

Bases de données et forêts naturelles

Les dispositifs de recherche et les inventaires forestiers

L'auteur présente les principaux dispositifs de recherches mis en place par le CIRAD-Forêt en Afrique de l'Ouest, en Afrique centrale et en Indonésie ainsi que les inventaires d'aménagement récents. Les données issues de ces recherches sont regroupées sur un même serveur et structurées selon les règles du modèle relationnel. On peut y accéder par une requête formalisée (SQL) ou par l'Intranet plus convivial.

Philippe NARBONI

Depuis près de vingt ans, le CIRAD-Forêt a lancé et assuré le suivi de plusieurs dispositifs de recherche permanents outre-mer (Afrique tropicale, Guyane française, Indonésie...) relatifs aux forêts naturelles. Il possède en outre une expérience reconnue en matière d'inventaires forestiers. Ces deux approches ont pour objectif une meilleure connaissance de la ressource et de la dynamique forestière.

D'importants gisements de données sont issus de ces travaux, mais de nombreux facteurs les rendent difficiles d'accès, voire même les menacent de disparition pure et simple après quelques années d'« existence ». Citons en particulier :

- la dispersion dans l'espace et dans le temps des sources de données ;
- les mouvements de personnels : les acteurs principaux disparaissent une fois le projet terminé ;
- l'hétérogénéité des procédures de terrain, des codifications et des formats de données ;
- les initiatives de terrain inappropriées dans le contexte de prise de mesures.

Compte tenu de l'importance des investissements consentis, le CIRAD-Forêt a créé et alimenté des bases de données (BD) et des systèmes d'information géographiques (SIG) dans ce domaine, afin de capitaliser les acquis des recherches réalisées en zone tropicale.

Si la fonction première des BD scientifiques reste bien la préservation de la mémoire et l'accès direct aux informations, d'autres points essentiels sont à prendre en considération, tels que :

- la structuration des données selon un modèle qui servira de référence pour tout projet nouveau concernant le même domaine d'étude ;

- l'adoption d'un langage informatique commun ;
- la qualité et la sécurité des données assurées par de puissantes fonctionnalités du SGBDR* : contraintes d'intégrité, restauration de la base...
- l'enrichissement des données et la mise à jour facilitée par des outils souples de gestion de données ;
- une information plus complète sur l'origine et la transformation événementielle des données (méta-données) ;
- une analyse statistique et spatiale facilitée permettant la production de synthèses scientifiques ;
- la valorisation de ce capital par la réalisation d'interfaces sur le Web ou les cédéroms.

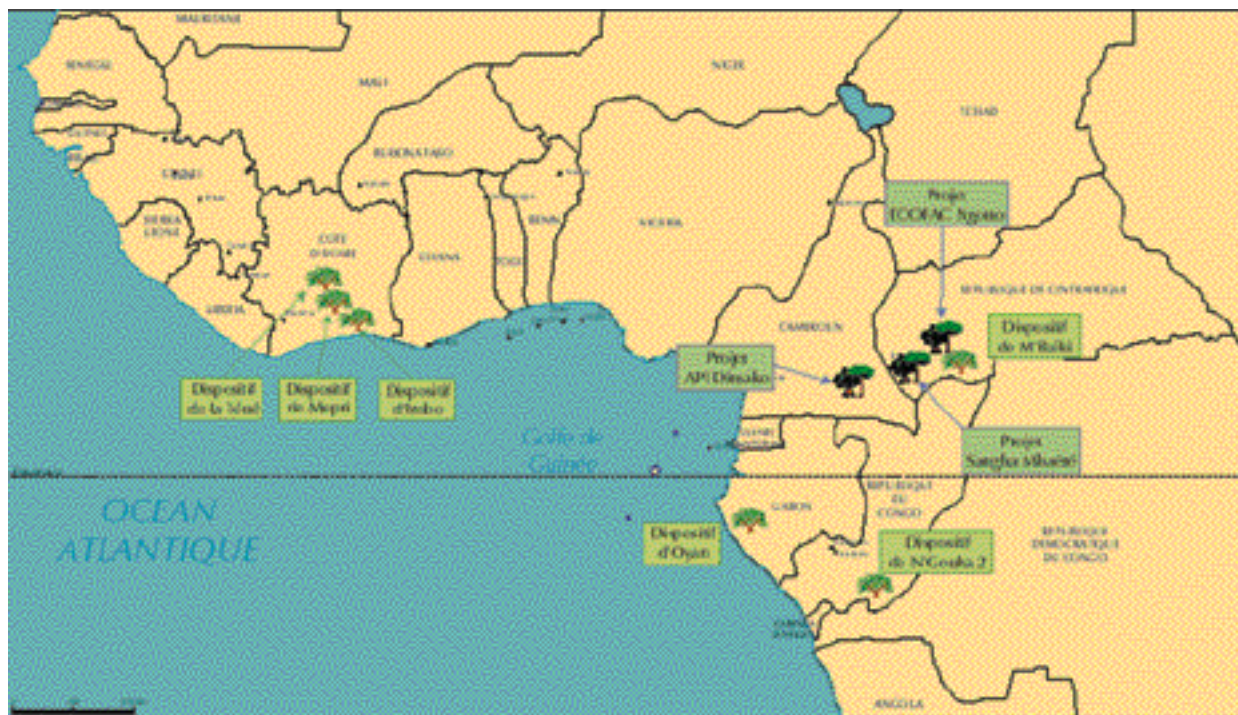
DISPOSITIFS DE FORÊTS NATURELLES

ORIGINES GÉOGRAPHIQUES

Les dispositifs présents à ce jour dans la base de données regroupent :

