

**ETUDE DE FAISABILITE POUR L'ELABORATION D'UNE CARTOGRAPHIE STATISTIQUE
D'INVENTAIRE DES VERGERS CAFE ET CACAO EN COTE D'IVOIRE PAR TELEDETECTION
SATELLITALE.**

Claude N'DOUME*, Philippe LACHENAUD, Alain HUSSARD***, Hugo NGUYEN V**
et Albert FLORI (**)**

*Centre de Cartographie et de Télédétection (CCT)
Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement (BNETD)
ndoumec@bnetd.sita.net

**Département Culture Pérenne (CP)
Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)
lachenaud@cirad.fr

***Strategis SA
Montpellier
hussarda@strategis.fr

Inter-technical Commission IC-40

ABSTRACT

This study, carried out in Daloa region (western-center of Côte d'Ivoire), aims at implementing an inventory statistical mapping of coffee and cacao plantations in Côte d'Ivoire by satellite remote sensing. The methodology used resides in classifying a multi-spectral SPOT picture by the maximum likelihood method from a sampling of coffee and cacao plantations. The first step concerned an in-depth agronomic survey (36 variables, including 19 agronomic) carried out with Plan Foncier Rural (PFR) and farmers on 358 plots in the PFR pilot zone of about 30.000 ha. The biometrical analysis of the data showed that, for both cash crops, the yield estimated by the investigators constituted a factor summing up the key variables describing the state of the plantations (shade, condition, maintenance, etc...). This parameter was thus taken into account in constituting the test-plots, and it was observed that the approach yield-spatial delimitation of the parcels was giving better classification results controlled over all the parcels surveyed. The test-zone classified image, cartographed with a unit of 1 ha is presented. The global mapping precision (Pixels correctly classified) is 72 %, 69 % for coffee and 66 % for cacao. In the second phase, the methodology was applied to the whole scene (360,000 ha) and a validation survey was carried out. The global mapping precision is 80% and the reconnaissance rate for coffee and cacao are respectively 86 and 94%. The areas estimated might be more reliable than the estimates from land or farming investigations used so far. It is to be noted that these results were achieved through test-plots which were limited in number (ten per theme) and in area, hence low costs and duration in an operational phase.

RESUME

Ce travail, réalisé dans la région de Daloa (centre-ouest de la Côte d'Ivoire), a pour but d'étudier l'intérêt de la télédétection spatiale (imagerie SPOT multispectrale) dans l'établissement d'une cartographie statistique d'inventaire des vergers café et cacao. La méthodologie mise en œuvre repose sur la classification de l'image selon la méthode supervisée au maximum de vraisemblance. La première étape a consisté en une enquête agronomique approfondie (36 variables, dont 19 agronomiques) de 358 parcelles de café et de cacao réparties sur une zone d'environ 30.000 ha ayant déjà fait l'objet d'une délimitation foncière dans le cadre du Plan Foncier Rural. L'analyse biométrique des données a montré que, pour les deux cultures, le rendement parcellaire estimé par les enquêteurs constituait un indicateur résumant les principales variables descriptives des vergers (ombrage, état, entretien, etc). Ce paramètre a donc été utilisé pour constituer un corpus d'apprentissage Café et Cacao et il a été constaté que l'approche rendement-délimitation spatiale des parcelles donnait effectivement les meilleurs résultats de classification, contrôlés sur l'ensemble des parcelles enquêtées. Les résultats d'analyse d'image sur la zone d'essai, cartographiés avec une unité de 1 ha., sont présentés. La précision cartographique globale (ou pourcentage de pixels correctement classifiés) est de 72 %, de 69 % pour le café et de 66 % pour le cacao. Dans une seconde phase, la méthodologie a été appliquée à toute la scène SPOT (360.000 ha) et une enquête de validation a été menée. La précision cartographique globale est de 80 %, et les taux de reconnaissance pour le café et le cacao sont respectivement de 86 et 94 %. Les superficies estimées pourraient être plus fiables que les estimations à partir des enquêtes déclaratives (foncières ou culturelles.) réalisées jusqu' alors. Ces résultats ont été acquis à l'aide d'un parcellaire d'entraînement limité en nombre (une dizaine de parcelles par thème) et en superficie, et donc à des coûts et délais réduits pour une phase opérationnelle.

