



17 - 21 septembre 2007, Ouagadougou, Burkina Faso

**EVALUATION DES POTENTIALITES DES INITIATIVES DE REFORESTATION MDP DANS
LE SAHEL: UNE ANALYSE SPATIALE A L'ECHELLE REGIONALE.**

**Assessing the potentials of CDM reforestation initiatives in the Sahel: a spatial analysis at
regional scale.**

Tarchiani Vieri

Institut de Biométéorologie, Conseil National des Recherches d'Italie

Via Caproni 8, 50145 Florence, Italie

Tél. +39 0553033734

Fax +39 055308910

Email y.tarchiani@ibimet.cnr.it

Ouedraogo Lambert Georges

Direction Générale de la Conservation de la Nature

Burkina Faso

Email oulage59@yahoo.fr

Résumé

Le Sahel n'est souvent pas considéré comme un réservoir potentiel pour la séquestration du Carbone, à cause de ses caractéristiques biophysiques notamment la sécheresse et la faible fertilité des sols. Néanmoins, il offre des atouts significatifs par rapport à d'autres zones prises en considération pour la réalisation de projets MDP de reforestation. D'abord, il offre des vastes espaces toujours disponibles pour l'aménagement en présentant des caractéristiques écologiques favorables au développement de certaines espèces. En deuxième lieu, la reforestation au Sahel se conjugue très bien avec la lutte à la pauvreté, les productions forestières ayant un poids très important dans l'économie des populations. En plus, les espèces mieux adaptées aux climats semi-arides résultent être aussi celles qui fournissent les produits de majeure valeur, comme les gommiers.

La présente étude vise à fournir un premier bilan des potentialités de la région sahélienne dans le contexte des MDP par une analyse spatiale des productions potentielles en termes de bois, séquestration de carbone et productions non ligneuses. Ces potentialités sont exprimées en termes monétaires de façon telle à être facilement comparés entre eux et avec les autres sources de revenu des populations. Les essences forestières dominantes présentes dans les différentes zones écologiques sont identifiées et parmi celles les espèces plus appropriées pour la reforestation sont retenues. A la suite, un système d'information a été mis en place pour la gestion spatiale des données sur la séquestration du carbone et sur les productions forestières potentielles des interventions de boisement. Les résultats montrent que la plus haute potentialité en relation à la séquestration du Carbone (sur 15 ans) est donnée par des plantations de *A. seyal* en zone entre 500 et 800 mm de précipitation annuelle. Par contre, les meilleures potentialités en relation aux productions forestières sont assurées par des plantations de Acacias gommifères en zone entre 250 et 500 mm de pluie.

Mots clés

Séquestration de carbone, Mécanismes de Développement Propre, Produits Forestiers Non Ligneux, Foresterie, Systèmes d'Information Géographique

1. INTRODUCTION

Bien que le Sahel ait été habité depuis au moins 9000 ans, c'est seulement dans les dernières décades que la surexploitation, liée strictement avec la croissance démographique, a amenée à la dégradation des ressources naturelles. Celle-ci s'avère souvent irréversible à cause de l'irrégularité et rareté des précipitations en conséquence du changement climatique. Cette dégradation touche particulièrement la végétation et les sols, car la manque de sources de revenue alternatives et les techniques agricoles primitives ont déterminé la non-durabilité du système rural sahélien (Le Houérou, 1996). Dans ce contexte, les forêts jouent un rôle de première importance dans la préservation des sols et l'enrayage de la désertification. Cependant, les taux impressionnant de déforestation qui connaît l'Afrique de l'Ouest (pour le Niger, par exemple, la FAO a estimé un taux de 3.7% entre 1990 et 2000, FAO 2005) a réduit considérablement leur extension et par conséquent leur rôle soit dans l'équilibre écologique soit dans leur contribution aux revenus rurales et à l'alimentation animale.

C'est justement pour ça que la préservation et la reconstitution du patrimoine forestier sahélien sont fondamentales tant d'un point de vue environnemental qu'économique. Dans ce dernier aspect, le protocole de Kyoto et le marché du Carbone jouent un rôle novateur. En effet, la séquestration du Carbone et son échange représente un potentiel extrêmement intéressant pour le Sahel en permettant l'affluence de ressources financières vitales pour les populations locales (Cacho et al. 2003).

Pour ce qui concerne l'échelle macro, dans le Sahel, aucune estimation à des potentialités de séquestration de carbone existe. Il est souvent retenu que la capacité de séquestration de carbone sous des climats semi-arides est très faible. Cependant, grâce à l'extension des surfaces disponibles et à la faible densité de la population, les terres arides ont un potentiel énorme (Ojima et al 1993). Du côté économique aussi, les revenus du commerce de carbone bien que basses, doivent être comparées avec le niveau de vie des populations et le PIB par habitant des pays sahéliens.

Sur ces bases, le Sahel résulte une zone d'intérêt primaire pour l'étude des perspectives de la séquestration de carbone et surtout de l'impact que cette nouvelle source de revenue pourrait avoir dans la lutte à la pauvreté et dans la sécurité alimentaire.

Les interventions de boisement ou afforestation selon les Mécanismes de Développement Propre (MDP) sont des actions qui en plus des bénéficiaires directes dans la préservation de l'environnement,

l'aide aux populations par création de sources de revenu complémentaires et la mitigation des changements climatiques, peuvent avoir une valeur adjoint dans le marché du Carbone. Donc, toutes les actions mirées au stockage de la CO₂ pourraient émettre dans le marché des quotas, appelées Carbon Exchange Rates (CER). La séquestration de CO₂ par afforestation rentre théoriquement dans le marché du Carbone. Les CER sont déjà échangés sur les marchés et la valeur actuelle sur le marché européen est d'environ 7.7 Euro par Tonne de CO₂.

Sur ces bases est donc possible d'estimer la valeur de la séquestration de carbone dans le Sahel par afforestation ou boisement en utilisant des espèces appropriées à la zone.

