
**FORÊT COMME TECHNOLOGIE NATURELLE DE CONSERVATION DURABLE
DES TERRES AU BÉNIN**

M. R. OGOUNCHI, H. DEDEHOUANOU* & F. HOUNNOU**

**Laboratoire d'Économie Rurale et de Gestion des Exploitations Agricoles (LERGEA), Ecole d'Économie de Socio-Anthropologie et de Communication pour le Développement rural (EESAC), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC) – Email : omaxrgis@gmail.com*

RÉSUMÉ

L'économie de la plupart des pays en voie de développement, repose sur l'exploitation et l'exportation des ressources naturelles. Au fil du temps, les pressions sur ces ressources se sont accentuées et le bien-être social et économique des populations s'est détérioré. Au Bénin, l'agriculture est l'une des principales sources de revenu du pays. Les gouvernements qui se sont succédés ont contribué à son essor par des mesures et politiques visant à promouvoir le développement de ce secteur. Ce développement agricole, ainsi impulsé, aurait des effets négatifs sur le couvert forestier et les sols. La présente étude vise à analyser le rôle de la forêt et proposer un modèle de planification d'utilisation des terres pour une conservation durable des forêts et des sols au Bénin. Pour cela un modèle d'optimisation linéaire a été exécuté et des variables pertinentes telles que les superficies de forêts, les superficies reboisées et les superficies agricoles ont été identifiées et collectées sur 25 années (1990-2015). Les résultats de l'étude ont montré que le stock de forêt réel est en dessous de son niveau optimal depuis 1984, ce qui implique que les terres forestières n'ont pas fait l'objet d'une utilisation efficiente. A l'issue de cette étude, un modèle spatial où la couverture forestière a augmenté de 38% à 69% a été proposé ainsi que certaines pistes d'augmentation du couvert forestier pour une conservation durable des sols.

Mots clés : Déforestation, planification, usage des terres, stock optimal de forêt.

**FOREST AS A NATURAL TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE LAND
CONSERVATION IN BENIN**

ABSTRACT

Most developing countries rely on their natural resources that they harness and export. Over time, pressure on those natural resources escalates and social and economic welfare of people deteriorate. In Benin, agriculture is among the major sources of income. Several governments have put emphasis, through policies and regulations, on the promotion of agricultural sector. However, agricultural development impedes on forest preservation and soil conservation. Our study aims at analyzing the role of forest and proposing a planning model of land use in order to restore and conserve forests and agricultural soils in Benin. For this purpose, a linear optimization model was used and relevant variables such as forest areas, reforested areas and agricultural areas were identified and collected over 25 years (1990-2015). The results of the study showed that real forest stock was under the optimal level since 1984, this is to imply that soils and forests have not been used efficiently in the past. To that effect, a spatial model where the forest cover increases from 38% to 69% was proposed as well as some pathways for a sustainable use of forest resources in line with soil conservation.

Keywords : Deforestation, land use; planning, optimal stock of forest

INTRODUCTION

La forêt joue un rôle primordial dans l'existence de l'espèce humaine et de l'environnement grâce aux principales fonctions vitales qu'elle permet de satisfaire. Ce rôle connaît cependant des limites du fait de la déforestation et de la dégradation de l'environnement, lesquelles limites sont causées par les activités anthropiques dont les conséquences majeures sont les changements climatiques, les érosions des sols, les gaz à effet de serre, la disparition de la

