

« EVALUATION INTEGREE ET
SUIVI DES RESSOURCES
FORESTIERES, DES ARBRES HORS
FORETS ET DES ECOSYSTEMES
TERRESTRES »

Communication du SENEGAL

Dakar, 16 mars 2004

Situation du domaine forestier et des ressources fauniques

Le Sénégal compte 234 périmètres classés dont

- 183 forêts classées,
- 17 réserves sylvo- pastorales,
- 1 parc forestier et zoologique
- 7 parcs nationaux et
- 7 zones d'intérêt cynégétique

Couvrant au total

- une superficie totale de 7 135 618 ha soit
- un taux de classement de 35,7%

Situation du domaine forestier et des ressources fauniques

- ✱ Absence de consensus sur les définitions et la délimitation des strates forestières
- ✱ Données disponibles contradictoires
 - ✱ CSE (2002): 13.259.166 ha soit 66% du territoire national
 - ✱ FAO (1995) 11.500.000 ha

Situation du domaine forestier et des ressources fauniques

Faune relativement riche et variée

- 169 espèces de mammifères
- 625 espèces d'oiseaux
- cependant, menace de disparition de certaines espèces telles que la girafe, le damalisque, la gazelle dama et la gazelle à front roux, et la menace d'extinction qui pèse sur d'autres, au rang desquelles l'éléphant, l'élan de derby, le bubale, l'Autriche, le pélican, les oies et les canards

Synthèse des principales expériences d'inventaire forestier

- ☀ Cartographie et télédétection des ressources de la République du Sénégal: Etude de la géologie, de l'hydrologie, des sols, de la végétation et du potentiel d'utilisation des terres
- ☀ Inventaire des forêts de basse et moyenne Casamance
- ☀ Inventaires des ressources forestières et pastorales des forêts classées de Mahon et Bakor
- ☀ Inventaire de la forêt classée de Balmadou

Synthèse des principales expériences d'aménagement

- ✱ Forêt classée de Bandia
- ✱ Aménagement de peuplements forestiers naturels (Gonakeraies et forêts du Rail)
- ✱ Aménagement de la forêt classée de Dabo
- ✱ Aménagement de la forêt classée de Balmadou
- ✱ Aménagement participatif de la forêt classée de Ndankou
- ✱ Aménagement des plantations de Filao
- ✱ Aménagement participatif et intégré des forêts naturelles de Tambacounda et Kolda pour la production de bois-énergie

Synthèse des principales expériences d'aménagement

Principales contraintes:

- ✱ Contraintes anthropiques : défrichements agricoles, passage de fréquents feux de brousse, coupe illicite de bois, émondage et surpâturage,
- ✱ Contraintes physiques : faiblesse et irrégularité de la pluviométrie, sols indurés ;
- ✱ Contraintes techniques : connaissance insuffisante de la sylviculture des espèces locales, mauvaise estimation du potentiel et/ou du croît des forêts naturelles ;
- ✱ Contraintes politiques : politiques agricole (Terres neuves) et forestière (remplacement de forêts naturelles par des plantations monospécifiques) non conservatrices de biodiversité.

Proposition d'une méthodologie d'évaluation et de suivi des ressources forestières

- ☀ méthodologie d'évaluation et de suivi des ressources forestières a été élaborée en capitalisant les différentes expériences qui ont été menées au Sénégal
- ☀ large concertation impliquant la Direction des Eaux et Forêts (DEFCCS), le Centre de Suivi Ecologique (CSE), le Centre National de Recherches Forestières (CNRF) et l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE)
- ☀ expérimentation par le Programme de Gestion Durable et Participative des Energies Traditionnelles et de Substitution



Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Comprend 5 phases principales qui sont

- La cartographie
- Les inventaires de terrain
- L'élaboration de tarifs de cubage
- Les profils de végétation
- Le SGBD

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

La cartographie

- Objectif: obtenir des informations sur les formations ligneuses et les autres types d'occupation des sols
- ☀ ⇒ localisation, répartition et morcellement des différents types de végétation;
- ☀ ⇒ statistiques sur les superficies et les périmètres des zones forestières