1. INTRODUCTION

Le cacao et le café constituent les principaux produits d'exportation de la Côte d'Ivoire mais les superficies plantées sont mal connues. Les évaluations varient entre deux et quatre millions d'hectares. Le verger cacao, par exemple, est estimé par YAPO (1998) à 2.871.000 ha dont plus de 2.500.000 récoltés. D'autres estimations sont voisines de 2 million d'ha. La mise en œuvre du programme gouvernemental de relance de la caféiculture et de stabilisation de la cacaoculture se heurte encore aujourd'hui à l'absence de bilan et de diagnostic fiable de la situation des vergers (superficies plantées, état des cultures, aptitude à la réhabilitation). L'étude relatée a pour objectifs généraux d'identifier et de préciser à l'échelle régionale l'étendue des zones performantes, dégradées ou fragiles. Elle implique deux étapes de réalisation, la première étant une cartographie statistique d'inventaire, à partir d'images SPOT et d'enquêtes de terrain, qui sera exposée ici, et la seconde une cartographie analytique décrivant les caractéristiques agronomiques à l'aide d'un SIG. Les travaux ont été réalisés dans le cadre d'un partenariat BNETD-CCT (Côte d'Ivoire) et CIRAD-CP (France). Ils ont également bénéficié de l'appui du Plan Foncier Rural (PFR, Côte d'Ivoire), et plus particulièrement de son antenne de Daloa.

L'étude a été menée dans le département de Daloa, au centre-ouest de la Côte d'Ivoire, sur une zone de 29.842 ha comprise dans le périmètre de la zone-pilote du PFR de Daloa. La carte du parcellaire foncier a été élaborée à partir de photoplans à l'échelle du 1/10.000 et par cheminement-terrain avec une précision de localisation planimétrique estimée inférieure à 5 m. Elle a été réalisée en 1994-1995 et les parcelles identifiées comportent des indications sur l'occupation du sol, en 15 thèmes, dont "Café" et "Cacao".

La région de Daloa est une zone de caféiculture ancienne, où les vergers ont été implantés par semis de matériel végétal non amélioré, en général sous ombrage. La culture du cacaoyer y est plus récente et fait davantage appel aux variétés mises au point par la recherche agronomique. Les sols de la zone étudiée sont des sols ferrallitiques remaniés modaux, sur granites, ocres, bruns ou jaunes. Dans les bas-fonds, et en particulier dans la vallée de la Lobo, à l'extrême nord-ouest, ils sont hydromorphes. La zone d'étude est comprise entre les isohyètes 1400 et 1500 mm. (NGUYEN *et al*, 1997).

2. METHODOLOGIE

2.1 Enquête agronomique et analyse biométrique

Dans un premier temps, un parcellaire d'enquête a été réalisé par agrégation de parcelles contigües du PFR afin de constituer des blocs culturels théoriquement homogènes de 5 ha au moins. Cependant, l'hétérogénéité rencontrée sur le terrain (en particulier quant aux âges et à l'état végétatif des arbres) a souvent imposé d'avoir recours aux parcelles plus réduites du PFR.

L'enquête agronomique s'est déroulée en janvier et février 1997 (certaines vérifications furent effectuées en février 1998), donc en grande saison sèche. Elle a concerné 358 parcelles, dont 159 cacaoyères (cacao ou dominante cacao) et 197 caféières (café ou dominante café) dans la zone pilote du PFR. Seules les parcelles ayant plus de 5 ans ont été prises en compte, en principe, excluant donc les jeunes plantations non stabilisées agronomiquement. En effet, on a considéré que cet âge correspondait à celui de la "fermeture" des parcelles. Pour chaque parcelle, une fiche d'enquête a été remplie, prenant en compte des variables identifiantes de la parcelle (au nombre de 13), et descriptives aux plans agronomique (15), topographique et pédologique (4) et socio-économique (1). Une base de données a été constituée en temps réel lors des enquêtes (LACHENAUD, 1997), puis une analyse des correspondances multiples (ACM) a été réalisée sur l'ensemble des données. Cette méthode met en évidence de grands axes de variation indépendants, qui expriment la variation conjointe de plusieurs variables.