biodiversité (Innes, 2007). Eu égard aux effets néfastes de la déforestation et de la dégradation des forêts dans le monde, la communauté internationale, lors du sommet de la terre de Rio de Janeiro en 1992, a décidé de réaliser un développement durable prônant la conservation et la préservation de l'environnement. Les sols, un des facteurs les plus affectés, constituent un élément majeur des forêts et des écosystèmes boisés, car ils contribuent à réguler d'importants processus éco-systémiques tels que l'absorption des nutriments, la décomposition de la matière organique et la disponibilité de l'eau. La planète a besoin de forêts gérées de façon durable pour maîtriser l'érosion des sols et favoriser sa conservation et sa protection. Les tendances évolutives du stock de forêt au Bénin, à l'instar de celles dans le monde, sont à la baisse. Il a été enregistré en effet une perte de 60.000 ha de couverture forestière par an soit 1,04 % (FAO, 2010) entre 1990 et 2010. Il est donc essentiel de protéger et restaurer les forêts afin d'assurer une conservation durable des sols. Quel est le stock de forêt nécessaire pour garantir l'équilibre écologique du pays ? Par quels technologies ou mécanismes peut-on assurer de façon durable la conservation et la protection des sols ?

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel

Les données utilisées pour cette étude proviennent pour la plupart des bases de données de la FAO. Il s'agit plus précisément des séries temporelles : superficies de reboisement, superficies agricoles, stock de forêt et superficies déboisées considérées ici comme proxy de la superficie en exploitation forestière en raison de l'indisponibilité de cette dernière série (Faostat, 2017). Les revenus forestiers et agricoles par ha ont été aussi déterminés en considérant les recettes d'exportations des deux secteurs et en appliquant le taux de change du dollar en CFA. La valeur de la forêt utilisée est celle d'un ha de l'aire protégée de la Lama (POWPA, 2010). Le taux d'actualisation sociale considérée pour cette étude est de 10 %.

Méthode d'analyse des données

L'analyse vise à déterminer le stock optimal de forêt à maintenir pour garantir l'équilibre écologique du pays. Pour cela, il a été procédé à une modélisation de l'utilisation des forêts sous forme d'une équation mathématique afin de trouver un point d'équilibre qui maximise le profit pour les différents usages des terres en considérant trois activités ou usages : l'exploitation agricole, l'exploitation forestière et le reboisement. Ce modèle d'optimisation sera exécuté avec le logiciel GAMS. Il comprend deux types d'équations : (i) l'équation représentant la valeur totale provenant des différents usages de la terre de 1990 à 2015 et (ii) les autres équations qui indiquent les contraintes, c'est-à-dire les conditions à respecter étant donné les moyens ou ressources disponibles.

La forme du modèle est :

- 1) $MaxZ = \sum_{T=1990}^{2015} (RA(T)*SA(T)+RF(T)*SE(T) - R5*RF(T)*SR(T)+Fv*SF(T)*((1+R0)**25))$ Sous contraintes :
- 2) $SE(T) + SA(T) + SR(T)+SF(T)=(W-U(T))$
- 3) $SF(T) + SR(T) \geq R3*W$
- 4) $SA(T) \geq R4*SA(T-1) + R1*SE(T)$
- 5) $SF(T) \geq R2*SE(T-1) + SR(T-1)+SF(T-1)$
- 6) $SE(T) \geq SE(T-1)*((1+R6(T))**25)$
- 7) $SE(T), SA(T), SR(T), SF(T) \geq 0$

Où :

- SA (T) est la superficie agricole par année ;
- SE(T) est la superficie en exploitation forestière par année ;
- SR(T) est la superficie reboisée par année ;
- SF(T) est la superficie de forêt par année ;
- R6(T) est le taux annuel de croissance de la déforestation ;
- RO est le taux d'escompte social ;
- Fv est la valeur d'un ha de forêt ;
- RF(T) est le revenu par ha de forêt exploitée ;
- RA(T) est le revenu agricole par ha ;
- W est la superficie totale de terres disponibles ;
- U(T) est la superficie utilisée pour les autres utilisations de la terre en ha ;
- R1 est le pourcentage de superficie déboisée reconvertie en superficie cultivée ;
- R2 est le pourcentage de terre en exploitation forestière reconvertie en forêt ;
- R3 est le pourcentage de couverture forestière fixée par l'Etat ;
- R4 est le pourcentage de superficie cultivée reconduite l'année suivante ;
- R5 est le pourcentage du coût de replantation de la forêt par rapport au revenu.

