Zeitschrift: Boissiera : mémoires de botanique systématique

Herausgeber: Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève

Band: 64 (2011)

Artikel: Cartes de distribution des plantes de Côte d'Ivoire

Autor: Chatelain, Cyrille / Assi, Laurent Aké / Spichiger, Rodolphe / Gautier, Laurent

Kapitel: Matériel et méthode

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1036225

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

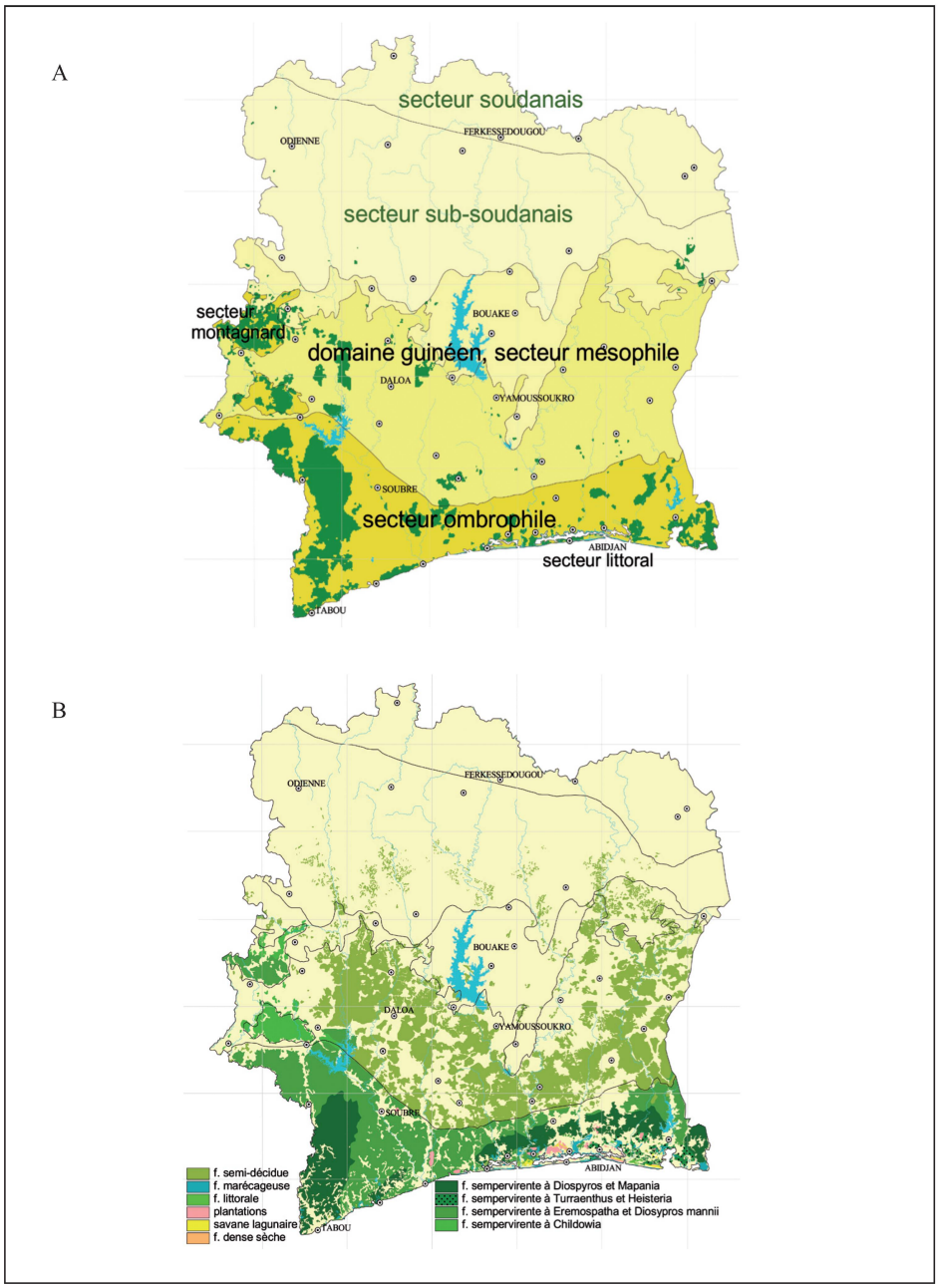

Fig. 1. – A. Limites des domaines et secteurs de végétation.

B. Evolution de la couverture forestière entre 1970 (GUILLAUMET, 1979) et 1993.

Matériel et méthode

Les données utilisées se basent sur 42 566 échantillons d'herbier et 10 154 données d'inventaires géo-référencées, rattachées à 2038 localités en Côte d'Ivoire **(fig. 2)**. Ces données sont gérées sous forme d'une base de données Microsoft Access© contenant une table de nomenclature et une table de gestion des récoltes. Pour l'ensemble de la Côte d'Ivoire, nous avons répertorié environ 8900 noms scientifiques qui correspondent à environ 4139 taxons de plantes à fleurs (infra-spécifiques compris), ce qui représente exactement 3797 espèces.

Nous avons choisi d'utiliser la nomenclature proposée par LEBRUN & STORK (1993-1997) et sa mise à jour sur le Web (African Plant Database). Elle diffère dans quelques cas de celle employée par AKÉ ASSI (2001-2002); la synonymie est alors mentionnée dans l'index. La présence de nouveaux taxons pour la Côte d'Ivoire est également mentionnée dans la liste floristique en annexe.

Au niveau de la circonscription des familles nous avons préféré conserver le système utilisé par AKÉ ASSI (2003).

