



Forum forestier africain

Une plateforme pour les acteurs du secteur forestier africain



Marchés et commerce du carbone

UN RECUEIL DE COURS POUR LA FORMATION PROFESSIONNELLE
DANS LE SECTEUR FORESTIER EN AFRIQUE

04



Marchés et commerce du carbone

**UN RECUEIL DE COURS POUR LA FORMATION
PROFESSIONNELLE DANS LE SECTEUR FORESTIER
EN AFRIQUE**

Citation correcte : African Forest Forum. 2019. Marchés et commerce du carbone : Un recueil pour la formation professionnelle en foresterie africaine.140 pages.

© African Forest Forum 2019. Tous droits réservés. African Forest Forum
United Nations Avenue, Gigiri P.O. Box 30677-00100
Nairobi, Kenya

Tél: +254 20 722 4203

Fax: +254 20 722 4001

Site Internet: www.afforum.org

Photos de couverture-avant: Un affluent du fleuve Zio au nord du Togo (à gauche), Défrichement pour l'agriculture au Bénin Photos de couverture: Défrichement pour l'expansion de l'agriculture, Ghana (à gauche), Exploitation forestière, Ghana (au milieu), Dégradation des terres dans le nord du Ghana (à droite). Crédit : Enoch Achigan-Dako & N'Danikou Sognigbe

Photo de couverture-arrière : Exploitation minière dans une zone forestière, Ghana. Crédit : Enoch Achigan-Dako et N'Danikou Sognigbe

Conception et mise en page: Conrad Mudibo, Ecomedia

Avertissement

Les appellations utilisées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent aucune prise de position de la part du Forum Forestier Africain (en anglais African Forest Forum) quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant à la délimitation de leurs frontières ou limites, ni quant à leur système économique ou encore leur degré de développement. Des extraits peuvent être reproduits sans autorisation, à condition que la source de l'information soit indiquée. Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles du Forum Forestier Africain.

Contents

Abréviations et Acronymes	v
Remerciements	vi
Préface	vii
Chapitre 1. Les Principes et Concepts du Commerce du Carbone	1
1.0 Généralités	1
1.1 Paiement pour les Services Environnementaux (PSE).....	2
1.1.1 Introduction au PSE	2
1.1.2 Types de services écosystémiques/environnementaux	4
1.2 Changement climatique et commerce du carbone	7
1.2.1 Contexte	7
1.2.2 Rôle des forêts dans la régulation du climat.....	7
1.2.3 Termes opérationnels utilisés dans le domaine du changement climatique et du commerce du carbone	8
1.2.4 Mécanisme de développement propre (MDP).....	12
1.3 Marchés de la compensation du carbone	18
1.3.1 Types de marchés de carbone	20
1.3.2 Normes de compensation du carbone	21
1.4 Principes de base de la préparation des projets de carbone forestier : Note d'idée de projet (NIP) et Document de conception de projet (DCP)	23
1.4.1 Eléments de la NIP	23
1.4.2 Eléments du document de conception du projet (DCP)	35
1.4.3 Evaluation des NIP et DCP pour les marchés carbone	41
1.4.4 Etapes de mise en place d'un projet REDD+	43
1.5 Concepts et principes de l'économie et des marchés.....	49
1.5.1 Demande, offre, prix et marchés.....	49
1.5.2 Concepts de valeur économique et d'évaluation	50
1.6 Autres considérations relatives au commerce du carbone.....	55
1.6.1 Tarification du carbone	55
1.6.2 Droits de propriété dans le commerce du carbone	56
Chapitre 2. Processus de commerce et d'accords de carbone	58
2.1 Généralités	58
2.2 Accords et processus sur le commerce et le marketing du carbone	59
2.2.1 Accords sur le commerce et le marketing du carbone	59
2.2.2 Processus relatifs au commerce et au marketing du carbone	62
2.2.3 Scénarios d'accords commerciaux sur le carbone	63
2.2.4 Modalités de mise en œuvre.....	63
2.3 Autres questions liées aux processus et accords important pour le commerce du carbone ...	66
2.3.1 Normes internationales de carbone et commerce du carbone.....	66
2.3.2 Les obligations des Parties visées et non-visées à l'Annexe 1	66
2.3.3 Point de vue sur les règles régissant le commerce international des produits forestiers	67
2.3.4 Qu'est-ce que l'additionnalité?.....	68
2.3.5 Bases de référence (Statut quo)	68
2.3.6 Fuite.....	68
2.3.7 Mythes et réalités du marketing et du commerce du carbone.....	68

2.3.8	Rôle des agents techniques en appui au commerce du carbone.....	68
2.3.9	Mécanismes de partage des bénéfices carbone aux niveaux sous-national, national et international.....	69

Chapitre 3. Estimation du stock de carbone forestier77

3.0	Généralités	77
3.1	Estimation de la biomasse	79
3.2	Mesure, Notification et Vérification (MNV) pour la détermination de la base de référence.....	88
3.2.1	Mesure : le « M » dans le terme « Mesure, Notification, Vérification (MNV) »	88
3.2.2	Notification et Vérification : les « N » et « V » du terme Mesure, Notification et Vérification (MNV)	89
3.3	Approches de l'estimation rapide des stocks de carbone en forêt	92
3.3.1	Cartographie et stratification en forêts	92
3.3.2	Enquête exploratoire pour le calcul de la variance	93
3.3.3	Localisation des placettes permanentes d'échantillonnage.....	95
3.3.4	Estimation de la biomasse du carbone.....	99
3.5	Modélisation du stock de carbone.....	102
3.5.1	Modèle CO2Fix	102
3.5.2	Modèle CASS (Roxburgh, 2004)	103
3.5.3	Exploration de données graphiques	103
3.5.4	Choix des variables	104
3.5.5	Ajustement au modèle.....	104
3.5.6	Sélection du modèle.....	104
3.5.7	Validation du modèle.....	104
3.56	Dynamique des stocks de carbone	105
3.6.1	Méthodes Gain-perte	105
3.6.2	Méthodes de différence des stocks.....	105
Références	108	
Auteurs	118	
Liste des autres contributeurs.....		118

Abréviations et Acronymes

AFAT	Agriculture, Foresterie et autres Affectations des Terres
APD	Aide Publique au Développement
C	Carbone
CCNUCC	Convention-Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
CDB	Convention sur la Diversité Biologique
CH ₄	Méthane
CMP	Réunion des Parties au Protocole de Kyoto
CNUED	Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
CO ₂	Dioxyde de Carbone
CO ₂ eq	Equivalent Dioxyde de Carbone
COP	Conférence Des Parties
DCP	Document de Conception du Projet
EOD	Entité Opérationnelle Désignée
FAO	Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
NIP	Note d'Idée du Projet
MOC	Mise en Œuvre Conjointe
MDP	Mécanisme de Développement Propre
MNV	Mesure, Notification et Vérification
FPFN	Fonds pour les Programmes Forestiers Nationaux
MVC	Marché Volontaire du Carbone
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PFNL	Produit Forestier Non Ligneux
PK	Protocole de Kyoto
PRC	Potentiel de Réchauffement Climatique
PSE	Paiement pour les Services Environnementaux
QUE	Quota de l'Union Européenne
RCE	Réduction Certifiée des Émissions
REDD+	Réduction des Émissions dues à la Déforestation et de Dégradation des Forêts
REV	Réduction d'Émissions Volontaire
UQA	Unité de Quantité Attribuée

Remerciements

Ce recueil a été élaboré grâce à une stratégie organique qui a initialement conduit à l'élaboration des "modules de formation sur l'adaptation au changement climatique, l'atténuation, l'échange des droits d'émission de carbone, et le paiement pour les services environnementaux". Ceux-ci furent développés pour la formation professionnelle et technique, et pour des cours de courte durée dans les pays d'Afrique subsaharienne. Le présent recueil véhicule l'information nécessaire pour dispenser efficacement la formation envisagée dans les modules de formation. En d'autres termes, il est structuré en fonction des modules de formation. Dans ce contexte, de nombreuses personnes et institutions, y compris le gouvernement, la société civile, les universités, les entreprises, le secteur privé et d'autres communautés, ont contribué de diverses façons au processus qui a abouti à l'élaboration du recueil. Nous tenons à les remercier tous collectivement pour leurs contributions inestimables, étant donné qu'il est difficile, dans un texte aussi court, de les mentionner individuellement.

Nous apprécions également le soutien financier que nous avons reçu du Gouvernement Suisse par l'intermédiaire de la Direction du développement et de la coopération (DDC) suisse pour la mise en œuvre d'un projet de l'AFF intitulé « Forêts africaines, populations et changement climatique » qui a permis de générer une grande partie de l'information ayant servi de base à la rédaction de ce recueil. L'AFF est également reconnaissant vis-à-vis de l'Agence Suédoise de Coopération Internationale pour le Développement (Sida) pour son soutien à un autre projet de l'AFF sur « Le Renforcement de la gestion durable des forêts en Afrique » qui a également contribué au recueil, en plus d'avoir soutenu divers contributeurs de ce recueil. Les questions soulevées par les deux projets démontrent l'intérêt des peuples suisses et suédois pour la foresterie africaine face aux effets négatifs du changement climatique.

Nous sommes également reconnaissants vis-à-vis des principaux auteurs, des contributeurs mentionnés dans ce recueil et de l'expert pédagogique, ainsi qu'au comité de relecteurs des différentes ébauches du recueil.

Nous espérons que le recueil contribuera à dispenser d'une manière plus organisée et systématique des formations dans ce domaine, pour éventuellement permettre une meilleure gestion des forêts africaines et des arbres hors des forêts.

Préface

Les forêts africaines et les arbres soutiennent les secteurs clés de l'économie de nombreux pays africains, notamment l'agriculture et l'élevage, l'énergie, la faune et le tourisme, les ressources en eau et les moyens de subsistance. Ils sont essentiels au maintien de la qualité de l'environnement sur le continent, tout en fournissant des biens et services publics internationaux. Les forêts et les arbres fournissent l'essentiel de l'énergie utilisée en Afrique. Les forêts et les arbres sont donc au centre du développement socio-économique et de la protection environnementale du continent.

Les forêts et les arbres hors forêts en Afrique sont impactés de plusieurs façons par le changement climatique, et ils influencent à leur tour le climat. Par conséquent, les forêts et les arbres en Afrique sont de plus en plus stratégiques dans la lutte contre le changement climatique. La grande diversité des forêts et des conditions en Afrique est à la fois la force et la faiblesse du continent dans la conception optimale des réponses au changement climatique. Compte tenu du rôle des forêts et des arbres dans le développement socio-économique et la protection de l'environnement, les actions entreprises pour lutter contre le changement climatique en Afrique doivent simultanément améliorer les moyens de subsistance des populations tributaires des forêts et améliorer la qualité de l'environnement. Il est donc nécessaire que l'Afrique appréhende comment le changement climatique affecte les interactions entre l'alimentation, l'agriculture, l'utilisation de l'énergie et les sources, les ressources naturelles (y compris les forêts et les terres boisées) et les populations en Afrique, et dans le contexte des politiques macro-économiques et des systèmes politiques qui définissent l'environnement dans lequel ils opèrent tous. Bien que tout ceci soit extrêmement complexe, la compréhension de l'effet du changement climatique sur ces interrelations est primordiale pour influencer le processus, le rythme, l'ampleur et l'orientation du développement nécessaire à l'amélioration du bien-être des personnes et de l'environnement dans lequel elles vivent.

Au niveau du secteur forestier, le climat affecte les forêts, mais les forêts aussi influencent en retour le climat. Par exemple, la séquestration du carbone augmente dans les forêts en croissance, un processus qui influence positivement le niveau de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, qui, à son tour, peut réduire le réchauffement climatique. En d'autres termes, les forêts, en régulant le cycle du carbone, jouent un rôle vital dans le changement et la variabilité climatiques. Le rapport spécial de 2018 du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) sur les impacts d'un réchauffement global de 1,5°C au-dessus des niveaux préindustriels souligne l'importance du boisement et du reboisement, de la restauration des terres et de la séquestration du carbone dans le sol pour l'élimination du dioxyde de carbone. Plus précisément, dans les mécanismes limitant le réchauffement climatique à 1,5°C, l'agriculture, la foresterie et l'affectation des terres (AFAT) sont mises en avant, avec une assurance moyenne d'enlever 0-5, 1-11 et 1-5 GtCO₂ an⁻¹ en 2030, 2050 et 2100 respectivement. Il y a également des avantages associés aux mesures d'élimination du dioxyde de carbone par AFAT, telles que la biodiversité améliorée, la qualité des sols et la sécurité des aliments locaux. Le climat, en revanche, affecte la fonction et la structure des forêts. Il est donc important de bien comprendre la dynamique de cette interaction pour être en mesure de concevoir et de mettre en œuvre des stratégies d'atténuation et d'adaptation appropriées pour le secteur des forêts.

Entre 2009 et 2011, le Forum Forestier Africain ou African Forest Forum (en Anglais) a cherché à comprendre ces relations en rassemblant les informations scientifiques qu'il pouvait recueillir sous la forme d'un livre qui porte sur le changement climatique dans le contexte des forêts africaines, des arbres et des ressources fauniques. Ce travail, qui a été financé par l'Agence Suédoise de Coopération Internationale pour le Développement (Sida), a mis en exergue des lacunes dans la compréhension en Afrique du changement climatique en foresterie, comment relever les défis et saisir les opportunités qu'elle offre et la capacité à le faire.

La contrainte la plus évidente en Afrique dans la riposte au changement climatique a été identifiée comme le manque de capacité à le faire. L’AFF reconnaît que l’établissement et l’opérationnalisation des capacités humaines sont essentiels pour une solution efficace aux diverses questions liées au changement climatique, ainsi qu’à l’amélioration de la qualité du transfert des connaissances. Par exemple, les organisations de la société civile, les agents de vulgarisation et les communautés locales sont des parties prenantes dans la mise en œuvre des activités implicites d’adaptation et d’atténuation dans de nombreuses stratégies de changements climatiques. En outre, les organisations de la société civile et les agents de vulgarisation sont plus susceptibles de diffuser largement les résultats pertinents des recherches auprès des communautés locales, qui sont, et seront affectés par les effets néfastes du changement climatique. Il est donc crucial que tous les niveaux de la société soient conscients des mécanismes de réduction de la pauvreté par leur contribution à la résolution des problèmes environnementaux. La formation et la mise à jour des connaissances des organisations de la société civile, des agents des services de vulgarisation et des communautés locales sont l’une des approches logiques à cet égard. De même, le personnel professionnel et technique de la foresterie et des domaines connexes aurait besoin de connaissances et de compétences dans ces domaines de travail relativement nouveaux.

C’est sur cette base que l’AFF a organisé un atelier sur le renforcement des capacités et le développement des compétences en matière d’adaptation et d’atténuation du changement climatique en forêt à Nairobi, au Kenya, en novembre 2012. Cet atelier a rassemblé des participants des institutions académiques, de recherches et de la société civile, ainsi que le secteur privé. L’atelier a identifié les besoins de formation sur le changement climatique pour les institutions d’éducation et de recherche en foresterie aux niveaux professionnel et technique, aussi bien que les besoins de la formation pour les groupes de la société civile et les agents de vulgarisation qui interagissent avec les communautés locales et le secteur privé sur ces questions. Les besoins en formation identifiés lors de l’atelier ont porté sur quatre domaines principaux à savoir: la Science du Changement Climatique, les Forêts et l’Adaptation au Changement Climatique, les Forêts et Atténuation du Changement Climatique, et Marchés et Commerce du Carbone. Ceci a servi de base aux participants à l’atelier pour développer des modules de formation pour la formation professionnelle et technique, et pour des cours de courte durée pour la vulgarisation des agents et les groupes de la société civile. Le développement des modules de formation a impliqué 115 scientifiques à travers l’Afrique. Les modules de formation fournissent des orientations sur la manière dont la formation pourrait être organisée, mais n’incluent pas le contenu pour la formation, un besoin qui a été exprimé à l’AFF par les institutions de formation et agents compétents.

Entre 2015 et 2018, l’AFF a réuni 50 scientifiques africains pour développer le texte requis, sous forme de recueils, et de manière pédagogique. Ce travail a été en grande partie financé par la Direction du développement et de la coopération (DDC) suisse, et en partie à travers une contribution de l’Agence Suédoise Coopération internationale pour le Développement (Sida). Au cours de cette période, huit recueils ont été développés, à savoir :

1. Science fondamentale du changement climatique : un recueil pour la formation professionnelle en foresterie africaine
2. Science fondamentale du changement climatique: un recueil pour la formation technique en foresterie africaine
3. Science fondamentale du changement climatique: un recueil pour les cours de courte durée en foresterie africaine
4. Marchés et commerce du carbone: un recueil pour la formation technique en foresterie africaine
5. Marchés et commerce du carbone: un recueil pour la formation professionnelle en foresterie africaine
6. Marchés et commerce du carbone: un recueil de cours de courte durée en foresterie africaine

7. Dialogues internationaux, processus et mécanismes sur le changement climatique : recueil pour la formation professionnelle et technique en foresterie africaine
8. Modélisation du climat et élaboration de scénarios: un recueil pour la formation professionnelle en foresterie africaine

Une autre contribution notable au cours de la période 2011-2018 a été l'utilisation du module de formation sur « Les marchés et le commerce du carbone » pour renforcer les capacités de 574 formateurs venant de 16 pays d'Afrique sur l'évaluation rapide du carbone forestier (RaCSA), l'élaboration d'une Note d'Idée de Projet (NIP) et d'un Document de Conception de Projet (DCP), l'exposition au commerce et aux marchés pour le carbone forestier, et le financement du carbone, entre autres. Les pays bénéficiaires de la formation sont : l'Éthiopie (35), la Zambie (21), le Niger (34), la Tanzanie (29), le Soudan (34), le Zimbabwe (30), le Kenya (54), le Burkina-Faso (35), le Togo (33), Nigéria (52), Madagascar (42), Swaziland (30), Guinée Conakry (40), Côte-d'Ivoire (31), Sierra Leone (35) et Liberia (39). En outre, le même module a été utilisé pour doter les Petites et Moyennes Entreprises (PME) actives sur les questions forestières en Afrique, avec des compétences et connaissances sur comment développer et s'engager dans le business du carbone forestier. Dans ce domaine, 63 formateurs de tuteurs ont été formés sur RaCSA dans les pays africains suivants : Afrique du Sud, Lesotho, Swaziland, Malawi, Angola, Zambie, Zimbabwe, Mozambique, Tanzanie, Ouganda, Kenya, Éthiopie, Soudan, Ghana, Libéria, Niger, Nigéria, Gambie, Madagascar, République démocratique du Congo, Cameroun, Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Gabon, République du Congo, Tchad, Guinée Conakry, Sénégal, Mali, Mauritanie, Togo et Bénin.

Une évaluation entreprise par l'AFF a conclu que de nombreux formateurs formés sur RaCSA font déjà bon usage des connaissances et des compétences acquises de diverses manières, y compris dans le développement de projets de carbone forestier bancable. En outre, de nombreuses parties prenantes ont déjà utilisé les modules de formation et les recueils pour améliorer non seulement les programmes d'études de leurs établissements, mais aussi la façon dont l'enseignement au changement climatique et la formation sont dispensés.

L'élaboration des recueils est donc une conséquence évolutive qui a vu le renforcement progressif des capacités de nombreux scientifiques africains à développer l'enseignement, la formation, et à élaborer des documents destinés à leurs institutions et au grand public. De manière générale, cette initiative a contribué à créer une fraternité forestière africaine qui a su construire progressivement la capacité de développer de tels textes, voire des livres dans des domaines d'intérêt pour le continent, permettant ainsi de consolider les informations autrefois disparates. Le but ultime de cette initiative est d'améliorer la compréhension des questions liées à la foresterie africaine et le changement climatique afin de mieux préparer les générations présentes et futures.

Nous encourageons donc l'utilisation à grande échelle de ces recueils par le grand public, non seulement à des fins d'éducation et de formation, mais aussi pour mieux comprendre les aspects du changement climatique dans le secteur forestier africain.



Macarthy Oyebo

Président, Conseil d'Administration de l'AFF



Godwin Kowero

Secrétaire Exécutif de l'AFF

Résumé

Aperçu

Les mécanismes du marché carbone, y compris l'échange de quotas d'émission, le Mécanisme de Développement Propre (MDP), la Réduction des Émissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des Forêts (REDD+) et les Marchés Volontaires sont considérés comme des moyens de lutte contre le changement climatique et autres problèmes de dégradation de l'environnement. Le marché du carbone est stimulé par les régimes de plafonnement et d'échange ou les crédits qui financent ou compensent les réductions de gaz à effet de serre (GES). Ce recueil apporte aux apprenants les principes et concepts de l'évaluation des stocks de carbone, de l'échange de quotas d'émission de carbone, des paiements pour les services environnementaux, des relations commerciales et des accords liés à l'échange de quotas d'émission de carbone. Il permet de comprendre et de contrôler les méthodes d'estimation des stocks de carbone, les questions d'ordre méthodologique sur le marché et l'échange de quotas d'émission de carbone, les risques et les opportunités liés au marché de carbone aux niveaux mondial, régional et national.

Objectifs du recueil

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de:

- (i). Évaluer les stocks de carbone forestier;
- (ii). Analyser les possibilités offertes par les services environnementaux; (iii). Décrire le marché du carbone et les mécanismes d'échange;
- (iv). Évaluer les cadres institutionnels et juridiques du marché du carbone; et, (v). Déterminer les aspects techniques des projets de carbone.

Chapitre 1. Les Principes et Concepts du Commerce du Carbone

1.0 Généralités

Ce chapitre a pour but de renforcer les compétences des apprenants sur les concepts et les principes du commerce carbone (C) et du marketing, et de leur présenter le concept de paiement pour les services environnementaux (PSE), les principes de base pour la préparation d'une Note d'Idée de Projet (NIP) et d'un Document de Conception de Projet (DCP) pour les projets de carbone forestier, les concepts et principes de l'économie et des marchés, et les principes/pratiques des marchés du carbone et mécanismes d'échange.



Objectifs

A la fin de ce chapitre, l'apprenant devrait être capable de:

- décrire les concepts et principes du paiement pour les services environnementaux (PSE);
- décrire les concepts et composantes de la NIP et du DCP;
- expliquer les concepts et les principes de base de l'économie et les relier aux marchés et au commerce du carbone; et
- évaluer les principes et les pratiques des marchés du carbone et des mécanismes d'échange.

Ce chapitre se compose de quatre sessions. Chaque session peut être présentée en plusieurs sous-sessions de formation d'une heure chacune. Le nombre de sous-sessions par chapitre dépend de la nature, de l'importance et du type de contenu développé, en rapport avec la catégorie des participants impliqués. Les sessions sont les suivantes:

- Paiement pour les Services Environnementaux (PSE);
- Principes de base de la Note d'idée de projet (NIP) et du Document de Conception de Projet (DCP) du carbone forestier;
- Concepts et principes de l'économie et des marchés ; et,
- Principes et pratiques des marchés du carbone et des mécanismes d'échange.

1.1 Paiement pour les Services Environnementaux (PSE)

1.1.1 Introduction au PSE



Activité 1 (Réflexion) (10 minutes)

Partagez vos points de vue sur :

- Les concepts et terminologies : services écosystémiques tangibles et intangibles
- Les sources traditionnelles des fonds pour la gestion des écosystèmes : collecte de revenus, budgets gouvernementaux, aide publique au développement (APD) par le biais d'organisations bilatérales et multilatérales, etc.

Les écosystèmes forestiers offrent à la fois des avantages tangibles directs et des avantages indirects dont certains sont perçus comme des services écosystémiques. Les avantages directs comprennent les produits du bois : bois de chauffage, charbon de bois, bois de service et bois scié. Les produits forestiers non ligneux (PFNL) comprennent la viande de gibier, les plantes médicinales, le fourrage, le latex, les boissons, les teintures, les fibres, les gommés, les résines, les huiles, la cire d'abeille et le miel, les tanins et les toxines. Plusieurs de ces produits sont des produits de subsistance qui fournissent une alimentation aux habitants de la forêt, ce qui est important dans les situations de sécheresse et de famine. Les médicaments traditionnels sont les produits les plus courants pour la plupart des populations rurales et urbaines en Afrique.

Les services écosystémiques comprennent la protection des bassins versants qui sont des sources d'eau pour l'usage domestique, la production d'énergie et l'irrigation, la conservation de la biodiversité, la beauté du paysage, l'amélioration du changement climatique par le biais de la séquestration et du stockage du dioxyde de carbone (CO₂).

Les sources traditionnelles de financement de la gestion forestière se sont, dans la plupart des cas, concentrées sur les revenus des produits forestiers tangibles. Certains gouvernements réservent également des budgets à la conservation. L'ONU a fixé un objectif de 0,7 % du Revenu National Brut (RNB) des pays développés pour l'Aide Publique au Développement (APD) dans les pays en voie de développement. L'APD peut prendre la forme de prêts, de subventions ou d'assistance technique sous la forme d'accords bilatéraux ou multilatéraux, dans le but de soutenir le développement des infrastructures, l'amélioration des technologies, le renforcement des capacités, la conservation de l'environnement ou la suppression des obstacles structurels dans l'économie. L'APD n'est pas à la hauteur de l'engagement des pays développés puisque le ratio moyen APD/RNB n'est que de 0,22% pour les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (FAO, 2004).

Lors de la Conférence des Nations unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED), qui s'est tenue à Rio de Janeiro en 1992, les dirigeants du monde entier se sont mis d'accord sur une stratégie globale de développement durable : répondre à nos besoins tout en veillant à laisser aux générations futures un monde sain et viable. Parmi les principaux accords adoptés à Rio figurent la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) et la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Ce pacte, conclu entre la grande majorité des gouvernements du monde, définit les engagements à prendre pour lutter contre le changement climatique et préserver les systèmes écologiques de la planète tout en poursuivant le développement économique. Alors que le Protocole de Kyoto (PK) de la CCNUCC prévoit des mécanismes d'échange de carbone, la CDB établit trois objectifs principaux : la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses éléments et le partage juste et équitable des avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques (UNEP, 1994)

Conformément aux politiques et aux priorités de la CNUED, de nombreuses agences de développement international et des mécanismes financiers fournissent des fonds pour la conservation. Dans les pays en développement, l'expérience montre que la communauté internationale de la conservation finance principalement des investissements pour la conservation (Winrock International, 2004). Il s'agit principalement de banques de développement et de fondations des États-Unis et d'Europe qui sollicitent des fonds auprès des pays développés et, par le biais d'agences internationales, mettent en œuvre des projets de conservation dans les pays en développement. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), par le biais du Partenariat de collaboration sur les forêts (PCF) et du Fonds pour les programmes forestiers nationaux (FPFN), a créé un guide en ligne sur le financement de la gestion durable des forêts (GDF) (PCF, 2005). L'élément principal de ce recueil est la base de données des sources de financement, qui propose différents moyens d'identifier les sources de financement mondiales pour la GDF. Les pays en développement qui ont ratifié le traité de la CDB peuvent proposer des projets de conservation de la biodiversité. Le secteur privé, les ONG et d'autres organisations de la société civile qui mènent des activités de conservation sont également admissibles à certaines sources de financement.

Malgré toutes ces sources de financement existantes pour la gestion des écosystèmes, la plupart des écosystèmes des pays en développement sont toujours dégradés ou en voie de disparition. Les économistes néo-marchands des ressources naturelles proposent de développer de nouveaux moyens et de nouvelles structures institutionnelles pour générer des fonds pour la gestion des forêts (Winrock International, 2004). Ces fonds nécessaires à la génération de services environnementaux sont appelés *Paiements pour services environnementaux* ou *Paiements pour Services Écosystémiques* (PSE)

Les pratiques de gestion forestière rationnelle génèrent un certain nombre d'avantages environnementaux pour lesquels les consommateurs peuvent être prêts à payer. Ces services sont, par exemple, la séquestration de carbone, la conservation de la biodiversité, la protection des bassins versants et la beauté des paysages. Ces avantages peuvent avoir des effets considérables à l'échelle mondiale ou des effets immédiats au niveau national/régional et local. Par exemple, une molécule de CO₂, indépendamment de l'endroit d'où elle est émise, peut se retrouver n'importe où sur la planète en un peu plus d'une semaine (Trexler, 2003). De même, la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) a le même effet sur l'atmosphère, quel que soit l'endroit où la réduction a lieu. D'autre part, une gestion saine des bassins versants dans les zones de montagne peut réduire l'érosion des sols, les glissements de terrain, la sédimentation et les inondations et fournir de l'eau potable aux utilisateurs en aval aux niveaux national/régional et local (Winrock International, 2004). Les opportunités de marché pour les services environnementaux devraient donc se situer au niveau international, national/régional et local. Des exemples empiriques de ces marchés à ces différents niveaux seront donnés.

Le terme Paiements pour les services environnementaux ou PSE est apparu dans les années 2000 lorsque plusieurs pratiques disparates ont été conceptualisées sous un seul terme. Les PSE sont communément présentés comme un instrument innovant et particulièrement prometteur pour la préservation de l'environnement, notamment dans le cadre de REDD+, censé apporter des solutions aux lacunes des outils traditionnels. Les PSE ne concernent plus l'ensemble des services rendus aux hommes par les écosystèmes (définition du MEA) mais *les services que les hommes se rendent entre eux à travers l'usage qu'ils font de la nature* (Karsenty, 2013). Le PSE est un concept qui guide déjà les politiques de gestion des ressources et de développement (Hassan et al., 2005). Selon Wunder (2005), cinq critères caractérisent le principe du PSE:

- (1) une transaction volontaire, dans laquelle
- (2) un service environnemental bien défini ou une utilisation qui garantit le service
- (3) est proposé à l'achat par
- (4) un minimum de fournisseurs à un minimum d'acheteurs
- (5) si et seulement si le fournisseur garantit la durabilité du service (la condition nécessaire).

Les PSE sont des transactions volontaires et contractuelles entre au moins un acheteur et un vendeur d'un service environnemental bien défini (ou d'une pratique agricole ou d'utilisation des terres bien définie) qui donnent lieu à un paiement (monétaire ou autre) conditionné par le respect des termes du contrat sur une période définie (Wunder, 2005).

Types de services environnementaux

Dans la pratique, les services qui font l'objet de PSE sont généralement de quatre types : Les services liés au carbone (stockage ou réduction des émissions), les services liés à la biodiversité, les services liés à l'eau (qualité de l'eau et prévention de l'érosion), et les services esthétiques (beauté du paysage par exemple). Les autres services fournis par les écosystèmes sont, selon la classification du Millenium Ecosystem Assessment (MEA, 2005), les services de soutien (processus internes aux écosystèmes) et les services d'approvisionnement tels que le bois et les fibres, la nourriture ou l'eau douce.

Opportunités économiques pour les services environnementaux

Il s'agit d'outils d'incitation économique qui sont de plus en plus utilisés. De nos jours, ces outils sont utilisés pour élargir et diversifier la base financière de la GDF et pour maintenir les fonctions protectrices des forêts. Par exemple, de nombreuses opportunités économiques liées aux paiements pour services environnementaux émergent dans plusieurs secteurs. Mais toutes ces opportunités économiques impliquent d'accroître l'efficacité de l'utilisation de nos ressources, de limiter notre impact sur l'environnement et d'accéder à un service respectueux de l'environnement proposé à des tarifs attractifs. Ses opportunités économiques peuvent concerner les secteurs du textile, de l'agroalimentaire, des matériaux de construction, etc. La mise en place de toutes ses composantes peut ainsi attirer des ressources financières du secteur privé.



Question sur le texte (10 minutes)

Décrire les concepts de paiement pour les services environnementaux (PSE).

1.1.2 Types de services écosystémiques/environnementaux



Activité 2 (Réflexion) (10 minutes)

Que pensez-vous des exemples existants de PSE et des défis à relever pour mettre en place un PSE?

Paiements pour la conservation de la biodiversité

Accord de concession de conservation: les gouvernements ou les utilisateurs locaux des ressources acceptent de protéger les écosystèmes naturels en échange d'une compensation structurée.

- Le coût d'opportunité de la renonciation à l'exploitation des ressources naturelles, y compris les emplois perdus et les recettes publiques provenant des taxes, peut servir de base pour déterminer le montant du paiement.
- Cela peut s'appliquer, par exemple, à la récolte du bois après une concession forestière, par laquelle une société d'exploitation forestière paie le gouvernement pour avoir le droit d'extraire du bois des forêts publiques.
- Plutôt que d'exploiter la zone de la concession, l'investisseur de conservation paierait le gouvernement pour le droit de conserver la forêt intacte.

Achat de nature: Il s'agit d'un soutien financier aux ONG locales pour l'achat stratégique de zones naturelles dans les pays tropicaux. En principe, les espaces naturels ne devraient pas être à vendre, car ils appartiennent à tout le monde. Dans la pratique, cependant, l'achat semble être un instrument efficace pour sauver de la destruction des zones naturelles très menacées.

Commerce du carbone forestier

Le commerce du carbone est possible grâce au mécanisme de développement propre (MDP) du PK de la CCNUCC. Dans le cadre du MDP, les pays développés respecteront leurs engagements en matière de réduction des gaz à effet de serre et obtiendront des crédits de réduction certifiée des émissions (RCE) en investissant dans certains types de forêts tropicales. Il avait été convenu qu'au cours de la première période d'engagement du MDP (2008-2012), les activités impliquant l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie seraient limitées aux projets de boisement et de reboisement. Les projets de déforestation évitée n'étaient pas inclus.

- Une fois le protocole ratifié, les pays membres du PK peuvent bénéficier des échanges de carbone dans le cadre du MDP.
- Toutefois, les exigences sont très strictes.
- Il existe une possibilité de bénéficier des marchés de non-conformité/volontaires.
- A l'avenir, d'autres opportunités telles que REDD+ sont également attendues car le marché du carbone est encore en développement.

Bassin versant/écotourisme

Il est longtemps admis qu'une gestion saine des ressources naturelles en amont procure des avantages environnementaux aux bénéficiaires en aval, tels que les installations hydroélectriques, l'irrigation propre et l'eau domestique. On peut demander aux bénéficiaires de ces services de dédommager les propriétaires des terres en amont pour les services qu'ils reçoivent. Ce mécanisme fournit des marchés autonomes pour les services environnementaux au niveau local. De même, l'utilisation récréative des forêts et leur contribution à la beauté des paysages sont efficacement et largement vendues par des entreprises d'écotourisme. Les revenus, qu'ils soient perçus par le gouvernement ou par les propriétaires fonciers eux-mêmes, peuvent être utilisés comme incitations directes à la conservation des forêts.

Les habitants des zones urbaines sont dans la plupart des cas les principaux bénéficiaires des services d'eau et peuvent compenser la gestion des bassins versants par l'intermédiaire de leurs conseils municipaux ou de leurs conseils d'administration afin d'éviter les conséquences négatives d'une mauvaise gestion des terres dans les zones de montagne.

Les compagnies d'hydroélectricité privées et publiques sont également bénéficiaires des services de l'eau. Des exemples empiriques montrent qu'il existe des accords volontaires entre certaines compagnies d'hydroélectricité qui compensent la gestion des bassins versants par des paiements directs aux propriétaires des hautes terres. Outre ces paiements directs, certaines compagnies d'électricité soutiennent des activités de conservation telles que la plantation d'arbres.

Outre l'eau domestique dans les zones urbaines et l'hydroélectricité, les entreprises de fourniture d'eau potable en bouteille sont également des acheteurs potentiels de services liés aux bassins versants.

Tous ces exemples suggèrent que les accords de paiement pour la fourniture de services d'eau portent

sur l'ensemble d'un bassin versant, avec des utilisations améliorées des terres telles que les exploitations agricoles, les forêts et les terres générales. Un cadre juridique est nécessaire pour institutionnaliser ces accords, car la plupart d'entre eux sont des initiatives volontaires et locales avec peu d'intervention du gouvernement, bien que parfois un gouvernement puisse agir en tant qu'intermédiaire. Pour que le mécanisme volontaire fonctionne, les consommateurs doivent être prêts à payer pour ces services. Cette volonté est motivée par une prise de conscience accrue de l'importance économique des services environnementaux, une sensibilisation croissante aux menaces qui pèsent sur l'offre de services environnementaux et la disponibilité de méthodes améliorées pour surveiller l'état, l'impact et la consommation des services environnementaux.



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquez les facteurs qui entravent le PSE dans votre pays.



Etude de cas

Exemples existants de PSE. Décrivez les activités que l'apprenant doit réaliser pour élaborer le cas. Ainsi, donnez les instructions à suivre.

1.2 Changement climatique et commerce du carbone



Activité 3 (Réflexion) (10 minutes)

Points de vue sur les raisons pour lesquelles les écosystèmes forestiers sont vus comme importants pour la régulation du changement climatique et sur la manière dont le commerce du carbone forestier est possible. Cette réflexion est toujours intéressante après une brève introduction du sujet.

1.2.1 Contexte

Le marché C comprend tous les mécanismes d'échange et de négociation de crédits pour réduire les émissions de GES. Les crédits C sont des crédits obtenus pour chaque tonne de CO₂ qui n'est pas émise dans l'atmosphère grâce aux mesures qui ont été prises. Pour les entreprises qui ne parviennent pas à atteindre leur quota, elles ont la possibilité d'acheter des droits à polluer - grâce au marché C, elles peuvent augmenter leur quota d'émission. Les fondations du marché C sont nées du PK le 11 septembre 1997. A cette époque, la réduction des émissions de GES était quantifiée et datée. Il a donc été décidé que la réduction globale à atteindre entre 2008 et 2012 serait de 5,2% par rapport au niveau de 1990. Il a été mis en place en 2005 par le PK pour encourager les pays à réduire leurs émissions de CO₂ et à investir dans des technologies plus propres pour lutter contre le réchauffement climatique.

1.2.2 Rôle des forêts dans la régulation du climat

L'échange de droits d'émission de carbone est apparu en réaction au rythme alarmant de l'augmentation des niveaux de CO₂ dans l'atmosphère, qui contribue au changement climatique. Cela a convaincu les responsables politiques de chercher des moyens de ralentir, voire d'inverser, l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère. L'une des principales approches envisagées consistait à limiter la quantité de CO₂ émise dans l'atmosphère, principalement en réduisant l'utilisation des combustibles fossiles. Les autres solutions consistaient à identifier des moyens de réduire la concentration de CO₂ dans l'atmosphère par des processus naturels. C'est à cet égard que la sylviculture a été considérée comme un moyen possible de réduire l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère, car les arbres et autres végétaux puisent naturellement du CO₂ dans l'atmosphère pour la photosynthèse et stockent (séquestrent) le carbone dans leur organes (feuilles, écorce, branches, racines et organes de stockage). Afin de promouvoir la plantation d'arbres et les pratiques forestières durables, y compris la réhabilitation des zones dégradées, diverses orientations politiques ont été lancées dans le monde entier, dans le but général de renforcer les puits à carbone. Cette démarche est restée intéressante sur le plan politique et environnemental.

D'autre part, la biomasse forestière agit comme une source de C lorsqu'elle est brûlée ou lorsqu'elle se décompose. De même, lorsque le sol est perturbé, il libère du CO₂ et d'autres GES dans l'atmosphère. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a estimé que 20 à 25 % des émissions annuelles mondiales de carbone résultent de la disparition des forêts tropicales (GIEC, 2000). Des mécanismes sont donc en cours pour ralentir la disparition de la forêt tropicale et réduire ainsi la quantité de CO₂ dans l'atmosphère.

1.2.3 Termes opérationnels utilisés dans le domaine du changement climatique et du commerce du carbone

Afin de comprendre les concepts de changement climatique et d'échange de quotas d'émission, il est important de connaître la signification des termes clés suivants.

Changement climatique/réchauffement de la planète : Il s'agit d'un changement du climat mondial qui résulte directement ou indirectement de l'activité humaine qui modifie la composition de l'atmosphère mondiale, en plus de la variabilité naturelle du climat. Le réchauffement climatique est un terme plus populaire qui reconnaît que les températures globales ont augmenté depuis la révolution industrielle.

Le carbone (C) est un élément présent dans de nombreux GES, mais pas dans tous. Le CO₂, le composant le plus important de l'ensemble des GES, représente environ 80 % du total ; le méthane (également un GES à base de carbone) est un autre composant important.

Le dioxyde de Carbone (CO₂) est un gaz naturel, mais aussi un sous-produit de la combustion de combustibles fossiles tels que le pétrole, le gaz et le charbon, de la combustion de la biomasse, des changements d'affectation des sols et d'autres processus industriels. Il s'agit du principal GES anthropique et donc du gaz de référence par rapport auquel les autres GES sont mesurés. Il est décrit comme ayant un potentiel de réchauffement planétaire.

Le protocole de Kyoto (PK) est un accord international lié à la CCNUCC. Le protocole fixe des objectifs obligatoires pour les pays industrialisés signataires du protocole, énumérés à l'annexe 1, en vue de réduire les émissions de GES de 5 % en moyenne par rapport aux niveaux de 1990 au cours de la période quinquennale 2008-2013. La CCNUCC «encourage» les pays industrialisés à stabiliser leurs émissions de GES, le PK les «engage» à le faire. Le PK a mis en place un système d'échange de droits d'émission pour faciliter cet objectif.

Le commerce de carbone est la vente et l'achat des permis et crédits des GES (ou C), y compris les transactions et titres basés sur ceux-ci. Cela signifie également que le commerce du carbone est le processus d'achat et de vente de quotas qui permettent au détenteur du quota d'émettre l'équivalent d'une tonne de CO₂ par unité. Cela implique que si les émissions d'une entreprise ou d'un pays sont inférieures à son quota, elle peut vendre son excédent. En revanche, si elle dépasse ses limites, elle devra acheter des quotas supplémentaires sur le marché ou réduire sa production. Il permet aux pollueurs d'atteindre leurs objectifs de réduction au cours de la prochaine décennie, période cruciale, sans les changements structurels qui seront nécessaires pour les objectifs de réduction à plus long terme et la transition vers une économie à faible émission de carbone.