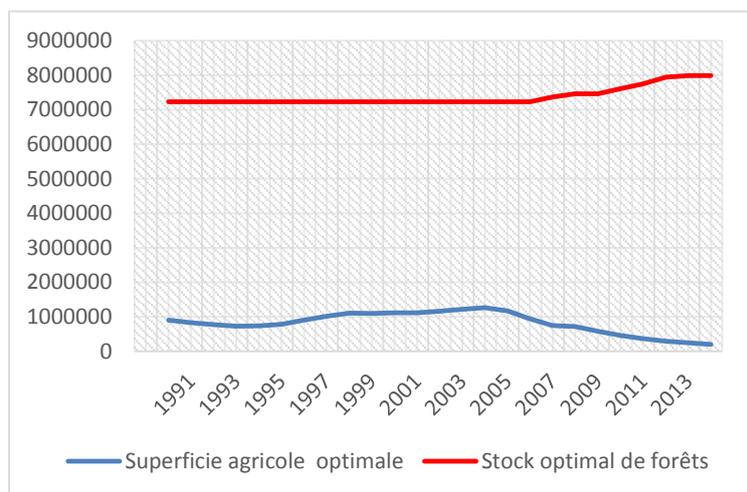
Il faut noter que ces différentes équations ont été adaptées de Coulibaly (2016).

- L'équation (1) représente la valeur totale provenant des différents usages de la terre de 1990 à 2015, soit 25 ans.
- L'équation (2) stipule que la somme des terres à affecter aux différentes activités doit toujours être égale à la superficie totale de terres disponibles.
- L'équation (3) indique que le stock de forêt à chaque instant doit être au moins supérieur à 19 % de la quantité initiale de la terre forestière dont 19 % représentant la proportion de superficie du domaine forestier permanent qui comprend environ 2,7 millions d'hectares répartis entre deux parcs nationaux (843 000 ha), des réserves de faune (420 000 ha) et 58 forêts classées et Périmètres de Reboisement (1 436 500 ha) (DGFRN, 2011).

- L'équation (4) indique que la superficie cultivée chaque année est au moins égale à 80 % des superficies cultivées l'année précédente reconduites cette année, augmentées de 40 % des superficies déforestées cette année.
- L'équation (5) indique que le niveau du stock de forêt est dû à une régénérescence de 15 % des superficies exploitées l'année précédente, plus les superficies reboisées et plus le stock de forêt de l'année précédente.
- L'équation (6) stipule que l'exploitation forestière croît à un taux $R_6(T)$ par rapport à la superficie de l'année précédente.
- Les équations (7) sont les conditions de non négativité. Elles stipulent que les variables $SE(T)$, $SA(T)$, $SR(T)$, $SF(T)$ sont positives.

RÉSULTATS : DÉTERMINATION DE LA SUPERFICIE OPTIMALE DE FORÊTS

Après exécution du modèle, deux types de résultats sont obtenus : les valeurs optimales et les valeurs marginales. Le profit maximal Z obtenu pour l'utilisation des terres est $Z = 100.722.482.496,8$ FCFA. La figure 1 suivante présente les principaux résultats obtenus après exécution du modèle.



