

Le système d'information géographique, un outil d'aide à la gestion de l'irrigation de la canne à sucre

Introduction

Le système d'information géographique (SIG) peut être défini comme un système informatique de gestion et de traitement d'informations localisées (DIDON, 1990).

Le SIG gère deux sources de données :

- les données géographiques, présentées sous forme de couches d'informations, dessins, points, lignes, polygones et raster (surface unitaire égale à un pixel d'écran d'ordinateur) ;
- les données attributaires stockées dans une base de données géoréférencées.

Le SIG permet de s'affranchir des contraintes ou des inconvénients des outils qu'il remplace, qui sont les cartes : coût onéreux de fabrication, quantité limitée des informations imprimées pour des raisons de lisibilité, document figé et statique, impossibilité de faire une analyse quantitative sur les données représentées.

Intérêt des SIG dans la gestion des périmètres sucriers

La proximité de l'usine

Une caractéristique de la culture de la canne à sucre est qu'à la récolte, les tiges doivent être broyées pour

que le jus à la base de la fabrication du sucre soit extrait dans un délai maximum de 1 à 2 jours après la coupe. Les zones de production sont ainsi toujours très proches d'une usine, dans un rayon de quelques dizaines de kilomètres. La production peut être assurée par des planteurs cultivant des parcelles de faible surface unitaire (quelques ares), ou par un domaine de plusieurs milliers d'hectares, ou tout autre combinaison intermédiaire. Dans tous les cas, l'unité de base sera la parcelle, éventuellement l'exploitation si elle est petite. Pour une usine d'une capacité moyenne de broyage journalier de 4 000 tonnes et une durée de campagne d'au moins 100 jours, il y a plusieurs centaines à plusieurs milliers de ces unités de base.

La gestion des données

Il existe plusieurs types de structures de gestion des données :

- les données sur support papier ;
- les structures de fichiers informatiques, créées souvent à l'aide d'un tableur ;
- les structures ou système de gestion des bases de données (Sgbd). Dans ces ensembles, les informations sont organisées en entités, ou tables, reliées par des fonctions. A partir d'une table on peut ouvrir, créer, corriger ou saisir des données. L'entité est l'ensemble de champs homogènes. Elle peut contenir une information fixe ou variable.

Le système d'information géographique développé par le Cirad, en

R. BARAN

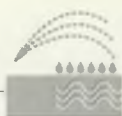
Cirad-ca, avenue Agropolis,
34398 Montpellier Cedex 5, France
richard.baran@cirad.fr

K. TUO

Complexe sucrier de Ferké 2, Sucaf-CI,
BP 731, Korhogo, Côte d'Ivoire

J. PARRIAUD

Cirad-ca, avenue Agropolis,
34398 Montpellier Cedex 5, France



partenariat avec la Sucrerie africaine de Côte d'Ivoire (Sucaf-CI), utilise les logiciels Access pour la constitution de la base des données attributaires et MapInfo pour les données géographiques. Il s'est appuyé sur les données relatives au périmètre sucrier de Ferké 2.

Le domaine agro-industriel de Ferké, composé des complexes de Ferké 1 et de Ferké 2, est situé dans le nord de la Côte d'Ivoire, près de la ville de Ferkessedougou.

Le domaine couvre près de 40 000 ha dont 12 000 sont cultivés en canne à sucre. Il a été géré par une société d'Etat jusqu'à sa privatisation en 1997. Les rendements n'ont guère dépassé 66 tonnes de cannes par hectare en moyenne sur les deux sites depuis leur création (1978 pour Ferké 2).

Le repreneur, Sucaf-CI, a pour objectif un rendement moyen de 80 tonnes de cannes par hectare avec une production de sucre de 100 000 tonnes. Par ailleurs, un programme de canne villageoise de 4 000 ha est en cours de réalisation.

Dès lors se pose un problème de gestion de l'espace géographique et de gestion de l'exploitation. Afin de réaliser cet objectif, la Sucaf-CI envisage de se doter de moyens sûrs pour optimiser sa gestion. C'est dans ce cadre, que s'inscrit le développement d'un SIG, s'appuyant dans un premier temps sur les informations disponibles.

