

École Nationale du Génie Rural,
des eaux et des Forêts



Base de données des espèces végétales de Guyane

Eric Marcon

Mariwenn Ollivier

Version : 26 juillet 2004

Remerciements

Nous tenons à remercier

Jacques Beauchêne, du CIRAD Bois,

Lilian Blanc, du CIRAD Forêt,

Christopher Baraloto, professeur invité à l'INRA,

Daniel Sabatier, de l'I.R.D.,

Jean-Pierre Pascal,

Meriem Fournier,

Et l'ensemble des auteurs : Jean-Christophe Roggy, Anne-Marie Domenach, Damien Bonal, Patrick Heuret, Sabrina Coste, Bernd Degen, Julien Ruelle et Vincent Freycon

pour le temps qu'ils ont bien voulu consacrer à ce travail.

Sommaire

<i>Remerciements</i>	3
<i>Sommaire</i>	4
<i>Introduction</i>	5
<i>Données disponibles</i>	6
<i>Structure de la base de données</i>	8
<i>Groupe fonctionnels de Favrichon (01)</i>	17
<i>Espèces fixatrices d'azote (02)</i>	20
<i>Groupe de Collinet (03)</i>	26
<i>Variabilité interspécifique du $\delta^{13}C$ (04)</i>	30
<i>Plantules (05)</i>	35
<i>Architecture des plantes (06)</i>	37
<i>Densité des bois à 12 % (07)</i>	40
<i>Durabilité des bois (08)</i>	41
<i>Traits fonctionnels relatifs aux capacités photosynthétiques (09)</i>	45
<i>Espèces pionnières et banque de graines du sol (10)</i>	48
<i>Phénologie végétative (11)</i>	51
<i>Phénologie reproductive (12)</i>	54
<i>Modes de dispersion du pollen (13)</i>	58
<i>Données sur les graines et les fruits (14)</i>	60
<i>Diversité du bois de tension (15)</i>	66
<i>Préférences édaphiques d'une centaine d'espèces (16)</i>	69
<i>Influence du sol sur la composition floristique (17)</i>	72
<i>Autres données à venir</i>	76
<i>Utilisation de la base de données</i>	79
<i>Réserves sur les données</i>	86
<i>Bibliographie</i>	89
<i>Liste des figures et tableaux</i>	91

Introduction

Il existe de nombreuses données sur les différentes espèces de Guyane, de toutes formes et de tout contenu. Le but de cette base est de rassembler la majorité de ces données et de les rendre accessibles aux chercheurs, tout en respectant des critères « scientifiques » : les références bibliographiques de ce qui est avancé doivent pouvoir être retrouvées.

Pour cela, l'étude consiste en un inventaire des données existantes, tout en comprenant la façon dont elles ont été obtenues, afin de rassembler un maximum d'informations cohérentes. Outre les références concernant la détermination botanique, la revue de la littérature concerne une cinquantaine d'articles, travaux ou ouvrages (voir la bibliographie) dont une majorité de littérature grise.

Ce document est la référence de la base de données : il présente chaque groupe de tables et détaille la structure des données. Il s'agit également d'un guide pour l'utilisateur (cf. p 79).

Données disponibles

Les données disponibles dans la base des espèces peuvent être réparties comme suit (au début de chaque ligne est indiqué entre parenthèse le numéro du module auquel elles se rapportent) :

I Des données premières concernant :

- (00) Les espèces : la liste taxonomique des espèces présentes en Guyane allant jusqu'à la variété/ sous-espèce et donnant des caractéristiques sur la répartition spatiale des espèces à l'échelle régionale (plateau des Guyanes) et sur leur origine anthropique éventuelle (introduite, cultivée...), Boggan *et al.* (1997).
- (00) Les noms vernaculaires des espèces : liste permettant de faire le lien entre les noms communs et les noms scientifiques.
- (00) Les sites : la liste des sites d'étude de Guyane française sur lesquels des études ont été menées ainsi que certaines caractéristiques de ces sites (position, sol, surface...).
- (00) Les références bibliographiques : liste de toutes les sources bibliographiques utilisées dans la base de données.
- (00) Les groupes de tables : la liste des groupes de tables intégrés à la base permettant de connaître le type de données, les références bibliographiques et les sites de mesure associés à tel groupe.

II Des données d'écophysiologie sur les thèmes suivants :

- (02) L'azote : valeurs du $\delta^{15}\text{N}$ et de l'azote des feuilles par site d'étude (Roggy, 1998, Roggy et Prévost, 1999, Roggy *et al.*, 1999a, Roggy *et al.*, 1999b).
- (04) Le carbone : valeur du $\delta^{13}\text{C}$ et du carbone des feuilles par site d'étude (Bonal *et al.*, 2000).
- (09) La photosynthèse : données relatives à la photosynthèse mesurées en serre (Coste, 2002).

III Des données de biomécanique :

- (07) Densité des bois à 12% d'humidité.
- (08) Durabilité des bois : imprégnabilité, durabilité aux termites et champignons et durabilité totale.
- (15) Bois de tension : caractéristiques du bois de tension (Ruelle, 2002 et Ruelle, 2003).

IV Des données sur les relations sol- végétation :

- (03) Via Collinet (1997) : caractérisation des préférences édaphiques de 35 espèces sur le site de Paracou.

- (16) Via Paget (1999) : caractérisation des préférences édaphiques comparée entre les sites de Saint-Élie et Crique Plomb.
- (17) Via Sabatier (1997) : caractérisation des préférences édaphiques sur le site de Saint-Élie.

V Des données sur l'architecture- la phénologie :

- (05) Plantules : morphologie des plantules.
- (06) Modèles architecturaux des espèces.
- (11) Phénologie végétative : caractère décidu des espèces, calendriers de défeuillaison.
- (12) Phénologie reproductive : données sur les périodes de floraison et fructification.

VI Des données sur la reproduction :

- (14) Caractéristiques des graines et fruits : types de dissémination, taille des graines, classes de fruits...
- (13) Modes de dissémination du pollen.
- (12) Phénologie reproductive.

VII Des données de dynamique forestière :

- (10) Le caractère pionnier des espèces et la présence de leurs graines dans la banque de graines du sol (Molino et Sabatier, 2001).
- (01) La réponse des espèces à la lumière : groupes de Favrichon et données ayant permis la mise en place de ces groupes (Favrichon, 1995 et Favrichon, 1994).
- (03) Leur groupe de hauteur : hauteur de libération des espèces et regroupement des espèces selon leur place occupée dans la structure verticale (Collinet, 1997).
- (03) Leur structure spatiale horizontale : données sur la répartition spatiale horizontale des espèces étudiées par Collinet (1997).

Les tables sont nommées selon le modèle *ta99Contenu*, où 99 est un nombre (de 00 à 99) correspondant au module à laquelle la table appartient. Le module 00 constitue la structure centrale de la base de données : familles, genres, espèces. Chaque ensemble d'informations ajouté à la base fait l'objet d'un ensemble de tables (module) avec un numéro propre. Au moins une de ces tables est liée à la table des espèces (ou à celle des variétés).

I Structure

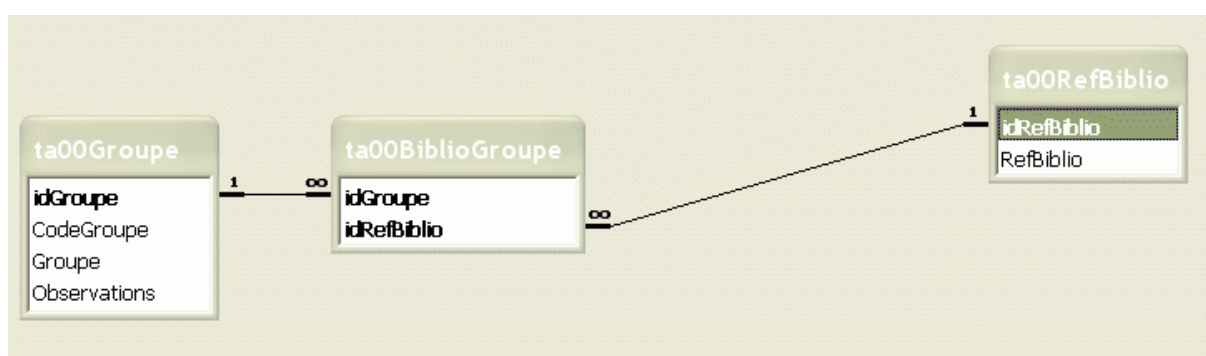
1 Modules

Figure 1 : Structure du module 00-Groupes

La table *ta00Groupe* contient la liste de tous les modules. La table *ta00BiblioGroupe* enregistre les références bibliographiques dont sont issues les tables.

Le *CodeGroupe* de la table *ta00Groupe* correspond au numéro du module : par exemple, le *CodeGroupe* 01 correspond au groupe de tables 01-Groupes fonctionnels de Favrichon.

2 Espèces

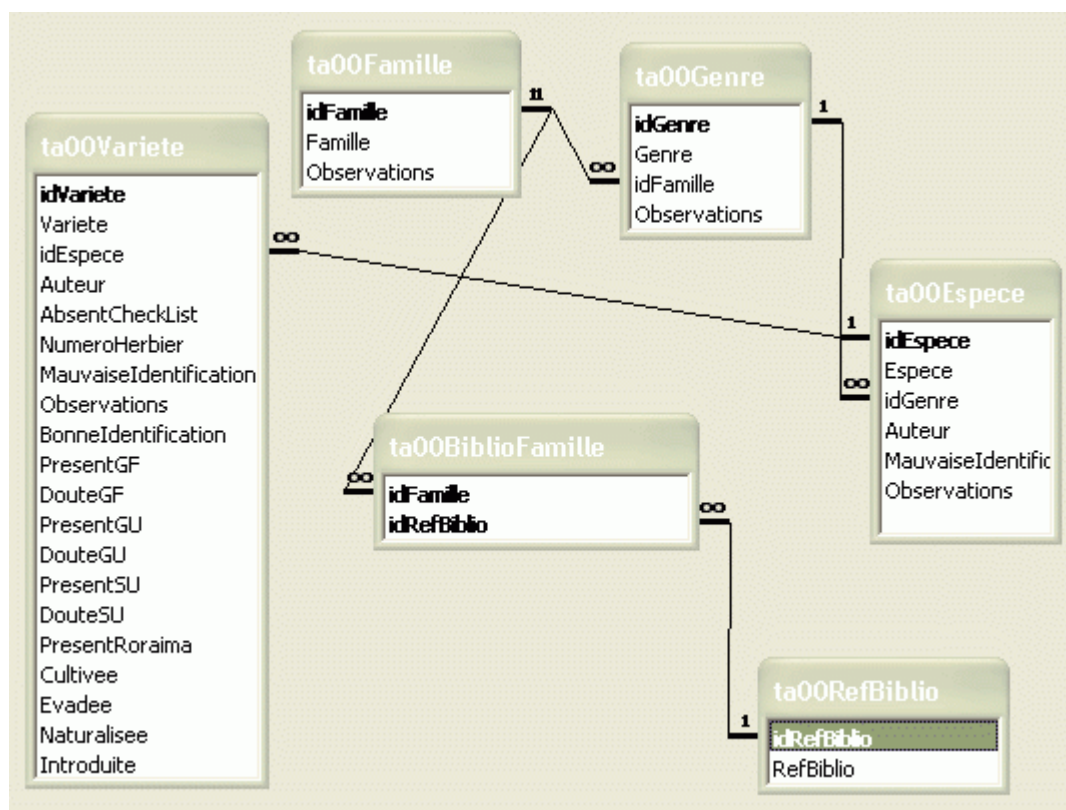


Figure 2 : Structure du module 00-Espèces

La structure centrale de la base est constituée par les quatre tables Famille-Genre-Espèce-Variété. Les données proviennent de la checklist des plantes de Guyane¹ (Boggan *et al.*, 1997).

La table *ta00Variete* contient un ou plusieurs enregistrements par espèce, correspondant aux sous-espèces ou variétés. Les caractéristiques de chaque taxon sont détaillées dans cette table :

- Présence en Guyane Française, au Guyana et au Surinam (*Presentxx*), ou sur le site du Mont Roraima (Guyana).
- Doute sur cette présence (*Doutexx*).
- Origine anthropique éventuelle : plante cultivée, évadée de culture, naturalisée, introduite.

Les taxons provenant de la checklist des plantes de Guyane ont tous une entrée jusqu'au niveau de la variété/sous-espèce, éventuellement vide s'il n'existe pas de sous-espèce. Un enregistrement au niveau de l'espèce a été ajouté pour chaque genre sous le nom « sp. » pour permettre des liaisons de données quand seul le genre a été déterminé.

Quand des espèces étaient absentes de la checklist des plantes de Guyane mais qu'elles existaient à l'herbier de Cayenne², elles ont été rajoutées à la base et dans la table *ta00Espece*, deux données sont alors indiquées :

¹<http://www.mnh.si.edu/biodiversity/bdg/checklst.html> (version actualisée en permanence)

² <http://www.cayenne.ird.fr/aublet2/>

- L'absence de l'espèce de la checklist des plantes de Guyane.
- Le numéro d'herbier de l'espèce à l'herbier de Cayenne.

De plus, dans le formulaire des espèces et mauvaises identifications (*00-Especies-MI*), un bouton permet d'accéder au site Internet de l'herbier de Guyane³. En effet, ce bouton permet d'obtenir la page correspondante à l'espèce dans la base de données Aublet2 de l'herbier. Par exemple, si l'utilisateur recherche la page herbier correspondant à l'espèce *Aegiphila membranacea*, il lui suffira de cliquer dans le formulaire *00-Especies-MI* sur le bouton Herbier de Guyane :

The image shows a web form titled '00-Especies-MI'. It has several input fields: 'Famille' with a dropdown menu showing 'Verbenaceae', 'Genre' with a dropdown menu showing 'Aegiphila', 'Espece' with a text input containing 'membranacea', and 'Auteur' with a text input containing 'Turcz.'. There is a yellow speech bubble icon next to the 'Espece' field. On the right side, there is a button labeled 'Herbier de Guyane'.

Figure 3 : Ouverture de la page Internet de l'herbier de Guyane dans le formulaire *00-Especies-MI*

Ce bouton ouvrira automatiquement la page suivante :

The image shows the 'Herbier de Guyane (CAY)' website. The header includes the IRD logo and the text 'Institut de recherche pour le développement'. Navigation links include 'Taxons', 'Collecteurs', 'Habitats', and 'Localités'. The main content area is titled 'Liste des noms scientifiques sélectionnés avec *Aegiphila membranacea* (1)'. Below this, there is a paragraph explaining that correct scientific names are in blue and that users can click on them to view their taxonomy or synonyms. A table displays the results:

Nom scientifique	Spécimen	Statut
Aegiphila membranacea Turczaninow		

The footer includes the language 'English', an email address 'chevillo@orleans.ird.fr', and navigation links for 'Intranet', 'Recherche', 'L'IRD dans le monde', and 'Pratique'.

Figure 4 : Type d'informations contenues dans la base de données Aublet2 de l'herbier de Guyane

³ <http://www.cayenne.ird.fr/aublet2/>

3 Mauvaises identifications

La check-list des plantes de Guyane donne la liste des espèces présentes en Guyane française par famille, et également une liste de mauvaises identifications qui correspondent à :

- Des synonymes : espèces renommées depuis, comme par exemple *Sclerolobium melinonii* = *Tachigali melinonii*.
- D'autres problèmes : par exemple pour des espèces n'existant pas en Guyane comme *Attalea funifera* Mart.

De façon à intégrer ces mauvaises identifications à la base de données, nous avons créé des champs supplémentaires dans deux tables :

- Dans la table *ta00Espece* :
 - Mauvaise Identification : case à cocher (oui/ non), au niveau de l'espèce.
 - Observations : au niveau de l'espèce.
- Dans la table *ta00Variete* :
 - Mauvaise Identification : case à cocher (oui/ non), au niveau de la variété (quand l'espèce est bien identifiée, mais pas la variété).
 - Observations : au niveau de la variété.
 - Bonne Identification : variété ou sous-espèce synonyme de l'espèce mal identifiée et qui doit être utilisé.

L'ensemble des mauvaises identifications de la check-list des plantes de Guyane a été intégré à la base (sauf les espèces appartenant aux familles des Poaceae et des Orchidaceae), et peuvent être consultées de la façon suivante :

Dans le formulaire *00-Especies-MI*, une recherche sur le genre peut-être réalisée, ce qui permettra alors de filtrer les champs avec le genre intéressant et de trouver le nouveau nom de l'espèce (ou de la variété). Par exemple, sur la figure ci-dessous, *Sclerolobium melinonii* a été renommé *Tachigali melinonii*.

La table centrale *ta00Esp-Origine-Verna* relie les identifiants :

- du nom vernaculaire, défini par la table *ta00NomVernaculaire*.
- de l'origine de ce nom vernaculaire, défini par la table *ta00OrigineVernaculaire*.
- et de l'espèce, définie par la table *ta00Espece*.

Ainsi, pour chaque nom vernaculaire, il y a une ou plusieurs espèces, reliées à une ou plusieurs origines. Les origines concernent aussi bien les pays (Brésil, Surinam, Guyana), que les différentes populations de Guyane française (Créoles, Paramaka...), le nom pilote (nom commercial du bois) que le nom le plus usité en Guyane.

Par exemple :

espèce	Origine	Nom Vernaculaire
<i>Aspidosperma album</i> (Apocynaceae)	Nom le plus usité	kumanti udu
<i>Aspidosperma album</i> (Apocynaceae)	Brésil	Araracanga
<i>Aspidosperma album</i> (Apocynaceae)	Brésil	Ararauba

Tableau 1 : Noms vernaculaires d'*Aspidosperma album*

6 Sites d'étude

Nous avons cherché à relier les données intégrées à la base aux sites sur lesquels elles ont été obtenues. Pour cela la structure suivante a été mise en place :

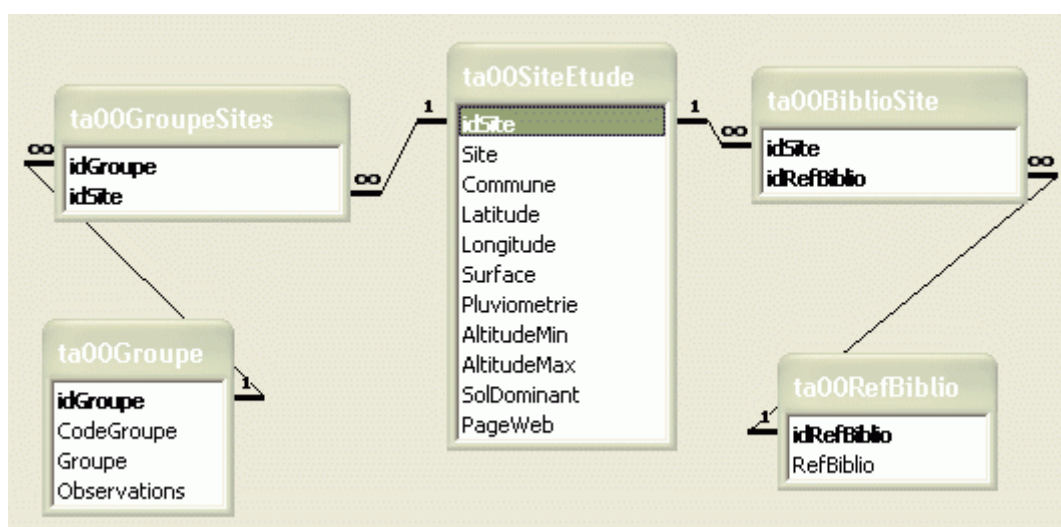


Figure 7 : Structure du module 00-Sites d'étude

La table *ta00SiteEtude* permet de fournir des renseignements sur les sites, elle donne :

- le nom du site.
- la commune sur laquelle le site est implanté.
- sa position géographique (latitude, longitude).
- la surface couverte par le site expérimental.
- la pluviométrie.

- l'altitude minimale et maximale rencontrées sur le site.
- le type de sol.
- le site Internet, s'il en existe, sur lequel on peut trouver des renseignements sur le site d'étude.

La table *ta00GroupeSites* permet de relier le groupe de tables aux sites expérimentaux sur lesquels ont eu lieu les observations.

La table *ta00BiblioSite* permet de relier les sites à des références bibliographiques qui sont soit des documents spécifiquement sur les sites, soit des ouvrages dans lesquels un site d'étude est assez détaillé. Cette liste bibliographique est loin d'être exhaustive.

7 Noms et numéros d'inventaire

Pour le site de Paracou, une correspondance entre les codes espèces utilisés sur le site et les espèces de la checklist des plantes de Guyane a été intégrée à la base selon la structure suivante (Baraloto, 2004) :



Figure 8 : Structure du module 00-Noms d'inventaire

Ainsi, les numéros d'essence qui ont une correspondance espèce à détermination botanique sûre sont disponibles dans la base. La table donne donc les valeurs suivantes :

- le site d'étude pour lequel ces numéros d'inventaire sont valables.
- l'espèce.
- le code d'inventaire (*N_Essence*).
- l'essence (nom vernaculaire le plus usité lors des inventaires).

Les données d'autres sites pourront être ajoutées.

II Formulaires

Dans l'ensemble des nomenclatures de formulaire, *ssf* indique le sous formulaire inclus dans le formulaire du même nom.

- *00-Famille* : Saisie des familles, avec observations et bibliographie.
- *00-Famille-Ssf* : Liste des références bibliographiques des familles.
- *00-Especes-MI* : Saisie des espèces et des mauvaises identifications.

- *00-Variete-Ssf* : Liste des variétés (et des caractéristiques associées).
- *00-Groupe* : Saisie des groupes de tables, avec observations et bibliographie.
- *00-Groupe-Ssf1* : Liste des références bibliographiques des groupes.
- *00-Groupe-Ssf2* : Liste des sites d'étude sur lesquels les études ont été menées.
- *00-SitesEtude* : Saisie des sites d'étude.
- *00-SitesEtude-Ssf* : Liste des références bibliographiques des sites d'étude.
- *00-NomVernaculaire* : Saisie des noms vernaculaires.

III Requêtes

1 Requêtes finales

- *00EspecespresentesenGuyaneFrançaise* : Liste des espèces présentes (éventuellement avec doutes) en Guyane Française.
- *00ReferencesbiblioFamilles* : Références bibliographiques pour la détermination des espèces, avec la famille concernée.
- *00ReferencesbiblioGroupes* : Références bibliographiques pour les groupes de tables.
- *00ReferencesbiblioSites* : Références bibliographiques pour les sites d'études.
- *00Nomsvernaculaires* : Pour chaque espèce, les noms vernaculaires associés en fonction de l'origine.
- *00NomInventaire* : Pour le site de Paracou, les numéros d'inventaire des espèces pour lesquelles la détermination botanique est sûre.
- *00GroupesSites* : Par groupe de tables, les sites sur lesquels les études ont été réalisées.
- *00SitesEtude* : Caractéristiques des sites d'étude.

2 Requêtes utilitaires

- *re00LdRefBiblio* : Liste déroulante des références bibliographiques, utilisée dans tous les formulaires de saisie de bibliographie.
- *re00LdFamille* : Liste déroulante des familles.
- *re00LdGenre* : Liste déroulante des genres.
- *re00LdEspece* : Liste déroulante des espèces, sous la forme *Genre Espèce (Famille)*.
- *re00LdGenreEspece* : Liste déroulante des espèces sous la forme *Genre Espèce*.
- *re00LdVariete* : Liste déroulante des variétés, sous la forme *Genre Espèce (Famille)* et *Variété*.
- *re00LdVarieteTaxon* : Liste déroulante des variétés, sous la forme *Genre Espèce (Famille) Variété*.

IV Etats

- L'état *00-Groupe* présente les groupes de tables avec le descriptif et les observations associées.
- L'état *00-GroupeBiblio* donne les références bibliographiques associées aux groupes de tables.
- L'état *00-GroupeSitesEtude* liste les sites sur lesquels les études ont été menées par groupe de tables.
- L'état *00-NomsInventaire* donne les numéros d'essence du site expérimental de Paracou pour lesquels la détermination botanique jusqu'à l'espèce est sûre.
- L'état *00-NomsVernaculaires* donne les noms vernaculaires usités en Guyane par espèce.

Les groupes d'espèces établis par Favrichon (1994) et Favrichon (1995) sont référencés dans le module 01.

I Résumé

Des données quantitatives relatives au développement végétatif des espèces arborées d'une forêt primaire de Guyane française ont été analysées statistiquement dans le but de réaliser des groupes d'espèces, utilisés dans un modèle de dynamique de population.

Le nombre de variables calculées pour chaque taxon a été réduit grâce à une matrice des corrélations entre les données suivantes :

- Diamètre moyen.
- A1 à A7 : accroissement relatif des individus par classe de diamètre (sur les parcelles témoin et traitées de Paracou).
- Indice de Dawkins.
- Taux de recrutement.

