée, la première base de référence en Guadeloupe ayant été installée entre-temps à la station du CIRAD de Petit-Bourg fin 1997 dans le cadre de la cartographie du parcellaire bananier.

Le GPS s'est révélé particulièrement efficace à la fois en matière de dimensionnement et de positionnement. Toutefois, il faut savoir qu'il ne peut permettre à lui seul de cartographier l'ensemble des nouvelles parcelles car parmi celles-ci, certaines sont inaccessibles ou difficilement accessibles en raison de leur situation (accès problématique, propriété privée..), d'autres sont impossibles à mesurer en raison du refus du propriétaire ou de l'exploitant (cas des squatts en particulier).

La photogrammétrie numérique présente l'avantage énorme de fournir une vision exhaustive des bassins canniers et permet ainsi de faire un point complet sur les ouvertures et abandons de parcelles. Elle autorise également, et c'est là son point fort, la restitution de parcelles inaccessibles qui n'ont donc pu être cartographiées correctement auparavant.. Elle est malheureusement assez lourde et longue à mettre en œuvre, et nécessite de disposer de nombreux points d'appui au sol pour le calage des clichés.

Les données satellitaires disponibles pendant la période 1995-1999 (images SPOT en multispectral à 20m et panchromatique à 10m) ont été très utiles pour la détection de certains changements mais n'étaient malheureusement pas assez précises pour que l'on puisse les utiliser seules pour le dessin et le positionnement des nouvelles parcelles ou des parcelles ayant changé de forme.

Il n'en est plus de même désormais.

Les satellites EROS et IKONOS (lancement en 2000) et QUICKBIRD (lancement en 2001) sont en effet équipés de capteurs fournissant des images de résolution respectives 1,8 m, 1m et 0,65m en noir et blanc. Pour Ikonos et QuickBird, ces images peuvent être de plus combinées à des images multispectrales acquises au même moment et de résolution respective 4m et 2,5 m. Les potentialités en matière de cartographie parcellaire sont énormes mais le coût de ces images est encore élevé. Une alternative consistera à utiliser les images du futur satellite SPOT 5 dont la résolution en noir et blanc pourra descendre à 2,5m tout en couvrant une zone de 60km x 60km comme les SPOT précédents.

Une autre méthode déjà utilisée dans certains départements pilotes repose sur l'exploitation des orthophotoplans en collaboration avec les planteurs et les techniciens des SICAs, complétée si nécessaire par des relevés effectués au GPS différentiel. La simple mise à jour de l'occupation du sol d'un parcellaire déjà cartographié nécessitera toutefois un important travail de terrain pour disposer de données fiables. De plus, ne peuvent figurer sur les orthophotos les changements de forme ou les ouvertures de parcelles sur friche intervenues récemment puisque les prises de vues ont en général été réalisées plusieurs années auparavant.

Dans tous les cas, à partir de la cartographie du parcellaire ainsi obtenu et des données de production, il est désormais envisageable d'effectuer annuellement une **cartographie précise des rendements**.

Enfin, outre l'identification des labours, ce projet nous a permis de vérifier ponctuellement l'intérêt des données satellitaires pour d'autres applications tout à fait prometteuses comme le **suivi des campagnes de récolte** (les parcelles récemment récoltées sont aisément repérables sur les images) mais aussi la **répartition des grands groupes variétaux**.



Figure 105 : consultation de la carte du parcellaire au 1/25 000 par les agriculteurs

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ATLAS GENERAL DES DOM, Guadeloupe, CEGET, CNRS, 1982

BELOUARD T., 1997 – Statistiques spatiales globales et localisées à partir d'enquêtes par sondage - Stage de DEA de biostatistique, Université Montpellier II, CIRAD Maison de la télédétection, Montpellier

BONOTTO S., 1999 – Analyse des pratiques culturales des planteurs de canne à sucre du Nord Basse-Terre – Diplôme d'ingénieur ESAT, CNEARC Montpellier

BOTTON S., DUQUENNE F., EGELS Y., EVEN M., WILLIS P., 1997 – GPS Localisation et navigation. Editions HERMES

COMMISSION METEOROLOGIQUE DEPARTEMENTALE DE LA GUADELOUPE, décembre 1985 - Bulletin climatologique mensuel

CANCES M., 1991 - Combinaison des données SPOT P et XS pour isoler les parcelles cultivées dans la zone cotonnière du Burkina Faso. *Mémoire DESS Télédétection. Univ. Paul Sabatier - Centre d'étude spatiale des rayonnements (Toulouse)*, 38 p.

COLMET-DAAGE F., BERNARD Z., 1979 – Carte des sols de la Guadeloupe. ORSTOM Antilles

COURTAILLAC N., 1998 – Maîtrise du cycle de l'azote dans le système vertisol -canne à sucre. Conséquences sur la gestion des parcelles. Thèse Dr Sci. agronomiques, Université de Nancy, 220p.

DE KEERSMAECKER M.L., 1987 - Stratégie d'échantillonnage des données de terrain intégrées dans l'analyse des images satellitaires. *L'espace Géographique* n°3, pp. 195-205.

DIRECTION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET DE GUADELOUPE, Service d'Economie Agricole, 1995, Carte des GFA

DIRECTION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET DE GUADELOUPE, Service Statistique. Résultats des enquêtes Ter-Utili et des enquêtes 'structures' entre 1992 et 1999, communications personnelles.

DIRECTION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET DE GUADELOUPE, Service Statistique, 1992 – Inventaire des sections et lieux-dits par commune.

EMERY X., 1998 – Estimations de superficies agricoles par les méthodes géostatistiques (application à la télédétection) – rapport de stage – option géostatistique – Ecole des Mines de Paris - CIRAD, Maison de la télédétection, Montpellier

FAUCONNIER R, BASSEREAU D, 1970 – La canne à sucre. Editions Maisonneuve et Larose, Paris, 468p.

GUILLAUME P., 1992 - Guadeloupe : l'enquête canne à sucre 1992 -AGRESTE - Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 77 p.

GUYOT G., 1990 - Agriculture et statistiques agricoles in *"Précis de télédétection"*, vol. II, PUQ / AUPELF. pp. 268-320

LAINE G., BALEUX F., TRUONG P., GOUNEL C., 1997 - Integration of spot data with a photogrammetric data base for sugarcane cropland updating at scale 1:25 000 in French West Indies. Proceedings of the 18th ICA Conference, Stockholm, 23-27 juin 1997

LAINE G., BALEUX F., 1999 – Cartographie et évaluation des surfaces cultivées en banane, Rapport final Cirad CA, Montpellier, 61 p

MALESSARD R., 1998 – Pré-Diagnostic de la filière de production Banane de Guadeloupe, Cirad-FIhor, Montpellier, 95 p.

MEYER-ROUX J., 1987 - Les travaux du Ministère français de l'Agriculture, in *"Développements récents dans la méthodologie statistique en matière d'utilisation du territoire incluant la télédétection"*, Document EUROSTAT, thème III, série E, pp 87-126.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE, Décembre 2000, AGRESTE DOM n°2, 69p.

MOISSET D., FAVE P., 1995 – Photogrammétrie analytique, ENSG Saint- Mandé, 40 p.

PHOTOMOD et AEROT, notices d'utilisation, 2000, CHS, Rueil-Malmaison

ROUSTEAU A., PORTECOP J., ROLLET B., 1996 – Carte écologique de la Guadeloupe, ONF, Parc National de Guadeloupe, Université des Antilles et de la Guyane.

TRIMBLE France, 1999 – Notice d'utilisation des GPS Pro XR et Pro XRS