- les données des pays concernés par les projets régionaux FORAFRI et ECOFAC (forêt dense humide d'Afrique tropicale ; cf. carte) : le dispositif permanent de M'baiki en Centrafrique (figure 1), les inventaires de N'gotto et Sangha-Mbaéré (Centrafrique), les dispositifs permanents de Mopri, Téné et Irobo (Côte d'Ivoire), les dispositifs d'Oyane (Gabon) et N'gouha 2 (Congo) pour l'okoumé, l'inventaire du projet API Dimako (Cameroun)...
- les données du projet STREK (Indonésie) ;
- les données de zone sèche : Gonsé (Burkina Faso).

* SGBDR : système de gestion de bases de données relationnelles.



Carte. Localisation des projets et des dispositifs de forêts naturelles en Afrique tropicale.
Location of natural forest projects and systems in tropical Africa.

De nombreux résultats issus d'autres localisations géographiques sont déjà disponibles et pourront être intégrés à la base Oracle, à court ou à moyen terme. Ils proviennent notamment des inventaires d'autres pays d'Afrique, de Nouvelle-Calédonie... ou encore d'ensembles de données moins récents.

Nous n'aborderons pas ici la description des données concernant :

- le dispositif de Paracou (Guyane), dont la base de données installée sur le serveur de Kourou a déjà fait l'objet d'un article (HAUMONT, 1998) ;
- le dispositif de Manaus (Brésil) pour lequel nous ne disposons pas d'un recul suffisant et dont les données ne sont pas complètement validées.

NATURE DE L'INFORMATION

La base de données présentée ici possède des caractéristiques essentiellement dendrométriques.

Les aspects SIG liés à la forêt ont déjà été évoqués dans la publication référencée (FREYCON *et al.*, 1996).

Chaque arbre est identifié botaniquement et localisé spatialement dans le cas de campagnes périodiques ; il est mesuré en circonférence (et/ou en hauteur). Des appréciations qualitatives sur la forme, l'état sanitaire et la mortalité éventuelle complètent l'information relative à l'individu. Les données sont récoltées à chaque campagne sur des parcelles permanentes. En revanche, les mesures ne sont effectuées qu'une seule fois dans le cas d'un inventaire par sondage portant sur un massif forestier étendu spatialement.

L'ensemble des sources d'informations regroupées dans le tableau I concernent principalement les arbres adultes, parfois les jeunes arbres (Oyane, Gabon). On constatera l'absence du thème « régénération »,

pour lequel nous disposons de données mais pas encore d'une procédure expérimentale normalisée.

Au total, plus de 600 000 arbres ont fait l'objet de mesures (inventaires inclus). Dans le cas des dispositifs permanents, le nombre de mesures dépasse 1 200 000 (hors dispositif de Guyane).

ORGANISATION DES DONNÉES

SERVEUR DE BASES DE DONNÉES

Les informations non géographiques provenant de chaque dispositif (à l'exception de la Guyane) sont regroupées sur un serveur de bases de données gérées par le SGBDR Oracle, situé au siège de Montpellier (France) et accessible uniquement par le réseau interne CIRAD. Les données géographiques sont conservées sur un SIG pouvant être relié à Oracle.