Source : Extraits des résultats de GAMS

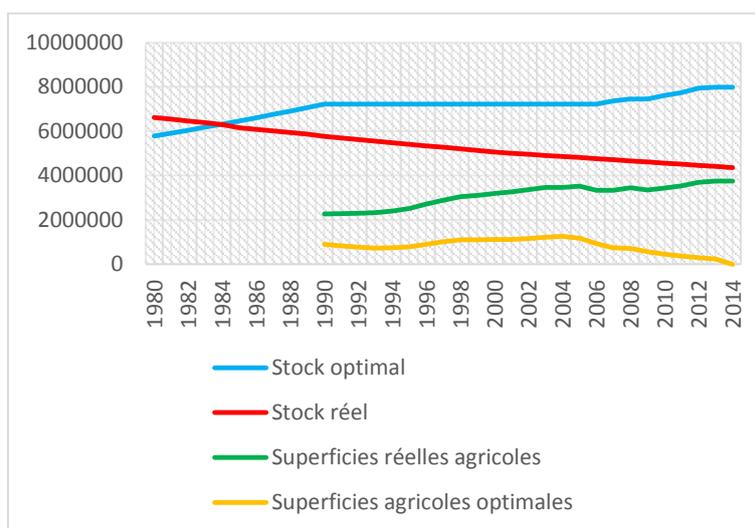
Figure 1. Comparaison des superficies optimales de forêts et agricoles

De l'analyse de la Figure 1, il ressort que la superficie agricole optimale est globalement décroissante tandis que celle du stock optimal de forêts est globalement croissante. En considérant la superficie agricole optimale durant la période 1980 à 2014, il faut distinguer trois phases au cours de son évolution malgré un taux de décroissance annuel moyen de -6,16 %. Premièrement, au cours de la période avant 1995, la superficie agricole optimale connaît une baisse de 906 000 ha en 1990 pour atteindre 737 200 ha en 1994. Le taux de décroissance annuel moyen est de 5,02 % (-). La phase suivante est celle entre 1995 et 2004, au cours de laquelle la superficie agricole optimale s'est accrue de 787 500 ha à 1 267 600 ha avec un taux de croissance annuel moyen 5,43 %.

Enfin, la troisième phase a connu une tendance à la baisse durant la période 2005 à 2014. Avec un fort taux de décroissance annuel moyen (-17,98 %), la superficie agricole optimale a chuté de 1 171 000 ha à 196 800 ha pendant 9 ans.

Par rapport au stock de couvert forestier optimal, l'examen de son évolution montre l'existence de trois phases différentes de celles de la superficie agricole optimale. Ainsi, durant la période allant de 1980 à 1990, la superficie forestière optimale a connu un accroissement annuel moyen de 2,26 %. La deuxième phase dans l'évolution de la superficie forestière optimale est constante avec un niveau de 7225000 ha de 1991 à 2006. La troisième phase a commencé de 2007 à 2014, au cours de laquelle la superficie du couvert forestier optimal a évolué de 7 368 160 ha à 7 986 400 ha, soit un accroissement moyen annuel de 1,16 %.

La figure 2 suivante permet de comparer d'une part le stock de forêt en situation réelle et le stock de forêt optimal et d'autre part la superficie agricole réelle et la superficie optimale.



Source : Extraits des résultats de GAMS

Figure 2. Comparaison des superficies réelles et optimales agricoles et forestières

De l'analyse de la Figure 2, il ressort que le stock en situation réelle de forêt est en baisse, alors que le stock optimal de forêt est en hausse. Il faut aussi constater que de 1980 à 1983, la superficie de forêt optimale est inférieure à la superficie en situation réelle alors qu'à partir de 1984 il y a la tendance contraire. Un autre constat important est qu'à chaque instant, la superficie optimale agricole est inférieure à la superficie agricole en situation réelle.

Le Tableau 1 suivant permet de comparer en milieu réel et en station de recherche les rendements et les superficies de quelques cultures au Bénin.

Tableau 1. Comparaison du potentiel de quelques cultures au Bénin

Cultures	Production (tonnes)	Rendement (t/ha)		Superficie (ha)	
		Réel	Optimal	Réelle	Optimale
Riz	234145	3,1393	6,5	74586	36022
Coton	102600	0,5	4,5	51300	22800
Maïs	1354344	1,3991	4	968030	338586
Anacarde	201818	0,325	2	620980	100909

Source : adaptée de Faostat et du MAEP (CaBEV)

De l'analyse du Tableau 1, il ressort que les cultures au Bénin ne sont pas exploitées selon leur potentiel. En effet pour un même niveau de production, les superficies réelles sont toutes nettement supérieures aux superficies optimales.