Crédits carbone : une unité de crédit de compensation représente le droit d'émettre une tonne de CO₂. Les crédits peuvent être échangés entre le propriétaire du projet de compensation et une entreprise ou un particulier ayant besoin d'un tel crédit pour compenser ses émissions ou peuvent être achetés et vendus sur le marché international au prix courant du marché actuel.

Équivalence en dioxyde de carbone (CO₂-eq) : Il existe plusieurs gaz autres que le CO₂ qui ont un effet de réchauffement global et des demi-vies dans l'atmosphère différentes de celle du CO₂. Afin de pouvoir comparer les dangers de chacun des gaz, leur potentiel de réchauffement planétaire (PRP) est mesuré par rapport à une tonne métrique de CO₂ sur une période déterminée, de manière à savoir quelle masse de gaz aurait le même effet de réchauffement planétaire. C'est ce qu'on appelle son équivalence en dioxyde de carbone. KP mesure l'équivalence en CO₂ en utilisant un horizon temporel de 100 ans

Le Financement carbone : il s'agit des ressources financières fournies à des projets générant ou devant générer des réductions d'émissions de GES sous forme d'achat de ces réductions d'émissions. Il est également défini comme un contrat d'achat par lequel une partie paie une autre partie en échange d'une quantité donnée de réductions d'émissions de GES.

Le financement climat fait référence au financement local, national ou transnational - provenant des secteurs public et privé et des sources alternatives de financement - qui vise à soutenir les actions d'atténuation et d'adaptation qui permettront de lutter contre le changement climatique. La Convention, le PK et l'Accord de Paris appellent à une assistance financière des Parties disposant de plus de ressources financières vers celles qui sont moins dotées et plus vulnérables. On reconnaît ainsi que la contribution des pays au changement climatique et leur capacité à le prévenir et à faire face à ses conséquences varient énormément. Le financement climat est nécessaire pour l'atténuation, car des investissements à grande échelle sont requis pour réduire considérablement les émissions. Le financement climat est tout aussi important pour l'adaptation, car des ressources financières importantes sont nécessaires pour s'adapter aux effets néfastes et réduire les impacts d'un climat changeant.

Conformément au principe de «responsabilité commune mais différenciée et de capacités respectives» énoncé dans la convention, les Parties pays développés doivent fournir des ressources financières pour aider les Parties pays en développement à mettre en œuvre les objectifs de la CCNUCC. L'accord de Paris réaffirme les obligations des pays développés, tout en encourageant pour la première fois les contributions volontaires des autres parties. Les Parties pays développés devraient également continuer à prendre l'initiative de mobiliser des fonds pour le climat à partir d'une grande variété de sources, d'instruments et de canaux, en notant le rôle important des fonds publics, par le biais d'une variété d'actions, y compris le soutien aux stratégies menées par les pays, et en tenant compte des besoins et des priorités des pays en développement. Cette mobilisation du financement climatique devrait représenter une progression par rapport aux efforts précédents.

La compensation des émissions de carbone est un instrument qui vise à permettre que le carbone continue d'être libéré à un endroit en échange de la réduction des émissions de carbone à un autre endroit. Elles sont mesurées et reçoivent des crédits pour chaque tonne métrique de CO₂-eq qu'elles réduisent. Les crédits sont délivrés par différents organismes, certains n'étant acceptés que sur des marchés volontaires. Seuls ceux émis par le PK sont acceptés dans le SEQUE-UE.

La Réduction Certifiée D'émission (RCE) est une unité de réduction d'émission de GES délivrée conformément au MDP-PK, et mesurée en tonnes métriques de CO₂-eq. Une RCE représente une réduction d'émission de GHG d'une tCO₂-eq.

Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) est un arrangement du PK qui permet aux pays industrialisés qui se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre d'investir dans des projets de réduction des émissions dans les pays en développement comme alternative aux réductions d'émissions plus coûteuses dans leurs propres pays.

Le crédit est ce qui est délivré aux propriétaires de projets qui prouvent qu'ils ont réduit les émissions par rapport à leur niveau de référence dans un secteur ou un pays qui ne fait pas partie d'un système de plafonnement et d'échange.

Un Contrat Dérivé est un contrat entre deux parties pour effectuer une transaction dans le futur sur la base d'une quantité «sous-jacente» telle qu'un actif (par exemple, des permis C) ou une variable financière (par exemple, un taux d'intérêt). Il en existe quatre types: le contrat à terme, le contrat dit future, l'option et l'échange.

Le contrat d'achat de réduction d'émissions (CARE) est un contrat entre un acheteur et un vendeur de crédits de compensation basés sur des projets dans le cadre du PK, qui stipule l'intention ferme et la méthode d'achat des crédits finalement attribués aux propriétaires de projets. Le contrat couvrira également des événements tels que le défaut de livraison. Un pro-forma a été développé par l'Association Internationale pour l'Echange de Droits d'Emission (AIEDE), et ainsi reflète les besoins de ses membres, étant principalement du côté de l'achat du contrat. Cependant, les termes sont libres d'être fixés en fonction des

besoins de chaque projet. Les échanges d'émissions qui consistent à vendre et à acheter des permis et crédits comptables de pollution atmosphérique comprennent des transactions et des titres basés sur ces permis et crédits comptables.

Le Potentiel de Réchauffement Planétaire (PRP) est un indice qui mesure l'effet de changement climatique d'une quantité de GES par rapport à l'effet de changement climatique de la même quantité de CO₂ sur une période donnée (en supposant que le mélange de gaz dans l'atmosphère est uniforme). Le PRP du CO₂ est donc toujours égal à un. Le PRP des autres GES dépend de la période considérée, car leur taux de désintégration varie. La valeur dépend également de la concentration initiale, car la relation pour certains gaz n'est pas linéaire, c'est-à-dire qu'il existe une concentration à laquelle leur effet est soudainement amplifié.

La Mise en Œuvre Conjointe (MOC), dans le cadre du PK, permet à un pays de l'annexe B ayant pris un engagement de réduction ou de limitation des émissions de gagner des unités de réduction des émissions (URE) grâce à un projet de réduction ou de suppression des émissions dans un autre pays de l'annexe B, chacune équivalant à une tonne métrique de CO₂. Ces unités peuvent être prises en compte pour atteindre l'objectif de Kyoto. Les URE sont créés en convertissant un nombre égal d'UQA du pays hôte en URE et en les transférant sur le compte de registre du pays de mise en œuvre.

La directive de liaison est une directive permettant aux crédits d'émission de GES obtenus par le biais des mécanismes de Kyoto (MOC et MDP) d'être utilisés pour la conformité par les exploitants d'installations couvertes par le SEQUE-UE.

La Réduction Volontaire des Emissions (RVE) est une forme de compensation produite principalement pour la vente sur les marchés de la compensation volontaire.

Le marché du carbone consiste à échanger des permis d'émission de carbone ou des crédits de compensation contre de l'argent. On parle d'échange au comptant parce que l'échange convenu a lieu «sur place» (en fait, généralement entre un et trois jours après que le prix a été convenu. L'échange au comptant est relativement sans risque pour les personnes impliquées dans la transaction, car il est peu probable que les parties ne fassent pas leurs paiements sur une période aussi courte. Dans cette méthode, les prix au comptant varient à chaque transaction sur le marché et peuvent changer rapidement et de manière inattendue en fonction des informations sur l'offre et la demande. C'est là que les négociants et les courtiers entrent en scène avec divers instruments d'achat et de vente, créant ainsi un marché des produits dérivés. C'est ici, dans le monde complexe des swaps, des options et des contrats à terme (tous expliqués ci-dessous), que l'écrasante majorité des permis et des crédits C sont négociés.

Les produits dérivés sont des contrats de vente de biens futurs qui sont utilisés lorsque les processus de production sont volatils. Il est aussi parfois appelé **commerce à terme**. Comment cela fonctionne-t-il ? Prenons l'exemple d'un agriculteur qui vend des pommes à un magasin à un prix convenu avant que les pommes ne soient prêtes à être récoltées. Cela présente à la fois des avantages et des inconvénients pour l'agriculteur. La protection contre les futures baisses de prix est compensée par le risque de ne pas profiter des futures hausses de prix. La date à laquelle le contrat est conclu est appelée la date de transaction, et la date à laquelle les pommes sont récoltées et livrées est appelée la date d'échéance.

Dans un exemple d'opération à terme, le magasin paie à l'agriculteur ce que l'on appelle une prime en échange de l'exposition à tout mouvement du prix des pommes. Cette prime prend généralement la forme d'un prix légèrement plus élevé pour le produit plutôt que d'un droit d'entrée. L'agriculteur espère que si le prix des pommes augmente entre la date de l'échange et la maturité, toute perte subie pour avoir accepté de vendre à un prix inférieur sera au moins couverte par la prime payée par le magasin. Si le prix des pommes baisse entre les deux dates, l'agriculteur aura fait un bénéfice supplémentaire.

Il existe par ailleurs trois autres éléments constitutifs du marché des dérivés : **le contrat dit future, l'option et l'échange.**

Les contrats dits future sont étroitement liés aux contrats à terme dans la mesure où l'acheteur et le vendeur conviennent d'échanger les actifs contre des espèces à la date d'échéance. La différence réside dans le fait que les contrats dits future sont négociés par échange, ce qui signifie que les conditions sont fixées par le contrat proposé. Bien qu'un contrat dit future soit un accord bilatéral entre deux parties, tant qu'elles sont inscrites à la bourse, les parties n'ont pas besoin de se connaître.

En revanche, les contrats à terme de gré à gré sont négociés entre des parties connues l'une de l'autre mais pour lesquelles peu d'informations sur l'échange sont rendues publiques. En général, les contrats à terme ont des dates d'échéance plus longues que ceux dits future, qui ont tendance à se limiter au court ou au moyen terme. Sur le marché C, les contrats dit future sont achetés (Kill et al., 2010)

Les options permettent à l'une des parties de payer une commission initiale pour l'inclusion d'une clause de sortie dans le contrat de négociation. Dans une option, il y a un payeur et un perceuteur. Le perceuteur est obligé d'exécuter le contrat ; le payeur ne l'est pas. Les options sont populaires car elles permettent au payeur de renoncer au contrat s'il a la possibilité de faire une meilleure affaire en achetant ou en vendant au prix au comptant disponible à la date d'échéance. Le payeur ne perd que les frais initiaux. Sur le marché C, les options sont échangées entre les émetteurs ou les spéculateurs et les négociants tels que les banques d'investissement.

Un échange est un accord entre deux parties pour échanger la différence entre deux prix d'une quantité fixe d'une marchandise à intervalles périodiques. Généralement, l'échange est la différence entre un prix fixe (déterminé à la date de l'opération) et le prix au comptant de la marchandise à intervalles périodiques. Celui qui paie et celui qui reçoit dépend du fait que le prix fixe soit plus élevé que le prix au comptant. Les échanges sont utilisés comme un moyen de fixer les prix futurs. Les échanges sont une transaction purement financière qui permet aux opérateurs de se couvrir ou de spéculer sur les prix futurs sans avoir besoin de détenir l'actif sous-jacent.

Ces dérivés de base sont souvent combinés et assortis selon les désirs des clients individuels. Le marché du carbone étant relativement nouveau, la plupart des échanges se limitent à ces quatre instruments dérivés de base, bien que de nouveaux types de produits dérivés plus complexes soient en cours de développement. Contrairement à d'autres produits de base, aucun bien n'est jamais échangé lors du commerce du carbone.

Globalement, le commerce du carbone fonctionne comme illustré dans la figure 1.

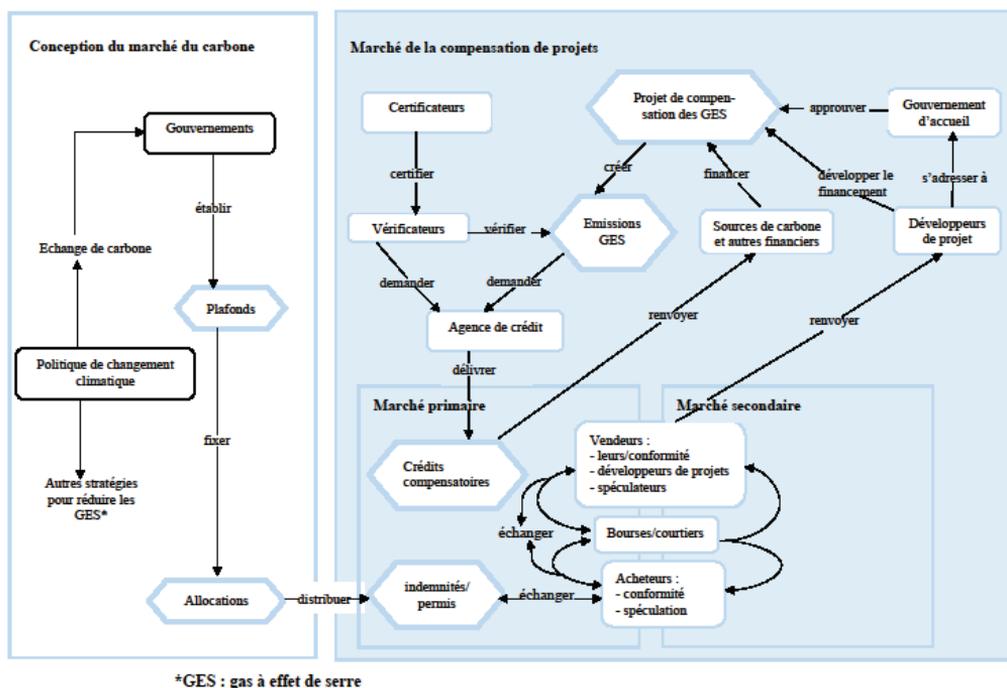


Figure 1. Commerce du carbone.

Source: Adaptée de Kill et al., (2010)

1.2.4 Mécanisme de développement propre (MDP)

Qu'est-ce que le Mécanisme pour un développement propre (MDP)? En vertu de l'article 12 du PK, un opérateur économique d'un pays industrialisé (pays de l'annexe B) peut acheter des « réductions d'émissions » dans le cadre d'un projet dans un pays (pays hôte), selon un processus formel bien défini. Ces réductions peuvent être créditées au pays acheteur, ce qui l'aide à respecter ses engagements de réduction des GES.

Qu'est-ce qu'un projet MDP? Tout projet qui réduit ou évite les émissions de GES ou augmente les puits à carbone d'une manière mesurable et durable peut potentiellement être considéré comme un projet MDP.

Quelles sont les conditions d'éligibilité au MDP? Un projet MDP doit remplir les conditions suivantes:

- Être monté sur une base volontaire;
- Contribuer au développement durable du pays hôte;
- Être « additionnel » en termes environnementaux et financiers; et
- Ne détourne pas l'aide publique au développement.

Pourquoi mettre en place un projet MDP? En vendant des réductions d'émissions de GES provenant d'un projet MDP, le développeur peut améliorer la rentabilité du projet. Dans le même temps, il peut renforcer sa position concurrentielle sur le marché en introduisant de nouvelles technologies, contribuant ainsi au développement durable de son pays.

Lors de l'évaluation de la contribution d'un projet à la réduction des émissions, un élément de comparaison est nécessaire. Il s'agit du **niveau de base**. Il peut être défini comme la trajectoire future des émissions

de GES qui aurait normalement et probablement été observée en l'absence du projet MDP. En d'autres termes, le niveau de base est le scénario le plus probable de l'évolution des émissions d'une entreprise, d'un secteur ou même d'un pays qui se produirait à l'avenir si le projet n'était pas réalisé. Le niveau de base (ou niveau de référence) est essentiel à tout projet MDP car il sert de base au calcul des réductions d'émissions qui seraient atteintes. D'où l'importance cruciale du soin à prendre dans sa détermination, de manière transparente et prudente.

L'additionnalité est un concept de base essentiel dans la philosophie du MDP. On fera valoir qu'un projet additionnel au titre du MDP est nécessaire s'il remplit les deux conditions suivantes:

- Les émissions de GES du projet sont inférieures à celles qui auraient eu lieu sans le projet. Les réductions d'émissions doivent être réelles, mesurables et additionnelles à celles qui se produiraient en l'absence de l'activité du projet; et
- Le projet ne pourrait être réalisé sans la contribution du MDP (obstacles financiers, technologiques, réglementaires, de statu quo, etc.).

À titre d'illustration, afin de démontrer la condition de l'additionnalité, il est nécessaire de:

- Déterminer le scénario de référence le plus probable pour l'évolution des émissions, c'est-à-dire la base de référence.
- Estimer les émissions que le projet lui-même devrait générer; et
- Calculer la différence entre les émissions de référence et les émissions du projet. Le Conseil Exécutif du MDP a mis au point un test d'additionnalité à utiliser pour effectuer cette démonstration. La dernière version du test doit être téléchargée à partir du site Web de la Convention (www.unfccc.int/cdm).

La période comptable est la durée pendant laquelle un projet MDP donné générera des crédits C (CER), ce qui peut donner lieu à une transaction C. Selon les Accords de Marrakech, les promoteurs de projets ont le choix entre deux options:

- Une période de 7 ans, renouvelable pas plus de deux fois (soit 21 ans au total), et
- Une période fixe d'au plus 10 ans, non renouvelable.

Dans le cas de la première option, la base de référence (scénario de référence) doit être redéfinie pour chaque nouvelle période de 7 ans. Cette option est plus avantageuse puisqu'elle permet de générer des crédits d'émission pendant 21 ans. Néanmoins, elle peut être à « risques » puisqu'il s'agit de mettre à jour la base de référence, qui peut être inférieure si les circonstances du pays ont changé, ce qui signifie une réduction des crédits C générés, remettant en cause l'éligibilité du projet. L'option de 10 ans génère moins de revenus au MDP parce qu'elle n'est pas renouvelable, mais elle ne nécessite aucune actualisation de base et garantit donc les crédits C estimés initiaux. La période comptable est choisie par le promoteur du projet lui-même dès l'élaboration du DCP. En principe, le choix se fait en fonction du contexte du projet et de celui du pays. Lorsqu'il y a un risque que le contexte du pays change signifie, au point de remettre en cause l'additionnalité du projet, il serait préférable d'opter pour une période de 10 ans. Par exemple, la promulgation de règlements exigeant de CH₄ aux sites d'enfouissement au cours de la période de 7 ans remet en question les arguments d'additionnalité d'un projet MDP pour la récupération et de gaz de décharge. Le projet se déroulerait jusqu'à la fin de la 7^e année de la période, mais il ne serait plus admissible pour une deuxième période.

Évaluation des réductions d'émissions. Les réductions nettes d'émissions générées par un projet MDP sont calculées en soustrayant les émissions du scénario de référence de celles du projet, auxquelles des fuites doivent être ajoutées. Les émissions du projet sont celles qui sont directement liées au projet sur place et hors site.

La portée du projet doit être définie pour identifier les émissions et les fuites du projet. Il doit refléter à la fois les limites physiques ou géographiques du projet, et en particulier, les sources d'émission ont été prises en compte dans le calcul des émissions du projet.

Toutes les sources d'émission de GES de l'activité du projet MDP, qui sont « sous le contrôle » du développeur de projet, qui sont « significatives et raisonnablement attribuables » au projet, doivent être incluses dans les limites du projet. Il est recommandé que les limites du projet soient indiquées dans un schéma ainsi que les sources d'émissions incluses et exclues de ces limites.

Plan de suivi. Le plan de suivi, qui doit s'appuyer sur la méthodologie de suivi approuvée et repris dans le document de projet MDP (DCP), définit les modalités de suivi du projet lors de sa mise en œuvre. Au cours de ce suivi, les participants au projet doivent:

- Recueillir des données pour estimer les émissions de GES à l'intérieur des limites du projet et pour déterminer le « niveau de référence »;
- Identifier toutes les sources potentielles et les données sur les émissions de GES attribuables à l'activité du projet;
- Calculer périodiquement les réductions des émissions de GES et les fuites conformément à l'approche précisée dans la DP; et
- Mettre en place des procédures de contrôle et d'assurance de la qualité.

Les procédures d'assurance et de contrôle de la qualité, l'étalonnage des instruments de mesure et les niveaux d'incertitude des différentes variables à mesurer doivent être spécifiées dans le document de projet. Au moment de la vérification, l'entité opérationnelle désignée vérifie l'authenticité des niveaux d'incertitude des instruments utilisés pour effectuer les mesures.

Le porteur du projet doit savoir que les RCE (**Réduction Certifiée D'émission**) seront générées à partir de la mise en œuvre du plan de surveillance. Il est donc dans son intérêt de prendre le plus grand soin dans l'élaboration et la mise en œuvre du Plan de Suivi, qui relève de sa seule responsabilité.

Le concept de « plafonnement et échange » fait référence à une politique dans laquelle un organisme de réglementation ou un organisme international fixe une limite (c.-à-d. le plafond) à la quantité de pollution (par exemple GES) qui peut être émise au cours d'une certaine période par certaines entités (selon l'organisme, ces entités peuvent représenter des secteurs industriels ou un groupe de pays). Le plafond est divisé en permis pour le droit à une petite partie de la pollution plafonnée. Les permis ont un titre transférable (propriété) qui permet l'échange de permis. À ne pas confondre avec la compensation.

Dans tout système de plafonnement et d'échange, c'est le plafond qui détermine le niveau d'ambition du système, tandis que la composante commerciale vise à rendre le respect du plafond plus rentable pour les entités participantes. Outre l'établissement du plafond, la distribution des permis et le contrôle de la conformité déterminent tous si le système de plafonnement et d'échange atteindra les objectifs pour lesquels il est élaboré.

La composante « échange » de tout système de plafonnement et d'échange est un outil de gestion des coûts. Elle permet à au moins certaines des entités touchées par le plafond d'atteindre leur engagement de réduction à moindre coût. Bien qu'il ne soit pas possible pour cette composante de compenser un plafond fixé à un niveau inapproprié, sa structure est importante pour de nombreux participants pour des raisons économiques. Ceux qui préconisent que le commerce est capable de déclencher des incitations structurelles à l'investissement à faible émission de carbone soulignent que la structure de la composante commerciale déterminera les incitations à l'investissement et influencera donc le type d'infrastructure énergétique dans laquelle les entreprises et les gouvernements investiront, ainsi que le moment où la transition vers des économies à faible émission de carbone pourra avoir lieu.

Les principaux aspects structurels qui déterminent les coûts et les incitations fournis par la composante « échange » sont les suivants:

- Comment les quotas de pollution sont-ils distribués?
- Les quotas ont-ils une date limite de consommation?
- Des quotas supplémentaires peuvent-ils être importés de l'extérieur du régime sans enfreindre le plafond? et,
- Qui est autorisé à commercer?

Dans le schéma de plafonnement et d'échange, un gouvernement ou un organisme intergouvernemental fixe une limite légale globale d'émissions (le plafond) sur une période de temps donnée et accorde un nombre fixe de permis à ceux qui libèrent les émissions. L'entité polluante doit détenir suffisamment de permis pour couvrir les émissions qu'elle libère. Si un pollueur n'utilise pas tous ses permis, il peut les échanger avec une autre entité qui a déjà épuisé tous ses permis et qui a besoin de plus pour continuer à émettre sans dépasser la limite légale. Dans le cas de l'échange de C, les entités qui sont actuellement plafonnées sont les grands producteurs industriels des six GES: les pays industrialisés (dans le cas du PK) ou les entreprises (dans le cas des systèmes d'échange de quotas d'émission de l'UE ou d'autres systèmes régionaux d'échange de quotas d'émission). Chaque autorisation dans un système d'échange C est considérée comme équivalente à une tonne de CO₂-eq. De tels permis présupposent que le potentiel de réchauffement planétaire des autres GES puisse être calculé et converti en un multiple de la valeur attribuée à CO₂, qui est un.

Le changement climatique et le plafonnement. Le commerce du carbone est actuellement le pilier central de la politique internationale en matière de changement climatique. Dans de tels systèmes de plafonnement et d'échange, c'est le niveau du plafond qui détermine la quantité d'émissions autorisées. Il détermine également la contribution des pays dont les émissions ont été plafonnées à l'objectif déclaré de la CCNUCC d'éviter un changement climatique dangereux et de maintenir le réchauffement climatique en dessous de 2 ° C. Le niveau du plafond dans les pays ou les régions détermine dans quelle mesure les industries les plus polluantes contribuent à la réalisation de ces objectifs d'émissions nationaux ou régionaux.

Le GIEC a prédit que les concentrations de GES dans l'atmosphère atteindraient un pic d'ici 2015 avant d'être réduites jusqu'à 85 % d'ici 2050 pour se stabiliser à 445-490 ppm CO₂-eq. Même dans ce cas, leur estimation est que nous aurons une petite chance de ne pas dépasser 2° de réchauffement. De nombreux États insulaires de faible altitude et pays les plus vulnérables au changement climatique appellent à un retour le plus rapide possible de la concentration actuelle de 380 ppm de CO₂ (430 ppm de CO₂-eq) à une concentration maximale de 350 ppm de CO₂, à la température moyenne limite augmente de 1 à 1,5 °C. Au-delà de ces niveaux, le changement climatique constituera une menace pour leur existence. Il est clair que les plafonds promis en janvier 2010 par les pays industrialisés dans le cadre des négociations du traité des Nations unies sur le climat pour l'après 2012 sont insuffisants pour ramener les concentrations à un niveau proche de 450 ppm, sans parler des niveaux inférieurs souhaités.

Définition du niveau du plafonnement. L'objectif de la CCNUCC (confirmé lors de la conférence des Nations Unies sur le climat à Copenhague en décembre 2009) est d'éviter un changement climatique dangereux. Bien qu'il y ait encore un débat sur ce que peut être l'augmentation maximale de la température si cet objectif doit être atteint, les conférences de l'ONU sur le climat ont convenu de limiter la hausse mondiale moyenne à un maximum de 2°C. De nombreux analystes soutiennent que pour parvenir à un redressement aussi drastique des émissions, les gouvernements doivent se concentrer sur des changements structurels dans la production d'énergie, les réseaux électriques et les systèmes de transport. De nombreux gouvernements ont toutefois décidé d'utiliser le commerce du C comme instrument clé pour enrayer le changement climatique, affirmant souvent que l'échange lui-

même contribuerait à réduire les émissions. Cela ne tient pas compte du fait que la réduction est fixée par le plafond, alors que l'échange n'est qu'un outil de gestion des coûts, qui ne réduit pas lui-même les émissions. La définition d'un plafond C global est complexe. Cela implique que les gouvernements évaluent les coûts et les risques de ne pas réduire les émissions et les mettent en balance avec les coûts et les risques de la mise en œuvre du plafond, à court et à long terme.

L'approche théorique la plus simple pour définir le plafonnement serait la suivante:

- Décider de l'objectif stratégique, par exemple maintenir le réchauffement climatique en dessous de 2 °C (et plafonner les concentrations de GES à un maximum de 450 parties par million de CO₂e) ou maintenir le réchauffement climatique en dessous de 1,5 °C (plafonner les émissions à un niveau beaucoup plus bas); et
- Déterminer quelle quantité peut encore être émise avant que les concentrations ne dépassent cet objectif politique.

Dans le contexte du PK, le plafond a été fixé par les pays industrialisés qui se sont alloués collectivement des permis pour 95 % des émissions qu'ils avaient libérées avant que des limites ne soient en place. En d'autres termes, la fixation du plafond n'était pas liée à l'objectif de la politique, pour lequel un plafond beaucoup plus bas aurait dû être fixé.

Distribution des permis. Une fois qu'un plafond a été fixé, il faut décider qui sera couvert et comment distribuer les permis. Il s'agit de l'un des aspects les plus controversés de tout programme visant à limiter le rejet d'une substance polluante. C'est particulièrement le cas lorsque la substance à limiter est le principal moteur des économies, comme c'est le cas des combustibles fossiles, principale source d'émissions de GES.

Dans les systèmes de plafonnement et d'échange, deux questions principales se posent: qui sera couvert par le plafonnement? et comment décider du nombre de permis. Deux autres questions sont de savoir s'il faut fournir tous les permis à l'avance ou en plusieurs versements, et à quel prix les délivrer. La décision de savoir qui sera couvert a des implications de portée qui ne sont pas toujours immédiatement évidentes. Le régime devrait-il couvrir les unités économiques ou les participants devraient-ils être choisis en fonction de leur situation géographique ?

Dans le cadre du PK, la situation géographique a été choisie comme facteur décisif : mais maintenant la Chine et d'autres pays exportateurs du Sud font valoir qu'une grande partie de leurs émissions provient de la fabrication de produits qui seront consommés dans d'autres pays couverts par le plafond du PK, et que les émissions devraient être comptabilisées par le consommateur plutôt que par le producteur.

Permis et crédits. Les permis sont des unités de pollution accordées aux émetteurs dans le cadre d'un système de plafonnement et d'échange. Ils sont délivrés par une autorité compétente, généralement un organisme gouvernemental. Dans le cas des permis C, il s'agit en fait d'une licence d'émission d'une certaine quantité de GES. La CCNUCC délivre des unités de quantité assignée (UQA) et l'UE délivre des quotas de l'Union européenne (UCE). Il y a souvent confusion autour du terme « permis »; certains les appellent des allocations, tandis que d'autres utilisent le terme « permis » pour décrire à la fois les allocations et les crédits compensatoires (voir ci-dessous). Dans ce guide, une distinction est faite entre les permis et les crédits.

Les crédits sont les unités qui décrivent les réductions d'émissions déclarées générées par les projets de compensation C. Sur le marché réglementé du C, ils sont émis par une autorité compétente (telle que le conseil d'administration du MDP du PK). Sur le marché volontaire, ils sont émis par les sociétés de compensation elles-mêmes. Dans le cadre du MDP, les crédits sont connus sous le nom de réductions d'émissions certifiées (CER), sur le marché de la compensation volontaire, ils sont connus sous le nom de réductions d'émissions vérifiées. Tous les systèmes de plafonnement et d'échange réglementés existants comprennent la négociation de permis et de crédits compensatoires, et ils commandent actuellement

des prix différents.

Co-bénéfices du carbone. Le commerce du C s'intègre bien en tant que mécanisme d'incitation à la gestion des forêts tout en générant d'autres services environnementaux différents. Principalement, les projets C sont gérés pour la séquestration C et génèrent ces multiples services en une fois de suite. Cela est dû au fait que lorsque l'objectif de la direction est de générer certains des avantages, d'autres sont générés automatiquement. Le schéma logique de PSE pour les forêts devrait donc viser à vendre tous les services ensemble. Le « regroupement » de différents services forestiers et leur « vente » en un seul produit se traduisent par une plus grande valeur ajoutée aux projets forestiers C et fournissent des incitations plus tangibles aux propriétaires forestiers.



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquez comment les écosystèmes forestiers régulent le changement climatique et comment le commerce du carbone forestier est possible.

1.3 Marchés de la compensation du carbone



Activité 1 (Réflexion) (10 minutes)

Partagez votre point de vue sur les marchés existants pour le carbone et le commerce du carbone ?

Le régime de compensation C est basé sur les types de marchés suivants:

- (i). Marché de conformité; et,
- (ii). Marché des compensations volontaires.

Le marché de conformité est basé sur le PK parce qu'il a créé à la fois la demande de compensations et le mécanisme pour répondre à cette demande. Il fournit deux instruments qui génèrent des compensations de carbone. Le Mécanisme pour un développement propre (MDP) qui régleme les projets de compensation situés dans des pays n'ayant pas d'objectifs d'émissions en général, les pays du Sud – tandis que la mise en œuvre conjointe (MOC) est le mécanisme de compensation qui permet des projets de compensation dans les pays ayant des objectifs d'émissions (Kill et al., 2010).

Fondamentalement, le commerce des crédits générés par les projets de compensation C au titre du Protocole de Kyoto est souvent appelé « marché de conformité », car les pays ayant un objectif en vertu du protocole peuvent compter les crédits compensatoires pour se conformer à cet objectif. Tous les systèmes d'échange de C existants et prévus liés au Protocole de Kyoto, ainsi que les systèmes régionaux de plafonnement et d'échange aux États-Unis, permettent aux entreprises d'utiliser des crédits compensatoires pour atteindre leurs objectifs en matière d'émissions.

En dehors de ce marché de conformité, les crédits compensatoires C sont également négociés sur le « marché de compensation volontaire ». Sur ce marché, des crédits compensatoires sont disponibles pour presque toutes les activités imaginables qui génèrent des émissions de GES. Les particuliers, les entreprises ou les gouvernements peuvent acheter des compensations du C pour compenser les émissions causées par des activités telles que les voyages en avion, la location de voitures, le CD ou le concert d'un groupe, les conférences, les naissances, les mariages et les funérailles. Comparativement au marché de conformité de la compensation, le volume des transactions sur le marché de la compensation volontaire est relativement faible, soit environ un pour cent du marché réglementé (Kill et coll., 2010).

Les marchés de conformité et de compensation volontaire ont tous deux de nombreux éléments en commun. Ils sont basés sur le même concept et les projets dans les deux marchés utilisent bon nombre des mêmes outils, mécanismes et procédures pour calculer le volume de crédits compensatoires qu'un projet générera ou pourra vendre.

Il existe également des différences importantes, la plus cruciale étant le manque général de contrôle et de transparence sur le marché de la compensation volontaire, ce qui rend probable qu'un pourcentage nettement plus élevé de projets vendant des crédits compensatoires sur ce marché n'entraîne pas de réductions d'émissions supplémentaires. En fait, certains projets qui ont été rejetés par le MDP, parce qu'ils n'ont pas pu étayer leurs affirmations selon lesquelles les réductions n'auraient pas eu lieu en l'absence du financement de la compensation C, ont par la suite vendu leurs crédits sur le marché de la compensation volontaire.

Dans l'ensemble, le concept de compensation est illustré ci-dessous à la figure 2.

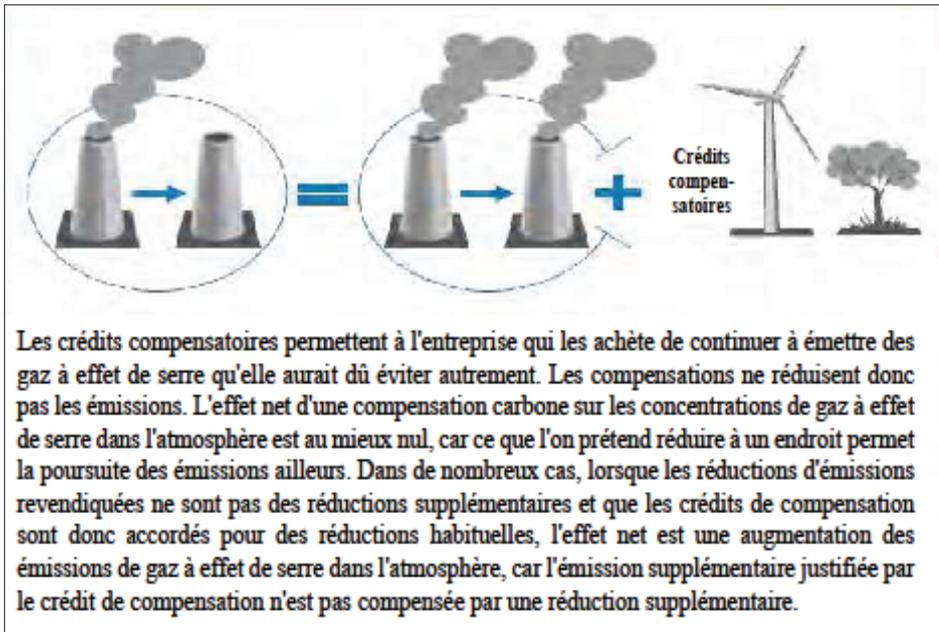


Figure 2. Concepts de compensation.

Source: Adaptée de Kill et al.(2010)

Les mécanismes de compensation du Protocole de Kyoto

La principale différence entre les deux mécanismes de compensation le MDP et la Mise en Œuvre Conjointe est que le MDP génère des crédits de compensation dans un pays qui n'a pas d'objectif d'émissions au titre du PK, tandis qu'avec la Mise en Œuvre Conjointe, les projets générateurs de compensation sont situés dans un pays qui a un objectif de Kyoto. Le problème conceptuel de la vérification des crédits compensatoires générés s'applique dans les deux mécanismes, mais de nombreux promoteurs de projets de mise en œuvre conjointe font valoir que l'additionnalité est moins un problème pour eux, car ils ont lieu dans un pays plafonné. Ainsi, tout crédit qu'il génère et vend est déduit du pool de permis d'émission du pays plafonné qui lui a été délivré dans le cadre du PK. Ceci est important, car sans une telle conversion, la réduction serait comptée deux fois : une fois par le projet de compensation C qui vend le crédit de compensation, et une fois par le pays dans lequel la réduction a lieu, où le projet contribue à réduire les émissions globales dans ce pays plafonné.

Pour éviter ce risque de double comptage, chaque projet de mise en œuvre conjointe nécessite l'approbation du pays dans lequel il est situé. Une fois émis, les crédits compensatoires du projet de mise en œuvre conjointe sont échangés contre une partie équivalente de l'allocation d'UQA de ce pays, les UQA étant converties en une nouvelle unité, les unités de réduction des émissions (URE), afin d'identifier leur origine comme étant des crédits compensatoires de mise en œuvre conjointe. Avec cette conversion, le pays qui renonce à certains de ses permis d'émission pour des crédits compensatoires de mise en œuvre conjointe accepte un échange entre un permis d'émission d'une valeur clairement vérifiable (l'UQA) et un crédit de compensation dont la valeur de réduction n'est pas vérifiable dans la même mesure (car il s'agit d'un crédit généré par la comparaison d'un crédit réel) avec une estimation du niveau des émissions qui auraient autrement été).

Étant donné que les crédits de mise en œuvre conjointe ne peuvent être vendus que si le pays dans lequel le projet a lieu est disposé à échanger les crédits compensatoires contre des permis d'émission, il existe actuellement peu de projets de mise en œuvre conjointe.

Le processus d'approbation sur les marchés de la compensation

Kill et al. (2010) affirment que la principale différence entre les compensations MDP et C volontaires est l'absence de surveillance, de transparence et d'un ensemble uniforme de normes selon lesquelles les projets sur le marché de la compensation volontaire sont évalués. Sur ce marché, il existe plusieurs normes (Norme d'Or, le Chicago Climate Exchange, Norme volontaire carbone, etc.) par rapport auxquelles l'« additionnalité » et d'autres facteurs affectant le volume de réductions qu'un projet de compensation peut réclamer sont jugés. Les fournisseurs de compensation volontaire ont souvent été critiqués au motif que les demandes de réduction C sont exagérées, non fondées ou trompeuses. Les lacunes les plus fréquemment citées sont la quasi-absence de vérification et de surveillance à long terme du respect des projections de réduction des émissions faites dans le DCP, et la possibilité de double vente de crédits en l'absence d'une forme quelconque de registre complet pour les projets de compensation volontaire. Beaucoup soutiennent également que cela rend difficile pour les acheteurs d'évaluer la valeur réelle des crédits compensatoires. En raison de ce manque de transparence, il n'est pas possible d'évaluer avec certitude le niveau des crédits compensatoires manifestement non supplémentaires négociés sur le marché volontaire. On peut toutefois supposer qu'en raison de l'absence d'examen, le pourcentage est plus élevé que celui du MDP.

L'approbation de la conformité de la compensation doit passer par certains processus avant qu'un projet de compensation C puisse vendre des crédits de compensation afin d'établir le nombre qui peut éventuellement être vendu. Le marché volontaire utilise une procédure moins structurée avec moins d'évaluations indépendantes des revendications et des calculs, et n'a pas d'ensemble unique de normes convenues. Il ne dispose pas non plus d'une base de données centrale comparable à la base de données du MDP que le Secrétariat de la CCNUCC tient à jour pour tenter d'empêcher la double vente de crédits compensatoires.



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquer la différence entre les marchés volontaires du carbone et les marchés de conformité du carbone.

1.3.1 Types de marchés de carbone

Un marché de C est un marché de négociation et d'échange de quotas d'émission de GES (pas seulement CO₂). Il existe deux marchés C, la compensation volontaire et la compensation obligatoire.

Marchés de compensation volontaire

Le marché de la compensation volontaire est un mécanisme d'échange de crédit C qui n'est pas lié à la réglementation internationale. Il permet d'échanger volontairement des crédits C. Le marché de la compensation volontaire joue un rôle très important dans les projets agricoles et forestiers. Les crédits C volontaires, ou unités de réduction vérifiée des émissions (RVE), sont principalement achetés par le secteur privé. La responsabilité sociale des entreprises (RSE) et les relations publiques sont les motivations les plus courantes pour acheter ce crédit carbone.

D'autres incitations à l'achat de RVE sont la certification, la réputation, ainsi que les avantages environnementaux et sociaux. Le secteur privé peut soit acheter ses crédits C directement auprès de projets ou des sociétés spécialisées (par exemple Eco sécurités) ou les acheter auprès de fonds C (par exemple le Fonds Bio-Carbone de la Banque mondiale).

Exemples de marchés volontaires:

- Marché climatique ou Bourse de Montréal.
- Chicago Climate Exchange.

- Marché européen du climat.
- Initiative régionale sur les gaz à effet de serre.
- Accord de réduction des gaz à effet de serre du Midwest.

Marchés de compensation obligatoire

Ce type de marché est utilisé par les entreprises et les gouvernements qui, selon la loi, doivent respecter les quotas d'émission de GES. Il est réglementé par des systèmes nationaux, régionaux ou internationaux de réduction obligatoire des émissions. Les trois mécanismes mis en place par le PK sont très importants pour le marché des compensations obligatoires: le mécanisme de développement propre (MDP), la mise en œuvre conjointe (MOC) et les système d'échange des quotas d'émission (SEQE).