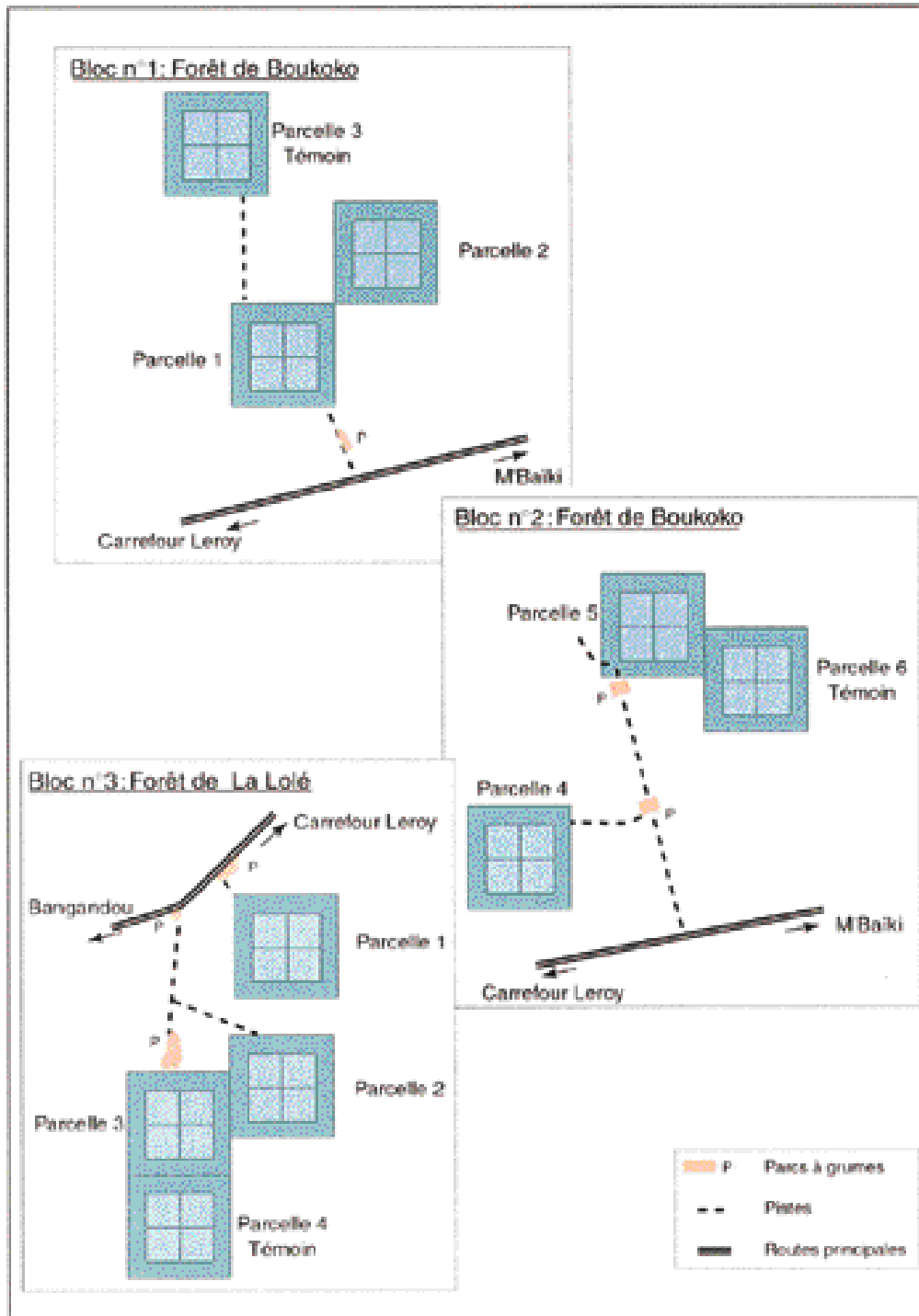


Figure 1. Schéma du dispositif de M'baïki.
Diagram of the M'baïki system.

La centralisation sur un serveur commun permet de préserver et d'homogénéiser des données de provenances différentes. On dispose ainsi d'un site de référence, pour des synthèses régionales par exemple.

CONTRÔLES D'ACCÈS

L'accès aux données brutes est contrôlé par le système de gestion de la BD. Il est régi par les accords conclus avec les pays propriétaires.

Seuls les chercheurs du CIRAD-Forêt et les chercheurs nationaux y accèdent dans la limite de leurs privilèges (comptes utilisateurs de consultation, mots de passe). Toutefois, des accords régionaux (tel le

TABLEAU I
RÉCAPITULATIF DES BASES DE DONNÉES ORACLE

Pays	Ecosystème	Sites	Dispositif	Dates	Nombre de campagnes	Nombre d'arbres	Mesures ⁽¹⁾	Nombre d'essences
Centrafrique	Forêt humide	M'baiki : Boukoko La lolé	DRP ⁽²⁾	1982-1998	16	21 100	C 30 cm	240
			6 parcelles					
		4 parcelles Total : 40 ha						
N'gotto (ECOFAF)	Inventaire : sondage à 1 % et sondage à 0,2 % Total : 179 500 ha	1993-1996	une par zone (3 zones)	113 000	D 30 cm ⁽³⁾ D 10 cm et D < 30 cm ⁽⁴⁾	263		
Sangha-Mbaéré	Inventaire par sondage à 2,5 % Total : 106 500 ha	1995-1997	1	95 800	D 40 cm	58		
Côte d'Ivoire	Forêt humide	Trois sites : Mopri Téné Irobo	DRP	1977-1998	11	27 800	C 30 cm	74
			25 parcelles					
			25 parcelles Total : 300 ha					
Congo	Forêt humide	N'gouha 2	DRP 14 parcelles Total : 14 ha	1989-1992	4	7 900	C 30 cm	56
Cameroun	Forêt humide	Dimako (Nord/Sud)	Inventaire par sondage à 1 % Total : 556 800 ha	1993-1995	1	179 000	D 20 cm	75
Gabon	Forêt humide	Oyane	DRP Forêt : 34 parcelles Total : 22 ha	1987-1998	12	22 000	C 30 cm ⁽⁵⁾ H 1 m ⁽⁶⁾ C 10 cm ⁽⁶⁾	137
			DRP lisières de savanes : transects	1993-1998	6	14 700	C 10 cm H 30 cm	
Burkina Faso	Forêt sèche	Gonsé	Inventaires à 100 % 16 parcelles Total : 4 ha	1985 1991 1996	1 ^{re} 2 ^e 3 ^e	17 700 35 000 n.c.	C, H (pas de seuil)	84
Kalimantan (Indonésie)	Forêt humide	STREK RKL1 RKL4	DRP	1991-1995 1990-1996	3 4	12 700 27 200	C > 30 cm	144
			6 parcelles					
			12 parcelles Total : 72 ha					