DISCUSSION : STOCK OPTIMAL DE FORÊT ET MESURES DE POLITIQUES MACRO-ÉCONOMIQUES AGRICOLES

Reconnaissant l'importance du secteur forestier, cette étude a été menée pour fournir aux décideurs politiques des résultats pour la prise de décision ; ceci, afin de maintenir le rythme avec le changement de l'environnement socioéconomique et d'assurer une conservation durable des sols.

Les résultats de la détermination du stock optimal nous permettent de constater que le stock de forêt réel est en dessous de son niveau optimal durant la période 1990 - 2014. Ce constat indique que les terres forestières n'ont pas fait l'objet d'une utilisation efficiente bien avant la période de 1990 à 2014. En effet, les résultats sont partiellement semblables à ceux de Coulibaly (2016) qui indiquait que pour la Côte d'Ivoire, c'était à partir de 1979 que la superficie réelle aurait chuté en dessous de la superficie optimale, marquant ainsi une rupture de l'équilibre dès 1978. Dans le contexte béninois, les estimations effectuées sur les années antérieures ont montré que c'est en 1983 que la rupture ou plutôt le déséquilibre fut provoqué. L'année 1984 a marqué alors l'année au cours de laquelle la superficie du stock optimal de forêts est devenue plus faible pour la première fois que la superficie en situation réelle, situation qui persiste jusqu'à nos jours.

De plus, la superficie optimale de forêts par habitant en 2014 était de 0,776 ha ; alors que celle réelle par habitant était de 0,423 ha. Aussi, l'écart entre la superficie optimale de forêt de 2014 et celle réelle de la même année est-il de 3 625 400 ha. Autrement dit, les résultats de cette étude suggèrent un modèle spatial où la couverture forestière va augmenter de 38 % à 69 % de la superficie totale de terres au Bénin. Ce résultat s'apparente à celui d'Evelyn (2009) qui a montré qu'en Jamaïque le couvert forestier optimal représenterait 37,47 % de la superficie de terre arable disponible, au moment où la couverture forestière réelle n'a occupé que 16,76 %.

Tous ces constats indiquent qu'il faut prendre des mesures pour augmenter le couvert forestier béninois. Selon Kapos *et al.* (2012), les mesures de gestion forestière se situent à travers l'amélioration de la protection et de la restauration des forêts existantes, l'introduction de pratiques d'exploitation écologiquement responsables et la régénération des forêts sur les terres dégradées. De même, ces auteurs ont aussi indiqué que d'autres actions seraient nécessaires pour réduire les facteurs de perte et de dégradation des forêts par des changements dans les pratiques agricoles. Cependant, faut-il signaler que les effets des changements dans la gestion des forêts et des terres sur les stocks et les émissions de carbone et la biodiversité sont souvent complexes et non linéaires (Wilson *et al.*, 2010).

Un autre résultat important a porté sur les superficies agricoles. En effet, entre 1990 et 2014, les superficies agricoles optimales ont une tendance baissière et sont inférieures aux superficies en exploitation agricole réelle qui sont quant à elles croissantes. Cela suggère que les superficies agricoles au Bénin sont en exploitations extensives et les terres exploitées ne sont pas toutes productives. Aussi, l'un des facteurs pour contrebalancer cet état de fait serait-il de promouvoir l'augmentation de la productivité par l'amélioration des techniques de production d'une part (Ewers *et al.*, 2009) et d'utiliser la forêt comme la technologie naturelle de conservation durable des terres d'autre part. L'obtention du même niveau de production, en valeur, ne nécessiterait pas les superficies agricoles emblavées actuellement, mais beaucoup moins. Avec ces résultats, l'intensification agricole serait plus bénéfique pour non seulement la satisfaction des besoins de la population, mais pour la diminution du taux de dégradation de la forêt. Quatre options ont été identifiées par Kapos *et al.* (2012) pour améliorer les pratiques agricoles afin de limiter l'impact de l'agriculture sur les stocks de carbone forestier. Il s'agit de l'intensification agricole durable, de l'agroforesterie, de l'agriculture itinérante durable et de la gestion des incendies.