1.3.2 Normes de compensation du carbone



Activité 2 (Réflexion) (10 minutes)

- Que pensez-vous des normes existantes en matière de compensation carbone?

La gestion des projets forestiers C et la méthodologie utilisée pour déterminer les crédits doivent respecter les normes nationales et internationales. Fondamentalement, tous les marchés C utilisent des critères similaires pour évaluer les crédits C. Cependant, il existe des critères stricts sur le marché formel de la CCNUCC par rapport au marché volontaire.

Les projets dans le cadre du marché volontaire C (MVC) peuvent être réalisés de diverses manières. Ce qui est le plus approprié dépend principalement des critères de l'acheteur. Il y a beaucoup de critiques des entreprises développées sous ce marché, étant donné qu'il n'est pas bien réglementé. Par conséquent, la plupart des développeurs de projets choisissent de mettre en œuvre des entreprises en suivant les directives d'un ensemble de normes tierces qui ont été développées pour assurer la transparence et assurer la responsabilité des acheteurs de crédit.

L'objectif des normes C est de fournir aux acheteurs l'assurance que les réductions d'émissions des projets sont réelles, supplémentaires et permanentes. Il existe un certain nombre de normes C qui peuvent être appliquées aux projets forestiers à l'échelle mondiale:

- MDP;
- Norme volontaire sur le carbone pour l'agriculture, la foresterie et l'affectation des terres;
- Norme communautaire sur le carbone et la biodiversité (NCCB);
- Registre américain du carbone (ACR);
- Norme CarbonFix (NCF);
- Réserve d'action pour le climat (RAC);
- Systèmes et norme Plan Vivo;
- ISO 14064; et
- Norme sociale du carbone;

Les normes C, telles que le MDP et le NVC, mettent l'accent sur la comptabilisation des stocks et des émissions C dans la zone du projet dans ces différents scénarios. Les NCCB exigent l'évaluation de sites ou d'aspects analogues pour déterminer les impacts nets sur la communauté et la biodiversité. Ainsi, la NCCB n'émet pas de crédits certifiés mais certifie qu'un projet contribue positivement à la protection des communautés et de la biodiversité.

Selon les caractéristiques du projet, l'échelle projetée des avantages C, l'emplacement et l'adéquation avec les méthodologies disponibles, les promoteurs du projet peuvent choisir entre les normes

disponibles. Ces normes ont des exigences très strictes, telles que la date de début du projet, la preuve de l'additionnalité et la définition d'une base de référence du projet. Si ces exigences ne sont pas remplies, ou si les critères ne répondent pas aux conditions sur le terrain, le projet peut ne pas obtenir d'enregistrement / accréditation.

Compte tenu de la complexité des règles et des exigences des normes, il n'est pas facile d'identifier la meilleure norme pour un projet spécifique. Cependant, on peut conclure que pour les communautés rurales dépendantes des forêts en Afrique, la norme la plus appropriée est une combinaison de Plan Vivo et de NCCB, car ils ont été conçus spécifiquement pour être appliqués dans les milieux communautaires.

La NCCB, lorsqu'elle est combinée à une norme comptable C reconnue, est nettement acceptée sur le marché et garantit que les avantages environnementaux et sociaux seront également fournis aux communautés. Plan Vivo fournit de bonnes lignes directrices et des outils sur la façon de travailler avec les communautés et de mettre en œuvre des projets sur le terrain. Cependant, il présente de sérieuses réserves à l'égard des projets qui favorisent les plantations utilisant des espèces naturalisées (c'est-à-dire non envahissantes).



Cette session a porté sur les normes volontaires et de conformité du C. Leurs similitudes et leurs différences sont également expliquées. Bien que toutes les normes C utilisent des critères fondamentalement similaires pour évaluer les crédits C, il existe des critères stricts sur le marché formel de la CCNUCC.

La session a également porté sur le concept du PSE et l'a distingué des sources traditionnelles de fonds disponibles pour la gestion des écosystèmes. Ces sources de fonds vont de la gestion des écosystèmes aux sources propres telles que les revenus de la vente de bois, mais il peut également y avoir des allocations budgétaires gouvernementales et des fonds de partenaires au développement. Tout cela ne suffit pas, c'est pourquoi les écosystèmes sont encore dégradés. Les PSE suggèrent des opportunités fondées sur le marché pour le commerce des services écosystémiques / environnementaux, par exemple la séquestration du C, la conservation de la biodiversité, la protection des bassins versants et la beauté du paysage.

La gestion des écosystèmes génère un certain nombre d'avantages environnementaux tels que la séquestration du C, la conservation de la biodiversité, la protection des bassins versants et la beauté des paysages terrestres. Les consommateurs de ces services peuvent souhaiter payer pour leur production durable. Des accords sur les PSE peuvent être conclus au niveau local pour le cas, par exemple, des services de bassins versants, mais aussi au niveau international pour le cas de la biodiversité et des puits à carbone. Ce sont des possibilités qui peuvent être explorées. Cependant, il y a aussi beaucoup d'obstacles. C'est pourquoi il y a peu de cas réussis en Afrique.

Le rôle des forêts dans l'atténuation du changement climatique est également expliqué dans cette session, qui a également couvert les terminologies importantes utilisées dans le commerce du C. La session a également porté sur les principes et les concepts du commerce C.

Enfin, la session a porté sur les deux types de marchés C, à dire les marchés de conformité et les marchés volontaires. Alors que le marché de conformité est le marché réglementé officiel de la CCNUCC, les marchés volontaires impliquent des particuliers, des entreprises ou des gouvernements qui souhaitent compenser leur empreinte C.

1.4 Principes de base de la préparation des projets de carbone forestier : Note d'idée de projet (NIP) et Document de conception de projet (DCP)

1.4.1 Eléments de la NIP



Activité 3 (Réflexion) (10 minutes)

Partagez votre point de vue sur:

- le contexte des idées d'avant-projet;
- comment trouver une idée initiale; et
- la nécessité de consulter des experts.

Composantes et format de la NIP en rapport avec la foresterie

La note d'idée de projet est l'expression la plus courte du projet présenté sur papier à un donneur. Cela met en évidence les domaines clés sur lesquels le projet se concentrera. Après l'approbation de la NIP, les promoteurs devront élaborer un document de conception de projet ou une proposition à prendre en considération dans le financement.

Les principales composantes de la NIP sont les suivantes:

- le type et la taille du projet;
- son emplacement;
- la quantité totale anticipée de GES en considérant la réduction de CO₂, CH₄ et N₂O par rapport au scénario « de statu quo » (qui sera élaboré plus tard dans la base de référence dans le Document de Conception du Projet [DCP]);
- la durée de vie de crédit suggérée;
- les réductions d'émissions estimées (exprimées en CO₂-eq);
- institutionnalisation des projets, répartition des revenus C et systèmes d'incitation;
- la structuration financière (indiquant quelles parties sont censées fournir le financement du projet); et
- les autres effets et avantages socioéconomiques ou environnementaux du projet.

Habituellement, la NIP se compose d'environ 7 pages, fournissant des informations indicatives sur les composantes ci-dessus.

Structure de la PIN pour la norme du MDP

A. Description, type, emplacement et calendrier du projet

Objectif du projet	Décrire en moins de 5 lignes
Description du projet et activités proposées (y compris une description technique du projet)	Environ ½ page
Technologie à utiliser	Décrire en moins de 5 lignes. Veuillez noter que l'appui ne peut être fourni qu'aux projets qui utilisent une technologie disponible dans le commerce. Il serait utile de fournir quelques exemples de cas où la technologie proposée a été utilisée.
Promoteur de projet	
Nom du promoteur du projet	
Catégorie de l'organisation	Gouvernement / Agence gouvernementale / Municipalité / Entreprise privée / Organisation non gouvernementale (indiquez selon le cas)
Autre(s) fonction(s) du promoteur de projet dans le projet	Sponsor / Entité opérationnelle / Intermédiaire / Conseiller technique / (indiquez selon le cas)
Résumé de l'expérience pertinente du promoteur du projet	Décrire en moins de 5 lignes
Adresse	Adresse, Boîte postale, Ville, Pays
Personne à contacter	Nom du responsable de l'équipe du développement du projet
Sponsors du projet (Énumérez et fournissez les informations suivantes pour tous les promoteurs du projet)	
Nom du sponsor du projet	
Catégorie de l'organisation	Gouvernement / Organisme gouvernemental / Municipalité / Entreprise privée / Organisation non gouvernementale / (indiquez selon le cas)
Adresse (inclure l'adresse Web, le cas échéant)	Adresse, Boîte postale, Ville, Pays
Principales activités	Pas plus de 5 lignes
Résumé des données financières	Résumez les finances (actif total, revenus, bénéfices, etc.) en moins de 5 lignes.
Type de projet	
Gaz à effet de serre ciblé	CO ₂ / CH ₄ / NO / HFCs / PCFs / SF ₆ (indiquez selon le cas) (mentionner ce qui s'appliquera)
Type d'activités	Réduction des émissions/ Séquestration du CO ₂
Domaine d'activité:	

a) Approvisionnement en énergie	Énergie renouvelable, à l'exclusion de la biomasse / biomasse / cogénération / amélioration de l'efficacité énergétique en remplaçant l'équipement existant / minimisation du transport et de la distribution / changement de combustible (par exemple, passage du charbon à la biomasse) (indiquez selon le cas)
b) Demande d'énergie	Remplacement des « équipements ménagers » existants / amélioration de l'efficacité énergétique des équipements de production existants (indiquez selon le cas)
c) Transport	Plus de moteurs efficaces pour le transport / le transfert modal / le changement de carburant (par exemple, les bus de transport public alimentés au gaz naturel) (indiquez selon le cas)
d) Gestion des déchets	Capture des émissions de méthane dans les sites d'enfouissement / utilisation des émissions de déchets et d'eaux usées (indiquez selon le cas)
e) Changement d'affectation des sols et foresterie	Boisement / reboisement / gestion forestière / gestion des zones humides / gestion des bassins versants / amélioration de l'agriculture / prévention de la dégradation des terres (indiquez selon le cas)
Lieu du projet	
Région	Asie de l'Est et Pacifique / Asie du Sud / Asie centrale / Moyen-Orient / Afrique du Nord / Afrique subsaharienne / Afrique australe / Amérique centrale et Caraïbes / Amérique du Sud / Europe centrale et orientale (indiquez selon le cas)
Pays	
Ville	
Brève description de l'emplacement de l'usine	Pas plus de 3 - 5 lignes
Calendrier prévisionnel	
Date de début du projet	Année de mise en service de l'installation
Estimation du temps nécessaire avant de devenir opérationnel après l'approbation de la NIP	Temps requis pour les engagements fixés: xx mois Temps requis pour les questions juridiques: xx mois Temps requis pour les négociations: xx mois Temps requis pour la construction: xx mois
Première année prévue pour la livraison des RCE (Réduction Certifiée d'Emissions)	Année
Durée de vie du projet	Nombre d'années
Statut ou Phase actuelle du projet	Phase d'identification et de présélection / étude d'opportunité / étude de pré faisabilité / étude de faisabilité / phase de négociation / phase de passation de marchés / etc. (mentionnez ce qui est applicable et indiquez la documentation [par exemple, l'étude de faisabilité] disponible)

État actuel de l'acceptation du pays hôte	Lettre de non-objection disponible / Lettre d'appui en cours de discussion ou disponible / Lettre d'approbation en cours de discussion ou disponible / Accord du pays hôte en cours de discussion ou signé / Mémoire d'Entente en cours de discussion ou disponible (indiquez selon le cas) (mentionner ce qui est applicable)
La position du pays hôte à l'égard du Protocole de Kyoto	Pays hôte a a) signé, ratifié, accepté, approuvé ou adhéré au Protocole de Kyoto ou b) signé et a manifesté un intérêt à devenir partie en temps voulu (par exemple, les pays qui ont déjà entamé ou qui sont sur le point de commencer le processus national d'acceptation ou d'approbation de la ratification) ou c) a déjà commencé ou est sur le point d'entamer le processus d'adhésion nationale d) autres (indiquez selon le cas)

B. Avantages environnementaux et sociaux attendus

Estimation des GES atténués / CO ₂ Séquestré (en tonnes métriques de CO ₂ -eq)	Annuel: Jusqu' à (y compris) 2012: xx tCO ₂ -équivalent Jusqu'à une période de 10 ans: xx tCO ₂ -équivalent Jusqu'à une période de 7 ans: xx tCO ₂ -équivalent Jusqu'à une période de 14 ans: xx tCO ₂ -équivalent
Scénario de référence	Les projets du MDP doivent permettre des émissions de GES inférieures au « statu quo » dans le pays hôte. À l'étape de la NIP, les questions auxquelles il faut répondre sont les suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Qu'est-ce que le projet MDP proposé change? • Que serait le futur sans le projet MDP proposé? • Quelle serait la réduction totale estimée des GES? (environ ¼ - ½ page)
Avantages spécifiques environnementaux mondiaux et locaux	(Au total environ ¼ page)
Quelles lignes directrices seront appliquées?	Nom et, si possible, emplacement du site Web
Avantages locaux	
Avantages mondiaux	
Aspects socio-économiques Quels effets socio-économiques peuvent être attribués au projet et lesquels ne se seraient pas produits dans une situation comparable sans ce projet?	(Au total environ ¼ page)

Quelles lignes directrices seront appliquées?	Nom et, si possible, emplacement du site Web
Quels sont les effets directs possibles (création d'emplois, capital requis, effets de change, etc.)??	
Quels sont les autres effets possibles ? Par exemple : <ul style="list-style-type: none"> • formation/éducation associée à l'introduction de nouveaux procédés, technologies et produits et/ou • les effets d'un projet sur d'autres industries d'autres industries 	

C. Finance

Estimation du coût total du projet	
Coûts de développement	xx million de dollars Américains
Coûts de l'installation	xx million de dollars Américains
Autres charges	xx million de dollars Américains
Total des coûts du projet	xx million de dollars Américains
Sources de financement à rechercher ou déjà identifiées	
Fonds propres	Nom des organisations et financement (en xx million de dollars Américains)
Dette - à Long terme	Nom des organisations et financement (en xx million de dollars Américains)
Dette - à court terme	Nom des organisations et financement (en xx million de dollars Américains)
Non identifié	xx million de dollars Américains
Contribution recherché du MDP	xx million de dollars Américains
Contribution du MDP en paiements anticipés. (Le montant du paiement initial dépendra du risque évalué du projet par la Banque mondiale et ne dépassera pas 25 % de la valeur totale des RE achetée par la Banque mondiale pour le projet. Tout paiement initial sera actualisé par un facteur jugé approprié par la Banque mondiale pour le projet).	xx million de dollars Américains et une brève précision (pas plus de 5 lignes)
Sources de financement carbone	
Prix indicatif de la RCE (sous réserve de négociation et de vérifications financières nécessaires)	
Valeur du contrat d'achat de réduction totale des émissions	

Une période allant jusqu'en 2012 (fin de la première période budgétaire)	xx million de dollars Américains
Une période de 10 ans	xx million de dollars Américains
Une période de 7 ans	xx million de dollars Américains
Une période de 14 ans (2 * 7 ans)	xx million de dollars Américains
Si une analyse financière est disponible pour l'activité proposée au titre du MDP, fournir le taux de rendement interne financier prévu pour le projet avec et sans les recettes de la REC. Fournir le taux de rendement financier au prix prévu de la RCE ci-dessus et US\$3/tCO ₂ eq. NE PRÉSUMEZ PAS d'un paiement anticipé du PCF dans l'analyse financière qui inclut le flux de revenus du PCF. Veuillez fournir une feuille de calcul à l'appui.	

Projet admissible sur l'affectation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie sous le MDP

Code	Boisement et reboisement
1	Réhabilitation des espaces dégradés (ex. Prairies d'Imperata) en
1a	Forêt
1b	Agroforesterie (arbres d'ombrage, plantation de limites)
2	Reboisement de prairies tempérées dégradées ou de terres arides par plantation d'arbres
3	Établir des cultures d'arbres ou d'ombrage sur les cultures existantes (par exemple café)
4	Plantations pour des produits du bois
4a	Gérées par les petits propriétaires fonciers
4b	Echelle commerciale
5	Réhabilitation du paysage par des couloirs de plantation, etc.
6	Plantations de bois de chauffage à l'échelle commerciale
	Gestion des forêts
7	Gestion forestière améliorée grâce aux engrais, aux semis, etc.
8	Gestion améliorée du feu
9	Réduction de l'exploitation forestière
10	Alternatives au bois de chauffage pour la protection des forêts et de l'environnement
	Gestion des terres agricoles
11	Agriculture avec labour réduit
12	Autre agriculture durable
	Gestion des pâturages
13	Revitalisation de terres semi-arides et arides avec des arbustes ou des graminées
14	Gestion améliorée du bétail conduisant à la récupération de la végétation et du sol
15	Biocarburants : Utilisation de résidus biologiques pour produire de l'énergie
16	Autres

Structure de la NIP pour la norme du Financement BioCarbone

A. Description, Type, Situation géographique; Planification du Project

Description Générale	
<p>A.1 Description du projet et activités proposées</p> <p>Fournir des informations sur i) les objectifs du projet, ii) la taille du projet en ha et si le projet est subdivisé en zones plus petites, iii) les innovations impliquées et iv) les moteurs économiques du projet en dehors des opportunités de financement du carbone</p>	
<p>A.2 Catégorie de projet adopté et description des technologies introduites</p> <p>Sélectionner le(s) code(s) de la ou des catégories de projets dans la liste ci-dessus et décrire les pratiques actuelles et alternatives d'utilisation des terres en référence aux activités pilotes existantes</p>	
Promoteur du projet soumettant la NIP	
A.3 Nom	
<p>A.4 Catégorie d'organisation (choisissez une ou plusieurs)</p>	<p>a) Gouvernement</p> <p>b) Agence Gouvernementale</p> <p>c) Municipalité</p> <p>d) Entreprise privée</p> <p>e) Organisation Non Gouvernementale</p>
<p>A.5 Autre(s) fonction(s) du développeur du projet dans le projet</p> <p>(Choisissez une ou plusieurs)</p>	<p>a) Sponsor</p> <p>b) Entité opérationnelle sous le MDP</p> <p>c) Intermédiaire</p> <p>d) Conseiller technique</p>
A.6 Résumé de l'expérience pertinente	
A.7 Adresse	
A.8 Personne à contacter	
A.9 Téléphone / fax	
A.10 Adresse e-mail et site web	

Sponsor(s) du projet (Énumérer et fournir les renseignements suivants sur les sponsors de projet)	
A.11 Nom	
A.12 Catégorie d'organisation (choisissez une ou plusieurs)	<ul style="list-style-type: none"> a) Gouvernement b) Agence Gouvernementale c) Municipalité d) Entreprise privée e) Organisation Non Gouvernementale
A.13 Adresse (inclure l'adresse du site Web)	
A.14 Activités principales	
A.15 Résumé des états financiers (total des actifs, des revenus, des bénéfices, etc.)	
Type de projet	
A.16 16 Gaz à effet de serre ciblés Indiquez les GES qui seront suivis : CO ₂ / CH ₄ / N ₂ O	
Localisation du projet	
A.17 Pays	
A.18 La ville la plus proche	
A.19 Localisation précise Veuillez fournir les coordonnées GPS des limites de la zone du projet et des limites de la zone du sous-projet	
Calendrier prévisionnel	
A.20 Estimation du temps nécessaire avant de devenir opérationnel après l'approbation de la NIP	Temps requis pour les engagements: xx mois Temps requis pour les questions juridiques: xx mois Temps requis pour les négociations: xx mois Temps nécessaire à l'établissement: xx mois
A.21 Date de début du projet le plus tôt possible (année au cours de laquelle le projet sera opérationnel)	
A.22 État actuel ou phase du projet	<ul style="list-style-type: none"> a) Phase d'identification et de présélection b) Étude d'opportunité c) Étude de pré faisabilité d) Étude de faisabilité e) Phase de négociation f) Phase de passation des marchés
A.23 Situation actuelle de l'acceptation du projet par le pays hôte (choisir une option)	<ul style="list-style-type: none"> a) Lettre de non-objection disponible b) Lettre d'appui en cours de discussion ou disponible c) Lettre d'approbation en cours de discussion ou disponible

B. Avantages environnementaux et sociaux attendus

Avantages environnementaux	
<p>B.1 Estimation de la quantité de carbone piégée ou conservée (en tonnes métriques de CO équivalent – t CO e).</p> <p>Veuillez joindre une feuille de calcul si disponible</p> <p>Si l'information n'est pas disponible, veuillez fournir des informations sur:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) conditions du site, précipitations annuelles, altitude, type de sol ii) espèces d'arbres plantées par ha iii) intervalles de récolte des arbres iv) biomasse aérienne (par exemple, arbres et paillis) et accumulation de la biomasse souterraine (racines et matière organique compostée) en tonnes de matière sèche par hectare. 	<p>Jusqu'en (y compris) 2012: x t CO₂eq</p> <p>Jusqu'en (y compris) 2017: x t CO₂eq</p>
<p>B.2 Scénario de référence</p> <p>(À quoi ressemblerait le future sans le projet proposé?</p> <p>Quelle serait la séquestration ou la conservation totale estimée du carbone sans le projet proposé? Expliquez pourquoi le projet est additionnel, c'est-à-dire que sans la composante du projet de financement du carbone, le projet n'aurait pas lieu.)</p>	
<p>B.3 Végétation existante et utilisation des terres</p> <p>(Quelle est la couverture et l'utilisation actuelles des terres? La couverture La couverture arborescente est-elle supérieure ou inférieure à 30 %?)</p>	
B.4 Avantages environnementaux	
B.4.a Avantages locaux	
B.4.b Avantages mondiaux	
B.5 Cohérence entre le projet et les priorités environnementales du pays hôte	
Avantages socio-économiques	

B.6 Comment le projet améliorera-t-il le bien-être de la communauté environnante ou qui y participe? Quels sont les effets directs qui peuvent être attribués au projet et qui ne se seraient pas produits dans une situation comparable sans ce projet? (c.-à-d., création d'emplois, réduction de la pauvreté, épargne en devises). Indiquez le nombre de communautés et le nombre de personnes qui bénéficieront de ce projet	
B.7 Y a-t-il d'autres effets? (par exemple, formation/éducation en raison de l'introduction de nouvelles technologies et de nouveaux produits, réplication dans un pays ou une région)	

C. Finance

Coûts du Project	
C.1 Coûts de préparation (par exemple, enquête de référence, coûts de développement et de documentation de la composante de financement du carbone)	xx million de dollars Américains
C.2 Coûts d'établissement (par exemple coûts d'extension pour l'introduction de nouvelles pratiques de gestion, coûts de plantation d'arbres, etc.)	xx million de dollars Américains
C.3 Autres coûts (expliquer) (p. ex. certification biologique ou ISO)	xx million de dollars Américains
C.4 Total des coûts du projet	xx million de dollars Américains
Sources de financement à rechercher ou déjà identifiées	
C.5 Capitaux propres (nom des organisations et millions de dollars américains)	
C.6 Dette - À long terme (Nom des organisations et millions de dollars AMÉRICAINS)	
C.7 Dette – Court terme (Nom des organisations et millions de dollars américains)	
C.8 Subventions	
C.9 Les projets non identifiés présentant un important déficit de financement ne seront pas pris en compte par le Fonds C	
C.10 Sources de financement carbone (Ce projet a-t-il été soumis à d'autres acheteurs de C? Si oui, dites lesquels)	

<p>C.12 Prix indicatif pour les réductions d'émissions en dollars américain par t/CO₂ eq pour les 10 premières années du projet Sous réserve de négociation et de vérification financière</p>	
<p>C.13 Valeur de Réduction des Emissions offertes au Fonds BioCarbone (=prix par t CO₂ eq * nombre de tCO₂ eq) Laissez ce champ vide si vous n'avez pas calculé les réductions d'émissions estimées dans la section B1</p>	
<p>Jusqu'en 2012</p>	<p>Dollars américain</p>
<p>Jusqu'en 2017</p>	<p>Dollars américain</p>
<p>C.14 Analyse Financière Fournir le taux de rendement interne financier (FIRR) attendu pour le projet avec et sans la composante financière C (veuillez joindre une feuille de calcul financière si disponible.). Si vous ne pouvez pas estimer l'impact de la composante financière C sur la liste FIRR, classez et qualifiez un paramètre de prise de décision important pour votre entreprise afin de développer un projet de financement C, par exemple., la composante C doit couvrir au moins, en partie les coûts d'introduction de nouvelles activités ou dans les limites du plafond budgétaire de responsabilité sociale de l'entreprise (veuillez joindre une feuille de calcul financière si disponible).</p>	<p>FIRR sans composant C : FIRR avec composant C:</p>
<p>C.12 Prix indicatif pour les réductions d'émissions en dollars américain par t/CO₂ eq pour les 10 premières années du projet Sous réserve de négociation et de vérification financière</p>	
<p>C.13 Valeur de Réduction des Emissions offertes au Fonds BioCarbone (=prix par t CO₂ eq * nombre de tCO₂ eq) Laissez ce champ vide si vous n'avez pas calculé les réductions d'émissions estimées dans la section B1</p>	
<p>Jusqu'en 2012</p>	<p>Dollars américain</p>
<p>Jusqu'en 2017</p>	<p>Dollars américain</p>

<p>C.14 Analyse Financière</p> <p>Fournir le taux de rendement interne financier (FIRR) attendu pour le projet avec et sans la composante financière C (veuillez joindre une feuille de calcul financière si disponible.).</p> <p>Si vous ne pouvez pas estimer l'impact de la composante financière C sur la liste FIRR, classez et qualifiez un paramètre de prise de décision important pour votre entreprise afin de développer un projet de financement C, par exemple., la composante C doit couvrir au moins, en partie les coûts d'introduction de nouvelles activités ou dans les limites du plafond budgétaire de responsabilité sociale de l'entreprise (veuillez joindre une feuille de calcul financière si disponible).</p>	<p>FIRR sans composant C :</p> <p>FIRR avec composant C:</p>
---	---

D. Institutionnalisation et répartition des revenus carbone

Institutionnalisation
<p>D.1 Capacité interne à élaborer, mettre en œuvre et suivre les activités du projet.</p> <p>Fournir des informations sur: i) le système de vulgarisation, le nombre d'agents de vulgarisation et la zone du projet couverte par les agents de vulgarisation, ii) le nombre de spécialistes de cartographie, d'inventaire et de suivi</p>
<p>D.2 Système de contrôle interne (SCI)</p> <p>Décrivez votre système SCI et mentionnez les normes de qualité nationales et internationales qui sont atteintes ou le seront à l'avenir (ISO, certification biologique, etc.).</p>
<p>D.3 Participants au projet, structures institutionnelles et partenariats</p> <p>Énumérer les participants au projet, décrire les structures institutionnelles existantes ou envisagées et les partenariats pour développer, mettre en œuvre et suivre la composante du projet de financement C. Veuillez indiquer les mécanismes de financement durable en place couvrant les coûts respectifs.</p>
Systèmes de répartition des revenus et d'incitation au carbone
<p>D.4 Répartition des revenus carbone</p> <p>Veuillez expliquer ce que vous avez l'intention de faire avec les revenus C et en particulier comment les petits agriculteurs bénéficieront des revenus C.</p>
<p>D.5 Systèmes d'incitation</p> <p>Veuillez énumérer les incitations existantes et futures du projet qui assureront un taux élevé d'adoption de nouvelles pratiques de gestion. Veuillez également indiquer le niveau d'adoption attendu en %.</p>



Question sur le texte (10 minutes)

Utilisez les détails hypothétiques du projet pour rédiger une NIP pour n'importe quelle forêt de votre choix et à la fin de l'exercice répondez à ce qui suit :

- Quelles leçons avez-vous tirées de l'élaboration de la NIP?
- Quelles recommandations proposez-vous en ligne avec l'élaboration de la NIP?



Étude de cas

Exemples de NIP

1.4.2 Eléments du document de conception du projet (DCP)



Activité 4 (Réflexion) (10 minutes)

Que pensez-vous du contexte de la proposition de projet détaillée?

Le document de conception du projet (DCP) présente la structure de la proposition en relation avec la NIP pour la recherche d'une aide financière aux institutions de financement du C, responsables du décaissement des fonds pour soutenir l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Les principaux éléments du DCP sont les suivants:

- a) description générale de l'activité de projet proposée;
- b) durée de l'activité du projet / période de crédit;
- c) application d'une base de référence approuvée et d'une méthode de suivi;
- d) estimation des absorptions anticipées des GES anthropiques nets par les puits et quantité estimée de GES nets;
- e) élimination des GES anthropiques par les puits au cours de la période de crédit choisie;
- f) plan de suivi;
- g) impacts environnementaux de l'activité de projet proposée;
- h) répercussions socioéconomiques de l'activité de projet proposée; et
- i) Commentaires des parties prenantes;

Annexes

- j) Annexe 1: Coordonnées des participants à l'activité proposée du projet MDP A/R
- k) Annexe 2: Informations concernant le financement public
- l) Annexe 3: Information de base
- m) Annexe 4: Plan de suivi

Ces composantes constituent des domaines clés à aborder dans les projets de carbone, comme prescrit dans les formats suivants : http://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/index.html.



Formulaire de document de conception du projet pour les activités de projet MDP (Version 06.0)

Remplissez ce formulaire conformément à la pièce jointe « Instructions pour remplir le formulaire de document de conception du projet pour les activités de projet MDP » à la fin de ce formulaire..

Titre de l'activité du projet	
Numéro de version du DCP	
Date de finalisation du DCP	
Participant(s) au projet	
Partie hôte	
Portée sectorielle et méthodologie(s) sélectionnée(s) et, le cas échéant, base de référence normalisée sélectionnée	
Montant estimatif des réductions annuelles moyennes des émissions de GES	

SECTI^{ON} A. Description de l'activité du projet

A.1. Objet et description générale de l'activité du projet

A.2. Localisation de l'activité du projet

- A.2.1. Partie hôte
- A.2.2. Région/État/Province etc.
- A.2.3. Ville/quartier/communauté etc.
- A.2.4. Situation physique/géographique

A.3. Technologies et/ou mesures

A.4. Parties et participants au projet

Parties impliquées (Hôte) indiquer la partie hôte	Entités privées et/ou publiques (selon le cas) participant au projet	Indiquer si la Partie concernée souhaite être considérée comme participante au projet (Oui/Non)
Partie A(Hôte)	Entité privée A Entité publique A	
Partie B	Entité privée B Entité publique B	
Etc.	...	

A.5. Financement Publique de l'activité du projet

SECTION B. Application d'une base de référence et d'une méthodologie de suivi approuvées sélectionnées et d'une base de référence normalisée

B.1. Référence de la méthodologie et base de référence normalisée

B.2. Applicabilité de la méthodologie et de la base de référence normalisée

B.3. Limites géographiques du projet

Source	GES	Inclus?	Justification / Explication
Scenario de Reference			
Source 1	CO ₂		
	CH ₄		
	N O ₂		
	...		
Source 2	CO ₂		
	CH ₄		
	N O ₂		
	...		
Etc.	...		
Scénario du projet			
Source 1	CO ₂		
	CH ₄		
	N O ₂		
	...		
Source 2	CO ₂		
	CH ₄		
	N O ₂		
	...		
Etc.....	...		

B.4. Établissement et description du scénario de référence

B.5. Démonstration de l'additionnalité

B.6. Réductions des émissions

- B.6.1. Explication des choix méthodologiques
- B.6.2. Données et paramètres fixés par anticipation
(Copiez ce tableau pour chaque donnée et paramètre)

Données / Paramètres	
Unité	
Description	
Source de données	

Valeur(s) appliquée(s)	
Choix des données ou de la mesure méthodes et procédures	
Objectif des données	
Commentaire supplémentaire	

- B.6.3. Calcul préalable des réductions d'émissions
- B.6.4. Résumé des estimations préalables des réductions d'émission

Année	Émissions au niveau de référence (t CO ₂ eq)	Émissions du projet (t CO ₂ eq)	Fuites (t CO ₂ eq)	Réduction des émissions (t CO ₂ eq)
Année A				
Année B				
Année C				
Année ...				
Total				
Nombre total				
Moyenne annuelle				

B.7. Plan de suivi

- B.7.1. Données et paramètres à suivre
(Copiez ce tableau pour chaque donnée et paramètre.)

Données / Paramètres	
Unité	
Description	
Source des données	
Valeur(s) appliquée(s)	
Méthodes et procédures de mesure procédures	
Fréquence de contrôle	
Procédures AQ/CQ	
But des données	
Commentaire supplémentaire	

- B.7.2. Plan d'échantillonnage
- B.7.3. Autres éléments du plan de suivi

B.8. Date de finalisation de l'application de la méthodologie et de la base de référence standardisée et coordonnées des personnes/entités responsables

SECTION C. Durée et période d'accréditation

C.1. Durée de l'activité du projet

- C.1.1. Date de commencement de l'activité du projet
- C.1.2. Durée de vie opérationnelle prévue pour l'activité du projet

C.2. Période d'accréditation de l'activité du projet

- C.2.1. Type de Période d'accréditation
- C.2.2. Date de commencement de la Période d'accréditation
- C.2.3. Durée de la période d'accréditation

SECTION D. Impacts environnementaux

D.1. Analyses des impacts environnementaux

D.2. Évaluation de l'impact environnemental

SECTION E. Consultation des parties prenantes locales

E.1. Sollicitation de commentaires auprès des parties prenantes locales

E.2. Résumé des commentaires reçus

E.4. Rapport sur la prise en compte des commentaires reçus

SECTION F. Approbation et autorisation

Annexe 1. Coordonnées des participants au projet et des personnes responsables/entités

Participant au projet et/ou personne/entité responsable	Participant au projet Personne/entité responsable de l'application de la ou des méthodologies sélectionnées et, le cas échéant, des bases de référence standardisées sélectionnées à l'activité du projet
Nom de l'organisation	
Rue/Boîte postale	
Bâtiment	
Ville	
État/Région	
Code postal	
Pays	
Téléphone	
Fax	
E-mail ; Site web	
Personne à contacter	
Titre	
Nom de famille	
Second prénom	
Prénom	
Département	
Téléphone Mobile	
Fax	
Téléphone fixe	
Adresse électronique personnelle	

Annexe 2. Affirmation concernant le financement public

Annexe 3. Applicabilité de la méthodologie et de la base de référence standardisée,

Annexe 4. Informations générales complémentaires sur le calcul préalable des réductions d'émissions

Annexe 5. Autres renseignements de base sur le plan de suivi,

Annexe 6. Résumé des modifications apportées après l'inscription

Fichier joint. Instructions pour remplir le formulaire de document de conception du projet pour les activités de projet MDP

1. Lors de la conception d'une activité de projet et de la finalisation du formulaire du DCP-MDP, en plus d'appliquer la « norme de projet MDP » (norme de projet), les méthodes de référence et de suivi approuvées sélectionnées (ci-après dénommées les méthodes sélectionnées) et, le cas échéant, bases de référence standardisées approuvées et sélectionnées (ci-après dénommées bases de référence standardisées sélectionnées), consultez la section « Règles et Références » du site Web du MDP de la CCNUCC. Cette section contient tous les documents réglementaires relatifs au MDP, tels que les normes (y compris les méthodologies, les outils et référence de base standardisées), les procédures, les lignes directrices, les clarifications, les formulaires et le « Glossaire: termes du MDP ».
2. Lors de la documentation des changements survenus dans l'activité du projet après son enregistrement conformément aux dispositions applicables relatives au processus de modification post-enregistrement, préparez deux versions des DCP à l'aide du formulaire DCP-MDP, l'une en version propre et l'autre indiquant les suivis de modification.
3. Outre les dispositions du paragraphe 2 ci-dessus, fournir un résumé des modifications, y compris les raisons de ces modifications et toute information supplémentaire relative aux modifications, à l'annexe 6 ci-dessous.
4. Lorsqu'un DCP contient l'information que les participants au projet souhaitent traiter comme confidentielle, soumettez la documentation en deux versions :
 - a. une version où toutes les parties contenant des informations confidentielles sont rendues illisibles (par exemple en recouvrant ces parties à l'encre noire) afin que la version puisse être rendue publique sans afficher d'informations confidentielles/exclusives; et
 - b. une version contenant toutes les informations qui doivent être traitées comme strictement confidentielles / exclusives par toutes les parties traitant cette documentation (entités opérationnelles désignées (EOD) et entités candidates. Les membres du conseil d'administration et les membres suppléants; les membres des groupes d'experts/comités et groupes de travail; les experts externes priés d'examiner ces documents à l'appui des travaux du Conseil; le secrétariat).
5. L'information utilisée pour : (a) démontrer l'additionnalité ; b) décrire l'application de la ou des méthodes sélectionnées et, le cas échéant, de la ou des références de base standardisées sélectionnées; et c) appuyer l'évaluation de l'impact sur l'environnement; n'est pas considérée comme exclusive ou confidentielle. Rendre toute donnée, valeur et formule incluses dans les feuilles de calcul électroniques fournies accessibles et vérifiables.
6. Remplissez le formulaire DCP du MDP et tous les documents joints en anglais, ou contenant une traduction complète des sections pertinentes en anglais.
7. Remplissez le formulaire DCP du MDP en utilisant le même format sans modifier sa police, ses en-têtes ou son logo, et sans aucune autre modification du formulaire.

8. Ne modifiez ni ne supprimez les tables et leurs colonnes dans le formulaire DCP du MDP. Ajoutez des lignes des tables, si nécessaire. Ajoutez des annexes supplémentaires au besoin.
10. Si une section du formulaire DCP du MDP n'est pas considérable, indiquez explicitement que la section est laissée vide intentionnellement.
11. Utilisez un format internationalement reconnu pour la présentation des valeurs dans le formulaire DCP du MDP, par exemple, utilisez le groupage en mille des nombres et marquez la virgule décimale par un point (.), et non avec une virgule (,).
12. Remplir le formulaire DCP du MDP en supprimant cette note "Instructions pour remplir le formulaire DCP pour les activités de projet MDP".



Question sur le texte (10 minutes)

Utiliser les détails hypothétiques du projet pour rédiger un DCP pour n'importe quelle forêt de votre choix et à la fin de l'exercice, répondez à ce qui suit:

- Quelles leçons avez-vous tirées du développement du DCP?
- Quelles recommandations proposez-vous en ligne avec l'élaboration de la DCP?



Étude de cas

Exemples de formulaire DCP remplis.

1.4.3 Evaluation des NIP et DCP pour les marchés carbone



Activité 1 (Réflexion) (10 minutes)

Partagez vos points de vue sur la manière dont le document de projet peut être soumis à d'éventuelles sources de financement compétitives, y compris le processus d'examen.

Validation du projet pour le Marché MDP de conformité

Un projet MDP peut consister en une seule activité en un seul endroit ou être composé de la même activité à plusieurs endroits. Pour calculer la quantité d'émissions qu'ils peuvent vendre, les projets doivent soit utiliser une méthodologie approuvée antérieurement, soit en proposer une nouvelle (Kill et al., 2010). Chaque projet qui souhaite être pris en considération doit avoir un document de conception de projet (DCP) pour montrer comment il produira des réductions d'émissions qui n'auraient pas eu lieu autrement. Le DCP devrait également expliquer comment le projet s'assure que les émissions réduites à l'emplacement du projet sont réellement réduites et non simplement émises à un autre endroit (un processus connu sous le nom de « fuite »). Pour établir à la fois le volume de crédits qui résultent de ces réductions d'émissions supplémentaires et les émissions potentielles du projet à d'autres endroits, le DCP doit également décrire la « base de référence » hypothétique du projet. Cela décrit combien d'émissions auraient été libérées sans le projet MDP.

Étant donné que la documentation du DCP est très complexe, cette tâche a tendance à être effectuée par des « consultants en conception de projet » spécialisés. Un projet doit ensuite recevoir l'approbation de l'Autorité Nationale Désignée du pays hôte (AND), qui est généralement le ministère de l'Environnement ou de l'Énergie du pays. S'il y a d'autres entités directement impliquées dans le projet qui sont enregistrées en dehors du pays hôte, des lettres d'approbation doivent également être soumises à partir du pays dans lequel ces partenaires du projet sont enregistrés avant que le DCP ne puisse être soumis pour validation.

Le processus de validation comprend les étapes suivantes, comme illustré ci-dessous (Figure 3).

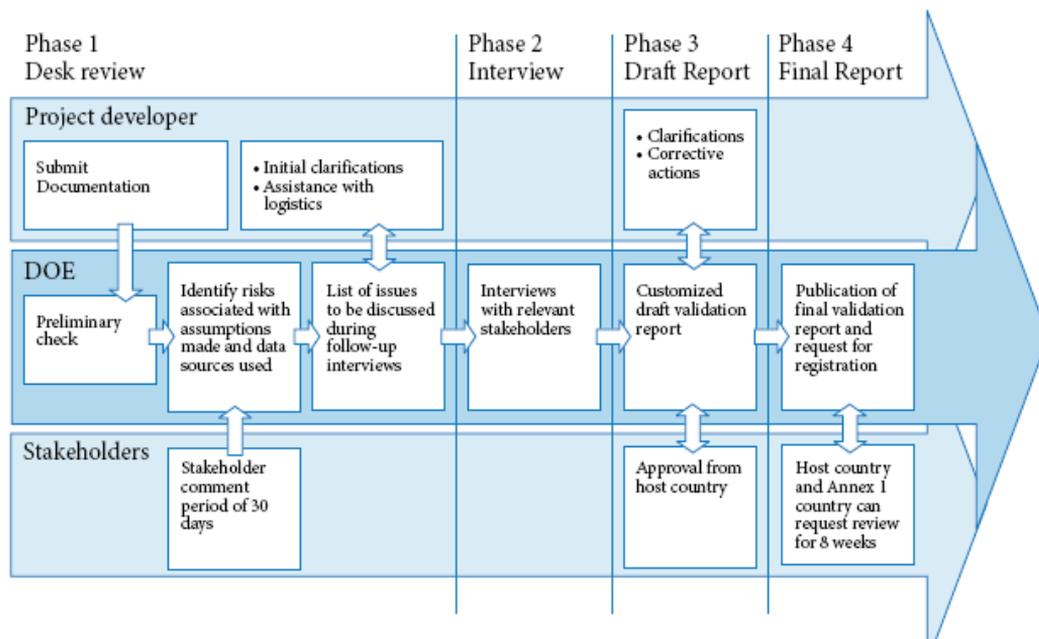


Figure 3. Processus de Validation pour la Conformité du Marche du MDP.