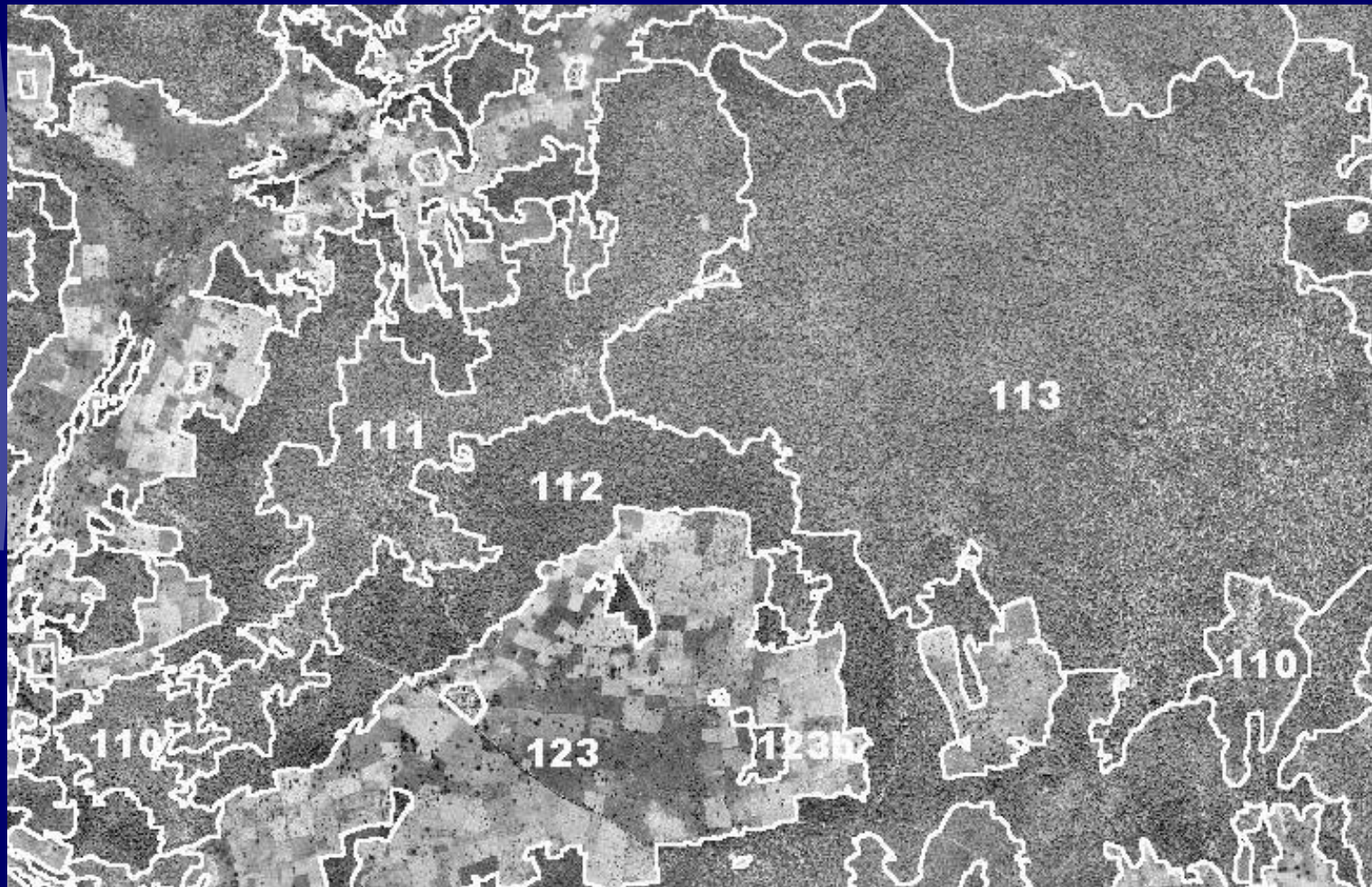
Proposition d'un système d'évaluation des ressources

La cartographie

- basée sur les photographies aériennes au 1/30.000ème
- livrées sous format numérique géoréférencées et assemblées en ortho-photo-plans
- photo-interprétation est effectuée directement à l'écran d'ordinateur
- consultation de couples stéréoscopiques et vérité terrain permettent d'affiner et de confirmer la stratification faite à l'écran d'ordinateur

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

La cartographie



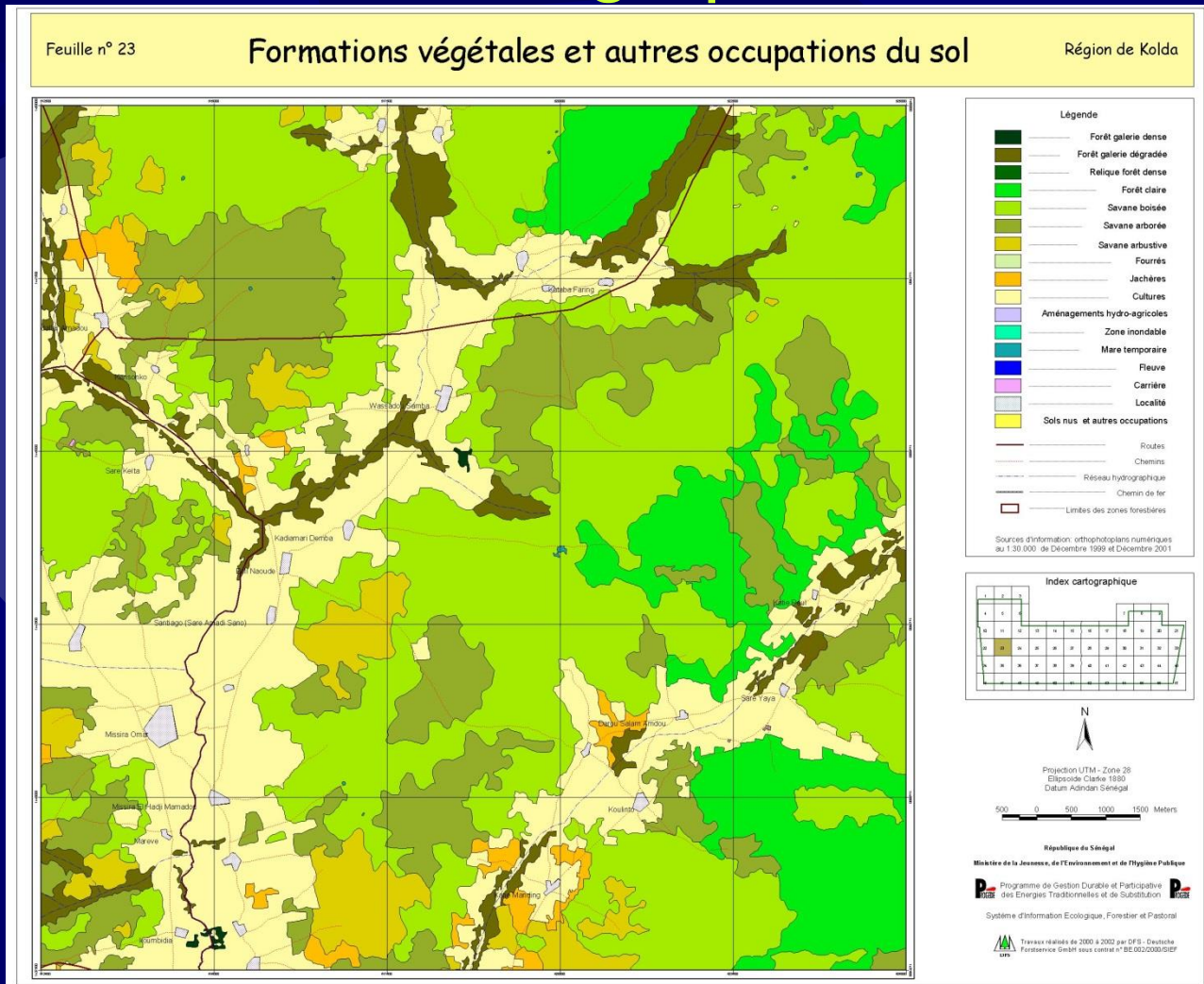
Exemple de résultat d'une photo-interprétation numérique