Deux aspects résultent d'importance vitale, l'impact économique sur les populations locales et la définition des politiques durables. L'aspect économique de la récupération des terres est un sujet essentiel dans la durabilité des interventions (Wenzel and Rath, 2002). Dans ce cadre, l'exploitation des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) dans les systèmes de gestion forestière crée une relation économique entre les arbres et les populations locales. Ceci devient un facteur de durabilité car les paysans protègeront leur source de revenu (Gakou 1994).

En utilisant une approche géographique, l'étude aspire à l'identification des zones dans le Sahel avec les meilleures potentialités en termes de reforestation dans le cadre des MDP. Cette étude vise à fournir en fonction des caractéristiques pédo-climatiques du territoire un bilan sommaire des bénéfices réalisables par des actions de reforestation MDP en termes de séquestration de carbone et de produits forestiers commercialisables. Sur la base des caractéristiques agroécologiques les espèces plus appropriées en termes de production de biomasse et PFNL sont identifiées. Par la suite, l'étude détermine les valeurs des produits des arbres proposés pour la réalisation de ces boisements.

Cette étude a été réalisée dans le cadre du Projet Suivi de la Vulnérabilité au Sahel du Centre Régional AGRHYMET, avec le but d'aider les pays du CILSS (Comité Interétat pour la Lutte contre la Sécheresse au Sahel) dans la planification des projets MDP pour maximiser les bénéfices environnementaux et socio-économiques. Les pays couverts par étude sont le Sénégal, le Mali, le Burkina Faso, le Niger et le Tchad.

2. METHODOLOGIE

La méthodologie identifiée se base sur :

- un inventaire des systèmes forestiers existants et des essences forestières les plus appropriées pour des actions de boisement dans la région sahélienne;
- un zonage de la région selon le type de sol et les données climatiques disponibles afin de mettre en évidence des unités homogènes pour l'évaluation des capacités de séquestration dans les régions sahéliennes ainsi que leur potentiel pour la réalisation d'intervention de boisement dans le cadre des MDP;
- une étude des potentialités de séquestration de carbone et des productions forestières des différentes espèces retenues qui permet de dégager un bilan économique et par conséquent la rentabilité en séquestration de carbone cumulée aux productions forestières;
- la mise en place d'un système d'information pour la gestion des données sur base géographique et pour la réalisation des analyses spatiales.

2.1. Cartographie des formations forestières

Le couvert végétal dans les pays du Sahel est principalement caractérisé par une dominance de savanes, de steppes et de parcs agroforestiers. Les forêts claires et les forêts galeries surviennent dans les espaces là où il existe une bonne disponibilité en eau, notamment sous des pluviométries supérieures à 1200 mm par an et le long des cours d'eau respectivement. Dans les zones semi-arides se trouvent les savanes tandis que les steppes colonisent les zones arides.

L'inventaire des types de formation végétale a été fait sur la base des cartes d'occupation des terres existantes ou de la végétation de trois pays (Sénégal, Mali et Burkina Faso) qui étaient disponibles. Les cartes du Burkina et du Mali ont servi à construire celles du Niger et du Tchad en se basant sur l'hypothèse que un même type de formation végétale apparaît sur le même substratum (type de sol) dans les mêmes conditions pluviométriques. Après une analyse des attributs des cartes qui étaient à notre disposition, une nomenclature pour les types de végétation a été arrêtée pour harmoniser les attributs dans les pays.

Le potentiel de séquestration d'un milieu donné dépend en premier lieu du climat et du type de sol. Le zonage de la région sahélienne selon le type de sol et les données climatiques a été utilisé pour mettre en évidence des unités homogènes pour l'évaluation des capacités de séquestration de Carbone ainsi que leur potentiel pour la réalisation d'interventions de boisement MDP. Les données de base sont la cartographie des sols des pays du CILSS (Aptitude des sols dans les pays du CILSS, AGRHYMET-OMM, novembre 2001) et la carte de la pluviométrie moyenne sur les normales 1970-2000. Le produit du croisement donne une couche d'information pour l'ensemble de la région qui contient dans la table des attributs l'information relative soit à la pluviométrie, en classes de 50 mm, soit aux sols. L'unité géographique de base ainsi obtenue, par la suite indiquée comme zone

pédo-climatique, sera la base de toutes les analyses suivantes. Cette unité a une superficie minimale de 10 hectares.

Le but étant de réaliser de futurs boisements pour la séquestration de carbone, il n'a pas été jugé utile de différencier les terres agricoles et les parcs agroforestiers des formations non cultivées. Le critère essentiel reste donc le type de répartition et de recouvrement des essences ligneuses et herbacées. La classification de Yangambi (1956 voir Bellefontaine et al 1997), largement utilisée dans la zone d'étude, a également été employée ici pour décrire les différents types de végétation.

2.2. Inventaire des espèces forestières

La détermination des espèces existant dans ces formations a été faite sur la base des espèces dominantes voire des espèces caractéristiques de chacune d'elle. Une revue bibliographique était nécessaire à la réalisation de cette tâche.

Au regard des possibilités de production des formations, des besoins actuels et potentiels d'utilisation des espèces par les populations dans la zone d'étude et tenant compte de la nécessité de restauration des terres (récupération de terres dégradées, fixation de dunes, fixation de berges etc..), il a été jugé judicieux de proposer plusieurs espèces pour la réalisation des boisements en fonction des types de sols et de la pluviosité.

Ainsi, en fonction des spécificités de chaque zone pédo-climatique identifiée dans le zonage, une espèce ou une combinaison d'espèces a été optée pour des opérations de plantation. Les essences dont les aires de distribution sont les plus étendues dans la zone d'étude ont été favorisées par rapport à celles ayant des niches écologiques étroites. Aux fins d'alléger la source de données, dix neuf espèces indices ont été choisies. Elles ont conduit à vingt six combinaisons.