Constitution de la base de données

Les documents disponibles pour la création de la base de données attributaires sont :

- un fichier des parcelles (logiciel de Technisucre, groupement d'études et de réalisation pour le développement de l'agro-industrie sucrière) donnant pour chacune d'elles la superficie, et par année de 1988 à 1997, la variété cultivée, les dates de coupe et de récolte, les rendements en canne et en sucre, les précipitations et les doses totales d'eau d'irrigation, etc. ;
- un fichier des données météorologiques (logiciel Gesmet du Cirad) ;
- d'autres données saisies sous le logiciel Quattro Pro, concernant la pédologie, la fertilisation et le détail des irrigations pour certaines périodes.

Le tableau 1 fait la synthèse de la démarche.

Organisation de la structure de la base de données

La structure de la base des données de Ferké est composée de plusieurs entités ou tables comme le montre la figure 1. Dans le schéma proposé les tables « sol pédo, sol agro, plan parcellaire, les pluviomètres, les zones pluviométriques et les stations et plus tard le réseau d'irrigation » sont gérés par MapInfo, les autres le sont

par Access. La relation est définie comme suit : la ferme en tant qu'entité autonome peut avoir un ou plusieurs plans parcellaires. Le plan parcellaire est lui aussi relié à l'entité parcelle parce qu'il est composé de plusieurs parcelles. Il en est de même pour les autres tables. Il faut remarquer que toutes les données attributaires (gérées par Access) peuvent être visualisées ou sorties sur fond de carte donc gérables par MapInfo. En revanche, l'inverse n'est pas possible pour les données géographiques.

Exploitation des données

Les possibilités de traitement des données dans un SIG sont immenses (tableau 2). Auparavant, les milliers de données (pour Ferké 2 : 10 campagnes x 160 parcelles x 24 enregistrements par parcelle) constituant les nouveaux fichiers doivent être vérifiées. Parmi les critères de validation, signalons la concordance des dates de fin de cycle et de début de cycle suivant, l'identification de la variété au cours d'un même cycle plantation-replantation, la bonne chronologie du rang de repousse au cours des cycles successifs, la concordance entre la variété et la période de coupe. De petits programmes informatiques permettent d'extraire les données suspectes afin de les

Tableau 1. Les différentes opérations, de la collecte des données à leur exploitation. Exemple pour le complexe sucrier de Ferké 2, Sucaf-CI.

Existant	Données brutes	Exploitation, résultats, Sig
Fichiers annuels des parcelles de 1988 à 1999 (Technisucre sous Clipper)	Base de données Access 97 (MDB)	Access 97 (MDB) : Validations, tris, extractions, états ...
GESMET sous GWBASIC		Excel 97 (XLS) : manuelle (TXT) Analyses, tableaux croisés Extraction graphiques...
Pédologie sous Quattro Pro (WB1)	Module ODBC (DSN)	SAS (DSN via ODBC) : Exploitations statistiques
Parcellaire digitalisé sous MapInfo (DAT,MAP,TAB)		MapInfo (MDB) attributaires géographiques (DAT, MAP, TAB), SIG