Adaptée de Source: Kill et al., (2010)

Le processus de validation commence par l'envoi du DCP à une Entité Opérationnelle Désignée (EOD) ou à un validateur, dont la tâche est d'évaluer le projet, et qui doit être accréditée par le Conseil Exécutif du MDP. Une fois que le validateur a évalué le projet et recommandé l'enregistrement en tant que projet MDP, une demande officielle d'enregistrement est faite. Le DCP et le rapport de validation sont soumis au secrétariat du MDP (l'organe administratif rattaché à la CCNUCC qui est responsable de la mise en œuvre du MDP). Les documents sont ensuite transmis à l'équipe d'enregistrement et de délivrance de la CCNUCC, qui examine à la fois le DCP et le rapport de validation. L'équipe peut demander des révisions ou rejeter purement et simplement le projet. Les projets recommandés par l'équipe d'enregistrement et de délivrance sont ensuite transmis au Conseil exécutif du MDP, qui a le dernier mot sur l'enregistrement. Une fois qu'un projet est enregistré, il doit soumettre des rapports de suivi au secrétariat du MDP. Ceux-ci sont examinés par l'équipe d'enregistrement et de délivrance de la CCNUCC, et le rapport ultérieur est envoyé au Conseil exécutif du MDP pour approbation.

Une fois ce processus terminé, le Conseil exécutif du MDP annonce le nombre de réductions certifiées d'émissions (RCE) délivrées au projet. Dans la pratique, bon nombre de ces RCE auront été négociées à l'avance sur un marché futur. Les informations rendues publiques sur la base de données du MDP (<http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>) comprennent le DCP, tous les commentaires formulés sur le projet et les réponses à ceux-ci, le rapport de validation, les rapports de suivi et les informations sur le volume des RCE délivrées à chaque projet. Le Centre Risoe des Nations Unies (<http://www.cdmpipeline.org>) dispose d'une base de données à jour et consultable appelée MDP Pipeline qui comprend des informations sur les participants au projet, et aussi sur les acheteurs.

Approbation sur le marché de la compensation volontaire

La principale différence entre le MDP et les compensations carbone volontaire est l'absence de surveillance, de transparence et d'un ensemble uniforme de normes selon lesquelles les projets sur le marché de la compensation volontaire sont évalués (Kill et al., 2010). Sur le marché de la compensation volontaire, il existe plusieurs normes (la Norme d'Or, le Chicago Climate Exchange, Norme volontaire du carbone, etc.) par rapport auxquelles l'« additionnalité » et d'autres facteurs affectant le volume de réductions qu'un projet de compensation peut réclamer sont jugés. Les fournisseurs de compensation volontaires ont souvent été critiqués au motif que les demandes de réduction C sont exagérées, non fondées ou trompeuses. Les lacunes les plus fréquemment citées sont la quasi-absence de vérification et de contrôle à long terme du respect des projets de réduction des émissions pris dans le DCP, et le risque de double vente de crédits en l'absence d'une forme quelconque de registre complet pour les projets de compensation volontaire. Beaucoup soutiennent également que cela rend difficile pour les acheteurs d'évaluer la valeur réelle des crédits compensatoires. En raison de ce manque de transparence, il n'est pas possible d'évaluer avec certitude le niveau des crédits compensatoires manifestement non supplémentaires négociés sur le marché volontaire. On peut toutefois supposer qu'en raison de l'absence d'examen, le pourcentage est plus élevé que celui du MDP.



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquez la différence entre le processus de validation sur le marché volontaire du carbone et le marché de conformité du carbone.

1.4.4 Etapes de mise en place d'un projet REDD+

Idée de projet et évaluation préliminaire

- Définir dès le départ les objectifs du projet, les actions permettront d'atteindre ces objectifs et le lieu du projet. Ils doivent également identifier les participants et les partenaires essentiels à la mise en œuvre des actions et à la réalisation des objectifs ;
- Définir les interventions du projet pour augmenter ou maintenir le couvert forestier et la biomasse ;
- Ne pas oublier qu'un projet C va au-delà de la quantification des avantages C ;
- Conceptualisation ;
- Objectifs du projet: l'objectif principal d'augmenter les stocks de C ou de réduire les pertes (objectifs liés au développement rural, à la réduction de la pauvreté, à la protection de la biodiversité ou à la génération de revenus commerciaux) ;
- Activités liées à la REDD+ : relier les causes de la déforestation/dégradation des forêts aux acteurs impliqués ;
- Échelle, zone et limites géographiques du projet : éléments à l'échelle et à l'emplacement du projet ;
- Identifier les principaux participants : groupes impliqués dans la mise en œuvre des activités du projet ;
- Propriétaires fonciers, populations locales environnantes, etc ;
- Rédaction de la note d'idée de projet (NIP) : brève description d'un projet proposé ;
- Étude de faisabilité ;
- Document requis pour obtenir l'approbation du gouvernement lors des échanges avec les partenaires potentiels ;
- Contenant, en plus des éléments susmentionnés:

- la caractérisation du niveau de référence (tendance de la déforestation, changement d'utilisation des terres, etc.);
- l'évaluation des stocks de carbone forestier ou du potentiel de séquestration;
- évaluation préliminaire des avantages en matière de carbone ;
- l'additionnalité ; et
- avantages sociaux et environnementaux.

Développement et planification de projets

- Définir la norme à utiliser, et donc le secteur du marché cible (notamment VCS et CCB pour la plupart) ;
- Assurer l'engagement des parties prenantes, en particulier des communautés locales ;
- Définir les rôles et responsabilités pour la conception et la mise en œuvre du projet.
- Préparation du plan de travail et budgétisation ;
- Vérification de la réglementation et de la législation en vigueur régissant la mise en place et la mise en œuvre du projet ;
- Évaluation des impacts sociaux et de biodiversité du projet (surtout si la certification CCB est ciblée) ;
- Identification des risques et stratégies d'atténuation des risques.

Élaboration du document de conception du projet (DCP)

Le DCP devrait mettre en évidence les informations essentielles à la conception et au calcul des réductions d'émissions et se concentrer sur les informations essentielles qui peuvent être surveillées et vérifiées tout au long de la durée de vie du projet:

- Former une équipe de rédaction;
- Indiquer la norme à respecter;
- Démontrer l'additionnalité du projet;
- Conditions de départ: le projet de niveau de référence et le scénario de référence;
- La quantification des avantages liés au carbone ; et
- Aspects des fuites et risques de non-permanence.

Examen des activités du projet et élaboration de la stratégie de mise en œuvre

- Ajuster les informations en fonction des données mises à jour obtenues ;
- Développer un modèle financier qui va au-delà des outils plus basiques utilisés pour l'étude de faisabilité afin de refléter les catégories de coûts, les flux de revenus, les accords de financement et les structures organisationnelles propres au projet
- Définir clairement les rôles, les responsabilités et les structures de gestion pour la mise en œuvre du projet (ce qui nécessite parfois le renforcement des capacités des parties prenantes).
- Finalisation des accords de financement et d'investissement
- Conclusion d'accords de financement (avec les investisseurs et autres) : peut nécessiter un conseil juridique ;
- Établir le contrat ERPA.

Encadré 1. Comment les fonds REDD+ sont-ils dépensés?

Avant d'examiner les autorités nationales qui mettent en œuvre la REDD+, nous présenterons les principaux domaines qui peuvent bénéficier de son financement. Il s'agit notamment des domaines suivants:

- 1) Renforcement des capacités et préparation; il s'agit notamment du financement de consultations, de l'élaboration d'une stratégie nationale REDD+ et du développement des capacités en MNV; cela comprend également des fonds pour la mise en œuvre d'activités de démonstration qui renforcent les capacités et contribuent à l'éducation, tout en réduisant et en éliminant les émissions;
- 2) Politiques générales pour tenir compte des facteurs de l'évolution du C forestier; il s'agit de fonds alloués aux Politiques Et Mesures (PEM) pour faire face aux facteurs sous-jacents des dynamiques du C forestier, y compris la réglementation de la demande de produits agricoles et forestiers, les réformes agraires, une meilleure gouvernance et des mesures autoritaires; et
- 3) Performance; ces fonds pour récompenser la performance ou les résultats, ce qui nécessite de mesurer d'une manière ou d'une autre la performance, par exemple au moyen d'indicateurs, d'indicateurs indirects ou de quantifier l'évolution du C forestier, en fonction du niveau de capacité MNV. Les paiements pour les services liés au C forestier sont le type de paiement le plus direct basé sur la performance, mais d'autres solutions intermédiaires entre eux et les PEM sont possibles.

Accords, validation et enregistrement

- Pas besoin d'accord gouvernemental pour le marché volontaire, mais cela peut être un signal fort sur la stabilité de la situation;
 - Consultation des parties prenantes pour obtenir leur consentement;
 - Validation: processus par lequel un auditeur indépendant accrédité examine la documentation et la conception du projet pour s'assurer qu'il répond aux normes et critères et règles de méthode applicables;
 - Période d'étude complète, enquête publique, inspection du site, préparation de l'ébauche du rapport de validation, demande de renseignements supplémentaires (demande de clarification) ou ajustement du concept, description ou analyse du projet (demande de mesures correctives) avant le rapport final de l'auditeur;
 - 6 mois pour traiter et remédier aux problèmes avant que l'auditeur ne prépare un rapport final qui sera mis à la disposition du public avant la certification;
 - Valideur à la charge du porteur de projet;
 - Liste des validateurs ;
 - VCS : liste de validateurs et de vérificateurs pour différentes tailles de projets disponible sur : <http://www.v-c-s.org/verification-validation/find-vvb>
- CCB: vérificateurs agréés pour l'application des normes CCB disponibles à l'adresse suivante: https://s3.amazonaws.com/CCBA/Approved_CCBS_Auditors.pdf; et
- Inscription : sur les sites internet des normes (à inscrire dans les registres).

Mise en œuvre et suivi

Cette étape nécessite la grande majorité des efforts, des ressources et des engagements du projet pendant de nombreuses années, ce qui nécessite:

- Performance conforme au contenu du DCP;
- Suivi pour établir des preuves vérifiables que le projet génère des avantages en GES; et
- Le suivi continu des données, des calculs et des résultats est à documenter rigoureusement et à présenter aux vérificateurs tiers au cours du processus de vérification.

Vérification et émission de crédits

- Un auditeur externe examine et certifie le volume des avantages liés aux GES, obtenus suivis par le projet. Cet audit est basé sur les résultats de suivi recueillis par le développeur du projet, sur la base du plan de suivi validé dans le cadre du DCP.
- Vérification et l'élaboration du rapport. L'initiateur du projet soumet ensuite une demande d'enregistrement et d'octroi comprenant la déclaration de vérification et d'autres documents à l'administrateur du registre VCS ; examen des documents par l'administrateur du registre accordant les unités de carbone vérifié (UCV) au compte du promoteur.
- Intervalle de vérification: 5 ans maximum pour VCS.
- Bailleurs de fonds potentiels de REDD+.
- les banques locales ou internationales, capables de financer des projets par emprunt ou par capitaux propres;
- les investisseurs privés (dette ou capitaux propres);
- les sponsors environnementaux (dons, dettes préférentielles, etc.);
- les acheteurs de crédits finançant le projet par remboursement anticipé des crédits achetés (assimilables à une forme de dette) ; et
- les acteurs publics.

Encadré 2. Les trois phases de mise en œuvre de REDD+

(1) Phase de Préparation

L'objectif de cette phase est d'élaborer une stratégie nationale sur la REDD+ et le renforcement des capacités. Sur la base de l'analyse des causes de la déforestation et de la dégradation des forêts, le pays devra définir un cadre de mise en œuvre qui précise la législation nationale applicable aux crédits REDD+ et C, les institutions responsables, la coordination intersectorielle, ou les mécanismes de gestion des recettes REDD+. Ce cadre devrait également préciser les outils techniques les mieux adaptés aux circonstances nationales pour établir un scénario de référence et un système MNV pour les émissions de GES liés au secteur forestier. On estime que cette phase préparatoire nécessitera un financement à hauteur de 200 à 250 millions d'euros (IWG-IFR, 2009). Plus de 40 pays ont déjà entamé cette phase de préparation par le biais d'initiatives multilatérales ou bilatérales.

(2) Phase intermédiaire

Cette phase peut être subdivisée en deux:

- 2a. le renforcement des capacités des institutions clés et les réformes politiques ; et
- 2b. des paiements basés sur les résultats des activités REDD+, estimés à l'aide d'indicateurs permettant d'évaluer approximativement les réductions d'émissions réalisées.

Elle permettra donc de mettre en œuvre les mesures incluses dans la stratégie nationale REDD+ et qui sont considérées comme des conditions préalables à la participation à un mécanisme fondé sur les paiements au résultat (réformes politiques ou de gouvernance concernant les droits fonciers et les lois du C forestier, l'aménagement du territoire, l'élimination des incitations libertines à la déforestation et à l'utilisation non durable des forêts, l'amélioration et l'application des lois sur le secteur forestier, mais aussi les réformes institutionnelles au sens large, etc.). En outre, des projets pilotes et des programmes seraient développés dans les zones les plus touchées par la déforestation, afin de tester de nouvelles technologies et des incitations aux acteurs. Cette phase permettrait également la mise en place progressive et le renforcement du système MNV d'émissions de GES, augmentant ainsi la précision et la fiabilité de la surveillance des changements dans l'affectation des terres. Enfin, le pays devra disposer d'éléments tangibles lui permettant d'adopter un scénario de référence sur lequel s'engager. On estime que cette phase intermédiaire nécessitera un financement de l'ordre de 1,2 à 2,2 milliards d'euros (IWG-IFR, 2009).

(3) Phase Finale

Sur la base du paiement des résultats mesurés, déclarés et vérifiés, le pays percevrait ensuite des paiements basés sur des réductions d'émissions par rapport à un scénario de référence, en utilisant un système MNV fiable et transparent. Les projets REDD+ pourraient alors être liés à ce comptage. Kindermann et al. (2008) ont estimé qu'une réduction de 50 % de la déforestation entre 2005 et 2030 générerait 1 500 à 2 700 MtCO₂/an et nécessiterait un financement de 11,5 à 18,5 milliards d'euros par an. Les travaux menés par Eliasch (2008) suggèrent un coût compris entre 11,5 et 22 milliards d'euros par an pour réduire la déforestation de 50 % d'ici 2030



Résumé

Cette session porte sur la définition de la note d'idée de projet (NIP) et son contenu. La NIP du projet est l'expression la plus courte du projet, donnée sur papier à un donateur. Cela met en évidence les domaines clés sur lesquels le projet se concentrera. Deux exemples de NIP volontaires et MDP sont donnés.

La session couvre également la définition du document de conception du projet (DCP) et son contenu. Le DCP présente la structure de la proposition en ce qui concerne la NIP pour demander une aide financière au financement C ou aux institutions responsables du décaissement des fonds pour soutenir l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Un exemple de formulaire de la NIP du MDP est donné.

Enfin, la session couvre le processus de validation pour les normes volontaires et de conformité de C. Leurs similitudes et leurs différences sont également expliquées. La principale différence entre les compensations au titre du MDP et les compensations de C volontaires est l'absence d'un ensemble uniforme de normes selon lesquelles les projets sur le marché de la compensation volontaire sont évalués. Sur le marché de la compensation volontaire, il existe plusieurs normes.

1.5 Concepts et principes de l'économie et des marchés

1.5.1 Demande, offre, prix et marchés



Activité 2 (Discussion de groupe) (20 minutes)

- Discutez des trois causes naturelles des feux de forêt

Qu'est-ce que la demande ?

La quantité de biens ou de services que le consommateur est prêt à acheter à des conditions de marché données.

Qu'est-ce que l'offre ?

La quantité de biens ou de services que le fournisseur est prêt à vendre à des conditions de marché données

Courbes d'offre et de demande

- À bas prix, les gens sont prêts à acheter plus de biens ou de services. À des prix élevés, les gens achèteront moins.
- À bas prix, les producteurs réduiront leur fourniture de produit, et l'augmenteront quand les prix s'élèvent.

Le point d'intersection des courbes représente le prix et la quantité déterminés. Ce point est appelé prix équilibre (Figure 4).

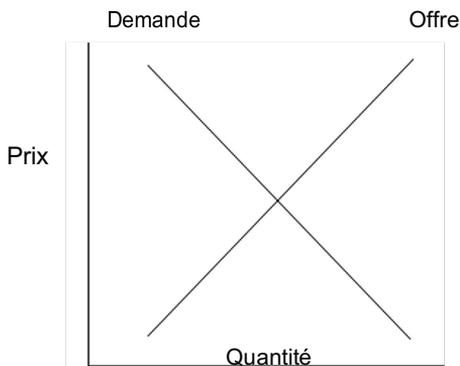


Figure 4. Détermination graphique du prix d'équilibre

Comme tout autre bien ou service, les prix des crédits C sont déterminés par les forces de l'offre et de la demande. Sur le marché C de conformité, l'offre et la demande de crédit C sont réglementées par des réglementations complexes, tandis que sur le marché C volontaire, l'offre et la demande de crédits répondent aux transactions du marché libre.

L'offre sur le marché volontaire du carbone

L'offre sur le marché volontaire C est contrôlée par des normes qui vérifient la légitimité des crédits sur la base de la vérification des réductions, de l'additionnalité, de l'enregistrement des crédits afin d'éviter les doubles crédits. Le nombre de projets certifiés selon des normes internationalement connues augmente régulièrement mais reste limité en quantité puisque les coûts d'enregistrement et de vérification d'un projet selon ces normes imposent une rigueur qui garantit la qualité.

La demande

La demande sur le marché volontaire C est principalement motivée par une décision volontaire d'agir pour la préservation de l'environnement. La motivation découle du désir de respecter la responsabilité sociale des entreprises, de faire preuve de leadership dans le domaine du climat, de pré-conformité et de mission axée sur le climat.



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquer les relations entre l'offre et la demande.

1.5.2 Concepts de valeur économique et d'évaluation



Activité 1 (Réflexion) (10 minutes)

Que pensez-vous de la manière dont la valeur et l'évaluation des différents produits sont déterminées ?

Bases de l'évaluation économique

La valeur économique est l'un des nombreux moyens possibles de définir et de mesurer une valeur. Bien que d'autres types de valeur soient souvent importants, les valeurs économiques sont utiles la prise des décisions économiques - des choix qui impliquent des compromis dans l'allocation des ressources.

Les mesures de la valeur économique sont basées sur ce que les gens veulent - leurs préférences. Les économistes supposent généralement que les individus, et non le gouvernement, sont les meilleurs juges de ce qu'ils veulent. Ainsi, la théorie de l'évaluation économique est basée sur les préférences et les choix individuels. Les gens expriment leurs préférences à travers les choix et les compromis qu'ils font, compte tenu de certaines contraintes, telles que celles du revenu ou du temps disponible.

La valeur économique d'un article particulier, ou d'un bien, par exemple, du pain, est mesurée par la quantité maximale d'autres choses qu'une personne est prête à abandonner pour avoir cette miche de pain. En simplifiant cet exemple « économie » de sorte que la personne n'a que deux biens à choisir, le pain et les pâtes, la valeur d'une miche de pain serait mesurée par le plus grand nombre de pâtes que la personne est prête à abandonner pour avoir une miche de pain de plus.

Ainsi, la valeur économique est mesurée par le plus que quelqu'un est prêt à abandonner dans d'autres biens et services afin d'obtenir un bien, un service ou un état du monde. Dans une économie de marché, les dollars (ou une autre monnaie) représentent une mesure universellement acceptée de la valeur économique, parce que le nombre de dollars qu'une personne est prête à payer pour quelque chose indique la quantité de tous les autres biens et services qu'elle est prête à abandonner pour obtenir cet article. C'est ce qu'on appelle la « volonté de payer ».

On suppose souvent à tort que le prix du marché d'un bien mesure sa valeur économique. Toutefois le prix du marché ne nous indique que le montant minimum que les gens qui achètent le bien sont prêts à payer pour cela. Lorsque les gens achètent un bien commercialisé, ils comparent le montant qu'ils

seraient prêts à payer pour ce bien avec son prix du marché. Ils n'achèteront le bien que si leur volonté de payer est égale ou supérieure au prix. Beaucoup sont en fait prêts à payer plus que le prix du marché pour un bien, et donc leurs valeurs dépassent le prix du marché.

Afin de prendre des décisions d'allocation des ressources en fonction des valeurs économiques, l'avantage économique net d'un bien ou d'un service représente ce qui est vraiment mesuré. Pour les individus, cela se mesure au montant que les gens sont prêts à payer *au-delà* de ce qu'ils paient réellement. Ainsi, deux biens qui se vendent au même prix peuvent avoir des avantages nets différents. Par exemple, il peut y avoir le choix entre le pain de blé et le pain multigrains, qui se vendent tous deux à 2 \$ la miche. Parce que le pain multigrain est préféré, plus on est prêt à payer jusqu'à 3 \$ pour un pain. Cependant, on ne paierait que 2,5 \$ au maximum pour le pain de blé. Par conséquent, l'avantage économique net reçu pour le pain multigrain est de 1 \$, et pour le pain de blé n'est que de 0,5 \$.

L'avantage économique pour les individus, ou le surplus du consommateur, reçu d'un bien changera si son prix ou sa qualité change. Par exemple, si le prix d'un bien augmente, mais que la volonté de payer des gens reste la même, l'avantage reçu (volonté maximale de payer moins prix) sera inférieur à celui d'avant. Si la qualité d'un bien augmente, mais que le prix reste le même, la volonté de payer peut augmenter et donc l'avantage reçu augmentera également.

Les valeurs économiques sont également influencées par les variations de prix ou de qualité des produits de substitution ou des produits complémentaires. Si le prix d'un bien de substitution change, la valeur économique du bien en question changera dans le même sens. Par exemple, le pain de blé est un substitut proche du pain multigrain. Ainsi, si le prix du pain multigrain augmente, alors que le prix du pain de blé reste le même, certaines personnes passeront, ou remplaceront, du pain multigrain au pain de blé. Par conséquent, plus de pain de blé est demandé et sa fonction de demande se déplace vers le haut, ce qui augmente sa surface sous la courbe, le surplus du consommateur augmente.

De même, si le prix d'un bien complémentaire, acheté en conjonction avec le bien en question, change, le bénéfice économique du bien changera dans la direction opposée. Par exemple, si le prix du beurre augmente, les gens peuvent acheter moins de pain et de beurre. Si moins de pain est demandé, alors la fonction de demande se déplace vers le bas, et sa surface sous la courbe, le surplus du consommateur, diminue.

Les producteurs de biens reçoivent également des avantages économiques, basés sur les profits qu'ils font en vendant le bien. Les avantages économiques pour les producteurs sont mesurés par l'excédent du producteur, la zone située au-dessus de la courbe de l'offre et en dessous du prix du marché. La fonction d'approvisionnement indique combien d'unités d'un produit, un producteur est prêt à produire et à vendre à un prix donné. La courbe d'offre est la représentation graphique de la fonction d'alimentation. Parce que les producteurs aimeraient vendre plus à des prix plus élevés, la courbe d'offre s'incline vers le haut.

Si les producteurs reçoivent un prix plus élevé que le prix minimum pour lequel ils vendraient leur production, ils tirent un avantage de la vente – le surplus du producteur. Ainsi, les avantages pour les producteurs sont similaires aux avantages pour les consommateurs, car ils mesurent les gains pour le producteur de recevoir un prix plus élevé que le prix pour lequel ils auraient été prêts à vendre le bien.

Lorsqu'ils mesurent les avantages économiques d'une politique ou d'une initiative qui affecte un écosystème, les économistes mesurent l'avantage économique net total. Il s'agit de la somme du surplus du consommateur plus le surplus du producteur, moins les coûts associés à la politique ou à l'initiative.

Approche de l'évaluation des écosystèmes

L'évaluation des écosystèmes peut être une tâche difficile et controversée, et les économistes ont souvent été critiqués pour avoir essayé de donner un « prix » à la nature. Cependant, les organismes chargés de la protection et de la gestion des ressources naturelles doivent souvent prendre des décisions de dépenses

difficiles qui impliquent des compromis dans l'allocation des ressources. Ces types de décisions sont des décisions économiques et sont donc fondées, explicitement ou implicitement, sur les valeurs de la société. Par conséquent, l'évaluation économique peut être utile, en fournissant un moyen de justifier et d'établir des priorités pour les programmes, les politiques ou les mesures qui protègent ou restaurent les écosystèmes et leurs services.

Afin de comprendre comment les économistes abordent l'évaluation des écosystèmes, il est utile de passer en revue certaines définitions et concepts importants.

Fonctions et services des écosystèmes

Les fonctions écosystémiques sont les processus ou attributs physiques, chimiques et biologiques qui contribuent à l'auto-maintenance d'un écosystème; en d'autres termes, ce que fait l'écosystème. Quelques exemples de fonctions écosystémiques sont la fourniture d'habitats fauniques, le cycle C ou le piégeage des nutriments. Ainsi, les écosystèmes, tels que les zones humides, les forêts ou les estuaires, peuvent être caractérisés par les processus, ou les fonctions, qui s'y produisent.

Les services écosystémiques sont les résultats bénéfiques, pour l'environnement naturel ou les personnes, qui résultent des fonctions de l'écosystème. Quelques exemples de services écosystémiques sont le soutien à la chaîne alimentaire, les produits de chasse ou récoltes, ou la fourniture d'eau potable. Pour qu'un écosystème fournisse des services aux humains, une certaine interaction avec les humains, ou du moins une certaine appréciation par ceux-là est nécessaire. Ainsi, les fonctions des écosystèmes sont neutres en valeur, tandis que leurs services ont de la valeur pour la société.

Quelques facteurs qui compliquent les décisions de gestion des écosystèmes

Les décisions concernant la gestion des écosystèmes sont compliquées par le fait que divers types de défaillance du marché sont associés aux ressources naturelles et à l'environnement. Les *défaillances du marché* se produisent lorsque les marchés ne reflètent pas tous les coûts ou avantages sociaux d'un bien. Par exemple, le prix de l'essence ne reflète pas pleinement les coûts, en termes de pollution, qui sont imposés à la société par la combustion de l'essence. Les défaillances du marché liées aux écosystèmes comprennent les faits que : (i) de nombreux écosystèmes fournissent des services qui sont des biens publics; ii) de nombreux services écosystémiques sont affectés par des externalités; et iii) les droits de propriété liés aux écosystèmes et à leurs services ne sont souvent pas clairement définis.

Les services écosystémiques sont souvent des biens publics, ce qui signifie qu'ils peuvent bénéficier à un groupe de personnes sans affecter le bénéfice que tirent les autres. Par exemple, une vue esthétique est un pur bien public. Peu importe combien de personnes apprécient la vue, d'autres peuvent également en bénéficier. D'autres services peuvent être des biens quasi publics, lorsqu'à un certain niveau d'utilisation, le profit qu'on en tire diminue.

Par exemple, une aire de loisirs publique peut être ouverte à tous. Cependant, la présence d'une foule peut contribuer à diminuer le plaisir qu'on y en tire. Le problème avec les biens publics est que, bien que les gens les apprécient, personne n'est incité à payer pour maintenir le bien. Ainsi, l'action collective est nécessaire pour produire la quantité la plus bénéfique.

Les services écosystémiques peuvent être affectés par des externalités ou des effets secondaires non compensés des actions humaines. Par exemple, si un cours d'eau est pollué par le ruissellement des terres agricoles, les personnes en aval subissent une externalité négative. Le problème avec les externalités négatives est que les personnes (ou les écosystèmes) auxquels elles sont imposées ne sont généralement pas indemnisées pour les dommages qu'elles ont subis.

Enfin, si les droits de propriété sur les ressources naturelles ne sont pas clairement définis, elles peuvent être surutilisées, car il n'y a aucune incitation à les conserver. Par exemple, la pêche non réglementée est une ressource libre d'accès – quiconque veut pêcher du poisson peut le faire. Étant donné qu'aucune personne ou aucun groupe ne « possède » la ressource, le libre accès peut entraîner une surexploitation.

grave et un déclin potentiellement élevé de l'abondance des poissons au fil du temps.

L'évaluation des écosystèmes peut aider les gestionnaires de ressources à faire face aux effets de défaillances du marché, en mesurant leurs coûts pour la société, en termes de perte d'avantages économiques. Les coûts pour la société peuvent alors être imposés, de diverses manières, à ceux qui sont responsables, ou peuvent être utilisés pour déterminer la valeur des actions visant à réduire ou à éliminer les impacts environnementaux. Par exemple, dans le cas de l'aire de loisirs publique abondamment fréquentée, les avantages pour le public pourraient être accrus en réduisant la foule. Cela peut être fait en élargissant la zone ou en limitant le nombre de visiteurs. Les coûts de mise en œuvre de différentes options peuvent être comparés aux avantages économiques accrus de la réduction de l'encombrement.

Dans le cas d'un cours d'eau pollué par le ruissellement agricole, les avantages de l'élimination de la pollution peuvent être comparés aux coûts des actions visant à réduire le ruissellement, ou peuvent être utilisés pour déterminer les amendes ou taxes appropriées à percevoir sur les responsables. Dans le cas des pêches en libre accès, les avantages de la réglementation de la pêche peuvent être comparés aux coûts réglementaires ou aux coûts pour l'industrie de la pêche commerciale si l'accès est restreint.

Valeurs des écosystèmes

Les valeurs des écosystèmes sont des mesures de l'importance des services écosystémiques pour les humains – de leur valeur. Les économistes mesurent la valeur des services écosystémiques pour les personnes en estimant le montant que les gens sont prêts à payer pour préserver ou améliorer les services (voir Concept de valeur économique pour des renseignements plus détaillés). Cependant, ce n'est pas toujours simple, pour diverses raisons.

Plus important encore, alors que certains services des écosystèmes, comme le poisson ou le bois d'œuvre, sont achetés et vendus sur les marchés, de nombreux services écosystémiques, comme une journée d'observation de la faune ou une vue sur l'océan, ne sont pas échangés sur les marchés. Ainsi, les gens ne paient pas directement pour de nombreux services écosystémiques. De plus, parce que les gens ne sont pas familiers avec l'achat de tels biens, leur volonté de payer peut ne pas être clairement définie. Cependant, cela ne signifie pas que les écosystèmes ou leurs services n'ont aucune valeur ou ne peuvent pas être évalués en dollars.

Il n'est pas nécessaire que les services écosystémiques soient achetés et vendus sur les marchés pour mesurer leur valeur en dollars. Ce qu'il faut, c'est une mesure du pouvoir d'achat (dollars) que les gens sont prêts à abandonner pour obtenir le service de l'écosystème, ou combien les gens devraient être payés pour y renoncer, si on leur demandait de faire un choix similaire à celui qu'ils feraient sur un marché (les sections Aperçu des méthodes d'estimation des valeurs en dollars et Méthodes d'évaluation des écosystèmes fondées sur le dollar, donne respectivement un aperçu, et plus de détail sur les méthodes que les économistes utilisent pour estimer les valeurs monétaires des écosystèmes et de leurs services).

Les types de valeurs

Les économistes classent les valeurs des écosystèmes en plusieurs types. Les deux principales catégories sont les valeurs d'usage et de non-usage ou valeur « d'usage passif ». Alors que les valeurs d'usage sont basées sur l'utilisation réelle de l'environnement, les valeurs de non-usage sont celles qui ne sont pas associées à l'utilisation réelle, ni même à une option pour l'utilisation, un écosystème ou ses services.

Ainsi, la valeur d'usage est définie comme la valeur dérivée de l'utilisation réelle d'un bien ou d'un service, comme la chasse, la pêche, l'observation des oiseaux ou la randonnée. Les valeurs d'usage peuvent également inclure les utilisations indirectes. Par exemple, les parcs nationaux africains, les réserves de chasses et les centres de loisirs fournissent des valeurs d'usage direct aux personnes qui les visitent. D'autres personnes pourraient aimer regarder une émission de télévision sur une région et sa faune,

recevant ainsi des valeurs d'usage indirect. Les gens peuvent également recevoir des valeurs d'usage indirect d'un intrant qui aide à produire quelque chose d'autre que les gens utilisent directement. Par exemple, les organismes inférieurs de la chaîne alimentaire aquatique fournissent des valeurs d'usage indirect aux pêcheurs récréatifs qui attrapent les poissons qui s'alimentent de ces organismes.

La valeur optionnelle est la valeur que les gens accordent à la possibilité de profiter de quelque chose à l'avenir, bien qu'ils ne l'utilisent peut-être pas actuellement. Il s'agit donc d'un type de valeur d'usage. Par exemple, une personne peut espérer visiter les parcs nationaux africains tels que Serengeti en Tanzanie ou Aberdare Ranges au Kenya à l'avenir, et serait donc prête à payer quelque chose pour préserver la région afin de maintenir cette option.

De même, la valeur du legs est la valeur que les gens accordent en sachant que les générations futures auront la possibilité de profiter de quelque chose. Ainsi, la valeur du legs est mesurée par la volonté de payer pour préserver l'environnement naturel pour les générations futures. Par exemple, une personne peut être prête à payer pour protéger la région d'Aberdare Ranges afin que les générations futures aient l'occasion d'en profiter.

Les valeurs de non-usage, également appelées valeurs d'«usage passif », sont des valeurs qui ne sont pas associées à l'utilisation active, ni même à la possibilité d'utiliser un bien ou un service. La valeur d'existence est la valeur de non-usage que les gens accordent simplement en sachant que quelque chose existe, même s'ils ne le verront ou ne l'utiliseront jamais. Par exemple, une personne pourrait être prête à payer pour protéger la région sauvage d'Aberdare Ranges, même si elle ne s'attend jamais ou ne veut même pas y aller, mais simplement parce qu'elle apprécie le fait qu'elle existe.

Il est clair qu'une seule personne peut bénéficier de plus d'une façon du même écosystème. Ainsi, la valeur économique totale est la somme de toutes les valeurs d'usage et de non-usage pertinentes pour un bien ou un service.



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquez comment vous pouvez déterminer la valeur d'un écosystème.



Résumé

Cette session a porté sur les concepts de l'offre et de la demande. Les relations entre elles et la façon dont elles déterminent le prix sont également expliquées.

Elle a introduit également les concepts de valeur économique et d'évaluation. La valeur économique est une façon de définir et de mesurer la valeur à prendre en compte lors de choix économiques qui impliquent des compromis dans l'allocation des ressources. Les concepts peuvent également être appliqués à l'évaluation des écosystèmes en fournissant un moyen de justifier et d'établir des priorités pour les programmes, les politiques ou les actions qui protègent ou restaurent les écosystèmes et leurs services.

1.6 Autres considérations relatives au commerce du carbone

1.6.1 Tarification du carbone



Activité 1 (Réflexion) (10 minutes)

Points de vue sur comment et pourquoi le marché du carbone et les prix changent.

La tarification du C fait référence aux initiatives qui mettent un prix explicite sur les émissions de GES. Ces initiatives comprennent non seulement le système d'échange de quotas d'émission (SEQUE), les taxes C, les mécanismes de compensation et la finance axée sur les résultats (FAR), mais aussi les instruments internes mis en place par les entreprises. Selon Kossoy et al. (2015), les prix du C observés dans ces instruments varient considérablement, de moins de 1 US\$ / tCO₂-eq à 130 US\$ / tCO₂-eq. 85% de ces prix sont inférieurs à 10 US\$ / tCO₂-eq. Comme la tarification du C n'est pas mise en œuvre uniformément dans le monde entier, l'un des principaux problèmes auxquels sont confrontées les industries touchées est la fuite du C - une situation où la production et les émissions associées se manifestent dans les juridictions qui n'ont pas de politiques équivalentes en place.

Le choix des instruments de tarification C est fondé sur les circonstances nationales et les réalités politiques. L'instrument le plus approprié dépend des circonstances et du contexte spécifiques d'une juridiction générale, et les objectifs stratégiques de l'instrument devraient être alignés sur les priorités économiques nationales plus larges et les capacités institutionnelles.

Un SEQUE et une taxe C sont de plus en plus utilisés de manière complémentaire, les caractéristiques des deux instruments étant souvent combinées pour former des approches hybrides. La tarification C n'est qu'un instrument parmi tant d'approches qui doivent être mobilisées pour atténuer les émissions. D'autres instruments politiques, tels que la suppression des subventions aux combustibles fossiles, les investissements dans les infrastructures dans les transports et l'énergie, les normes relatives aux portefeuilles d'énergies renouvelables et les normes d'efficacité énergétique, ont également un rôle important à jouer dans la réduction des émissions. La tarification C et ces instruments politiques complémentaires doivent fonctionner en tandem pour répondre à l'urgence et à l'ampleur du défi de l'atténuation du changement climatique.

En dépit des marchés C disponibles qui peuvent générer des revenus provenant de la vente du C forestier, il existe des risques que la présence de projets C entraîne un accès restreint et le déplacement des communautés locales. Il existe également des risques associés aux défis du marché tels que les fluctuations de prix, l'imperfection et le manque d'assurance. Il est également probable que la technologie puisse changer de sorte que les connaissances actuelles sur le rôle de la forêt dans l'atténuation du changement climatique puissent devenir absolues.



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquez comment le marché et les prix du carbone peuvent changer au fil du temps.

1.6.2 Droits de propriété dans le commerce du carbone

La notion de propriété a été décrite comme un « conteneur » d'un certain nombre de droits relatifs à la propriété, par exemple le droit de la posséder, de l'utiliser, de jouir de ses fruits et d'en disposer. Le propriétaire peut transférer des droits particuliers à d'autres parties pour une période convenue (louer une parcelle de terre pour le pâturage pendant trois ans, par exemple), mais le conteneur de propriété reste avec le propriétaire. Même si tous les droits ont été transférés pour le moment, ils reviendront finalement au propriétaire. Le régime foncier, d'autre part, est le nom donné au régime juridique dans lequel la terre appartient à un individu, qui est supposé « détenir » la terre.

Les droits de propriété sont créés et appliqués par la société à des fins particulières. Ils définissent la relation entre une personne (une personne physique ou morale telle qu'une société) et une chose (qui peut être physique ou intangible). Les systèmes juridiques distinguent généralement les types de propriété par référence à la fois au sujet (c'est-à-dire au propriétaire) et à l'objet du droit. Les catégories varient d'un système juridique à l'autre, mais de nombreux systèmes juridiques comportent des distinctions entre :

- les objets qui ne peuvent pas être possédés, par exemple, l'air ou la mer qui sont communs à tous et les biens tels que la plage qui est détenue par l'État au profit du public;
- les objets qui ne sont pas possédés mais qui peuvent être possédés (comme la faune avant la capture), bien que la faune et les pêches soient généralement réglementées par l'État et qu'un permis soit requis pour prendre ces ressources; et
- les objets pour lesquels il existe des droits de pleine propriété et qui peuvent être librement achetés et vendus (cette « propriété aliénable » souvent appelés « propriété privée », mais pouvant appartenir à l'État ainsi qu'à des particuliers ou à des sociétés).

Les discussions sur les régimes de propriété se concentrent souvent sur les différentes catégories de personnes qui détiennent les droits. Elles perdent ainsi parfois de vue le fait que les caractéristiques du régime de propriété sont déterminées à la fois par la catégorie de personnes détenant le droit (par exemple, l'État, un groupe ayant des droits communs, ou une personne physique ou morale) et par la nature du bien (ou de la chose) en question.

- La propriété en libre accès n'est « possédée » par personne. Il n'est pas exclusif (personne ne peut exclure quelqu'un d'autre de l'utiliser) mais peut être objet de rivalité (l'utilisation par une personne réduit la quantité disponible pour les autres utilisateurs). La propriété en libre accès n'est gérée par personne et son accès n'est contrôlé. Il n'y a aucune contrainte pour quiconque utilise des biens en libre accès (exclure des personnes est soit impossible, soit d'un coût prohibitif). Des exemples de propriétés en libre accès sont la haute atmosphère (espace aérien navigable) ou les pêches océaniques (espace maritime navigable).

La propriété en libre accès peut exister parce que la propriété n'a jamais été établie, accordée par les lois d'un pays particulier, ou parce qu'aucun contrôle efficace n'est en place ou faisable, c'est-à-dire que le coût de l'exclusion l'emporte sur les avantages. Le gouvernement peut parfois convertir efficacement la propriété en libre accès en propriété privée, commune ou publique par le biais du processus d'octroi de terres, en légiférant pour définir des droits publics / privés précédemment non accordés.

- La propriété publique (également connue sous le nom de propriété de l'État) est une propriété qui appartient à tous, mais son accès et son utilisation sont contrôlés par l'État ou la communauté. Un exemple est un parc national ou une entreprise d'État.
- La propriété commune ou collective est une propriété qui appartient à un groupe d'individus. L'accès, l'utilisation et l'exclusion sont contrôlés par les copropriétaires. Les vrais biens communs peuvent s'effondrer, mais, contrairement aux biens en libre accès, les propriétaires communs ont une plus grande capacité à gérer les conflits grâce à des avantages partagés et à l'application de la loi.