Les polygones où la réalisation de boisement ne semble pas opportune soit pour des raisons de faible pluviométrie annuelle soit pour des sols inappropriés ont été classés dans une catégorie dite non identifiée (ND). Ces informations ont ensuite été intégrées à la base de données de la carte pédo-climatique et ont permis de générer la carte des types de formations forestières et espèces.

2.3. Evaluation de la dynamique des arbres et des peuplements

Les dix neuf espèces indices retenues pour la réalisation de boisements ont été réparties suivant trois classes d'âge de production maximale ou de potentialité maximale de séquestration de carbone.

La première classe est relative aux espèces sahéliennes qui arrivent à maturité à une hauteur moyenne de 5 m et un diamètre moyen (dhp) de 15 cm sous les pluviométries les plus basses proposées pour leur plantation. Pour la réalisation de boisement à partir de celles-ci, le nombre d'individus retenu à l'ha est de 400 pieds.

La seconde classe concerne les espèces soudaniennes qui atteignent 8 m de hauteur moyenne et un diamètre moyen de 30 cm sous les pluviométries minima. Elles peuvent être plantées à une densité de 100 individus à l'ha.

La troisième classe regroupe les espèces soudaniennes à soudano-guinéennes dont la croissance stagne à une hauteur moyenne de 12 m et un diamètre moyen de 40 cm sous les plus faibles pluviométries. Pour favoriser le développement des pieds de ces espèces en plantation, l'espacement entre les arbres devra être de 15 m en moyenne soit une densité de 44 arbres à l'ha.

Les espèces ainsi réparties en trois classes atteignent leur potentiel maxima en séquestration de carbone et de production forestière à leurs âges de maturité, soit 15, 30 et 45 ans respectivement pour les classes ci-dessus.

2.4. Evaluation des potentialités en séquestration de carbone et en productions forestières

La biomasse totale comprend la part de la biomasse aérienne, celle des racines et celle des débris végétaux (bois morts, litière, végétaux du sous-bois). Elle renferme le carbone séquestré. Les équations utilisées pour l'estimation de la biomasse aérienne sont les équations de régression proposées par Brown (1997). Le même auteur indique des proportions de cette biomasse pour les racines et les débris végétaux.

A la suite de l'utilisation de ces équations, nous avons systématiquement appliqué un taux de 30% pour les racines et un taux de 20% pour les débris végétaux soit un total de 50% de plus pour la biomasse totale. Pour obtenir la quantité de carbone, la biomasse totale est ensuite multipliée par le facteur de conversion 0,5 proposé par le panel intergouvernemental sur les changements climatiques.

Après comparaison de diverses formules de calcul des volumes de bois (Sylla, Nouvellet, Newton, tronc de cône etc.), nous avons retenu la formule de Smalian à cet effet. Le volume total de bois utile est déterminé en multipliant le volume individuel par le nombre d'individus à l'hectare de plantation.

Afin d'estimer le cumul des productions forestières annuelles (autres que le bois ou produits forestiers non ligneux), des fonctions de croissance de la production ont également été définies. Seules les valeurs attribuées pour la production de feuilles, de gomme et tanin peuvent être considérées à l'âge de 15 ans.

L'estimation de la valeur des produits a été faite en tenant compte des facultés de production de chaque espèce. Ainsi, nous distinguons la production de bois utile, de feuilles (pour l'alimentation et le fourrage) et la production de gomme et tanin. Pour l'estimation de la valeur financière des produits forestiers nous considérons les valeurs de marchés moyens dans la région et FCFA (Francs Communauté Financière Africaine).

Les tonnes de Carbone séquestrées par hectare sont converties en tonnes de CO₂ et converties en espèces selon la valeur en 2004 sur le marché européen. Cette valeur est calculée sur la période retenue de 15 ans. *La valeur estimée des CER est fournie brute, aucune estimation sur les coûts de réalisation des interventions et sur les coûts de certification de la séquestration de Carbone a été réalisée.*

Sur cette base, il est aisé de déduire par an la production moyenne par ha ou l'accroissement moyen par ha ou encore la productivité en bois par espèce suivant la pluviométrie et les types de sol en utilisant 15 ans, 30 ans ou 45 ans respectivement comme quotient. Par conséquent, la production de bois utile peut être ramenée à tout âge. Nous avons proposé d'avoir les productions de bois au même âge pour toutes les espèces. L'âge de 15 ans a été retenu pour l'estimation de ces productions. Toutes les productions, les potentialités en séquestration de carbone et les valeurs monétaires sont ramenées à cet âge. C'est cette formulation qui est utilisée pour l'alimentation du système d'information géographique.

2.9 Analyses spatiales pour l'estimation de la valeur totale maxima par unité pédoclimatique

Un système d'information sur la séquestration du Carbone et sur les productions forestières potentielles des interventions de boisement selon les MDP a été mis en place. Ce système gère et permet d'exploiter toutes les informations utilisées et produites par l'étude. Le système permet de lier les informations relatives à la séquestration de Carbone, aux productions forestières et à leur valeur économique de chaque espèce et combinaison d'espèces aux stations qui présentent les caractéristiques pedo-climatiques adéquates à sa croissance. En plus, selon les caractéristiques pedo-climatiques de la station (unité homogène) les coefficients de réduction sont appliqués pour avoir les productions réelles.

Les données contenues sont :

1. Liste des associations utilisables pour les boisements ;
2. Liste des espèces par association ;
3. Liste des associations retenues pour les boisements MDP ;
4. Liste des espèces retenues pour les boisements MDP ;
5. Pour chaque espèce, selon les classes pluviométriques :
 - a. Potentiel maxima de séquestration du Carbone
 - b. Volume du bois utile
 - c. Valeur du bois utile
 - d. Valeur des produits forestiers non ligneux
 - e. Valeur des produits forestiers

En utilisant un système de requêtes on peut extraire:

- 1) pour chaque zone homogène les valeurs de production par espèce,
- 2) pour chaque zone homogène la valeur maxima de production selon les différents variables contenues dans la base de données.