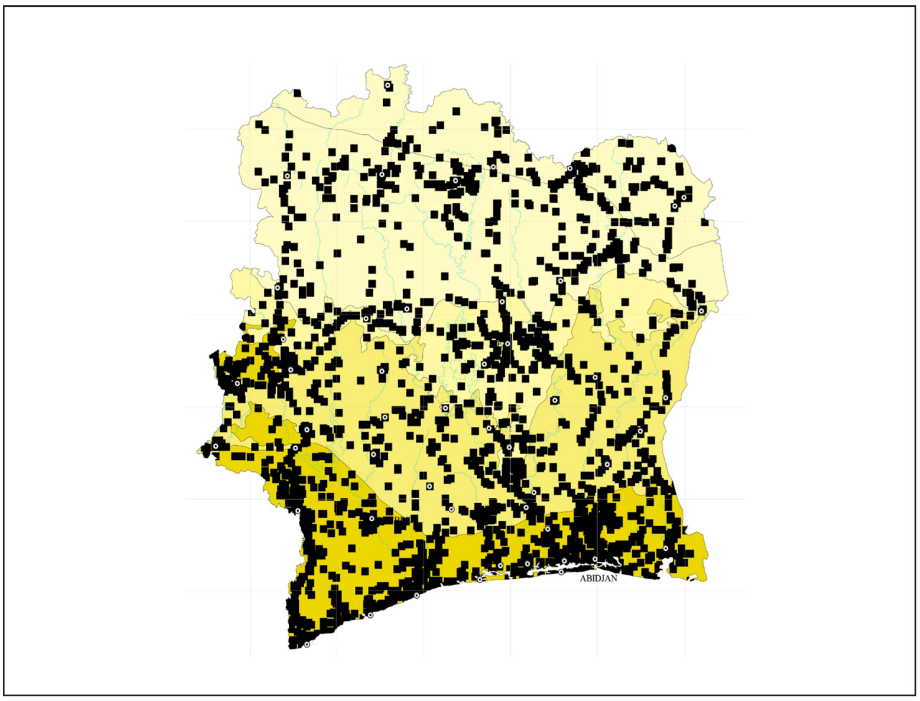

Fig. 2. – Localités de récoltes (2038 points géoréférencés).

Informations de base : récoltes d'herbier et inventaires

Les deux tiers des échantillons d'herbier utilisés correspondent à ceux cités par Aké Assi (2001-2002) dont nous avons recherché les coordonnées géographiques. Ces échantillons proviennent des herbiers de Paris et d'Abidjan. L'autre tiers est composé d'échantillons identifiés dans l'herbier de Genève et en moindre partie dans l'herbier de Wageningen, qui n'étaient pour la plupart pas cités dans Aké Assi (2001-2002). Ce sont en particulier les récoltes de P. Poilecot, G. Roberty ou L. Bernardi qui sont déposés à Genève et les échantillons de C. Jongkind et F. Breteler pour Wageningen.

De nombreux inventaires floristiques, publiés ou non, ont été saisis en vue de compléter les cartes de distribution. Ils n'ont en revanche pas été intégrés dans les calculs de distribution potentielle car les données qu'ils contiennent ne sont pas vérifiables. Par ailleurs, de telles informations ne sont pas suffisantes (8000 observations sur env. 4000 espèces) pour être utilisées comme source de validation. Ces inventaires sont :

Adam (1937) pour les Monts Nimba ;

Aké Assi (1992) et Bakayoko (1999) pour la forêt de la Bossématié ;

Guillaumet (1967) pour le Sud Ouest ;

Aké Assi & Pfeiffer (1975), Menzies (2000), Chatelain & al. (2001), Bakayoko & al. (2005) et Adou & al. (2005) pour le Parc National de Taï ;

Chatelain (1996) et Cortey (1996) pour la forêt de Yapo ;

Kouamé (1998) pour le Haut Sassandra ;

Dotia (1998) pour la région de Kouto ;

Spichiger (1975a, 1975b) pour les régions de Lamto, Vavoua et Séguéla ;

Mitja (1992) pour Booro-Borotou ;

Adou & al. (2000) pour le Mont Péko ;

Schulenberg & al. (1999) pour la Maraouhé et la Haute Dodo ;

Adjanohoun (1964) pour la région de Bondoukou ;

César (1992) pour La Palé ;

Porembsky & al. (1993) pour les inselbergs et le Mont Niangbo.

Les inventaires publiés et ayant fait l'objet d'abondantes collections d'herbier, comme ceux de De Koning (1983) pour le Parc National du Banco, de Gautier (1992) pour Lamto, de César (1992) pour la région Centre-Nord ou ceux de Poilecot (1991) pour le Parc National de la Comoé, n'ont pas été saisis dans leur globalité pour ne pas entrainer de doublons entre inventaires et collections d'herbier **(fig. 3)**.