- La propriété privée est à la fois exclue et rivale. L'accès, l'utilisation, l'exclusion et la gestion de la propriété privée sont contrôlés par le propriétaire privé ou un groupe de propriétaires légaux.

Un droit de propriété bien défini ou efficace présente les caractéristiques suivantes:

- **exclusivité:** tous les avantages et coûts découlant de la possession et de l'utilisation de la ressource devraient revenir au propriétaire, et seulement au propriétaire, directement ou indirectement par la vente au propriétaire;
- **transférabilité:** tous les droits de propriété doivent être transférables, par exemple peuvent être vendus, échangés ou loués, ou peuvent être donnés d'un propriétaire à un autre dans un échange volontaire;
- **applicabilité:** le droit de propriété devrait être garanti contre la saisie involontaire ou l'empiètement par d'autres.



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquer la signification des droits de propriété et leurs caractéristiques.



Résumé

Cette session a présenté les concepts de la dynamique des marchés C. Le Carbone peut être échangé par le biais d'initiatives telles que l'échange de droits d'émission, les taxes C, les mécanismes de compensation et le financement axé sur les résultats (FAR), mais aussi par des instruments internes mis en place par les entreprises. Les prix dans ces régimes diffèrent considérablement.

Cette session a également présenté les concepts de droits de propriété et leurs caractéristiques. La notion de propriété a été décrite comme un « certain nombre de droits qu'une personne a sur la propriété, par exemple le droit de la posséder, de l'utiliser, de jouir de ses fruits et d'en disposer ». Un droit de propriété bien défini ou efficace présente des caractéristiques d'exclusivité, de transférabilité et d'applicabilité.

Chapitre 2. Processus de commerce et d'accords de carbone

2.1 Généralités

Ce module est conçu pour développer les compétences des apprenants sur les concepts et les principes du commerce et du marketing du C. Il présente aux apprenants les différents accords commerciaux du C tels que le Protocole de Kyoto (PK) de la CCNUCC, les processus sur le commerce et le marketing du C, les normes et commerce internationaux du C, les obligations des Parties visées et non visées à l'annexe I, les règles régissant le commerce du C, les mythes et les réalités du marketing et du commerce du C, les rôles des professionnels du commerce du C et les mécanismes de partage des bénéfices du C aux niveaux communautaire (sous-national), national et international. Les expériences des pays sur les régimes de partage des bénéfices en Afrique sont présentées.



Objectifs

À la fin de ce chapitre, l'apprenant devrait être capable de :

- décrire les accords et les processus de négociation et de marketing du C ;
- décrire les normes internationales et d'échange de carbone ;
- expliquer les obligations des Parties visées et non visées à l'annexe I ;
- expliquer les règles régissant le commerce du C ;
- analyser les mythes et les réalités du marketing et du commerce du C ;
- mettre en évidence les rôles des agents techniques en appui au commerce du C ; et,
- évaluer les mécanismes de partage des avantages liés au C aux niveaux communautaire (sous-national), national et international.

Le chapitre est composé de deux sessions. Chaque session peut être présentée en plusieurs sous-sessions de formation d'une heure chacune. Le nombre de sous-sessions par chapitre dépend de la nature, du poids et du type de contenu développé, vis-à-vis de la nature des participants impliqués. Les sessions sont les suivantes :

- accords et processus sur le commerce et le marketing du C ; et,
- autres aspects liés aux accords et aux processus relatifs au commerce de C, notamment :
 - Normes internationales et de commerce du C ;
 - obligations des Parties visées et non visées à l'annexe I ;
 - avis sur les règles régissant le commerce international des produits forestiers ;
 - mythes et réalités du marketing et du commerce du C ;
 - les rôles des agents techniques en appui au commerce du C ;
 - des mécanismes de partage des avantages liés au C aux niveaux communautaire (sous-national), national et international ; et,
 - expériences nationales sur les régimes de partage des bénéfices en Afrique.

2.2 Accords et processus sur le commerce et le marketing du carbone

2.2.1 Accords sur le commerce et le marketing du carbone



Activité 1 (réflexion) (10 minutes)

Que pensez-vous des accords commerciaux aux niveaux national, régional et international?

Il existe plusieurs accords commerciaux sur le C allant du niveau national, régional et l'international.

Accords nationaux

Ceux-ci sont pour la plupart des cas de nature légaux, où les investisseurs sont obligés d'utiliser des technologies d'énergie propre qui créent des emplois verts et réduisent la dépendance au pétrole importé. Ce sont des efforts pour réduire la pollution par les GES.

Accord régionaux

Les entreprises multinationales intervenant dans le cycle d'échange de droits d'émission : émetteurs réglementés, fournisseurs de solutions, courtiers, sociétés de services financiers, vérificateurs et cabinets d'avocats : peuvent également être réunis pour formuler des accords d'échange de C. Par exemple, l'Association Internationale du Commerce des Emissions (IETA) est une organisation à but non lucratif créée en 1999 pour établir un cadre régional fonctionnel pour l'échange d'émissions de GES. Elle crée des accords d'achat de réduction d'émissions, c'est-à-dire un type de transaction dont les normes sont définies par l'IETA, selon lesquelles un acheteur paiera à un vendeur un montant en espèces en échange de crédits C. Cet échange permettra ainsi à l'acheteur d'émettre des unités supplémentaires de CO₂ dans l'air. Dans le cadre de l'IETA, un certain nombre d'accords ont été créés. Ceux-ci incluent :

- **L'accord-cadre d'échange de quotas d'émission pour l'UE** de 2008 a été élaboré par l'IETA pour faciliter les échanges dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission de l'UE ;
- **L'Initiative pour le Climat Occidental (WCI)** est une collaboration de juridictions indépendantes qui travaillent ensemble pour identifier, évaluer et mettre en œuvre des politiques d'échange de droits d'émission pour lutter contre le changement climatique au niveau régional. Dans ce programme, la Colombie-Britannique, la Californie, l'Ontario, le Québec et le Manitoba continuent de travailler ensemble par l'intermédiaire du WCI pour élaborer et harmoniser leurs politiques de programme d'échange de droits d'émission. Il s'agit d'un effort global visant à réduire la pollution par les GES, à stimuler les investissements dans les technologies d'énergie propre qui créent des emplois verts et à réduire la dépendance vis-à-vis du pétrole importé ; et
- **Accord-cadre d'échange de droits d'émission de Californie** développé par l'Association Internationale du Commerce des Emissions (IETA) pour faciliter l'échange de droits d'émission en Californie.

Accords internationaux

En 1992, les pays ont adhéré à un traité international, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) en tant que cadre de coopération internationale pour lutter contre le changement climatique en limitant l'augmentation de la température mondiale moyenne et le changement climatique qui en résulte, et en faisant face aux impacts qui étaient, jusque-là, inévitables. En 1995, les pays ont lancé des négociations pour renforcer la riposte mondiale au changement climatique et, deux ans plus tard, a adopté le Protocole de Kyoto (PK). Le PK lie juridiquement les Parties des pays

développés aux objectifs de réduction des émissions. La première période d'engagement du Protocole a commencé en 2008 et s'est terminée en 2012. La deuxième période d'engagement a commencé le 1er janvier 2013 et se terminera en 2020. Il y a maintenant 196 Parties à la Convention et 192 Parties au PK.

Cette chronologie détaillant la réponse internationale au changement climatique fournit un point d'entrée contextuel au contexte essentiel.

- **1979** - la première Conférence Mondiale sur le Climat (WCC) a eu lieu ;
- **1988** - le Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) est créé;
- **1990** – la publication du premier rapport d'évaluation du GIEC. Le GIEC et la deuxième Conférence mondiale sur le climat appellent à un traité mondial sur le changement climatique ; Début des négociations de l'Assemblée générale des Nations Unies sur une convention-cadre ;
- **1991** - la première réunion du Comité Intergouvernemental de Négociation (CIN) ;
- **1992** – le CIN adopte le texte de la CCNUCC. Au Sommet de Rio, la CCNUCC est ouverte à la signature avec ses conventions sœurs de Rio, la CNUDB et la CNUCLD ;
- **1994** - La CCNUCC entre en vigueur ;
- **1995** - la première Conférence des Parties (COP 1) a lieu à Berlin ;
- **1996** - le Secrétariat de la CCNUCC est créé pour soutenir l'action au titre de la Convention;
- **1997** – le Protocole de Kyoto formellement adopté en Décembre lors de la COP 3 ;
- **2001** – la publication du troisième rapport d'évaluation du GIEC ; les accords de Bonn adoptés, sur la base du Plan d'action de Buenos Aires de 1998. Les Accords de Marrakech adoptés à la COP 7, détaillant les règles de mise en œuvre du PK, mettant en place de nouveaux instruments de financement et de planification pour l'adaptation et établissant un cadre de transfert de technologie
- **2005** - entrée en vigueur du PK ; la première Réunion des Parties au PK (ROP 1) a lieu à Montréal ; conformément aux exigences du PK, les Parties ont lancé des négociations sur la prochaine phase du PK dans le cadre du Groupe de Travail Ad hoc sur les nouveaux engagements des Parties visées à l'annexe I au titre du PK (PK-GTA) ; le Programme de travail de Nairobi sur l'adaptation (il recevra son nom en 2006, un an plus tard) est accepté et approuvé ;
- **2007** - Publication du quatrième rapport d'évaluation du GIEC ; la science du climat est entrée dans la conscience populaire ; à la COP 13, les Parties se sont mises d'accord sur la Feuille de route de Bali, qui a tracé la voie vers un résultat post-2012 en deux volets de travail : le PK-GTA et un autre au titre de la Convention, connu sous le nom du Groupe de Travail Ad hoc sur l'Action coopérative à long terme ;
- **2009** - Accord de Copenhague rédigé lors de la COP 15 à Copenhague ; cela a été pris en compte par la COP ; les pays ont ensuite soumis des engagements de réduction des émissions ou des engagements d'action d'atténuation, tous non obligatoires ;
- **2010** - Accords de Cancun rédigés et largement acceptés par la COP, à la COP 16 ;
- **2011** - la plate-forme de Durban pour une action renforcée fut rédigée et acceptée à la COP17 ;
- **2012** - l'amendement de Doha au PK est adopté par la CMP, lors de la CMP 8 ;
- **2013** - les décisions clés adoptées à la COP 19/CMP 9 comprennent des décisions sur la poursuite de l'amélioration de la plate-forme de Durban, le Fonds vert pour le climat et le financement à long

terme, le cadre de travail de Varsovie pour la REDD+, et le mécanisme international de Varsovie pour les pertes et dommages. Dans le cadre de la plate-forme de Durban, les Parties ont convenu de soumettre des « contributions prévues déterminées au niveau national », connues sous le nom d'e CPDN, bien avant la conférence de Paris;

- **2014** - lors de la COP 20 à Lima en 2014, les Parties ont adopté l'«appel de Lima pour l'action climat», qui a élaboré les éléments clés du prochain accord à Paris ; et
- **2015** - des négociations intensives ont eu lieu avec le groupe Ad hoc sur la Plate-forme de Durban pour une action renforcée (APD) de 2012-2015 et ont abouti à l'adoption de l'Accord de Paris (AP) par la COP le 12 décembre 2015. L'AP vise à renforcer la réponse globale à la menace du changement climatique en maintenant une augmentation de la température mondiale au cours de ce siècle bien en dessous de 2 °C, au-dessus des niveaux préindustriels et poursuivre les efforts pour limiter encore plus l'augmentation de la température à 1,5 °C. En outre, l'accord vise à accroître la capacité des pays à faire face aux impacts du changement climatique et à rendre les flux financiers cohérents avec une trajectoire à faibles émissions de GES et résiliente au changement climatique. Cet objectif devrait être atteint grâce à des contributions déterminées au niveau national (CDN).
- **2016** - la COP 22 à Marrakech, au Maroc, s'est concentrée sur la préparation de l'entrée en vigueur de l'AP et de la première session de la conférence des Parties siégeant à la réunion des Parties à l'AP.
- **2017** – la COP-23/CMP 13/Deuxième Réunion des Parties à l'AP s'est tenue à Bonn, en Allemagne, où les organes subsidiaires ont appelé les Parties à collaborer avec les organisations intergouvernementales et internationales pertinentes pour sensibiliser et renforcer les capacités sur les impacts de la mise en œuvre des mesures de riposte conformément à l'AP.
- **2018** - la COP 24 à Katowice, Pologne a examiné les fonctions, le programme de travail et l'adoption du règlement de l'AP qui contenait des orientations sur les engagements climatiques, les mécanismes de marché, le financement climatique, la transparence, les pertes et dommages et le dialogue Talanoa.

Le Protocole de Kyoto

Le PK est un accord international lié à la CCNUCC, qui engage ses Parties en fixant des objectifs de réduction obligatoire d'émissions au niveau international. Reconnaissant que les pays développés sont principalement responsables des niveaux élevés actuels d'émissions de GES dans l'atmosphère en raison de plus de 150 ans d'activité industrielle, le Protocole impose une tâche lourde aux pays développés en vertu du principe de « responsabilités communes mais différenciées ». Le PK a été adopté à Kyoto, Japon, le 11/12 1997 et est entré en vigueur le 16/2 2005. Les règles détaillées pour la mise en œuvre du Protocole ont été adoptées lors de la COP 7 à Marrakech, Maroc, en 2001, et sont appelés « Accords de Marrakech ». Sa première période d'engagement a débuté en 2008 et s'est terminée en 2012.



Question sur le texte (10 minutes)

Décrire des exemples d'accords commerciaux de C aux niveaux national, régional et mondial.

2.2.2 Processus relatifs au commerce et au marketing du carbone

Organes de la CCNUCC

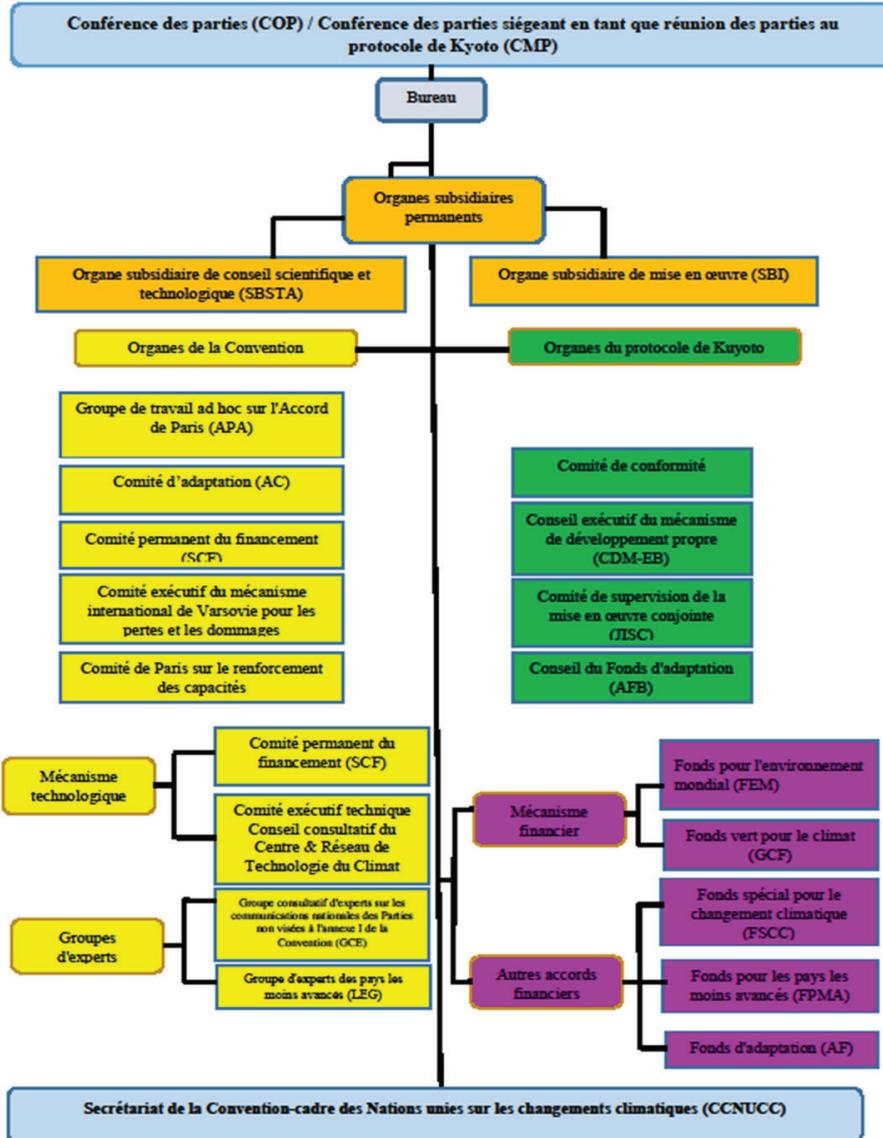


Figure 5. Structure du processus de la CCNUCC et de ses organes Adaptée de UNFCCC (2014))

Conférence des Parties (COP)

La COP est l'organe décisionnel suprême de la Convention. Tous les États qui constituent des Parties à la Convention sont représentés à la COP, au cours de laquelle ils examinent la mise en œuvre de la Convention et de tout autre instrument juridique que la COP adopte, et prennent des décisions nécessaires pour promouvoir la mise en œuvre effective de la Convention, y compris les dispositions institutionnelles et administratives.

Conférence des Parties siégeant en tant que réunion des Parties au PK (CMP)

La Conférence des Parties, l'organe suprême de la Convention, sert de réunion des Parties au PK. Tous les États qui constituent des Parties au PK sont représentés à la COP siégeant en tant que réunion des Parties au PK (CMP), tandis que les États qui ne sont pas Parties participent en tant qu'observateurs. La CMP examine la mise en œuvre du PK et prend des décisions pour promouvoir sa mise en œuvre effective.

Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique (SBSTA)

Le SBSTA soutient les travaux de la COP et de la CMP en fournissant des informations et des conseils opportuns sur les questions scientifiques et technologiques en rapport avec la Convention ou son Protocole de Kyoto.

Organe subsidiaire de mise en œuvre (SBI)

Le SBI soutient les travaux de la COP et de la CMP à travers l'évaluation et l'examen de la mise en œuvre effective de la Convention et de son Protocole de Kyoto.

Bureau de la COP et de la CMP

Le Bureau soutient la COP et la CMP en fournissant des conseils et des orientations concernant les travaux en cours au titre de la Convention et de son Protocole de Kyoto, l'organisation de leurs sessions et le fonctionnement du secrétariat, en particulier lorsque la COP et la CMP ne sont pas en session. Le Bureau est élu parmi les représentants des Parties nommés par chacun des cinq groupes régionaux des Nations Unies et des petits États insulaires en développement.



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquer les processus existants de la CCNUCC en relation avec les accords commerciaux sur le carbone au niveau mondial

2.2.3 Scénarios d'accords commerciaux sur le carbone



Activité 1 (Réflexion) (10 minutes)

Opinions sur les accords commerciaux sur le carbone.

Les scénarios d'accords commerciaux sur le carbone sont les suivants :

- (i). Aucun accord ;
- (ii). Accord faible; et
- (iii). Accord idéal/ambitieux

2.2.4 Modalités de mise en œuvre

Parties prenantes engagées dans le processus MDP

Les trois organes de gouvernance établis dans le cadre du MDP sont:

- La Conférence des Parties siégeant en tant que Réunion des Parties au PK (COP/MOP) ;
- Le Conseil exécutif du MDP (CE), nommé et élu par la COP/MOP ; et
- Entités opérationnelles désignées (EOD), composées d'organisations privées accréditées par le Conseil d'administration.

Ces organes sont responsables de l'administration et de l'application des règles, modalités, procédures et directives du MDP.

L'Autorité Nationale Désignée (AND) agissant au niveau national et constituant le point focal de toutes les parties prenantes au projet MDP s'ajoute aux trois organismes énumérés ci-dessus qui interviennent au niveau international.

Conférence des Parties / Réunion des Parties

La COP appelle les pays qui ont ratifié la CCNUCC à négocier des décisions sur la Convention pour la réunion annuelle. La COP siégeant en tant que Réunion des Parties au Protocole (COP/MOP) appelle également les pays qui ont ratifié le PK à se réunir en même temps et au même endroit que la COP. C'est l'organe suprême qui supervise la mise en œuvre du Protocole.

La MOP prend principalement des décisions, formule des recommandations et fournit des orientations sur toutes les questions relatives au MDP. Ainsi, par exemple, elle:

- nomme les membres du Bureau Exécutif du MDP ;
- donne des orientations générales pour la mise en œuvre du MDP ;
- prend des décisions sur la base des recommandations du Bureau Exécutif du MDP ;
- accrédite les Entités Opérationnelles Désignées ;
- examine les rapports annuels du Directoire ; et
- examine la répartition régionale des EOD et des projets MDP.

Conseil exécutif du MDP

Le Conseil exécutif supervise le MDP sous l'autorité et la direction de la COP/MOP, et conformément aux règles établies et adoptées par la COP/MOP. Il est principalement responsable des activités suivantes:

- faire des recommandations à la COP/MOP sur les modalités et procédures du MDP ;
- approuver les nouvelles méthodologies, le suivi, etc. ;
- revoir les dispositions relatives à la définition des activités de projets à petite échelle et les modalités et procédures simplifiées correspondantes ;
- accréditer les Entités Opérationnelles et faire des recommandations à la COP/MOP pour leur désignation (EOD);
- mettre tous les documents et rapports techniques à la disposition du public pour commentaires pendant des périodes définies ;
- développer et maintenir le registre du MDP ;
- enregistrer les projets MDP validés ; et
- demander à l'administrateur du registre du MDP d'émettre des URCE générées par les activités du projet MDP.

Le Conseil exécutif est composé de 10 membres et de 10 suppléants, nommés par la région ou le groupe de pays auxquels ils appartiennent et élus par la COP/MOP. La composition doit refléter l'équilibre entre les régions du monde et entre les pays du Nord et du Sud.

Panels et groupes de travail

Le Conseil exécutif du MDP peut établir des comités, des panels et des groupes de travail pour l'assister dans l'exécution de ses tâches techniques. A cet effet, il doit faire appel aux experts, y compris ceux listés dans la Convention, tout en observant l'équilibre régional dans leur nomination. En juin 2007, le Conseil d'administration a créé les panels et groupes de travail suivants :

- Le Panel Méthodologique** chargé d'examiner les propositions de nouvelles méthodologies et de faire des recommandations au CE sur les méthodologies de base et le suivi des projets MDP de taille normale ainsi que sur les révisions des documents de conception de projet (DCP) ;
- Le groupe de travail sur les projets à petite échelle** (GT SSC) chargé d'examiner les propositions et de faire des recommandations au CE sur les méthodologies de base simplifiées et le suivi des activités des projets à petite échelle ;

- c) **Le Groupe de travail sur les projets de boisement/reboisement** (ARWG) chargé d'examiner les propositions et de faire des recommandations au CE sur les méthodologies de boisement/reboisement, les documents de projet connexes, etc.
- d) **L'équipe d'enregistrement et d'assurance du Conseil exécutif** (EBRIT) chargée d'évaluer si les demandes d'enregistrement et de délivrance d'URCE par des entités opérationnelles désignées satisfont aux exigences avant qu'elles ne soient examinées par le CE ;
- e) **Le Panel d'accréditation** (CDM-AP) chargé de faire des recommandations au CE sur l'accréditation des entités candidates; le jury est également en charge de la sélection des membres de l'équipe d'évaluation pour l'accréditation ; et,
- f) **L'équipe d'évaluation de l'accréditation** au MDP (CDM-AT) composée d'un chef d'équipe et d'au moins deux experts membres sélectionnés pour réaliser l'évaluation d'une entité donnée.

Entités opérationnelles désignées

Une entité opérationnelle désignée (EOD) est une entité légale, accréditée et désignée par le CE à titre provisoire jusqu'à ce qu'elle soit confirmée par la COP/MOP. Elle peut avoir deux fonctions :

- la validation des projets MDP pour enregistrement par le CE ;
- la vérification - certification des réductions d'émissions des projets enregistrés.

Dans le cas de projets de taille normale, le « validateur » de l'EOD doit être différent de celui chargé de la vérification. Pour les petits projets, la même EOD peut exécuter les deux fonctions pour le même projet. L'accréditation des EOD doit suivre une procédure approuvée par la COP/MOP et impliquant le panel d'accréditation (CDM-AP), l'équipe d'évaluation de l'accréditation (CDM-AT), le CE et la COP/MOP. L'accréditation est délivrée pour un ou plusieurs domaines (portée sectorielle) et pour une durée de trois ans. Le CE a exercé une supervision régulière pendant ces trois années. Le Conseil exécutif peut recommander à la COP/MOP la suspension ou le retrait de l'accréditation auprès d'une EOD si les conditions ne sont plus remplies. Une liste mise à jour des EOD est disponible sur le site Internet de la Convention: <http://cdm.unfccc.int/DOE>.

Autorité nationale désignée du MDP

Les parties intervenant dans le PK souhaitant participer au MDP devraient établir une Autorité nationale désignée (AND) du MDP (voir Accords de Marrakech et décision CMP / 2005/8 / Ad1). Les pays sont souverains pour choisir la forme institutionnelle à donner à cette nouvelle structure (Comité, Conseil, Institut, etc.). Ils doivent toutefois désigner un point de contact dont les coordonnées sont affichées sur le site Internet de la Convention.

Le rôle régulateur de l'AND est d'examiner les projets MDP qui lui sont soumis par les opérateurs économiques nationaux, de s'assurer qu'ils contribuent au développement durable et, en cas d'acceptation, de délivrer une « lettre d'agrément » officielle. Les détails du processus d'approbation du projet sont établis par l'AND. L'AND peut également s'engager à promouvoir le MDP auprès des opérateurs économiques nationaux et des acheteurs potentiels d'URCE dans les pays de l'Annexe B du Protocole, qui sont habilités à utiliser les mécanismes de flexibilité.

2.3 Autres questions liées aux processus et accords important pour le commerce du carbone

2.3.1 Normes internationales de carbone et commerce du carbone

La gestion des projets forestiers de C et la méthodologie utilisée pour déterminer les crédits doivent répondre aux normes nationales et internationales. Fondamentalement, tous les marchés du C utilisent des critères similaires pour évaluer les crédits de C. Cependant, il existe des critères stricts sur le marché formel de la CCNUCC par rapport au marché volontaire.

Les projets du marché volontaire de C (MVC) peuvent être réalisés de diverses manières. Ce qui est le plus approprié dépend principalement des critères de l'acheteur. Il y a beaucoup de critiques par rapport aux entreprises développées sur ce marché, étant donné que ce dernier n'est pas bien réglementé. Par conséquent, la plupart des développeurs de projets choisissent de mettre en œuvre des initiatives en suivant les directives d'un ensemble de normes qui ont été développées pour assurer la transparence et rendre compte aux acheteurs de crédit.

L'objectif des normes de C est de donner l'assurance aux acheteurs que les réductions d'émissions des projets sont réelles, additionnelles et permanentes (voir 1.3.2).

2.3.2 Les obligations des Parties visées et non-visées à l'Annexe 1

Distinction entre les Parties visées et Parties non visées à l'annexe I

La Convention répartit les pays en trois groupes principaux avec des engagements différents

Les Parties de l'Annexe I comprennent les pays industrialisés qui étaient membres de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) en 1992, ainsi que les pays à économie en transition (les Parties à l'EIT), y compris la Fédération de Russie, les États baltes et plusieurs États d'Europe centrale et orientale.

Les Parties visées à l'annexe II comprennent les membres de l'OCDE visés à l'annexe I, mais pas les Parties à l'EIT. Ils sont tenus de fournir des ressources financières pour permettre aux pays en développement d'entreprendre des activités de réduction des émissions dans le cadre de la Convention et de les aider à s'adapter aux effets néfastes du changement climatique. En outre, ils doivent « prendre toutes les mesures possibles » pour promouvoir le développement et le transfert de technologies respectueuses de l'environnement vers les Parties à l'EIT et les pays en développement. Le financement fourni par les Parties visées à l'annexe II passe principalement par le mécanisme financier de la Convention.

Les Parties non visées à l'annexe I sont pour la plupart des pays en développement. Certains groupes de pays en développement sont reconnus par la Convention comme étant particulièrement vulnérables aux effets néfastes du changement climatique, notamment les pays ayant des zones côtières de faible altitude et ceux qui sont sujets à la désertification et à la sécheresse. D'autres (comme les pays qui dépendent fortement des revenus de la production et du commerce des combustibles fossiles) se sentent plus vulnérables aux impacts économiques potentiels des mesures de réponse au changement climatique. La Convention met l'accent sur les activités qui promettent de répondre aux besoins et préoccupations particuliers de ces pays vulnérables, telles que l'investissement, l'assurance et le transfert de technologie.

Les 49 Parties classées comme **pays les moins avancés** (PMA) par l'ONU bénéficient d'une attention particulière dans le cadre de la Convention en raison de leur capacité limitée à réagir au changement climatique et à s'adapter à ses effets néfastes. Les Parties sont instamment priées de tenir pleinement compte de la situation particulière des PMA lorsqu'elles envisagent des activités de financement et de transfert de technologie

Organisations observatrices

Plusieurs catégories d'organisations ayant le statut d'observateur assistent également aux sessions de la COP et de ses organes subsidiaires. Il s'agit notamment de représentants d'unités et d'organes du secrétariat des Nations Unies, tels que le PNUD, le PNUJ et la CNUCED, ainsi que de ses institutions spécialisées et organisations apparentées, telles que le FEM et le GIEC. Les organisations observatrices comprennent les organisations intergouvernementales (OIG), telles que l'OCDE et l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), ainsi que les organisations non gouvernementales (ONG).

Plus de 1880 ONG et 100 OIG sont admises en tant qu'observateurs. Les ONG présentent beaucoup d'intérêts et comprennent des représentants des entreprises et de l'industrie, des groupes environnementaux, de l'agriculture, des populations autochtones, des gouvernements locaux et des autorités municipales, des instituts de recherche et universitaires, des syndicats, des femmes et du genre, et des groupes de jeunes. D'autres regroupements ont émergé des groupes ci-dessus pour faciliter l'interaction.

2.3.3 Point de vue sur les règles régissant le commerce international des produits forestiers

Les conditions générales d'éligibilité des projets sont définies dans les modalités et procédures en tant qu'exigences de validation. Ces exigences sont les suivantes:

- la Partie abritant le projet a rempli les conditions de participation ;
- les parties prenantes ont été consultées ;
- les impacts environnementaux du projet ont été pris en compte ;
- les réductions d'émissions sont additionnelles;
- les méthodologies de référence et de suivi sont conformes aux exigences ; et,
- le projet est conforme à toutes les autres exigences pertinentes.

Ces exigences sont énoncées dans leur intégralité au paragraphe 37 de l'annexe 3/CMP.1 :

- 1) les conditions de participation énoncées aux paragraphes 28 à 30 ci-dessus sont remplies ;
- 2) les commentaires des parties prenantes locales ont été sollicités, un résumé des commentaires reçus a été fourni et un rapport à l'entité opérationnelle désignée sur comment les commentaires ont été pris en compte ;
- 3) les participants au projet ont soumis à l'entité opérationnelle désignée la documentation sur l'analyse des impacts environnementaux de l'activité du projet, y compris les impacts transfrontaliers et, - si ces impacts sont considérés comme importants par les participants au projet ou la Partie hôte -, ont entrepris une étude d'impact sur l'environnement conformément aux procédures requises par la Partie hôte ;
- 4) l'activité de projet devrait entraîner une réduction des émissions anthropiques provenant de sources de GES qui s'ajoutent à celles qui se produiraient en l'absence de l'activité de projet proposée, conformément aux paragraphes 43 à 52 ci-dessous ;
- 5) les méthodologies de référence et de suivi sont conformes aux exigences relatives aux :
 - méthodologies préalablement approuvées par le Conseil Exécutif ; ou
 - modalités et procédures pour l'établissement d'une nouvelle méthodologie (paragraphe 38 ci-dessous) ;

- 6) Les dispositions relatives au suivi, à la vérification et à l'établissement de rapports sont conformes à la décision 17/CP.7, à la présente annexe et aux décisions pertinentes de la COP/MOP ; et
- 7) L'activité de projet est conforme à toutes les autres exigences relatives aux activités de projet du MDP énoncées dans la décision 17/CP.7, à la présente annexe et aux décisions pertinentes de la COP/MOP et du Conseil exécutif (3/CMP.1, annexe, paragraphe 37).

2.3.4 Qu'est-ce que l'additionnalité?

L'additionnalité fait référence aux réductions d'émissions de C qui s'ajoutent à ce qui se serait produit sans le projet REDD+. Pour être additionnel, le projet doit démontrer qu'il n'aurait pas eu lieu en l'absence de financement de C.

2.3.5 Bases de référence (Statut quo)

Avantage en C de tout projet forestier = changements de C par rapport à des niveaux de précision connus. La détermination des changements de C nécessite des références REL/RL. La référence REL/RL par rapport à laquelle des avantages supplémentaires en C résultant des projets C (individuels, infranationaux ou nationaux) peuvent être déterminés. Ceci exige des données fiables sur l'étendue et le peuplement de la forêt.

2.3.6 Fuite

Transfert de l'usage de la forêt à une autre forêt : Un projet C doit identifier et déterminer l'étendue de tous les niveaux d'usage de la forêt avant le début du projet et s'assurer que les utilisations ne sont pas transférées ailleurs (fuite) au cours du projet.

2.3.7 Mythes et réalités du marketing et du commerce du carbone

Les réalités du marketing et du commerce du C incluent :

- les attentes excessives ;
- un revenu des crédits C inférieur aux prévisions ;
- la possibilité pour les crédits C de résoudre le problème du changement climatique ; et
- la volatilité des marchés C.

2.3.8 Rôle des agents techniques en appui au commerce du carbone

Les agents techniques du projet C sont censés appuyer aussi les programmes liés au carbone, et ceci à travers :

- des équipes pluridisciplinaires nécessaires pour apporter un appui technique au développement des projets C en préparant:
 - Note d'identification du projet (NIP);
 - Document de conception de projet (DCP);
- des experts indépendants pour la validation, par exemple, les consultants, sont requis pour:
- sensibiliser les décideurs politiques ;
- sensibiliser et renforcer des capacités des parties prenantes ;

- Mesurer, Rappporter et Vérifier les projets C ;
- Suivre les projets C ;
- Guider l'interprétation et la mise en œuvre des accords de C ;
- Identifier et engager les parties prenantes qui seraient soigneusement consultées ;
- améliorer les prises de décision sur le montant des paiements motivateurs aux parties prenantes, le calendrier et la forme sous laquelle ce paiement a lieu, et directement lié aux actions convenues avec les parties prenantes ;
- un suivi pour s'assurer que les mécanismes en place soient rassurants et présentent les dispositions nécessaires en matière de responsabilisation pour les paiements en temps voulu aux parties prenantes;
- un suivi pour s'assurer que les informations sur toutes les transactions soient disponibles dans le domaine public pour examen par la société civile, le gouvernement et le secteur privé ;
- un suivi afin que les accords de partage des bénéfices soient flexibles et permettent les changements nécessaires basés sur l'apprentissage et disposent de mécanismes clairs de règlement des différends ;
- un renforcement des capacités locales des parties prenantes à s'engager de manière significative dans les marchés C ;
- une estimation des coûts des sacrifices des personnes ; une détermination du niveau, de la forme et du calendrier de distribution des bénéfices, en relation avec l'engagement productif des parties prenantes sur les activités de bénéfices C ;
- un suivi des procédures d'établissement de rapports, d'audit et de contrôle des flux d'avantages afin de se prémunir efficacement contre la corruption ;
- mobiliser les forces internes et externes pour une transparence accrue ; et,
- une préparation aux changements d'accords ; une adoption rapide de mécanismes de règlement des différends pour éviter des conflits coûteux et réduire l'incertitude.



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquez pourquoi est-il nécessaire de consulter et d'impliquer différents responsables techniques dans le projet carbone.

2.3.9 Mécanismes de partage des bénéfices carbone aux niveaux sous-national, national et international



Activité 1 (Réflexion) (10 minutes)

Points de vue sur le mécanisme de partage des avantages aux niveaux communautaire, national et international pour tout régime commercial connu.

Aperçu des mécanismes de partage des bénéfices carbone

Le partage des bénéfices C comporte les attributs suivants :

- des systèmes de partage des bénéfices qui devraient fournir des incitations efficaces pour les actions et renforcer le soutien aux mécanismes de crédit C ;
- les avantages ou bénéfices devraient être partagés plus largement;
- des raisons claires pour le partage des avantages, par exemple :
 - o créer des incitations efficaces en récompensant les individus, les communautés, les organisations et les entreprises pour les actions qui influencent l'utilisation des terres et réduisent les émissions ; et
 - o construire une légitimité et un appui nationaux (et internationaux) pour le mécanisme des crédits C.

Avertissement

- Éviter les scénarios où de nombreux bénéficiaires ne contribuent pas directement à la réduction des émissions. Ceci risque de réduire les motivations et les rendre plus chères. Cela réduira également les émissions de C.
- Être prudent en n'attribuant des récompenses qu'à certains groupes, actions ou zones géographiques. Ceci peut amener d'autres à se sentir injustement traités, et se retourner contre l'ensemble du mécanisme.
- Le mécanisme de partage nécessaire pour assurer un soutien et une légitimité dépendrait également de la politique de crédit C (par exemple la politique REDD+), des mesures et des parties prenantes impliquées.

Globalement, les mécanismes de partage des bénéfices du C dépendent:

- dispositions nationales basées sur les entrées;
- dispositions sous-nationales basées sur les entrées ;
- dispositions nationales basées sur les performances ; et
- dispositions sous-nationales basées sur les performances.

Au niveau des dispositions nationales fondées sur les entrées, le partage des bénéfices du C suggère que:

- les bénéfices soient distribués du niveau national au niveau sous-national ou local; et
- les bénéfices soient distribués soit directement aux bénéficiaires finaux (par exemple, des groupes communautaires) soit via une organisation sous-nationale (par exemple, des institutions gouvernementales locales).

Au niveau sous-national, le partage des bénéfices du C suggère que:

- les bénéfices soient distribués du niveau sous-national au niveau local (par exemple, d'une institution gouvernementale provinciale aux groupes communautaires) ou entre les acteurs sous-nationaux (par exemple, les avantages versés du gouvernement provincial au gouvernement municipal) ; et
- les types de mécanismes sous-nationaux de partage des bénéfices applicables aux approches sous-nationales.

Avec les dispositions nationales basées sur les performances, le partage des bénéfices du C suggère ce qui suit:

- les bénéfices sont distribués à condition que les partenaires bénéficiaires (par exemple, les groupes communautaires) aient atteint une norme de performance prédéfinie, mesurable et vérifiable par rapport à une référence (par exemple, ont restauré ou protégé x ha de forêt), et
- ce mécanisme est généralement lié à des paiements basés sur le marché.

Avec les dispositions sous-nationales basées sur les performances, le partage des bénéfices du C suggère ce qui suit:

- les bénéficiaires conviennent avec l'organe de gestion du mécanisme de partage des avantages d'effectuer des actions spécifiées, ou de s'abstenir de certaines actions, en échange d'entrées monétaires ou non monétaires, et
- aucun lien n'est fourni entre la répartition des bénéfices et les performances futures mesurables de la gestion forestière.

Comment identifier les bénéfices à partager ?

Cela nécessite les éléments suivants :

- la consultation et participation des parties prenantes (en s'appuyant sur ce qui a été fait pour identifier les bénéficiaires);
- les travaux analytiques sur les coûts, les rendements, les coûts d'opportunité, les contraintes institutionnelles, etc;

- la négociation sur les avantages et les principes et normes qui sous-tendent l'accord ; et,
- l'évaluation des capacités pour s'assurer que les institutions clés ont la capacité nécessaire pour prendre des décisions de gestion et les appliquer (par exemple dans des domaines tels que la négociation, les domaines techniques spécifiques au site et le partage des connaissances, les systèmes financiers transparents, le suivi, les cadres juridiques et, gestion et compétences générales en affaires).

Qui représentent le bloc central et les bénéficiaires des avantages du C?

- Des personnes impliquées dans la réduction des émissions de GES ?
- Les parties prenantes?
- Gouvernement?
- Partenaires internationaux?
- ONGs?
- Investisseurs?

Points essentiels des avantages du commerce de C

Les avantages commerciaux du C varient d'un niveau à un autre. Les principaux types d'avantages de C sont les suivants :

- avantages directs, par exemple gains financiers ;
- avantages indirects, par exemple non financiers ; et
- bénéfiques intermédiaires.

Ceux-ci seraient généralement classés en : économiques, sociaux et environnementaux aux niveaux national et local, par exemple.:

- au niveau national, les avantages économiques sont:
- contribution de REDD+ au PIB national et au profit de la vente de crédits REDD+;
- les retombées des investissements REDD+, telles que les dépenses de revenus sur les marchés locaux ou ;
- création d'emplois;
- améliorations des infrastructures physiques (par exemple, routes, systèmes de surveillance/suivi) et institutionnelles (par exemple, institutions de gestion forestière mieux dotées en ressources) ; et
- réduction des dépenses, par exemple pour la gestion des inondations grâce à l'amélioration des services environnementaux forestiers.
- au niveau local, les avantages économiques sont:
- l'emploi dans les programmes de crédit de C ;
- les revenus des paiements incitatifs directs ;
- revenus de la vente de produits liés aux programmes de crédit carbone, par exemple REDD+ ;
- augmentation du revenu net grâce à l'amélioration des infrastructures locales ; et,
- augmentation des actifs fonciers et forestiers.
- les avantages sociaux au niveau local
- des institutions locales plus attentives aux intérêts des membres démunis de la communauté dans les processus de prise de décision ;
- réduction des conflits et reconnaissance des traditions culturelles ; et,
- amélioration de la santé.