Pour les deux cultures, le premier axe est toujours un axe d'intensification. Ainsi, en cacao, par exemple, il oppose les parcelles à forts rendements, en bon état agronomique, aux parcelles peu productives, ou quasi abandonnées, établies selon l'ancien système de culture à base de matériel végétal non amélioré. Le niveau d'intensification, caractérisé simplement par le rendement estimé par les enquêteurs, constitue donc un indicateur résumant à la fois l'intégrité des parcelles et l'état végétatif des arbres qui les constituent, deux paramètres susceptibles d'être révélés par télédétection satellitale (FLORI *et al.* 1997).

2.2 Traitements préliminaires des données géographiques

La scène SPOT-XS 46-336 (du 29 mars 1998) de niveau 2A a été préalablement coregistrée à la mosaïque numérique des 9 planches du PFR, elles-mêmes géo-référencées dans leur système d'origine (UTM-Clarke 1880). L'erreur quadratique moyenne de géo-référencement de la mosaïque des planches PFR est inférieure à 5 m. et celle de coregistrement de l'image SPOT à 2,5 m. Le re-échantillonnage de l'image est réalisé au plus proche voisin, n'introduisant pas de distorsion radiométrique supplémentaire. Cette opération permet de superposer l'image et les planches PFR pour la sélection des parcelles d'entraînement et de contrôle. Les planches cartographiées du PFR ont été numérisées en différents plans : parcellaire cultural (café et cacao), habitat, routes et bas-fonds. Le logiciel utilisé pour toutes ces opérations est ERDAS Imagine 8.2.

2.3 Classification de l'image

La méthode de classification utilisée est la "classification supervisée au maximum de vraisemblance" qui suppose la connaissance préalable de la zone d'étude et de la réalité-terrain (DELGADO *et al.* 1997 ; PAIN-ORCET *et al.* 1989). Dans notre étude, cette connaissance est effective grâce à la disponibilité des données du PFR définissant de façon indicative les classes d'occupation du sol et surtout aux enquêtes agronomiques réalisées en 1997-98.

La classification a été réalisée en plusieurs étapes :

- identification des thèmes ("classes") ;
- choix des parcelles d'entraînement ;
- contrôle de la règle de classification sur la zone-test ;
- validation sur l'ensemble de la scène.

2.3.1 Identification des thèmes et choix des parcelles d'entraînement.

8 thèmes ont été définis : Café, Cacao, Forêt, Jachère (incluant les vivriers et le coton), Friche (grandes graminées, *Chromolaena odorata*, vieilles jachères, recru forestier), Habitat-Zone dénudée, Défriche et Bas-fond, pour un total de 63 "parcelles" d'entraînement représentant 302 ha, soit 1,01 % de la superficie étudiée (Tableau 1).

	Café	Cacao	Forêt	Jachère	Friche	Bas-fond	Défriche	Habitat	TOTAL
Nombre	10	12	8	9	5	6	6	7	63
Superficie (ha)	36,6	54,4	30,7	80,0	23,3	12,9	16,2	48,1	302,2
Taux de sondage (%)	0,12	0,18	0,10	0,27	0,08	0,04	0,05	0,16	1,01

Tableau 1 : Statistique sur les parcelles d'entraînement. Le taux de sondage correspond ici au rapport : surface des parcelles d'entraînement / surface totale de la zone (29.842 ha).

Les parcelles d'entraînement des thèmes Café et Cacao proviennent de l'enquête agronomique. Pour ces deux thèmes, le choix des parcelles d'entraînement a été effectué à la suite d'essais ayant montré que des trois approches : spatiale, radiométrique et rendement parcellaire-délimitation spatiale, la troisième donnait les meilleurs taux de reconnaissance sur l'ensemble de la zone, corroborant ainsi les résultats de l'analyse biométrique. 3 classes de rendement ont été définies, et dans chacune, quelques parcelles ont été choisies. La classification est réalisée à l'aide des trois canaux (XS1, XS2, XS3). L'étude de séparabilité des signatures spectrales, à partir des distances de Jeffries-Matusita (ERDAS, 1994) est présentée dans le Tableau 2. D'une manière générale, les thèmes retenus sont nettement séparables.