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

La cartographie

- ✱ Transformation des polygones en thèmes
- ✱ Elles sont complétées par les informations relatives à la planimétrie, l'altimétrie et la toponymie.
- ✱ intégration dans un Système d'Information Géographique (SIG)
- ✱ Production d'une carte écologique et des types de peuplements

Proposition d'un système d'évaluation des ressources La cartographie



Exemple de carte écologique et des types de peuplements dans la région de Tambacounda

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

La cartographie

La phase cartographique permet ainsi la stratification des formations forestières en unités les plus homogènes possibles, pour ainsi réduire la variabilité d'une strate à une autre.

Ce faisant, un effort d'échantillonnage réduit permet d'acquérir une plus grande précision.

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

La cartographie

En lieu et place des photographies aériennes, il est possible d'utiliser des images satellitales

Avantage:

- Coût moins onéreux

- Classification plus rapide

Inconvénient

- Stratification moins fine

- Demande davantage de travail de validation

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

La cartographie

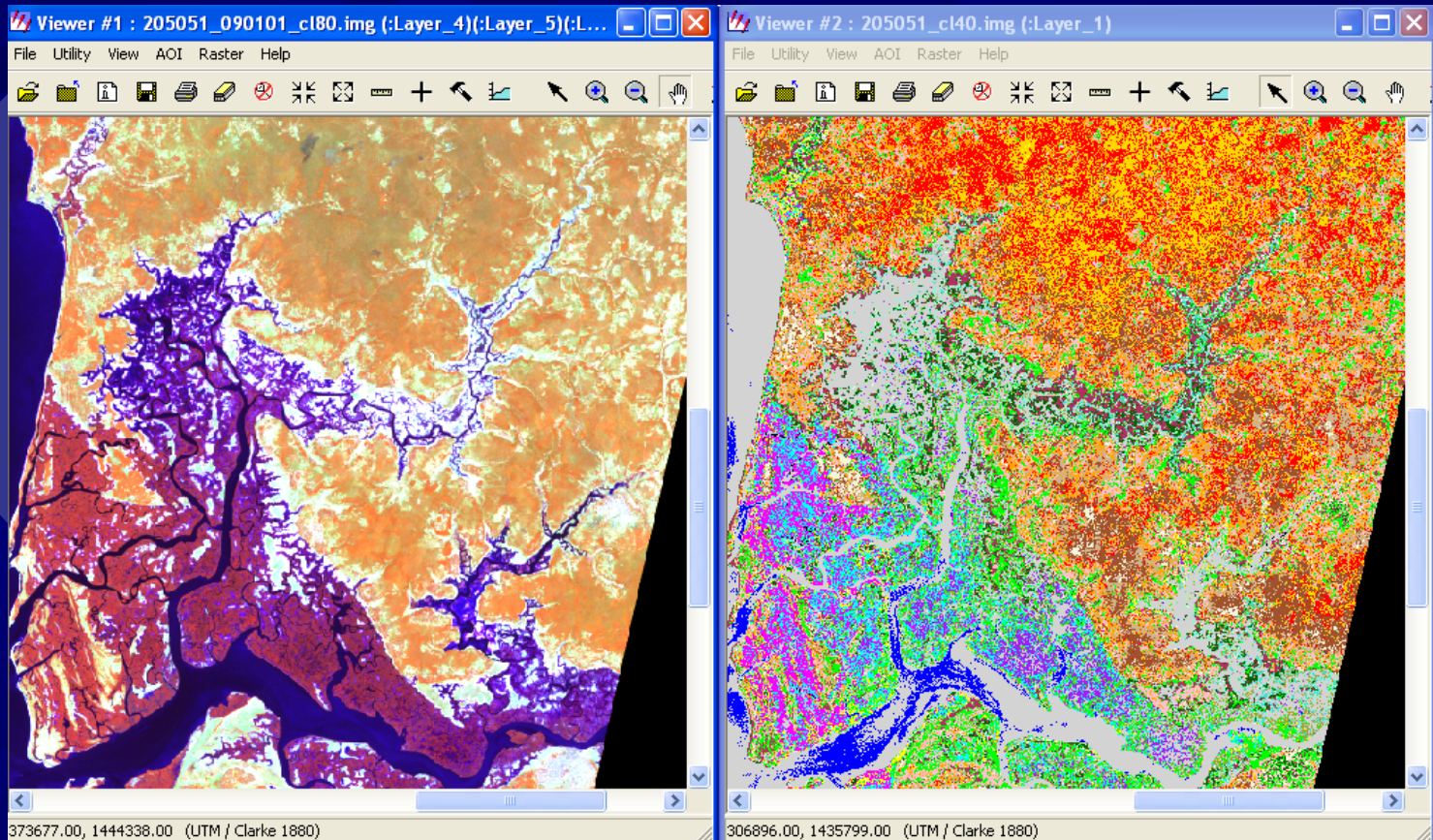
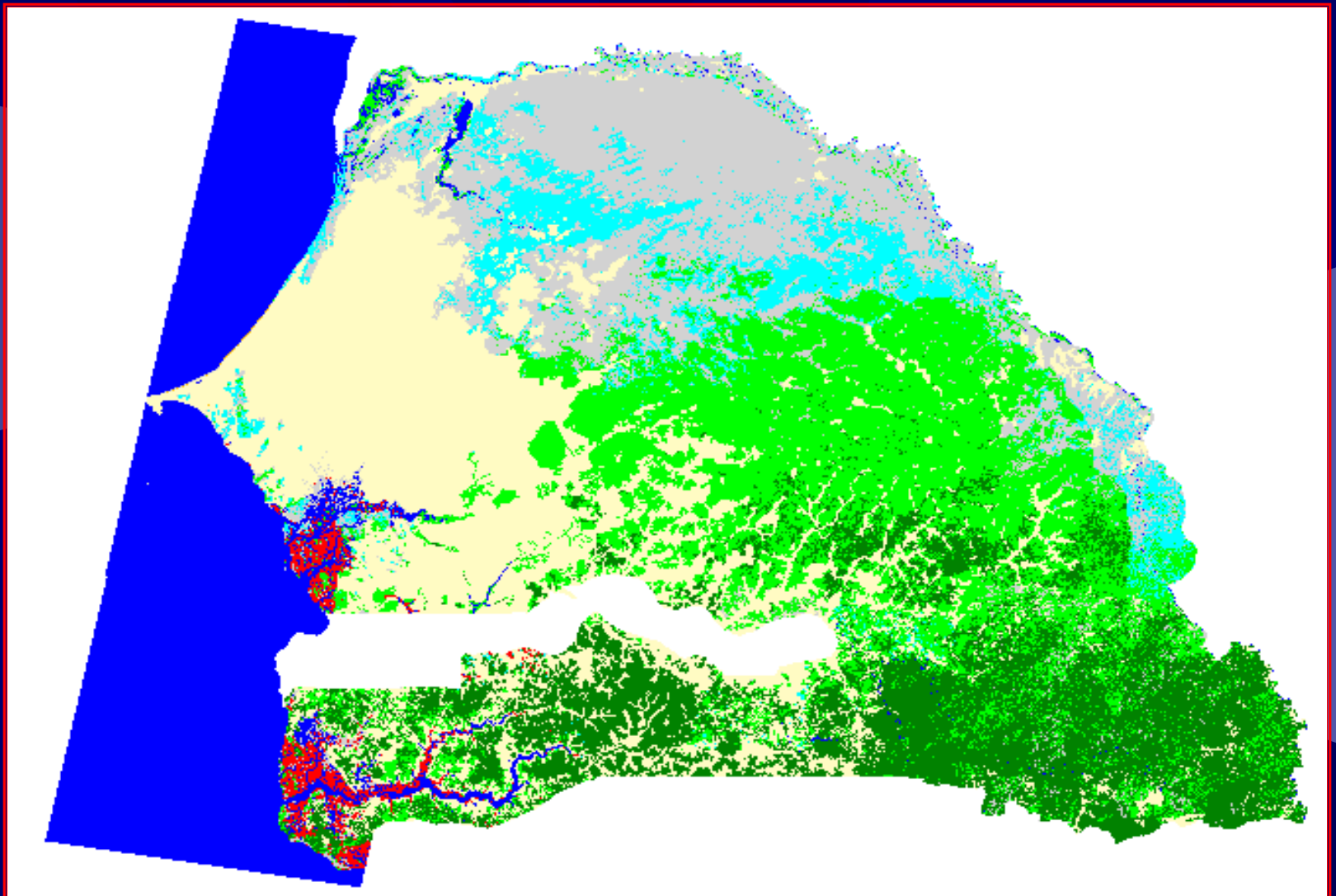


Image origine

Résultat de la classification

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

La cartographie



Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les inventaires forestiers

L'objectif : acquisition d'informations sur les valeurs moyennes et la variabilité concernant:

- ⇒ les caractéristiques stationnelles (pente, type, texture et profondeur du sol, érosion ..
- ⇒ les caractéristiques écologiques: type de formation forestière, composition floristique, état de la régénération, exploitation)
- ⇒ les caractéristiques dendrométriques: espèces présentes, densité des ligneux, structure, diamètre et hauteur, qualité, bois mort

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les inventaires forestiers

- Effort d'échantillonnage est fonction du niveau de précision souhaité (pour la surface terrière ou volume)
- Estimation de la variabilité du paramètre en question sur la base d'un pré-échantillonnage
- Calcul du nombre d'unités d'échantillonnage nécessaires pour atteindre la précision ciblée
- Ensuite calcul du nombre d'unités d'échantillonnage requises pour chaque strate
- Enfin, répartition au moyen d'une maille quadratique avec tirage au sort sans remise

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les inventaires forestiers

Population échantillonnée: l'ensemble

- des ligneux vivants (arbres, arbustes, arbrisseaux, lianes, bambous, etc.)
- des souches
- du bois mort (sur pied ou gisant)

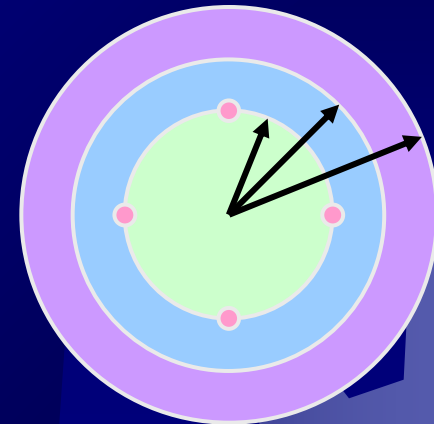
La découpe consensuelle est de 3 cm qui correspond aux bois les plus petits utilisés dans les meules de carbonisation ou par les populations rurales.

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les inventaires forestiers

Dispositif d'échantillonnage

- ★ 1 grappe de 4 placettes de 1 m de rayon :
 - régénération (ligneux à $D_{\text{réf}} < 3,0$ cm)
- ★ 1 placette de 10 m de rayon :
 - ligneux vivants et souches à $3,0 \text{ cm} \leq D_{\text{réf}} \leq 9,9$ cm
- ★ 1 placette de 15 m de rayon :
 - ligneux vivants et souches à $10,0 \text{ cm} \leq D_{\text{réf}} \leq 19,9$ cm
- ★ 1 placette de 20 m de rayon :
 - ligneux vivants et souches à $D_{\text{réf}} \geq 20,0$ cm
 - arbres morts sur pied à $D_{\text{réf}} \geq 3,0$ cm et hauteur totale $\geq 0,7$ m
 - bois mort gisant jusqu'à une découpe de 3,0 cm d'une longueur $\geq 0,5$ m



Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les inventaires forestiers

Pour la stratification à l'échelle nationale, les images Landsat 7 ETM ont été utilisées.

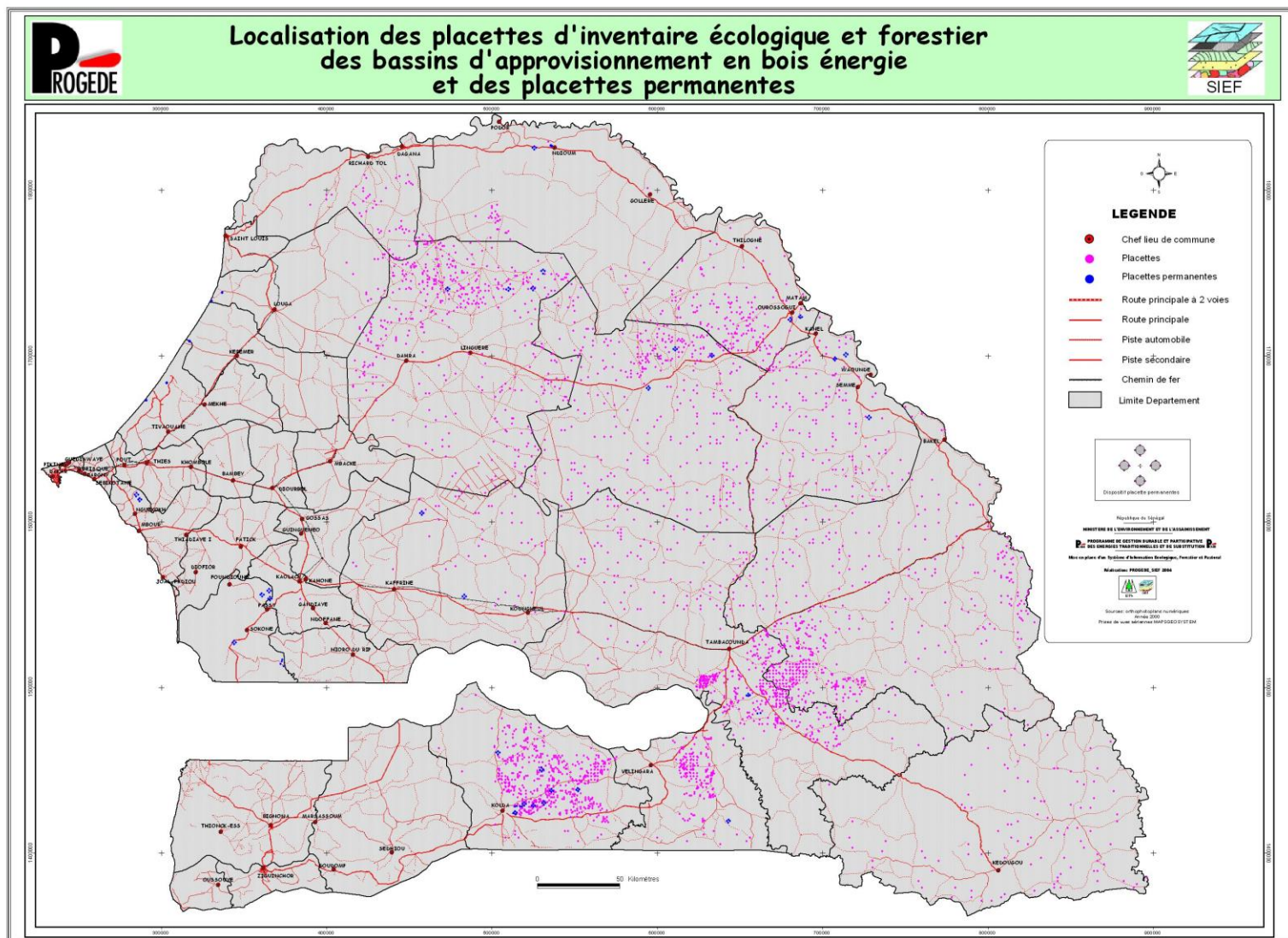
stratification en quatre classes (faible, peu riche, riche et très riche)