Expériences sur les mécanismes de partage des bénéfices ou avantages liés du C dans le cadre du programme REDD+

Les expériences de partage des avantages **liés au C** du programme REDD+ s'articulent autour de la :

- gouvernance ;
- transparence;
- responsabilité; et,
- l'implication des pauvres dans les processus de prise de décision.

Les avantages sont soit sous forme de paiements aux individus ou aux communautés, soit sous forme de contributions à des projets de développement ou de services sociaux. Le mécanisme de développement propre (MDP), les projets de C volontaires, les projets intégrés de conservation et de développement peinent tous à fournir à la fois des services environnementaux et contribuer aux moyens de subsistance. La taxation des crédits liés au C a été suggérée afin de renforcer la composante « pauvreté » des projets et permettre le financement de programmes dédiés aux moyens de subsistance. La conception et le développement de mécanismes de partage des avantages dans le cadre de la REDD+ devraient s'appuyer sur ces expériences existantes.

Ci-dessous un résumé des expériences liées au REDD+ à travers le monde (Tableau 1).

Tableau 1. Résumé des expériences globales de partage des avantages de REDD

Domaines de partage des avantages examinés	Leçons sur le partage des avantages dans le cadre de REDD-plus
Types de conservation et de gestion des forêts	
Projets intégrés de conservation et de développement (PICD)	<ul style="list-style-type: none"> • Les principales parties prenantes pour le partage des bénéfices doivent être plus soigneusement identifiées ; • Les liens faibles entre les incitations, les avantages et les actions ; • Les critères de partage des avantages pourraient inclure le coût, la conformité, les besoins et la résidence ; • Les détournements de fonds et la capture par les élites sont souvent des problèmes majeurs ; • Les PICD impliquent beaucoup d'aspects – des leçons pour la REDD+ ?
Paiement pour les services environnementaux forestiers (PSE)	<ul style="list-style-type: none"> • Liens entre incitations, bénéfices et actions plus forts que pour les PICD ; • Le PSE ne cible généralement pas les pauvres, l'une des raisons étant les coûts de transaction élevés ; • Des modalités d'occupation flexibles et des paiements initiaux peuvent améliorer le partage des avantages.
MDP & marchés volontaires du carbone	<ul style="list-style-type: none"> • Les préoccupations de développement durable dans le cadre du MDP sont laissées aux pays ; • Les normes sur les marchés volontaires pour les questions sociales peuvent être utiles ; • Le calendrier de paiement anticipé est important pour les participants pauvres ; • L'imposition aux crédits C peut être redistribuée à des fins de partage des avantages.

Gestion des forêts communautaires (GFC)	<ul style="list-style-type: none"> • Le partage vertical des bénéfices est souvent spécifié dans les réglementations, le partage horizontal des bénéfices est souvent décidé localement ; • Les procédures gouvernementales pour le MDP sont souvent lourdes et les avantages sont faibles ; • Des règles gouvernementales claires et stables sur le partage des bénéfices sont importantes pour les incitations ; • L'inclusion de groupes marginaux rend le partage des bénéfices plus équitable et transparent.
Production forestière	<ul style="list-style-type: none"> • La sensibilisation et la formation sont nécessaires pour recevoir des avantages monétaires ; • Problèmes de transparence et de responsabilité à différents niveaux.
Autres domaines et secteurs	
Industries extractives	<ul style="list-style-type: none"> • Un partage approprié des avantages peut induire une coopération également dans des situations difficiles. • Des systèmes dédiés de partage des bénéfices sont nécessaires si les systèmes existants sont dysfonctionnels.
Garanties des projets d'infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> • Les directives disponibles peuvent être utiles pour le partage des avantages dans le cadre de la REDD+. • Les systèmes de compensation monétaire peuvent créer des problèmes locaux.

Sur la base des enseignements tirés, cinq caractéristiques sont essentielles au bon fonctionnement des mécanismes de partage des avantages liés au C dans le cadre des programmes REDD+.

- les parties prenantes doivent être soigneusement identifiées et engagées, et pas seulement consultées ;
- le montant des paiements incitatifs pour ces parties prenantes, le calendrier et la forme sous lesquels ce paiement a lieu doivent être décidés et liés directement aux actions convenues avec eux ;
- un mécanisme rassurant et doté des dispositions nécessaires en matière de responsabilité devrait être en place pour verser les paiements en temps voulu aux parties prenantes ;
- les informations sur toutes les transactions doivent être disponibles dans le domaine public pour examen par la société civile, le gouvernement et le secteur privé ; et,
- les accords de partage des avantages devraient être flexibles et permettre les changements nécessaires basés sur l'apprentissage et avoir des mécanismes clairs de règlement des différends.

Ces cinq points critiques sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2. Domaines clés associés à la REDD+

Domaines clés	Caractéristiques du mécanisme de partage des avantages	Résultats
1. Engagement des parties prenantes	Identifie les parties prenantes, les consulte et renforce les capacités locales pour qu'elles s'engagent	Base pour déterminer les incitations, renforce l'appropriation, la confiance et la légitimité
2. Modalités d'incitation	Estime les coûts des sacrifices des personnes, détermine le niveau, la forme et le calendrier	Incitations claires et directes pour les parties prenantes à s'engager dans des activités de REDD+
3. Mécanisme de mise en œuvre	Garantit des procédures appropriées pour la notification, l'audit et le suivi des flux de bénéfices	Confiance générale et légitimité et garanties efficaces contre la corruption
4. Dispositions en matière de transparence	Met à profit les forces internes et externes pour une transparence accrue	Des niveaux de responsabilité rentables et significatifs
5. Règlement des différends	Flexible quant au changement dans les accords Adopte les mécanismes de règlement des différends	Évite les conflits coûteux, discipline les acteurs et réduit l'incertitude

Source: Maginnis et Espinosa (2009)



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquer les problèmes liés au partage des bénéfices, en citant quelques exemples en Afrique.

Étude de cas des travaux sur la faune - Corridor de Kasigau au Kenya sur les avantages liés au C

- Sur les 25 % de crédits C vendus en 2011, 50 000 USD ont été reçus par Marungu conservancy au nom de la communauté, dont 20 % sont utilisés pour des bourses et 80 % pour des projets d'approvisionnement en eau.
- Au total, l'entreprise dispose d'un portefeuille de réduction des émissions de C de 1,002 million de tonnes de C par an couvrant 22 000 ha.
- De plus, l'entreprise est impliquée dans des projets de produits innovants substituables aux produits forestiers, à savoir l'éco-usine EPZ, le Greenhouse et l'Eco-Charbon.
- L'entreprise achète des plantules à la communauté à 5, 10 ou 15 shillings selon le type d'espèce, les fait pousser dans des serres dans des sacs en polyéthylène et les distribue ensuite gratuitement aux institutions et aux agriculteurs individuels pour la restauration des zones dégradées.
- Les communautés de leur côté récoltent des graines et font pousser des plants jusqu'à 6 cm avant de les vendre à l'entreprise.
- Une équipe de suivi suit les semis plantés sur le terrain pour le décompte de survie et des incitations sont fournies aux étudiants dont les arbres survivent en leur distribuant des T-shirts.
- Des arbres fruitiers sont également cultivés dans des serres et vendus moyennant une somme forfaitaire à la communauté. Les entreprises Bio de la région qui opèrent dans la localité sont Tsavo Soap et Aloe.
- L'éco-charbon a été lancé en septembre 2010 où des briquettes de charbon de bois sont produites à partir d'amidon et de poussière de charbon de bois : un fût de charbon de bois générerait 90 kg de briquettes de charbon de bois idéales pour la conservation de l'énergie qui sont vendues à la communauté pour 5 shillings par briquette et aux étrangers pour 10 shillings par briquette.

Mode de partage des avantages

- L'argent reçu des acheteurs internationaux est partagé à parts égales avec la communauté (1/3), les actionnaires du terrain (1/3) et WWC (1/3)
- Le 1/3 appartenant à la communauté - donné à un groupe (par exemple des groupes de femmes ou de jeunes) pour la mise en œuvre d'une activité qui générera de nouveaux revenus.

NB : Pour chaque nouveau projet approuvé pour la communauté, un nouveau compte bancaire a été ouvert pour ce projet afin d'améliorer la transparence dans le partage des bénéfices.



Résumé

Cette session a passé en revue les normes volontaires et de conformité du carbone. Leurs similitudes et différences sont également expliquées. Bien que toutes les normes utilisent des critères fondamentalement similaires pour évaluer les crédits de C, il existe des critères stricts sur le marché formel de la CCNUCC.

Cette session a également défini l'annexe I, l'annexe II, les pays non visés à l'annexe I et les pays les moins avancés (PMA). Ceci est conforme à la classification des pays membres de la CCNUCC. La Convention catégorise les pays en trois groupes principaux selon des engagements différents.

La session a également couvert les conditions générales d'éligibilité des projets pour le commerce du C sur le marché officiel. Il est nécessaire que le pays où le projet est mis en œuvre ait ratifié le PK ; les parties prenantes aient été consultées ; les impacts environnementaux du projet aient été pris en compte ; les réductions d'émissions soient additionnelles ; les méthodologies de référence et de suivi soient conformes aux exigences ; et le projet soit conforme à toutes les autres exigences pertinentes.

Cette session montre que les agents techniques des projets C sont censés soutenir les programmes liés au C en fournissant les apports techniques nécessaires.

Le partage des avantages dans le commerce du carbone constitue un élément clé qui aidera à réaliser les efforts d'atténuation et d'adaptation au changement climatique. Différents systèmes d'échange de C doivent définir des mécanismes de partage des avantages du C. Dans cette section, des points saillants sur les expériences en ce qui concernent les approches de partage des avantages liés au C utilisées par divers projets approuvés sont fournis. La description de chaque avantage varie.

Chapitre 3. Estimation du stock de carbone forestier

3.0 Généralités

Ce chapitre est conçu pour renforcer les compétences des apprenants en matière d'estimation des stocks de C forestier. Il initie les apprenants aux notions de mesure, de notification et de vérification (MNV) pour la détermination de niveau ou base de référence : composantes de MNV, concept de biomasse, stock de C et flux de C, bassins de C, vérification et rapport ; et approches d'estimation du C forestier.

Obligations des Parties visées et non-visées à l'annexe 1

Les Parties à la Convention sont tenues de réduire les émissions de GES, de coopérer en matière de recherche et de technologie, et d'encourager la protection des puits à C. La Convention met l'accent sur les « responsabilités communes mais différenciées » des pays, en tenant compte de leurs priorités, objectifs et engagements particuliers respectifs en matière de développement, afin de réduire les émissions de GES. Le principe de « responsabilités communes mais différenciées » repose sur le fait que certains pays doivent assumer leur responsabilité dans la réduction des émissions de GES, car ils émettent plus que d'autres depuis la révolution industrielle. Ainsi, la Convention catégorise les Parties suivant :

Les pays de l'annexe I : Il s'agit surtout de pays développés qui sont considérés comme des pays ayant le plus contribué historiquement aux émissions de C. Ces pays ont accepté de réduire ou de plafonner leurs émissions par rapport à leur année de base. La Convention les oblige à réduire les émissions de GES, à protéger et à développer les puits et à rapporter les mesures qu'ils prennent pour lutter contre le changement climatique de même que leurs données sur les émissions de GES. Cette catégorie comporte deux types de pays. Le premier groupe comprend les pays membre de l'OCDE en 1992; le second groupe comprend les pays dits en transition sur le plan économique. La catégorie de l'annexe I comprend 42 pays et la Communauté Européenne (CE).

Les pays de l'annexe II : Cette catégorie comprend les pays de l'OCDE et les pays de la CE. Ces pays sont tenus de transférer des technologies respectueuses de l'environnement vers des pays en développement en particulier, et de prendre toutes les mesures nécessaires pour encourager, faciliter et financer l'accès à ces technologies en plus des autres responsabilités qu'ils ont en tant que pays de l'annexe I. Cette catégorie comprend 23 pays et la CE.

Les pays non-visés : Il s'agit surtout des pays dits en voie de développement, à faible revenu qui soutiennent qu'un plafonnement des émissions pourrait entraver leur développement. Ces pays n'ont aucune obligation de réduire/plafonner leurs émissions. Toutefois, ils peuvent participer à des projets de réduction des émissions du Mécanisme de Développement Propre (MDP) où les projets verts dans leur pays sont financés par les pays de l'annexe I. Ces pays sont encouragés à réduire leurs émissions de GES, à coopérer en matière de recherche et de technologie et à protéger les puits, mais ne sont pas liés par d'autres obligations comme pour les Pays des annexes I et II. Cette catégorie comprend actuellement 153 pays.



Objectifs

À la fin de ce chapitre, l'apprenant devrait être en mesure de :

- décrire les composantes du système MNV;
- décrire le concept de biomasse, de stock C et de flux C;
- décrire les puits à C; et
- démontrer des approches d'estimation du C forestier.

Ce chapitre est subdivisé en deux sessions. Chaque session peut être présentée en plusieurs sous-sessions de formation d'une durée d'une heure chacune. Le nombre de sous-sessions par chapitre dépend de la nature, de l'importance et du type de contenu développé, ainsi que de la nature des participants impliqués. Les séances sont les suivantes:

- Mesure, Notification et Vérification (MNV) pour la détermination de la base de référence; et
- Approches d'estimation rapide des stocks de C forestiers,

Mécanismes de stockage du carbone

Les plantes vertes absorbent le CO₂ de l'atmosphère par photosynthèse. Le C est stocké dans le feuillage, les tiges, le système racinaire et, surtout, dans le tissu ligneux des tiges principales des arbres. En raison de la longue durée de vie de la plupart des arbres et de leurs dimensions relativement grandes, les arbres et les forêts sont de véritables puits à carbone.

Émissions de carbone

L'émission de Carbone est le rejet de CO₂ dans une zone donnée et sur une certaine période de temps. Les émissions de C dans l'atmosphère sont soit liées aux phénomènes naturels, soit aux activités humaines. Toutefois, celles liées aux activités anthropiques sont assez régulières et ont été très importantes au cours des dernières décennies.

Notions de flux de carbone

Le C est présent dans les océans, les sols, les réserves de fossiles, le substratum rocheux, l'atmosphère et la biomasse végétale et ceux-ci représentent les puits ou réservoirs de la Terre. Le flux de C est le taux d'échange de C entre différents réservoirs de C.

3.1 Estimation de la biomasse

Techniques de mesures de la biomasse aérienne

La biomasse peut être estimée à l'aide de deux méthodes : les méthodes directes, également connues sous le nom de méthodes destructrices, et les méthodes indirectes. Les méthodes directes impliquent généralement la coupe et la collecte sur le terrain d'échantillons et parfois même de plantes entières (voir Figures 6, 7, 8 et 9). Elles permettent un niveau de précision plus élevé, mais ont des coûts considérables (Simiane, 2007; Mbow, 2009). Bien que très appropriées, les méthodes directes sont destructrices, longues et nécessitent plus d'investissements tant financièrement qu'humainement. Les méthodes indirectes, quant à elles, impliquent l'établissement d'équations de prédiction de la biomasse basées sur des estimations visuelles et des mesures de paramètres morphologiques sans porter atteinte à l'intégrité physique de la plante (Bognounou et al., 2008).

Méthodes destructrices : Les différentes opérations ci-dessous sont suivies pour l'estimation de la biomasse des arbres:

- prendre diverses mesures (diamètre à 1,3 m, hauteur totale, diamètre de la couronne);
- couper l'arbre et procéder à sa dissection par catégories de diamètres;
- séparer les différents composantes (tronc, branches, brindilles, feuilles, etc.);
- collecter des données sur les dimensions (longueurs, diamètres, etc.);
- peser les composantes à l'état frais (avant le séchage);
- prélever des échantillons frais (disques du tronc et de la branche, portions des feuilles);
- peser les échantillons frais;
- sécher les échantillons dans une étuve jusqu'au poids constant;

Pour les troncs et les branches plus larges, il faut :

- peser la masse fraîche sur le terrain, après avoir coupé la tige, en tenant compte de la taille;
- prélever et peser les échantillons in-situ; et
- peser les échantillons après séchage.



Figure 6. Mesure du diamètre de *Acacia nilotica* à 20 cm de hauteur au-dessus du sol (à gauche; Mesure du diamètre à hauteur de poitrine dans un peuplement de *Lannea microcarpa* (à droite).

Source: Bayen, 2016.



Figure 7. Coupe d'un individu sur pied d'*Anogeissus leiocarpa* (gauche); Séparation des branches d'*Acacia gourmaensis* (à droite)

Source: Bayen, 2016.



Figure 8. Mesure de la longueur d'un d'*Anogeissus leiocarpa* abattu (à gauche); Échantillons du tronc d'*Acacia tortilis* (à droite).

Source: Bayen, 2016.



Figure 9. Pesée des échantillons sur le terrain (à gauche); séchage d'échantillons au four (à droite).

Source: Bayen, 2016.

Choix/développement de modèles allométriques

Les tests statistiques permettent de faire le choix d'un meilleur modèle sur la base des paramètres tels que la valeur de probabilité, le coefficient de détermination (R^2) l'erreur résiduelle standard (RSE), le critère d'information de Akaike (AIC) et la différence entre les valeurs observées et prévues. Alors que les valeurs plus élevées de R^2 indiquent un meilleur ajustement, l'approximation par les moindres carrés minimise la RSE. De même, le modèle avec l'AIC le plus faible indique un meilleur ajustement, c'est-à-dire que le modèle qui offre le meilleur ajustement tout en tenant compte du nombre de paramètres (Akaike 1974).

Méthodes non destructives: utilisation de modèles allométriques. Ces méthodes impliquent la prédiction de la biomasse à base d'équations allométriques préétablies. Dans ce cas, la biomasse est estimée par des estimations visuelles et des mesures de paramètres physiques sans que l'intégrité physique de la plante ne soit affectée. Ces méthodes d'estimation de la biomasse sont avantageuses mais moins précises. La Figure 10 ci-dessous montre l'exploration et l'analyse des données pour l'établissement d'un inventaire des GES.



Figure 10. Saisie de données pour l'estimation des émissions et des absorptions de GES.

Les facteurs d'émission sont des émissions/absorptions de GES par unité d'aire, par exemple, le CO_2 émis ou séquestré par ha. Les stocks de C sont déterminés dans les cinq réservoirs du GIEC, à savoir (Figure 11)

- la biomasse aérienne,
- la biomasse souterraine,
- la litière,
- le bois mort; et
- la matière organique du sol.

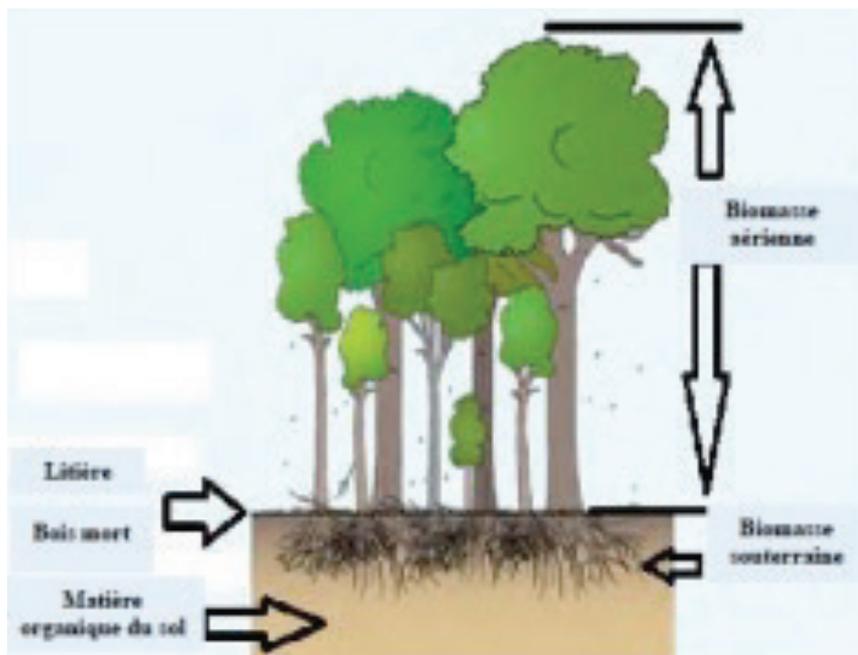


Figure 11. Les cinq réservoirs de carbone du GIEC.

Il existe trois Niveaux de données pour les facteurs d'émission dans les recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques, dérivés des mesures de terrain:

- **Le niveau 1:** l'utilisation des valeurs par défaut du GIEC telles que la biomasse aérienne dans les six zones écologiques en Afrique, en Asie et en Amérique latine (Base de données sur les facteurs d'émission du GIEC). Ceci permet d'obtenir des estimations brutes de ± 70 % de la moyenne;
- **Le niveau 2:** il s'agit de l'amélioration du niveau 1 où des données spécifiques au pays, collectées à l'intérieur des frontières nationales sont utilisées. Des strates précises peuvent également être délimitées pour améliorer la précision des estimations; et
- **Le niveau 3** qui utilise l'inventaire réel avec des mesures répétées sur des placettes d'échantillonnage permanentes pour la détermination directe des changements de la biomasse forestière; c'est l'approche la plus rigoureuse associée à un effort d'inventaire élevé.

Le passage du Niveau 1 au Niveau 3 augmente l'exactitude et la précision des estimations, mais augmente également la complexité et le coût du suivi. Avant de passer au niveau 3, l'approche 2 pour les données d'activité, et une combinaison de Niveaux 1 et 2 pour les facteurs d'émission pourraient être utilisées. Ces informations peuvent être obtenues des Inventaires Forestiers Nationaux (IFN).

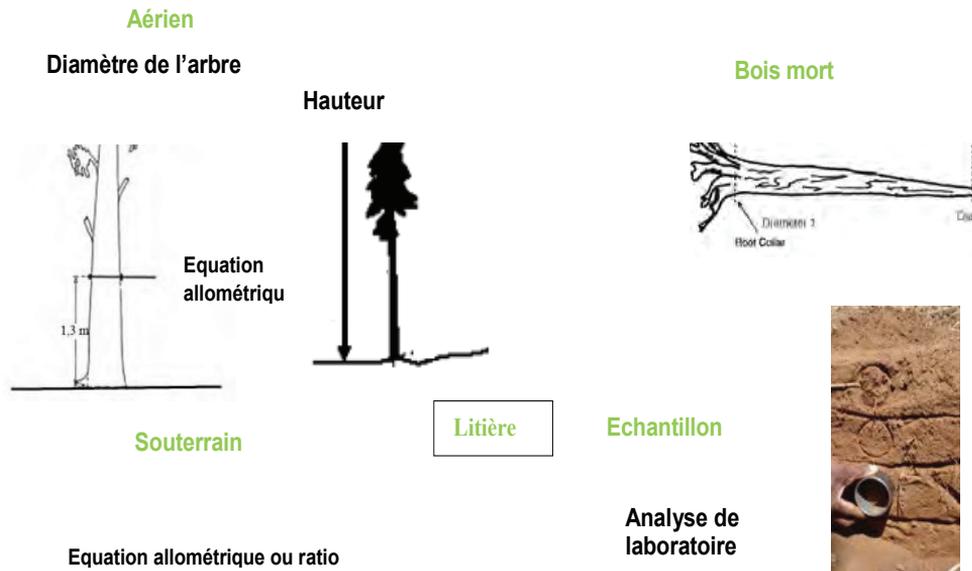


Figure 12. Mesure du carbone dans les cinq réservoirs du GIEC.

La figure 12 montre comment on peut mesurer la biomasse dans les cinq réservoirs du GIEC que sont la biomasse aérienne, la biomasse souterraine, la litière, le bois mort et le carbone organique du sol. Mesure des biomasses aérienne et souterraine

Il existe deux principales approches d'estimation de la biomasse de l'arbre. La première approche consiste à calculer la biomasse en tant que produit du volume et de la densité spécifique du bois. Étant donné que la plupart des équations de volume ne considèrent que la partie marchande aérienne de l'arbre, un facteur d'expansion est généralement incorporé dans l'équation pour tenir compte des parties non marchandes et de la biomasse souterraine de l'arbre. La deuxième approche est l'application directe de modèles de biomasse.

Le développement des modèles de biomasse et de volume est basé sur la relation des variables de l'arbre facilement mesurables, telles que le *diamètre à hauteur de poitrine* (dhp, ou dbh en anglais) et la hauteur totale de l'arbre (ht), à la biomasse ou au volume. Ces variables de l'arbre sont considérées comme les variables explicatives les plus prédictives du volume et de la biomasse au niveau de l'arbre (Brown, 1997; GIEC, 2003; Chave et al., 2014).

Les modèles globaux ont l'avantage d'être, en principe, applicables partout. Cependant, en raison des grandes variations dans les facteurs climatiques et édaphiques, de tels modèles peuvent produire de grandes déviations lorsqu'ils sont utilisés localement. Ainsi, un modèle développé sur la base de données pour une région plus petite donnera, à l'intérieur de cette région, des estimations plus précises. De même, un modèle développé généralement pour un grand nombre d'espèces est plus intéressant dans la phase d'application, mais produira des estimations avec de larges erreurs pour les espèces qui sont atypiques par rapport à la relation moyenne entre la réponse et les variables explicatives. Les modèles spécifiques aux espèces ont une gamme d'applications plus restreinte, mais donneront de meilleures estimations pour l'espèce en particulier. Une revue récente des modèles de biomasse et de volume des forêts de l'Afrique Sub-Saharienne (Henry et al., 2011) a révélé que pour les forêts tropicales, il existait un grand nombre de modèles spécifiques à l'espèce et moins de modèles généraux.

Dans les écosystèmes diversifiés, tels que les forêts tropicales, des modèles globaux (Brown, 1997; Chave et al., 2005; Chave et al., 2014) ont été utilisés en l'absence de modèles locaux spécifiques à une espèce. Des modèles spécifiques à l'espèce sont généralement souhaitables. Cependant, dans une forêt tropicale

avec un grand nombre d'espèces différentes, il est quasiment impossible de développer des modèles spécifiques aux espèces et, par conséquent, des modèles généraux pour des écotypes spécifiques sont les plus appropriés.

Le développement des modèles de biomasse et de volume exige que la biomasse ou le volume de chaque échantillon d'arbre soit mesuré avec précision. L'échantillonnage destructif, où les échantillons d'arbres sont abattus et séparés en différents composants (tige, branches, brindilles et feuilles), a été jusqu'à présent la plus importante méthode courante pour établir avec précision la biomasse ou le volume. La biomasse ou le volume individuel de l'arbre obtenu est alors associé à des variables de l'arbre facilement mesurables sur pied, c'est-à-dire dhp et ht, pour constituer un modèle. Ce travail est réalisé par des chercheurs. Les utilisateurs d'un pays ou d'une région spécifique devraient consulter les chercheurs, les responsables forestiers ou la littérature disponible pour obtenir les modèles à utiliser dans leur région.

Le dhp est défini comme le diamètre du tronc, en un point situé à 1,3 m au-dessus du sol, généralement mesuré sur le côté ascendant de la tige. Le dhp est mesuré à l'aide de pieds à coulisse (compas forestier) ou mètre ruban tandis que la hauteur est mesurée à l'aide d'hypsomètres ou de pôles (Figure 13).



Figure 13. Outils de mesures d'arbre.

Les compas forestiers sont normalement en bois, en acier ou en aluminium. Les compas forestiers en aluminium sont très pratiques car ils sont légers et durables. Souvent, une seule mesure avec le compas forestier suffira. Cependant, pour une section transversale elliptique d'une tige, deux lectures perpendiculaires devraient être effectuées et la moyenne calculée. Pour obtenir des mesures fiables, les opérateurs doivent être formés pour s'assurer que:

- le point de mesure est correctement identifié (il est recommandé d'utiliser une tige de 1,3 m chaque mesure du dhp);
- le compas forestier est placé perpendiculairement à l'axe longitudinal de l'arbre;
- une bonne pression est appliquée au moment de la mesure; et
- la barre du compas forestier est posée contre la tige.

Le mètre ruban mesure la circonférence du tronc. Cependant, il y a des mètres rubans spécialement fabriqués, pour lesquels les graduations sont basées sur la relation entre le diamètre et la circonférence.

Souvent, les mesures de diamètre avec le mètre ruban sont plus cohérentes que l'utilisation d'un compas forestier à condition que le mètre ruban soit à niveau et bien serré lors de la mesure. Les compas forestiers sont pratiques pour mesurer des arbres jusqu'à 50 cm de diamètre. Les mètres rubans sont destinés aux arbres plus grands, car les grands compas forestiers sont encombrants et peu pratiques à manipuler. Cependant, la mesure des tiges elliptiques avec le mètre ruban a tendance à surestimer le diamètre, dans ce cas, un compas forestier est préférable.

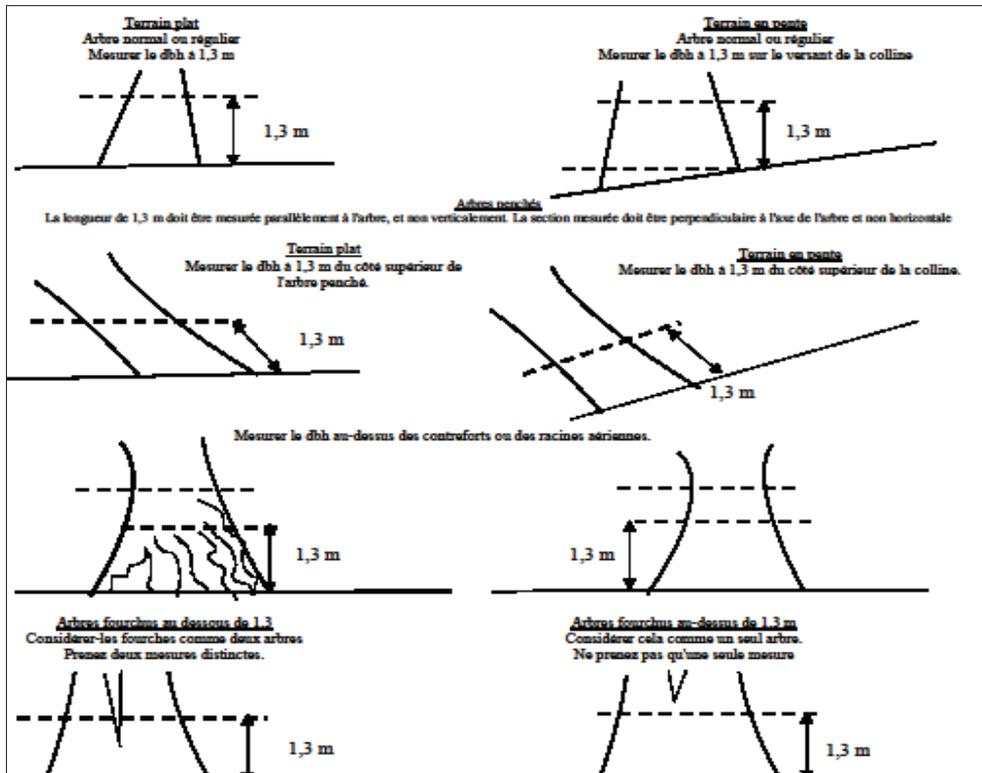


Figure 14. Techniques de mesure du dhp pour les arbres de forme régulière et irrégulière

La figure 14 informe sur les techniques standards de mesure des arbres de formes irrégulières. Dans la mesure du possible, ces techniques devraient être suivies afin de maintenir la cohérence dans les mesures consécutives de dhp.

Les instruments de mesure de la hauteur sont connus sous le nom d'hypsomètres. Les hypsomètres les plus courants comprennent les instruments trigonométriques basés sur des angles tels que le clinomètre Suunto et l'altimètre Haga. Des piquets peuvent également être utilisés pour mesurer les hauteurs des arbres (Figure 13).

La hauteur est normalement mesurée à partir du niveau de sol y compris la souche. La hauteur est importante car elle est une variable utilisée dans la plupart des équations de biomasse (allométrie). A cet effet, il convient de mesurer la hauteur totale de l'arbre. Si les hypsomètres ne sont pas disponibles, la hauteur de l'arbre peut également être mesurée à l'aide de méthodes directes appliquées aux arbres de petites tailles en grim pant avec un décimètre ou en utilisant un piquet gradué. Un piquet gradué, en particulier un piquet extensible, est très utile pour mesurer les petits arbres sur des parcelles expérimentales et dans les forêts sèches où les arbres sont relativement courts.

Les erreurs dans la mesure de la hauteur sont fréquentes et devraient être évitées autant que possible. Souvent, les causes sont:

- (i). une erreur d'identification du sommet et de la base de l'arbre ; l'identification erronée du sommet est particulièrement fréquente en raison de l'effet du vent ou de la nature de la couronne de l'arbre;
- (ii). une estimation incorrecte de la distance horizontale ou une inadéquation entre l'échelle hypsométrique choisie et de la distance par rapport à l'arbre - une distance plus courte que celle de l'échelle entraînera une surestimation de la hauteur et vice-versa; et
- (iii). un arbre penché vers l'observateur provoquera une surestimation de la hauteur et vice-versa.

Mesure du bois mort

Les bois morts sont des parties de l'arbre qu'on retrouve sur le sol. Habituellement, l'équipe de terrain détermine les parties de bois mort qui se trouvent à l'intérieur de la zone de la placette. La *longueur* et le *diamètre des deux extrémités* de tous les morceaux de bois tombés sont mesurés et leurs espèces identifiées. Avec ces mesures, il est possible de calculer le volume et ensuite la biomasse.

Mesure de la litière

Des quadrats ou des cerceaux de taille fixe (en métal, pour éviter qu'ils se replient) sont utilisés. Ceux-ci sont placés sur le sol et sont généralement d'un mètre carré, qu'ils soient arrondis ou carrés. Les quadrats n'ont pas besoin d'être situés au hasard dans la parcelle principale. Cependant, une certaine quantité de quadrats doit être disposée aléatoirement pour éviter des biais. Il est recommandé d'utiliser quatre quadrats par placette, comme le montre la Figure 15.

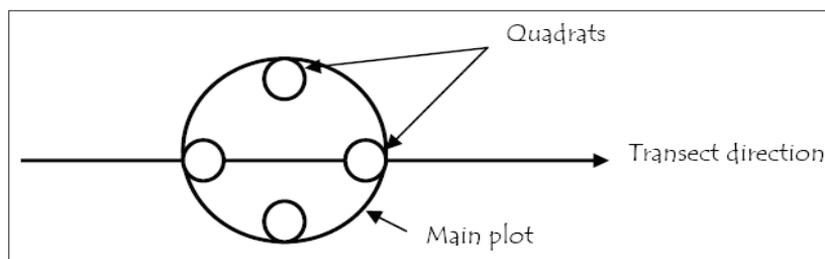


Figure 15. Quadrats ou cerceaux de taille fixe.

En pratique:

- dans les quadrats, il faut d'abord échantillonner les herbes, puis la litière et enfin le sol; inclure uniquement la végétation qui provient de l'intérieur de la placette, mais inclure aussi les branches provenant de l'intérieur mais orientées vers l'extérieur de la placette;
- couper toute la végétation à ras le sol, puis disposer ceci dans un sac de pesée d'échantillon, peser et noter le poids; ensuite prélever un petit sous-échantillon de cette végétation, et le disposer dans un sac, l'étiqueter, le peser et le convoier au laboratoire pour la détermination du poids sec; et,
- ramasser toute la litière de la biomasse présente sur le sol, et la disposer dans un grand sac pour une pesée. Ensuite prélever un petit échantillon dans un petit contenant/sac, l'étiqueter, le peser et le convoier au laboratoire pour la détermination du poids sec.

Mesure du carbone organique du sol

Dans le quadrat utilisé pour la collecte de données de litière, creuser verticalement le sol jusqu'à 30 cm de profondeur. Sur la paroi verticale de la fosse, marquer les emplacements au milieu de chaque profondeur de 10 cm des couches minérales du sol de 0-10, de 10-20 et de 20-30 cm, où les mesures des volumes des échantillons de sol seront prélevées. Pour chaque placette, placer les échantillons de sol prélevés à la même profondeur dans un sac en plastique clairement étiqueté pour former un échantillon de sol composite. Ainsi, il y aura 3 échantillons de sol composites pour les couches de 0-10, 10-20 et 20-30 cm. Placer ces échantillons dans un autre sac en plastique similaire pour une analyse en laboratoire.

Les approches des analyses de laboratoire pour déterminer le COS sont de deux catégories, c'est-à-dire « intensif » et « non intensif » (McCarty et al., 2002). Les applications intensives comprennent la combustion sèche pour le carbone total, la méthode du calcimètre pour la détermination du Carbone inorganique et l'oxydation humide pour le COS (Walkley et Black, 1934). Ces méthodes sont des procédures standards et conventionnelles, mais elles prennent beaucoup de temps, sont laborieuses et coûteuses. Ces dernières années, plusieurs méthodes basées sur les rayonnements ont été utilisées comme alternative en raison de leurs multiples avantages. Ces méthodes comprennent la spectroscopie infra-rouge à réflectance diffuse (IR) comme l'infrarouge moyen (IRM) (Cecillon et al., 2009). Ces méthodes sont rapides, simples, reproductibles et parfois plus précises que les méthodes d'analyses conventionnelles.

La littérature montre que la méthode de Walkley-Black surestime la quantité du COS lorsque comparée à la méthode de l'infrarouge moyen (Stevens et al. 2006; Bulenga, 2016). On a constaté que la méthode de Walkley-Black permettait d'obtenir une estimation plus précise du COS avec une récupération de 100 % pour la plupart des échantillons de sol comme analyse élémentaire (Lettens et al., 2007 ; Wang et al., 2012). En raison de son faible coût et de ses exigences minimales en matière d'équipement de laboratoire, la procédure de Walkley-Black continue d'être largement utilisée dans le monde entier pour mesurer le COS (Chatterjee et al., 2009). Mais si les sources d'erreur de laboratoire peuvent être identifiées, la méthode à infrarouge peut en fait, être un meilleur outil d'interprétation que la méthode d'analyse chimique (Janik et al., 1998).

3.2 Mesure, Notification et Vérification (MNV) pour la détermination de la base de référence

Introduction

Le sujet le plus débattu dans le cadre du suivi du carbone forestier est *la mesure, la notification et la vérification (MNV)* du carbone. C'est-à-dire, comment la quantité de carbone forestier, y compris les variations dans le temps, peut être prise en compte de manière fiable. C'est à ce niveau que se trouve le défi dans le suivi dans les projets du Carbone. Dans tout projet Carbone, il est capital d'établir un système MNV afin de générer les données nécessaires à la détermination du niveau de référence ou de la base de référence.

La base/ niveau de référence est un point de référence par rapport auquel les réalisations dans la mise en œuvre d'un projet de Carbone seront créditées. Elle prend en compte les tendances historiques les scénarios de statu quo projeté par rapport auquel des avantages C additionnels résultant d'un projet C peuvent être déterminés. Dans la détermination de la base/niveau de référence, les terminologies suivantes sont utilisées : *niveau d'émission de référence (REL)* et *niveau de référence (RL)*.

Le niveau d'émission de référence forestier (REL) est la quantité d'émissions brutes d'une zone géographique estimées au cours d'une période de référence. Il ne couvre que les émissions issues de la déforestation et la dégradation des forêts (Angelsen et al., 2011).

Le niveau de référence forestier (LR) est la quantité d'émissions/ d'absorptions d'une zone géographique estimées au cours d'une période de référence (Angelsen et al., 2011). Outre les émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts, les LR couvrent également les absorptions par la gestion durable des forêts et l'amélioration des stocks du C forestier.

Les données relatives à la mise en place de REL/RL proviennent généralement d'inventaires forestiers qui utilisent des technologies de télédétection combinées à des mesures du sol pour établir des données d'activité et les facteurs d'émission. La télédétection est utilisée pour l'estimation des émissions temporelles tandis que la dégradation est évaluée à l'aide de mesures du terrain.

3.2.1 Mesure : le « M » dans le terme « Mesure, Notification, Vérification (MNV) »

La mesure pour la REDD+ fait référence à la collecte de données et d'informations pour l'estimation des émissions et des absorptions des GES dans le domaine de la déforestation et de la dégradation des forêts. Il s'agit de déterminer les variations des stocks de C et des émissions de GES par rapport aux variations du couvert forestier et l'amélioration des stocks de C forestier.

Dans les Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour l'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et la foresterie (UTCATF) (GIEC, 2003), les activités forestières sont regroupées dans ces catégories:

- (i) « les forêts converties en d'autres espaces » - déforestation ;
- (ii) « les forêts dégradées considérées comme forêts » - dégradation, conservation des forêts, GDF et amélioration des stocks de C; et
- (iii) « autres espaces convertis en forêts » - boisement/reboisement des espaces non-forestiers.

Les RBP-UTCATF du GIEC constituent actuellement un document officiel approuvé qui présente les méthodes d'estimation des émissions et des absorptions des GES. Elles font référence à deux types d'entrées de données de base (Figure 10):

- (i) Données d'activité, c'est-à-dire l'étendue des émissions/absorptions : en cas de déforestation, on se réfère à la superficie détruite en ha sur une période connue. Cela peut être déterminé à l'aide des approches suivantes:
- ***l'approche 1*** identifie la superficie totale pour chaque catégorie d'espaces et fournit le changement net de la superficie c'est-à-dire l'espace détruit (déforestation) moins l'espace reboisé (afforestation);
 - ***l'approche 2*** consiste à suivre la dynamique de conversions des espaces entre les catégories, ce qui donne une matrice de conversion de l'utilisation spatialement implicite des terres; et
 - ***l'approche 3*** est une forme avancée de l'approche 2 qui utilise les informations spatialement explicites de conversion des terres, dérivées de l'échantillonnage ou des techniques de cartographie.