Le tableau des taxons décrits par les variables de dimensions potentielles et de dynamique est ensuite ordonné à l'aide d'une ACP suivie d'une classification non hiérarchique (méthode dite des « nuées dynamiques »). Une AFC est ensuite réalisée sur le tableau des structures diamétriques (reflet de la position actuelle de chaque espèce dans le peuplement). Ces deux analyses permettent de classer les taxons abondants en 5 groupes d'espèces. On distingue les espèces tolérantes d'étages inférieurs et de la voûte, semi-tolérantes émergentes et héliophiles de sous étage et de la voûte.

La prise en compte des paramètres biologiques relatifs en particulier aux stades plus jeunes de développement (dissémination, sensibilité des plantules à la lumière) permet de montrer la validité et les limites écologiques de ces regroupements.

Le choix a été fait de ne pas intégrer le diamètre moyen, reflet de l'état d'une parcelle à un temps t . De même, les valeurs d'accroissement concernant les parcelles traitées n'ont pas été intégrées. Au contraire le taux de mortalité par espèce, calculé par l'auteur mais non utilisé pour la définition des groupes d'espèces, a été intégré (sous réserve).

Le terme fonctionnel utilisé par l'auteur a été fréquemment remis en cause par la suite et parfois remplacé par l'expression « groupe d'étages » qui reflète mieux les caractères distinctifs utilisés.

D'autre part, l'article ne classe que les taxons dont l'effectif est supérieur ou 15, alors que dans sa thèse Favrichon (1995) classe toutes les espèces étudiées. Les données de la thèse ont donc été intégrées dans des groupes nommés « $n < 15$, groupes d'étage », où n est l'effectif du taxon.

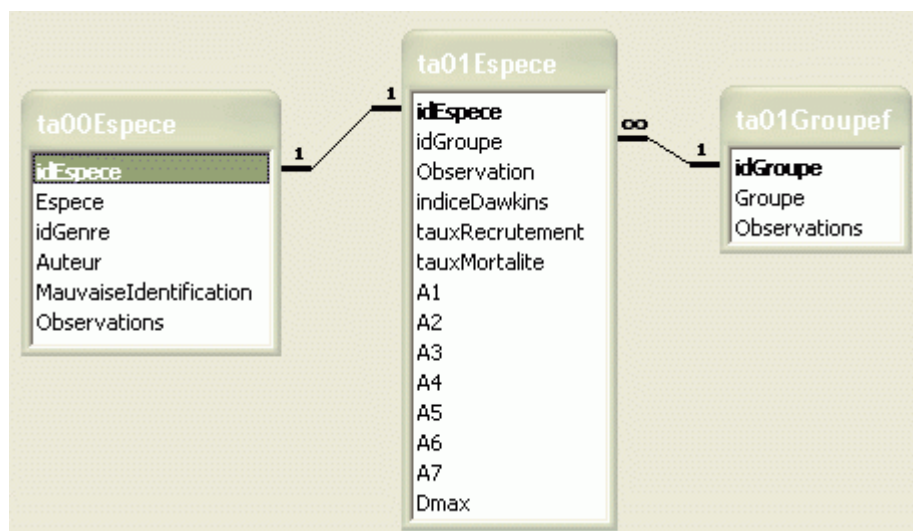


Figure 9 : Structure du module 01-Groupes fonctionnels

La table *ta01Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module *01-Groupes fonctionnels*.

Chaque espèce peut appartenir à un groupe fonctionnel. Les groupes fonctionnels sont définis par la table *ta01Groupef* :

- (1) : Taxons tolérants, étage inférieur.
- (2) : Taxons tolérants, étage supérieur.
- (3) : Taxons semi tolérants, étage dominant.
- (4) : Taxons héliophiles, étage supérieur.
- (5) : Taxons héliophiles, étage inférieur.
- (6) : $n < 15$, Taxons tolérants, étage inférieur (nombre d'individus estimé trop faible, données de la thèse)
- (7) : $n < 15$, Taxons tolérants, étage supérieur (nombre d'individus estimé trop faible, données de la thèse)
- (8) : $n < 15$, Taxons semi tolérants, étage dominant (nombre d'individus estimé trop faible, données de la thèse)
- (9) : $n < 15$, Taxons héliophiles, étage supérieur (nombre d'individus estimé trop faible, données de la thèse)
- (10) : $n < 15$, Taxons héliophiles, étage inférieur (nombre d'individus estimé trop faible, données de la thèse)

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

Pour chaque espèce, les données suivantes ont été incluses :

- Indice de Dawkins (moyenne).

- Taux de recrutement annuel en % de l'effectif initial (en parcelles témoins entre 91 et 92).
- Taux de mortalité annuelle en % de l'effectif initial (en parcelles témoins entre 91 et 92) : l'auteur émet des réserves sur ces résultats compte tenu du « manque d'effectifs et (ou) de la trop courte période d'observation disponible pour bien évaluer ce phénomène particulièrement aléatoire (Durrieu de Madron, 1993) ».
- Accroissement annuel moyen par classe de diamètre i : vitesses de croissance moyennes absolues par classe de diamètre en parcelles témoins. Seulement 7 classes ont été retenues (10-14.9 ; 15-19.9 ; 20-24.9 ; 25-29.9 ; 30-40 ; 40-50 ; 50 et plus) compte tenu de la faiblesse des effectifs pour les grands arbres.
- D_{\max} : le diamètre maximal moyen à 5%.
- Observation : par exemple, quand le nom d'espèce utilisé par Favrichon a été modifié depuis.

NB : Pour l'espèce *Cordia sagotii* (Borraginaceae), les valeurs des A_i n'ont pu être intégrées.

III Formulaires

- Le formulaire *01-Groupe* permet de saisir les espèces par groupes fonctionnels d'étages.
- Le formulaire *01-Groupe-Ssf* donne la liste des espèces étudiées par Favrichon (1995).

IV Requêtes et états

- La requête *01Espece* donne pour chaque groupe d'étages, les espèces y appartenant.
- La requête *01Groupe1deFavrichon* donne les espèces appartenant au groupe 1 de Favrichon, soit les taxons tolérants d'étages inférieurs.
- La requête *01Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *01-Espece* présente les données issues du groupe de table *01-Groupes de Favrichon*.

Le statut de plus de soixante espèces légumineuses vis-à-vis de l'azote a été mis en évidence par Roggy et Prévost (1999). Les données intégrées à la base sont issues de trois articles.

Le tableur Excel associé *tableauxexcel-base/ta02DonnéesBrute15N-Publi* donne des valeurs de surface terrière calculées par individu ainsi que le tableau d'origine.

a *Données publiées :*

I **Résumé**



Le résumé suivant est une synthèse de trois articles : Roggy *et al.* (1999a), Roggy et Prévost (1999) et Roggy *et al.* (1999b).

Nos travaux de recherche ont consisté à identifier, sur un échantillon le plus large possible (80 espèces, 2 types de sols contrastés : oxisols et spodosols), des espèces d'arbres fixatrices d'azote par mesure du $\delta^{15}\text{N}$ foliaire. Notre choix s'est porté sur un échantillonnage de type « non aléatoire à classes exclusives » : nous avons en effet ciblé préférentiellement (i) les espèces de type légumineuses bien connues pour leur aptitude potentielle à la nodulation et (ii) les espèces pionnières. Ces dernières se situent au point de départ du continuum de comportements de régénération (héliophiles strictes) et sont clairement distinguées des autres espèces de succession dans lesquelles se placent les légumineuses. Nous avons supposé que la forte capacité colonisatrice de espèces pionnières pouvait être liée à une aptitude à la fixation d'azote. La première étape a consisté en l'utilisation des mesures isotopiques ^{15}N sur les feuilles comme outil d'investigation des caractéristiques fonctionnelles des arbres relatives à l'acquisition de l'azote. Cet outil, permettant de fournir une information fonctionnelle intégrée dans le temps sur un grand nombre d'individus (criblages), est particulièrement adapté à la mise en évidence de différences interspécifiques. Le principe étant basé sur les faits suivants : (i) il existe des différences d'abondance naturelle du ^{15}N entre les compartiments sol et atmosphère, lesquelles sont dues aux fractionnements isotopiques se déroulant lors des réactions de transformation de l'azote (le ^{15}N dans l'air étant constant et égal à 0,3663%), (ii) l'abondance naturelle en ^{15}N mesurée dans une plante est proche de celle de sa source d'azote. Ces mesures ont été couplées à des mesures de concentration en azote foliaire qui sont un bon indicateur de diazotrophie. Le statut fixateur des espèces a ensuite été vérifié sur le sous-échantillon retenu, par la recherche de nodosités racinaires et la mesure de leur activité nitrogénasique par la méthode de réduction de l'acétylène (ARA) en chromatographie en phase gazeuse à ionisation de flamme. Dans un deuxième temps, la contribution des fixateurs à la biomasse du peuplement étudié a été évaluée par l'utilisation d'un modèle non linéaire reliant le diamètre des arbres à leur biomasse aérienne totale ou foliaire. Les taux de fixation de l'azote chez les différentes espèces identifiées ont alors été estimés par calcul du %Ndfa (% Nitrogen Derived From Atmosphere) et le rôle de la fixation d'azote dans le fonctionnement biogéochimique global de l'écosystème a pu être évalué par intégration spatiale des processus. Dans un troisième temps, l'importance des fixateurs d'azote dans la dynamique du peuplement a pu être évaluée par leur ordination en types écologiques intégrant l'ensemble des phases sylvigénétiques (stratégie de croissance et caractéristique préférentielle vis à vis de la lumière : héliophilie, héli-tolérance, tolérance).

Les résultats obtenus ont permis de caractériser la diversité interspécifique de l'acquisition de l'azote par les arbres. Un groupe d'arbres fixateurs (groupe I) et deux groupes d'arbres non fixateurs (groupes II et III) ont été mis en évidence, en particulier, un groupe d'espèces avec des fortes valeurs $\delta^{15}\text{N}$ et de fortes concentrations en azote (groupe II) s'opposant à un groupe d'espèces présentant un faible $\delta^{15}\text{N}$ ainsi qu'une faible concentration en azote (groupe III). Ces signatures isotopiques très contrastées ont suggéré l'existence de deux sources d'azote du sol différentes. Les mesures de $\delta^{15}\text{N}$ couplées à celles des concentrations en azote se sont avérées également être un bon système de criblage puisque dans 90% des cas la nodulation a pu être confirmée dans le groupe I. Les fixateurs identifiés appartiennent tous à la famille des Leguminosae. Ces résultats ont montré que le $\delta^{15}\text{N}$ pouvait être un bon indicateur de nutrition azotée permettant la validation du concept de « types fonctionnels d'espèces »

en forêt tropicale (deux groupes de traits fonctionnels relatifs à l'acquisition de sources d'azote du sol différentes (« functional responses type species ») et un groupe fonctionnel d'espèces fixatrices d'azote (« functional effect type species »)).

L'intégration des résultats à l'échelle de la communauté d'arbres a montré que ces traits fonctionnels présentaient de grandes similitudes avec ceux mis en évidence sur la base des caractéristiques de dynamique de croissance et de tolérance à l'ombrage des espèces (groupe I : espèces majoritairement héliophiles, tolérantes et hémi-tolérantes de succession ; groupe II : espèces tolérantes et hémi-tolérantes de succession ; groupe III : espèces majoritairement de type héliophiles strictes pionnières). L'hypothèse avancée a été que le groupe II de non fixateurs assimilait plutôt le NH_4^+ (fort $\delta^{15}\text{N}$) et l'autre, plutôt le NO_3^- (faible $\delta^{15}\text{N}$). En effet, les produits azotés contiennent naturellement un faible pourcentage d'isotope lourd ^{15}N . Lors du processus de minéralisation et de nitrification de l'azote, un fractionnement isotopique se produit durant lequel les molécules contenant le ^{14}N se transforment plus rapidement que celles contenant du ^{15}N , le résultat étant que le N-organique serait plus riche en ^{15}N que le N-ammoniacal et lui-même plus riche que le N-nitrate.

Les fixateurs d'azote représentaient 43% des légumineuses du peuplement, soit environ 10% de la densité totale des individus (6156 arbres de Dbh > 10 cm sur 10 ha) et 10% de la biomasse aérienne totale et foliaire. Avec un taux de fixation moyen estimé sur l'ensemble des fixateurs à 54% de l'azote total foliaire, la contribution de l'azote fixé à l'azote foliaire total a pu être estimée à environ 5% soit un apport de 7 Kg. ha⁻¹ an⁻¹.

L'intégration des résultats à l'échelle écosystémique a permis de produire des données propres à alimenter les modèles de bilans et flux d'azote dans les écosystèmes forestiers tropicaux. Ainsi, dans ces écosystèmes, les sorties d'azote par flux hydriques (lessivage) seraient compensées par les entrées par déposition, tandis que les entrées par échanges gazeux (fixation) seraient plus importantes que les pertes par dénitrification. Les différentes valeurs de flux mesurées peuvent sembler faibles par rapport à la quantité totale d'azote dans la biomasse foliaire, évaluée à environ 130 Kg. ha⁻¹. Ceci confirmerait donc que, dans ce type de système, les mécanismes de conservation des nutriments seraient très efficaces et pourraient répondre en partie à la demande azotée du peuplement. Néanmoins, ces résultats ont mis en évidence (i) le rôle clef joué par les arbres fixateurs dans le maintien du cycle biogéochimique de l'azote à l'équilibre et (ii) leur importance dans le fonctionnement global de l'écosystème forestier par le maintien d'un bilan d'azote positif.

Il était également intéressant de vérifier dans quelle mesure la signature ^{15}N chez les non fixateurs pouvait être reliée au fonctionnement biologique des sols. En effet, compte tenu du fait que les différentes réactions de transformation de l'azote sont d'origine biologique, d'importantes variations de sa disponibilité dans le sol pourraient en modifier les voies et cinétiques, et donc la composition isotopique des produits en résultant (nitrate et ammonium). Les résultats ont montré que la signature $\delta^{15}\text{N}$ d'une espèce modèle du groupe « utilisateur de NH_4^+ » (*D. guianensis*) variait significativement en fonction du type de sol. La diminution de $\delta^{15}\text{N}$ foliaire observée entre sols à fertilité azotée peu limitante (Oxisols) et très limitante (Spodosols) a montré qu'en conditions limitantes d'azote dans le sol, l'ammonium serait plus et plus rapidement immobilisé que nitrifié, conduisant ainsi à un appauvrissement en ^{15}N et donc, à une valeur de $\delta^{15}\text{N}$ inférieure à celle mesurée en l'absence de phénomènes d'immobilisation. Ces résultats ont démontré que le $\delta^{15}\text{N}$ foliaire pouvait être également un bon indicateur de la fertilité azotée et du fonctionnement biologique des sols.

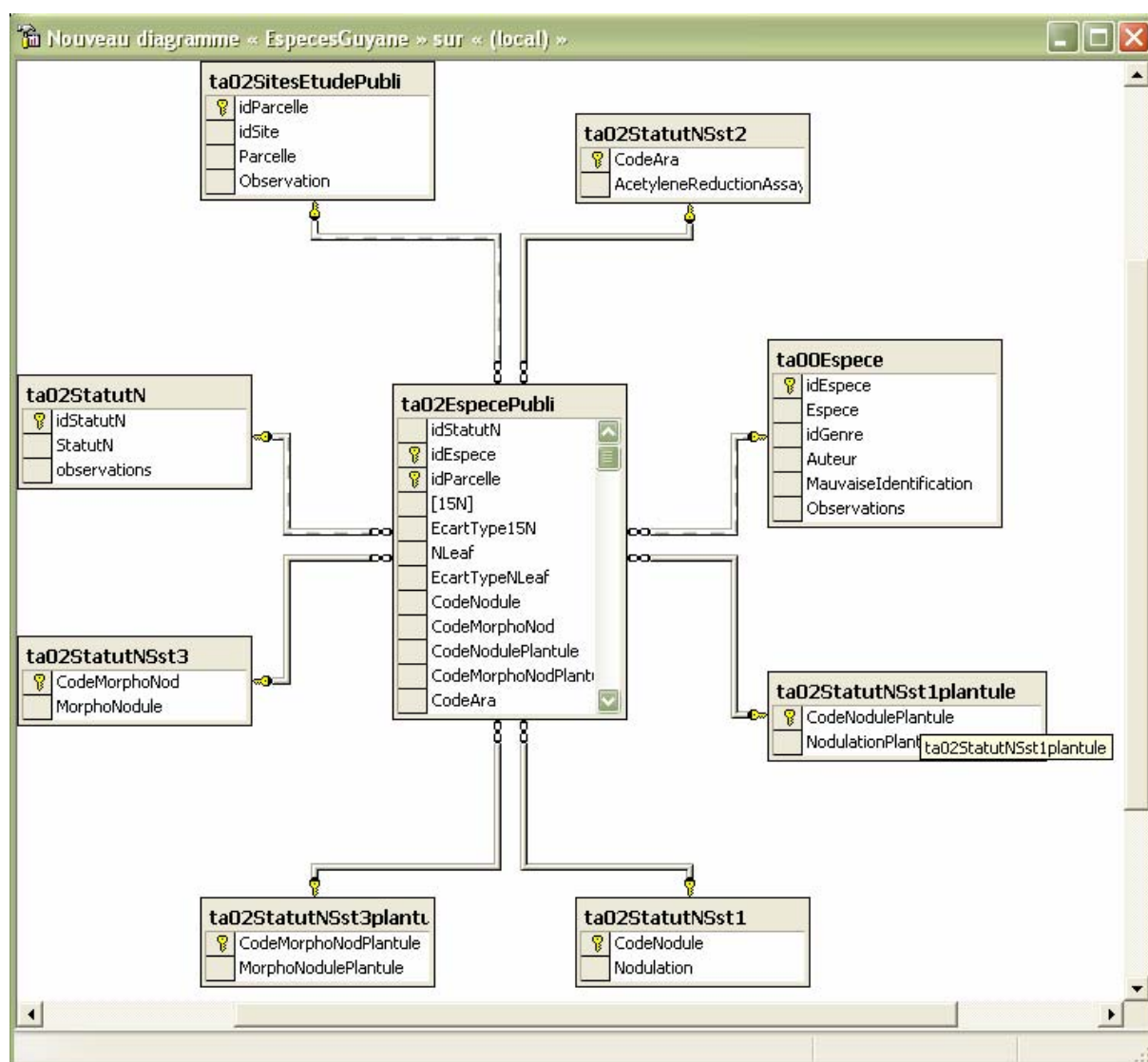


Figure 10 : Structure du module 02-Groupes Azote-Publi

La table *ta02SitesEtudePubli* donne la liste des parcelles sur lesquelles les mesures d'azote ont été réalisées. Elle est reliée à la fois à la table *ta00SitesEtude*, qui donne le site expérimental sur lequel est situé la parcelle, et à la table *ta02EspTemoinPubli*.

La table *ta02EspTemoinPubli* donne les valeurs suivantes pour les espèces témoin par site d'étude $\delta^{15}\text{N}$ (‰) mesuré.

- Écart type de $\delta^{15}\text{N}$ (‰) mesuré.
- Azote des feuilles (%).
- Écart type de l'azote des feuilles.

Le formulaire suivant permet de saisir les sites et les valeurs mesurées pour les espèces témoin :

idSite

Parcelle

Observation

Espèce témoin :

idEspeceTemoin

15N

ecartype

Nfeuilles

ecartypeNfeuilles

Enr : sur 1

Figure 11 : Formulaire de saisie des caractéristiques des sites du groupe 02-Statut Azote (Publié)

La table *ta02EspeciesPubli* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module *02-Azote*. Elle donne pour chaque espèce, et pour chaque parcelle définie par les tables *ta02SitesEtudePubli* et *ta02EspTemoinPubli* les caractéristiques suivantes :

idSite

Parcelle

Observation

Especies - Azote :

StatutN

Espèce

15N

EcartType15N

Nleaf

EcartTypeNleaf

CodeNodule

CodeMorphoNod

CodeNodulePlantule

CodeMorphoNodPlantule

CodeAra

observations

Enr : sur 93

Figure 12 : Formulaire de saisie des espèces du groupe 02-Groupes Azote (Publié)

- Statut de l'azote, selon les groupes définis dans la table *ta02StatutN* par les critères suivants :
 - Espèce non échantillonnée.
 - Légumineuse fixatrice.
 - Légumineuse non fixatrice.
 - Non légumineuse.
- $\delta^{15}\text{N}$ (‰) mesuré.
- Écart type $\delta^{15}\text{N}$ (‰).
- Leaf N (%) mesuré.
- Écart type leaf N (%).
- Nodules : plantes avec / sans nodules / plantes non examinées (définies par le table *ta02StatutNSst1*).
- Morphologie des nodules : astragaloïde, aescynomenoïde, crotalaroïde, desmodioïde, muconoïde (définie par la table *ta02StatutNSst3*).
- Nodules plantules : plantules avec / sans nodules / non examinés (définies par la table *ta02StatutNSst1plantule*).
- Morphologie des nodules des plantules : astragaloïde, aescynomenoïde, crotalaroïde, desmodioïde, muconoïde (définie par la table *ta02StatutNSst3plantule*).
- Ara (méthode de réduction de l'acétylène) : indicateur de l'efficacité de fixation de l'azote, selon positive reports ou not carried out, définis par la table *ta02StatutNSst2*.
- Observation : par exemple, quand le nom d'espèce utilisé par Roggy a été modifié depuis.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *02-Groupe-Publi* permet de saisir les espèces par groupes de Roggy *et al.* (1999a).
- Le formulaire *02-Groupe-ssf1-Publi* est un sous-formulaire de travail.
- Le formulaire *02-Groupe-ssf2-Publi* est un sous-formulaire de travail.
- Le formulaire *02-SitesEtude-Publi* permet de saisir les sites d'étude de l'azote.

IV Requêtes et états

- La requête *02StatutAzote* donne la liste des espèces classées selon leur statut vis-à-vis de l'azote.
- La requête *02EspecePubli* liste les espèces étudiées du point de vue de l'azote par site d'étude, avec toutes les caractéristiques connues.

- La requête *02EspecesFixatricesN* donne la liste des espèces susceptibles de fixer l'azote.
- La requête *02NombrePubli* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *02-EspecePubli* présente les données relatives à l'azote.
- L'état *02-NombrePubli* compte les espèces étudiées par site d'étude.

b Données non publiées

Sur 7 autres sites, des mesures de $\delta^{15}\text{N}$ et de pourcentage d'azote foliaire ont également été mesurées. Ces données ne sont pas encore publiées.

Le tableau Excel *tableauxexcel-base/ta02DonnéesBrute15N-Toutes* donne par arbre les valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ mesurées ainsi que les moyennes par espèce.

En ce qui concerne la structure de la base, les mêmes tables et formulaires ont été mis en place : leurs noms sont simplement suivis de *Tous* et non *Publi*.

Trois requêtes ont été exécutées :

- La requête *02EspeceTous* liste des espèces étudiées pour l'azote avec toutes la caractéristiques correspondantes.
- La requête *02Valeur15N* liste des espèces avec les valeurs de ^{15}N et de %N mesurées.
- La requête *02NombreTous* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.

Un état a été réalisé :

- L'état *02-NombreTous* compte les espèces étudiées par site d'étude.

Essai de regroupement par Collinet (1997) de 35 espèces structurantes à Paracou par des analyses de structures spatiales (verticales et horizontales : spécifiques et liées au sol).

Le fichier Excel *tableauxexcel-base/ta03hauteurliberation* donne pour chaque espèce les hauteurs de libération, les indices de Dawkins ainsi que les valeurs brutes par arbre de diamètre à hauteur de poitrine (dbh) et de hauteur.

I Résumé

Afin d'offrir une vue plus synthétique de la structuration spatiale d'une forêt primaire de Guyane, des essais de regroupements ont été réalisés à partir de 35 espèces « structurantes », qui représentent la moitié du peuplement (effectif et surface terrière). Ces espèces ont été successivement regroupées selon 4 critères d'analyse ayant trait à leur répartition verticale et horizontale :

- 8 groupes de hauteur.
- 4 groupes d'espèces de comportement édaphique différent.
- 4 grands types de structure spatiale horizontale spécifique.
- 7 modes de dissémination des semences.

Le croisement des 4 typologies montre qu'aucun groupe d'espèces ne peut être constitué sur la base conjointe de ces différents critères structuraux. Ce résultat corrobore la théorie de la niche écologique.

Dans la base de données, le choix a été fait d'intégrer seulement les trois premiers types de regroupement, les modes de dissémination étant intégrés dans le module *14-Données sur les graines et les fruits*. D'autre part, la préférence d'une espèce pour un type de sol est définie par la densité comparée de l'espèce sur différents milieux.