Une analyse géographique a été appliquée à toutes les espèces retenues en même temps sur l'ensemble du territoire. L'utilisation du SIG (ArcGIS) et d'une base de données relationnelle a permis d'extraire pour chaque zone pédo-climatique l'espèce la plus performante dans les trois types de productions: séquestration de Carbone, biomasse ligneuse et PFNL.

A la valeur du carbone séquestré la valeur des productions forestières est ajoutée afin d'estimer la rentabilité totale des boisements MDP. Les productions non ligneuses peuvent être commercialisées pendant les 15 ans. La collecte de la gomme, des feuilles ou des fruits sont complètement compatibles avec les interventions MDP.

Pour ce qui concerne le bois, il est principalement concerné par la séquestration et donc il ne peut pas être coupé pendant la période définie. Par contre, étant les CER dérivés des boisements temporaires, le bois peut être utilisé après la période définie. La valeur du bois après les 15 ans peut donc rentrer dans l'estimation de la valeur globale de l'intervention.

En appliquant la même approche d'aparavant pour chaque unité pedoclimatique l'espèce donnant la valeur globale (bois plus CO2 plus PFNL) potentielle plus élevé a été extraite. L'estimation de la valeur globale par hectare par unité pedoclimatique a été aussi calculée.

3. RESULTATS

L'analyse de la valeur économique maxima sur l'ensemble de la région montre des constantes qui nous permettent d'apprécier les potentialités de la région en termes de boisement MDP.

La distribution spatiale de la valeur économique de la séquestration de carbone (Fig. 2) montre trois bandes : une bande sahélienne située entre 350 – 450 mm de pluviométrie moyenne annuelle qui est bien homogène et va du Sénégal au Tchad, une constellation de taches mouchetées entre 550 et 750 mm de pluie en zone soudano-sahélienne et une bande soudanienne autour des 1100 mm de pluie. La première bande, la plus septentrionale, est caractérisée par la présence de *Acacia senegal* au Nord et *A. seyal* au sud avec une valeur des CER cumulés à 15 ans entre 500 et 750 K-FCFA ha⁻¹. La constellation mouchetée est caractérisée par la présence de *Acacia seyal* seulement et des valeurs de 500 à plus de 1.000 K-FCFA⁻¹. La bande soudanienne est caractérisée par la présence de *Prosopis africana* et *Parkia biglobosa* avec des valeurs entre 500 et 750 K-FCFA ha⁻¹.

Les produits forestiers non ligneux (Fig. 3) sont dominés par ceux des acacias, étant donné que seule la gomme arabique est le produit à plus haute valeur entre les PFNL considérés à 15 ans d'âge de boisement. Les deux bandes sahéliennes et soudano-sahélienne sont présentes aussi avec des valeurs supérieures à 500 K-FCFA ha⁻¹.

Pour le bois (fig. 4), la zone à plus haute valeur (> 600 K-FCFA ha⁻¹) est celle soudanienne à *Parkia biglobosa* et *Prosopis africana*, plus au Nord une bande soudano-sahélienne à *Acacia seyal* est évidente, même si la valeur est inférieure (400– 600 K-FCFA ha⁻¹) à la bande soudanienne.

La valeur de l'ensemble des produits est fortement tributaire de la valeur de la gomme. En effet les bandes des *Acacias* sp. sont très évidentes avec des rendements allant jusqu'à 1.500 K-FCFA ha⁻¹. La zone la plus étendue et homogène à haute valeur des produits forestiers est celle sahélienne pour des boisements de quinze ans d'âge.

La rentabilité maxima (CO₂ et produits forestiers compris) montre (fig. 5) la même bande sahélienne, compacte et homogène qui va du Sénégal au Tchad avec une rentabilité entre 1.500 et 2.000 K-FCFA ha⁻¹. Mais la rentabilité la plus élevée pour des plantations de quinze ans est donnée par la constellation des taches mouchetées de la zone soudano-sahélienne avec des valeurs majeures de 2.000 de K-FCFA ha⁻¹.

Les espèces à rentabilité la plus élevée (fig. 6) sur la période de 15 ans sont en premier lieu *Acacia seyal*, qui, en zone soudano-sahélienne sous une pluviométrie comprise entre les 500 et 700 mm, peut donner plus de 2.000 K-FCFA ha⁻¹. En deuxième lieu, viennent *Acacia seyal* et *Acacia senegal* en zone sahélienne où leurs rentabilités atteignent 2.000 K-FCFA ha⁻¹. De même, *Prosopis africana* atteint cette valeur dans certaines zones soudaniennes du Mali à plus de 1200 mm de pluie. En troisième place, il y a *Prosopis africana* et *Parkia biglobosa*, toujours en zone soudanienne mais avec des pluviométries inférieures à 1.200 mm qui arrivent à donner 1.500 K-FCFA ha⁻¹.

Pour ce qui concerne la rentabilité par unité administrative (fig. 7), quatre zones apparaissent très nettes :

1. Une zone à très faible rentabilité située en zone saharo-sahélienne qui concerne toute la partie Nord du Mali, Niger et Tchad. La rentabilité est inférieure aux 250 K-FCFA ha⁻¹. Dans cette bande, les Régions de Tahoua et Zinder au Niger et la Préfecture de Lake au Tchad diffèrent légèrement en se situant entre les 250 et 750 K-FCFA ha⁻¹.
2. Une zone à rentabilité comprise entre 750 et 1.000 K-FCFA ha⁻¹ au centre du Burkina, concernant les Régions de Ouahigouya, Kaya, Manga et Koudougou.
3. Une zone à rentabilité moyenne, très vaste, qui va de la côte atlantique du Sénégal au Tchad. La rentabilité se situe entre 1.000 et 1.250 K-FCFA ha⁻¹.
4. A l'extrême Ouest de la zone, concernant le Sénégal occidental et méridional, notamment les Régions de Ziguinchor et Kolda au sud et les Régions de Dakar, Thies, Diourbel et Louga au centre, Kolda, Diourbel et Dakar ont une rentabilité supérieure à 1.500 K-FCFA ha⁻¹ et les autres de 1.250 à 1.500 K-FCFA ha⁻¹.