3.2.2 Notification et Vérification : les « N » et « V » du terme Mesure, Notification et Vérification (MNV)

Notification

Le processus de notification implique la compilation et la présentation sous forme transparente de données et de statistiques forestières pour une norme particulière. Les exigences de la notification telles que décrite par la CCNUCC (Communications Nationales), par exemple, peuvent couvrir des questions autres que celles qui font objet de mesure. Les éléments centraux des communications nationales sont des informations sur les émissions et les absorptions des GES et des détails sur les activités qu'un pays a entreprises pour s'acquitter de ses engagements vis-à-vis de la CCNUCC.

L'expérience a montré qu'en utilisant des tailles appropriées de placettes, les stocks de C dans les forêts naturelles peuvent être estimés à des niveaux de précision aux environs de $\pm 10\%$ de la moyenne, avec 90% du seuil de probabilité. Ainsi, si en effectuant des mesures dans la forêt, l'estimation moyenne sera à plus ou moins 10% de la valeur réelle du stock de C. Aussi, une telle incidence est susceptible de se reproduire 90 fois sur 100 (soit une fois sur dix, on peut être à 10% au-dessus ou en dessous de la valeur réelle).

Étant donné que les crédits de C seront octroyés sur la base de la probabilité que les estimations soient précises, il est important de publier ces statistiques. Celles-ci sont calculées comme suit:

- 1) Calculer l'erreur standard de la moyenne de de l'inventaire de C : il s'agit d'une opération standard qui peut être effectuée sur l'ordinateur à partir de la base de données;
- 2) Sélectionner l'intervalle de confiance auquel on souhaite travailler (90% est recommandé)

$CI = X \pm tsX$; où:

X = est valeur moyenne de l'estimation ;

t = est l'expression de la confiance que la moyenne réelle se situe dans l'intervalle estimée ;

sX = l'erreur standard de la moyenne de l'inventaire de C.

Il est également important de montrer les niveaux de précision atteints par les estimations (pourcentage de confiance).

Il est fort possible que le paiement de C soit basé sur une estimation moyenne ou minimale. Il est fort probable que l'estimation minimale soit utilisée, c'est pourquoi il est important de montrer les valeurs moyennes avec leurs limites inférieures et supérieures. Une bonne planification des inventaires stratifiés est très importante pour générer des rapports de qualité.

Tableau 3. Un exemple pour le rapport de données sur le carbone

Nom de la forêt	KSUATFR
Type de végétation	Forêt de Miombo
Année	2005
Tiges ha ⁻¹	694,9 ± 82 (12 %)
Volume par ha (m ³ ha ⁻¹)	68,12 ± 16,92 (14 %)
Biomasse (tha ⁻³)	42,19± 8,65 (9 %)
Carbone (tha ⁻³)	20,39 ± 4,24 (9 %)
CO ₂ moyen t/ha	74,83
Limite supérieure de CO ₂ t/ha	90,39
Limite inférieure de CO ₂ t/ha	59,27

Les chiffres entre parenthèses indiquent les niveaux de précision des estimations, c'est-à-dire les intervalles de confiance en pourcentage par rapport à la valeur moyenne de l'estimation.

Vérification

La vérification fait référence à la procédure de vérification indépendante de l'exactitude et de la fiabilité des informations transmises ou des procédures utilisées pour générer des informations. Cette vérification est effectuée par un examinateur totalement indépendant et externe. Le Secrétariat de la CCNUCC, par l'intermédiaire de ses experts, vérifiera les données transmises. La vérification des actions des pays dépend de 3 facteurs: 1) le niveau de possibilité de vérification des données rapportées; 2) les acteurs procédant à la vérification; et 3) la façon dont la vérification est conduite.

Les données sont stockées et harmonisées dans une base de données REDD+. Les données sur la superficie des terres forestières sont utilisées pour élaborer des matrices représentant les variations entre les types d'utilisations des terres, et à l'intérieur de la zone forestière. Les données sur les stocks de C et les variations des stocks de C seront utilisées pour élaborer des facteurs d'émission. Les données sur les changements dans l'utilisation des terres et des forêts sont intégrées à leurs facteurs d'émission respectifs afin d'établir l'inventaire des GES. Les données sont utilisées pour être présentées à la CCNUCC.

Le processus de vérification concerne toutes les variables qui sont prises en compte dans le cadre d'une norme donnée. La vérification peut être effectuée par plusieurs institutions, y compris la société civile. Toutes les données, y compris les données satellitaires et d'inventaire forestier national, devront être mises à disposition afin de permettre la vérification de l'inventaire des GES. Les différents moyens de vérification sont les suivants: les entretiens avec des responsables de gouvernement et des ONG nationales, les rapports, les reportages des médias, les matériels de formation, etc.



Question sur le texte (10 Minutes)

Expliquez comment la notification et la vérification du C forestier peuvent être effectuées.



Résumé

Il existe deux ensembles de données de base nécessaires pour l'estimation du C forestier : les données d'activité et les facteurs d'émission. Les données d'activité renseignent sur l'étendue de la forêt et les facteurs d'émission sur le stockage. Des techniques cartographiques sont utilisées pour générer des données d'activité tandis que les facteurs d'émission sont obtenus de l'inventaire forestier. Dans cette session, les techniques de base de mesure du Carbone dans les cinq réservoirs du GIEC sont décrites.

La notification implique la compilation et la disponibilité de données et de statistiques forestières dans un format requis pour une norme donnée. La vérification fait référence au processus de vérifier de manière indépendante l'exactitude et la fiabilité des informations collectées ou des procédures utilisées pour générer des informations. Cette vérification est effectuée par un examinateur totalement indépendant et externe.

3.3 Approches de l'estimation rapide des stocks de carbone en forêt

3.3.1 Cartographie et stratification en forêts



Activité 1 (Réflexion) (10 Minutes)

Que pensez-vous de la façon dont la cartographie d'une portion de terrain peut être faite et de l'importance de la stratification ??

Ici, il s'agit de subdiviser la surface de la forêt en strates si nécessaire, les strates étant des zones forestières différentes les unes des autres sur le plan de la physionomie et qui, visiblement, stockerait différentes quantités de C, par exemple : surface d'une forêt dégradée, d'une forêt naturelle, d'une plantation dans une forêt ; classe d'âge dans une plantation, etc. Dans certains cas, il peut s'agir du gradient de topographie ou les types de sol ou d'espèces (Figure 16).

Cet exercice devrait idéalement être effectué par le personnel technique ou les propriétaires forestiers eux-mêmes. Le suivi des limites et la stratification forestière doivent être effectués au moyen d'un GPS et l'équipe devrait déjà avoir été formée de manière professionnelle pour se familiariser à son utilisation.

La nature de la stratification doit d'abord être expliquée à l'équipe communautaire qui, bien qu'elle puisse facilement penser à des zones forestières qui ont des espèces très différentes, pourrait manquer d'observer qu'une parcelle de forêt dégradée devrait être considérée comme une strate distincte. Les discussions sur les « strates différentes » (en termes de quantité de biomasse vivante ligneuse ou de C) devrait être suivie d'une exploration à pied aux abords de la forêt puis, si nécessaire, à l'intérieur de la forêt (organisation d'appui en collaboration avec l'équipe communautaire) pour identifier les strates (espèces d'arbres typiques et conditions des arbres). Ces informations doivent être cartographiées sur le même fond de carte que celui utilisé pour l'identification des limites.

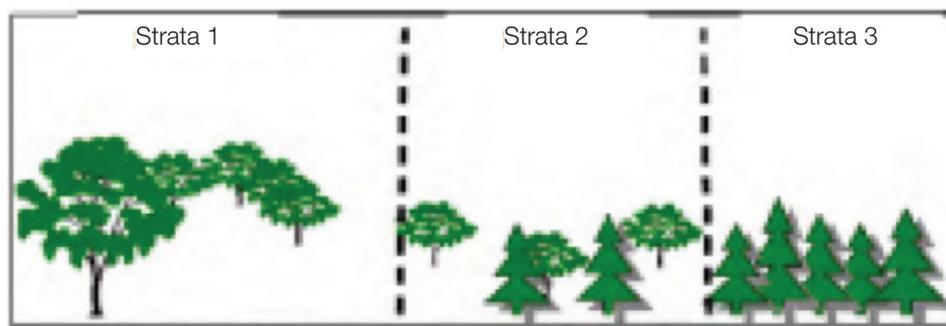


Figure 16. Exemples de différentes strates distinguées dans les forêts.

Les problèmes souvent rencontrés incluent le fait que le GPS pourrait ne pas bien fonctionner en forêts denses en raison de difficultés à recevoir les signaux satellitaires. Dans ce cas, des marques naturelles telles que la présence des collines ou des vallées pourraient être facilement identifiées et utilisées sur la carte.



Question(s) textuelle(s) (20 minutes)

Comment l'albédo et les feux de forêt provoquent-ils le changement climatique ?



Exercice pratique

Utilisation du GPS

3.3.2 Enquête exploratoire pour le calcul de la variance



Activité 1 (Réflexion) (10 minutes)

Que pensez-vous des étapes possibles de détermination d'un échantillon.

Au niveau de chaque strate, effectuer une enquête exploratoire ou pilote, pour estimer la variance de la quantité des arbres. Pour cela, les données doivent être collectées à partir d'au moins 15 placettes d'inventaire réparties sur l'ensemble de chaque strate, afin de couvrir toutes les variations possibles. Cela permettra une estimation du nombre de placettes d'inventaire nécessaires pour chaque strate en fonction de la variation observée dans la population d'arbres.

Les parcelles utilisées pour la formation initiale pourraient également être utilisées pendant la phase pilote, afin de gagner en temps et en effort. Les étapes à considérer sont les suivantes:

Étape 1. Pour l'estimation de la variation du stock d'arbre (densité), établir dans chaque strate au moins 15 placettes d'inventaire réparties aléatoirement pour couvrir toutes les variations possibles; et

Étape 2. Utiliser des sous-placettes d'échantillonnage (par exemple, une placette circulaire plus grande contenant des sous-placettes plus petites) ; mesurer les petits arbres dans les petites sous-placettes et les grands arbres sur toute l'étendue de la grande placette; il s'agit d'une stratégie visant à gagner du temps, car on s'attend à ce qu'une forêt naturelle abrite plus de jeunes individus et moins d'arbres de grandes tailles.

La taille de la grande placette est décidée en fonction de la superficie couverte par arbre, tel que décrit par MacDicken (1997) et présentée dans le tableau 4. En fonction de la densité des arbres (colonne 3) ou de la nature de la végétation (colonne 4), le choix de la taille de la parcelle peut être fait (colonnes 1 et 2). La règle de base est que la taille de la placette devrait permettre de répertorier au moins 7 grands arbres.

- Tous les arbres supérieurs à 10 cm dhp seront mesurés dans la placette principale. L'expérience montre que la plupart des forêts communautaires dans les vieilles formations dégradées présentent plus d'individus de petites tailles (de < 10 cm dhp) et moins d'arbres de grande taille (> 10 cm dhp). Par conséquent, en général, des placettes d'échantillonnage d'un rayon d'au moins 15 m conviendront. Pour les forêts tropicales denses humides telles que celles de la Papouasie-Nouvelle-Guinée et d'autres forêts humides, les parcelles circulaires de 12,62 m, seraient assez grandes pour capturer un nombre optimal de grands arbres.

Tableau 4. Rayons pour les placettes d'inventaire.

Taille de la placette (m ²)	Rayon de la placette (m)	Surface par arbre (m ² arbre ⁻¹)	Nature de la végétation
100	5,64	0 – 15	Végétation très dense avec un grand nombre d'individus de petite taille. Distribution uniforme des grands arbres
250	8,92	15 – 40	Végétation d'arbres modérément dense
500	12,62	40 – 70	Végétation d'arbres modérément clairsemée
666,7	14,56	70 – 100	Végétation d'arbres clairsemée
1000	17,84	> 100	Végétation d'arbres très clairsemée

Source: MacDicken (1997)

- Les jeunes arbres (c'est-à-dire toutes les tiges ligneuses de plus de 1,3 m de hauteur mais ayant un $1 \geq \text{dhp} \leq 5$ cm) seront mesurés dans la petite placette circulaire (de 2 à 5 m de rayon) située au centre de la grande placette circulaire. Un décompte des espèces d'arbres en régénération (c'est-à-dire de très petits jeunes tiges/plantules de moins de 1 cm de diamètre) sera également effectué dans cette sous-parcelle. Les données relatives à chaque arbre seront renseignées dans des formulaires de collecte de donnée de terrain préparés à cet effet.
- La taille de l'échantillon (nombre de placettes d'échantillonnage nécessaires pour une forêt donnée) dépendra d'un certain nombre de facteurs, mais surtout de la variabilité de la forêt (plus grande est la variable, plus important est le nombre de placettes pour avoir une estimation précise de la biomasse). Un peuplement mono spécifique d'arbres de même âge (peuplement équienne), par exemple, aura peu de variabilité et nécessitera peu de parcelles. Par contre, une forêt naturelle mixte avec de nombreuses espèces différentes aura une variabilité beaucoup plus grande. L'utilisation des strates (voir ci-dessus) est l'un des moyens de réduire les effets de la variabilité. L'enquête exploratoire permet d'obtenir une première vue de la variabilité (coefficient de variabilité ou CV), qui est ensuite utilisée pour calculer le nombre de placettes nécessaires.
- Le calcul de la taille de l'échantillon nécessaire sera basé sur la variabilité des arbres et des jeunes arbres tel que mesuré dans la phase pilote ; ainsi, il n'est pas nécessaire d'échantillonner la strate herbeuse (bien que, si l'enquête exploratoire est utilisée comme exercice pratique, les herbes, les graminées et le sol pourraient également être échantillonnés).

Etape 3. En parcourant l'intérieur de la forêt et la placette donnée, essayer autant que possible d'enregistrer les noms des arbres/arbustes. Ceux-ci seront utilisés pour la compilation de la liste de vérification qui servira lors de l'inventaire proprement dit.

Etape 4. Avec les données des 15 placettes, le nombre d'unités d'échantillonnage (n) est calculé à l'aide de la formule: $n = CV^2 \times t^2 / E^2$. Dans cette formule :

- CV est le coefficient de variation qui est la mesure de la variabilité de la surface transversale des arbres à hauteur de poitrine;
- t est la confiance que la moyenne réelle se situe dans l'intervalle estimé. Pour 15 parcelles, une valeur de 1,76 est considérée;
- E est l'erreur que vous êtes prêt à accepter dans l'estimation finale de la moyenne. Nous avons opté pour 10% d'erreur plutôt que 5% car cela réduit considérablement le nombre de parcelles nécessaires.

Pour un CV de surface terrière égale à 40%, la valeur t pour les 15 placettes est de 1.761 et E de 10%. Ainsi, le nombre de placettes n est égal à $(0.4^2 \times 1.761^2) / 0.1^2 = 50$ placettes.



Question sur le texte (10 minutes)

Dans un inventaire exploratoire, une classe a établi 12 placettes d'échantillonnage. Des calculs effectués, le CV de la surface terrière était de 20%. Déterminer le nombre de placettes nécessaires pour un inventaire forestier si l'erreur autorisée est de 10%.

3.3.3 Localisation des placettes permanentes d'échantillonnage



Activité 1 (Réflexion) (10 minutes)

Utiliser le plan d'inventaire forestier pour déterminer les paramètres de végétation en forêts tels que le volume, la densité, la biomasse, etc.

Le nombre requis de placettes permanentes doit être établi au niveau de chaque strate. Des placettes de même taille comme pour la phase pilote doivent être utilisées. Une disposition systématique mais aléatoire (au début du processus) des placettes doit être utilisée. Les placettes sont d'abord systématiquement disposées sur une carte et ensuite sur le terrain.

Localisation des parcelles permanentes sur la carte

Utiliser la carte développée précédemment dans le cadre de la stratification. À l'intérieur de chaque strate, il faut établir des transects à angle droit par rapport au côté le plus long de la strate (ou du côté où on a un accès maximal) - ceci permettrait d'avoir des transects courts et faciles à utiliser.

(i). Décider du nombre de transects dont on a besoin sur la base d'une répartition raisonnable des parcelles sur toute la zone. Indices:

A une strate forestière de la taille a ; chaque placette sera de a_1 , = Aire de la strate/ le nombre de placettes ; la racine carrée de a_1 représente la distance entre placettes ;

Localiser les parcelles sur les transects de telle sorte que deux fois la distance dans une placette carrée donne l'intervalle entre les transects. Ensuite, calculez la longueur totale des transects

(i). Localiser aléatoirement les points de départ des transects le long de la ligne de démarcation choisie. Indices:

Afin d'avoir un départ aléatoire, le premier transect doit être établi à une distance déterminée par un nombre aléatoire entre 0 et la longueur totale du côté par lequel on accède à la forêt;

(ii). Marquer les transects parallèlement les uns aux autres;

(iii). Noter soigneusement les relevés de la boussole sur ces transects;

(iv). Calculer la longueur totale des transects mis ensemble;

(v). La distance entre placettes = longueur totale du transect/nombre de placettes;

(vi). Répartir systématiquement les placettes le long du transect, la première placette étant placée à la moitié de la distance entre les parcelles jusqu'au point de départ sur la limite de la forêt; et

(vii). Marquer les positions sur la carte.

Le résultat de ce processus conduit à un dispositif d'échantillonnage aléatoire et systématique, avec l'avantage que les placettes peuvent toujours être retrouvées si les points de départ le long la limite

choisie sont connus, ainsi que les portées et les distances à chaque placette le long des transects.



Figure 17. a-d: Illustrations pour montrer les séquences de localisation des placettes permanentes d'échantillonnage.

Localisation des parcelles permanentes sur le terrain

La mesure réelle du C forestier commence lorsque le groupe se rencontre au point de départ du premier transect. Ensuite, une séquence d'activités a lieu sur le terrain. Dans un premier temps, une description du point de départ du transect et des points de repère associés est faite et enregistrée. Un chef d'équipe du groupe vise la direction à l'aide de la boussole et marche le long du transect. Les autres membres de l'équipe suivent et mesurent la distance appropriée entre les tracés à l'aide d'un décimètre ou d'un GPS.

Au centre de la parcelle, il faut marquer la parcelle sur le sol à l'aide de décimètre, et le centre avec un piquet peint en couleurs vives. Ensuite, mesurer le cercle du rayon sélectionné en ce point en utilisant la longueur d'une corde. Les arbres qui se trouvent sur le bord sont considérés si plus de 50% de la surface terrière se situe dans le cercle et ignorés dans le cas contraire. Les arbres ayant leur tronc à l'intérieur de la placette, et leurs branches ramifiées à l'extérieur, sont aussi « inclus ». Au cas où la pente au sein de la placette est supérieure à 10%, il est nécessaire de corriger cela.

Les mesures prises à partir des placettes permanentes d'échantillonnage

Sont inclus dans les mesures, les puits à carbone pour les arbres / arbustes (biomasse aérienne uniquement; la biomasse souterraine à estimer sous forme de proportion de la biomasse aérienne), la litière, le bois mort et le carbone organique du sol. Cependant, tous les projets ne considèrent pas tous ces composants: en particulier pour le cas du C du sol, c'est à l'équipe du projet de décider si elle veut l'inclure ou non.

Pour déterminer la biomasse aérienne, des herbacées, de la litière et le carbone organique du sol, il

convient de faire ce qui suit:

- mesurer le dhp de tous les arbres ayant un diamètre supérieur au dhp minimal considéré dans les placettes, et reporter ces données sur les fiches de collecte de données; les arbres de grande dimension seront mesurés sur l'ensemble de la placette et les petits arbres uniquement dans la plus petite placette centrale, comme décrit ci-dessus;
- définir les quadrats pour les arbustes et les herbes, couper et peser toute la végétation pour chaque quadrat, en prélever un petit échantillon dans un sac et étiqueter avec un code d'identification de la placette et de la sous-parcelle, puis reporter ces données sur les fiches de collecte de données;
- collecter toutes les litières de la sous-parcelle: mettre en sac, étiqueter, peser et reporter ces données sur les fiches de collecte de données;
- prélever des échantillons aléatoires du sol dans la placette; mettre en sac et étiqueter.

Arbres

La façon la plus simple de procéder ici, comme nous l'avons expliqué dans la phase pilote, est de mesurer tous les arbres de plus de 1 cm de dhp dans la petite placette centrale (ou 1m rayon), et tous les arbres de plus de 5 cm de dhp dans toute la placette. Pour ceci, un compas forestier ou un mètre ruban peut être utilisé (Figure 18) : commencer par mesurer les arbres dans le sens des aiguilles d'une montre suivant la direction du transect et ce à partir du milieu de la placette, en marquant au fur et à mesure chaque arbre mesuré pour éviter un double comptage accidentel et l'enregistrement des données sur les fiches de collecte. Une tige de 1,3 m doit être utilisée pour s'assurer que les lectures sont prises exactement à la bonne hauteur. Chaque arbre est identifié par son nom local et son nom botanique. Une liste de contrôle de la zone/forêt devrait être utilisée pour assurer la cohérence de l'identification des arbres.



(a) Mesure du dhp à l'aide d'un compas forestier.



(b) Mesure du dhp à l'aide d'un ruban pour diamètre.



(c) Mesure de la hauteur à l'aide d'une hypocaustère.

Figure 18. Mesure des paramètres de l'arbre.

Il est très important que les mêmes arbres soient mesurés chaque année au sein de chaque parcelle (avec quelques régénérations attendues). Pour assurer l'uniformité des mesures suivant des années successives, les fiches de collecte des données sont configurées de manière à pouvoir comparer les mesures des années successives. Une possibilité est de marquer discrètement tous les arbres dans chaque parcelle afin qu'ils puissent être facilement identifiés chaque année. Tout marquage sur les arbres doit cependant être très discret, car il existe un risque que les membres de la communauté les évitent délibérément, par exemple à leur recherche habituelle des bois de feu ou de service et qu'ils ramassent plutôt les arbres qui ne se trouvent pas dans les placettes d'échantillon. Ceci biaiserait bien sûr considérablement l'échantillon.

D'un point de vue du stockage du Carbone, les grands arbres contribuent le plus au stock de C, et de ce fait sont plus d'intérêts. Donc, il faut une attention particulière pour des évaluations précises des arbres supérieurs à 10 cm de dhp. Les arbres qui mesurent déjà 1,3 m de hauteur, mais qui ont moins de 1 cm en dhp peuvent ne pas être mesurés, mais comptés et enregistrés ; ce comptage sera utile surtout si des comparaisons sont faites d'une année à l'autre. Ces informations pourraient servir d'indicateur du taux de croissance forestière (et pour les aspects de durabilité). Pour savoir quoi faire avec des arbres de forme « irrégulière », veuillez-vous référer à la section suivante sur les mesures.

La plupart des équations allométriques et tarifs de cubage sont basés sur des variables telles que le dhp et la hauteur. Habituellement, seuls quelques arbres sont mesurés pour leur hauteur dans les placettes, et la hauteur des autres arbres est déduite par comparaison. Afin d'obtenir de bons arbres représentatifs, il est conseillé de mesurer la hauteur pour les arbres les plus grands, moyens et plus petits dans chaque placette.

Enregistrer le temps pris et le nombre de personnes impliquées pour:

- Identifier la placette sur le terrain;
- Collecter toutes les informations relatives aux arbres;
- Faire l'échantillonnage pour les herbacées et arbustes;
- Faire l'échantillonnage pour la litière;
- Faire l'échantillonnage du sol; et
- Entrer les données dans l'ordinateur



Question sur le texte (10 minutes)

Expliquez comment vous pouvez établir des placettes sur une carte et sur le terrain dans une forêt. Expliquez également les différentes mesures qui sont prises dans la placette.



Exercice pratique

Etablissement des placettes et prise de mesures dans la forêt.



Activité 1 (Réflexion) (10 minutes)

Expliquez le processus d'analyse des données.

3.3.4 Estimation de la biomasse du carbone

Des données collectées, la biomasse des peuplements forestiers est calculée en utilisant les équations allométriques localement disponibles. Les résultats les plus fiables sont souvent obtenus avec les équations allométriques qui ont été développées au niveau local. Ainsi, il est important de contacter le ministère en charge des forêts ou des collèges dans le domaine des forêts pour se renseigner sur les équations déjà disponibles et celles plus souvent utilisées. En absence d'équations allométriques locales, la procédure commune est de calculer le volume de peuplement et de le convertir en biomasse. L'intervalle du facteur de la conversion du volume-biomasse est de 0,5 à 0,6. La biomasse est alors convertie en Carbone. Le taux conversion de la biomasse en carbone varie légèrement par espèce et par composantes de la biomasse (tronc, branches etc.), mais 0,5 (MacDicken, 1997) est recommandé si aucune valeur locale n'est disponible. Pour avoir l'équivalent atmosphérique CO₂, il faut multiplier la valeur du C par 3,67 puisque 1 gramme de C équivaut à 3,67 grammes de CO₂.

Exemple: En supposant que le volume d'un arbre /ha est de 68 m³ et la biomasse est 42 t/ha, le carbone est $42 \times 0,5 = 21$ t/ha. L'équivalent atmosphérique CO₂ est alors de $21 \times 3,67 = 77$ tCO₂/ha

Analyse des données des arbres

Comme indiqué ci-dessus, la biomasse est calculée à partir des données collectées dans les placettes utilisant les équations allométriques locales disponibles, en tant que moyenne de la somme des biomasses des arbres dans les placettes. Idéalement, il est nécessaire de vérifier les équations allométriques issus d'échantillonnage destructif, mais si elles sont utilisées localement, ceci n'est pas nécessaire.

Par ailleurs, une équation allométrique peut ne pas inclure les branches, les brindilles et les parties du feuillage des arbres. Ainsi, les facteurs d'expansion de la biomasse devraient être inclus pour estimer la biomasse constituée par ces parties d'arbres. De même, bien que l'estimation de la biomasse racinaire souterraine représente environ 10 à 40% de la biomasse totale de l'arbre, il est coûteux de la déterminer. Il est alors recommandé de considérer une estimation basée sur les ratios ou équations allométriques biomasse aérienne-biomasse souterraine disponibles localement. Les meilleures valeurs bibliographiques disponibles relatives à une zone comparable peuvent aussi être utilisées.

L'expérience montre que les forêts naturelles mixtes sont des écosystèmes complexes caractérisés par un grand nombre d'espèces de différents âge et tailles. Afin de déterminer le stock forestier (volume, biomasse et carbone), la composition et la structure des espèces d'arbres, et même la diversité de ces écosystèmes forestiers complexes, il est logique d'exprimer leurs paramètres de végétation par classes pour chaque espèce. Normalement, cette analyse de données se fait à l'aide de feuilles de calculs informatiques, mais ceci peut être très fastidieux et sujet à des erreurs. Pour des raisons de cohérence, de précision et de facilité de calcul, un logiciel d'analyse des données d'inventaire des forêts tropicales (TROFIDA) a été mis au point (Encadré 3).

Encadré 3. Le logiciel d'Analyse des Données d'Inventaire des Forêts Tropicales (TROFIDA)

TROFIDA est un ensemble de procédures de calcul fondé sur le logiciel de Base de données Microsoft Access pour faciliter les calculs instantanés. Cette base de données peut être utilisée pour le calcul de paramètres importants des peuplements forestiers tels que la densité, la surface terrière, le volume, la biomasse et le cycle du C par espèce et classe de diamètre. Les entrées de données requises sont les suivantes:

La liste des espèces d'arbres est préparée pour chaque forêt en compilant une liste de tous les noms locaux de toutes les différentes espèces d'arbres rencontrées dans toutes les placettes mesurées. Ceci est ensuite suivi par l'appariement du nom local à leurs noms botaniques à l'aide de listes de contrôle des espèces d'arbres disponibles localement. Les deux colonnes de noms sont ensuite triées par ordre alphabétique par noms locaux ou noms botaniques, et les codes d'identification des espèces sont attribués.

Données sur les espèces d'arbres provenant de la placette. Le code d'identification des espèces pour chaque arbre de la placette échantillon est entré dans la base de données avec les données de dhp et de hauteur, etc. Les données sont sauvegardées sur l'ordinateur prêt à être analysées.

Etablissement de l'équation hauteur/diamètre. Si les fonctions allométriques pour l'estimation de la biomasse, du volume ou du C des arbres nécessitent une variable hauteur, peu d'arbres (échantillons d'arbres) dans chaque placette sont mesurés pour cette hauteur. En utilisant les arbres échantillonnés dont la hauteur a été mesurée, l'équation hauteur = f(diamètre) est développée pour chaque forêt (type de végétation). Une telle équation est utilisée pour estimer la hauteur des arbres qui ont été mesurés uniquement pour leur dhp.

La base de données Access Pré-conçue. Pour simplifier l'utilisation, la base de données est conçue de telle sorte que l'utilisateur doit remplacer uniquement la liste de contrôle des espèces d'arbres par défaut et les tables de données des arbres. Toutes les autres procédures de calcul sont déjà incluses. Une fois que les données d'une forêt particulière sont chargées dans la base de données, les paramètres du peuplement forestier sont instantanément obtenus. Il est plus commode de séparer les paramètres du peuplement pour chaque espèce en classes de diamètre. Les classes de diamètre par défaut utilisées dans ce cas sont les suivantes:

Classes de Dhp	Intervalle de Dhp(cm)
1	<10
2	11-20
3	21-30
4	31-40
5	41-50
6	51-60
7	61-70
8	>70

Cette base de données a été conçue pour être utilisée pour l'analyse des données par le personnel des organisations locales de soutien et le partage immédiat des résultats avec les communautés. Son applicabilité, qui exige le remplacement d'équations allométriques appropriées pour la zone, a été largement testée et recommandée pour être utilisée ailleurs. La base de données est fournie séparément sur un CD.

Analyse des données pour la végétation herbeuse, la litière et les sols

La végétation herbeuse, les graminées et les arbustes peuvent être mesurés par de simples techniques d'échantillonnage destructif en utilisant au maximum quatre petites sous-placettes par plateau, comme expliqué ci-dessus. Les échantillons de chaque sous-placette sont ensuite séchés au four pour déterminer les rapports matière sèche/matière humide. Les moyennes sont calculées pour tous les échantillons prélevés, pour avoir une estimation par m² de la biomasse non ligneuse.

Pour les échantillons de sol et de litière nécessaires pour l'analyse en laboratoire, il est recommandé de discuter les besoins en échantillons avec les techniciens de laboratoire au préalable, afin de s'assurer que les échantillons sont bien préparés.

3.5 Modélisation du stock de carbone

3.5.1 Modèle CO₂Fix

Dans le cadre de l'élaboration des stratégies forestières pour gérer et évaluer avec précision les stocks de C, de nombreux outils de simulation ont été développés. Le modèle CO₂ Fix était le mieux adapté aux besoins de simulation notamment en raison de son paramétrage et de sa relative facilité d'utilisation. La présentation du logiciel de même que son principe de fonctionnement sont abordés dans les deux points de ce paragraphe.

CO₂Fix a été développé dans le cadre du programme « Séquestration du carbone et gestion durable des forêts » (CASFOR), financé par le programme INCO-DC de l'UE. Les équipes impliquées dans le développement du logiciel sont composées des membres d'ALTERRA (Pays-Bas), de l'Institut d'Ecologie de l'Université Nationale du Mexique, du Centre agronomique tropical de recherche et d'enseignement (CATIE) au Costa Rica, et de l'Institut Européen des Forêts basé en Finlande (Mäser et al., 2003). Les premiers développements de CO₂Fix remontent à 1999. La première version permettait de suivre la dynamique des stocks de C dans les peuplements mono-spécifiques des plantations. La version 2 a été améliorée pour permettre l'analyse de forêts plus complexes. Par exemple, elle peut être utilisée pour évaluer l'impact de la récolte sélective dans les forêts tropicales ou naturelles, dans les systèmes agroforestiers ou dans les peuplements mixtes. Dans les deux versions, il est également possible de mesurer les stocks de C dans les produits du bois et leurs changements. Les contributions majeures de la troisième version sont la création d'un module permettant d'évaluer la rentabilité économique des options de gestion, et d'un module « crédits carbone » permettant l'évaluation du nombre de crédits de C générés par un projet

CO₂ FIX permet donc de calculer le carbone et les stocks générés par les activités forestières et de simuler leur évolution à long terme selon différents scénarios de gestion pour plusieurs cohortes de population. Il est composé de six modules. Le premier décrit l'évolution de la biomasse (pour différents types de placettes forestières) et convertit les volumes de bois en stocks de Carbone et les augmentations annuelles en C. Les paramètres de rotation et les hypothèses d'éclaircie et de coupe transfèrent les stocks C de la biomasse vers les stocks C du sol et les produits C stocks. Le deuxième module concerne le sol. Les émissions de C dans le sol sont fonction des données climatiques et de la nature de la couverture herbacée. Le Carbone émis est également déterminé à partir d'un module basé sur le bois à l'aide de paramètres qui décrivent l'efficacité du processus de fabrication, la durée de vie du produit et le recyclage. En ce qui concerne le module bioénergie, les déchets issus du module des produits du bois ainsi que les produits habituels peuvent être utilisés pour produire de l'énergie en utilisant différentes technologies. Un autre module prend en compte les coûts des activités de gestion forestière et analyse la compétence économique des différents scénarios. CO₂ Fix permet également de comptabiliser les crédits C générés dans les scénarios de gestion forestière selon que l'Article 3-3 du PK (plantation de nouvelles forêts) ou l'Article 3-4 (activités de gestion forestière) sont pris en compte, ou selon que nous évaluons simplement les quantités de C séquestrées dans le projet. L'application de CO₂ Fix est rapportée dans un certain nombre d'études (Mäser et al., 2003; Oeba et al., 2016, 2017 & 2018) qui ont été très utiles pour démontrer l'utilisation du cadre de modélisation pour l'estimation de C dans différents paysages.

Le scénario d'accroissement des stocks de C, par la modification de la gestion des peuplements et la prise en compte simultanée des produits du bois, sera basé sur l'évaluation des stocks de C et des produits résultant de l'exploitation du Massif Landais (Malfait et al., 2003). CO₂Fix utilise des fonctions de dégradation exponentielle négative. Si la durée de vie d'un produit est de N, alors 1/N % du stock initial est dégradé chaque année.

3.5.2 Modèle CASS (Roxburgh, 2004)

La capacité de modéliser les flux de C dans les écosystèmes est au cœur des études sur le changement climatique. Le modèle CASS permet de simuler les flux de C dans les principaux écosystèmes terrestres. Le modèle prend en compte la litière, la dynamique de C dans le sol et les résidus de C des produits ligneux récoltés (papier, bois de chauffe, construction, etc.). Dans ce modèle, le Carbone atmosphérique est fixé par photosynthèse et redistribué aux feuilles, brindilles et racines, dont une partie est restauré comme respiration autotrophe. Les différentes portions du C absorbé sont progressivement transférées au sol où elles peuvent atteindre l'atmosphère par respiration hétérotrophe. Le développement de la plante dépend de la quantité de C qu'elle peut absorber de l'atmosphère pour la photosynthèse. Ce taux d'absorption de CO₂ varie en fonction de la quantité disponible de CO₂, de nutriments, température, eau, azote atmosphérique, types de formation, etc. La décomposition suit une simple fonction exponentielle de la température et la disponibilité des ressources en eau. L'effet de perturbations causé par les feux de brousse et la collecte du bois peut être pris en compte dans le modèle de la même manière que le changement dans l'utilisation des terres.

Il est important que les modèles d'établissement des bilans C soient basés sur des processus physiologiques, plutôt que sur une hypothèse d'homogénéité des formations végétales. En effet, dans les décennies à venir, les arbres seront exposés à des changements non seulement dans la concentration atmosphérique du CO₂ mais aussi à des changements extrêmes de température ou de précipitations. Bien que des études à court terme aient examiné les effets de l'augmentation du CO₂ sur la croissance des formations forestières, la réponse des arbres et des forêts aux fortes concentrations de CO₂ et au changement climatique qui reste à être élucidé.

Le principe du modèle CASS est que les écosystèmes terrestres peuvent être répartis approximativement dans trois compartiments séparés : 1) le puits à C de végétation vivante, 2) le puits à C de la végétation morte (litière), et 3) le puits à C dans le sol. Le modèle prend également en compte un quatrième puits, constitué du C dans l'atmosphère, afin de voir son effet dans le processus de la photosynthèse. Des sous-réservoirs peuvent-être associés à chacun de ces puits importants.

L'entrée principale du modèle est le C atmosphérique fixé par les plantes (PPN, gC/m²/an) et les principales sorties sont le stock du C des différents blocs et sous-blocs, et le CO₂ libéré dans l'atmosphère. Les paramètres (af, ab, ar) sont les fractions de C réparties entre les feuilles, les branches et les racines : af + ab + ar = 1. Le taux par lequel le carbone de la végétation vivante est transféré à la litière est défini par la durée moyenne du C au niveau des feuilles, des branches et des racines (Lf, Lb, Lr). Par exemple, si Lf a 5 ans, alors 1/5ème du C total de la feuille est perdu dans la litière de feuilles pendant la même période.

3.5.3 Exploration de données graphiques

L'exploration graphique des données est la première étape de l'analyse des données. Elle consiste à étudier visuellement les relations entre les variables afin de se faire une idée du type de modèle à ajuster. Concrètement, on génère des nuages de points dont les coordonnées correspondent à deux variables : variable explicative sur l'axe des x et variables à expliquer sur l'axe des y. On suppose maintenant que nous avons une variable à expliquer, notée Y (volume, biomasse...) et p variables explicatives notées X₁ X₂ ,..., X_p (le diamètre, la hauteur, etc.).

Le but de l'exploration graphique n'est pas de sélectionner parmi les variables explicatives p celles qui seront effectivement retenues pour le modèle : la sélection des variables suppose que l'on sait comment tester le caractère significatif d'une variable, qui fait référence à la phase suivante d'ajustement du modèle.

Les variables explicatives p sont donc considérées comme fixées, et nous cherchons la forme du modèle,

qui relie le mieux la variable Y et les variables Xp (Picard et al., 2012).

3.5.4 Choix des variables

Afin de choisir les variables qui seront utilisées pour développer le modèle, la corrélation entre chaque variable explicative et la biomasse est étudiée à l'aide de la corrélation de Pearson coefficient ou le facteur d'inflation de variance (VIF). Seules les variables dont le facteur d'inflation est inférieur à 5 et celles qui sont les plus corrélées à la biomasse seront retenues dans l'élaboration du modèle. Une fois les variables déterminées, le modèle peut être généré.

3.5.5 Ajustement au modèle

L'ajustement d'un modèle consiste à estimer les paramètres de ce modèle sur la base de données. Cela suppose d'une part que les données sont déjà disponibles et formatées, et d'autre part que l'expression mathématique du modèle à ajuster est connu (Picard et al., 2012). L'ajustement d'un modèle consiste à trouver des coefficients tels que la somme des écarts au carré entre les valeurs mesurées et les valeurs prédites est la plus petite possible. En d'autres termes, il s'agit de trouver la valeur des coefficients du modèle telle que ces valeurs soient aussi proches que possible de la ligne de régression. Un concept clé des modèles d'ajustement est le résidu. Le résidu, ou erreur résiduelle, est la différence entre la valeur observée de la variable de réponse et sa prédiction. Plus le résidu est faible, mieux est l'ajustement du modèle.

3.5.6 Sélection du modèle

Plusieurs critères peuvent être utilisés pour sélectionner le meilleur modèle de prédiction : l'erreur résiduelle standard (RSE), le critère d'information d'Akaike (AIC) et le facteur d'influence de variance (VIF). Ces indicateurs sont des critères permettant de juger de la bonne qualité de l'ajustement du modèle. Plus l'erreur résiduelle et le critère d'information sont faibles, mieux est le modèle (Chave et al., 2005).

$AIC = -2 \ln(L) + 2p$ avec p le nombre de paramètre du modèle et L le maximum de vraisemblance

3.5.7 Validation du modèle

La validation d'un modèle consiste à comparer ses prédictions sur la base des observations indépendantes de celles utilisées pour ajuster le modèle (Rykiel, 1996). Pour être validés, les modèles linéaires multiples doivent satisfaire aux conditions de normalité résiduelle, homogénéité de la variance, non-linéarité et d'indépendance des observations (Eisenlohr, 2014). Les tests de normalité de Shapiro-Wilk, le test d'hétéroscédasticité de Breusch Pagan, le test d'autocorrélation résiduelle de Durbin et Watson et le test RESET de non-linéarité peuvent être appliqués à cet effet. La signification globale du modèle peut être testée au seuil de 5 % de probabilité.

Plusieurs critères, souvent utilisés pour évaluer la qualité d'ajustement d'un modèle, peuvent être utilisés pour comparer les prédictions aux observations (Parresol, 1999 ; Tedeschi, 2006) ; il s'agit de la variance résiduelle, l'erreur résiduelle ajustée, le R^2 ajusté, le critère d'information d'Akaike (AIC), la somme des carrés des écarts résiduels, etc.

3.56 Dynamique des stocks de carbone

La biomasse végétale est un important stock de C dans de nombreux écosystèmes. La biomasse se trouve dans les parties aériennes et souterraines des plantes annuelles et pérennes. La biomasse des plantes herbacées annuelles (non ligneuses) est relativement éphémère : elle se décompose et se régénère chaque année ou sur quelques années. En conséquence, les émissions par décomposition sont compensées par des absorptions dues à une repousse. Ainsi, les stocks nets globaux de C de la biomasse restent plutôt stables dans le temps. En conséquence, les méthodes sont basées sur les variations dans les stocks de biomasse associés aux plantes ligneuses et aux arbres qui peuvent accumuler de grandes quantités de C (jusqu'à des centaines de tonnes/ha) toute leur vie (Aalde et al., 2006). Les variations de stock de C peuvent être estimées à l'aide de méthodes d'inventaire direct ou de modèles de processus. Tous les stocks ou puits à C peuvent exister dans toutes les catégories d'utilisation des terres. Deux méthodes sont utilisées pour estimer les variations des stocks de C dans la biomasse.