La comparaison des superficies optimales agricoles et forestières suggère qu'il faut diminuer les superficies agricoles et procéder plutôt à une intensification de l'agriculture, ce qui permettrait d'obtenir un gain en superficie forestière vital comme réserve de carbone pour la population en croissance (Burney *et al.*, 2010). La Société Royale de Londres s'est aussi prononcée sur la situation en indiquant que l'augmentation de la production par superficie cultivée ou l'intensification agricole durable peut réduire le besoin de terres agricoles supplémentaires (Royal Society of London, 2009). De même, De Fries et Rosenzweig (2010) ont également constaté que l'amélioration de la productivité agricole pourrait réduire la pression pour la conversion agricole des forêts et donc les émissions dues à la déforestation. En effet, les politiques agricoles doivent être orientées dans un sens de l'accroissement de la productivité agricole, fer de lance de la sauvegarde des forêts (Ewers *et al.*, 2009). A cet effet, l'Etat devrait donc décourager les pratiques agricoles traditionnelles comme l'agriculture extensive et itinérante sur brulis et promouvoir une

intensification de l'agriculture. Toutefois, l'intensification agricole n'est sans doute pas exempte de conséquences. Dans ce sens, Nabuurs *et al.* (2007) ont mentionné que l'intensification de la production agricole passe généralement par une utilisation accrue des intrants agricoles tels que les engrais et/ou la mécanisation, ce qui entraîne des émissions de CO₂ plus élevées qui doivent être prises en compte dans les bilans carbone lors de l'élaboration des politiques. L'enjeu majeur serait donc d'arriver à réduire les superficies agricoles au Bénin tout en augmentant le niveau de production et en obtenant un gain de forêt pour protéger et conserver les sols.

Les résultats des recherches orientent vers une meilleure planification de l'utilisation des terres où la superficie de forêts devrait être augmentée. Pour cela, un effort conséquent devrait être réalisé dans les campagnes de reboisement annuelles de manière à ce que le déboisement soit au moins compensé chaque année par un reboisement dans les zones forestières. Certaines mesures additionnelles comme le reboisement communautaire pourraient aussi permettre de rapprocher le stock réel de forêts du stock optimal dans une perspective de développement durable. Le modèle de répartition pour un ha de terres en 2014 par exemple fait donc passer les superficies agricoles et forestières respectivement de 0,33 % et 0,39 % à 0,02 % et 0,71 %. Cela sous-entend que les superficies agricoles, en maintenant le même niveau de production, peuvent être constamment réduites de manière à obtenir un gain de forêt. Le même constat est présenté dans le tableau 1. L'innovation technologique agricole devrait donc aider à exploiter le maximum du potentiel et à aller ainsi vers un modèle agricole plus intensif.

Ces éléments sont donc à prendre en compte pour l'élaboration de politiques durables de conservation des forêts et de restauration et conservation des sols. L'opérationnalisation de cette gestion reste un enjeu majeur, car il doit prendre en compte différents facteurs tels que la diversité de sols, les cultures et la présence de forêts, par exemple.