¹ C : circonférence à 1,30 m ; H : hauteur ; D : diamètre.
² DRP : dispositif de recherche permanent.

³ Mesuré avec un taux de sondage de 1 %.
⁴ Mesuré avec un taux de sondage de 0,2 %.
⁵ Arbres adultes.

⁶ Arbres jeunes.
n.c. : non communiqué.

projet FORAFRI) peuvent contribuer à ouvrir davantage le droit à l'information.

**STRUCTURATION
DES DONNÉES**

Le principal facteur de cohérence réside dans l'adoption d'un modèle

conceptuel de données (MCD) et d'un dictionnaire de données communs. Le schéma entité-relation présenté (figure 2) s'applique dans ses grandes lignes à tous les dispositifs étudiés. En outre, une table de type « texte » de description générale et des images cartographiques de lo-

calisation viennent compléter l'information de base.

Les données sont structurées selon les règles du modèle relationnel (tables et liens inter-tables). Les interrogations et extractions de données se font à l'aide du langage de re-

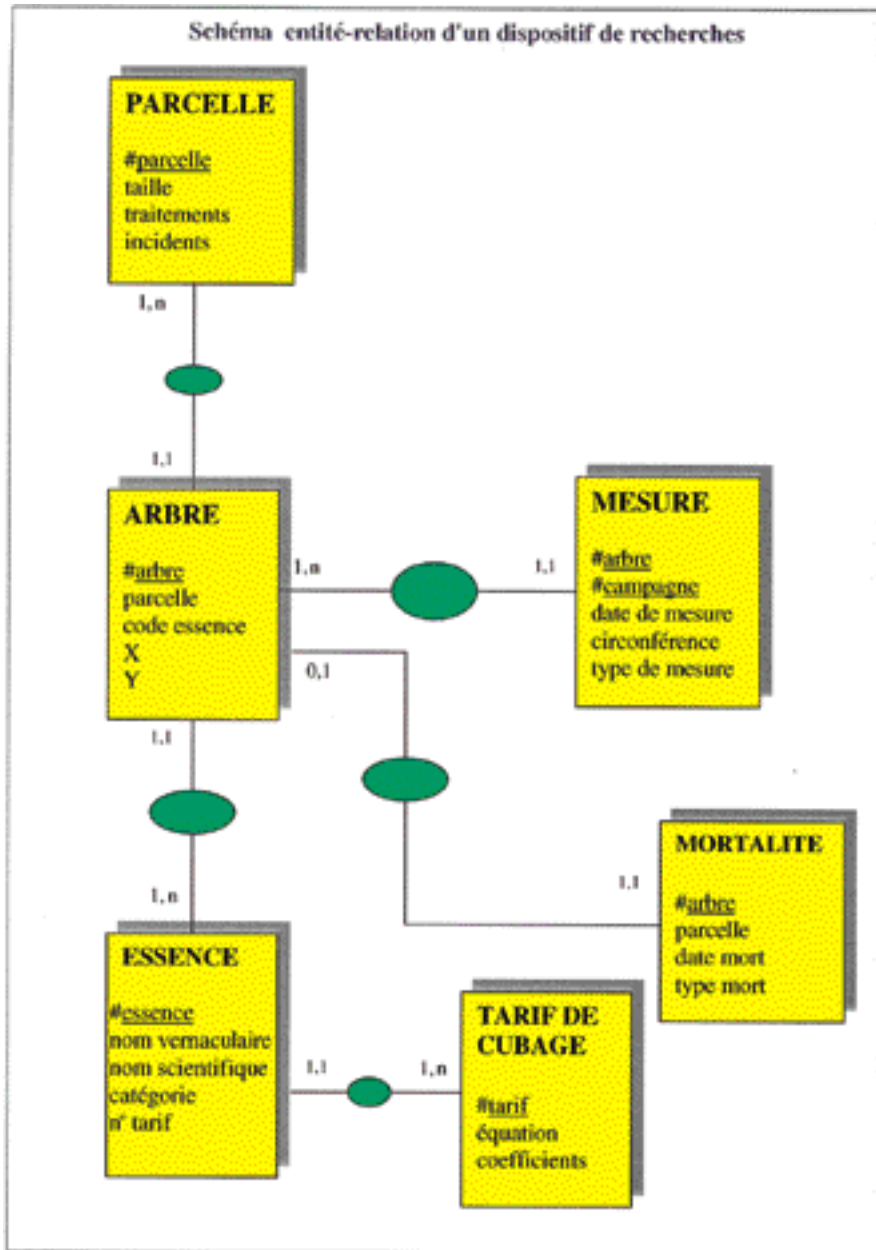


Figure 2. Modèle conceptuel de données.
Conceptual data model.