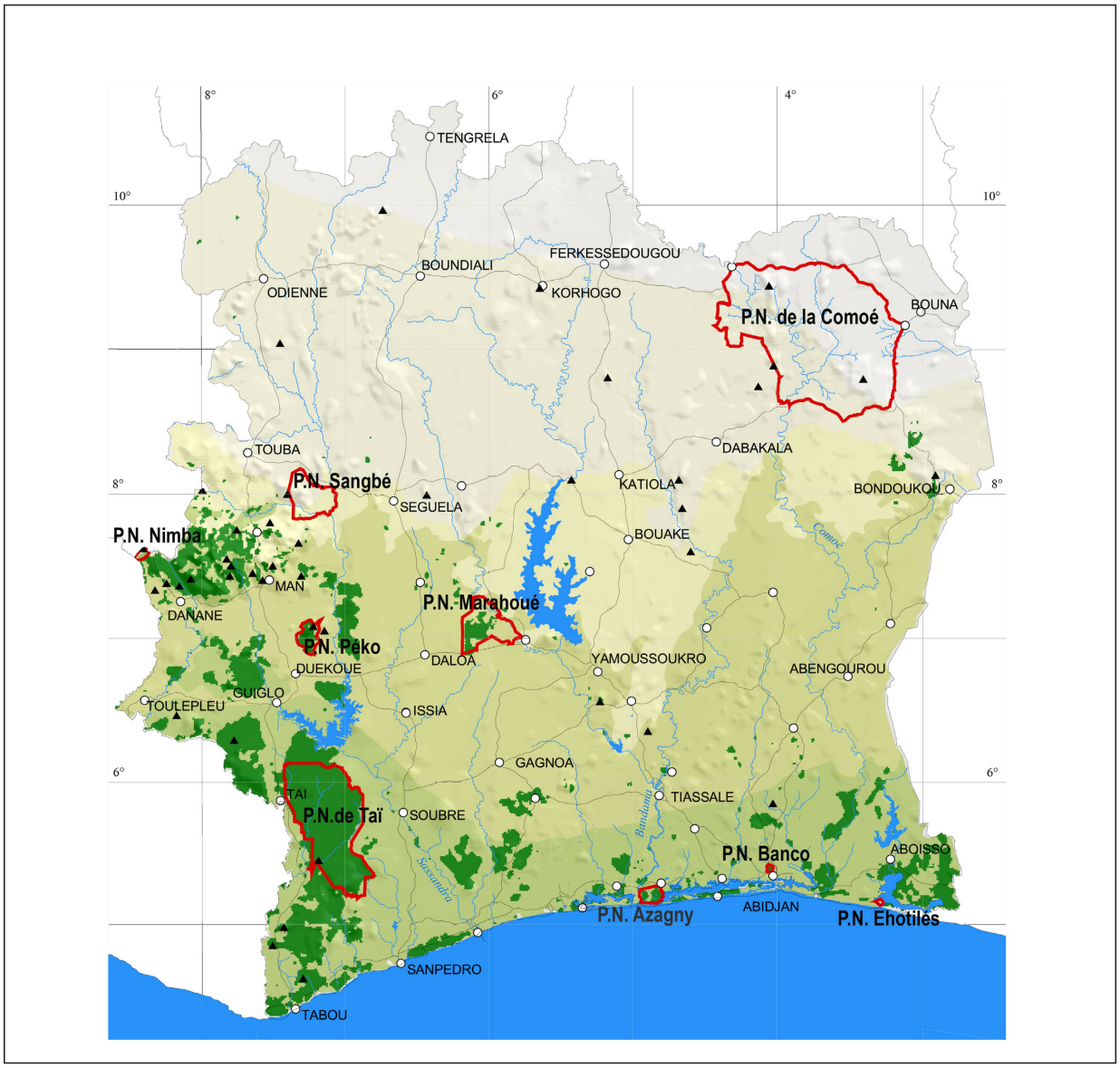

Fig. 3. – Carte générale de la Côte d'Ivoire avec les types de végétation, les Parcs Nationaux et le couvert forestier (état en 1993). Les triangles noirs correspondent aux inselbegs.

Touts les travaux monographiques ainsi que les révisions récentes ont été considérés, en particuliers celui de Poilecot (1996) sur les *Poaceae* de Côte d'Ivoire et celui de Pérez-Vera (2003) sur les Orchidées, sans oublier les travaux de Hawthorne & Jongkind (2006) sur les ligneux d'Afrique de l'Ouest.

Les taxons ont été cartographiés au niveau spécifique en regroupant l'information des sous-espèces et des variétés, pour diminuer l'hétérogénéité du niveau des déterminations. Les échantillons de plantes indigènes, mais mises en culture et récoltées dans les jardins botaniques d'Abidjan-Cocody et d'Adiopodoumé n'ont pas été prises en compte pour la cartographie. Nous avons en revanche choisi de conserver les espèces allochtones naturalisées, même si leur échantillonage est largement sous-estimé, afin de clairement mentionner leur statut et leur présence.

Analyse de distribution potentielle

Dresser une carte de distribution potentielle d'une espèce à partir d'occurrences connues et de données environnementales est une entreprise qui nécessite le choix d'une méthode statistique. Parmi les plus performantes, mentionnons les *Generalised Linear Models* (GUISAN, 1997; GIOIA & al., 2000), l'*Habitat Suitability Index* (BOITANI & al., 2007), les *GARP* (PETERSON & al., 2002) ou encore *MARS* (ELITH & al., 2006; ELITH & LEATHWICK, 2007). Malheureusement, ces méthodes demandent une quantité d'observations considérable, or nous ne disposons pour plus du tiers des espèces que de 3 ou 4 localités de présence, comme bien souvent en région tropicale. Leur utilisation est toutefois possible pour les quelques espèces qui possèdent suffisamment d'occurrences et nous avons pu dans certains cas la tester (GAUTIER & al., 1999; CHATELAIN & al., 2001). Nous avons préféré choisir ici une méthode statistiquement moins robuste, mais applicable au maximum de taxons. Notre choix s'est porté sur la méthode de similarité (CARPENTER & al., 1993), d'utilisation aisée et rapide, et qui peut être employée avec un nombre réduit d'échantillons. Dans bien des cas, il est illusoire de prétendre à une bonne représentativité, ni de s'attendre à une validité statistique quelconque. Par contre la réalisation d'une carte de distribution potentielle d'une espèce, même si elle est approximative, car basée sur un nombre limité d'occurrences, n'est pas sans intérêt, d'autant plus si une espèce a une distribution réellement limitée. Une telle approche a également été utilisée par LENTON & al. (2000) et SMITH & al. (2005).

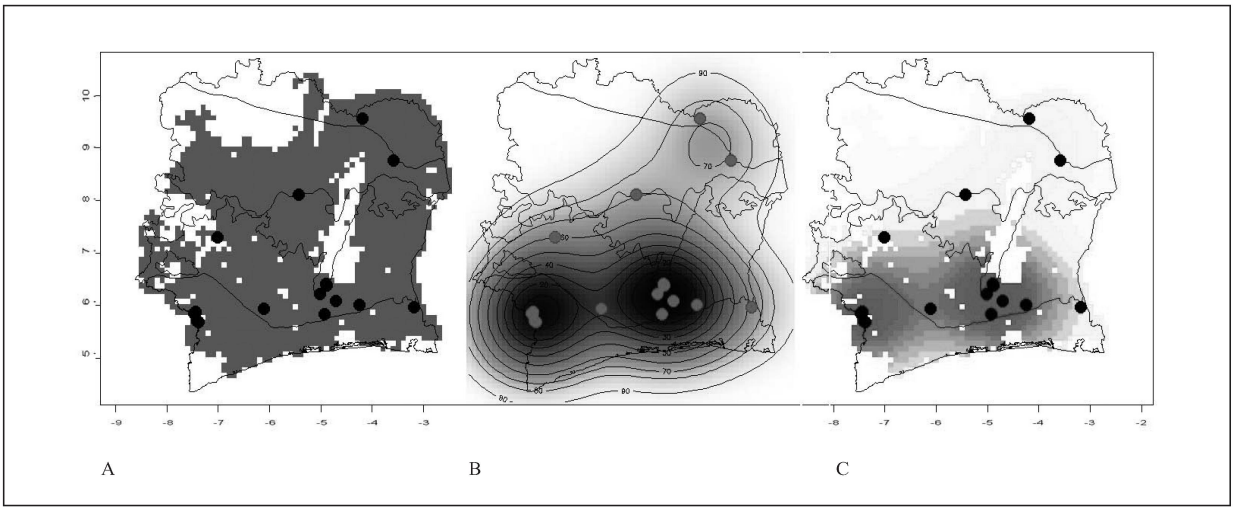

Fig. 4. – Trois cartes correspondant aux étapes de la modélisation.