CONCLUSION

La présente étude a permis d'établir qu'au Bénin, le niveau de reboisement actuel ne permet pas d'atteindre le stock optimal de forêt, ce dernier étant resté supérieur au stock réel de forêt depuis 1984. En effet, l'ensemble des actions et projets mis en œuvre n'ont pas permis au pays d'atteindre cet équilibre écologique. Il reste beaucoup à faire pour augmenter la superficie forestière du pays sans freiner son développement économique. Pour ce faire, l'accent devra être mis sur une meilleure occupation des sols passant par une réduction des superficies agricoles au profit de celles forestières et une intensification de l'agriculture permettant l'augmentation des rendements et ainsi du PIB. Des mesures complémentaires, notamment un reboisement conséquent renforcé par un reboisement communautaire, si elles sont mises en œuvre, devraient contribuer à augmenter le stock de forêt béninois et ainsi favoriser la restauration et la conservation des sols de manière durable.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BURNEY J. A., DAVIS S. J. & LOBELL D. B., 2010. Greenhouse gas mitigation by Agricultural intensification. *Proceedings of The National Academy of Sciences USA* 107 (26), 12052–12057.
- COULIBALY N., 2016. Optimal Forest Stock Determination in Côte d'Ivoire, in a Sustainable Development Perspective. *American Journal of Environmental Protection*. Vol. 5, No. 6, 2016, pp. 157-167. doi: 10.11648/j.ajep.20160506.13
- DEFRIES R. & ROSENZWEIG C., 2010. "Toward a whole-landscape approach for sustainable land use in the tropics" NASA Publications. 43.
- DGFRN, 2011. Rapport annuel d'activité 2010. 63p
- EVELYN O. B., 2009. Utilizing geographic information system (GIS) to determine optimum forest cover for minimizing runoff in a degraded watershed in Jamaica. *International Forestry Review Vol. 11(3), 2009. Forestry Department, 173 Constant Spring Road, Kingston 8, Jamaica*
- EWERS M. R., KAPOV V., COOMES D. A., LAFORTEZZA R. & DIDHAM R. K., 2009. Mapping community change in modified landscapes. *Biological Conservation* 142 (2009) 2872–2880
- FAO, 2010: Global Forest Resources Assessment 2010: Final Report. FAO Forestry paper 163 p., FAO, Rome
- INNES J. L., 2007. Forests in environmental protection. Forests and forest plants – Vol. I - Forests in Environmental Protection Faculty of Forestry, University of British Columbia, Canada. 7p
- KAPOV V., KURZ W. A., GARDER T., FERREIRA J., GUARIGUATA M., 2012. Impacts of forest and land management on biodiversity and carbon. In : Parrotta J. A., Wildburger C. and Mansourian S, (Eds), Understand relationships between biodiversity, carbon, forests and people: The key to achieving REDD+ objectives. Vienna, Austria: International Union of Forest Research Organizations.
- MAEP & INRAB, 2016. Catalogue Béninois des Espèces et Variétés végétales ((CaBEV)). *INRAB/DPVPPAAO/ProCAD/MAEP & CORAF/WAAPP*. 339 p. Dépôt légal N° 8982 du 21 octobre 2016, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, 4ème trimestre. ISBN : 978-99919-2-548-6.
- NABUURS G. J., PUSSINEN A., VAN BRUSSELEN J. & SCHELHAAS M. J., 2007. Future harvesting pressure on European forests. *Eur. J. For. Res.*, 126 (2007), pp. 391-400
- POWPA (*Appui aux Actions Nationales dans le cadre du Programme de Travail de la CDB sur les Aires Protégées*), 2010. Rapport définitif d'Elaboration de mécanisme et d'outils pour l'évaluation économique des aires protégées dans le cadre de la mise en œuvre du POWPA, 100 p.
- ROYAL SOCIETY OF LONDON, 2009. Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture. ISBN : 978-0-85403-784-1. 86p
- WILSON P. M., PETTICREW M., CALNAN M. W. & NAZARETH I., 2010. Does dissemination extend beyond publication: a survey of a cross section of public funded research in the UK. *Implement Sci.* 5 : 61.
- FAO, <http://www.fao.org/faostat/fr/#data>, page consultée en Novembre 2017.
- Banque mondiale, <https://donnees.banquemondiale.org/pays/benin?view=chart>, page consultée en Novembre 2017.