	1	2	3	4	5	6	7
1-Café							
2-Cacao	0.722						
3-Forêt	0.958	0.801					
4-Jachère	0.567	0.803	0.995				
5-Friche	0.929	0.766	0.994	0.899			
6-Bas-fond	0.982	0.872	0.941	0.978	0.947		
7-Défriche	0.807	0.948	0.999	0.849	0.998	0.999	
8-HZD	0.902	0.931	0.989	0.923	0.977	0.991	0.799

Tableau 2 : Séparabilité des thèmes d'après les distances de Jeffries-Matusita, rapportées à la valeur maximale absolue pour cette distance (1414)

2.3.2 Contrôle sur la zone-test.

Le parcellaire de contrôle des thèmes Café et Cacao, sur la zone-test, comprend l'ensemble des parcelles enquêtées, hormis les abandonnées et celles utilisées pour l'entraînement, soit 174 caféières et 143 cacaoyères. Les parcelles d'entraînement et de contrôle des autres thèmes ont été choisies par photo-interprétation avec l'aide du parcellaire du PFR qui constitue alors la vérité-terrain. Le parcellaire de contrôle global est composé de 389 éléments, pour 2589 ha. (Tableau 3).

	Café	Cacao	Forêt	JFBF	HZDD	TOTAL
Nombre	174	143	32	19	21	389
Superficie (ha)	790,0	811,2	647,8	203,9	135,7	2588,6
Taux de sondage (%)	2,64	2,72	2,17	0,68	0,45	8,67

Tableau 3 : Statistique sur les parcelles de contrôle. Le taux de sondage correspond au rapport : surface des parcelles de contrôle / surface totale de la zone (29.842 ha). JFBF = Jachère-Friche-Bas-fond, HZDD = Habitat-Zone dénudée-Défriche.

Dans une première étape, une classification a été réalisée avec les 5 thèmes Café, Cacao, Forêt, Jachère et Habitat-Zone dénudée-Défriche (HZDD). Ensuite les thèmes bien reconnus (Forêt, Jachère et HZDD) ont été masqués et une seconde classification a été effectuée sur les parties non masquées avec les thèmes Café, Cacao, Friche et Bas-fond. Puis les deux classifications ont été synthétisées et un regroupement des thèmes Jachère-Friche-Bas-fond (JFBF) a été effectué.

La classification a été évaluée à partir des matrices de confusion. Dans la mesure où les parcellaires évoqués précédemment ne sont pas représentatifs de l'importance effective des différents thèmes sur le terrain (il s'agit de parcellaires "dirigés"), l'erreur de commission et la précision statistique ne peuvent être évaluées valablement.

Deux types de reconnaissance des parcelles de contrôle ont été utilisés : classique et majoritaire. La reconnaissance dite "classique" repose sur l'identification par thèmes de chacun des pixels d'une parcelle (1 pixel = 400 m²), et en ce sens peut traduire la réalité agronomique, caractérisée par une grande hétérogénéité intra-parcellaire. La reconnaissance dite "majoritaire" repose sur le classement de la parcelle selon son thème majoritaire, et donc correspond à l'optique et aux résultats de l'enquête agronomique, qui a identifié à l'origine les parcelles suivant leur culture dominante. Les critères suivants ont été adoptés pour la reconnaissance majoritaire des parcelles :

- Si la diversité (nombre de thèmes dans la parcelle) est ≤ 2 , le thème majoritaire sera choisi s'il présente un pourcentage de pixels bien classés (PCC, Pixels Correctement Classifiés) $\geq 55\%$;
- Si la diversité est > 2 , le thème majoritaire sera choisi s'il présente un pourcentage de pixels bien classés $\geq 35\%$.

Certaines parcelles particulièrement confuses peuvent ne correspondre à aucune de ces deux situations : elles figurent en "Non classé" (NC) dans le Tableau 5.

2.3.3 Validation de la scène entière.

Pour valider la classification sur l'ensemble de la scène, il est nécessaire de disposer d'une vérité-terrain en dehors de la zone-test utilisée pour la mise au point de la méthodologie. Un plan de sondage a été réalisé en deux étapes : d'abord un tirage aléatoire stratifié (suivant la représentativité des thèmes) de 320 unités homogènes de 5 ha. au minimum, puis, pour tenir compte des difficultés d'accès, une sélection des unités dont le centre se situe à moins de 1200 m. d'une piste carrossable. 180 unités furent ainsi retenues, dont 133 ont été effectivement enquêtées, soit un taux de sondage de 0,2 %. Lors de l'enquête de validation, les centres des unités ont été localisés à l'aide d'un GPS. Le tirage aléatoire des unités permet dans ce cas le calcul des erreurs de commission et des précisions statistiques.