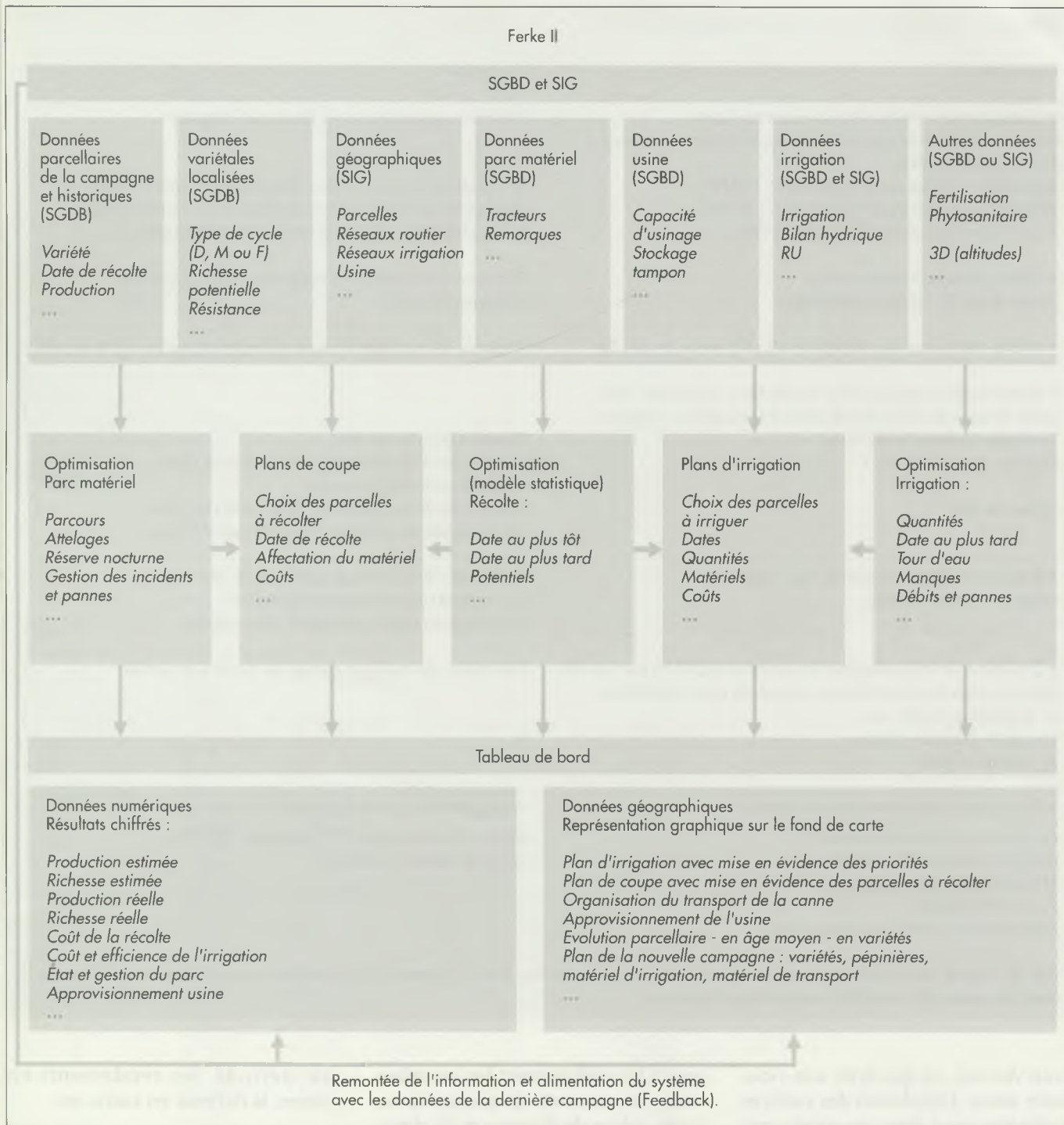


Figure 1. Schéma de la structure des données du périmètre sucrier de Ferké (Côte d'Ivoire).

analyser et de les corriger, ou de les supprimer.

L'analyse des données est menée en fonction des besoins de l'utilisateur. La base de données offre des possibilités d'exploitation pour ce qui concerne l'eau et les variétés. Le système facilite l'aide à la décision, pourvu qu'on lui pose les bonnes questions. On distinguera les résul-

tats issus de la base de données et ceux acquis grâce au SIG.

Tableaux

L'édition des tableaux et des figures est assurée par le logiciel Access. Cette sortie s'obtient à partir des requêtes. Les figures sont obtenues à partir du logiciel Excel compatible

avec Access. On peut ainsi obtenir les résultats de la richesse en sucre des variétés selon le mois de récolte.

Les graphiques

Le logiciel Access à partir des logiciels Quattro Pro et Excel peut éditer les graphiques ou figures. En fait, c'est une exportation des données

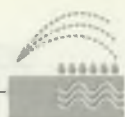


Tableau 2. Exploitation de la base de données.