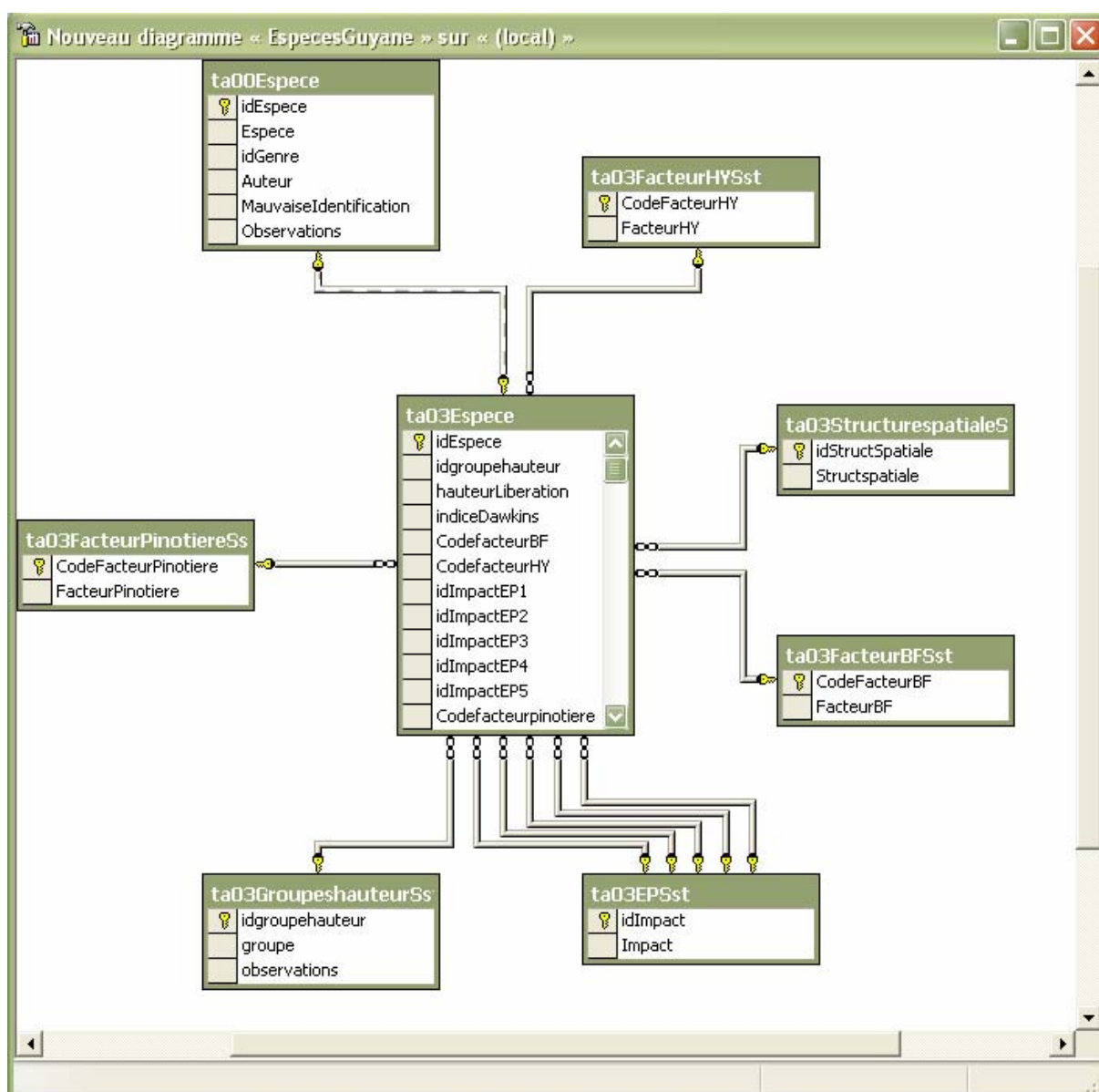


Figure 13 : Structure du module 03-Groupes de Collinet

La table *ta03Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module *03-Groupes de Collinet*. Elle donne pour chaque espèce :

- Groupe de hauteur, définis par la table *ta03GroupeshauteurSst* :
 - A : < 25m, espèces de sous-bois.
 - B : < 35m, espèces très moyennes.
 - C1 : < 40m, espèces libérées tardivement.
 - C2 : < 40m, espèces libérées de façon moyenne.
 - C3 : < 40m, espèces libérées précocement.

- D1 : espèces de grande taille, libérées tardivement.
- D2 : espèces de grande taille, libérées précocement.
- E : espèces émergentes, libérées très tardivement.
- La hauteur de libération.
- L'indice de Dawkins pour 16 des espèces (moyenne des individus).
- La préférence des arbres pour les bas-fonds, l'hydromorphie ou la pinotière, définie par 6 critères dans les tables *ta03FacteurBFSst*, *ta03FacteurHYSst*, *ta03FacteurPinotièreSst* :
 - (0) : impact non déterminé.
 - (1) : impact négatif des BF/HY/pinotière sur l'abondance.
 - (2) : impact négatif des BF/HY/pinotière sur l'abondance non systématique ou différent selon le lieu d'étude.
 - (3) : sans impact sur l'abondance.
 - (4) : impact positif des BF/HY/pinotière sur l'abondance non systématique ou différent selon le lieu d'étude.
 - (5) : impact positif des BF/HY/pinotière sur l'abondance.
- La préférence des espèces selon la profondeur de sol utile, définie en 4 catégories EP2 (>100cm), EP3 (entre 80 et 100cm), EP4 (entre 60 et 80cm), EP5 (<60cm). Pour chaque EP, la table *ta03EPSst* définit 4 catégories :
 - (0) : impact non déterminé.
 - (1) : pas d'impact de la profondeur de sol sur l'abondance.
 - (2) : impact positif de cette profondeur de sol sur l'abondance mais non systématique ou différent selon le lieu d'étude.
 - (3) : impact positif de cette profondeur de sol sur l'abondance.
- La structure spatiale spécifique définie selon 5 critères par la table *ta03StructurespatialeSst* :
 - (0) : structure spatiale spécifique de l'espèce non déterminée.
 - (1) : agrégats répartis au hasard (éventuellement bouquets).
 - (2) : aléatoire (éventuellement bouquets).
 - (3) : agrégats et plaques.
 - (4) : plaques (éventuellement bouquets).
 - (5) : régularité.
- Des observations sur les espèces : par exemple, quand le nom d'espèce utilisé dans la thèse de Collinet (1997) a été modifié depuis.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *03-Groupe* permet de saisir les espèces étudiées par Collinet (1997) et leurs caractéristiques.

IV Requêtes et états

- La requête *03Espece* liste les espèces étudiées par Collinet (1997) avec leurs caractéristiques.
- La requête *03Groupesdehauteur* liste les espèces en fonction de leur groupe de hauteur.
- La requête *03GroupesStructuresSpatiales* liste les espèces en fonction de leur structure spatiale spécifique.
- La requête *03EspècespreferantlesBF* liste les espèces dont la densité est supérieure dans les bas-fonds.
- La requête *03Profondeurdesol* donne l'impact des profondeurs de sol sur les espèces.
- La requête *03Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- La requête *03Sols récapitule* les données de Collinet (1997) relatives au sol (profondeur et BF).
- L'état *03-Espece* présente les données de Collinet (1997) en classant les espèces par groupe de hauteur.

V Données perdues

Les données de hauteur par individu des espèces *Bocoa prouacensis* et *Carapa procera* n'ont pas pu être retrouvées.

a **Données publiées :**

La composition isotopique en $\delta^{13}\text{C}$ est un indicateur de l'efficacité d'utilisation de l'eau. L'étude de Bonal *et al.* (2000) mesurait à la fois $\delta^{13}\text{C}$ (‰) et la concentration en azote des feuilles (%). Elle était menée sur 3 sites : Paracou, Saint-Élie SLD et Saint-Élie DVD.

Le tableau Excel associé *tableauxexcel-base/ta04donnéesbrutes-et-moyennes-Publi* donne par arbre les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ mesurées ainsi que les moyennes par espèce.

I Résumé

La composition isotopique du carbone des feuilles ($\delta^{13}\text{C}$) est un indicateur de l'efficacité d'utilisation de l'eau intrinsèque, définie comme le rapport vitesse d'assimilation de CO_2 /conductance stomatique pour l'eau. La variabilité interspécifique du $\delta^{13}\text{C}$ des arbres de la canopée a été étudiée dans trois parcelles de forêt primaire de Guyane française, dont les conditions climatiques sont similaires mais qui diffèrent par des caractéristiques de composition floristique et de drainage du sol. Les mesures ont porté sur 406 arbres au total, représentant 102 espèces (80 espèces étant communes aux trois parcelles). Une variabilité interspécifique de $\delta^{13}\text{C}$ d'une amplitude de 6‰ a été mise en évidence à l'intérieur d'un site. La comparaison des valeurs moyennes de $\delta^{13}\text{C}$ d'une espèce donnée pour des sites qui diffèrent montre l'existence d'une faible variabilité de $\delta^{13}\text{C}$, ce qui suggérerait l'existence d'un contrôle génétique des espèces pour le $\delta^{13}\text{C}$. Des différences marquées des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ ont été trouvées par rapport : (1) à la phénologie (taux de $\delta^{13}\text{C}$ respectivement de -29.7‰ et -31.0‰ parmi les espèces caducifoliées et sempervirentes) et (2) à différents types de tolérance à l'ombre définis par les caractéristiques reflétant la dynamique de croissance en rapport avec les conditions lumineuses. Les espèces héliophiles ont des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ plus négatives ($\delta^{13}\text{C} = -30.5‰$) que les espèces hémi-tolérantes (-29.3‰). Les espèces tolérantes, quant à elles, présentent des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ encore plus négatives (-31.4‰) que les espèces héliophiles. L'interprétation écophysologique de ces résultats reste peu élucidée. Les relations linéaires négatives observées entre $\delta^{13}\text{C}$ et le potentiel hydrique foliaire en milieu de journée (Ψ_{wm}) suggèrent l'existence d'une relation négative entre $\delta^{13}\text{C}$ et la conductance hydraulique spécifique foliaire.

La discrimination isotopique du carbone à l'échelle du couvert (23.1‰) est similaire dans les trois parcelles, malgré les différences de composition floristique et de drainage du sol de ces parcelles, reflétant la proportion relative similaire des trois types de tolérance à l'ombre au sein des sites.

Les données intégrées à la base correspondent donc aux valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et de concentration en azote des feuilles mesurées sur 3 parcelles d'étude.

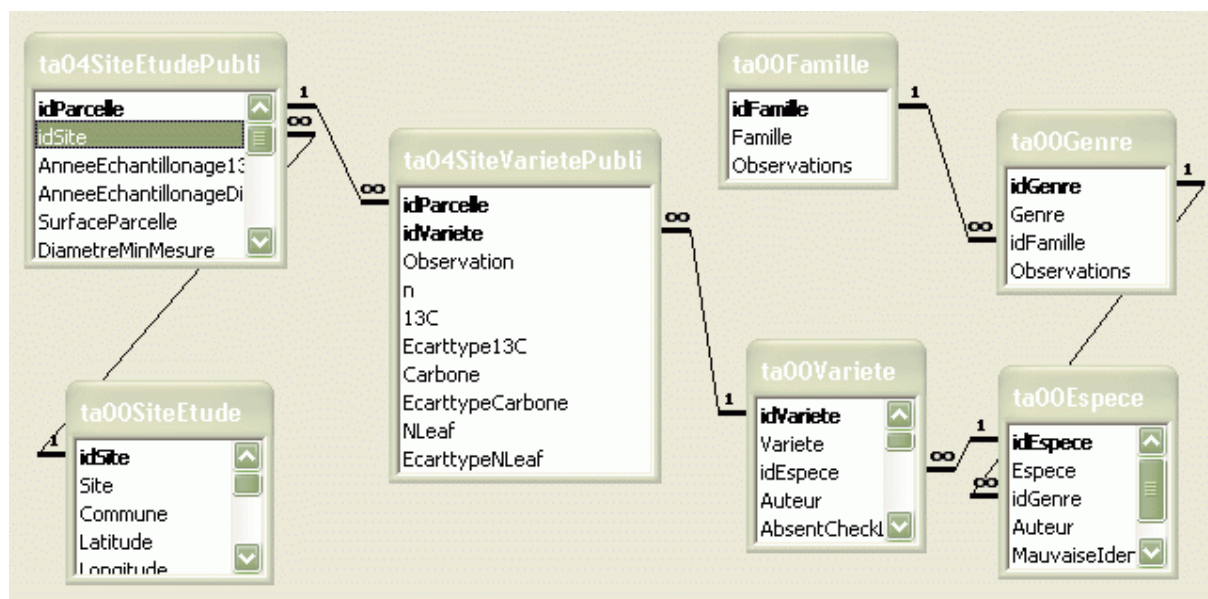


Figure 14 : Structure du module 04-Carbone (publié)

La table *ta04SiteEtudePubli* donne les caractéristiques des parcelles sur lesquelles ces mesures ont été réalisées. Pour chaque parcelle, les données suivantes ont été précisées :

- le site d'étude, défini par la table *ta00SiteEtude*.
- l'année d'échantillonnage du $\delta^{13}\text{C}$.
- l'année d'échantillonnage du diamètre des arbres.
- la surface de la parcelle.
- le diamètre minimal des arbres inventoriés.
- le nom de la parcelle.
- la pluviométrie (en mm par an).
- le type de drainage du sol.
- le substrat géologique.
- l'existence ou non d'une perturbation anthropique sur la parcelle.
- la composition floristique de la parcelle, définie par les 4 familles majoritairement représentées.

Pour ne pas perdre d'information par rapport à l'auteur, le module *04-Carbone* est fondé sur la table *ta00Variete*, échelle d'étude de l'auteur. La table *ta04SiteVarietePubli* est le pendant de la table *ta00Variete* pour le module *04-Carbone*. Elle donne pour chaque variété, pour chaque site :

- Le nombre d'individus sur lesquels les mesures ont été effectuées.
- $\delta^{13}\text{C}$ (‰).

- Écart type de $\delta^{13}\text{C}$.
- Concentration en azote des feuilles (%) à Paracou, Saint-Élie SLD et Saint-Élie DVD (quand les mesures ont été réalisées).
- Écart type de la concentration en azote des feuilles (quand les mesures ont été réalisées).
- Quantité de carbone (quand les mesures ont été réalisées) en %.
- Écart type de la quantité de carbone (quand les mesures ont été réalisées).

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *04-Publi-Parcelles* permet de saisir les données relatives aux parcelles d'étude.
- Le formulaire *04-Publi-Variete* permet de saisir les espèces et les mesures réalisées des espèces publiées pour Paracou, Saint-Élie SLD et Saint-Élie DVD.
- Le formulaire *04-Publi-ssf* liste les variétés par parcelle.

IV Requêtes et états

- La requête *04VarietePubli* donne pour chaque site les taxons correspondant et les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$.
- La requête *04NombrePubli* calcule le nombre de variétés étudiées par ce groupe de tables.
- Les requêtes *04-j* (j prenant les valeurs 4, 7 ou 10) donne les caractéristiques des espèces pour la parcelle numéro j (chaque requête correspond à une parcelle).
- La requête *04EspecePubli* calcule la moyenne du $\delta^{13}\text{C}$ par espèce, sans l'écart type. Il y a effectivement une perte d'information, mais cela permet de comparer ce module avec les autres groupes de tables.
- L'état *04-NombrePubli* calcule le nombre de variétés étudiées par site d'étude.

b Données non publiées (Bonal, communication personnelle) :

Les mêmes mesures ont été réalisées sur 10 autres parcelles. Ces données ne sont pas accessibles à tous.

Le tableau Excel associé *ta04donneesbrutes-et-moyennes-Tous* donne par arbre les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ mesurées ainsi que les moyennes par espèce.

I Structure :

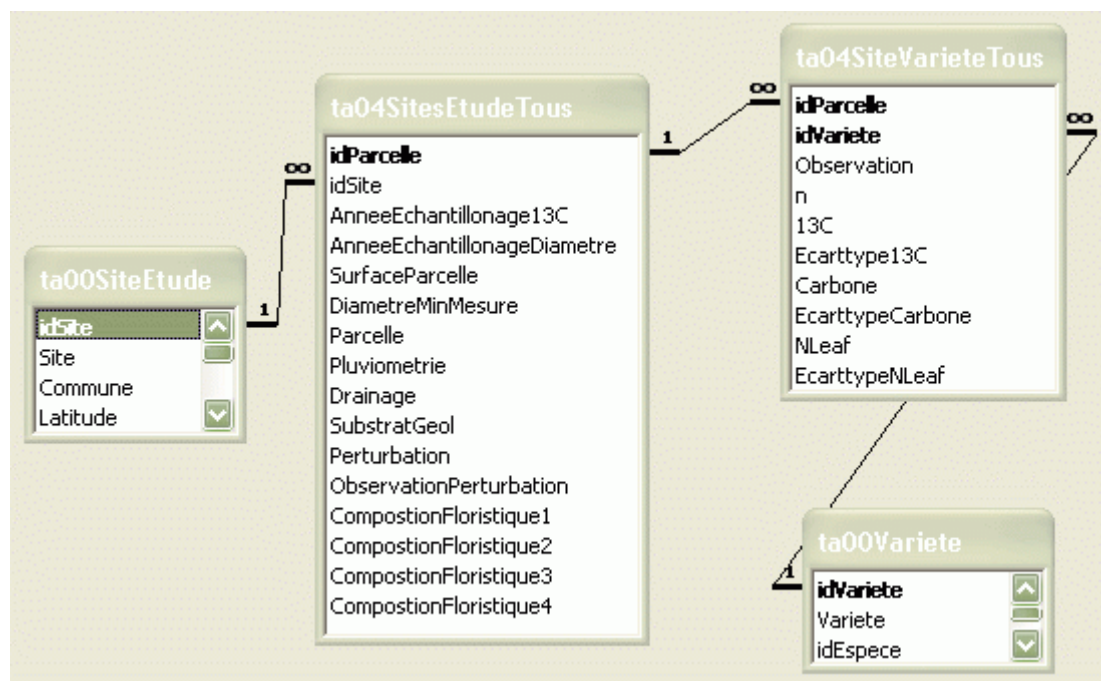


Figure 15 : Structure du module 04-Carbone (tous)

La table *04SiteEtudeTous* donne les caractéristiques des parcelles sur lesquelles ces mesures ont été réalisées. Sa structure est la même que la table *ta04SiteEtudePubli*.

La table *ta04SiteVarieteTous* est le pendant de la table *ta00Variete* pour le module 04-Carbone. Elle donne pour chaque variété, par parcelle :

- Le nombre d'individus sur lesquels les mesures ont été effectuées.
- $\delta^{13}\text{C}$ (‰).
- Écart type de $\delta^{13}\text{C}$.
- Concentration en azote des feuilles (%) (quand les mesures ont été réalisées).
- Écart type de la concentration en azote des feuilles (quand les mesures ont été réalisées).
- Quantité de carbone (quand les mesures ont été réalisées) en %.
- Écart type de la quantité de carbone (quand les mesures ont été réalisées).

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

II Formulaires

- Le formulaire *04-Tous-Parcelles* permet de saisir les données relatives aux parcelles d'étude.
- Le formulaire *04-Tous-Varietes* permet de saisir les espèces dont les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ ont été mesurées.
- Le formulaire *04-Tous-ssf* liste les variétés par parcelle.

III Requêtes et états

- La requête *04VarieteTous* donne pour chaque site les taxons étudiés et les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ mesurées.
- La requête *04NombreTous* calcule le nombre de variétés étudiées par ce groupe de tables.
- Les requêtes *04-j* (j allant de 1 à 13) donne les caractéristiques des espèces pour la parcelle numéro j (chaque requête correspond à une parcelle).
- La requête *04-13CEspeceTous* compare les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ entre les différents sites d'étude.
- La requête *04-Parcelles-7-8* compare les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ entre les parcelles 7 (Piste de Saint-Élie P) et 8 (Counami DVL).
- La requête *04EspeceTous* calcule la moyenne du $\delta^{13}\text{C}$ par espèce, sans l'écart type. Il y a effectivement une perte d'information, mais cela permet de comparer ce module avec les autres groupes de tables.
- L'état *04-NombreTous* donne le nombre de variétés étudiées par site d'étude.

Une étude a été menée par Baraloto (2001) sur les graines et plantules de nombreuses espèces de Guyane française. Ce groupe de tables concerne les données sur les plantules.

I Résumé

Mots clés : régénération d'une forêt tropicale humide, répartition en niche écologique, hétérogénéité des micro-habitats, taille des graines, Guyane française.

Differences in distribution among plant species across environmental gradients are often assumed to be due to tradeoffs in organismal traits, individual performance, or both. In this thesis, I investigated how tradeoffs among neotropical tree species might lead to differences in their distribution in contrasting environments, linking the three levels at which tradeoffs might occur: organismal traits, individual performance and population structure. I first conducted a survey of traits for seeds and seedlings of 202 tree species at Paracou, French Guiana, and found that taxa with larger seeds generally had seedlings with hypogeal cotyledons and taproots. While larger-seeded taxa were associated with larger seedlings, they also had lower maximum relative growth rates and lower specific leaf area. I then studied differences among a total of 31 species differing in seed size and seedling morphology, examining performance response to multiple environmental variables at fine spatial scales. At the seed-seedling stage, no tradeoffs occurred for survival or growth across a wide range of conditions; larger seeds performed better in all environments. In contrast, species-environment interactions for the relative growth rates of older seedlings resulted in a shift in the performance hierarchy between soil types and light environments. However, this tradeoff did not reflect the tradeoffs in traits observed among seedlings. Established seedlings more than one year in age did not exhibit tradeoffs in growth. Moreover, traits related to initial performance, such as seed size, were not associated with growth rates over a two-year period. The lack of tradeoffs I found for individual performance was consistent with the few differences in distribution of juveniles that I observed in a 1.5 hectare permanent plot census. For all 15 species studied, juveniles coexisted across environmental gradients without partitioning microhabitats. These results suggest that competitive hierarchies during regeneration are not strong forces influencing seedling community structure in neotropical forests. The early structuring of these communities may be largely determined by life history tradeoffs related to seed size, independent of environment. In contrast, subsequent growth of juveniles appear to be uncoupled from initial survival because species-environment interactions occur that are governed by morphological tradeoffs unrelated to seed size.

II Structure

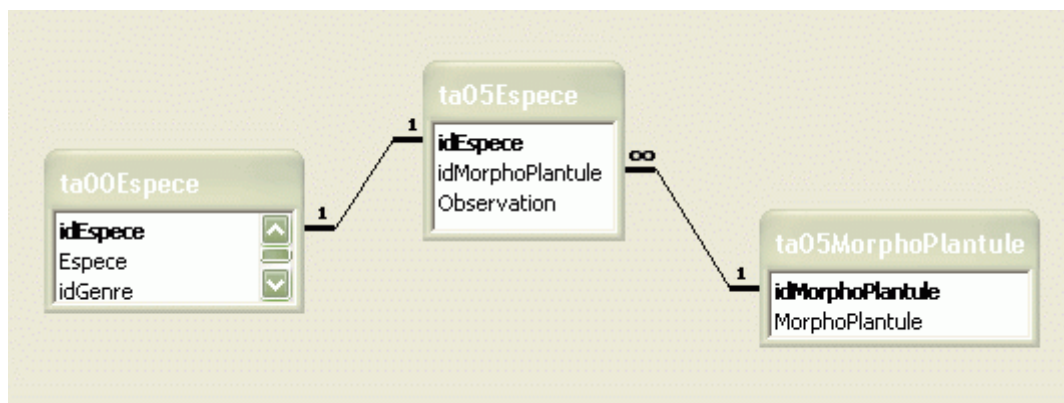


Figure 16 : Structure du module 05-Plantules

La table *ta05Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le groupe de table *05-Plantule*. Elle donne pour chaque espèce étudiée le type de morphologie des plantules. Cette morphologie est définie par la table *ta05MorphoPlantule*, selon les critères suivants :

- (1) : Plantule épigée foliacée.
- (2) : Plantule épigée à fonction de réserve.
- (3) : Plantule hypogée.
- (4) : Morphologie non déterminée.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *05-Groupe* permet de saisir les données relatives à la morphologie des plantules.

IV Requêtes et états

- La requête *05Espece* donne par espèce la morphologie des plantules.
- La requête *05Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *05-Espece* présente les données relatives aux plantules en les classant par type de morphologie.

Le modèle architectural de près de 400 espèces a été mis en évidence par plusieurs auteurs (Hallé et Oldeman (1970), par exemple). Les photos présentant les différents modèles architecturaux sont disponible dans le dossier *photos-base/06-ModelesArchi* associé à la base.

I Résumé

1 Heuret (2002)

Concepts d'architecture végétale

L'architecture d'une plante repose sur la nature et l'agencement relatif de chacune de ses parties ; elle correspond à l'expression d'un équilibre entre des processus endogènes de croissance et des contraintes extérieures exercées par le milieu (Barthelemy, 1988). L'« *analyse architecturale* » repose sur l'étude de groupes d'individus d'âges différents situés dans des environnements variés. A partir de ces observations, l'analyse des caractères invariants permet de déduire la séquence de développement endogène de l'espèce et de comprendre de quelle manière cette séquence peut être modulée par l'influence du milieu. Depuis les premiers travaux initiés par Hallé et Oldeman (1970) de nombreux concepts ont été développés, traduisant des événements fondamentaux intervenant au cours du développement des plantes. Ces notions se retrouvant dans la littérature (Edelin, 1984, Barthelemy, 1988 ; Nicolini, 1997; Sabatier, 1999; Grosfeld, 2001).