2.4 Evaluation des superficies.

Les superficies des thèmes d'intérêt (Café et Cacao) sur l'ensemble de la scène peuvent être évaluées à partir des valeurs en pixels après lissage cartographique, corrigées par la précision statistique de ces thèmes (DESPINOY et NAIM, 1998).

3. RESULTATS

3.1 Zone-test.

Les matrices de confusion obtenues sur les parcelles d'entraînement (ex. Tableau 4) ont montré des taux de reconnaissance des thèmes variant de 68 à 97 %, valeurs permettant d'initier un processus de classification (GAY, 1997).

THEME	CLASSIFICATION									Omission (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL	
1- Café	73	8	0	11	2	0	5	1	100	27
2- Cacao	10	68	7	2	9	2	1	2	101	32
3- Forêt	0	3	97	0	0	0	0	0	100	3
4-Jachère	22	1	0	70	2	0	6	0	101	30
5-Friche	1	7	0	1	91	1	0	0	101	9
6-Bas-fond	0	1	0	0	1	98	0	0	100	2
7-Défriche	6	0	0	2	0	0	88	3	99	12
8- H-ZD	1	2	0	1	0	0	9	87	100	13

Tableau 4 : Matrice de confusion, en %, et erreurs d'omission sur la zone-test (PCC = 79 %).

Les matrices de confusion obtenues sur les parcelles de contrôle, à l'issue de la seconde étape, après synthèse et regroupement, sont présentées dans les Tableaux 5 et 6, et l'image classifiée en Figure 1.

3.1.1 Reconnaissance classique (PCC = 70 %)

THEME	CLASSIFICATION						Omission (%)
	1	2	3	4	5	TOTAL	
1- Café	64	22	7	3	3	101	36
2- Cacao	28	56	7	2	7	100	44
3- Forêt	3	11	86	0	0	100	14
4- JFBF	10	0	0	90	0	100	10
5- HZDD	10	2	0	1	87	100	11

Tableau 5 : Matrice de confusion, en %, et erreurs d'omission sur la zone-test.

3.1.2 Reconnaissance majoritaire (PCC = 72 %)

THEME	CLASSIFICATION							Omission (%)
	1	2	3	4	5	NC	TOTAL	
1- Café	69	22	2	2	1	3	99	31
2- Cacao	20	66	7	1	4	1	99	34
3- Forêt	3	9	87	0	0	0	99	12
4- JFBF	5	0	0	95	0	0	100	5
5- HZDD	0	0	0	0	100	0	100	0

Tableau 6 : Matrice de confusion, en %, et erreurs d'omission sur la zone-test. (NC = non classé)

3.2 Scène

La matrice de confusion pour l'ensemble de la scène est présentée dans le Tableau 7. Le PCC vaut **80 %**.

	CLASSIFICATION						Omission (%)	Commission (%)	Précision statistique
	1	2	3	4	5	TOTAL			
1- Café	86	7	3	3	0	99	14	22	0.91
2- Cacao	0	94	4	2	0	100	6	20	0.86
3- Forêt	4	33	54	4	4	100	46	19	1.50
4- JFBF	30	5	0	55	10	100	45	21	1.43
5- HZDD	0	0	0	0	100	100	0	20	0.80

Tableau 7 : Matrice de confusion, en %, et paramètres : erreurs d'omission et de commission (en %) et précision statistique sur la scène.

4. DISCUSSION

4.1 Zone-test

Pour la reconnaissance des vergers, il est nécessaire de s'en tenir aux résultats obtenus en reconnaissance majoritaire, car celle-ci procède de la même optique que les enquêtes agronomiques ou que les indications d'occupation du sol du PFR. Les taux de reconnaissance sont d'ailleurs plus élevés en majoritaire qu'en classique, confirmant ainsi l'importante hétérogénéité intra-parcellaire notée lors des enquêtes agronomiques. En effet, on rencontre dans les parcelles des mélanges de cultures, des zones d'âges différents, des ombrages variables, des clairières, des plages de friches, de jachères, et de vivriers, sans oublier la présence généralisée de campements.

Sur la zone-test, les thèmes Forêt, Jachère-Friche-Bas-fond et Habitat-Zone dénudée-Défriche sont toujours bien reconnus (de 87 à 100 % en reconnaissance majoritaire).