A. La carte de gauche correspondant à des valeurs de similarité (DOMAIN) supérieures à 0,95 avec les localités observées de l'espèce.

B. La carte centrale aux valeurs de probabilité calculées selon KERNEL.

C. La carte de droite correspond à la fusion des deux précédentes.

Chaque carte de distribution potentielle a été générée par le logiciel R (Projet-CRAN) en mode image avec des cellules ayant pour dimension 0,1° × 0,1° (soit sur l'ensemble du pays 67 × 64 cellules) avec le module «DOMAIN» dans «Adehabitat» mis en place par CALENGE (2007) sur la base des travaux de CARPENTER & al. (1993) et SKOV (2000).

La méthode permet de calculer un indice de similarité entre les valeurs des variables environnementales mesurées pour chaque occurrence et l'ensemble des valeurs de la zone de référence. Le choix de ces variables environnementales est discuté plus bas. Comme suggéré par CARPENTER & al. (1993), les indices limites de présence potentielle optimale ont été recherchées en utilisant comme témoins des inventaires locaux considérés exhaustifs (réserves de la Comoé et de Yapo-Mambo). Sur cette base, elles se situent entre 0,93 et 0,97 de similarité avec les valeurs environnementales. Nous avons donc choisi de conserver les surfaces de valeurs supérieures au seuil de 0,95 et de créer ainsi une carte binaire pour chaque espèce **(fig. 4A)**.

Nous avons ensuite utilisé une approche complémentaire et radicalement opposée pour nuancer ces cartes, jusque là uniquement binaires. Celle-ci est basée sur la distribution spatiale des récoltes en ne tenant aucun compte des données environnementales **(fig. 4B)**. De cette manière il est possible de modérer les effets pernicieux que peuvent avoir une densité inégale des récoltes, des échantillons excentrés ou anecdotiques. Cela permet d'éviter l'emploi des méthodes d'autocorrélation qui réduisent trop fortement les distributions.

Ces valeurs de probabilité sont fonction de la densité des points de récolte sur une région. La présence de plusieurs récoltes dans une même localité influence considérablement les valeurs de probabilité, ce qui n'est pas sans intérêt car cela peut signifier que l'espèce est abondante

dans cette localité, ou alors que cette espèce est peu fréquente mais qu'elle s'est maintenue de nombreuses années. Par ailleurs, certains biais dans les modélisations peuvent résulter de l'absence d'occurrences hors de la zone d'étude (océan et pays voisins). La méthode utilise le module du KERNEL (WORTON, 1989) mis en place par CALENGE (2006) dans le logiciel R pour l'analyse de l'habitat des mammifères. Le paramètre de lissage de ces courbes correspond à la valeur standard de validation croisée des moindres carrés (*LSCV*). Nous avons finalement superposé ces valeurs d'isoprobabilité d'occurrence pour les espèces qui disposent de plus de 5 occurrences aux cartes binaires afin d'obtenir la carte finale **(fig. 4C)**.

Résolution spatiale

Le choix d'une résolution pour les analyses de distribution dépend principalement de la précision des données disponibles et de la densité de l'échantillonnage.

La majorité des localités de récolte a une erreur variant entre 2 à 10 km, voire plus pour les plus anciennes, ce qui rend discutable le lien d'une localité avec un type d'occupation du sol ou de végétation à haute résolution **(fig. 5)**. Il est donc aberrant d'utiliser une résolution plus fine pour les analyses à moins soit d'accepter de ne pas tenir compte des points moins précis, soit d'accepter une part d'erreur conséquente dans le rattachement des données environnementales correspondant à une occurrence.

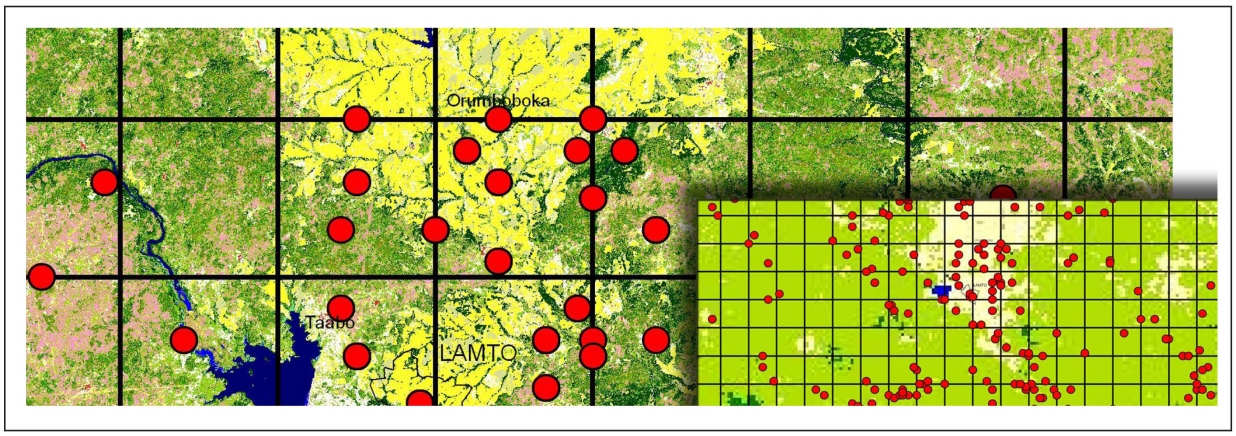

Fig. 5. – Grille de 0,1° (un carré à environ 11 km de côté) utilisée comme résolution pour les analyses de modélisation et position de points de récoltes sur une image satellite de la région de Lamto (Toumodi).