En plus, il y a des poches à rentabilité entre 1.250 et 1.500 K-FCFA ha⁻¹ qui concernent les unités administratives de Mopti au Mali et Sahel au Burkina, puis Chari-Baguirmi et Ouaddai au Tchad.

4. DISCUSSION

En conclusion, on peut dire que sur l'échelle des 15 ans, les espèces gommifères sont à préférer en zone sahélienne et soudano-sahélienne, grâce à deux facteurs, l'adaptabilité aux conditions édapho-climatiques prohibitives pour d'autres espèces et pour la bonne rentabilité des PFNL. Ce dernier facteur joue un rôle fondamental dans tout type d'intervention, car assurer un revenu supplémentaire aux populations grâce aux boisement, c'est assurer la durabilité de l'intervention. Les expériences qui ont déjà eu lieu au Sahel dans la gestion communautaire des ressources

forestières montre très nettement que là où les populations riveraines bénéficient des produits de la forêt, elles deviennent les meilleurs gérants et protecteurs de la ressource. Dans ce sens que se développent les marchés ruraux du bois ainsi que les exploitations villageoises de roñeraies et de certaines forêts protégées.

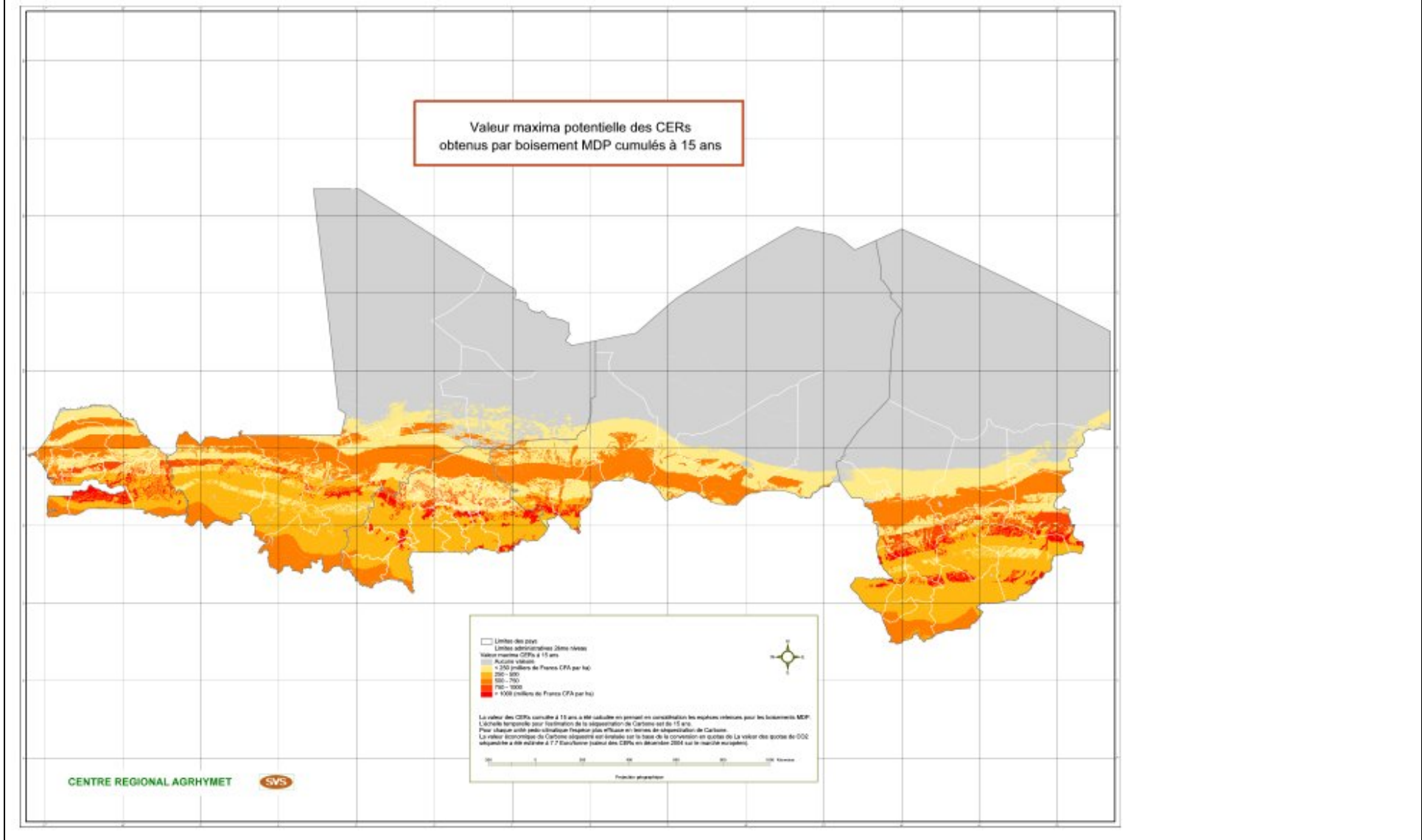
Les résultats ici obtenus indiquent les potentialités de séquestration en carbone et les productions forestières optimales par unité de plantation pour contribuer à l'atteinte de ces objectifs.