Démarche	Objectifs
<ul style="list-style-type: none"> • Comparer les rendements moyens en canne, (toutes variétés confondues) dans les situations suivantes : <ol style="list-style-type: none"> 1) pluvial strict (PU) 2) pluvial + irrigué après coupe (PU + IAPC) 3) pluvial + irrigué avant coupe (PU + IAVC) 4) pluvial + irrigations (PU+IAPC+IAVC) 	Première approche sur l'intérêt de l'irrigation = irrigations d'avant saison des pluies sur cannes précoces = irrigations d'après saison des pluies sur cannes tardives = irrigations sur cannes de milieu de campagne
<ul style="list-style-type: none"> • Même démarche par variété, toutes dates de récolte confondues 	Réponse des variétés à l'irrigation, selon la période des apports d'eau
<ul style="list-style-type: none"> • Même démarche par variété et selon le mois de récolte 	Réponse des variétés à l'eau, selon le calage du cycle annuel
<ul style="list-style-type: none"> • Rendement en pluvial (PU) et pluvial + irrigations (AE) selon le type de sol d'abord, dans les situations suivantes : <ol style="list-style-type: none"> 1) toutes variétés confondues 2) selon le cycle D, M, F 3) par variété 	Valeur agricole des sols Recherche de la meilleure efficacité de l'eau selon le cycle de la canne Recherche de la meilleure valorisation de l'eau, par la meilleure adaptabilité de la variété au sol
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse (SC) par variété, selon le mois de récolte, 	Définition de la période optimale de récolte par variété toutes dates de plantation ou coupe du cycle précédent confondues
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la production de sucre/ha (RDTSU) par variété, selon le mois de plantation ou coupe du cycle précédent et la durée du cycle, en <ol style="list-style-type: none"> 1) culture pluviale stricte 2) culture irriguée 	Définition du meilleur calage de cycle par variété
<ul style="list-style-type: none"> • Par variété, évolution des rendements en canne avec le vieillissement dans les situations suivantes : <ol style="list-style-type: none"> 1) culture pluviale stricte 2) culture irriguée Mentionner les surfaces concernées 	Aptitude des variétés à la tenue en repousse, de la culture (vierge, 1 ^{ère} repousse (1R, 2R...), selon le régime hydrique

NB : Il s'agit d'une première étape dans l'exploitation des données. Pour ce qui a trait aux relations eau-sol-plante notamment, il sera nécessaire de travailler avec un bilan hydrique.

sous Access, ce qui évite une nouvelle saisie. L'évolution des surfaces cultivées peut être visualisée par variété sur les dix dernières années.

Les cartes

Les cartes peuvent ne comporter que des données géographiques : cartes pédologique, du parcellaire, de l'infrastructure routière, hydraulique, etc. Par exemple, par superposition des couches d'information à l'écran, il est possible de tracer une nouvelle parcelle en la calant sur le fond de carte pédologique, et en

ayant immédiatement les coordonnées des sommets du polygone, ou toute valeur de distance et de direction par rapport à des points remarquables de terrain. Les tracés peuvent être corrigés au gré des besoins.

Toutes les données attributaires peuvent être présentées sur fond de carte à partir de la table des requêtes. L'information donnée par un même document est alors amplifiée : cartes du parcellaire avec les variétés, les valeurs de la réserve en eau des sols, les atteintes de maladies ou de parasites, les mises en sevrage pour la maturation, le planning de coupe

par période, les rendements en canne, la richesse en sucre, etc.

Une combinaison des données attributaires représentée sur carte permet d'orienter l'analyse des données, peut faire apparaître des tendances à valider par un travail statistique. Cela peut être le meilleur comportement variétal sur un type de sol, une relation entre la variété et le type de sol ou entre la variété et la réponse à l'irrigation et le type de sol, etc.

La figure 2 présente l'efficacité de l'eau reçue par parcelle (soit le ratio hauteur d'eau par tonne de canne produite), les valeurs numériques