Le modèle architectural

En s'appuyant sur l'analyse architecturale, le concept de « *modèle architectural* » (Hallé et Oldeman, 1970; Hallé *et al.*, 1978) a, dans un premier temps, été établi à partir de l'observation de plantes de la forêt tropicale, puis a ensuite été étendu aux espèces d'autres régions bioclimatiques. Il correspond à la stratégie de croissance, de ramification et de floraison inhérente à l'espèce et représente l'expression de son programme de développement endogène.

La typologie des modèles architecturaux repose sur l'observation de quatre groupes principaux de caractères morphologiques : la croissance (rythmique ou continue), la ramification (absente ou présente, monopodiale ou sympodiale, rythmique, continue ou diffuse), la direction de croissance des axes (axes orthotropes, plagiotropes ou mixtes) et la position de la sexualité (terminale ou latérale). Chaque modèle correspond à une combinaison particulière de ces caractères architecturaux : jusqu'à maintenant, 23 modèles ont été décrits pour l'ensemble du règne végétal (Hallé *et al.*, 1978)

Le choix a ainsi été réalisé d'intégrer à la base pour les espèces leur modèle architectural issu de plusieurs ouvrages. La suite logique concernerait les unités architecturales qui n'ont pu être intégrées, car cela nécessiterait un travail bibliographique préalable. Il en est question au chapitre « Autres données à venir » (Unités architecturales).

En ce qui concerne les modèles, nous avons utilisé les ouvrages suivants :

2 Hallé et Oldeman (1970)

L'étude de la forme des arbres est trop souvent négligée pour la détermination classique des espèces qui est fondée préférentiellement sur les caractères de la reproduction sexuelle ou les caractères morphologiques non structuraux. Cet ouvrage est, au contraire, une tentative de description et d'interprétation morphogénétique, de quelques modèles architecturaux observés chez des arbres des tropiques. Il fournit pour chaque modèle une définition et un certain nombre de taxons correspondant au modèle étudié.

3 Hallé et al. (1978)

Chaque espèce d'arbre pousse selon une séquence bien définie de différenciations morphogénétiques, la manifestation visible de cette séquence étant par définition un modèle architectural. Le nombre de modèles est réduit par rapport à celui des espèces : d'après les connaissances actuelles, il en existe 23, presque tous tropicaux. Le modèle initial débute avec la germination et se manifeste ensuite par la formation successive et ordonnée d'organes. Plus tard, des méristèmes inactifs au sein du modèle initial peuvent être activés. Leur développement, conforme au modèle initial, fait que ce modèle se réalise plusieurs fois chez un même arbre, phénomène qui est appelé la réitération du modèle.

II Structure

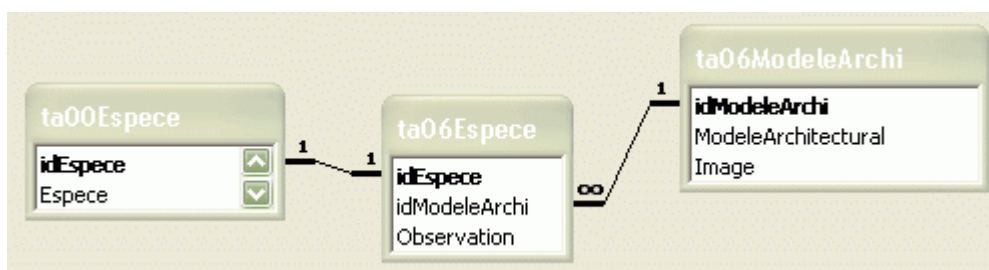


Figure 17 : Structure du module 06-Architecture

La table *ta06Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module *06-Architecture*. Elle donne pour les espèces étudiées :

- Le modèle architectural associé défini par la table *ta06ModeleArchi*.
- Une observation, quand, par exemple, le nom d'espèce utilisé par l'auteur a été modifié depuis.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *06-Groupe* permet de saisir les modèles architecturaux des espèces.

IV Requêtes et états

- La requête *06ModelesArchi* donne pour chaque modèle architectural la liste des espèces qui présentent ce modèle.
- La requête *06Espece* donne par espèce le modèle de celle-ci.
- La requête *06ArchiFamille* compte le nombre d'espèces par famille présentant tel ou tel modèle architectural.
- La requête *06Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *06-ArchiFamille* compte le nombre d'espèces par famille qui présentent tel ou tel modèle architectural.

- L'état *06-ModelesArchi* donne le modèle architectural des espèces pour lesquelles il a été étudié.

I Résumé

Le centre technique forestier tropical a réalisé la synthèse des caractéristiques des bois d'un certain nombre d'essences tropicales. Le tome sur la Guyane (Centre technique forestier tropical, 1989) présente ainsi, pour une cinquantaine d'essences, différentes données concernant les caractères botaniques, la densité du bois, les propriétés physico-chimiques... Il a servi de base à ce groupe de tables.

II Structure

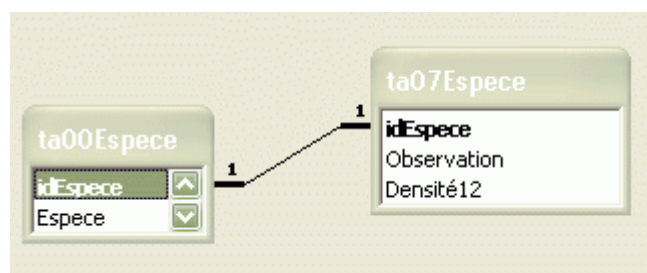


Figure 18 : Structure du module 07-Densité

La table *ta07Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module *07-Densité*. Elle donne pour chaque espèce la valeur de la densité mesurée à 12% d'humidité.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *07-Groupe* permet de saisir les données relatives à la densité des espèces.

IV Requêtes et états

- La requête *07Espece* donne pour chaque espèce étudiée la densité correspondante.
- La requête *07Densite* classe les espèces par densité croissante.
- La requête *07Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *07-Espece* donne la densité des bois.

I Résumé

1 Gérard (1996)

Pour répondre aux besoins de développement des pays des régions chaudes en bois de feu, bois de service ou bois de construction..., mais aussi pour protéger la forêt, il est indispensable de mieux utiliser la diversité des produits forestiers et d'en améliorer sensiblement la valorisation : suivant cet objectif, le CIRAD-Forêt a créé une base de données fiable et interactive sur les propriétés technologiques de référence de ces produits.

La base de données est structurée comme suit :

- Une première table générique reprend l'ensemble des caractéristiques descriptives des grumes : densité du bois vert, taux d'humidité, diamètre, épaisseur....
- Les autres tables de données de la base se rapportent aux domaines suivants :
 - Anatomie des bois.
 - Propriétés physiques et mécaniques.
 - Usinabilité.
 - Durabilité naturelle et imprégnabilité.
 - Composition chimique.
 - Propriétés thermochimiques.

Cette base de données est actuellement disponible pour les chercheurs du CIRAD-Forêt. Dans la base de données espèces, nous avons pu intégrer des données concernant la durabilité naturelle et l'imprégnabilité ainsi que la densité des bois.

2 Gérard (1998)

Cet ouvrage est une synthèse des caractéristiques technologiques des principaux bois commerciaux africains, qui comporte deux parties :

- la première présente les descriptifs technologiques.
- la seconde donne par essence ces descriptifs.

Il présente ainsi les caractéristiques de durabilité et d'imprégnabilité qui ont été intégrées à la base :

Résistance naturelle aux champignons :

La résistance des bois aux champignons est déterminée sur des échantillons de dimensions normalisées mis en présence de souches de champignons dans des conditions ambiantes contrôlées. Ces essais durent plusieurs mois. L'intensité de l'attaque des champignons, et par conséquent la résistance naturelle des bois, est quantifiée par la perte de masse des échantillons à laquelle est appliquée un coefficient correcteur dépendant de l'humidité des bois. La résistance des bois est testée sur 4 souches de champignons. Le protocole expérimental de cet essai est défini dans la norme EN 113. La norme NF EN 350-1 définit des classes de durabilité naturelle du bois vis-à-vis des champignons lignivores, chaque classe correspondant à un niveau de durabilité.

Résistance naturelle aux termites :

Les conditions de détermination de la résistance des bois aux termites sont analogues à celles de la résistance aux champignons. Des échantillons de dimensions normalisées sont mis en présence de termites. L'intensité de l'attaque des termites, et par conséquent la résistance naturelle des bois, est quantifiée à partir de l'appréciation de la profondeur de pénétration des termites dans l'échantillon. Le protocole expérimental de cet essai est donné dans la norme EN 118 ; il conduit à obtenir une échelle d'attaque de 0 à 4.

Imprégnabilité :

L'imprégnabilité d'un bois correspond à son aptitude à être imprégné par un produit de préservation. La norme NF EN 350-2 définit 4 classes d'imprégnabilité.

3 Fournier (2003)

Ce cours du module FTH (ENGREF Kourou) a permis de définir les différentes classes de risque des bois.

II Structure

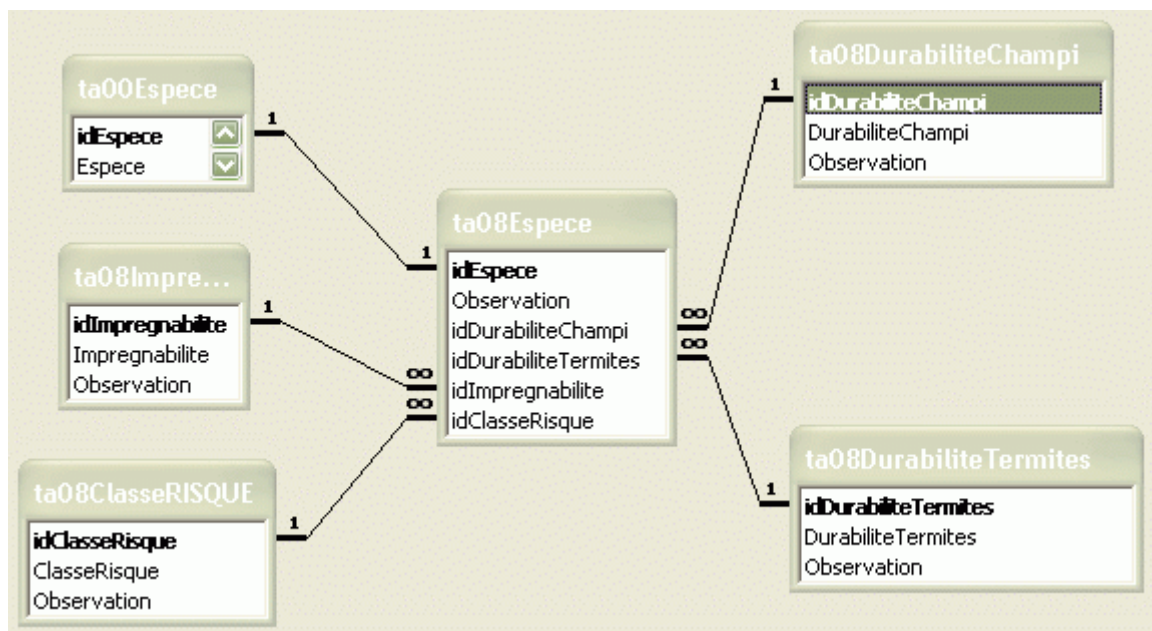


Figure 19 : Structure du module 08-Durabilité

La table *ta08Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module 08-Durabilité. Elle donne pour chaque espèce :

- la durabilité aux champignons, définie par la table *ta08DurabiliteChampi* selon les critères suivants :
 - (0) : non déterminé.
 - (1) : bois très durable.
 - (2) : bois durable.
 - (3) : bois moyennement durable.

- (4) : bois faiblement durable.
- (5) : bois non durable.
- la durabilité aux termites, définie par la table *ta08DurabiliteTermites* selon les critères suivants :
 - (0) : non déterminé.
 - (1) : bois durable (+).
 - (2) : bois durable (-).
 - (3) : bois moyennement durable.
 - (4) : bois sensible (-).
 - (5) : bois sensible (+).
- l'imprégnabilité, définie par la table *ta08Imprégnabilite* selon les critères suivants :
 - (0) : non déterminé.
 - (1) : imprégnable : facile à traiter, le bois scié peut-être pénétré complètement avec un traitement sous pression sans difficulté.
 - (2) : moyennement imprégnable : assez facile à traiter ; habituellement, une pénétration complète n'est pas possible, mais après un traitement sous pression durant deux ou trois heures, une pénétration latérale de plus de 6 mm peut être atteinte dans les résineux ; dans les feuillus, une large proportion de vaisseaux peut être pénétrée.
 - (3) : peu imprégnable : difficile à traiter ; un traitement sous pression durant 3 ou 4 heures ne peut pas donner plus de 3 à 6 mm de pénétration latérale.
 - (4) : non imprégnable : virtuellement impossible à traiter ; peu de produits de préservation absorbé même après 3 ou 4 heures de traitement sous pression ; pénétrations latérales et longitudinales très faibles.
- la classe de risque, définie par la table *ta08ClasseRisque* selon les critères suivants :
 - (1) : hors contact du sol, à l'abri.
 - (2) : hors contact du sol, à l'abri, risque d'humidification possible.
 - (3) : hors contact du sol, non abrité, pas ou peu de stagnation d'eau.
 - (4) : contact sol ou eau douce.
 - (5) : contact eau de mer.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *08-Groupe* permet de saisir les classes de durabilité par espèce.

IV Requêtes et états

- La requête *08Espece* donne pour les espèces étudiées leur classe de risque, imprégnabilité, résistance aux champignons et aux termites.
- La requête *08ClasseRisque* donne par classe de risque, les espèces correspondantes.
- La requête *08DurabiliteChampi* donne par classe de durabilité aux champignons, les espèces correspondantes.
- La requête *08DurabiliteTermite* donne par classe de durabilité aux termites, les espèces correspondantes.
- La requête *08Imprégnabilité* donne par classe d'imprégnabilité, les espèces correspondantes.
- La requête *08Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *08-Espece* présente les données relatives à la durabilité des bois.

Quatorze espèces d'arbres de la forêt tropicale guyanaise ont été étudiées afin de décrire la variabilité des traits fonctionnels relatifs à la photosynthèse par Coste (2002). Les mesures ont été réalisées en serre sur le campus de Kourou.

Le tableau Excel associé *tableauxexcel-base/Données par individu-Coste-Photosynthese* donne les variables étudiées par individu.

I Résumé

Les principaux objectifs de ce travail étaient d'une part de décrire la variabilité des traits fonctionnels relatifs à la photosynthèse chez des espèces de Forêt Tropicale Humide Guyanaise, et d'autre part de déterminer si un ensemble de traits fonctionnels liés à la photosynthèse pouvaient caractériser des groupes d'espèces établis à partir de paramètres écologiques. Des mesures des caractéristiques foliaires ont donc été réalisées sur des semis de quatorze espèces de forêt tropicale humide appartenant aux trois groupes écologiques d'étagage (Favrichon, 1994) : héliophiles, hémi-tolérantes et tolérantes. Les capacités photosynthétiques ont été estimées à partir de l'ajustement de paramètres d'un modèle biochimique de photosynthèse foliaire (Farquhar *et al.*, 1980) sur des courbes de réponses A-C_i, en condition de lumière saturante. Ont ainsi été estimées pour chacune des espèces, la vitesse maximale de carboxylation, V_{cmax}, et le flux maximal d'électrons photosynthétique, J_{max}. Une très forte variabilité interspécifique a été observée au niveau des capacités photosynthétiques comme au niveau de la structure, de la composition en azote foliaire et de la fraction d'azote allouée aux processus de la photosynthèse (carboxylation, P_c et bioénergétique, P_b). Deux stratégies opposées ont été mises en évidence. Les espèces héliophiles, possèdent de fortes capacités photosynthétiques associées à de faibles quantités d'azote foliaire par unités de surface (N_a) et de faibles densités foliaires. Les tolérantes elles, ont de forts N_a et densités foliaires et de faibles N_m, associées à de faibles capacités photosynthétiques. Les performances photosynthétiques des espèces semblent plus liées à P_r et à P_b qu'à la structure et la concentration totale en azote des feuilles. Ce sont les héliophiles qui investissent le plus d'azote dans la Rubisco et la bioénergétique, les tolérantes, elles, semblent investir leur azote foliaire dans d'autres fonctions, comme peut être des fonctions de défense. Ces observations laissent penser que les compromis entre survie et croissance ne sont pas les même pour les deux groupes écologiques. Les hémi-tolérantes qui se distinguent par leurs fortes concentrations en azote foliaire, occupent sur l'ensemble des variables, une position intermédiaire entre les héliophiles et les tolérantes. Ces premiers résultats laissent penser que la caractérisation des groupes écologiques par des variables écophysiologiques est bien envisageable. Cependant, les capacités photosynthétiques foliaires seules, ne peuvent contribuer que partiellement à expliquer la composition spécifique et la structure des peuplements forestiers.

Les valeurs des traits fonctionnels par espèces, qui ont été à la base de l'analyse ont ainsi pu être intégrés à la base. Ils sont détaillés ci-dessous.

II Structure

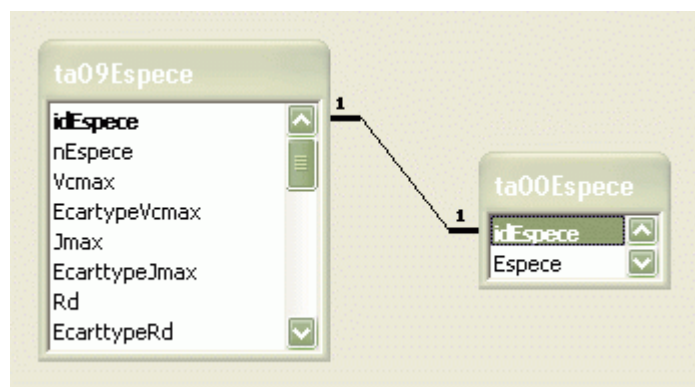


Figure 20 : Structure du module 09-Capacités photosynthétiques

La table *ta09Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module *09-capacités photosynthétiques*. Elle donne pour 14 espèces :

- *nEspece* : le nombre d'individus sur lesquels les mesures ont été effectuées.
- V_{cmax} (et son écart type) en $\mu\text{mol}_{\text{CO}_2} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$: vitesse maximale de carboxylation du RuBP par la Rubisco.
- J_{max} (et son écart type) en $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$: flux maximal d'électrons photosynthétique.
- R_d (et son écart type) en $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$: respiration (production de CO_2 autre que par la photorespiration).
- LMA (et son écart type) $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$: Masse surfacique foliaire.
- Épaisseur (et son écart type) des feuilles en μm .
- Densité (et son écart type) des feuilles en $\text{g} \cdot \mu\text{m}^{-1} \cdot \text{m}^2$.
- SPAD (et son écart type) : unités de mesure donnant un reflet de la concentration en chlorophylle.
- N_{leaf} (et son écart type) en $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$: quantité d'azote foliaire par unité de masse.
- N_a (et son écart type) en $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$: quantité d'azote foliaire par unité de surface.
- Carbone (et son écart type) en $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$: quantité de carbone des feuilles par unité de masse.
- $P_{\text{carboxylation}}$ (et son écart type) : fraction d'azote foliaire investie dans la carboxylation.
- $P_{\text{bioénergie}}$ (et son écart type) : fraction d'azote foliaire investie dans la bioénergie.

III Formulaires

- Le formulaire *09-Groupe* permet de saisir les données relatives à la photosynthèse.

IV Requêtes et états

- La requête *09Espece* donne pour chaque espèce les valeurs des variables étudiées.
- La requête *09Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *09-Espece* présente les données de Coste (2002) relatives à la photosynthèse.

Molino et Sabatier (2001) ont étudié le caractère pionnier d'une centaine d'espèces de forêt tropicale humide.

I Résumé

1 *Molino et Sabatier (2001)*

L'hypothèse de la perturbation intermédiaire selon laquelle on obtient la diversité maximale lors d'une perturbation moyenne, n'a jamais été appliquée aux riches communautés d'arbres de forêts tropicales humides et aux processus de perturbation par les chablis qui modifient l'environnement lumineux. Cette hypothèse a été testée sur un échantillon de 17000 arbres de la forêt guyanaise, 10 ans après qu'un traitement sylvicole a ajouté aux chablis naturels un gradient d'intensité de perturbation. La richesse spécifique, standardisée de façon à éliminer les effets densité, atteint un pic à des niveaux de perturbation intermédiaires, particulièrement quand l'intensité de perturbation est estimée par le pourcentage de tiges des espèces fortement dépendantes de la lumière.

Les suppléments de cet article, disponibles sur le Web⁴, donnent une liste des espèces étudiées en précisant leur caractère pionnier ou non. Quand les espèces sont effectivement pionnières, la présence de leurs graines dans la banque de graine du sol (BGS) est également indiquée. En outre, ce travail étant issu d'une synthèse bibliographique, pour chaque espèce la (es) référence bibliographique (s) est précisée.

2 *de Foresta et Prévost (1986)*

L'étude des relations entre végétation pionnière et graines dormantes du sol dans la région de la piste de Saint-Élie, en Guyane française, montre que :

1. En tous points de forêt primaire existe un stock de graines d'espèces pionnières important (150 à 200 graines/ m²), la proximité d'une végétation pionnière provoquant un enrichissement sensible de ce stock dans une bande relativement étroite.
2. Les arbres pionniers adultes situés dans d'anciens chablis contribuent à l'hétérogénéité du stock en provoquant un enrichissement localisé très important, qui peut être perceptible dans un rayon de plus de 30 m.
3. Le stock évolue rapidement dans les premières années suivant un défrichement en forêt primaire ; il est reconstitué quantitativement dès la deuxième année, et, à neuf ans, il est quatre à cinq fois plus important qu'en forêt primaire, enrichi en espèces pionnières à vie courte et fructification précoce, mais appauvri en espèces pionnières à vie longue et fructification tardive.

Cet article nous a permis de rajouter quelques éléments à ceux de l'article de Molino et Sabatier (2001) : pour une quinzaine d'espèces (dont 3 nouvelles), nous avons pu intégrer des données relatives à leur durée de vie, leur hauteur maximale, ou l'année de leur première fructification.

⁴ <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/294/5547/1702/DC1>

3 Riéra (1990)

Les espèces qui interviennent dans les processus de régénération de la forêt naturelle peuvent être classés en trois groupes : les pionnières au sens strict, les cicatricielles ou nomades et les dryades ou sédentaires. Ces dernières correspondent à des espèces à durée de vie longue, et donnent à la forêt son aspect organisé dans tous les ensembles structuraux, du sol à la voûte.

Les cicatricielles germent à la lumière mais présentent une croissance moins rapide que les pionnières au sens strict, bien qu'elles puissent jouer ce rôle. Ce groupe comprend, pour une part, les pionnières à vie longue, et pour une autre part, des espèces moins héliophiles. Toutes ces espèces sont capables de cicatriser le couvert végétal perturbé d'où leur nom de cicatricielles ; par ailleurs, en se disséminant à la faveur des chablis, elles constituent une classe de plantes largement réparties dans la population forestière.

Nous avons donc choisi d'ajouter ce caractère aux plantes pionnières, quand cela était possible.

II Structure

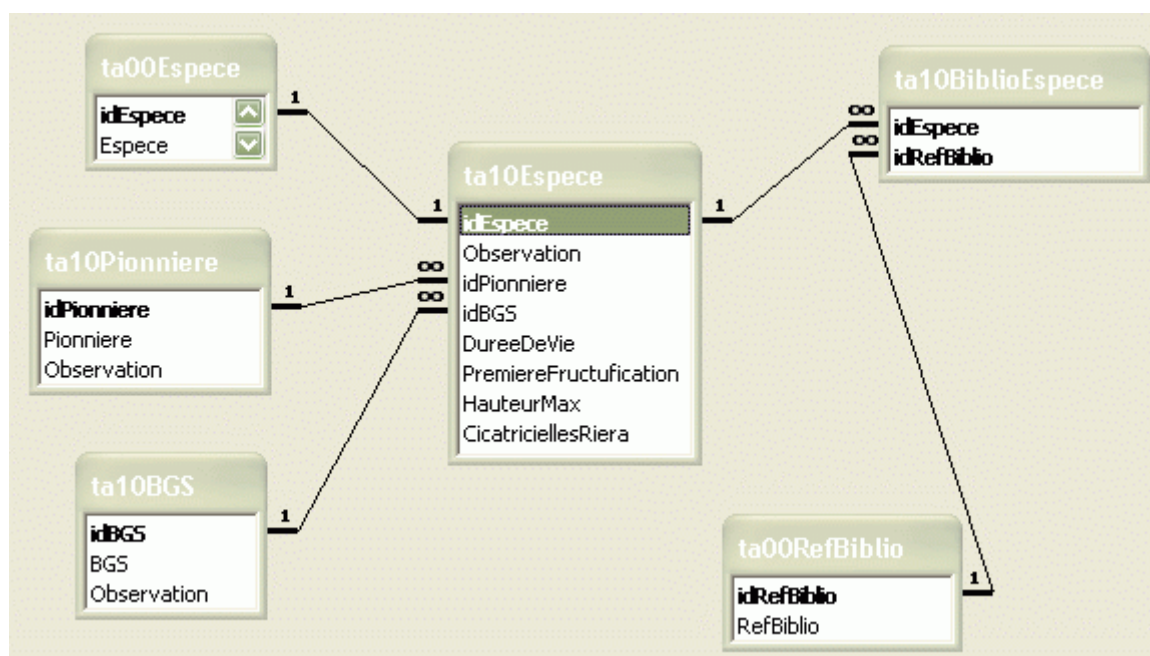


Figure 21 : Structure du module 10-Pionnières et BGS

La table *ta10Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module 10-Pionnières et BGS. Elle donne pour chaque espèce étudiée :

- le caractère pionnier ou non de l'espèce, défini par la table *ta10Pionniere*.
- la présence ou non de ses graines dans la BGS, définie par la table *ta10BGS*.
- la durée de vie, la première fructification et la taille maximale de l'espèce, pour quinze espèces, via l'article de de Foresta et Prévost (1986).
- le caractère cicatriciel, si c'est la cas, défini par Riéra (1990).