REFERENCES SELECTIONNEES

- Bellefontaine R, Gaston A, Petrucci Y. *Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches*. Rome: FAO, 1997.
- Brown S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. *FAO forestry paper* 1997; 134.
- Cacho OJ, Marshall GR, Milne M. *Smallholder Agroforestry Projects: Potential For Carbon Sequestration And Poverty Alleviation*. Esa Working Paper No. 03. Rome: FAO, 2003.
- Di Vecchia A, Vignaioli P, De Filippis T, Djaby B. Koné B, Moussa L., Tarchiani V, Paganini M. Les aptitudes agricoles et pastorales des sols dans les pays du CILSS. Niamey (Niger) : Ed. CILSS-OMM-Coop. Italienne, 2001.
- FAO. *Situation des Forêts du monde*. Rome: FAO, 2005.
- Gakou M, Force JE, Mclaughlin WJ. Non-timber forest products in rural Mali - A study of villager use. *Agroforestry Systems* 1994 ; 28 (3): 213-226.
- Le Houérou HN. Climate change, drought and desertification, *Journal of Arid Environments* 1996; 34: 133–185.
- Nouvellet Y. *Manuel d'aménagement forestier*. Bamako (Mali): Direct. Nationale de l'énergie. Stratégie énergie domestique / cellule combustible ligneux, 2002.
- Ojima, DS, Dirks BJ, Glenn EP, Owensby CE, Scurlock JO, Assessment of C budget for grasslands and dryland of the world. *Water, Air and Soil Pollution* 1993; 70: 95-109.
- Sylla ML *Evaluation rapide de la productivité et de la production des formations végétales: bassins de Bamako et de Ségou*. Rapport de mission. Bamako (Mali) : Direct. Nationale de l'hydraulique et de l'énergie. Stratégie énergie domestique / cellule combustible ligneux, 1997.
- Wezel A, Rath T. Resource conservation strategies in agro-ecosystems of semi-arid West Africa. *J. Arid Environ.* 2002; 51: 383–400.

FIGURES

Figure 1, séquestration maxima de Carbone (valeur CO2 KFCFA)



Evaluation des potentialités des initiatives de reforestation MDP dans le Sahel: une analyse spatiale à l'échelle régionale.

Tarchiani V, Ouedraogo LG

Figure 2, production potentielle maxima de PFNL (valeur KFCFA)

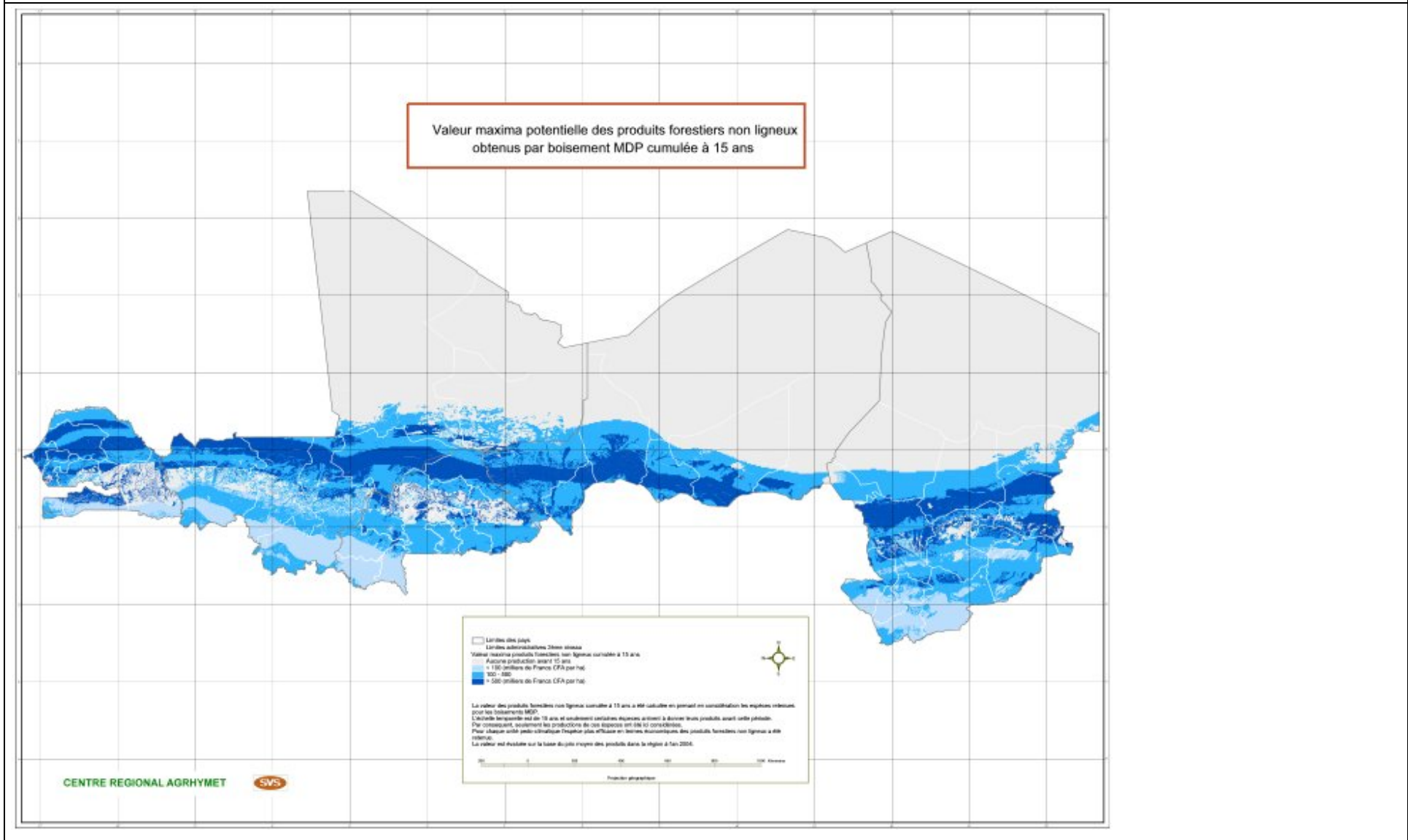


Figure 3, production potentielle maxima de bois (valeur KFCFA)