Une résolution de 0,1° (environ 11 km à la latitude de la Côte d'Ivoire) nous a semblé être un bon compromis pour la création des cartes de distribution potentielle. Cette résolution offre une homogénéité sur l'ensemble des points et reste à une échelle compatible avec les cartes des données environnementales. A titre indicatif, lorsque l'ensemble des occurrences de toutes les espèces est projetée sur une carte, 38 % du pays est couvert (83 % le serait avec une résolution augmentée à 30 km et 99 % avec une résolution de 60 km) **(fig. 6)**.

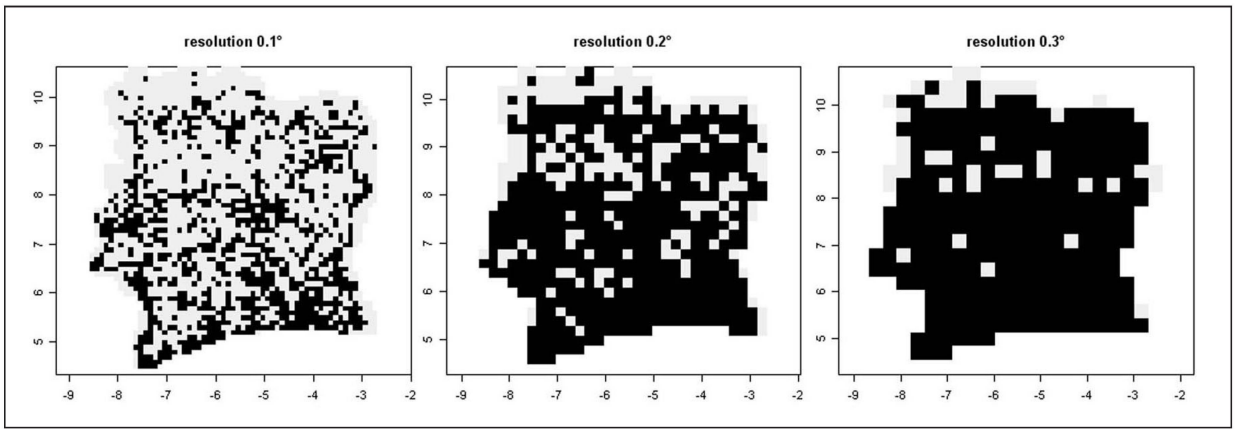

Fig. 6. – Cartes des occurrences des récoltes converties en format image avec trois résolutions : 0,1°, 0,2° et 0,3°.

Facteurs écologiques

Il importe de savoir que la Côte d'Ivoire est schématiquement couverte par deux grands types de végétation, avec au Nord la région des savanes qui appartient au domaine phytogéographique soudanais et au Sud le domaine guinéen dominé par la forêt dense humide (GUILLAUMET, 1967; GUILLAUMET & ADJANOHOUN, 1971; MONNIER, 1983; SPICHIGER, 1975a, 1975b) **(fig. 1)**. Le gradient pluviométrique Nord-Sud est la cause principale de cette variation de la végétation (ROMPAY, 1993; BONGERS & al., 1999). Chacun de ces domaines se divise en plusieurs secteurs (secteur ombrophile, mésophile, secteur montagnard) caractérisés par plusieurs types de végétation en fonction des sols, de la topographie, des facteurs climatiques et humains.

Facteurs climatiques

– Pluviométrie
Les valeurs pluviométriques moyennes annuelles se répartissent selon un gradient très prononcé du Sud au Nord du pays, permettant ainsi le développement d'une végétation forestière sempervirente au Sud et diminuant progressivement vers le Nord, pour ne rendre possible que le développement d'une végétation de savane et de forêts décidues. L'extrême pointe Sud-Ouest de Tabou montre de très fortes valeurs pluviométriques et relativement localisées atteignent 2500 mm/an, qui vont décroître et atteindre 1100 mm au Nord-Est vers la ville de Bouna. Ces valeurs pluviométriques ont fortement évolué au cours de la période pour laquelle nous disposons de données floristiques, soit entre 1900 et 2002. On estime une diminution très variable selon les régions, mais pouvant atteindre 25% dans la zone forestière (BROU, 1997).

– Durée de la saison sèche
La quantité annuelle de pluie n'est pas le facteur unique influençant le développement de la végétation; la durée de la saison sèche est également importante. Elle correspond à la somme des mois où on constate un déficit hydrique, c'est-à-dire ceux pour lesquels l'évapotranspiration potentielle est inférieure à la pluviométrie (EDLIN, 1979). La saison sèche passe de 1 mois au Sud, à 8 mois au Nord selon un gradient globalement semblable à celui de la pluviométrie annuelle. Ces valeurs sont néanmoins indicatives puisque calculées sur une estimation de l'évapotranspiration mensuelle. Au Nord du pays les plus importants déficits hydriques s'observent durant janvier et décembre alors qu'ils sont faibles ou nuls durant les mois de juillet et juin. Un faible déficit hydrique s'observe à néanmoins au Sud sur la zone d'Abidjan au mois d'août.

– Température
La température est essentiellement corrélée à l'altitude. Elle est toutefois également corrélée à la pluviométrie et à l'humidité de l'air, elle-même toujours liée à la latitude. Sur les cartes de températures moyennes, il est possible de visualiser les variations liées au relief et à la couverture végétale (en particulier pour la température moyenne maximum). Cette propriété est intéressante pour l'étude de la végétation d'autant qu'il est difficile de trouver d'autres paramètres prenant en considération l'influence des brumes ou des nuages sur les montagnes ou plus généralement des brouillards, qui pourtant ont une influence sur les plantes. Les valeurs moyennes mensuelles rencontrées s'étagent entre 18° et 34°. Les cartes de température moyenne, maximale, minimale (valeur souvent admise comme limitante pour la croissance de la végétation) et diurnes ont été testées pour la modélisation, mais c'est la température maximale qui offre la ségrégation la plus intéressante. On notera que les valeurs utilisées sont celles interpolées à partir des données de la période 1961-1990 du *Climate Research Unit* (NEW & al., 1999). Elles sont un peu différentes de celles habituellement employées dans les ouvrages de référence des années 1966-1972 (EDLIN, 1979; MONNIER, 1983).