quêtes normalisé SQL*. Le résultat d'une requête peut ensuite être exporté et traité par un logiciel bureautique (Access, Excel...) ou statistique (SAS**).

MISE À JOUR DE LA BASE DE DONNÉES

Les données sont saisies et contrôlées sur le terrain, sur micro-ordinateur (PC/Windows ou Mac Intosh). Pour des raisons historiques, il n'existe pas de programme unique de saisie-apurement pour les dispositifs permanents et les inventaires. Aussi, les données parviennent-elles au siège sous différents formats (ASCII, dBase, Excel, WinSAS, 4D). Une remise en forme ainsi que des contrôles de validité et d'exhaustivité sont donc effectués avant l'intégration définitive à la BD.

En cas d'anomalies présumées (incohérences, valeurs non autorisées ou douteuses, données manquantes), une liste de messages est transmise au responsable de terrain pour vérifications en cours de campagne, ou à la campagne suivante si les opérations de terrain sont terminées. En outre, des documents sont produits pour préparer la future campagne de mesures.

SITE INTRANET

Pour améliorer la convivialité de la base de données, une interface de consultation sur l'Intranet du CIRAD a été mise en place. L'accès est donc autorisé à tout ordinateur de ce réseau. La base de données est accessible*** par un navigateur via la

* SQL : *Structured Query Langage* (langage de requête normalisé).

** SAS : *Statistical Analysis System* (logiciel de référence dans le domaine de l'analyse de données).

*** Adresse de la page d'accueil : <http://intranet.cirad.fr/bddint/foret/home-nar.html>

rubrique *Outils, BD scientifiques* de l'Intranet.

On accède d'abord à la page d'accueil, présentée figure 3. Il suffit ensuite de cliquer sur un lien renvoyant au tableau récapitulatif tous pays ou de cliquer sur une carte réactive pour parvenir jusqu'à la page de présentation du dispositif recherché (figure 4).

Chaque page de présentation contient une description succincte du dispositif, sa localisation et la liste des parcelles. En outre, un menu de liens hypertextes propose l'accès à la liste des essences (noms scientifiques, noms vernaculaires, catégories commerciales), à des schémas ou à une carte, et enfin aux mesures proprement dites. L'accès aux données est protégé par un mot de passe. Il permet d'avoir les données individuelles des arbres (d'une parcelle ou d'un carré) ou encore de construire une requête multicritères du type :

« Arbres d'un dispositif X, de l'espèce Y, pour la campagne Z et à partir de la circonférence C ».

La restitution peut être sauvegardée sur un fichier (au format HTML ou texte) et retraitée sur un logiciel bureautique ou statistique, sous Windows par exemple.

Enfin, les résumés de documents de synthèse ou de rapports sont fournis pour certains projets (FORAFRI, STREK).

CONCLUSION

Le chantier « bases de données » et plus généralement « systèmes d'informations » n'en est encore qu'à ses débuts. Seule une petite partie des inventaires réalisés depuis près de quarante ans y est présentée. Il faut donc continuer à l'alimenter mais aussi à l'enrichir par de nouvelles informations, géographiques en premier lieu, mais aussi introdui-

re (ou se relier à) des données concernant d'autres thématiques (écologie, aspects socio-économiques).

Au sein du CIRAD-Forêt, des liens sont possibles avec d'autres bases de données existantes telles que :

- la base de données sur les propriétés technologiques des bois tropicaux qui regroupe les essais sur plus de 1 000 espèces (GERARD *et al.*, 1996).

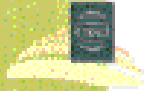
- la base de données « Carto » qui recense toutes les cartes et les images satellitales utilisées par le CIRAD-Forêt et d'autres départements.

L'accès au Web est également une opportunité pour valoriser le capital « données » du CIRAD-Forêt, mais il suppose maîtrisés les problèmes juridiques de propriétés de données.

A court terme, l'évolution des technologies et des besoins va donner naissance à des bases de données environnementales qui intégreront tous les types de données et plusieurs niveaux d'informations (données numériques, calculées, graphiques, synthèses, références documentaires, méta-informations) et qui seront accessibles par des outils d'analyse statistique et de modélisation de plus en plus puissants.

Tous les éléments seront alors réunis pour disposer d'un système d'aide à la décision pour l'aménagement, la protection et la valorisation des écosystèmes forestiers.