Pour les thèmes Café et Cacao, les taux de reconnaissance majoritaire sont respectivement de **69** et **66 %**, tous types de parcelles confondus. En Café, les omissions proviennent essentiellement de confusions avec le Cacao (22 %) Pour ce dernier, on note 20 % d'omissions provenant du Café, mais aussi 7 % provenant de la forêt et 4 % du thème composite JFBF. Les confusions entre les deux cultures étudiées, dont les densités préconisées par la recherche agronomique sont les mêmes (1333 arbres par ha.), pourraient s'expliquer par un recouvrement des indices de surface foliaire (Leaf Area Index = LAI), au moment de la prise de vue (période de reprise de végétation, en début de saison des pluies).

Les 7 % d'omission de cacaoyères reconnues "Forêt" pourraient s'expliquer par leur fort ombrage : ainsi, parmi les 8 cacaoyères (sur 143) présentant un ombrage fort, 4 figurent dans les 10 reconnues "Forêt". Les 4 % d'omission Cacao reconnus HZDD peuvent s'expliquer par la présence de nombreuses clairières dans les parcelles concernées (fait vérifié par photo-interprétation sur l'image brute), ou provenir de défrichements, voire de feux de brousse ayant eu lieu entre le passage des enquêteurs et la prise de vue du satellite.

4.2 Scène

L'enquête de validation a montré que les unités de café et cacao enquêtées après tirage aléatoire avaient été correctement classifiées dans **86** et **94 %** des cas, respectivement.

La probabilité qu'une unité (pixel, parcelle, ou groupement de parcelles) classifiée dans un thème sur l'image représente réellement ce thème sur le terrain est la "Qualité Utilisateur" (QU), qui se définit par la quantité : 1 – erreur de commission. Ainsi, les unités classifiées "Café" et "Cacao" en sont réellement sur le terrain dans **78** et **80 %** des cas, respectivement. La Qualité Utilisateur pour les autres thèmes est du même ordre.

Les taux de reconnaissance des thèmes Café et Cacao sont plus élevés sur la scène que dans la petite zone d'étude, respectivement de 17 et 28 %. Ces différences pourraient être expliquées par le fait que l'enquête de

validation a concerné des unités homogènes (contrainte imposée lors du plan de sondage) alors que sur la zone-test, les parcelles enquêtées se sont révélées hétérogènes.

4.3 Superficies estimées.

Déterminées à partir des valeurs en pixels après lissage et élimination des structures de surface inférieure à un hectare, et masque des bas-fonds, les surfaces cartographiées en café et en cacao représentent respectivement 81.846 et 129.736 ha. Après correction par les précisions statistiques (Tableau 7) les estimations sont de 70.387 ha. de caféières et 118.060 ha. de cacaoyères de plus de 5 ans. Le masque des bas-fonds est justifié par le fait que les deux opérations cartographiques citées ci-dessus entraînent une réduction importante des thèmes minoritaires, dont les bas-fonds, qui ne sont pas utilisés pour les deux cultures.

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.

Cette étude a dû faire face à de nombreuses contraintes, dont certaines particulières à l'agriculture tropicale :

- La petite taille et l'hétérogénéité des parcelles, dont les limites connues (et que nous avons donc utilisées) sont foncières, et non culturales. Bien que l'approche retenue (Rendement-délimitation spatiale des parcelles) soit celle ayant permis la meilleure reconnaissance des thèmes (tels que définis au niveau du parcellaire foncier lors des enquêtes ou tels qu'indiqués par le PFR), l'hétérogénéité culturelle des parcelles induit cependant une variance importante des signatures spectrales.
- Le manque de structuration du paysage (absence générale de limites physiques des parcelles).
- L'impossibilité d'obtenir des images périodiques, prises à différentes saisons, qui auraient pu permettre, à l'exemple d'autres cultures (LAINE *et al.*, 1989 ; HOTYAT, 1998) de lever certaines ambiguïtés et de mieux mettre en évidence des différences temporelles de phénologie entre le café et le cacao.
- L'écart d'un an entre les enquêtes agronomiques et la date de la prise de vue, intervalle pendant lequel des modifications importantes ont pu avoir lieu (feux de brousse, constaté par exemple sur une parcelle parmi 24 enquêtées pour confirmation en 1998, défrichements, extension de l'habitat).
- L'absence de données concernant des travaux similaires ayant eu lieu sur le café et le cacao. A notre connaissance, seuls ALLEN *et al.* (1991) donnent quelques indications sur l'utilisation de la télédétection satellitale pour la reconnaissance des vergers café et cacao en Papouasie-Nouvelle Guinée.
- L'absence de données locales concernant les superficies de caféières et de cacaoyères permettant de confronter nos estimations et d'évaluer l'intérêt de la méthode.