Calcul du nombre d'unités d'échantillonnage pour obtenir une précision de 85% sur chaque strate.

Au total 1.788 placettes d'inventaire ont été répartis à travers les bassins d'approvisionnement en bois-énergie

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les inventaires forestiers

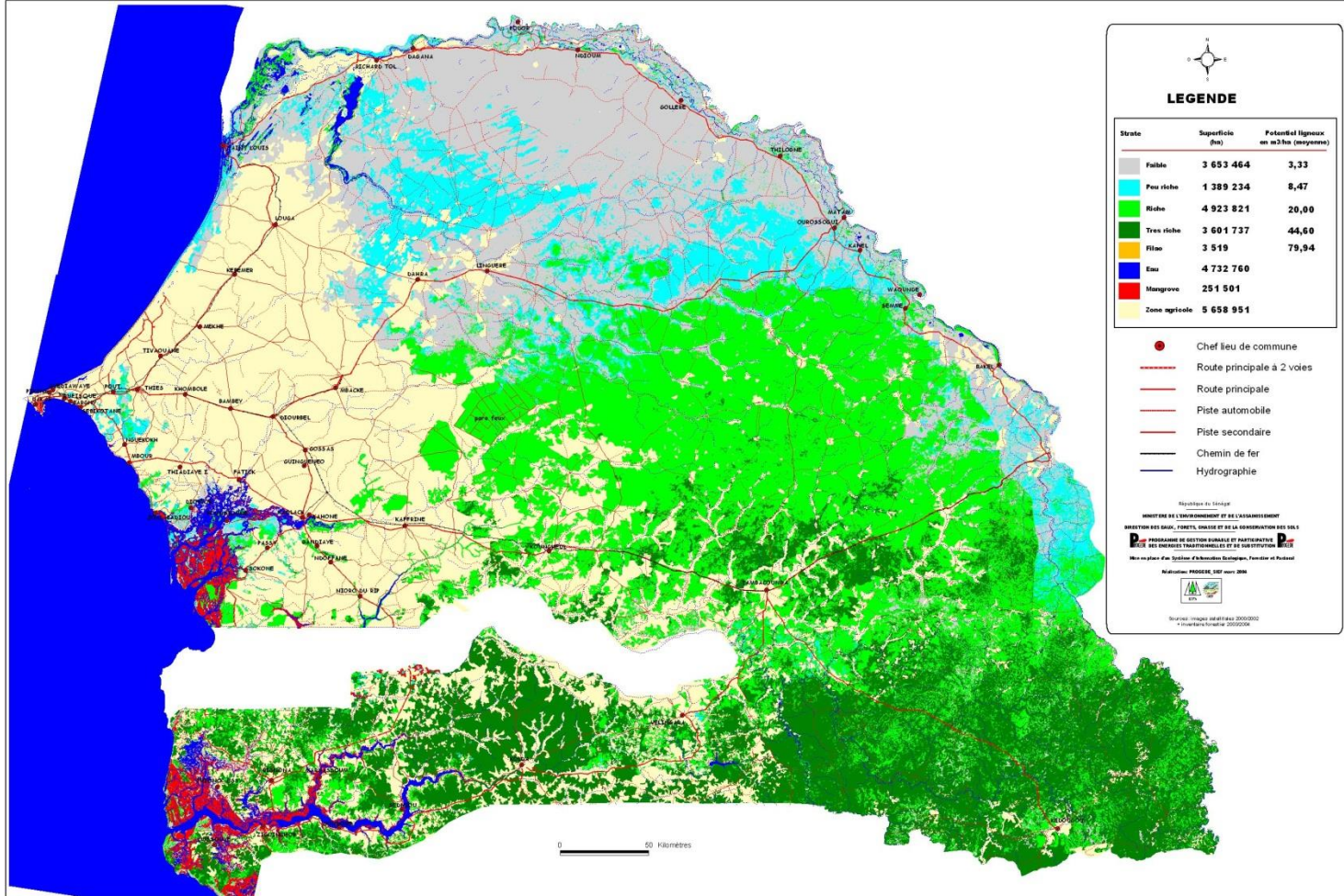


Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les inventaires forestiers



Carte de potentiel ligneux du Sénégal



Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les inventaires forestiers

Région	Nbre tiges/ha	Vol/ha
Kaolack	395	19,35
Louga	159	4,93
Kolda	873	51,98
Matam	619	22,89
St Louis	153	17,34
Tamba	749	35,19