► Philippe NARBONI
CIRAD-Forêt



 Département Forêts

Programme Forêts Naturelles

Bases de données

Dispositifs de Recherches en Forêts Naturelles

Cliquez sur ce site ! Un aperçu de la base de données du programme Forêts Naturelles y est présentée ... merci de nous faire part de vos remarques.

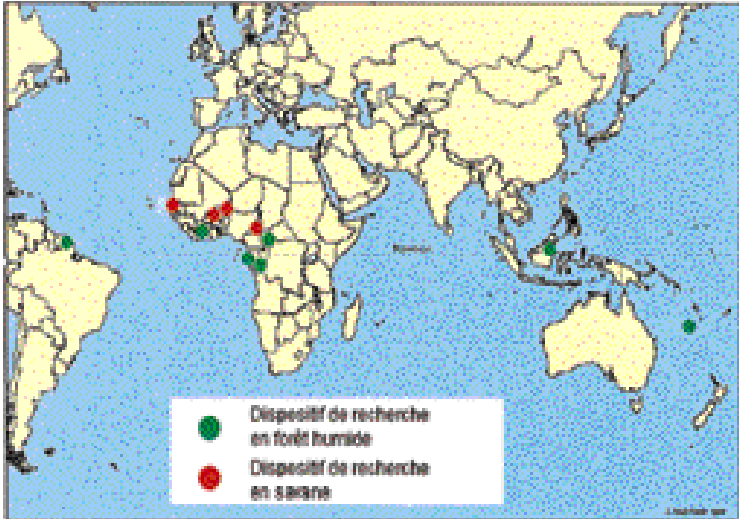
Le Cirad-forêt contribue à la gestion de nombreux dispositifs de recherches permanents Outre-Mer (Afrique tropicale, Guyane française, Indonésie ...) relatifs aux forêts naturelles et artificielles. Il possède également une expérience reconnue en matière d'inventaires de la ressource.

Le Cirad-forêt a constitué depuis plusieurs années d'importantes bases de données dans ce domaine afin de capitaliser les acquis des recherches réalisées en zone tropicale.

A ce titre, il participe ou a participé aux projets nationaux et régionaux poursuivant cet objectif, notamment le projet Forafri pour l'Afrique centrale et occidentale, le groupement Sivobab en Guyane française, le projet Stock en Indonésie, etc.

Un aperçu de la base de données Forêts Naturelles est obtenu par activation de lien [Tableau récapitulatif ci-dessous](#) ou en cliquant sur une zone de la carte du Monde ci-dessous.

DISPOSITIFS DE RECHERCHE EN FORÊT NATURELLE



● Dispositif de recherche en forêt humide
 ● Dispositif de recherche en savane


Contact 

Figure 3. Page d'accueil HTML.
HTML banner page.