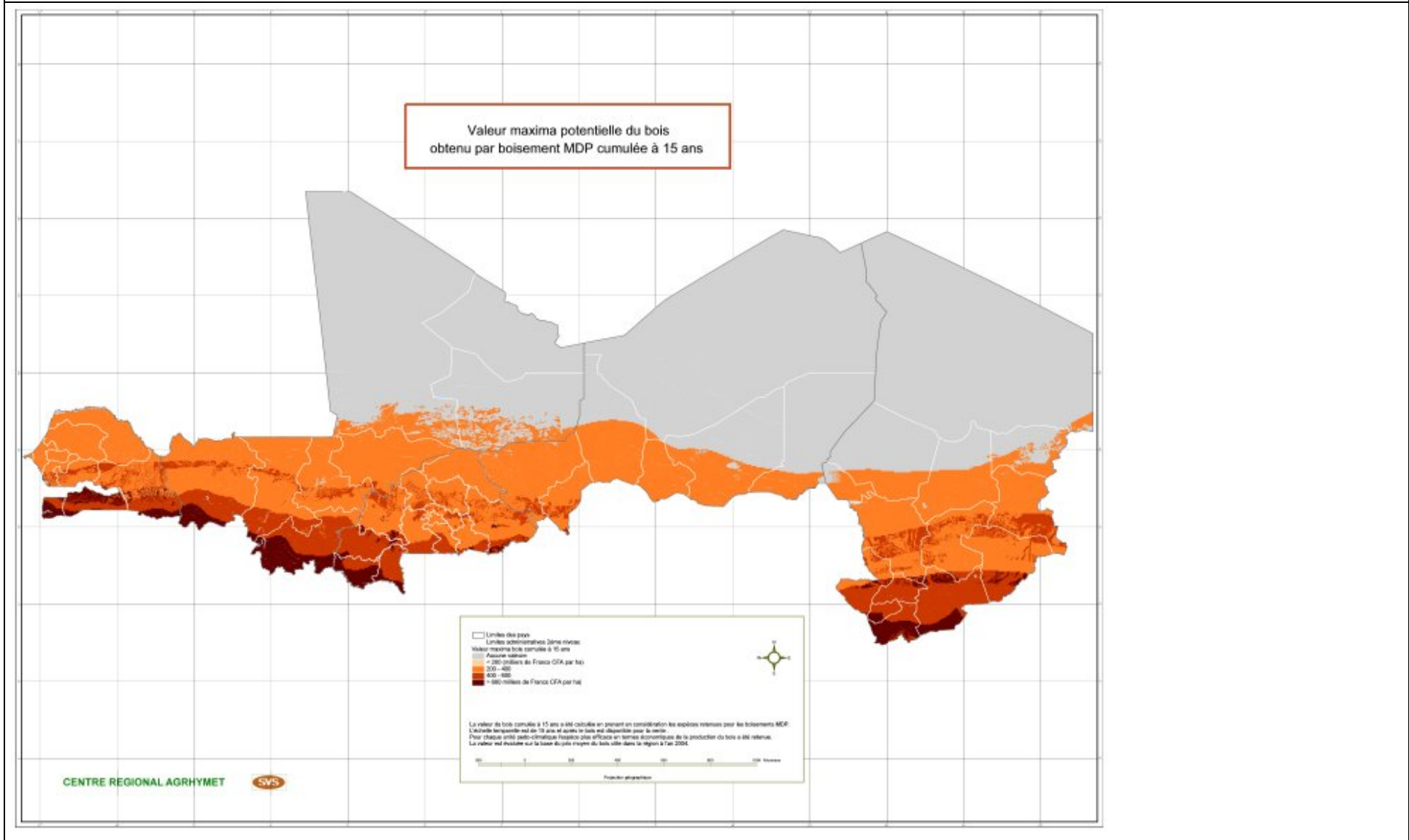


Figure 4, production globale maxima (valeur KFCFA)