Facteurs édaphiques

– Roches et sols
La majorité des sols de l'Ouest de la Côte d'Ivoire sont issus de granites, et de schistes pour la partie Est. Certaines régions se caractérisent par des roches basiques ou des grès. La zone côtière est constituée de sols sableux ou/et limoneux aux embouchures des grands fleuves. Le degré de ferralitisation est bien entendu lié au gradient pluviométrique. L'utilisation des cartes géologiques dans la modélisation est souvent problématique car leurs légendes sont qualitatives (classes de roches). Il faut alors faire intervenir autant de cartes binaires qu'il existe de types de sols, soit trouver des facteurs quantitatifs intégrant les effets de ces différents types de substrats. Parmi les facteurs conditionnant la végétation, un des principaux est le degré de rétention de l'eau dans les sols (WIERINGA & al., 2004). C'est celui que nous avons retenu, car il a par ailleurs l'avantage de tenir compte de la profondeur du sol.

Facteurs topographiques

– Orographie

La Côte d'Ivoire se caractérise par un relief plutôt plat et monotone de basse altitude, mais il est marqué par endroits de quelques massifs montagneux correspondant à l'extrémité Est de la chaîne du Fouta-Djalon. Il s'agit des monts Nimba et des monts des Dans ; des massifs granitiques qui culminent au maximum à 1700 m d'altitude. Autrement, le reste du pays ne montre que de faibles variations d'altitude de 100 à 400 m. On notera quelques chaînes comme les Monts de Bondoukou atteignant des altitudes de 700 m (à l'Est) ou des Monts Bougouri à 850 m (au Nord-Ouest).

Les inselbergs représentent également des milieux particuliers qui abritent une flore caractéristique (Porembski, 1995, 1996). Ces milieux azonaux sont suffisamment nombreux et dispersés pour qu'il soit important de les prendre en considération dans l'analyse.

– Hydrographie

On compte quatre grands fleuves coulant du Nord vers le Sud : le Cavally, le Sassandra, le Bandama et la Comoé, bordés par une végétation de forêt riveraine relativement homogène du Nord au Sud du pays, avec également un cortège d'espèces aquatiques. En région de savane, c'est aussi le réseau réticulé des rivières et marigots bordés de forêts galeries qui a une influence sur la diversité floristique du paysage en permettant d'y trouver une partie des espèces du cortège forestier.

Il aurait été tentant de prendre en compte le réseau hydrographique pour la modélisation de la distribution de ces espèces. Malheureusement, vu l'imprécision des localités de récolte des données de base, cela n'a pas été possible.

Facteurs humains

Un des principaux facteurs liés à l'homme est le feu qui est mis chaque année aux surfaces occupées par les savanes. Le feu limite le développement des espèces ligneuses et permet donc le maintien de ce type de végétation. Il est reconnu que l'absence de feu permet à la majorité des savanes (non édaphiques) de se reboiser et de se transformer en forêt (Spichiger, 1975a, 1975b, 1981 ; Gautier, 1992, 2004). Pour approcher ce facteur, nous avons choisi d'employer une carte des savanes. A l'échelle d'analyse utilisée, cette information reste assez peu fiable, mais néanmoins importante.

Un autre facteur qui a une influence prépondérante sur la distribution des espèces de forêt est la déforestation. L'intégration des cartes du couvert forestier pose un problème de correspondance temporelle avec l'époque de récolte, puisque les surfaces de forêt ont fortement diminué. Nous avons choisi de ne conserver que la carte la plus ancienne, qui peut être considérée comme la surface originelle de forêt.

Commentaires

Certaines données environnementales qui auraient pu présenter un intérêt très important dans l'analyse, n'ont pu être retenues en raison de l'insuffisante résolution des localités de récolte. Nous avons ainsi dû exclure les données écologiques fines comme la distribution des forêts galeries, celle des mares temporaires ou celle des rochers isolés.

Même si le climat a fortement évolué depuis le début du siècle (Bigot & al., 2005), il est délicat de prendre cette évolution en compte dans la modélisation. Nous travaillons avec des valeurs climatiques moyennes, tout en restant conscient que ces changements climatiques (principalement diminution de la pluviométrie) ont certainement une influence sur certaines espèces.

Parmi l'ensemble des facteurs écologiques disponibles, une sélection a été réalisée de manière itérative par ajout ou exclusion pour des espèces tests jusqu'à obtenir un résultat optimal d'après nos connaissances de terrain. Le choix des données écologiques employées correspond à celui de la plupart des travaux de modélisation de distributions (Skov, 2000) à l'exception du facteur altitude, qui dans le cas de la Côte d'Ivoire est partiellement corrélé avec les inselbergs.

Parmi les facteurs écartés suite aux tests, il faut citer la distance aux rivières et la durée de la saison sèche, la température minimum et l'altitude.

Les facteurs finalement retenus **(fig. 7** et **fig. 8)** sont les suivants :

– Précipitations moyennes des mois de juillet, données numériques du CRU 1961-1990 ;

– Précipitations moyennes des mois de décembre, données numériques du CRU 1961-1990 ;