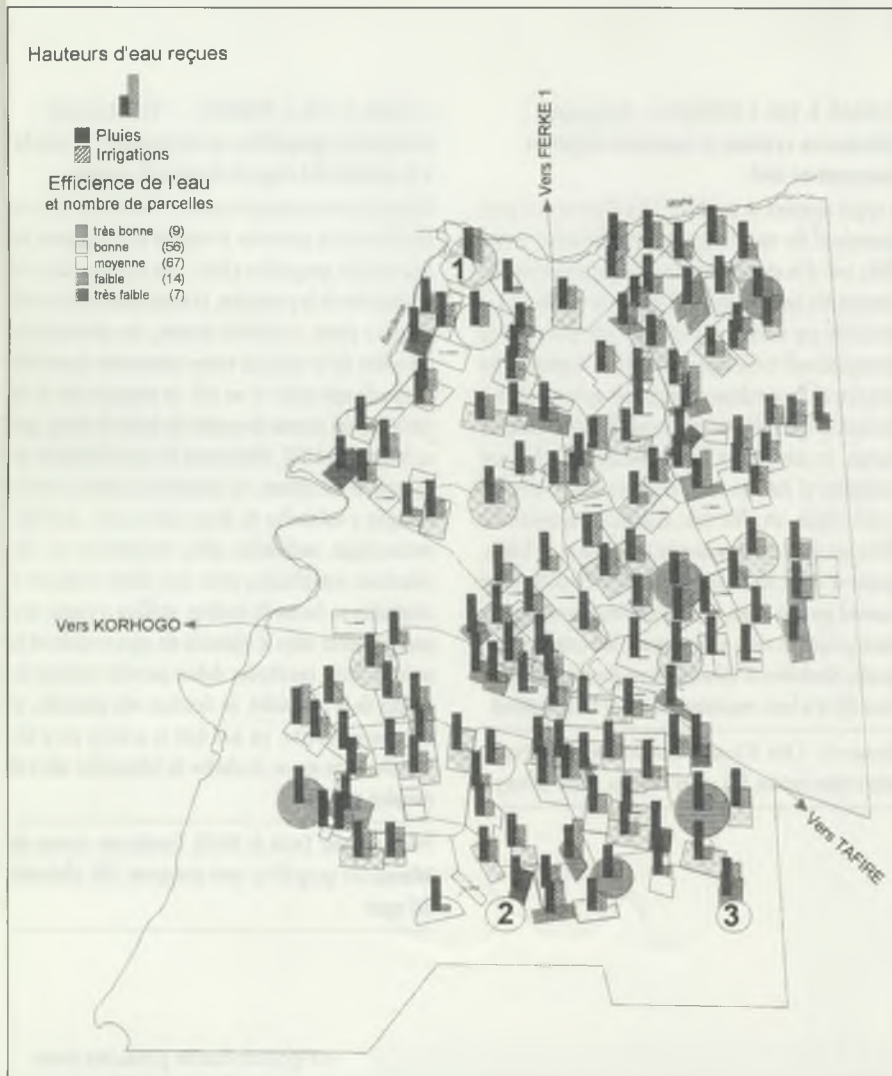


Figure 2. Carte de l'efficacité de l'eau reçue par la canne à sucre (pluies + irrigations), au cours de la campagne de 1991, périmètre sucrier de Ferké 2.

ayant été classées dans une grille d'interprétation. Le total des précipitations utiles, légèrement variable selon la date de coupe, est proche de 680 mm. Les irrigations sont représentées à la même échelle. L'efficacité est globalement bonne dans la parcelle identifiée 1 qui a été fortement irriguée. En revanche, les causes d'une faible efficacité doivent être recherchées pour la parcelle 2, cultivée en régime pluvial : peuplement insuffisant ? fertilisation inadaptée ? mauvais état sanitaire ? Une même analyse doit porter sur la parcelle 3 où l'inadéquation éventuelle entre doses d'eau et besoins hydriques est à ajouter aux précédentes causes possibles d'une mauvaise efficacité de l'eau.

Les multiples applications du SIG

Le SIG, comme outil, permet de traiter les données agronomiques et ainsi de mieux suivre les effets des facteurs de production. Toutes les activités, de la préparation des sols au transport de la canne à l'usine, peuvent être programmées puis gérées par ce système au travers des tableaux de bord établis à la demande, avec visualisation sur la carte de la zone de production.

Le décideur peut, chaque jour, selon la saison, « voir » l'état d'avancement des travaux de préparation des sols, d'entretien des cultures, de l'irrigation, de la coupe et de

l'acheminement de la canne à l'usine. La vision d'ensemble sur une carte permet d'intégrer davantage d'informations et de prendre la bonne décision au bon moment : déplacement d'un chantier de coupe, modification d'un planning d'arrosage.

Les fonctionnalités d'un SIG sont extensibles. Ainsi, en zone irriguée, on pourra y adjoindre plusieurs modules :

- module de pilotage de l'irrigation à la parcelle ;
- module de bilan hydrique. Celui-ci peut être simulé en période d'arrosage pour mieux gérer des priorités ; il sera établi en fin de cycle pour les analyses des rendements.

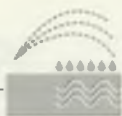
Un autre élément favorable à la mise en place d'un SIG est la plus grande possibilité de circulation de l'information, au jour le jour. Ainsi, une liaison par réseau des services aura beaucoup d'avantages, car elle permettra à tous d'avoir accès à la même source de données et d'information. Elle obligera tous les intervenants à s'accorder. Le SIG joue le rôle de médiateur. A titre d'exemple, citons le cas parfois rencontré d'écart de surface (même faibles) d'une parcelle entre le fichier tenu par le service irrigation, celui de la motorisation chargée de la préparation des sols, et le service plantation.