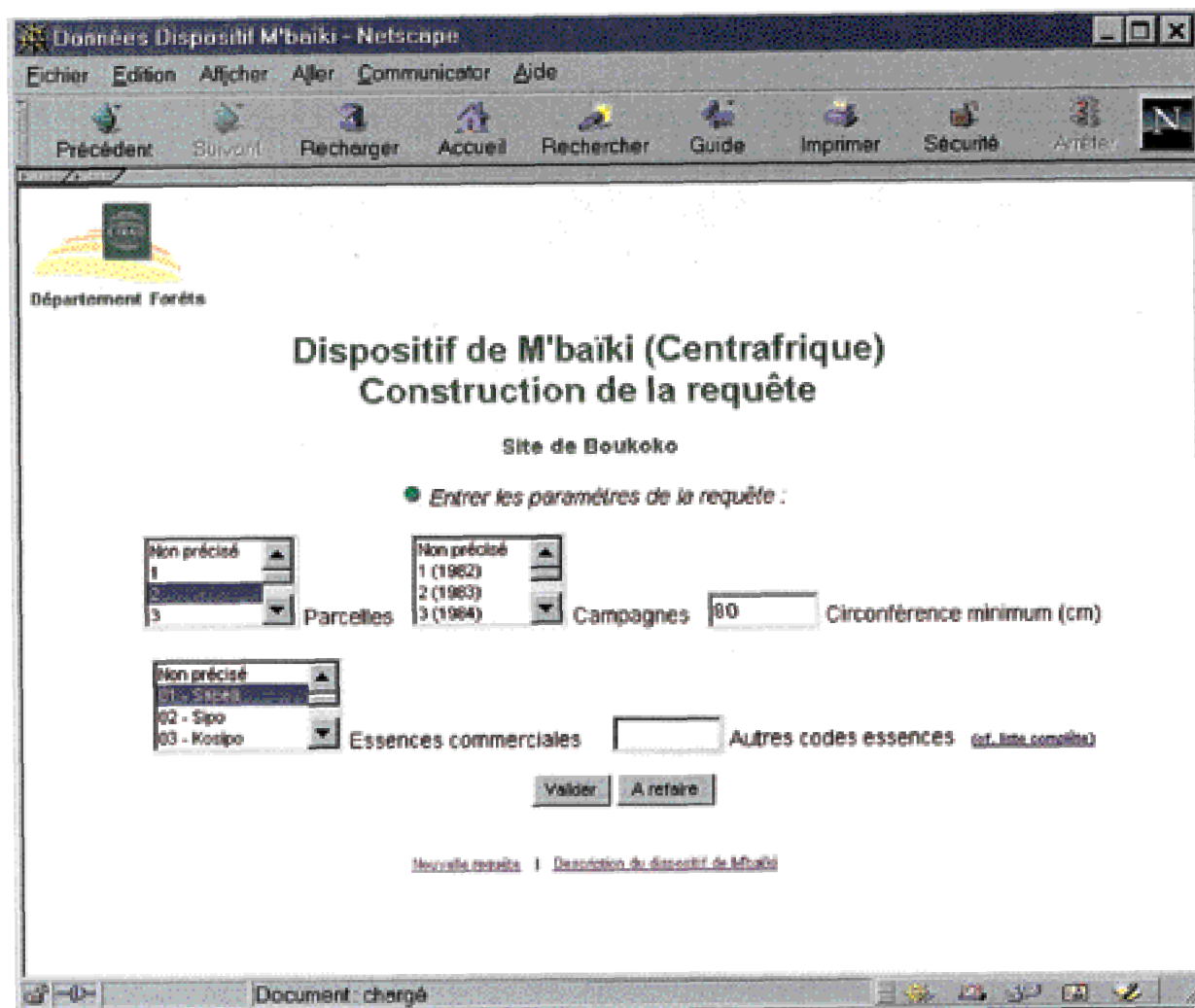


Figure 4. Exemple de requête sur Intranet.
Example of a request on Intranet.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

FREYCON V., BERNARD C., FAUVET N., LACLAU J.-P., 1996. Les SIG appliqués à la forêt. Bois et Forêts des Tropiques 250 : 63-70.

GERARD J., NARBONI P., 1996. Une base de données sur les propriétés technologiques des bois tropicaux. Schéma d'organisation. Bois et Forêts des Tropiques 248 : 65-69.

HAUMONT N., 1998. Système d'information et forêt tropicale humide. Le dispositif de Paracou. Bois et Forêts des Tropiques 257 : 37-45.

R É S U M É

BASES DE DONNÉES ET FORÊTS NATURELLES Les dispositifs de recherche et les inventaires forestiers

Depuis une vingtaine d'années, le CIRAD-Forêt (ex-CTFT) a mis en place et suivi plusieurs dispositifs de recherche et mené à bien de nombreux inventaires de la ressource. Compte tenu de l'importance des investissements, il est essentiel de sauvegarder cette mémoire dans une base de données qui contienne l'essentiel des résultats avec les informations nécessaires pour les exploiter. Cet article présente les principaux dispositifs de recherche – M'baïki en Centrafrique, Mopri, Téné et Irobo en Côte d'Ivoire, Oyane au Gabon, Ngouha 2 au Congo, et le dispositif STREK à Kalimantan en Indonésie – ainsi que les inventaires d'aménagement récents en Afrique centrale : ECOFAC à Ngotto et Sangha-M'baéré en Centrafrique, et API à Dimako au Cameroun. Les données sont regroupées sur un même serveur et structurées selon les règles du modèle relationnel. On peut y accéder par une requête SQL directe ou via un site intranet plus convivial. Le chantier « bases de données » n'en est qu'à ses débuts. La base de données dendrométrique doit être enrichie par de nombreux autres sites et reliée à un système d'informations géographiques ainsi qu'à d'autres types d'informations (usages des bois, aspects socio-économiques...).

Mots-clés : base de données, forêt naturelle, dispositif, inventaire forestier.

A B S T R A C T

DATABASES AND NATURAL FORESTS Research systems and forest inventories

For some 20 years, CIRAD-Forêt (formerly the CTFT) has been introducing and monitoring various research systems, and drawing up a large number of resource inventories. Bearing in mind the scale of investment, it is crucial to store all this work in a database containing the gist of the findings, along with the information necessary to make use of them. This article describes the main research systems – M'baïki in the Central African Republic, Mopri, Téné and Irobo in Côte d'Ivoire, Oyane in Gabon, Ngouha 2 in Congo, and the STREK unit in Kalimantan, Indonesia – as well recent development and management inventories in Central Africa: ECOFAC at Ngotto and Sangha-Mbaere in the Central African Republic and API at Dimako in Cameroon. The data are brought together in one and the same server and organized in accordance with the relational model rules. Access is possible through a direct SQL request or via a more user-friendly intranet site. The "database" site is in its early stages. The dendrometric database will be enhanced by many other sites and connected to a geographical information system as well as to other types of information (uses of wood, socio-economic aspects...).

Key words: database, natural forest, system, forest inventory.