La table *ta10BiblioEspece* fait le lien entre l'espèce et la (es) référence (s) bibliographique (s) qui a permis le classement de cette espèce.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *10-Groupe* permet de saisir les espèces étudiées pour ce groupe ainsi que les références bibliographiques correspondantes.

IV Requêtes et états

- La requête *10Espece* donne la liste des espèces étudiées par Molino et Sabatier (2001).
- La requête *10Pionnieres* classe les espèces étudiées selon leur caractère pionnier ou non.
- La requête *10Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *10-Espece* présente les données de Molino et Sabatier (2001).

Dans la forêt tropicale humide de Guyane française, la phénologie de 750 arbres appartenant à 35 espèces a été suivie en continu pendant deux années (Loubry, 1994).

I Résumé

Phénologies végétative et reproductrice ont été observées et analysées par niveau d'organisation depuis le peuplement plurispécifique jusqu'à la métapopulation formée par les complexes réitérés des couronnes de chaque arbre. Cette méthode originale qui souligne l'importance de l'échelle des observations dans l'analyse des phénomènes biologiques, a permis de mettre en évidence les natures endogènes et exogènes des composantes du déterminisme phénologique. Les facteurs endogènes se révèlent particulièrement dans l'asynchronisme des comportements végétatifs des arbres aux différents niveaux d'organisation étudiés tandis que l'action des facteurs exogènes se révèle dans le cas d'une forte synchronisation interindividuelle, particulièrement dans le cas des floraisons saisonnières.

Le déterminisme du comportement phénologique est donc une intégration des facteurs endogènes tels que rythmes individuels de croissance, états d'organisation structurale, physiologies spécifiques, etc., et de facteurs exogènes ayant de faibles amplitudes de variation. En effet, le facteur pluviométrique qui est le plus variable, semble ne pas influencer les phénologies végétatives et reproductives des arbres tandis que les variations photopériodiques (35 minutes à cette latitude) pourraient participer à la régulation de la périodicité des floraisons saisonnières et surtout permettraient d'expliquer l'opposition entre les périodes "estivales" de croissance et les périodes "hivernales" de repos végétatif.

Cette thèse nous a permis de d'intégrer pour certaines espèces des données concernant la phénologie végétative, Loubry (1994) ayant suivi la feuillaison/ défeuillaison d'environ 35 espèces. Cependant, nous avons simplement indiqué si l'espèce était caducifoliée, d'une part, et si, elle avait été étudiée par Loubry (1994), d'autre part. C'est, ensuite, en vous reportant à la thèse en elle-même que vous trouverez des données concernant les calendriers de défeuillaison. Des données sur le désynchronisme de cime ont aussi été prises en compte, quand elles étaient précisées par l'auteur.

Dans cette thèse, l'auteur a également précisé les numéros d'herbier des échantillons à partir desquels les analyses ont été réalisées. Ces numéros ne sont pas intégrés à la base de données mais peuvent être retrouvés par la bibliographie.

II Structure

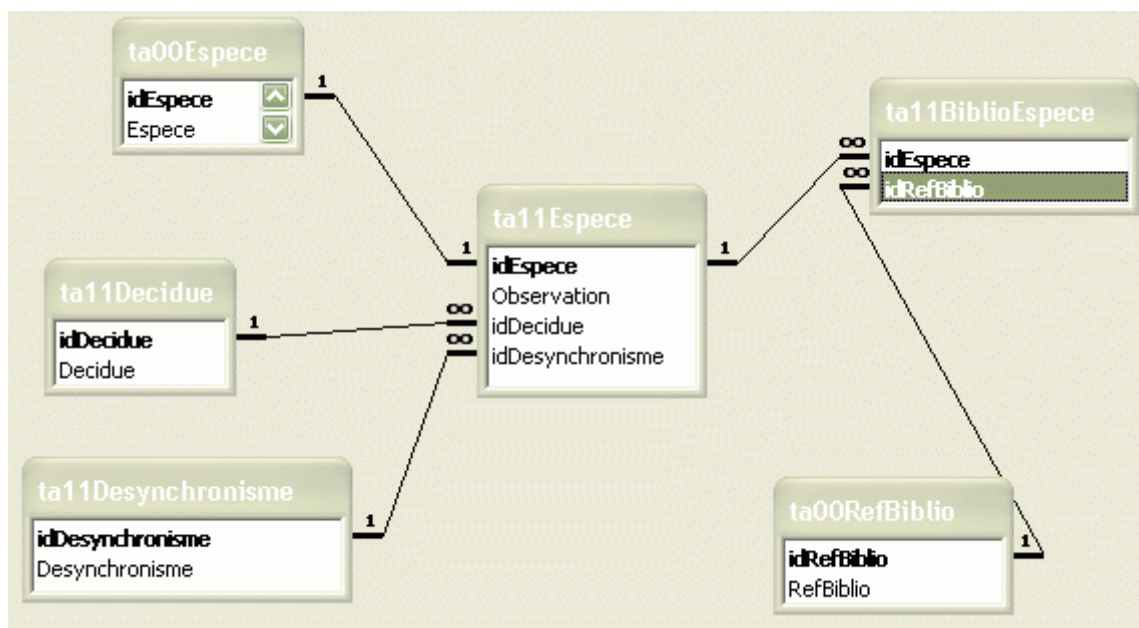


Figure 22 : Structure du module 11-Phénologie végétative

La table *ta11Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module 11-Phénologie végétative. Elle donne par espèce :

- le caractère décidu ou sempervirent, défini dans la table *ta11Decidue*.
- la présence ou l'absence de désynchronisme de cime, définie par la table *ta11Desynchronisme*.
- la bibliographie donnant des calendriers de défeuillaison, selon les espèces, définie par la table *ta11BiblioEspece*.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *11-Groupe* permet de saisir les données relatives à la phénologie végétative par espèce, avec la bibliographie associée.

IV Requêtes et états

- La requête *11EspècesCaducifoliees* liste les espèces caducifoliées de Guyane.
- La requête *11Desynchronisme* liste les espèces présentant un désynchronisme de cime.
- La requête *11Espece* donne pour chaque espèce étudiée par Loubry (1994) :
 - le caractère décidu ou non.
 - la présence ou non d'un désynchronisme de cime.

- la référence bibliographique donnant un calendrier de la défeuillaison.
- La requête *IINombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *II-Espece* classe les espèces selon leur caractère décidu et donne les références bibliographiques présentant des calendriers de défeuillaison.

I Résumé

1 *Loubry (1994)*

Voir le paragraphe 11 sur la phénologie végétative pour le résumé de la thèse.

Nous avons voulu intégrer dans la base de données plusieurs informations extraites de cette thèse :

- La liste des espèces cauliflores (annexes, p. 51) issue à la fois des observations personnelles de Loubry et d'une synthèse bibliographique (Sabatier, 1983 et Roosmalen, 1985).
- Les phénogrammes des espèces étudiées donnant des calendriers de floraison et fructification : dans ce cas, la thèse a été indiquée comme référence bibliographique (annexes, p. 57-162).

2 *Degen (1999)*

La base de données Dendrobase⁵ du projet Dendrogène nous a permis d'apporter des compléments d'information sur la phénologie reproductive. La base de données a ainsi été indiquée comme référence bibliographique pour certaines espèces (diamètre de floraison, périodes de floraison), ou a servi à remplir certains champs comme le système sexuel.

3 *Sabatier et Puig (1982)*

Tout d'abord, l'article propose un modèle de floraison et de fructification pour les arbres d'une forêt humide de Guyane française. Floraison et fructification peuvent être : continues, discontinues, pluriannuelles et régulières ou irrégulières. La floraison est, en général, synchronisée au sein des individus d'une même espèce.

Dans un second temps, l'article analyse et discute les caractères de la saisonnalité, ses relations avec le type biologique et le type de dissémination.

La floraison est à son maximum pendant la saison sèche (août novembre), la fructification au milieu de la saison des pluies (mars avril). En ce qui concerne la production de fruits, aucune différence de saisonnalité n'a été mise en évidence entre les espèces de la canopée et celles du sous-bois. Si l'on considère uniquement les arbres émergents, les espèces anémochores et encore plus les espèces autochores sont plus saisonnières dans leur production de fruit que les espèces zoochores.

Ce mémoire nous a permis de définir les typologies de floraison/ fructification, mais également de connaître cette typologie pour quelques espèces.

4 *Sabatier (1985)*

La phénologie de la floraison et de la fructification d'arbres a été étudiée entre juin 1980 et fin mars 1982 dans une forêt primaire de Guyane française (Piste de Saint-Élie). Toutes les floraisons et les fructifications des arbres de plus de 2 cm de diamètre (à 1,30m) compris dans un layon de 1000 à 1500 mètres de long et de 1 m de large,

⁵ <http://www.cpatu.embrapa.br/dendro/ingles/dendrobaseingles.htm>

ont été notées tous les 15 jours. Toutes les fleurs et tous les fruits ont également été collectés et pesés. Les résultats suivants ont été obtenus :

- La fertilité est toujours faible, moins de 50% des arbres de plus de 45 cm de dbh ont fourni des fruits durant les deux années d'étude. En outre, la fertilité varie d'une année sur l'autre, étant plus forte la seconde année du cycle. De plus, certains arbres qui fleurissaient normalement n'ont pas donné de fruits.
- Plus du tiers des espèces (entre 76 et 80% selon l'année) a fleuri durant la saison sèche et a donné des fruits pendant la saison humide (86 à 88%). Les graines de la plupart des espèces (56%) ont germé en moins d'un mois en condition expérimentale, et 22.2% en plus de 4 mois.
- La saisonnalité de la reproduction est remarquable chez toutes les espèces de dicotylédones, quelque soit leur taille ou leur âge (de 2 à plus de 60 cm dbh). Cela est un peu moins marqué chez d'autres espèces, comme les épiphytes ou les lianes. La saisonnalité de la fructification est particulièrement marquée chez les fruits disséminés par les animaux, bien que certains soient produits tout au long de l'année. La saisonnalité est également marquée parmi les espèces anémochores et autochores.
- Les facteurs biotiques jouent, sans doute, un rôle important dans la détermination des pics de fructification au sein des communautés.

Nous avons pu référencer cet article en ce qui concerne le calendrier des floraisons. En effet, en annexe (p. 313-320), l'auteur propose une liste d'espèces avec les mois de floraison et fructification observés pendant l'étude.

5 Sabatier (1983)

Certains aspects de la production des fruits et notamment ceux liés à la dissémination des diaspores, sont étudiés sur un échantillon d'espèces ligneuses de la forêt dense humide guyanaise :

- Le type de fruit produit : après avoir envisagé la diversité morphologique des fruits récoltés et certains aspects particuliers comme la déhiscence, un nouveau principe est proposé pour la classification des fruits.
- Les modalités de la production à l'échelle spécifique : position des fruits sur la plante, phénologie, quantités produites.
- La répartition saisonnière des productions à l'échelle de la phytocénose, étudiée pour l'ensemble des espèces ligneuses et pour différents ségrégas en fonction des types biologiques, des types de fruits, de dissémination, etc... L'analyse des données bibliographiques permet d'appréhender le déterminisme d'une telle répartition.

Les relations de mutualisme entre plantes et animaux frugivores sont abordées pour quelques exemples de la forêt guyanaise, puis d'une façon plus générale en mentionnant le caractère adaptatif des types de fruits et des modalités de leur production.

Cette thèse nous a permis d'une part de définir la typologie de floraison/ fructification d'un certain nombre d'espèces (dans le texte, p. 89-95), et d'autre part de proposer une référence bibliographique d'un calendrier de floraison/ fructification (tableau 5a, p. 90).

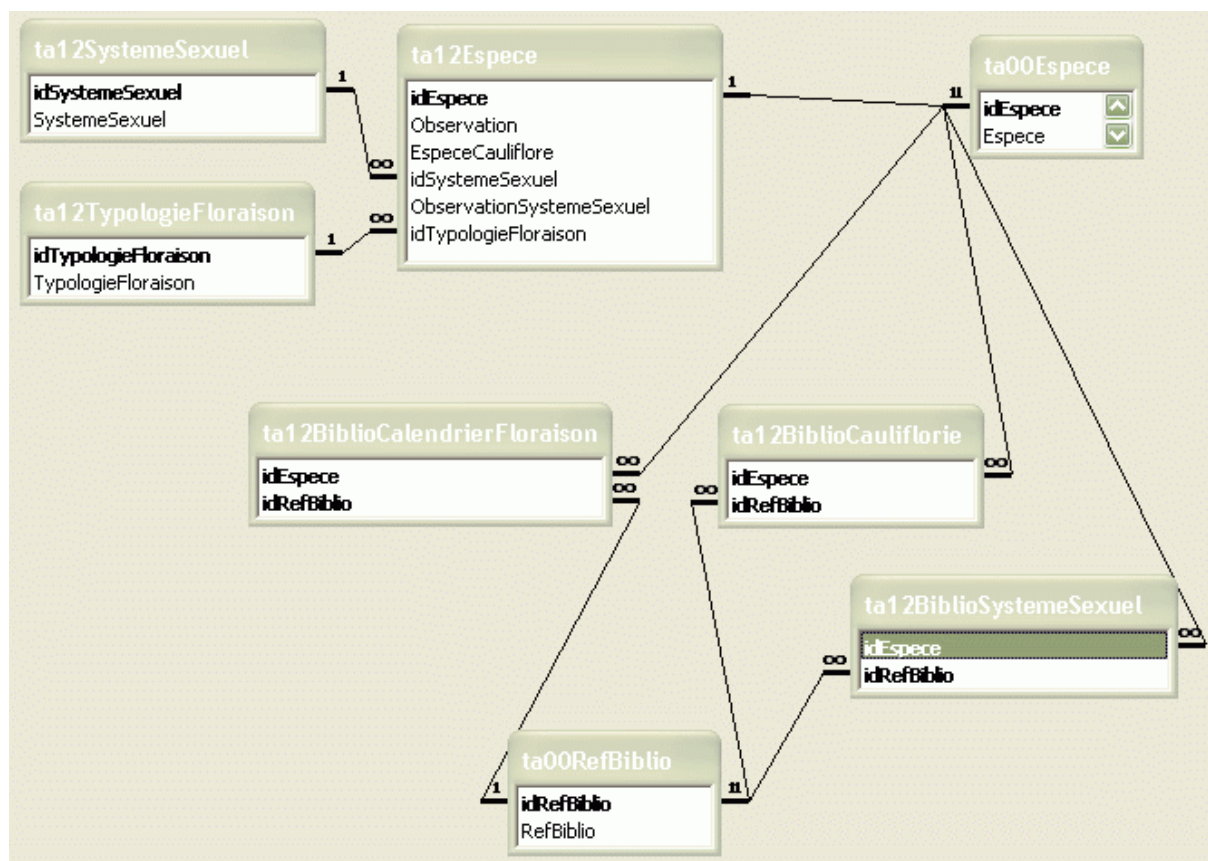


Figure 23 : Structure du module 12-Phénologie reproductive

La table *ta12Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module *12-Phénologie reproductive*. Elle donne par espèce :

- la présence ou non de cauliflorie (case à cocher oui/non), avec la bibliographie associée (*ta12BiblioCauliflorie*).
- le type de système sexuel, défini par la table *ta12SystemeSexuel* (monoïque/ dioïque/ hermaphrodite/ non déterminé), avec la bibliographie associée (*ta12BiblioSystemeSexuel*).
- la typologie de la floraison, selon Sabatier (1983), définie par la table *ta12TypologieFloraison*, avec la bibliographie associée (*ta12BiblioTypologieFloraison*). La table *ta12TypologieFloraison* comprend les données suivantes :
 - Floraison - Fructification continues.
 - Floraison - Fructification discontinues annuelles régulières.
 - Floraison - Fructification semestrielles régulières.
 - Floraison - Fructification biennales régulières.
 - Floraison - Fructification discontinues irrégulières.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *12-Groupe* permet de saisir les données relatives à la phénologie reproductive par espèce, avec la bibliographie associée.

IV Requêtes et états

- La requête *12Espece* liste les espèces pour lesquelles il y a au moins une donnée sur la phénologie reproductive.
- La requête *12SystemeSexuel* liste les espèces dont on connaît le système sexuel, avec la bibliographie associée.
- La requête *12TypologieFloraison* liste les espèces dont on connaît la typologie de la floraison, avec la bibliographie associée.
- La requête *12Cauliflore* liste les espèces cauliflores.
- La requête *12Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *12-Espece* présente les données relatives à la phénologie reproductive.

I Résumé

Toutes les données intégrées dans cette table, concernant la dissémination du pollen sont issues de la base de données **Dendrobase**⁶ du projet Dendrogène (Degen, 1999). Le choix a été fait d'indiquer les disséminateurs avec la référence bibliographique qui a servi de référence à la mise en place de Dendrobase.

II Structure

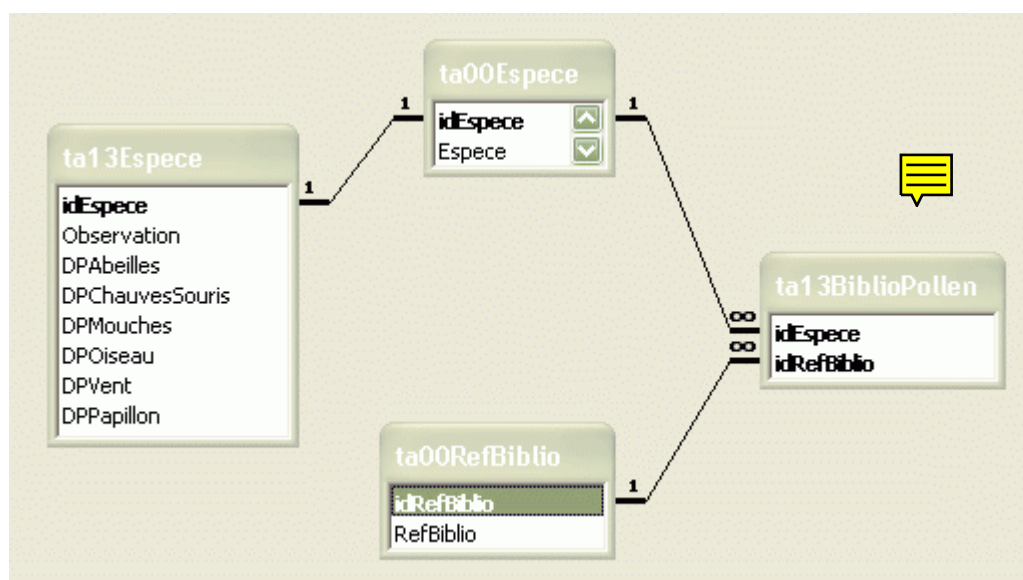


Figure 24 : Structure du module 13- Dispersion du pollen

La table *ta13Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module *13-Dispersion du pollen*. Elle donne par espèce :

- les disséminateurs du pollen.
- la référence bibliographique qui a permis d'identifier ces disséminateurs, définie par la table *ta13BiblioPollen*.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

⁶ <http://www.cpatu.embrapa.br/dendro/ingles/dendrobasingles.htm>

III Formulaires

- Le formulaire *13-Groupe* permet de saisir les données relatives à la dispersion du pollen par espèce.

IV Requêtes et états

- La requête *13Espece* donne, pour les espèces intégrées à la Dendrobase, le disperseur de pollen, ainsi que la référence bibliographique dont sont issues les données.
- La requête *13Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *13-Espece* présente les données liées au groupe de table 13- *Dispersion du pollen*.

I Résumé

1 *Sabatier (1983)*

Voir le paragraphe 12 sur la phénologie reproductive pour le résumé de la thèse.

Cette thèse nous a permis de définir la classe de fruit de 308 espèces (annexe).

2 *Loubry (1994)*

Voir le paragraphe 11 sur la phénologie végétative pour le résumé de la thèse.

Nous avons pu intégrer l'annexe 5 (vol.2, p.53) de cette thèse dans ce module : elle donne la liste des espèces anémochores ainsi que le type de graine anémochore.

3 *Collinet (1997)*

Voir le paragraphe 3 sur les groupes de Collinet pour le résumé de la thèse.

Le tableau 5.2 (p.142) a fourni des renseignements sur la dissémination et le volume des graines de 35 espèces.

4 *Baraloto (2001)*

Voir le paragraphe 5 sur les plantules pour le résumé de la thèse.

L'annexe A (p.272-281) donne un résumé des caractéristiques morphologiques et environnementales de certaines espèces d'arbres. Nous avons ainsi pu intégrer à la base des données le mode de dispersion des graines, leur poids, et leur distance de dispersion.

5 *Forget (1988)*

Une étude à long terme a été entreprise en 1984 sur la régénération naturelle de 8 espèces d'arbres en forêt de Guyane française. Ces espèces ont été choisies en fonction des modes de dissémination des diaspores : parmi les Caesalpiniaceae, *Eperua falcata* (autochorie), *Eperua grandiflora* (barochorie), *Dicorynia guianensis* (anémochorie), *Vouacapoua americana* (synzoochorie par les rongeurs), *Swartzia longicarpa* et *S. remiger* (synzoochorie par les chéiroptères) ; parmi les Myristicaceae, *Virola michelii* et *Virola sp. nov.* (endozoochorie par les mammifères arboricoles et les oiseaux). Pour les quatre premières espèces, la dispersion des graines et leur survie ont été analysées en fonction de la distance au pied porteur. Les structures démographiques en hauteur et la dynamique des populations, les plantules et de stades juvéniles de toutes les espèces ont été étudiées autour des pieds porteurs sur des parcelles de forêt mature (2500 à 8100 m²), et dans des chablis ; elles ont été comparées à la répartition des arbres. Un continuum hypothétique de 8 modes de régénération est proposé, allant des espèces disséminées à faible distance, très tolérantes au sous-bois et montrant une répartition dense, aux espèces disséminées à de grandes distances, moins tolérantes à l'ombre et montrant une large répartition.

Le tableau 51 (p.222) est un résumé des données observées sur les espèces étudiées. Il nous a permis pour 9 espèces de donner des caractéristiques concernant les graines (poids, distance de dissémination, parasitisme...).

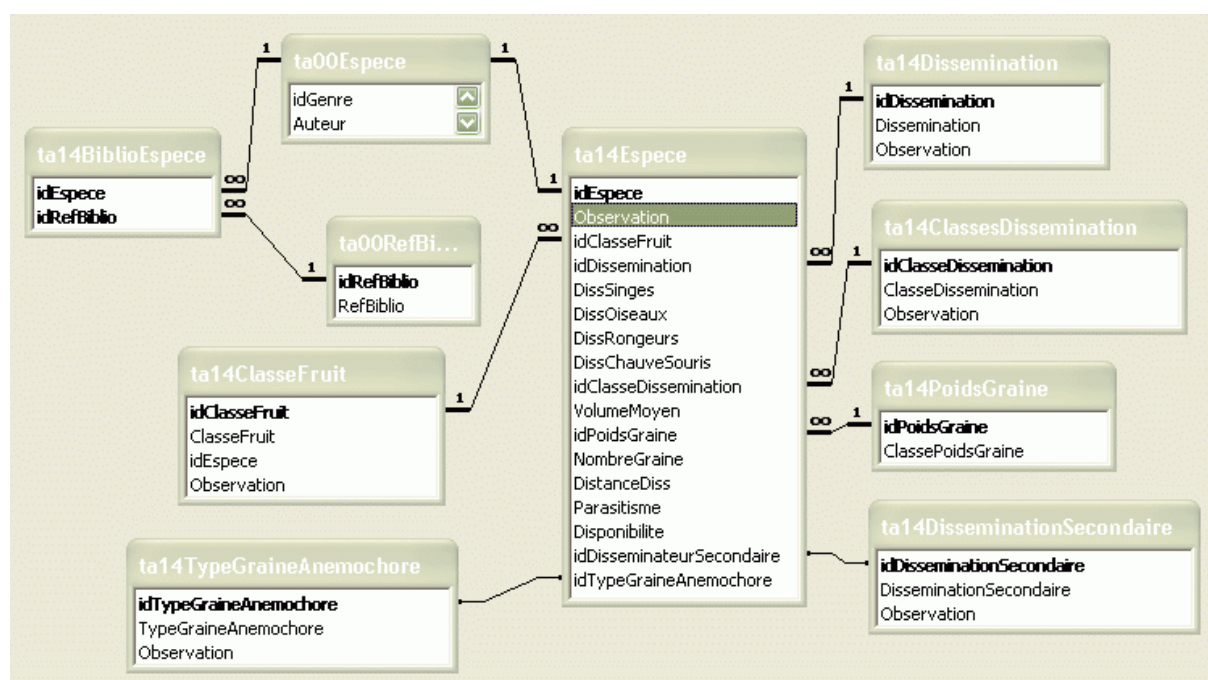


Figure 25 : Structure du module 14-Graines et fruits

La table *ta14Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module *14-Graines et fruits*. Elle donne par espèce :

- la classe de fruit, selon Sabatier (1983), définie par la table *ta14ClasseFruit*.