La liaison par réseau permettra également une meilleure coordination des interventions (le même outil est utilisé par tous) et un suivi plus aisé par les responsables des activités des différents services. Plus particulièrement, le SIG doit conduire à l'optimisation de la gestion de l'entreprise et celle de l'environnement naturel.

Bibliographie

DIDON E., 1990. Système d'information géographique : concepts, fonctions, application. Montpellier, France, Cemagref Engref, 44 p.

TUO K., 1998. Développement d'un système d'information géographique destiné à l'optimisation de la gestion du domaine agro-industriel de Ferké 2 (Sucaf-CI) en Côte d'Ivoire. Montpellier, France, Cirad-ca, 34 p.



Résumé...Abstract...Resumen

R. BARAN, K. TUO, J. PARRIAUD — **Le système d'information géographique, un outil d'aide à la gestion de l'irrigation de la canne à sucre.**

L'exemple d'un complexe sucrier du nord de la Côte d'Ivoire permet de présenter l'emploi d'un système d'information géographique (SIG), et sa contribution à l'optimisation de la production. Le lien permanent entre les champs et l'usine, leur relative proximité, sont des caractéristiques de la culture de la canne qui rentrent bien dans le domaine d'application d'un SIG. L'organisation de la structure du système de gestion des bases de données, qui est le fondement du SIG, détermine les possibilités d'exploitation du système. Sa construction commence par la collecte et la validation de données concernant les sols, le parcellaire, la météorologie, les variétés, les cycles, les rendements, etc. Les liens établis entre ces données conduisent à des résultats sous forme de tableaux, graphiques, cartes dont une illustration est l'efficacité de l'eau reçue à la parcelle. Ces résultats doivent permettre d'améliorer la gestion de la production. En termes plus généraux, le système assure, parce qu'il le nécessite pour être opérationnel, une plus grande circulation de l'information sur le complexe sucrier.

Mots-clés : Côte d'Ivoire, *Saccharum*, système d'information géographique, périmètre sucrier, efficacité de l'eau.

R. BARAN, K. TUO, J. PARRIAUD — **Geographic information systems, a sugarcane irrigation management tool.**

A sugar complex in northern Côte d'Ivoire is a good example of the use of a geographic information system (GIS), and of its contribution to optimizing production. The constant link between field and factory and their relative proximity are characteristic of sugarcane growing, and correspond well to the capacities of a GIS. Organizing the structure of the database management system, which is the basis of a GIS, determines the possibilities of using the system. Its construction begins with the collection and validation of data on soils, plots, weather, varieties, cycles, yields, etc. The links established between the different data produce results in the form of tables, graphs or maps, for instance of the efficacy of the water received per plot. These results should improve production management. In more general terms, the system ensures greater circulation of information on the sugar complex, since this is a basic requirement if it is to be operational.

Keywords: Côte d'Ivoire, *Saccharum*, geographic information system, GIS, sugar complex, water efficacy

R. BARAN, K. TUO, J. PARRIAUD — **El sistema de información geográfica, un instrumento de ayuda a la gestión del riego de la caña de azúcar.**

El ejemplo de un complejo azucarero del norte de Costa de Marfil permite presentar el empleo de un sistema de información geográfica (SIG), y su contribución a la optimización de la producción. La unión permanente entre campos y planta, su relativa cercanía, son características del cultivo de la caña que entran plenamente dentro del campo de aplicación de un SIG. La organización de la estructura del sistema de gestión de bases de datos, que es la base del SIG, determina las posibilidades de explotación del sistema. Su construcción comienza con la recogida y validación de datos sobre suelos, parcelas, meteorología, variedades, ciclos, rendimientos etc. Las relaciones establecidas entre esos datos conducen a resultados en forma de cuadros, gráficos y mapas que pueden ilustrar sobre la eficiencia del agua recibida en la parcela. Estos resultados deben permitir mejorar la gestión de la producción. En términos más generales, el sistema garantiza, ya que éste lo precisa para ser operativo, una mayor circulación de información sobre el complejo azucarero.

Palabras clave: Costa de Marfil, *Saccharum*, sistema de información geográfica, área azucarera, SIG, eficiencia del agua.



Irrigation haute pression avec enrouleur. Irrifrance Borton (Côte d'Ivoire).
(© Cirad)