Malgré ces contraintes, les résultats obtenus en matière de taux de reconnaissance des thèmes et de précision statistique sont acceptables dans une optique de cartographie statistique (DESPINOY et NAIM, 1998).

Ils semblent pouvoir être améliorés par l'utilisation, quand il sera disponible, du canal Moyen Infra-Rouge (NIANG et CAZAUX, 1998).

La généralisation de la méthode à l'ensemble de la zone cacaoyère et caféière peut donc être envisagée. Toutefois, l'absence de parcellaire foncier de référence imposera de localiser au GPS des unités homogènes de surface suffisante (5 ha).

L'étape suivante du travail consistera en une approche analytique visant à caractériser l'état des vergers café et cacao et, en conséquence, leur aptitude à la réhabilitation.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce à des financements du Ministère Français des Affaires Etrangères , du CIRAD-CP et du BNETD/CCT. Nos remerciements vont à MM. S. Bamba, K. Yara (CCT) et K. Ganom (PFR Daloa) pour leur contribution aux enquêtes.

REFERENCES

- ALLEN, B. , G. COLLET & S. YARBRO. 1991.
Beware the pitfalls in smallholders surveys
Partners in research for development, 4,,25-31
- DELGADO, A., J. M. MIRANDA, E. L. de ANDRADE, C. SEABRA. 1997.
Simulation de l'utilisation des données SPOT 5-6 pour les statistiques agricoles.
Bulletin SFTP,147,,3-12.
- DESPINOY, M. et O. NAIM. 1998.
Etude des récifs coralliens à l'île de la Réunion par télédétection multibande.
La réalité de terrain en télédétection : pratiques et méthodes.
Actes des Journées Scientifiques de Sainte-Foy (1997)
Ed. AUPELF-UREF, 29-36
- ERDAS FIELD GUIDE. 1994. Third Edition. Erdas. Inc. Atlanta, G.A. (628 p.)
- FLORI, A., LACHENAUD, Ph., NGUYEN, H. 1997=
Analyse statistique de l'enquête CIRAD-CCT dans les zones-pilotes de Daloa et Soubré.
Document CIRAD-CP n° 806, juin 1997.
- GAY, M. 1997.
Inventaire des surfaces cultivées par télédétection. Approche cartographique.
Version 1.0.
Cours GDTA, session Agriculture (Toulouse, 1997)
- HOTYAT, M. 1998.
De la donnée satellitaire à l'analyse stationnelle : recherche méthodologique pour une approche de la forêt française.
La réalité de terrain en télédétection : pratiques et méthodes.
Actes des Journées Scientifiques de Sainte-Foy (1997)
Ed. AUPELF-UREF, 55-61
- LACHENAUD, Ph. 1997.
Rapport de mission en Côte d'Ivoire, du 13 janvier au 23 février 1997.
Document CIRAD-CP n° 746, mars 1997.
- LAINE, G., C. BELEM, M. BERGER, J. KILIAN & P. MORANT.1989.
Utilisation des données du satellite SPOT pour l'identification des systèmes de culture de deux terroirs de la zone Ouest du Burkina Faso
Bulletin SFTP, 114,,64-67, janvier 1989.
- NGUYEN, H. V., Ph. LACHENAUD et A. FLORI. 1997.
Cartographie analytique et statistique des vergers cacao et café de deux zones pilotes (Daloa et Soubré) de Côte d'Ivoire.
Document CIRAD-CP SIC n° 859, octobre 1997.
- NIANG, A. M. et J.-C. CAZAUX. 1998.
Pâturages naturels en zone aride et semi-aride : les apports du moyen infrarouge.
Spot Magazine,28,,12-14
- PAIN-ORCET, M., H. JEANJEAN, H. LE MEN, J. NORMANDIN, R. CHEVROU & J.-G. BOUREAU. 1989.
Télédétection spatiale et inventaires forestiers.
Bulletin SFTP,114,,59-61, janvier 1989.
- YAPO, A. R. 1998.
Politique de libéralisation et stratégie des intervenants de la filière cacao en Côte d'Ivoire.
Séminaire "Libéralisation du secteur cacao", ABIDJAN, 16-18/11/1998.