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les tarifs de cubage

- ☀ Relations mathématiques qui permettent de calculer les volumes à partir d'un paramètre dendrométrique simple tels le diamètre, la surface terrière, la hauteur, etc.
- ☀ La relation d'autant meilleure que le paramètre choisi est corrélé au volume (généralement le diamètre).
- ☀ Peut utiliser une combinaison de plusieurs paramètres (tarif à plusieurs entrées).

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les tarifs de cubage

- ✱ impliquent le mesurage sur pied d'un nombre représentatif de sujets de l'espèce à différentes catégories de diamètre.
- ✱ Les sujets mesurés sont ensuite abattus leur volume exact déterminé
 - ✱ par cubage par sections pour les grosses sections
 - ✱ par la technique du déplacement d'eau pour les petites sections.

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les tarifs de cubage

- ★ Des échantillons de bois vert sont prélevés et séchés à l'étuve pour déterminer le poids volumétrique.
- ★ Ensuite seulement, les relations allométriques sont déterminées pour calculer le volume du bois sur pied sur la base du paramètre dendrométrique choisi (diamètre ou combinaison du diamètre et de la hauteur généralement).

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les profils de végétation

- ✱ Représentation idéalisée des formations forestières, qui permettent une restitution "écologique" de l'inventaire forestier.
- ✱ Ils sont particulièrement pertinents pour des formations végétales telles les forêts galeries,
- ✱ mais peuvent s'avérer utiles pour les autres types de formations en ce sens qu'ils permettent une restitution 'moins académique' et souvent fort accessible des résultat d'un inventaire forestier

Proposition d'un système d'évaluation des ressources

Les profils de végétation

- ✱ Ils sont établis sur la base d'observations dans des transects des paramètres tels la composition floristique, la densité de végétation, le type de sol, la pente du terrain, etc.
- ✱ Les transects sont de largeur et de longueur variables en fonction de la diversité végétale.

Proposition d'un système de suivi des ressources

Caractéristiques générales

- ✱ mise à jour régulière de la situation de référence issue de l'inventaire
- ✱ N'est utile que dans le long terme
- ✱ doit pouvoir fournir à échéances périodiques des informations précises et fiables,
 - ✱ sur l'état environnemental des différents faciès forestiers ou agro-pastoraux et
 - ✱ sur l'évolution de leur biodiversité.

Proposition d'un système de suivi des ressources

Caractéristiques générales

- ☀ mise à jour régulière de la situation de référence issue de l'inventaire
- ☀ N'est utile que dans le long terme
- ☀ doit pouvoir fournir à échéances périodiques des informations précises et fiables,
 - sur l'état environnemental des différents faciès forestiers ou agro-pastoraux et
 - sur l'évolution de leur biodiversité.
- ☀ Doit être naturellement plus léger et plus économe que le dispositif d'inventaire initial auquel il doit s'articuler

Proposition d'un système de suivi des ressources

Caractéristiques générales

- ★ Un système de suivi des ressources forestières doit répondre à un certain nombre de critères, :
 - ⇒ Adapté: compatible avec les compétences techniques pour le faire fonctionner et avec les ressources disponibles pour sa mise en place et son suivi à long terme;
 - ⇒ Econome: les coûts récurrents de son fonctionnement doivent pouvoir être pris en charge par le budget des institutions chargées de son suivi;
 - ★ ⇒ Et enfin robuste pour que le dispositif ne puisse pas être facilement mis hors d'usage par des pratiques des populations lors de leurs utilisations courantes des terres.

Proposition d'un système de suivi des ressources

Exemple de mise en oeuvre

- ★ partition du pays en zones écogéographiques;
- ★ Ces zones font ensuite l'objet d'une subdivision pour tenir compte des faciès écologiques rencontrés.
 - Par exemple, deux faciès écologiques peuvent être identifiés dans les niaves : la « niave littorale » qui longe la côte maritime et qui est constituée pour l'essentiel par les plantations de filaos et la « niave continentale » constituée par les dunes continentales

Proposition d'un système de suivi des ressources

Exemple de mise en oeuvre

- ✱ maillage systématique des placettes de suivi sur la sous-zone.
- ✱ les coordonnées des placettes ainsi déterminées sont approximatives et devront être affinées sur le terrain (robustesse)
- ✱ Les placettes sont constituées d'une grappe de 4 pour un bon contrôle de la variabilité intra-strate

Proposition d'un système de suivi des ressources Le SGBD



Interface de communication du SGBD

Proposition d'un système de suivi des ressources

Le SGBD

- ✱ Le traitement des données doit permettre le calcul des paramètres dendrométriques à l'ha (densité, surface, volume moyen, régénération, fréquence, etc.);
- ✱ les intervalles de confiance attachés aux estimations des principales caractéristiques dendrométriques (densité, surface terrière et volume) sont données par le système de traitement.