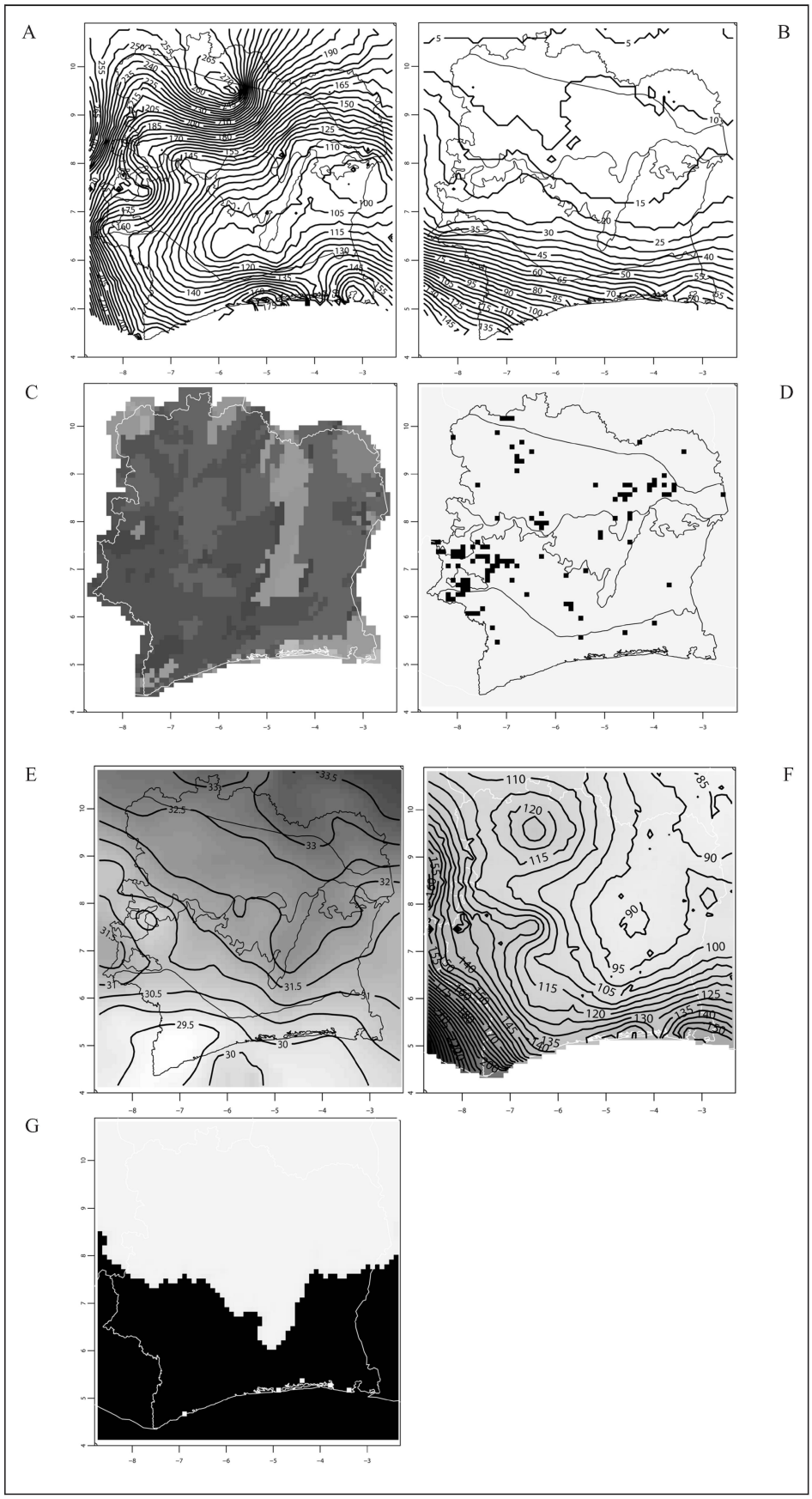

Fig. 7. – Carte des facteurs écologiques utilisés dans la création de cartes de distribution potentielle :