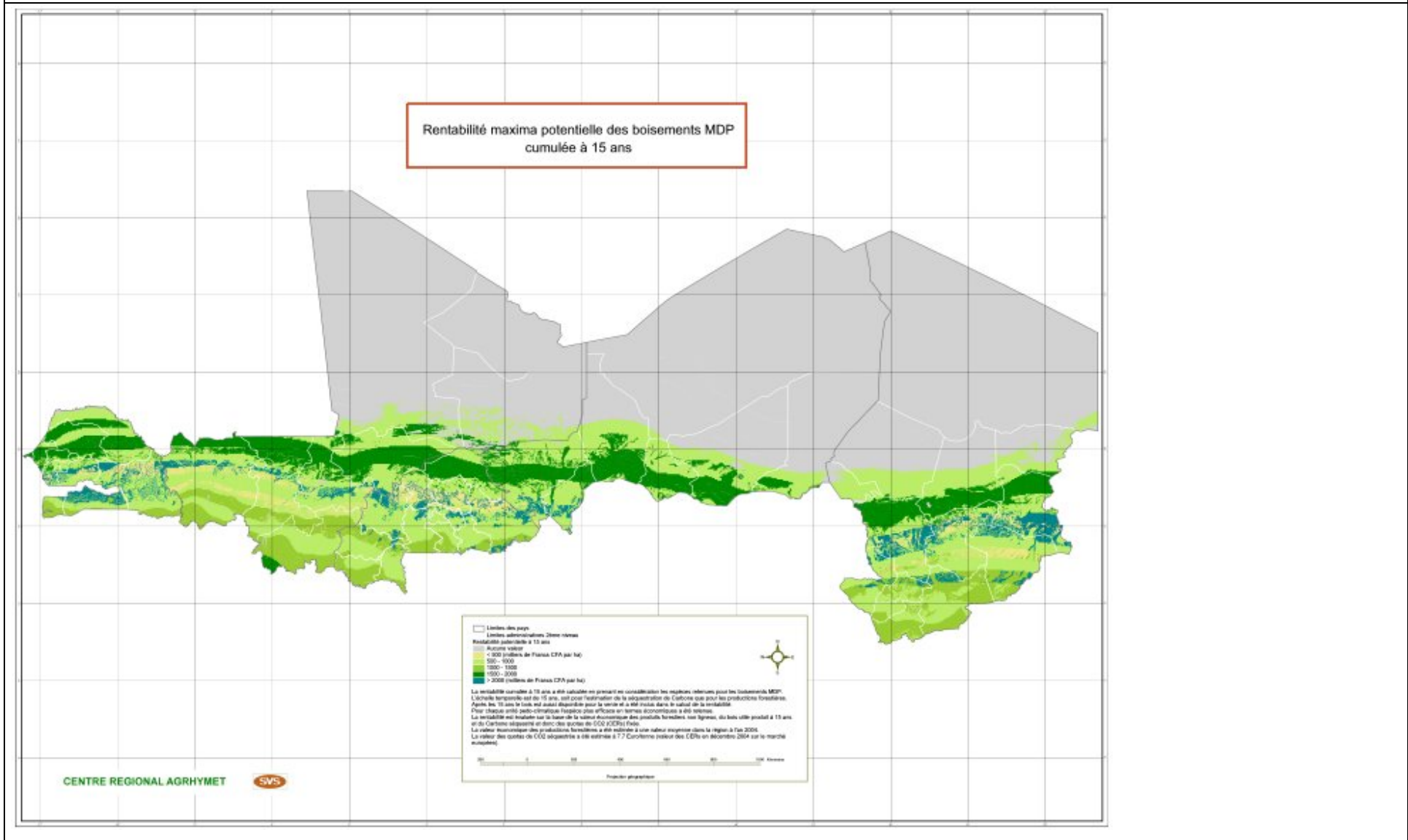


Figure 5, espèces plus performantes (sur la valeur globale maxima)

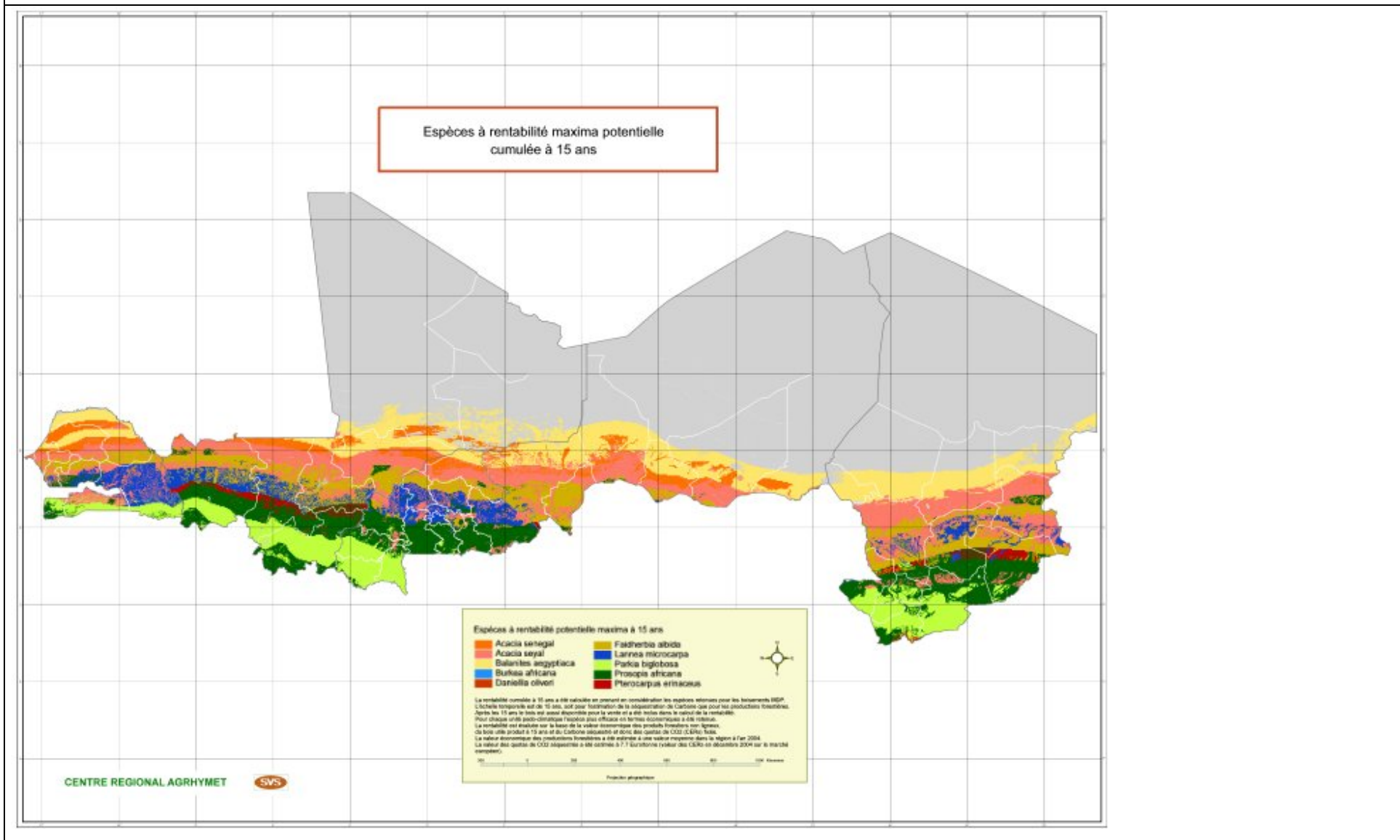


Figure 6, valeur totale par unité administrative