R E S U M E N

BASES DE DATOS Y BOSQUES NATURALES Los dispositivos de investigación y los inventarios forestales

Desde hace unos veinte años, el CIRAD-Forêt (ex CTFT) ha creado varios dispositivos de investigación y ha realizado numerosos inventarios de los recursos. Habida cuenta de las inversiones realizadas, es importante salvaguardar esta memoria en una base de datos que contenga los resultados esenciales y las informaciones necesarias para explotarlos. Este artículo presenta los principales dispositivos de investigación – M'baïki en la República Centroafricana, Mopri, Téné e Irobo en Côte d'Ivoire, Oyane en Gabón, Ngouha 2 en Congo y el dispositivo Strek en Kalimantan (Indonesia) – al igual que los inventarios de ordenación recientes en África central : ECOFAC-Ngotto y Sangha-M'baéré en la República Centroafricana y API Dimako en Camerún. Los datos se agrupan en el mismo servidor y se estructuran según las reglas del modelo relacional. El acceso se realiza a través de una consulta SQL directa o con un intranet de manejo más fácil. Este proyecto « bases de datos » está en sus inicios. La base de datos dendrométrica debe enriquecerse con otros muchos sitios y conectarse con un sistema de informaciones geográficas y de otros tipos (usos de las maderas, aspectos socioeconómicos...).

Palabras clave : bases de datos, bosque natural, dispositivo, inventario forestal.

SYNOPSIS

DATABASES AND NATURAL FORESTS

Research systems and forest inventories

Philippe NARBONI

For almost 20 years CIRAD-Forêt has been embarking upon and monitoring various on-going research systems in natural forests. In addition, it has much acknowledged experience when it comes to forestry inventories. Significant amounts of data have resulted from these projects, but many things render access to them difficult (dispersal in space and time of data sources, staff movements, heterogeneity of procedures and data formats, etc.).

Bearing in mind the scale of investment accorded, CIRAD-Forêt has created databases in order to make the best possible use of the findings from research carried out in the tropics. If the primary function of these databases is still the storage of all this work, other aspects must also be taken into consideration, and in particular: the organization of data in accordance with a model, the adoption of a common computer language, the security and updating of the data helped by powerful management tools, more complete information on the origin of the data, simplified statistical analysis, and the enhancement of this store of knowledge by the use of interfaces.

DESCRIPTION OF THE SYSTEMS

The natural forest systems present to date in the databases encompass:

- the data from countries concerned by FORAFRI and ECOFAC regional projects (rain forests of Central Africa): the on-going system and the inventories of the Central African Republic, the systems in Côte d'Ivoire, the okoumé survey systems (Gabon and Congo), the API Dimako inventory (Cameroon);
- the STREK project data (Indonesia);
- the dry zone data (Burkina Faso).

The database described here has essentially dendrometric features.

Each tree is botanically identified, and spatially located during periodical operations, its circumference measured (and/or its height). Qualitative assessments of the shape, health and dieback where relevant round off the data on the individual specimen.

The data are gathered on each operation in permanent plots, whereas the measurements are only taken once in the case of an inventory by survey in a forest. All the information sources have to do mainly with adult trees. In all, more than 600 000 trees have been measured.

DATA ORGANIZATION

The non-geographical information issuing from each system are brought together in a database server managed by SGBDR Oracle, situated in Montpellier (France) and accessible on the CIRAD in-house network. Centralization on a shared server makes it possible to standardize data coming from different sources; this way, there is a reference site.

Access to the data is monitored and governed by agreements drawn up with owner countries.

The major factor, in terms of coherence, lies in the adoption of a conceptual data model and a dictionary of shared data. The data are organized in accordance with relational model rules. Questions and data extraction are made with the help of a standardized request language, the outcome of which can then be exported and processed by bureaucratic or statistical software.

The data are keyed in and monitored in the field. Reformatting and validity and exhaustivity checks are carried out back at headquarters, before final incorporation in the database.

In order to improve the user-friendliness of the base, a consultation interface on the Intranet CIRAD has been set up. First, the banner page is accessed; then all you have to do is click on a link or on a reactive card to get to the page describing the system being sought.

Data access is protected by a password. This makes it possible to have the data for trees in a particular plot, or alternatively to construct a multi-criteria request of the type: "trees in a system X, belonging to species Y, for operation Z, and based on a circumference C".

CONCLUSION

The "information systems" site is still in its early days. So it not only needs feeding and enriching with new data, first and foremost geographical, but also having added (or linked up) to it data to do with other themes (ecology, socio-economic topics).

Within CIRAD-Forêt, links are possible with other existing databases, such as the one for the technological properties of tropical wood, and the cartographic base.

Web access also offers a chance to make the most of the CIRAD-Forêt data bank, but this presupposes that the various legal problems and data-ownership issues are sorted out.

In the short term, the development of technologies and requirements will produce environmental databases incorporating all kinds of data and several levels of information, accessible via analytical and modelling tools that are becoming more and more powerful.

All the ingredients will thus be brought together to form a system to help with decision-making for the management, development, protection and improvement of forest ecosystems.