Id Classe Fruit	Classe Fruit
1	Fruits capsulaires à pulpe apposée aux Ud, à coloration vive extériorisée
2	Fruits capsulaires à pulpe apposée aux Ud, n'extériorisant jamais de coloration vive
3	Fruits capsulaires à pulpe intimement liée aux Ud, à coloration vive extériorisée
4	Fruits capsulaires à pulpe intimement liée aux Ud, n'extériorisant jamais de coloration vive
5	Fruits pulpeux à enveloppe externe plus ou moins indurée, non déhiscente, à coloration vive extériorisée
6	Fruits pulpeux à enveloppe externe plus ou moins indurée, sans coloration vive
7	Fruits pulpeux, monodiasporés, à pulpe non cachée sous une enveloppe plus ou moins indurée, à coloration vive
8	Fruits pulpeux, oligodiasporés, à pulpe non cachée sous une enveloppe plus ou moins indurée, à coloration vive
9	Fruits pulpeux, polydiasporés, à pulpe non cachée sous une enveloppe plus ou moins indurée, à coloration vive
10	Fruits pulpeux, monodiasporés, à pulpe non cachée sous une enveloppe plus ou moins indurée, de couleur terne
11	Fruits pulpeux, oligodiasporés, à pulpe non cachée sous une enveloppe plus ou moins indurée, de couleur terne
12	Fruits pulpeux, polydiasporés, à pulpe non cachée sous une enveloppe plus ou moins indurée, de couleur terne
13	Fruits pulpeux, à pulpe apposée aux Ud, non cachée sous une enveloppe plus ou moins indurée et de coloration vive
14	Fruits pulpeux, à pulpe apposée aux Ud, non cachée sous une enveloppe plus ou moins

	indurée et de couleur terne
15	Fruits non pulpeux, capsulaires, à coloration vive extériorisée
16	Fruits capsulaires à Ud garnies d'un ou plusieurs appendices non pulpeux ni charnus
17	Fruits non pulpeux, capsulaires, de couleur terne, à déhiscence provoquant l'éjection des graines
18	Fruits non pulpeux, capsulaires, de couleur terne, à déhiscence n'entraînant pas l'éjection des graines
19	Fruit à enveloppe externe non déhiscente, garni d'un ou plusieurs appendices aliformes
20	Fruits non déhiscentes, garnis d'appendice grappinants
21	Fruits non pulpeux à enveloppe externe non déhiscente, non garnie d'appendices, monodiasporés
22	Fruits non pulpeux à enveloppe externe non déhiscente, non garnie d'appendices ailés ou grappinants, polydiasporés
23	Non déterminé

Tableau 2 : Données de la table *ta14ClasseFruit*

Dans la table *ta14ClasseFruit*, chaque classe de fruit est reliée à une espèce de la table *ta00Espece*. Cette espèce est assez représentative du type de fruit.

- le type de dissémination de la graine, défini par la table *ta14Dissemination*.

Id Dissémination	Dissémination
1	Endozoochorie
2	Synzoochorie
3	Barochorie
4	Autochorie
5	Anémochorie
6	Non déterminé
7	Synrodontochorie

Tableau 3 : Données de la table *ta14Dissemination*

- le type de dissémination secondaire, défini par la table *ta14DisseminationSecondaire*.

Id Dissémination Secondaire	Dissémination Secondaire
1	Mammifères
2	Eau
3	Gravité

Tableau 4 : Données de la table *ta14DisseminationSecondaire*

- dans le cas d'une dispersion anémochore, le type de graine, défini par la table *ta14TypeGraineAnemochore*.

Id Type Graine Anémochore	Type de Graine Anémochore
1	samare
2	graine ailée
3	kapok
4	gousse aliforme

5	plumet
6	bractée aliforme
7	fruit ailé
8	schizocarpe ailé
9	non déterminé

Tableau 5 : Données de la table *ta14TypeGraineAnemochore*

- dans le cas d'une dispersion zoochore, les animaux disséminateurs.
- la distance de dissémination, définie par la table *ta14ClasseDissemination*.

Id Poids Graine	Classe Poids Graine
1	poids < 0,01 g
2	0,01 < poids < 0,1 g
3	0,1 < poids < 1 g
4	1 < poids < 5 g
5	5 < poids < 10 g
6	poids > 10 g
7	non déterminé

Tableau 6 : Données de la table *ta14ClasseDissemination*

- le volume moyen des graines (en cm³), issu de Collinet (1997).
- le poids des graines défini par classe par la table *ta14PoidsGraine*, issu de Baraloto (2004).

Id Poids Graine	Classe Poids Graine
1	poids < 0,01 g
2	0,01 < poids < 0,1 g
3	0,1 < poids < 1 g
4	1 < poids < 5 g
5	5 < poids < 10 g
6	poids > 10 g

Tableau 7 : Données de la table *ta14PoidsGraine*

- le nombre de graines potentielles par individu.
- la distance de dissémination (en mètres).
- la bibliographie associée à l'espèce, définie par la table *ta14BiblioEspece*.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *14-Groupe* permet de saisir les données relatives aux graines, avec la bibliographie associée.

idEspece: 1716 Vousacpoua americana (Caesalpinaceae)

Observation:

idClasseFruit: 18 Fruits non pulpeux, capsulaires, de couleur terne, à déhiscence n'entraînant pas l'é

idDissemination: 7 Synrodontochorie

DissSinges: ☐

DissOiseaux: ☐

DissRongeurs: ☒

DissChauveSouris: ☐

idTypeGraineAnemochore: ☐

idDisseminateurSecondaire: ☐

idClasseDissemination: 1 moins de 10 mètres

VolumeMoyen: 29,731

idPoidsGraine: 3 0,1 < poids < 1 g

NombreGraine: 1000-5000

DistanceDiss: < 30m

Disponibilite: <2mois

Parasitisme: ☒

Biblio Espece:

Références Bibliographique

Collinet, F. (1997). Essai de regroupements des principales especes structurantes d'une foret den: 486

Enr: 1 sur 4

Recherche par espèce:

Vousacpoua americana (Caesalpinaceae)

Figure 26 : Structure du formulaire 14-Groupe

- Le formulaire *14-ClasseFruits* permet de saisir les différentes classes de fruits selon Sabatier (1983) ainsi que l'espèce type par classe de fruit.

idClasseFruit: 6

ClasseFruit: Fruits pulpeux à enveloppe externe plus ou moins indurée, sans coloration vive

Especes caracteristique: 6934 Duroia aquatica (Rubiaceae)

Observation:

Figure 27 : Structure du formulaire 14-ClasseFruits

IV Requêtes et états

- La requête *14Espece* liste les références bibliographiques liées aux espèces (calendriers de floraison – fructification).
- La requête *14ClassesFruit* liste les espèces pour lesquelles la classe de fruit a été déterminée, avec cette classe.
- La requête *14Dissemination* liste les espèces pour lesquelles la dissémination est connue avec les caractéristiques associées (disséminateur, distance, disséminateur secondaire...).
- La requête *14Graines* liste les espèces pour lesquelles il existe un renseignement sur les graines, avec les caractéristiques associées (volume, poids, nombre de graines...).
- La requête *14Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par ce groupe de tables.

- L'état *14-Dissemination* classe les espèces selon leur type de dissémination et donne les caractéristiques de la dissémination (type de graine dans le cas des graines anémochores, distance de dissémination...).

Lors d'un stage de maîtrise réalisé dans le laboratoire du CIRAD-forêt, la diversité du bois de tension chez quelques arbres de forêt tropicale humide de Guyane française a été étudiée (Ruelle, 2002). Les planches anatomiques (photos en .jpg ou .bmp) sont disponibles dans le dossier associé à la base *photos-base/15-Planches anat.*

I Résumé

L'étude était axée sur l'analyse biomécanique de la diversité des stratégies de réorientation des arbres au niveau cellulaire à travers l'étude des bois de réaction. Le bois de réaction est un bon modèle d'étude des relations entre la structure pariétale et les propriétés du bois car il est présent chez presque toutes les espèces ligneuses et présente des propriétés physiques et des caractéristiques anatomiques fortement contrastées avec celles du bois «normal».

Ce travail a porté sur l'anatomie des bois de réaction de 24 espèces tropicales (un individu par espèce), les critères étudiés concernent essentiellement les fibres et les vaisseaux, composants du plan ligneux les plus modifiés lors de la synthèse de ce type de bois.

D'une part l'étude a confirmé que la présence d'une couche supplémentaire, la couche G, dans les cellules du bois de réaction des feuillus, appelé bois de tension, n'est pas systématique (Fisher et Stevenson, 1981). D'autre part la recherche de nouveaux critères anatomiques pouvant différencier le bois « normal » du bois de tension des espèces tropicales, a révélé que :

- la fréquence des vaisseaux est, de manière générale (23 espèces sur 24), inférieure dans le bois de tension et que, de plus, ses vaisseaux sont moins regroupés.
- le diamètre des lumens des fibres est moins important dans le bois de tension (18 espèces sur 24), notamment dans la direction tangentielle du plan radial tangentiel.
- la paroi des fibres est plus épaisse dans le bois de tension (16 espèces sur 24).

En plus de ces mesures quantitatives, une structure pariétale particulière (de type couche G) dans le bois de tension de six espèces a été mise en évidence.

II Structure

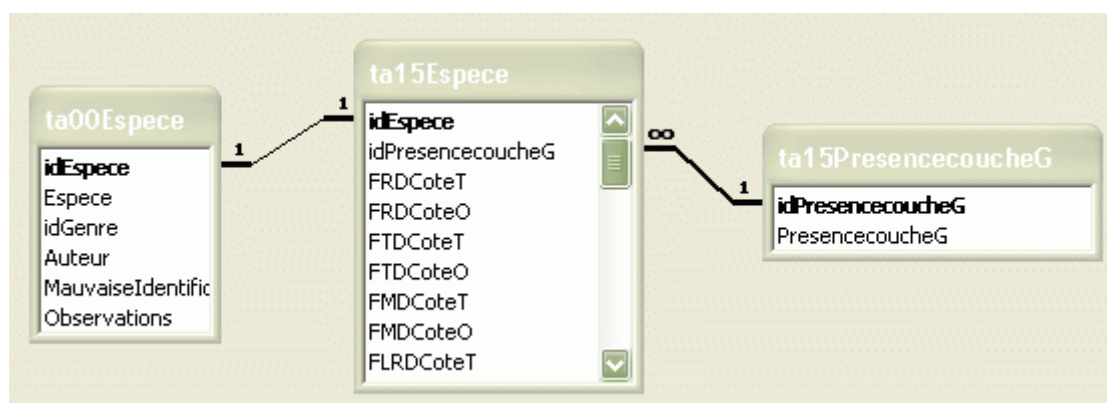


Figure 28 : Structure du module 15-Diversité du bois de tension

La table *ta15Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module 15-Diversité du bois de tension. Elle donne pour chaque espèce étudiée par Ruelle (2002), les données suivantes présentées ci-dessous.

Les différents critères anatomiques intégrés à la base peuvent être répartis en deux classes :

D'une part des critères qualitatifs :

- La présence de couche G (ou d'une couche particulière) et son aspect au sein de chaque espèce en synthétisant.
- Le détail des coupes faites dans le bois de tension des espèces présentant une couche G ou une couche particulière.

D'autre part des critères quantitatifs :

Dans le bois normal et le bois de tension (une valeur différente selon que ce soit le bois de tension, BT, ou le bois normal, BN) :

- Le diamètre radial (**VRD**), tangentiel (**VTD**) et la surface (**VS**) des lumens des vaisseaux isolés.
- La fréquence des vaisseaux (**VF**), en mm⁻².
- L'indice de forme des vaisseaux isolés (**SI**), calculé à l'aide de la formule suivante, où VRD et VTD sont respectivement le diamètre radial et tangentiel du lumen du vaisseau :

$$\text{Indice de forme} : \frac{(VRD - VTD)}{VRD} \times 100$$

- L'indice de regroupement des vaisseaux (**VGI**) : nombre total de vaisseaux / nombre de groupes.
- Le diamètre radial (**FRD**) et tangentiel (**FTD**) externe des fibres ainsi que le diamètre moyen (**FMD**).
- Le diamètre radial (**FLRD**) et tangentiel (**FLTD**) externe des lumen des fibres ainsi que le diamètre moyen (**FLMD**).
- La proportion relative linéaire de paroi dans les fibres (**RWT**), calculé suivant la formule : $(FMD - FLMD) / FMD$.
- La proportion relative linéaire de paroi dans les fibres radiales (**RRWT**), calculé suivant la formule : $(FRD - FLRD) / FRD$.
- La proportion relative linéaire de paroi dans les fibres tangentielles (**TRWT**), calculé suivant la formule : $(FTD - FLTD) / FTD$.
- **VFBTEchi** : la fréquence des vaisseaux par échantillon (i = 1 ou 2) du bois de tension pour les espèces étudiées lors du DEA (Ruelle, 2003).
- Les planches anatomiques des espèces comprenant (synthèse entre Ruelle, 2002 et Ruelle, 2003) :
 - Un grossissement 25X, pour le bois de tension et le bois normal.
 - Un grossissement 100X, pour le bois de tension et le bois normal.
 - Un grossissement 200X, pour le bois de tension et le bois normal.

- Un grossissement 500X, pour le bois de tension et le bois normal.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *15-Groupe* permet de saisir les données relatives à la diversité des bois de tension.
- Le formulaire *15-PlanchesAnat* présente les différentes planches anatomiques des espèces.
- Le formulaire *15-CoucheG* présente les détails des planches anatomiques quand une couche G ou une couche particulière a été mise en évidence.

IV Requêtes et états

- La requête *15Espece* donne la liste des espèces étudiées par Ruelle (2002) et Ruelle (2003), ainsi que les critères attribués à chaque espèce.
- La requête *15Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées par le module *15-Diversité du bois de tension*.
- La requête *15EspecesImages* permet de réaliser l'état présentant les planches anatomiques.
- L'état *15-PlanchesAnatomiques* présente les planches anatomiques par espèce.

Paget (1999), dans le cadre d'une étude sur la diversité spatiale des écosystèmes forestiers guyanais a mis en évidence la préférence édaphique d'une centaine d'espèces de forêt tropicale humide dans le cadre d'une comparaison entre deux sites : Saint-Élie et Crique Plomb.

I Résumé

Alors que la première partie de l'étude concerne l'analyse du milieu physique, la seconde examine l'influence des variations pédologiques sur la composition, la structure et le fonctionnement des peuplements forestiers de terre ferme. Dans ce cadre, les relations sol - peuplement sont étudiées dans deux localités sur 42 relevés, le but étant d'identifier différents types de forêts. L'influence des conditions stationnelles sur la composition floristique est étudiée dans ce but et permet de mettre en évidence des correspondances entre sols et espèces. La méthode utilisée est une analyse factorielle des correspondances, réalisée en utilisant le critère de présence/absence de 124 espèces sur l'ensemble des relevés. Les résultats de l'AFC sont alors précisés par une classification ascendante hiérarchique qui permet d'individualiser des groupes de relevés ou d'espèces en fonction de leurs coordonnées sur les premiers axes factoriels.

Nous avons choisi de ne pas tenir compte des groupes issus de l'AFC et donc de nous en tenir aux données initiales (nombre d'individus par espèce par placette). Cependant, certains groupes de sols de départ ayant été divisés lors de l'AFC, il a alors été nécessaire d'éliminer 3 placettes (14, 13 et 21). Ainsi, nous nous sommes appuyés sur le tableau p. 95 qui donne pour chaque espèce le type de sol qui lui semble le plus favorable (en terme de nombre d'individus). Les groupes de placettes sont définis et illustrés p.71-78, en voici un bref descriptif :

- groupe I : les placettes sur cuirasses affleurantes du site de Crique Plomb, à condition qu'elles appartiennent au groupe B de l'AFC ce qui exclut les placettes 13 et 14.
- groupe II : les placettes sur cuirasses démantelées du site de Crique Plomb.
- groupe III : les placettes sur sols profonds de versants du site de Crique Plomb.
- groupe IV : les placettes sur saprolite profonde du site de Crique Plomb, à condition qu'elles appartiennent au groupe D de l'AFC ce qui exclut la placette 21.
- groupe V : les placettes sur saprolite superficielle du site de Crique Plomb.
- groupe VI : les placettes sur les sols à drainage vertical libre de la piste de Saint-Élie.

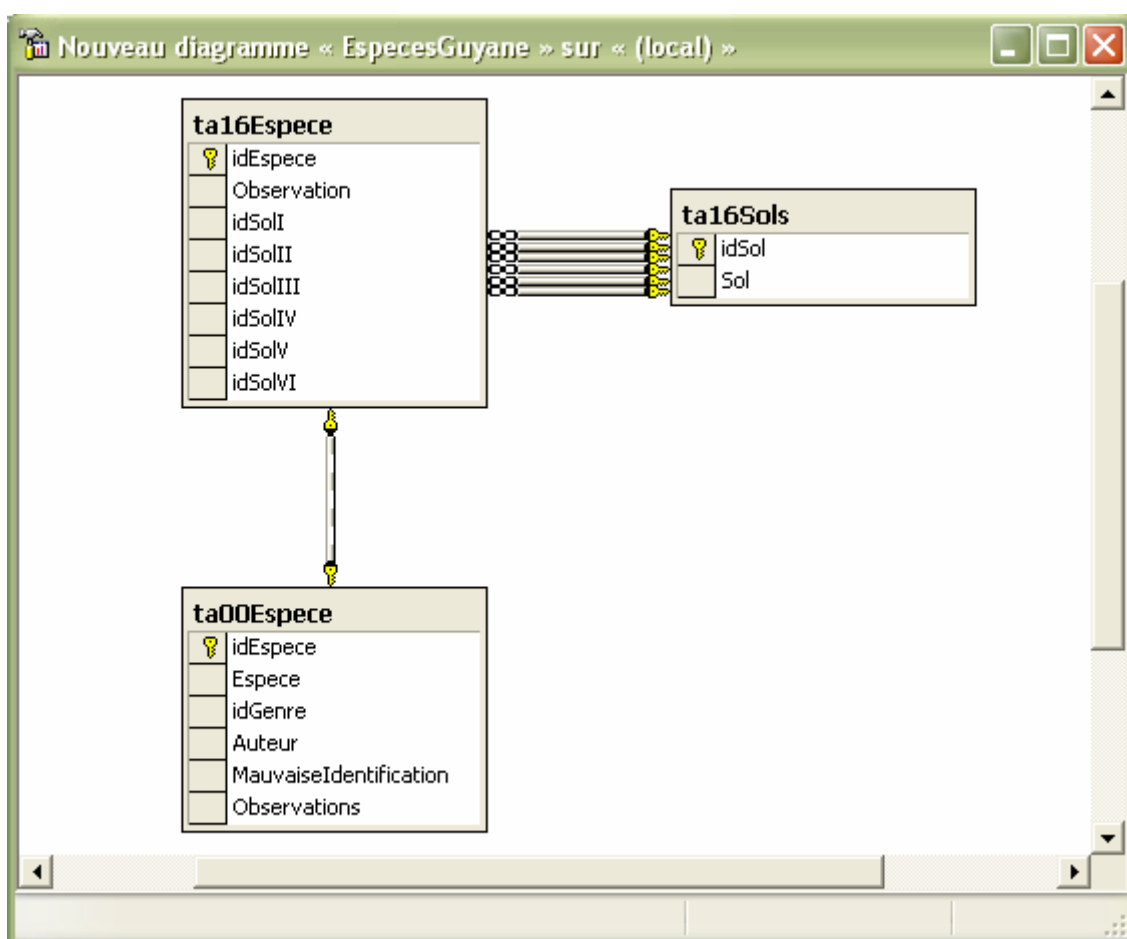


Figure 29 : Structure du module 16- Préférences édaphiques

La table *ta16Espece* est le pendant de la table *ta00Espece* pour le module 16-Préférences édaphiques. Elle donne pour chaque espèce étudiée par Paget (1999), les données suivantes :

- **idSolI** : la fréquence de l'espèce sur le sol de type I définie par la table *ta16Sols* selon les critères suivants :
 - (0) : la fréquence de l'espèce n'est pas élevée.
 - (1) : la fréquence de l'espèce est supérieure ou égale à 30%.
 - (2) : la fréquence de l'espèce est supérieure à 50%.
- **idSolII** : la fréquence de l'espèce sur le sol de type II définie par la table *ta16Sols* selon les mêmes critères.
- **idSolIII** : la fréquence de l'espèce sur le sol de type III définie par la table *ta16Sols* selon les mêmes critères.
- **idSolIV** : la fréquence de l'espèce sur le sol de type IV définie par la table *ta16Sols* selon les mêmes critères.

- **idSolV** : la fréquence de l'espèce sur le sol de type V définie par la table *ta16Sols* selon les mêmes critères.
- **idSolVI** : la fréquence de l'espèce sur le sol de type VI définie par la table *ta16Sols* selon les mêmes critères.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *16-Groupe* permet de saisir les données relatives aux préférences édaphiques des espèces.

IV Requêtes et états

- La requête *16Especes* donne la liste des espèces étudiées par Paget (1999) avec leurs préférences édaphiques correspondantes.
- La requête *16EspecesId* donne la liste des espèces étudiées par Paget (1999) avec leurs préférences édaphiques définies par les codes (1 = fréquence supérieure à 30%...).
- La requête *16PreferenceSol* donne la liste des espèces pour laquelle une préférence édaphique au moins a pu être déterminée.
- La requête *16Nombre* calcule le nombre d'espèces étudiées pour ce groupe de tables.
- L'état *16-Espece* présente les données relatives aux préférences édaphiques des espèces.

L'influence que peut avoir le sol sur l'hétérogénéité structurelle et floristique d'une forêt humide de Guyane française a été étudiée par Sabatier (1997).

I Résumé

L'impact du type de sol sur une communauté forestière a été étudié sur un site de 19 ha (Piste de Saint -Elie). Pour les 195 espèces prises en compte, le positionnement, le diamètre à 1,30m et l'identification botanique précise étaient connus individu par individu.

Les variations spatiales du sol ont été cartographiées en utilisant la méthode proposée par Boulet *et al.* (1982). Les unités cartographiées de sol correspondent à une succession de périodes d'évolution d'un couvert ferralitique non stable. Ces étapes décrivent d'abord la diminution par l'érosion des horizons supérieurs microaggrégés et deuxièmement les changements minéralogiques sous des conditions d'hydromorphie plus ou moins prolongées. Le degré d'évolution du couvert ferralitique est aussi lié au fonctionnement hydrodynamique et aux propriétés chimiques du sol. Le substrat géologique, la topographie et la pente ont aussi été pris en compte.

L'analyse de l'influence des variables environnementales sur le couvert forestier a été interprétée en utilisant la méthode des profils écologiques et l'analyse des correspondances des tables de profils écologiques.

La communauté forestière semble être dépendante du sol et des conditions topographiques. Pour chacune des unités fonctionnelles de sol cartographiées, des liens sol - espèce sont significatifs. En outre, la forte proportion de liens positifs significatifs est en relation avec les horizons épais microaggrégés (25%). Plusieurs espèces sont des indicateurs et plus particulièrement donnent la possibilité de différencier les placettes typiques à sol ferralitique de celles à sol transformé, hydromorphique et fin. La matrice d'analyse des correspondances des espèces par les variables environnementales révèle deux axes significatifs. Le premier peut être associé au drainage, principalement lié à la finesse du sol, et le second aux conditions hydromorphiques en rapport avec la topographie. L'ordination de la végétation des parcelles (d'environ 0,25 ha) définies par le type de sol montre clairement que le changement dans le couvert ferralitique et particulièrement la transition du sol à drainage vertical libre au sol à drainage latéral superficiel est accompagné d'un changement important dans la communauté forestière.

Les variables environnementales étudiées sont les suivantes :

- Descripteurs du sol :
 - **Sol1** : drainage vertical libre (DVD).
 - **Sol2** : latérite érodée sur moins de 1,2m.
 - **Sol3** : drainage latéral superficiel entre 1 et 1,2m.
 - **Sol4** : drainage latéral superficiel à moins de 1m.
 - **Sol5** : système de haut de pente.
 - **Sol6** : système de haut de pente avec drainage latéral superficiel à moins de 1,2m (UhS + DC).
 - **Sol7** : système de bas de pente.
 - **Sol8** : système de bas de pente avec drainage latéral superficiel à moins de 1,2m (DhS + DC).