A. Pluviométrie moyenne du mois de juillet (mm) ;

B. Pluviométrie moyenne du mois de décembre (mm) ;

C. Rétention des sols en eau (mm/m) ;

D. Inselbergs ;

E. Température maximale (T°) ;

F. Pluviométrie moyenne annuelle (cm) ;

G. Régions forêt-savane (action des feux).

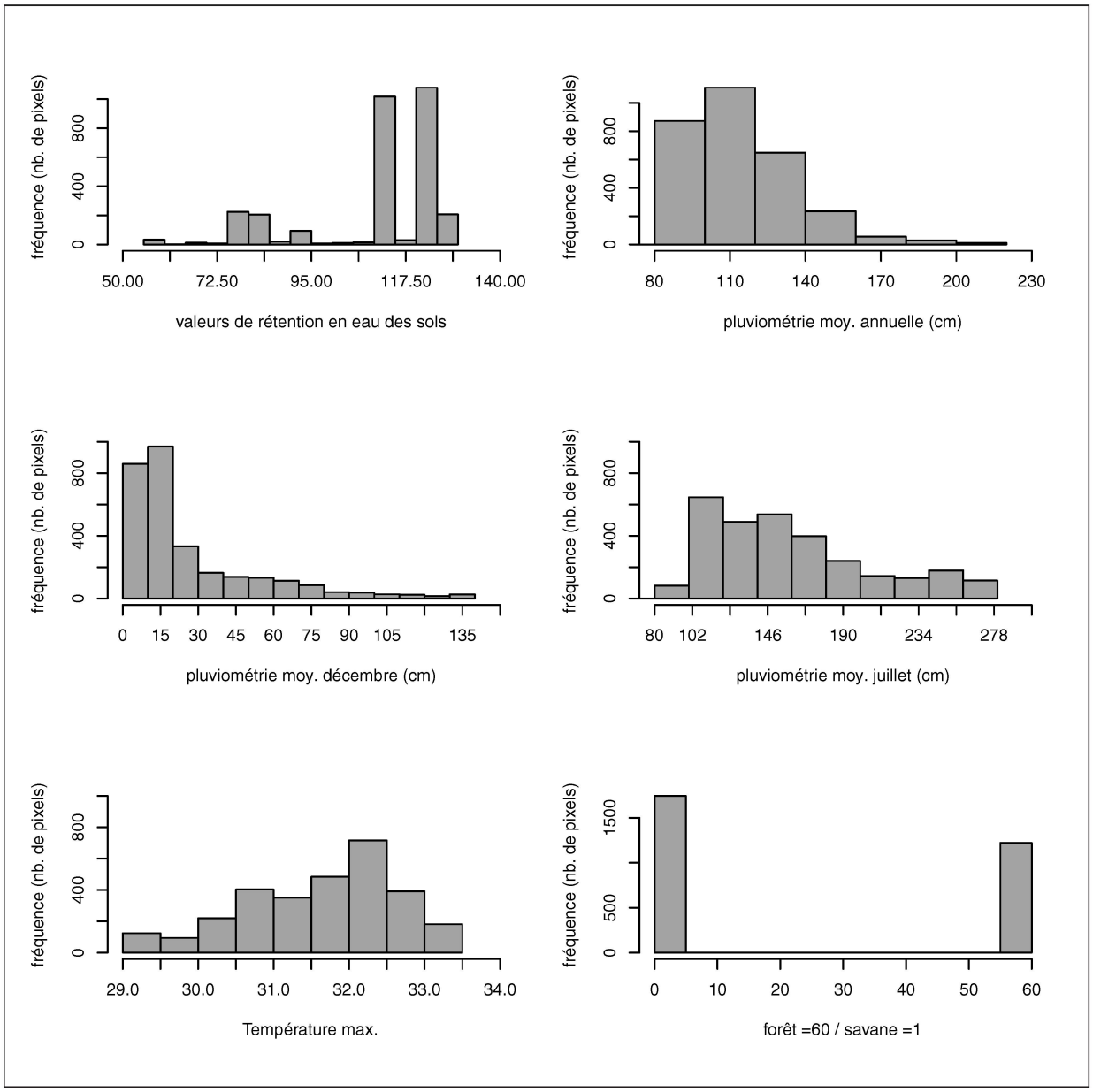

Fig. 8. – Distribution (en pixels) des valeurs écologiques pour l'ensemble de la Côte d'Ivoire.

– Capacité de rétention en eau du sol (données FAO et données des sols). Valeurs extrapolées sur la base des cartes pédologiques (1:2 000 000) de PERRAUD (1971), considérant les sols sableux comme ayant une très faible capacité de rétention de l'eau (75 mm d'eau/m de sol) aux sols schisteux avec des valeurs de 130 mm/m (FAO, 1995 ; WIERINGMA & POORTER 2004) ;
– Distribution des Inselbergs, d'après les cartes (1:2 000 000) de GUILLAUMET & ADJANOHOUN (1968) ;
– Température maximum, moyenne sur 12 mois, données numériques du CRU 1961-1990 ;
– Précipitations, moyenne sur 12 mois (mm/an), données numériques du CRU 1961-1990 ;
– Influence du facteur feu, d'après la limite forêt-savane de la carte de (1:2 000 000) MONNIER (1983).

Validation de la modélisation

L'échantillonnage à l'échelle d'un pays sur des dizaines d'années a beau nous fournir près de 42 566 occurrences, le faible nombre d'observations par espèce ne permet pas de réserver une partie des données pour la validation. Par ailleurs, ces récoltes ou la littérature, par leur nature, fournissent des informations sur la présence mais aucune information sur l'absence des espèces. C'est un problème récurrent au niveau statistique (ELITH & LEATHWICK, 2007). En conséquence, la validation repose essentiellement sur l'appréciation visuelle des résultats par nos connaissances de la végétation. Néanmoins, l'utilisation de tests de pseudo-absence basés sur quelques sites d'inventaires considérés comme exhaustifs est une technique que nous avons préférée à la création de points d'absence aléatoires pour une approche statistique de validation. Toutefois, cette approche n'a de sens que pour autant que l'on utilise des méthodes telles que les GLM ou MARS. Toutefois, pour des espèces ayant plus de 30 occurrences, des analyses avec les tests de ROC (FAWCETT, 2006) ont été menées avec MARS, et on obtient des valeurs moyennes ROC de 0,8-0,9.

Analyse globale de la distribution des espèces

Il est classique d'identifier les espèces qui se localisent exclusivement dans une région ou les espèces caractéristiques d'un type de végétation ou encore d'un domaine biogéographique. S'il est aisé d'extraire cette information par un SIG, puisque chaque type de végétation correspond à un polygone, cette information est en revanche partielle car les limites de ces régions sont en réalité graduelles et il est difficile d'évaluer si une espèce se trouve au centre du polygone ou en bordure, voire légèrement à l'extérieur.

Une approche alternative consiste, à partir de la distribution des espèces, à définir objectivement des ensembles d'espèces qui présentent une répartition semblable, et ce sans tenir compte ni des divisions biogéographiques connues ni des données environnementales. On peut alors confronter ces ensembles à ceux issus de travaux antérieurs.

Pour cette approche, nous avons utilisé deux méthodes d'analyse factorielles :

- La première analyse factorielle a pour objectif d'identifier les similitudes ou différences entre les groupes d'espèces à l'échelle du pays, mais surtout des zones «limites» ou de gradients. Elle doit avant tout nous permettre de valider nos connaissances et de tester la robustesse des données. Pour cette analyse, le regroupement des localités a été réalisé selon une grille de maille de 0,4° de résolution, valeur limite pour couvrir un maximum de territoire. Les différentes analyses ont été réalisées avec les modules «Ade4» du logiciel R sur la base d'une matrice de i lignes (espèces) et j colonnes (grille). Le problème principal reste la définition des surfaces d'analyse. Un découpage par des gilles de maille de moins de 0,4° induit de nombreuses régions sans occurrences alors qu'une taille plus élevée masque la distribution réelle puisque la Côte d'Ivoire n'est couverte alors que par quelques mailles **(fig. 6)** ;
- La deuxième approche est l'analyse discriminante des valeurs propres de voisinage «DAENO» (SPICHIGER & al., 2004 ; CALENGE & al., 2005). Elle permet de s'affranchir du regroupement des occurrences par grid pour obtenir des résultats plus fins au niveau des gradients, car chaque occurence est prise en compte avec toute sa précision. Elle a été appliquée à l'ensemble des espèces ayant plus de 5 occurrences. Bien que produisant des résultats très proches de ceux de l'analyse factorielle des correspondances, cette analyse permet de considérer au mieux la distribution géographique. La première étape est la création des mesures de voisinage des occurrences par triangulation de Delauney. Puis une matrice de i lignes par i colonnes (i étant le nombre d'occurrences) est construite. Cette matrice est utilisée pour analyser la position des occurrences par diagonalisation. Les valeurs des scores des vecteurs propres sont représentées graphiquement sur des cartes successives.