Proposition d'un système de suivi des ressources

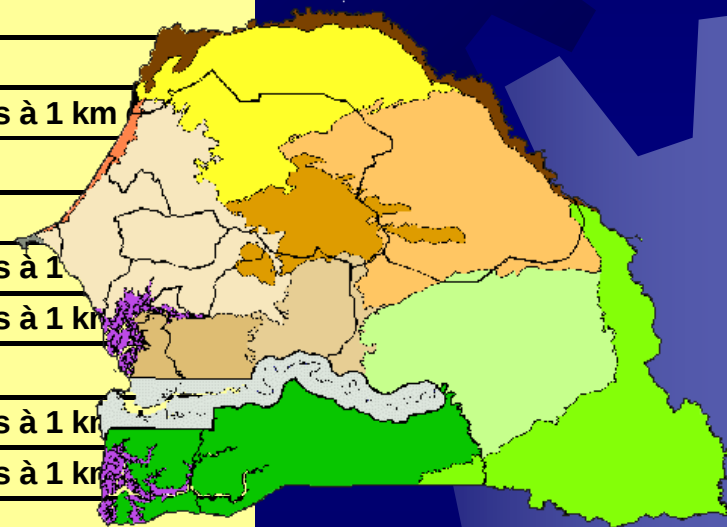
Le SGBD

- ✴ La liaison de la base de données avec les informations géographiques permet de spatialiser l'information et ainsi de
 - calculer les potentialités pour une forêt déterminée (forêt classée ou communautaire)
 - ou pour une entité administrative (région, département, communauté rurale).
- ✴ Le SGBD doit comprendre
 - un certain nombre de requêtes pour les informations d'utilisation courante et
 - une interface de communication qui permet de dialoguer facilement avec le système.
 - les données de base pour permettre à un utilisateur averti de rechercher d'autres types d'information en fonction de ses besoins précis.

Proposition d'un système de suivi des ressources

Exemple de mise en oeuvre

Zone / Sous-Zone	Unités d'échantillonnage	
	Nombre	Configuration
Niayes	5	
<i>Niaye littorale</i>	3	Grappe de 4 placettes à 200 m du centre
<i>Niaye continentale</i>	2	Grappe de 4 placettes à 200 m du centre
Bassin arachidier	9	
<i>Bassin arachidier Nord</i>	-	
<i>Bassin arachidier Sud</i>	9	Grappe de 4 placettes à 1 km du centre
Delta et vallée du fleuve Sénégal	8	
<i>Delta</i>	-	
<i>Walo</i>	4	Grappe de 4 placettes à 1 km du centre
<i>Diéri</i>	4	Grappe de 4 placettes à 1 km du centre
Zone sylvo-pastorale	8	
<i>Ferlo cuirassé</i>	4	Grappe de 4 placettes à 1 km du centre
<i>Ferlo sableux</i>	4	Grappe de 4 placettes à 1 km du centre
Basse et Moyenne Casamance	7	
<i>Basse Casamance</i>	4	Grappe de 4 placettes à 1 km du centre
<i>Moyenne Casamance</i>	3	Grappe de 4 placettes à 1 km du centre
Haute Casamance et Sénégal Oriental	25	
<i>Haute Casamance</i>	10	Grappe de 4 placettes à 1 km du centre
<i>Sénégal Oriental, partie Nord</i>	6	Grappe de 4 placettes à 1 km du centre
<i>Sénégal Oriental, partie Sud</i>	5	Grappe de 4 placettes à 1 km du centre
<i>Sénégal Oriental, PN Niokolo Koba</i>	4	Grappe de 4 placettes à 1 km du centre



Proposition d'un système de suivi des ressources

Le SGBD

- ✱ La liaison de la base de données avec les informations géographiques permet de spatialiser l'information et ainsi de
 - calculer les potentialités pour une forêt déterminée (forêt classée ou communautaire)
 - ou pour une entité administrative (région, département, communauté rurale).
- ✱ Le SGBD doit comprendre
 - un certain nombre de requêtes pour les informations d'utilisation courante et
 - une interface de communication qui permet de dialoguer facilement avec le système.
 - les données de base pour permettre à un utilisateur averti de rechercher d'autres types d'information en fonction de ses besoins précis.

Conclusions

- ✱ Disponibilité pour le Sénégal d'informations fiables couvrant les principaux bassins d'approvisionnement en bois-énergie dans le SIEF
- ✱ Cependant besoin urgent de compléter la base de données des ressources forestières
 - ✱ notamment sur certains écosystèmes (mangroves)
 - ✱ sur les Arbres hors forêts (parcs à Kad , Baobab, ...)
 - ✱ et dans les parcs nationaux
 - ✱ d'affiner la précision pour certaines informations existantes (forêts à aménager)
 - ✱ mais surtout de consolider et d'étendre le dispositif de suivi de la dynamique des ressources forestières et des écosystèmes



« EVALUATION INTEGREE ET SUIVI DES RESSOURCES FORESTIERES, DES ARBRES HORS FORETS ET DES ECOSYSTEMES TERRESTRES »

Communication du SENEGAL
Dakar, 16 mars 2004

F J N