- **Sol9** : hydromorphie de surface.
- Topographie :
 - **Topo1** : plaine.
 - **Topo2** : bas de pente.
 - **Topo3** : milieu de pente.
 - **Topo4** : haut de pente.
 - **Topo4** : sommet de colline.
 - **Topo5** : crête.
- Pente :
 - **Pente1** : terrain plat (0-5%).
 - **Pente2** : pente douce (5-15%).
 - **Pente3** : pente forte (15-30%).
 - **Pente4** : pente très forte (>30%).
- Substrat géologique :
 - **SubstratGeol1** : schistes.
 - **SubstratGeol2** : pegmatites.

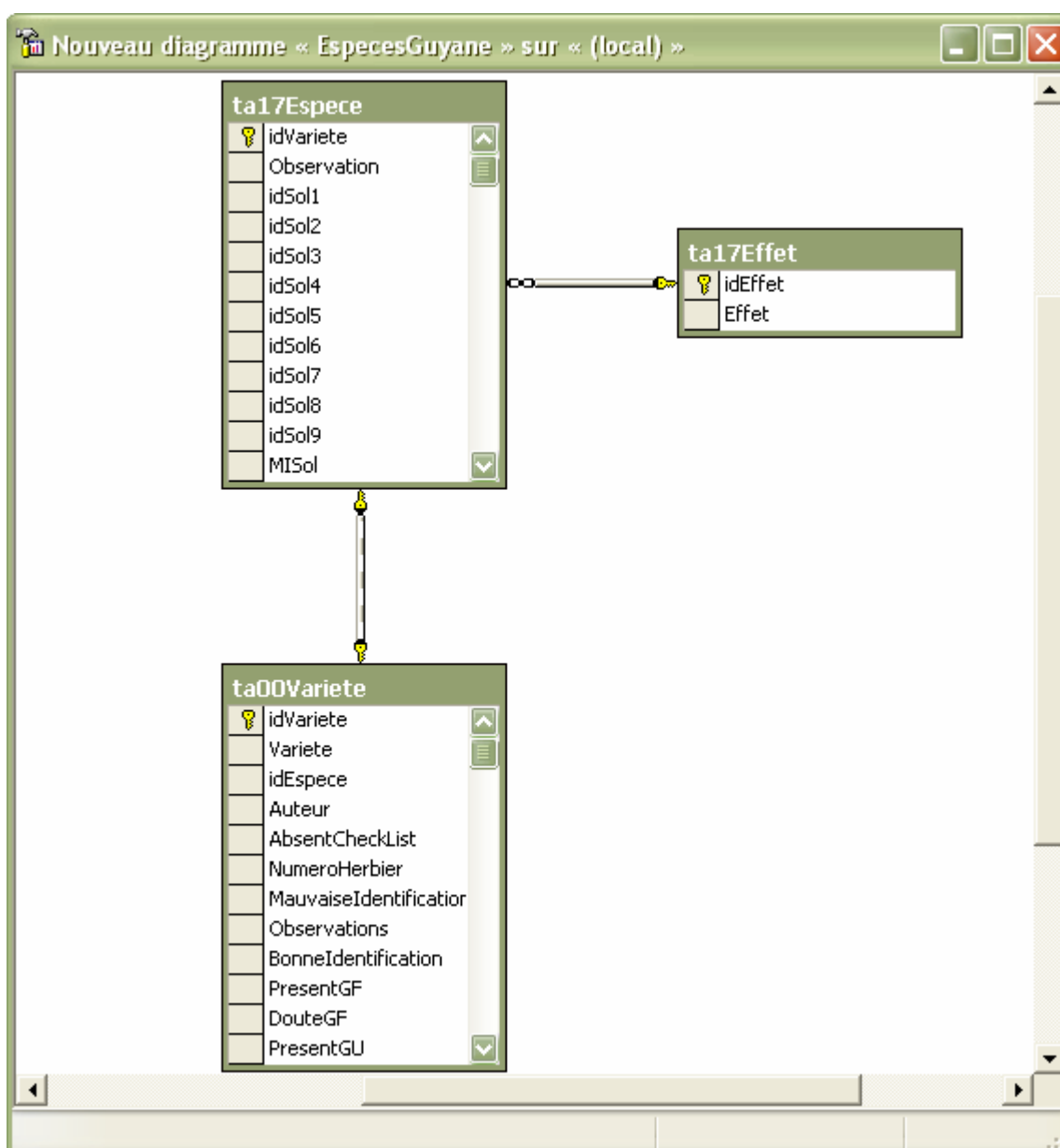


Figure 30 : Structure du module 17-Influence du sol sur la composition floristique

La table *ta17Espece* est le pendant de la table *ta00Variete* pour le module 17-Influence du sol sur la composition floristique. Elle donne pour chaque variété étudiée par Sabatier (1997) les profils écologiques pour les variétés les plus abondantes pour les 4 variables environnementales, définis par la signification de la fréquence de présence des variétés.

- **idSoli**, le profil écologique de l'espèce pour le type de sol *i*, défini par la table *ta17Effet*, selon les critères suivants :
 - 0 : non significatif
 - 1 : - ($P < 0.05$).
 - 2 : - - ($P < 0.01$).

- 3 : - - - ($P < 0.001$).
 - 4 : + ($P < 0.05$).
 - 5 : ++ ($P < 0.01$).
 - 6 : +++ ($P < 0.001$).
- **idTopoi**, le profil écologique de l'espèce pour le type de topographie i, défini par la table *ta17Effet* selon les mêmes critères.
 - **idPentei**, le profil écologique de l'espèce pour le type de pente i, défini par la table *ta17Effet* selon les mêmes critères.
 - **idSubstratGeoli**, le profil écologique de l'espèce pour le type de substrat géologique i, défini par la table *ta17Effet* selon les mêmes critères.
 - MI : l'information mutuelle entre le descripteur et le taxon définie pour chaque espèce et pour chaque variable environnementale : **MISol**, **MITopo**, **MIPente**, **MISubstratGeol**.

Les espèces mal déterminées (genre seul) n'ont pas été incluses.

III Formulaires

- Le formulaire *17-Groupe* permet de saisir les données relatives à l'influence du sol sur la composition floristique.

IV Requêtes et états

- La requête *17Espece* donne pour chaque espèce étudiée par Sabatier (1997), le profil écologique pour chaque variable environnementale.
- La requête *17Nombre* calcule le nombre de variétés étudiées par ce groupe de tables.
- L'état *17-Variete* présente les données relatives au module 17-Influence du sol sur la composition floristique.

I Inventaires de l'ONF

Le protocole de l'inventaire au 1/1000 de l'ONF est rappelé par Coulmier *et al.* (2004). Entre 1962 et 1970, plusieurs équipes de prospecteurs de l'administration des Eaux et Forêts ont tracé 26 layons depuis la zone côtière (RN 1), entre St Laurent du Maroni et Regina. Les layons étaient espacés de 10 Km et pouvaient s'enfoncer jusqu'à 145 Km vers l'intérieur des terres. A une distance de 5 m de part et d'autre du layon, les prospecteurs relevaient et le nom des arbres rencontrés (s'ils appartenaient à une liste de 27 espèces ou groupes d'espèces) et leur diamètre si celui-ci était supérieur à 20 cm DBH. Une bande de 10 m était donc échantillonnée tous les 10 Km, ce qui a conduit à un taux de sondage de 1/1000, d'où le nom donné à cet inventaire. La superficie couverte a été de 25 778 km² et la surface échantillonnée de 2 578 ha.

Pour l'instant, l'ensemble des données n'a pas encore été traité. À terme, cet inventaire pourrait permettre d'intégrer à la base deux types de données :

- L'influence du sol et de la pluviométrie sur la composition floristique (II ci-dessous).
- L'abondance d'une dizaine d'espèces bien identifiées lors de l'inventaire.

II Effets de la géologie et de la pluviométrie

Dans un article en projet, Coulmier *et al.* (2004) cherchent à étudier les effets de la géologie et de la pluviométrie sur la structure de la forêt tropicale humide en Guyane française. Pour cela, ils se sont servis de l'inventaire au 1/1000 réalisé par l'administration des Eaux et Forêts dans les années 1960 :

A partir de ces documents, nous avons reconstitué un plan d'expérience permettant de tester les effets de la pluviométrie et de la géologie sur le peuplement forestier. Afin d'avoir un nombre suffisant de répétitions pour chaque couple (pluviométrie i, géologie j), nous avons choisi d'une part les 4 substrats géologiques les plus représentés en Guyane : Paramaca, Schiste Orapu, Granites guyanais, Migmatites caraïbes. D'autre part, nous avons découpé la pluviométrie de la Guyane en 3 classes d'après Perthuisot (1998), un découpage issu de données de Météo France relevées entre 1986 et 1997. Ainsi, en fonction de sa position, nous avons affecté à chaque placette une classe de pluviométrie : pluvio 1 (Pluvio \leq 2500 mm), pluvio 2 (2500 mm < Pluvio < 3000 mm) et pluvio 3 (Pluvio \geq 3000 mm).

Pour chacune des fiches d'inventaire concernées par notre étude, nous avons saisi les effectifs de l'ensemble des 27 espèces ou groupes d'espèces (effectif total) parmi lesquelles 3 espèces ont été étudiées en particulier : Angélique (*Dicorynia guianensis*), Balata franc (*Manilkara bidentata*) et Grignon franc (*Sextonia rubra*). Ces espèces ont été choisies parce qu'au moment de l'inventaire au 1/1000, elles étaient bien identifiées par les prospecteurs et sans ambiguïté quant à la correspondance avec leur nom scientifique.

Des tests statistiques ont alors permis de mettre en évidence des relations entre le couvert forestier (composition floristique et structure forestière) et la géologie/ pluviométrie. Ainsi, il pourra être envisageable d'intégrer cette nouvelle étude à la base de données.

III Unités architecturales

Dans la continuité du paragraphe 06-Modèles architecturaux, des données sur les unités architecturales pourraient être intégrées à la base. Cependant, un travail bibliographique conséquent, qui mettrait en évidence les espèces pour lesquelles des données sur l'unité architecturale existent, sera nécessaire. Le paragraphe qui suit explicite les notions d'unités architecturales et en donne un exemple.

1 L'unité architecturale

Le modèle architectural représente une stratégie globale de la plante mais s'appuie sur des caractères trop généraux pour qualifier l'architecture d'une espèce et la différencier de celle d'individus d'autres espèces. Par exemple, bien qu'un Saguaro (*Carnegiea sp.*), qu'un pin ou qu'une Euphorbe cactiforme se développent selon le modèle architectural de Rauh, chacun exprime le modèle d'une manière spécifique. Confronté au problème lors d'une étude sur l'architecture de divers conifères, Edelin (1977) établit une typologie des différentes catégories d'axes végétatifs aux propriétés morphologiques homogènes au sein du système aérien ramifié qu'il appelle « *diagramme architectural* ». Ce concept fut repris plus tard sous le nom d'« *unité architecturale* » (Barthélémy *et al.*, 1989) et repose sur les principes suivants : l'architecture d'une plante peut être considérée comme un système ramifié hiérarchique dans lequel les axes peuvent être groupés en catégories selon leurs caractéristiques morphologiques et fonctionnelles. Pour chaque espèce, le nombre de catégories d'axes est fini. L'unité architecturale correspond à un stade précis du développement des individus d'une même espèce où toutes les catégories d'axes sont exprimées. Le résultat peut être résumé dans un tableau accompagné d'un diagramme. Les différences entre espèces résultent du nombre, de la nature et de la position relative des différentes catégories d'axes identifiées.

Un exemple d'unité architecturale :

		A1	A2	A3
Structure		Monopode	Monopode	Monopode
Croissance I ^{aire}	Modalité	rythmique	rythmique	rythmique
	Direction	verticale	horizontale	horizontale
	Durée de vie ou longueur	indéfini	défini à long terme	défini à court terme
Croissance II ^{aire}	Modalité	forte	faible	sub-nulle
Structure des UC	Marqueur des arrêts de croissance	raccourcissement des entre-nœuds	raccourcissement des entre-nœuds et de la taille des feuilles	Raccourcissement des entre-nœuds et de la taille des feuilles
	Nombre d'entre-nœuds	indéfini	7-8 UC	2 UC
Ramification	Modalité	continue	rythmique	non ramifié
	Chronologie	immédiate	différée	---
	Elagage	pérénne	élagage à long terme	élagage avec les A2
Symétrie		radiale	bilatérale	bilatérale
Phyllotaxie		spiralée (2/5)	distique	distique
Floraison	Modalité	non florifère	non florifère	florifère
	Localisation	---	---	inflorescences latérales
Réitération	Modalité	totale	partielle	non réitéré
	Chronologie	différée	immédiate	---
	Localisation	latérale	subterminale	---
	Origine	à partir de bourgeons latents	à partir d'axes en croissance	---
Nature		Tronc	Branches	Rameaux courts

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des caractéristiques de l'unité architecturale de *Laetia procera* (Poeppig) Eichler.

2 La réitération

Certaines plantes peuvent rester conformes à leur unité architecturale durant toute leur vie tandis que d'autres peuvent paraître plus complexes et beaucoup plus ramifiées. Dans ces cas là, une analyse minutieuse révèle que cette complexité ne provient pas de l'apparition de nouvelles catégories d'axes, mais d'une duplication des catégories d'axes déjà existantes. Cette duplication de tout ou partie de l'architecture de l'arbre a été appelée « *réitération* » par Oldeman (1974) et la partie dupliquée est appelée « *complexe réitéré* » (Hallé *et al.*, 1978). La réitération est respectivement qualifiée de « *totale* » ou « *partielle* » si c'est respectivement la totalité ou seulement une partie de l'unité architecturale qui est dupliquée. La réitération qui résulte du développement d'un bourgeon latent est qualifiée de « *différée* » tandis que la réitération qui se met en place à partir d'un méristème

déjà existant et fonctionnel est qualifiée d'« *immédiate* ». On distingue également différents types de réitération en fonction de leur déterminisme supposé. La réitération « *traumatique* » correspond au développement d'un complexe réitéré à la suite d'un traumatisme subi par la plante ce qui permet à l'arbre de "régénérer" la partie blessée (Hallé *et al.*, 1978; Edelin, 1984). La réitération « *adaptative* » désigne tout type de réitération occasionnelle résultant d'une réaction de la plante à des modifications des conditions du milieu (Barthélémy, 2003). A l'opposé de ces deux types de réitération plutôt opportunistes, la réitération « *séquentielle* » définit un phénomène inéluctable s'exprimant de façon automatique au cours du développement de tous les individus (Edelin, 1984; Drenou, 1994; Nicolini, 1997; Barthélémy, 2003). Dans ce cas, elle est totalement intégrée à la séquence de développement de la plante.

I Installation

La base de données est constituée de deux fichiers Access : d'une part un fichier partagé (*Especies-donnees.mdb*) qui contient toutes les données (tables et relations entre les tables), d'autre part un fichier individuel (*Espèces de Guyane.mdb*) qui contient tous les traitements (requêtes, formulaires et états). Ce deuxième fichier propose quelques exemples de requêtes, états et formulaires présentés dans ce document. Il est également adaptable et permet ainsi à l'utilisateur de réaliser les traitements qu'il souhaite.

Pour l'installation de la base contenant les données :

- Copier le fichier *Especies-donnees.mdb* dans un dossier partagé, accessible en lecture par les utilisateurs.

Pour l'installation sur un poste de travail :

- Copier la base contenant les traitements *Espèces de Guyane.mdb* dans un dossier quelconque.
- Ouvrir la base avec Access (version 2000 minimum)
- Utiliser le menu Outils/Utilitaires de base de données/Gestionnaire de tables liées
- Dans le formulaire qui s'affiche, cliquer sur « Sélectionner tout » puis sur « OK ». Rechercher alors l'emplacement de la base *Especies-donnees.mdb* et l'ouvrir.

II Les états

Les états permettent de mettre en forme les données issues de la base afin de les imprimer, ils sont de plusieurs types selon le mode choisi.

Nous pouvons par exemple créer des tableaux sous la forme :

Espèces pionnières et BGS

<i>Taxon</i>	<i>Pionniere</i>	<i>BGS</i>
<i>Abarema jupunba</i> (Mimosaceae)	Non pionnière	Absent dans BGS
<i>Alchorneopsis floribunda</i> (Euphorbiaceae)	Pionnière	Présent dans BGS
<i>Ambelania acida</i> (Apocynaceae)	Non pionnière	Absent dans BGS
<i>Antonia ovata</i> (Loganiaceae)	Non pionnière	Absent dans BGS
<i>Apeiba glabra</i> (Tiliaceae)	Pionnière	Présent dans BGS
<i>Apeiba petoumo</i> (Tiliaceae)	Pionnière	Absent dans BGS
<i>Bagassa guianensis</i> (Moraceae)	Pionnière	Présent dans BGS
<i>Byrsonima aerugo</i> (Malpighiaceae)	Pionnière	Présent dans BGS
<i>Byrsonima densa</i> (Malpighiaceae)	Pionnière	Présent dans BGS
<i>Carapa procera</i> (Meliaceae)	Non pionnière	Absent dans BGS
<i>Caryocar glabrum</i> (Caryocaraceae)	Non déterminé	Non déterminé
<i>Casearia commersoniana</i> (Flacourtiaceae)	Pionnière	Absent dans BGS

Figure 31 : Un exemple d'état colonne pour le module 10-Pionnières et BGS

Un autre type de table consiste à trier préalablement les données en choisissant un groupe. Dans l'exemple qui suit, les données de Collinet (1997) sont triées par groupe de hauteur, puis pour chaque espèce les autres données sont précisées.

<i>Taxon</i>	<i>hauteur de Libération</i>	<i>indice de Dawkins</i>	<i>FacteurBF</i>	<i>FacteurHY</i>
groupe de hauteur < 40m, libérées de façon moyenne				
<i>Bocoa prouacensis</i> (Caesalpinaceae)	24,5	3,06	impact négatif des BF sur l'abondance	impact négatif de l'hydromorphie sur l'abondance
<i>Licania alba</i> (Chrysobalanaceae)	24,5	3,51	impact négatif des BF sur l'abondance	non déterminé
<i>Micropholis guianensis</i> (Sapotaceae)	25,5	0	sans impact sur l'abondance	sans impact sur l'abondance
<i>Symphonia globulifera</i> (Clusiaceae)	24	0	impact positif des BF sur l'abondance	impact positif de l'hydromorphie sur l'abondance

Figure 32 : Un exemple d'état à partir du module 03-Collinet

D'autres états peuvent être mis en place via l'utilisation de certaines fonctions comme par exemple, compter par famille les types de modèles architecturaux qui existent et le nombre d'espèces présentant ce modèle architectural :

<i>Famille</i>	<i>ModeleArchitectural</i>	<i>Compte</i>
<i>Acanthaceae</i>	Champagnat	1
<i>Agavaceae</i>	Leeuwenberg	1
<i>Amaranthaceae</i>	Leeuwenberg	1
<i>Anacardiaceae</i>	Scarrone	5
<i>Annonaceae</i>	Mangenot	1
	Petit	1
	Roux	6
	Troli	6
<i>Apocynaceae</i>	Champagnat	2
	Kwan-Koriba	3
	Leeuwenberg	4
	Massart	7
	Nozeran	1
	Rauh	2
	Scarrone	2

Figure 33 : Un exemple d'état donnant les modèles architecturaux selon les familles

D'autres états peuvent être mis en place en couplant plusieurs tables. La figure suivante présente par exemple, à la fois les données relatives à la densité des bois (module 07) et à la durabilité des bois (module 08).

<i>Classe Risque</i>	<i>contact sol ou eau douce</i>			
<i>Taxon</i>	<i>Densité 12</i>	<i>Durabilité Champignons</i>	<i>Durabilité Termites</i>	<i>Imprégnabilité</i>
Andira coriacea (Fabaceae)	0,89	bois très durables	bois durables (-)	peu imprégnable
Andira sp. (Fabaceae)	0,87	bois très durables	bois durables (-)	peu imprégnable
Bagassa guianensis (Moraceae)	0,8	bois très durables	bois durables (+)	peu imprégnable
Bocoa prouacensis (Caesalpiniaceae)	1,22	bois très durables	bois durables (+)	peu imprégnable
Dipteryx odorata (Fabaceae)	1,11	bois très durables	bois durables (+)	peu imprégnable
Enterolobium schomburgkii (Mimosaceae)	0,87	bois durables	bois durables (-)	peu imprégnable
Eperua falcata (Caesalpiniaceae)	0,86	bois durables	bois durables (-)	peu imprégnable

Figure 34 : Un exemple d'état couplant plusieurs groupes de tables

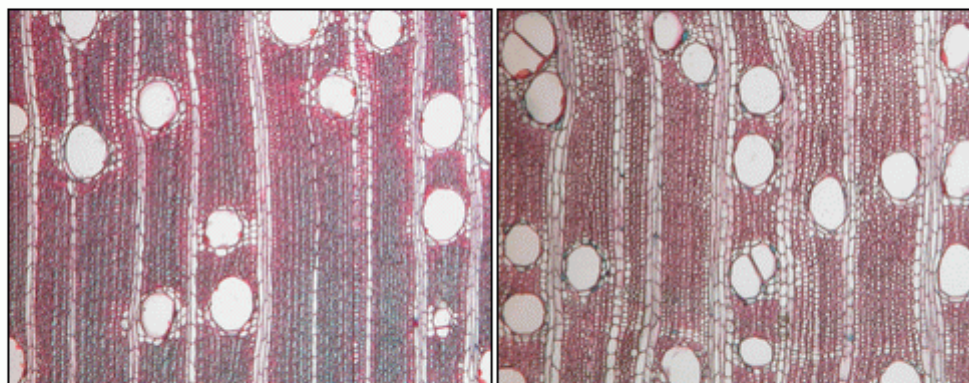
Les états peuvent également être réalisés à partir de photos. L'état *15-PlanchesAnatomiques*, par exemple présente par espèce les différentes coupes réalisées.

15 Planches anatomiques

Taxon *Carapa procera* (Meliaceae)

25XCoteT

25XCoteO



100XCoteT

100XCoteO

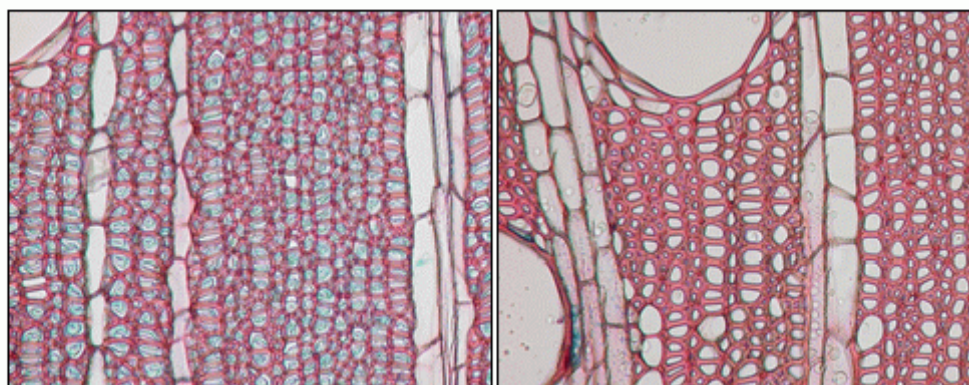


Figure 35 : Un exemple d'état présentant des images

III Recherches particulières dans les formulaires

Dans chaque formulaire final, c'est-à-dire ne servant pas à créer un autre formulaire, un encart **Recherche** a été mis en place. Il permet de rechercher une espèce (ou un site, selon le formulaire) et d'aboutir alors rapidement aux données correspondantes à cette espèce.

Dans le formulaire *07-Groupe*, la structure suivante permet cette recherche :

133

Tapirira guianensis (Anacardiaceae)

Densité à 12% 0,69

Observation

Recherche par espèce :

Tapirira guianensis (Anacardiaceae)

Figure 36 : Encart permettant de rechercher une espèce dans le formulaire du module 07-Densité

IV Les requêtes

Contrairement aux états décrits dans le paragraphe II, les requêtes ne sont pas des mises en forme, mais permettent de réaliser des recherches plus complexes que celles des formulaires.

1 Requêtes portant sur un groupe de tables

Pour chaque groupe de tables, quelques requêtes ont déjà été réalisées, elles sont de deux types :

- *99Espece* : donne la liste des espèces étudiées pour le module 99 avec les données correspondantes.
- *99Caractère_i* : classe les espèces selon le caractère *i*.

2 Requêtes portant sur plusieurs groupes de tables

Certaines requêtes utilisent plusieurs groupes de tables.