Annexes 1 : Extraits des résultats de GAMS

Années	Superficie agricole Optimale	Stock optimal de forêts	Valeurs marginales de Superficie de reforestation	Valeurs marginales de superficie en exploitation forestière
1990	906000	7225000	-545,955	-84,014
1991	826300	7225000	-1089,206	-165,660
1992	771600	7225000	-1632,264	-246,380
1993	726900	7225000	-2176,138	-328,395
1994	737200	7225000	-2719,749	-410,814
1995	787500	7225000	-3261,589	-492,859
1996	907800	7225000	-3802,657	-572,920
1997	1018100	7225000	-4344,928	-654,601
1998	1108400	7225000	-4885,642	-735,647
1999	1098700	7225000	-5427,310	-816,810
2000	1114000	7225000	-5969,258	-897,447
2001	1114000	7225000	-6511,483	-978,273
2002	1164800	7225000	-7054,294	-1053,747
2003	1217200	7225000	-7597,240	-1132,314
2004	1267600	7225000	-8141,309	-1207,588
2005	1171000	7225000	-8682,605	
2006	936800	7225000	-47823,112	-67095,986
2007	749440	7368160	-551,162	-745,211
2008	721000	7452400	-551,846	
2009	576800	7452400	-9660,319	-13926,334
2010	461440	7608560	-556,271	-1040,523
2011	369152	7741648	-571,667	-849,882
2012	295322	7936278	-582,138	-642,052
2013	246000	7986400	-583,329	
2014	196800	7986400	-5484,675	-7406,780

Source: Données extraites des résultats de programmation linéaire (2017)

Annexe 2 : Comparaison des superficies réelles et optimales agricoles et forestières.

Année	Stock optimal	Stock réel	Superficies réelles agricoles	Superficies agricoles optimales
1980	5780184	6617826	Ces estimations n'ont pas pu être faites à partir de la programmation linéaire	Ces estimations n'ont pas pu être faites à partir de la programmation linéaire
1981	5910596	6538412		
1982	6043950	6459951		
1983	6180313	6382432		
1984	6319753	6305843		
1985	6462339	6158947		
1986	6608142	6085039		
1987	6757234	6012019		
1988	6909691	5939875		
1989	7065587	5868596		
1990	7225000	5761000	2270000	906000
1991	7225000	5691000	2280000	826300
1992	7225000	5621000	2295000	771600
1993	7225000	5551000	2320000	726900
1994	7225000	5481000	2400000	737200
1995	7225000	5411000	2520000	787500
1996	7225000	5341000	2710000	907800
1997	7225000	5271000	2890000	1018100
1998	7225000	5201000	3050000	1108400
1999	7225000	5131000	3110000	1098700
2000	7225000	5061000	3195000	1114000
2001	7225000	5011000	3265000	1114000
2002	7225000	4961000	3365000	1164800
2003	7225000	4911000	3467000	1217200
2004	7225000	4861000	3467000	1267600
2005	7225000	4811000	3520000	1171000
2006	7225000	4761000	3335000	936800
2007	7368160	4711000	3340000	749440
2008	7452400	4661000	3445000	721000
2009	7452400	4611000	3350000	576800
2010	7608560	4561000	3440000	461440
2011	7741648	4511000	3530000	369152

Année	Stock optimal	Stock réel	Superficies réelles agricoles	Superficies agricoles optimales
2012	7936278	4461000	3700000	295322
2013	7986400	4411000	3750000	246000
2014	7986400	4361000	3750000	196800

Source : données calculées à partir des résultats de programmation linéaire (2017)

Note: Les données de stock optimal de forêts calculées entre 1980 et 1989 sont inférées à partir des résultats de la programmation linéaire sur la période de 1990 à 2014. Ce qui justifie pourquoi les estimations n'ont pas pu être faites à partir de la programmation linéaire en ce qui concerne les superficies réelles agricoles et les superficies optimales agricoles. Par contre, les données sur le stock réel existent pour la période 1980 à 1989.