Requêtes renvoyant les espèces communes

- La requête *01-03IndicesDawkins* compare les indices de Dawkins calculés par Collinet (1997) et Favrichon (1994).
- La requête *01-03* donne la liste des espèces étudiées à la fois pour les groupes d'étage de Favrichon (1994) et les groupes de Collinet (1997), uniquement quand ces deux traits ont été étudiés pour l'espèce. Cette requête compte 33 espèces.
- La requête *01-03-10* donne la liste des espèces étudiées pour toutes les caractéristiques de dynamique spatiale (groupes d'étage de Favrichon (1994), groupes de Collinet (1997), caractère pionnier).
- La requête *01-07* donne la liste des espèces pour lesquelles les données sur les groupes de Favrichon et la densité sont disponibles.
- La requête *01-10* donne la liste des espèces pour lesquelles les données sur les groupes de Favrichon et le caractère pionnier des espèces sont disponibles.

- La requête *04-07Paracou* donne pour les espèces étudiées à Paracou les valeurs de ^{13}C et de densité, quand les deux sont disponibles.
- La requête *01-03-06-07-08* donne la liste des espèces étudiées à la fois les groupes de Favrichon, les groupes de Collinet, l'architecture, la densité et la classe de risque, uniquement quand tous ces traits ont été étudiés pour l'espèce. Cette requête ne compte que 14 espèces.
- La requête *01-03-05-06-07-08-09-10-11-12-14-15-16* donne la liste des espèces étudiées par l'ensemble de ces groupes de tables. Elle ne comporte qu'une seule espèce (*Carapa procera*).
- La requête *01-17Nombre* donne pour chaque module (*01-03-05-06-07-08-09-10-11-12-14-15-16*) le nombre d'espèces qui ont été étudiées.

Requêtes renvoyant toutes les espèces apparaissant au moins une fois.

- La requête *01-03Especes* donne la liste des espèces qui ont été étudiées pour au moins un des 2 groupes (groupes de Favrichon et groupes de Collinet).
- La requête *07-08Especes* donne la liste des espèces qui ont été étudiées au moins pour un des deux groupes de tables (*07-Densité* et *08-Durabilité*).
- La requête *01-03-10Especes* donne la liste des espèces qui ont été étudiées pour au moins un des 3 groupes (groupes de Favrichon, groupes de Collinet et caractère pionnier).
- La requête *01-03-05-06-07-08-09-10-11-12-14-15-16Especes* donne la liste des espèces qui ont été étudiées pour au moins un des 13 groupes (groupes de Favrichon, groupes de Collinet, morphologie des plantules, architecture, densité des bois, durabilité des bois, photosynthèse, espèces pionnières, phénologie végétative et reproductive, graines et fruits, diversité du bois de tension et préférences édaphiques selon Paget, 1999).

I Détermination des espèces

Des critiques peuvent être formulées par rapport aux déterminations botaniques des espèces. En effet, les travaux ayant été réalisés à partir de la base de données de Paracou ne présentent pas de détermination sûre : il s'agit des travaux de Favrichon (1994) principalement mais également de Collinet (1997). Pour ces groupes de tables, il faut se référer au module 00-*NomsInventaire* pour connaître les espèces à détermination botanique sûre.

Dans cette optique, il a été proposé d'indiquer la personne qui a réalisé les identifications botaniques lors de chaque étude. Ce type de données pourra être intégré à la base.

II Typologie de la floraison – fructification

Cette typologie a été mise en place selon les travaux de Sabatier et Puig (1982). Elle donne par espèce un type de floraison – fructification. Cependant, il apparaît plus adéquat de différencier la floraison de la fructification. En effet, même si la floraison a lieu de façon annuelle, les fleurs peuvent avorter et la fructification n'avoir lieu que tous les deux ans ou plus.

III Types de dissémination

Le type de données de dissémination devant être utilisé dépend fortement de l'utilisation de ces données. En effet, un même mode de dissémination (endozoochorie par les mammifères) peut se révéler donner à la fois des distances de dissémination grandes et petites. Au contraire, la distance de dissémination peut être la même pour des types différents (vent et oiseaux).

Deux types de classification peuvent être alors mis en évidence :

- une classification par les types de dissémination, qui permet une bonne description de ce qui se passe (endozoochorie, anémochorie...), ce qui peut être important en terme de germination, quand celle-ci ne peut s'effectuer qu'après un passage dans un tube digestif.
- une classification par résultat de dissémination, qui permet de mettre en évidence les conséquences de la dissémination (distance du pied porteur plus ou moins grande, graines disséminées de façon agglomérée ou diffuse).

En outre, la base manque de données concernant les disséminateurs secondaires dans le temps. En effet une espèce peut avoir une dissémination barochore dans un premier temps (les graines tombent au sol) puis endozoochore (les graines tombées au sol sont alors mangées par des rongeurs, par exemple). Ce type de données n'a pas pu être intégré.

IV La cauliflorie

Ce caractère mériterait un module à part dans la mesure où il est déterminé par la morphologie de l'espèce et non pas par sa phénologie.

V Espèces pionnières

Le terme d'espèce pionnière est ambigu : certaines espèces peuvent avoir un caractère pionnier aux premiers stades (besoin de lumière pour se développer) puis devenir des espèces tolérantes à l'ombre au stade adulte.

VI Travaux sur les sols

1 Quelques précisions

Paget (1999) et Sabatier (1997) n'ont pas exactement le même type d'échantillonnage. Paget (1999) n'a travaillé que sur les peuplements matures alors que Sabatier (1997) a inclus les chablis dans son échantillonnage. La principale différence est alors la variabilité, en effet, celle-ci est moins importante chez Paget (1999) que chez Sabatier (1997).

2 Correspondances possibles entre les sols

Les correspondances entre les sols ne sont pas très évidentes à mettre en avant, vus les problèmes liés aux différences entre les méthodes utilisées. Cependant, on peut tout de même essayer de mettre en relation certains types de sol.

Par exemple, les sols appartenant au groupe VI (sols à drainage vertical libre de la piste de Saint-Élie) de Paget ont une correspondance parfaite avec le sol 1 (drainage vertical libre) de Sabatier, les deux types de sol appartenant au site expérimental de Saint-Élie. En outre, les sols de Paget appartenant aux groupes II (cuirasses démantelées) et III (sols profonds de versants) de Paget peuvent également être rapprochés du sol 1 (drainage vertical libre = DVD) de Sabatier.

Les sols des groupes IV (saprolite profonde) et V (saprolite superficielle) de Paget se rapprochent quant à eux des sols 3 (SLD 1) et 4 (SLD 2) de Sabatier. La figure suivante permet de mettre en évidence à la fois les différences et les ressemblances entre ces sols.

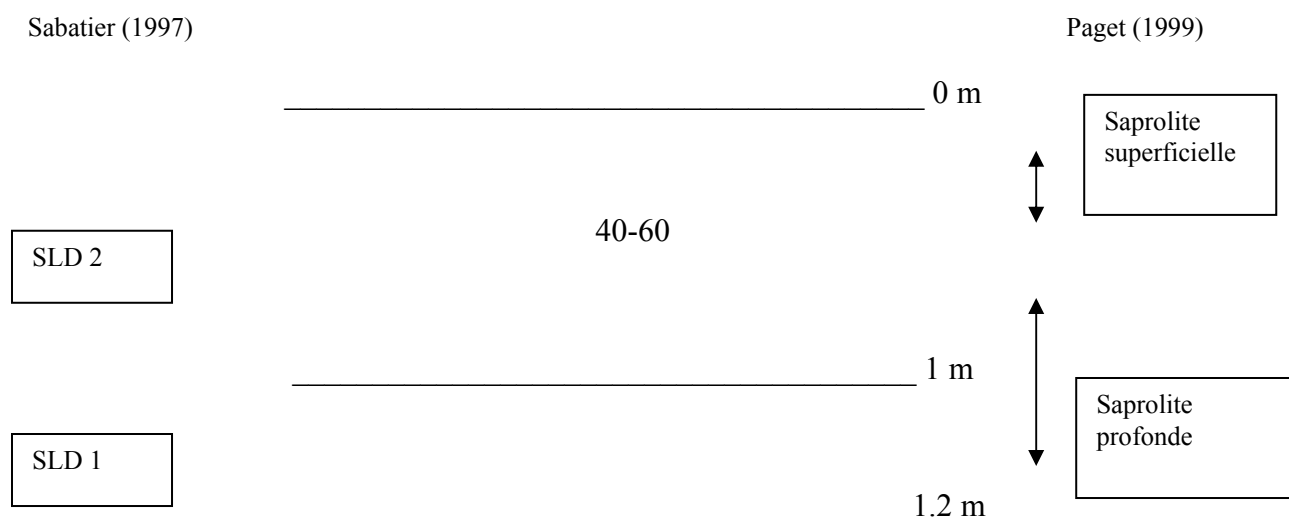


Figure 37 : Comparaison des sols entre Paget et Sabatier

Des relations peuvent être également mises en évidence entre les sols de Collinet et de Sabatier. En effet, la profondeur de sol utile de catégorie EP2 (> 100 cm) de Collinet peut être mise en relation avec les sols de type 1 (DVD), 2 (Alt) et 3 (SLD 2) de Sabatier.

De plus, même si le type de sol 9 (hydromorphie de surface) de Sabatier ne peut être apparenté à un véritable type de sol (de l'hydromorphie de surface pouvant se retrouver sur les autres types de sols), il peut être rapproché des sols type bas-fonds et hydromorphie de Collinet.

3 Résultats des comparaisons

Des requêtes reliant ces différents groupes de tables ont été réalisées. Cependant, aucune analyse n'a pu être faite dans la mesure où, d'une part, les espèces communes aux groupes de tables sont peu nombreuses et d'autre part, les critères sont différents. Par exemple, alors que Sabatier (1997) travaille sur la fréquence plus importante ou moins importante, Paget (1999) ne travaille que sur des fréquences plus importantes.

VII Comparaison Indices de Dawkins

Des indices de Dawkins ont été mesurés à la fois par Collinet (1997) et Favrichon (1994). Il nous a paru intéressant de comparer ces différents indices. La régression linéaire entre les deux est la suivante :

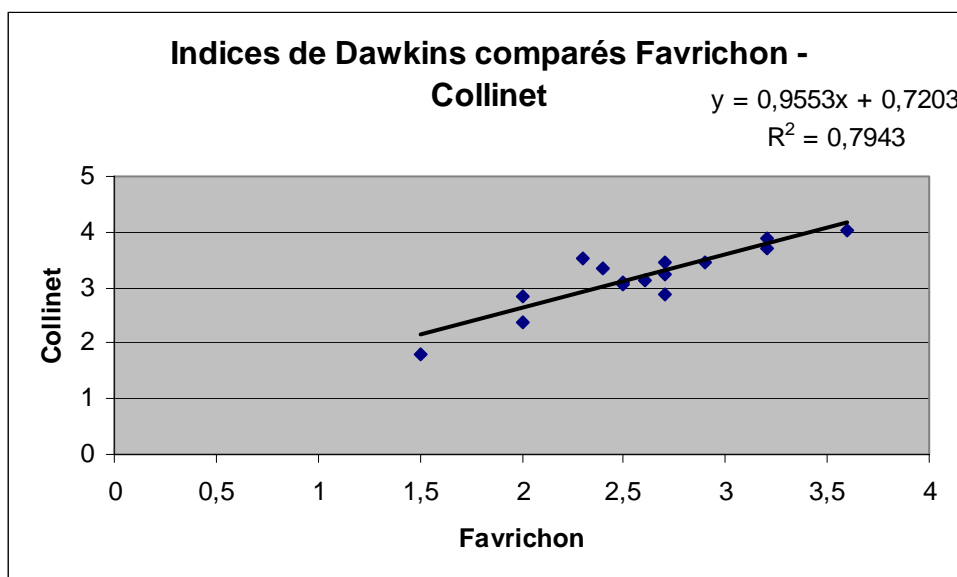


Figure 38 : Comparaison indices de Dawkins Favrichon – Collinet

La corrélation est correcte, cependant, elle n'est calculée qu'à partir d'un petit nombre d'espèces.

VIII Problèmes de comparaison entre groupes de tables

L'échelle de travail des groupes de tables peut être différente : certaines études se placent à l'échelle de l'espèce, d'autres à celles de la variété/ sous-espèce. Quand l'échelle d'étude est différente, il apparaît impossible de les comparer.

Bibliographie

- Baraloto, C. (2001).** *Tradeoffs between neotropical tree seedling traits and performance in contrasting environments*. PhD Thesis, Ecology and Evolutionary Biology, University of Michigan.
- Baraloto, C. (2004).** Liste des espèces de Paracou bien identifiées, Communication personnelle.
- Barthelemy, D. (1988).** *Architecture et sexualité chez quelques plantes tropicales : le concept de floraison automatique*, Thèse de doctorat : USTL, Montpellier II: 262 p.
- Barthélémy, D. (2003).** *Botanical Background for Plant Architecture Analysis and Modelling* International Symposium on Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and their Applications, Beijing, China, Tsinghua University and Springer Press.
- Barthélémy, D., Edelin, C. et Hallé, F. (1989).** Some architectural aspects of tree ageing. *Annales des sciences forestières* **46**(suppl.).
- Boggan, J., Funk, V., Kelloff, C., Hoff, M., Cremers, G. et Feuillet, C. (1997).** *Checklist of the Plants of the Guianas*. Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- Bonal, D., Sabatier, D., Montpied, P., Tremeaux, D. et Guehl, J.-m. (2000).** Interspecific variability of ^{13}C among trees in rainforests of French Guiana: functional groups and canopy integration. *Oecologia* **124**: 454-468.
- Boulet, R., Chauvel, A., F.X.Humbel et Lucas, Y. (1982).** Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique : les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols titregn Analyse structurale et cartographie en pédologie. *Cahiers ORSTOM, série Pédologie* **19/4**.
- Centre technique forestier tropical (1989).** Tome 1 : Guyane. *Bois des DOM-TOM*.
- Collinet, F. (1997).** *Essai de regroupements des principales espèces structurantes d'une forêt dense humide après l'analyse de leur répartition spatiale (forêt de Paracou-Guyane)*, Université Claude Bernard. Lyon 1.
- Coste, S. (2002).** *Diversité des traits fonctionnels relatifs aux performances photosynthétiques d'espèces d'arbres de la forêt tropicale guyanaise*. DEA Biologie forestière, Ecole doctorale RP2E, Université Henri Poincaré. Nancy: 20 p.
- Coulmier, X., Freycon, V., Brunaux, O. et Ingrassia, F. (2004).** Effets de la géologie et de la pluviométrie sur la structure de la forêt tropicale humide en Guyane française : analyse des données de l'inventaire au 1/1000. *à soumettre*.
- de Foresta, H. et Prévost, M.-F. (1986).** Végétation pionnière et graines du sol en forêt guyanaise. *Biotropica* **18**: 279-286.
- Degen, B. (1999).** Dendrobase : Genetic system of tropical tree species, Silvolab Guyane.
- Drenou, C. (1994).** *Approche architecturale de la sénescence des arbres. Le cas de quelques Angiospermes tempérées et tropicales.*, Thèse de doctorat : U.S.T.L., Montpellier II: 261 p.
- Durrieu de Madron, L. (1993).** *Mortalité, chablis et rôle des trouées dans la sylvigénèse avant et après exploitation sur le dispositif d'étude sylvicole de Paracou-Guyane française*, Thèse ENGREF/CIRAD: 204 p.
- Edelin, C. (1977).** *Images de l'architecture des conifères*, Université des Sciences et Techniques du Languedoc Montpellier.
- Edelin, C. (1984).** *L'architecture monopodiale : l'exemple de quelques arbres d'Asie tropicale*, Thèse : Académie de Montpellier: 258 p.
- Farquhar, G. D., von Caemmerer, S. et Berry, J. A. (1980).** A biochemical model of photosynthetic CO_2 assimilation in leaves of C_3 species. *Planta* **149**: 78-90.
- Favrichon, V. (1994).** Classification des espèces arborées en groupes fonctionnels en vue de la réalisation d'un modèle de dynamique de peuplement en forêt guyanaise. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* **49**: 379-403.
- Favrichon, V. (1995).** *Modèle matriciel déterministe en temps discret*, université Claude Bernard. Lyon1.
- Fisher, J. B. et Stevenson, J. W. (1981).** Occurrence of reaction wood in branches of dicotyledons and its role in tree architecture. *Botanical Gazette* **142**(1): 82-95.
- Forget, P. M. (1988).** *Dissémination et régénération naturelle de huit espèces d'arbres en forêt guyanaise*, Université de Paris VI: 247 p.
- Fournier, M. (2003).** Qualité des bois et diversité des espèces. *ENGREF-FTH 2003*. Kourou.
- Gérard, J., Narboni, Ph. (1996).** Une base de données sur les propriétés technologiques des bois. *Bois et forêt des tropiques* **248**: 65-70.

- Gérard, J. D., C.; Détienne, P.; Fouquet, D.; Vernay, M.; Edi Kouassi, A. (1998). *Synthèse sur les caractéristiques technologiques de référence des principaux bois commerciaux africains*. Monographie d'une série : Série FORAFRI N°11. CIRAD-Forêt: 186 p.
- Grosfeld, J. (2001). *Analisis de la variabilidad morfológica y arquitectural de Austrocedrus chilensis (D. Don) Pic. Serm. et Bizzarri, Fitzroya cupressoides (Molina) I. M. Johnst., Pilgerodendron uviferum (D. Don) Florin y Cupressus sempervirens L. (Cupressaceae)*. Tesis : Universidad Nacional des Comahue, Centro Regional Universitario Bariloche (Argentine): 198 p.
- Hallé, F. et Oldeman, R. A. A. (1970). *Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. Masson & Cie, Paris. 178 p.
- Hallé, F., Oldeman, R. A. A. et Tomlinson, P. B. (1978). *Tropical trees and forests- an architectural analysis*. Springer-Verlag.
- Heuret, P. (2002). *Analyse et modélisation de séquences d'événements botaniques : application à la compréhension des processus de croissance, de ramification et de floraison*. Université de Nancy I, Thèse de doctorat: 144 p.
- Loubry, D. (1994). *Déterminisme du comportement phénologique des arbres en forêt tropicale humide de Guyane française*, Biologie végétale tropicale, Université Paris 6.
- Molino, J.-F. et Sabatier, D. (2001). Tree diversity in tropical rain forests : a validation of the intermediate disturbance hypothesis. *Science* **294**: 1702-1704.
- Nicolini, E. (1997). *Approche morphologique du développement du hêtre Fagus sylvatica L.*, Thèse de doctorat : USTL, Montpellier II: 185 p.
- Oldeman, R. A. A. (1974). *L'architecture de la forêt guyanaise*. Mémoires ORSTOM 73. ORSTOM: 17-72.
- Paget, D. (1999). *Etude de la diversité spatiale des écosystèmes forestiers guyanais : réflexion méthodologique et application*, Spécialité sciences forestières, ENGREF.
- Perthuisot, N. (1998). *Cellule Conseil pour l'Aménagement forestier et l'Utilisation des Bois (CCAUB), Bilan et Perspectives*. Silvolab, Guyane.
- Riéra, B., Puig, H., Lescure, J.P. (1990). La dynamique de la forêt naturelle. *Bois et forêt des tropiques* **219**: 69-78.
- Roggy, J.-C. (1998). *Contribution des symbioses fixatrices d'azote à la stabilité de l'écosystème forestier tropical guyanais*, Thèse Université Claude Bernard. Lyon I.
- Roggy, J.-C. et Prévost, M.-F. (1999). Nitrogen-fixing legumes and silvigenesis in a rain forest in French Guiana: a taxonomic and ecological approach. *New Phytologist* **144**: 283-294.
- Roggy, J.-C., Prevost, M.-F., Garbaye, J. et Domenach, A.-M. (1999a). Nitrogen cycling in the tropical rain forest of french Guiana : comparison of two sites with contrasting soil types using delta15N. *Journal of Tropical Ecology* **15**: 1-22.
- Roggy, J.-C., Prévost, M.-F., Gourbiere, F., Casabianca, H., Garbaye, J. et Domenach, A.-M. (1999b). Leaf natural 15N abundance and total N concentration as potential indicators of plant N nutrition in legumes and pioneer species in a rain forest of French Guiana. *Oecologia* **120**: 171-182.
- Roosmalen, M. G. M. v. (1985). *Fruits of the guianan flora*, Institute of Systematic Botany, Utrecht university: 483 p.
- Ruelle, J. (2002). *Diversité de bois de tension chez quelques arbres de forêt tropicale humide*, Maitrise de biologie cellulaire et physiologique option PVA, Université Montpellier II.
- Ruelle, J. (2003). *Anatomie comparative bois normal/ bois de réaction et observation des relations structure/ propriétés du bois de six espèces d'angiospermes de forêt tropicale humide et de trois espèces de gymnospermes de forêt tempérée*, DEA Sciences du bois.
- Sabatier, D. (1983). *Fructification et dissémination en forêt guyanaise : l'exemple de quelques espèces ligneuses*, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.
- Sabatier, D. (1985). Saisonnalité et déterminisme du pic de fructification en forêt guyanaise. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* **40**: 289-320.
- Sabatier, D., Grimaldi, M., Prevost, M.-F., Guillaume, J., Godron, M., Dosso, M., Curmi, P. (1997). The influence of soil cover organization on the floristic and structural heterogeneity of a Guianan rain forest. *Plant ecology* **131**: 81-108.
- Sabatier, D. et Puig, H. (1982). *Phénologie et saisonnalité de la floraison et de la fructification en forêt dense guyanaise*, Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Sabatier, S. (1999). *Variabilité morphologique et architecturale de deux espèces de noyers : Juglans regia L. et Juglans nigra L. et de deux noyers hybrides interspécifiques*, Thèse de doctorat : USTL, Montpellier II.

Liste des figures et tableaux

I Liste des Tableaux

Tableau 1 : Noms vernaculaires d' <i>Aspidosperma album</i>	13
Tableau 2 : Données de la table <i>ta14ClasseFruit</i>	62
Tableau 3 : Données de la table <i>ta14Dissemination</i>	62
Tableau 4 : Données de la table <i>ta14DisseminationSecondaire</i>	62
Tableau 5 : Données de la table <i>ta14TypeGraineAnemochore</i>	63
Tableau 6 : Données de la table <i>ta14ClasseDissemination</i>	63
Tableau 7 : Données de la table <i>ta14PoidsGraine</i>	63
Tableau 8 : Tableau récapitulatif des caractéristiques de l'unité architecturale de <i>Laetia procera</i> (Poeppig) Eichler.	77

II Liste des figures

Figure 1 : Structure du module 00-Groupes.....	8
Figure 2 : Structure du module 00-Espèces	9
Figure 3 : Ouverture de la page Internet de l'herbier de Guyane dans le formulaire 00-Especies-MI	10
Figure 4 : Type d'informations contenues dans la base de données Aublet2 de l'herbier de Guyane.....	10
Figure 5 : Un exemple de mauvaise identification.....	12
Figure 6 : Structure du module 00-Noms Vernaculaires.....	12
Figure 7 : Structure du module 00-Sites d'étude	13
Figure 8 : Structure du module 00-Noms d'inventaire	14
Figure 9 : Structure du module 01-Groupes fonctionnels	18
Figure 10 : Structure du module 02-Groupes Azote-Publi.....	22
Figure 11 : Formulaire de saisie des caractéristiques des sites du groupe 02-Statut Azote (Publié)	23

Figure 12 : Formulaire de saisie des espèces du groupe 02-Groupes Azote (Publié)	23
Figure 13 : Structure du module 03-Groupes de Collinet	27
Figure 14 : Structure du module 04-Carbone (publié).....	31
Figure 15 : Structure du module 04-Carbone (tous)	33
Figure 16 : Structure du module 05-Plantules	35
Figure 17 : Structure du module 06-Architecture	38
Figure 18 : Structure du module 07-Densité	40
Figure 19 : Structure du module 08-Durabilité.....	42
Figure 20 : Structure du module 09-Capacités photosynthétiques	46
Figure 21 : Structure du module 10-Pionnières et BGS.....	49
Figure 22 : Structure du module 11-Phénologie végétative	52
Figure 23 : Structure du module 12-Phénologie reproductive.....	56
Figure 24 : Structure du module 13- Dispersion du pollen.....	58
Figure 25 : Structure du module 14-Graines et fruits	61
Figure 26 : Structure du formulaire 14-Groupe	64
Figure 27 : Structure du formulaire 14-ClasseFruits	64
Figure 28 : Structure du module 15-Diversité du bois de tension.....	67
Figure 29 : Structure du module 16- Préférences édaphiques	70
Figure 30 : Structure du module 17-Influence du sol sur la composition floristique.....	74
Figure 31 : Un exemple d'état colonne pour le module 10-Pionnières et BGS	80
Figure 32 : Un exemple d'état à partir du module 03-Collinet	81
Figure 33 : Un exemple d'état donnant les modèles architecturaux selon les familles	81
Figure 34 : Un exemple d'état couplant plusieurs groupes de tables.....	82
Figure 35 : Un exemple d'état présentant des images.....	83
Figure 36 : Encart permettant de rechercher une espèce dans le formulaire du module 07- Densité	84
Figure 37 : Comparaison des sols entre Paget et Sabatier.....	87

Figure 38 : Comparaison indices de Dawkins Favrichon – Collinet.....	88
--	----