3.6.1 Méthodes Gain-perte

Les gains comprennent la croissance et l'accumulation de la biomasse dans ses composantes aériennes et souterraines. Les pertes sont classées comme l'exploitation forestière ou la collecte du bois d'œuvre, du bois de feu et les pertes dues aux perturbations naturelles sur les espaces aménagés, telles que les incendies, les infestations par les insectes et les phénomènes météorologiques extrêmes (ouragans ou inondations) (GIEC, 2006).

Cette méthode nécessite une soustraction des pertes de biomasse de C des gains de biomasse de C. Les variations annuelles des stocks de C de biomasse terrestre restante dans la même catégorie d'utilisation des terres (méthode gain-perte) sont données par l'équation suivante proposée par le GIEC (2006):

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L \text{ où}$$

ΔC = Variation annuelle dans la biomasse des stocks de C (somme des termes représentant les biomasses aérienne et souterraine) pour chaque sous-catégorie de terres, en tenant compte de la superficie totale, tonnes C an⁻¹.

ΔC = Augmentation annuelle des stocks de C due aux gains de biomasse pour chaque sous-catégorie de terre, prenant en compte la superficie totale, C an⁻¹.

ΔC = Diminution annuelle des stocks de C due aux pertes de biomasse pour chaque sous-catégorie de terre prenant en compte la superficie totale, C an⁻¹.

Les variations des stocks de C dans la biomasse pour les terres demeurant dans la même catégorie d'utilisation des terres (les espaces forestiers qui sont demeurés tels) sont fondées sur des estimations des gains et pertes annuels des stocks de biomasse. Cette méthode est valable pour tous les pays quel que soit le niveau choisi. Elle peut être utilisée par les pays qui ne disposent pas d'un système national d'inventaire des stocks de biomasse ligneuse.

3.6.2 Méthodes de différence des stocks

Cette méthode nécessite des inventaires de biomasse des stocks de C pour une zone particulière par intervalle de temps. Les variations annuelles de la biomasse sont représentées par la différence notée de la biomasse de stock entre le temps t1 et le temps t2, divisée par le nombre d'années entre les inventaires.

Les variations annuelles des stocks de C de la biomasse restante dans la même catégorie de l'utilisation des terres (la méthode de la différence de stock) sont données par l'équation suivante proposée par GIEC (2006) :

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L \text{ où :}$$

ΔC_B = Variation annuelle de la biomasse des stocks de C (somme des termes représentant la biomasse aérienne et souterraine) pour les terres de la même catégorie (par exemple, les espaces forestiers étant restés tels), tonnes C an⁻¹

= Carbone de la biomasse totale pour chaque sous-catégorie de terre à un temps t_2 tonnes C.

= Carbone de la biomasse totale pour chaque sous-catégorie de terre à un temps t_1 tonnes C.

La méthode de la différence de stock s'appliquera dans les pays dotés de systèmes d'inventaire nationaux pour les forêts et d'autres catégories d'utilisation des terres, et où les stocks de biomasse de différents réservoirs sont mesurés à intervalles régulières périodiques (GIEC, 2006). La méthode de la différence de stock nécessite des ressources plus importantes et de nombreux pays ne disposent pas de systèmes d'inventaire des forêts et d'autres catégories d'utilisation des terres.

Additionnalité

Il s'agit d'un principe par lequel la réduction des émissions ou la séquestration du C doit être complémentaire à la réduction ou la séquestration obtenues en absence du projet. Les émissions de GES après la mise en œuvre du projet doivent être inférieures aux scénarios de statu quo.

Pour être considérée comme additionnelle, une activité exercée dans le cadre d'un projet doit prévoir des réductions d'émissions supérieures à celles qui se seraient produites en absence du projet (article 12 du PK). Démontrer l'additionnalité nécessite qu'on définisse un « scénario sans projet », à comparer à un « scénario avec projet » et d'en déduire « l'effet net » du projet, qui est la composante additionnelle.

Encadré 4. Modèles de dynamique du carbone forestier

Ces modèles sont regroupés en deux familles : **fonctionnelle** (ou **mécanistique**) et **empirique**.

Les modèles fonctionnels, EFISCEN (Nabuurs et al., 2002), CO₂ FIX (Masera et al., 2003), et TRIPLEX (Peng et al., 2002) exigent des données d'entrées telles que l'indice de surface foliaire (LAI) et aussi certaines variables climatiques et édaphiques sur des intervalles de temps courts. Ces modèles sont plus adaptés à évaluer l'impact du changement climatique sur les stocks de C forestier. De même, ils sont utiles en absence de données empiriques sur la croissance des espèces de la forêt

Les modèles construits à partir de données de croissance empiriques tels que CBM-FS3 (Kurz et al., 2009), CENTURY 4.0 (Price et al., 1999), FORCARB (Heath et al., 1999) et TEM (Titan et al., 1999) sont développés avec le même type de données que celles utilisées par les gestionnaires forestiers dans leur analyse des possibilités forestières : le volume marchand selon l'âge et le type de forêt, et la distribution des classes forestières pour chacun des types de forêt. Ces modèles sont donc particulièrement bien adaptés pour simuler l'effet des activités humaines et des perturbations naturelles sur la dynamique C d'une zone donnée (Kurz et al., 2009). C'est pour ces raisons que nous avons choisi d'utiliser un modèle empirique pour ce projet, plus précisément le modèle CBM-CFS3 développé par le Service Canadien des forêts.

Fuites

Les fuites sont définies comme des émissions de GES qui se produisent hors de la zone d'exécution du projet, et qui sont mesurables et directement attribuables à l'activité du projet MDP. C'est un principe qui fait référence aux émissions non planifiées et indirectes de GES des activités du projet. Par exemple, le boisement d'une terre agricole peut provoquer la migration des personnes qui cultivaient cette terre, qui ensuite iront déboiser ailleurs. Les fuites font donc référence à un changement spatial des sources d'émissions, du fait des réductions d'émissions à un endroit spécifique. Dans le cas de la déforestation, un projet de conservation d'une forêt mise en danger peut avoir pour effet d'accroître les risques de déforestation dans une autre forêt. Les fuites ont également une dimension économique: la conservation des forêts peut réduire la disponibilité en bois et des terres agricoles sur le marché, ce qui augmente leur prix et rend profitable la déforestation des zones enclavées, autrefois protégées par le coût élevé de leur conversion en d'autres types usages.

Références

- Aalde H., P. Gonzalez, M. Gytarsky, T. Krug, A.W. Kurz, D.R. Lasco, D.L. Martino, G.B. McConkey, S. Ogle, K. Paustian, J. Raison, N.H. Ravindranath, D. Schoene, P. Smith, Z. Somogyi, A. van Amstel and L. Verchot, 2006. Generic methods applicable to multiple land use categories. In IPCC: National Green House Gas Inventory Guidelines. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.
- Aber J., *et al.*, 2000. Applying ecological principles to management of the U.S. National Forests. *Issues in Ecology* 6.
- Akaike H., 1974. A new look at the Statistical Model Identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* 19(6):716-723.
- Altieri M., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74:19-31.
- Anielski, M. and S. Wilson, 2005. Les chiffres qui comptent vraiment: Évaluation de la valeur réelle du capital naturel et des écosystèmes boréaux du Canada. In Initiative boréale canadienne. Recherches et rapports. Accessible sur le site: http://www.borealcanada.ca/documents/BorealWealth_Fr_Final.pdf.
- Arbonnier M., 1990. Étude d'une savane graminéenne et forestière en vue de son aménagement, à partir du cas de Koumpentoum (Sénégal). Thèse de doctorat, Université de Nancy 1, France. 2 volumes, fascicule I, 105 p., fascicule II, 85 p.
- Arnould P., 1999. L'éco certification ou la guerre des labels: vers une nouvelle géopolitique forestière ? In *Annales de Géographie*, n° 609-610, pp. 567- 582. CEFAG, 2000. Régimes des forêts, de la faune et de la pêche. Collection fiscalité pour tous, Yaoundé-Douala, 189 p.
- Aussenac G. and C. Boulangeat, 1980. Interception des précipitations et évapotranspiration réelle dans des peuplements de feuillu (*Fagus sylvatica*) et de résineux (*Pseudotsuga menziesii*). In: *Annales des Sciences forestières*. EDP Sciences.
- Bennie J., E. Kubin, A. Wiltshire, B. Huntley and R. Baxter, 2010. Predicting spatial and temporal patterns of bud-burst and spring frost risk in north-west Europe: the implications of local adaptation to climate. *Global Change Biol* 16:1503-1514.
- Bergonzi J.C. and J.P. Lanly, 2000. Les forêts tropicales. Karthala. Cirad, Montpellier, 159 p.
- Blin *et al.*, 2007. La pollution photochimique. In : Rapport analytique sur l'état de l'environnement wallon 2006-2007. Pp. 332-341.
- Bognounou F., M. Savadogo, I.J. Boussim and S. Guinko, 2008. Équations d'estimation de la biomasse foliaire de cinq espèces ligneuses soudaniennes du Burkina Faso. *Sécheresse* 19:201-205.
- Bordet J., 2007. L'eau dans son environnement rural. Assainissement des agglomérations. Paris: Johanet.
- Bosch J.M. and J. Hewlett, 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of hydrology* 55: 3-23.
- Bourassa Y., 2011a. Notes de cours ENV. 730 - Économie de l'environnement, session hiver, cours 5. Communication orale. ENV. 730 - Économie de l'environnement, février 2011. Longueuil, Université de Sherbrooke, Centre universitaire de formation en environnement.
- Bourassa Y., 2011b. Conférence de Yves Bourassa. Communication orale. Notes de cours ENV. 792 - Valeur des écosystèmes et leur gestion, février 2011. Université de Sherbrooke, Centre universitaire de formation en environnement.

- Boutefeu B., 2005. L'aménagement forestier en France: à la recherche d'une gestion durable à travers l'Histoire. *VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement*, 6(2), p. 9.
- Boyd J. and S. Banzhaf, 2006. What Are Ecosystem Services? The Need for Standardized Environmental Accounting Units. Discussion Paper, *Resources for the Future*, 29 p.
- Brahic É. and J.P. Terreaux, 2009. Évaluation économique de la biodiversité: Méthodes et exemples pour les forêts tempérées. Paris, Éditions Quae, 199 p.
- Brand, D., 2002. Investing in the Environmental Services of Australian Forests. In: Pagiola, S., N. Landell- Mills and J. Bishop (Eds.). *Selling Forest Environmental Services: Market-based Mechanism for Conservation and Development*, London: Earthscan. Pp234-245.
- Brown, K., and E. Corbera, 2003. A Multi-Criteria Assessment Framework for Carbon-Mitigation Project: Putting 'development' in the center of decision-making. Tyndall Centre for Climate Change Research, Working paper 29.
- Brown, S., 1999. *Land-Use and Forestry Carbon-Offset Projects*. Winrock International, Arlington, VA 22209, USA.
- CCNUCC (Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques), 2005. *Préserver le climat. Guide de la Convention sur les changements climatiques et du Protocole de Kyoto*, Bonn, Germany, 41 p.
- Chandrasekharan, 1995. Terminology, definition and classification of forest products other than wood. In: Report of the international expert consultation on non-wood forest products, pp. 346-380, Yogyakarta (Indonesia). *Produits Forestiers non Ligneux*, FAO, n° 3.
- Chaussod R., B. Nicolardot and G. Catroux, 1986. Mesure en routine de la biomasse microbienne des sols par la méthode de fumigation au chloroforme. *Science du sol* 2:201-211.
- Chave J., C. Andalo, S. Brown, M.A. Cairns, J.Q. Chambers, D. Eamus, H. Folster, F. Fromard, N. Higuuchi, T. Kira, J-P. Lescure, B.W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riera and T. Yamakura, 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stock and balance in tropical forest. *Oecologia* 145:87-99.
- Chaves M.M., J.S. Pereira, J. Maroco, M.L. Rodrigues, C.P.P. Ricardo, M.L. Osorio, I. Carvalho, T. Faria and C. Pinheiro, 2002. How plants cope with water stress in the field. *Photosynthesis and growth*. *Annals of Botany* 89:907-916.
- Cherubini P., 2000. Tree-ring research beyond the climate change: "Quo vadis?" *Dendro-chronologia* 18:91-93.
- Chmielewski F.M. and T. Rötzer, 2001. Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agr Forest Meteorol* 108:101-112.
- Collaborative Partnership on Forestry (CPF), 2005. Document en ligne: <http://www.fao.org/forestry/foris/webview/cpf/index.jsp?geold=0&langId=1&siteId=2225>
- Collins S.L., S.M. Glenn and D.J. Gibson, 1995. Experimental analysis of intermediate disturbance and initial floristic composition: decoupling cause and effect. *Ecology* 76:486-492.
- Cook E.R., K. Briffa, S. Shiyatov and V. Mazepa, 1990. Tree-Ring Standardization and Growth Trend Estimation. In: Cooke, R. and L.A. Kairiukstis (Eds.): *Methods of dendro-chronology, applications in environmental sciences*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, p 104-122.
- Coomes O.A., R.B. Allen, N.A. Scott, C. Goulding and P. Beets, 2002. Designing systems to monitor carbon stocks in forests and shrublands. *Forest Ecology and Management* 164(1-3):89-108.
- Costanza R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem,

- R. O'Neil, J. Paruelo, R.G. Raskin P. Sutton and M. van den Belt, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.
- Couteron P. and G. Serpantie, 1995. Cartographie d'un couvert végétal soudano-sahélien à partir d'images SPOT XS exemple du Nord-Yatenga (Burkina Faso). *Photo interprétation* 33(1):42-43.
- Darkoh M.B.K., 2003. Regional perspectives on agriculture and biodiversity in the drylands of Africa. *Journal of Arid Environments* 5:261-279.
- De Groot R.S., M.A. Wilson and R.M.J. Boumans, 2002. The dynamics and value of ecosystem services: integrating economic and ecological perspectives - A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41:393-408.
- Defila C. and B. Clot, 2001. Phytophenological trends in Switzerland. *Int J Biometeorol.* 45:203-207.
- Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra), 2007. An introductory guide to valuing ecosystem services. Ecosystem services – What nature gives us. Accessible sur le site: <http://archive.defra.gov.uk/environment/policy/naturaleviron/documents/eco-valuing.pdf>
- DSS Management consultants Inc., 2010. Technical Report: Valuation of ecological goods and services in Canada's natural resources sectors. Environnement Canada, 43 p.
- Ducks Unlimited Canada, 2004. Natural Values.
- Eisenlohr P.V., 2014. Persisting challenges in multiple models: a note on commonly unnoticed issues regarding collinearity and spatial structure of ecological data. *Brazilian Journal of Botany* 37(3):365-371.
- Eliash J., 2008. "Climate change: Financing global forests", *The Eliash Review*, London.
- Evrard C., 1968, Recherches écologiques sur les peuplements forestiers des sols hydro-morphes de la cuvette centrale congolaise. INEAC, Colonie Belge. 295 p.
- Evri, 2011. Environmental Valuation Reference Inventory. Accessible sur le site: <https://www.evri.ca>.
- FAO, 1999. Vers une définition harmonisée des produits forestiers non ligneux. *Unasylva* 50(198):63-64. FAO, 1997. State of the World's Forests, 1997. FAO, Rome. Accessible sur le site: <http://www.fao.org/docrep/W4345E/w4345e0b.htm#forestry%20funding>.
- FAO, 2004. Collaborative Partnership on Forests: Sourcebook on Funding for Sustainable Forest Management. FAO, Rome. Accessible sur le site: www.fao.org/forestry/site/7148/en
- Fenner M., 1998. The phenology of growth and reproduction in plants. *Perspect Plant Ecol.* 1:78-91 Field, B.C. and N. Olewiler, 2005. *Environmental Economics*. 2nd edition. McGraw-Hill Ryerson, Canada. 498 p.
- Fonweban J.K. and F. Houillier, 1997. *Eucalyptus sativa*: Tarifs de peuplement et modèles de production. *Bois et Forêts des Tropiques* 253(3):21-36.
- Fonweban J.N., 1995. Modélisation de la production des peuplements forestiers: Application aux peuplements d'*Eucalyptus sativa* au Cameroun. Thèse de doctorat. ENGREF, Nancy. 197p.
- Frelich, L.E., 2002. Forest dynamics and disturbance regime. *Studies from temperate ever-green-deciduous forests*. Cambridge Studies in Ecology, Cambridge University Press.
- Fritts H.C., 1976. Tree rings and climate. Academic Press, London, New-York, San Francisco. 567 p.
- Frontier S. and D. Pichod-Viale, 1993. Ecosystèmes - Structure, fonctionnement, évolution. Collection d'écologie 21, Masson Paris, 2e éd. 447 p.

- Gillet F., 2000. La Phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. Université de Neuchâtel, Institut de Botanique. Doc. Labo. Ecol. Vég., 168 p.
- Graumlich L.J., Brubaker L.B. & Grier C.C., 1989. Long-term trends in forest net primary productivity: Cascade Mountains, Washington. *Ecology* 70:405-410
- Grime J.P., 1979. Plant strategies and vegetation processes. Wiley, Chichester.
- Groupe d'experts Intergouvernemental sur 'Evolution du Climat (GIEC), 2006. Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4: Agriculture, foresterie et autres affectations des terres. 71p.
- Guillard J., 1999. Contribution à l'histoire de l'aménagement dans les pays tropicaux. *Revue Forestière Française* 51 :322-332.
- Guinochet M., 1973. La phytosociologie. Collection d'écologie I. Masson éd., Paris. 227 p.
- Hairiah K., S.M. Sitompul, M. van Noordwijk, C.A. Palm, 2001. Methods for sampling carbon stocks above and below ground. ASB_LN 4B.
- Hassan R., R. Scholes and N. Ash (Eds.), 2005. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. Findings of the Condition and Trends Working Group of the Millenium Ecosystem Assessment. Washington, DC, Island Press.
- Heath L.S., R.A. Birdsey and D.W. Williams, 2002. Methodology for estimating soil carbon for the forest carbon budget model of the United States, 2001. *Environmental Pollution* 116(3):373-380.
- Herrera E., T.B.M.J. Ouarda and B. Bobée, 2006. Méthodes de désagrégation appliquées aux Modèles du Climat Global Atmosphère-Océan (MCGAO). *Revue des sciences de l'eau* 19(4):297-312.
- Houéto G., R. Glèlè Kakaï, K.V. Salako, A. Assogbadjo, B. Fandohan, B. Sinsin and R. Palm, 2013. Effect of inventory plot patterns in the floristic analysis of tropical woodland and dense forest. *African journal of ecology* 52(3):257-264.
- Houghton J.T, L.G.F. Meiro, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenburg andt K. Maskell, 1996. Climate change 1995: The science of climate change. Contribution of working group i to the second assessment report of IPCC. Cambridge University Press.
- Houghton R.A., 2003. Why are estimates of the terrestrial carbon balance so different?. *Global Change Biology* 9(4):500-509.
- Huston M., 1994. Biological diversity. Cambridge University Press, Cambridge.
- INRA, 2006. Sécheresse et agriculture: réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Synthèse du rapport d'expertise scientifique collective. 76p.
- IPCC, 2001a. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of the Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds. Houghthon, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell and C.A. Johnson). Cambridge University Press, UK.
- IWG-IFR, 2009. Report of Informal Working Group on Interim Finance for REDD+. Discussion Document, Paris.
- Jenkinson D.S. and D.S. Powelson, 1976. The effect of biocidal treatments on metabolism in soil. V) A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.* 8:209-213.
- Jyrki J., I. Vanha and T. Tina, 1998. Optimal sample and plot size for inventory of field and ground layer vegetation in a mature Myrtillus-type boreal spruce forest. *Annales Botanici Fennici* 35:191-196.

- Kabore C., 2004. Test d'applicabilité de l'échantillonnage horizontal par ligne au Burkina Faso. 10 p.
- Kabore S.A., K. Hahn, M. Hien and H.B. Nacro, 2015. Does the description of a root system matter for sustainable use and conservation? A case study in Burkina Faso. QScience Connect. Accessible sur le site : <http://dx.doi.org/10.5339/connect.2015.3>.
- Kaire M., J.S. Ouédraogo, B. Sarr and M. Belem, 2013. Guide de Mesure et de Suivi du Carbone dans le système sol-végétation des formations forestières et agroforestières en Afrique de l'ouest. Alliance Mondiale contre le Changement Climatique (AMCC / GCCA), 46p.
- Kangas A. and M. Maltamo, 2007. Forest inventory: methodology and applications, Springer, Dordrecht. 362 p.
- Karsenty A., 2013. De la nature des «paiements pour services environnementaux». Revue du MAUSS 42:261-270.
- Keller T., J.L. Edouard, F. Guibal, J. Guiot, L. Tessier and B. Vila, 2000. Impact d'un scénario climatique de réchauffement global sur la croissance des arbres. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences III 323:913-924.
- Kenkel N.C. and J. Podani, 1991. Plot size and estimation efficiency in plant community studies. Journal of Vegetation Science 2(4):539-544.
- Khresat S.A., Z. Rawajfih and M. Mohammad, 1998. Land degradation in north-western Jordan: causes and processes. Journal of Arid Environments 39:623-629.
- Kill, J., S. Ozinga, S. Pavett and R. Wainwright, 2010. Trading carbon. How it works and why it is controversial. Brussel, FERN: 118.
- Kindermann G., M. Obersteiner, B. Sohngen, J. Sathaye, K. Andrasko, E. Rametsteiner, B. Schlamadinger,
- S. Wunder and R. Beach, 2008. Global cost estimates of reducing carbon emissions through avoided deforestation. Proceedings of the US National Academy of Sciences 105:10302-10307. Washington DC.
- Kiss, A, 2004. Making biodiversity conservation a land use priority. In T. Mcshane and M. Wells (Eds.): Getting biodiversity project work. Towards more effective conservation and development. Columbia University Press, New York.
- Köhl M., S. Magnussen and M. Marchetti, 2006. Sampling methods, remote sensing and GIS multi resource forest inventory. Springer, Berlin. 144 p.
- Kosoy, A., Peszko, G., Oppermann, K., Prytz, N., Klein, N., Blok, K., Lam, L., Wong, and L., Borkent., 2015. State and Trends of Carbon Pricing 2015, World Bank, Washington, DC. 85 pp. Doi: 10.1596/978-1-4648-0725-1
- Kurz W.A., C.C. Dymond, T.M. White, G. Stinson, C.H. Shaw, G.J. Rampley, C. Smyth, B.N. Simpson, E.T. Neilson, J.A. Tyofymow, J. Metsaranta and M.J. Apps, 2009. Cbm-cfs3: A model of carbon-dynamics in forestry and landuse change implementing IPCC standards. Ecological Modelling 220(4):480- 504.
- Lacoste and Coll., 1988. L'évaluation environnementale: une pratique à généraliser, une procédure d'examen à parfaire. Rapport du Comité de révision de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts environnementaux (Rapport Lacoste). Gouvernement du Québec, Québec, 169 p. et annexes.
- Landell-Mills, N., 2003. Developing markets for forest environmental services: an opportunity for promoting equity while securing efficiency? In I.R. Swingland: Capturing Carbon & Conserving

- Biodiversity: The market approach. Earthscan, London, pp. 272-282.
- Lanly J.P., 1999. Aménagement et gestion durable. *Revue Forestière Française* 51(Sp):45-49.
- Laska, G., 2001. The disturbance and vegetation dynamics: a review and an alternative framework. *Plant Ecology* 157:77-99.
- LCA, 2008. Guide pratique: comprendre et utiliser les analyses agro-environnementales.
- Le Grand P., 1979. Biomasse racinaire de la strate herbacée de formations sahéliennes (étude préliminaire).
- Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM). 49p
- Le Prestre P., 2005. Protection de l'environnement et relations internationales. Les défis de l'écopolitique mondiale. Éd. Dalloz/Armand Colin, Coll. U sciences politique, Paris.
- Lebrun J. and G. Gilbert, 1954, Une classification écologique des forêts du Congo, Publication INEAC, Série scientifique N°63. 89 p.
- Lecomte H. and J. Rondeux, 2002. Les inventaires forestiers nationaux en Europe: tentative de synthèse.
- Les cahiers forestiers de Gembloux 5:3-24.
- Lefevre R., 2015. Matière organique stable du sol: dynamique et mécanismes de stabilisation. Thèse de doctorat de sciences de la terre et de l'environnement. Université Pierre et Marie Curie. 145 p.
- Limoges B., 2009. Biodiversité, services écologiques et bien-être humain. In Agri-réseau: Agroenvironnement. Accessible sur le site: http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/ Services_ecologiques.pdf
- Limoges B., 2011. Services écologiques; définitions, limites et défi. Communication orale. Congrès annuel de l'Association des biologistes du Québec, 28 octobre 2011, Boucherville.
- Locatelli B., 1996. Forêts tropicales et cycle du carbone. Montpellier, France.
- Locatelli B., 2002. Controverses sur les puits de carbone. In Johannesburg Sommet Mondial du Développement Durable 2002. Quels enjeux? Quelle contribution des scientifiques?» (M. d. A. e. Français, ed.), pp. 164-176, Paris.
- Maginnis S. and C. Espinosa, 2009. REDD plus and benefit sharing experiences in forest conservation and other resource management sectors. IUCN, Switzerland.
- Mahieu E., 2007. La destruction de la couche d'ozone et ses implications en Région wallonne. Ministère de la Région Wallonne-DGRNE.
- Malfait J.J., G. Pajot, P. Point, 2003. Le puits de carbone Landais. Actes du VII Colloque Arbora, Pessac, décembre 2003.
- Marbek, 2010. Assessing the economic value of protecting the Great Lakes ecosystems: A cost-benefit analysis of habitat protection and restoration. In Ministère de l'environnement de l'Ontario. Grands Lacs - En savoir plus - Étude économique sur les Grands Lacs. Accessible sur le site: http://www.ene.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@ene/@subject/@greatlakes/documents/nativedocs/stdprod_086941.pdf.
- Masera O.R., J.F. Garza-Caligaris, M. Kanninen, T. Karjalainen, J. Liski, G.J. Nabuurs, A. Pussinen, B.H.J. de Jong and G.M.J. Mohren, 2003. Modeling carbon sequestration in afforestation, agroforestry and forest management projects: the CO2FIX V.2 approach. *Ecological Modelling* 164:177-199.

- Mbow C., 2009. Potentiel et dynamique des stocks de carbone des savanes soudaniennes et soudano guinéennes du Sénégal. Thèse de doctorat d'état ès sciences. Institut des sciences de l'environnement. Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 319 p.
- Mero D.C., 2002. Financing reforestation for improved watershed management in the Philippines. European Tropical Forest Research Network (ETFRN) News No. 35.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. World Resources Institute, Washington. Accessible sur le site : <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Montagnini F. and P.K.R. Nair, 2004. Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 61 :281-295.
- Moreau F., 1960. Encyclopédie de la pléiade: Botanique. Librairie Gallinard, Paris. 1531 p.
- Morton F.I., 1983. Operational estimates of areal evapotranspiration and their significance to the science and practice of hydrology. *Journal of Hydrology* 66:1-76.
- National Research Council (NRC), 2004. Valuing Ecosystems Services: Toward better environmental Decision-Making. National Academy of Science. National Academies Press, Accessible sur le site: <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=030909318X>
- Nolet J., 2011. Valeur monétaire de la nature: pourquoi, comment et quels résultats? Communication orale. Congrès annuel de l'Association des biologistes du Québec, 28 octobre 2011. Boucherville.
- OAB/OIBT, 2003. Principes, Critères et Indicateurs OAB-OIBT de la gestion durable des forêts tropicales naturelles d'Afrique. Série développement des politiques OIBT, pp. 7-25.
- OCDE, 1992. Bonnes pratiques pour les études de l'impact sur l'environnement exercé par les projets de développement. Comité d'aide au développement, Lignes directrices sur l'environnement et l'aide n°1, Paris, 18p.
- Oeba V.O., S.C.J. Otor, J.B. Kung'u, N.M. Mbae and M. Larwanou, 2018. Soil Carbon Sequestration Differentials among Key Forest Plantation Species in Kenya: Promising Opportunities for Sustainable Development Mechanism. *Agriculture, Forestry and Fisheries* 7(3):65-74.
- Oeba V.O., S.C.J. Otor, J.B. Kung'u, N.M. Mbae and M. Larwanou, 2017. Growing common plantation tree species in Kenya for sale of carbon and wood supply: What is the best bet? *Southern Forests* 2017:1-8.
- Oeba V.O., S.C.J. Otor, J.B. Kung'u and N.M. Mbae, 2016. Estimation of aboveground and below ground carbon sequestration of *Cupressus lusitanica*, *Pinus patula* and *Eucalyptus saligna* plantation species in Kenya. *Journal of Forestry* 3(6).
- Olivier É., 2011. Notes de cours ENV. 792 - Valeur des écosystèmes et leur gestion. Communication orale. ENV. 792 – Valeur des écosystèmes et leur gestion, janvier 2011, Sherbrooke, Université de Sherbrooke, Centre universitaire de formation en environnement.
- Parresol B.R., 1999. Assessing tree and stand biomass: a review with examples and critical comparisons. *Forest Science* 45(4):573-593.
- Pau S., E.M. Wolkovich, B.I. Cook, T.J. Davies, N.J.B. Kraft, K. Blomgren, J.L. Betancourt and E.E. Cleland, 2011. Predicting phenology by integrating ecology, evolution and climate science. *Global Change Biol.* 17:3633-3643.
- Pauwels D., A. Thibaut, P. Lejeune and J. Rondeux, 1999. Elaboration de courbes de croissance en hauteur dominante pour les mélèzes (*Larix decidua* Mill. et *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.) en Belgique

meridionale1). *Annals of Forest Science*, 56 (1): 27-34.

Perrot-Maitre, D. and P. Davis, 2001. *Case Studies of Markets and Innovative Financial Mechanisms for Watershed Services from Forests*. Forest Trends. Washington, D.C.

Picard J. F., S. Magnussen, N.L. Banak, S. Namkossereana and Y. Yalibanda, 2010. Permanent sample plots for natural tropical forests: A rationale with special emphasis on Central Africa. *Environmental Monitoring and Assessment* 164(1):279-295

Picard N., 2006. Méthode d'inventaire forestier. CIRAD UPR Dynamique forestière, 43 p.

Picard N., L. Saint-André and M. Henry, 2012. Manuel de construction d'équations allo-métriques pour l'estimation du volume et la biomasse des arbres: de la mesure de terrain à la prédiction. Cirad et FAO. 222 p.

Pickett S.T.A., J. Kolosa, J.J. Armesto and S.L. Collins, 1989. The ecological concept of disturbance and its expression at various hierarchical levels. *Oikos* 54:129-136.

Pickett S.T.A., J. Wu and M.L. Cadenasso, 1999. Patch dynamics and the ecology of disturbed ground. In L.R. Walker (ed): *Ecosystems of the world: ecosystems of disturbed ground*. Elsevier Science. Pindard A., 2000. La relation stress hydrique-rendement du maïs en Bresse: quelle perspective despatialisation? Utilisation d'un simulateur de culture (SnCS). Mémoire d'ingénieur. Etablissement National d'Enseignement Supérieur Agronomique de Dijon (France), 61 p.

Poder T., 2011. Notes de cours ENV. 730 - Économie de l'environnement. Communication orale. ENV. 730 - Économie de l'environnement, hiver 2011. Sherbrooke, Université de Sherbrooke, Centre universitaire de formation en environnement.

Prokofieva I., S. Wunder and E. Vidale, 2012. Les paiements pour services environne-mentaux: Une opportunité pour les forêts méditerranéennes? Edition EFI Policy Brief 7, 16p.

Rappel, 2010. Évaluation des contraintes environnementales - Zone FR-8, Municipalité de Racine. Sherbrooke, p. 56.

Redondo-Brenes A., 2007. Growth, carbon sequestration, and management of native tree plantations in humid regions of Costa Rica. *New Forests* 34:253-268.

Reveret, J.P., I. Charron and R.M. St-Arnaud, 2008. Réflexions sur les méthodes d'estimation de la valeur économique des pertes d'habitats fauniques. Québec, Groupe Agéco pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Direction du développement socio-économique, des partenariats et de l'éducation. 54 p.

Reyes V, O. Segura and P. Verweij, 2002. Valuation of hydrological services provided by forests in Costa Rica. *ETFRN News* No. 35.

Roda J.M., 2001. Ecocertification tropicale et idées préconçues. *Bois et Forêts des Tropiques* 270.

Rodríguez Zuñiga, J.M., 2004. Paying for forest environmental services: the Costa Rican experience. *Unasylva* 54(212).

Rondeux J., 1993. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les Presses Agronomiques de Gembloux. Gembloux, 521 p.

Rondeux J., 1999. La mesure des peuplements forestiers. Presses agronomiques de Gembloux. 522 p. Rosa, H., D. Barry, S. Kandel and L. Dimas, 2004. Compensation for Environmental Services and Rural Communities: Lessons from the Americas. Paper presented at the International Conference on Natural Assets, Tagaytay City, Philippines, January 2003, 33 pp. Accessible sur le site: <http://www.umass.edu/peri/pdfs/WP96.pdf>

- Rykiel E.J., 1996. Testing ecological models: the meaning of validation. *Ecological Modelling* 90:229-244.
- Rykiel E.J., 1985. Towards a definition of ecological disturbance. *Australian Journal of Ecology* 10:361-365.
- Sadler B., 1986. Impact assessment in transition: a framework for redeployment. In Lang B. (Ed.): *Integrated Approaches to Resource Planning and Management*. The Banf Center School of Management. University. Calgary Press, Canada, p. 99-129.
- Salako V.K., R. Glèlè Kakaï, A.E. Assogbadjo, B. Fandohan, M. Houinato and R. Palm, 2013. Efficiency of inventory plot patterns in the quantitative analysis of vegetation: case study of tropical woodland and dense forest in Benin. *Southern Forests* 75(3):137-143.
- Sarmiento G., M. Pinillos and I. Garay, 2005. Biomass variability in tropical American lowland rainforests *Ecotropicos* 18:1-20.
- Sawyer D., Y. Bourassa and A. Justason, 2001. Évaluer nos environnements locaux. *Projet sur l'évaluation des ressources*. Document guide. Ministère de l'environnement du Nouveau-Brunswick, Canada. 24 p.
- Schmitz, 1971. La végétation de la plaine de Lubumbashi (Haut Katanga), *Série scientifique N°113*, INEAC, 388 p.
- Schwartz M.D., 2003. *Phenology: an integrative environmental science*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Schweingruber F.H., 1988. *Tree rings. Basic and application of dendrochronology*. D. Reidel publishing company, Dordrecht, Netherlands. 276 p.
- Shukla J. and Y. Mintz, 1982. Influence of land-surface evapotranspiration on the earth's climate. *Science* 215:1498-1501.
- Simiane G.V., 2007. *Evaluation de la séquestration du carbone dans des plantations agroforestières et des jachères issues d'une agriculture migratoire dans les territoires autochtones de Talamanca au Costa Rica*. Maîtrise en biologie végétale. Université Laval. 128 p.
- Smouts M.C., 2001. *Forêts tropicales, jungle internationale, les revers d'une éco-politique mondiale*. Paris, Presses de sciences politiques. 349 p.
- Sparks T.H. and A. Menzel, 2002. Observed changes in seasons: an overview. *Int. J. Climatology* 22:1715- 1725.
- Storch H. von, 1999. On the use of 'inflation' in statistical downscaling. *Journal of Climate* 12(12):3505-3506.
- Sukhdev P., 2008. *L'économie des écosystèmes et de la biodiversité : Rapport d'étape*. In *The Economics of the Ecosystems and Biodiversity*. TEEB Reports.
- Sukhdev P., 2010. *L'économie des écosystèmes et de la biodiversité: L'intégration de l'économie de la nature, une synthèse de l'approche, des conclusions et des recommandations de la TEEB*. In *The Economics of the Ecosystems and Biodiversity*. TEEB Reports.
- Tardieu F., P. Cruziat, J.L. Durand, E. Triboï and M. Zivy, 2006. Perception de la sécheresse par la plante. Conséquences sur la productivité et sur la qualité des produits récoltés. pp 49-67.
- Tedeschi L.O., 2006. Assessment of the adequacy of mathematical models. *Agricultural Systems* 89(2-3):225-247.
- Thompson R. and R.M. Clark, 2008. Is spring starting earlier? *Holocene* 18:95-104.
- Thornwaite C. and J. Mather, 1957. Instructions and tables for computing potential evapo-transpiration and the water balance. *Climatology* 10:183-243.

- Trexler, M.C., 2003. The role of the Green House gas market in making forestry pay. *Unasylva* 54(212). FAO, Rome.
- Tsayem D.M. and J.M. Fotsing, 2004. La déforestation tropicale dans le contexte de mondialisation des risques climatiques et écologiques: outils d'évaluation et de suivi in espaces tropicaux et risques, du local au global. Presses universitaires d'Orléans et IRD Editions, pp. 431-445.
- Tsiamala-Tchibangu N. and J.D. Ndjigba, 1998. Utilisation des produits forestiers autres que le bois (PFAB). Cas du Projet forestier Mot Koupé. *Tropicultura* 16/17:70-79.
- UK National ecosystem assessment, 2011. Synthesis of the Key Findings. Information Press, Oxford. Accessible sur le site : <http://uknea.unepwcmc.org/Resources/tabid/82/Default.aspx>
- UNEP, 2004. Clean development mechanism - Information and guidebook. Second Edition. Roskilde, Denmark, 102 p.
- UNFCCC, 1992. Convention Cadre des NU sur les changements climatiques. 33 p. Unlimited Wetland values. Accessible sur le site: http://www.ducks.ca/conserved/wetland_values/pdf/nvalue.pdf
- Van Laar A. and A. Akca, 2007. Forest mensuration. Springer, Dordrecht. 383 p. Villeneuve C., 1999. Le paradoxe de l'arche de Noé. In L'Encyclopédie de l'Agora.
- Wali M.L., 1987. The structure, dynamics and rehabilitation of drastically disturbed ecosystems. In Khoshoo T.N. (Ed.): Perspectives in environmental management. New Delhi, India: Oxford and IBH Publishing, 163-183.
- Wallace K.J., 2007. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. *Biological Conservation* 139: 235-246.
- Watson R.T. and IPCC, 2000. Land use, landuse change, and forestry: Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 203 p.
- White P.S. and A. Jentsch, 2001. The search for generality in studies of disturbance and ecosystems dynamics. *Progress in Botany* 62:399-449.
- Whiteman, A., 2002. Fiscal policies in support of the forestry sector in Africa. ETRFN News No. 35.
- Winrock International, 2004. Financial Incentives to Communities for Stewardship of Environmental Resources: Feasibility Study. Winrock International, Arlington, Virginia, USA. 50 pp.
- WMO, 1999. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1998, Global Ozone Research and Monitoring Project--Report No. 44. Geneva.
- WMO, 2003. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002, Global Ozone Research and Monitoring Project--Report No. 47, Geneva.
- World Bank, 2005. Carbon Finance Booklet. Overview of the World Bank Carbon Finance Business. Accessible sur le site: <<http://carbonfinance.org/docs/CFBrochure1.pdf> >.
- Wunder S., 2005. Payment for environmental services: some nuts and bolts. CIFOR Occasional paper.
- Zhang L., W. Dawes and G. Walker, 2001. Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale. *Water resources research* 37:701-708.
- Pages web: <http://www.ecosystemvaluation.org/1-02.htm>
https://ieta.wildapricot.org/resources/California/CETMA/cetma_v1_final_29oct13.pdf
http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php Visited on 10 March 2016.
http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
<http://www.biodiv.org/convention/default.shtml>.

Auteurs

Prof. Adjima Thiombiano
Université de Ouagadougou, Laboratoire de
Biologie et Ecologie Végétales ; 03 BP 7021
Ouagadougou 03, Burkina Faso
Tél. +226 70 238261; Courrier électronique:
adjima_thiombiano@yahoo.fr

Prof. Eliakimu Zahabu
Département des Mesures et de Gestion ;
Université d'agriculture de Sokoine, Faculté de
Foresterie et de Conservation de la Nature;
B P 3013 Chuo, Kikuu, Morogoro, Tanzanie;
Email: zahabue@yahoo.com; zahabue@suanet.ac.tz

Liste des autres contributeurs

Nom et Institution

Dr. Abasse Tougiani

Chercheur Principal; Institut national de
recherche agricole du Niger (INRAN)
BP 429, Niamey, Niger; Tél: +227 96970886;
Courrier électronique: abasse.tougiani@gmail.com

Dr. Bayen Philippe

Enseignant ; Université de Dédougou; BP
Burkina Faso; Tél: 226-705-73-601; Courrier
électronique: phbayen@yahoo.fr

Prof. Busuyi Olasina Agbeja

Université d'Ibadan, Nigéria ; Département de la
Foresterie sociale et Environnementale
Faculté des ressources naturelles renouvelables;
13, Ijoma Street, Université d'Ibadan, Nigeria;
Courrier électronique: olasinagbeja@yahoo.com;
bo.agbeja@mail.ui.edu.ng

Prof. Alfred Opere

Chef de Département de Météorologie,
Université de Nairobi, Collège des sciences de
Biologie et Physiques;
B P 30197-00100, GPO, Nairobi, Kenya;
Courrier électronique: aopere@uonbi.ac.ke

Dr. Bamba Syalla

Responsable Pôle Recherche : Changement
climatique et variabilité du climat,
WASCAL;
Centre de Compétence de WASCAL,
Ouagadougou, Burkina Faso;
Tél: Bureau: (+226) 25 37 54 23/29/39; Cell:
(+226) 76 76 53 85 (+226) 76 89 66 70,
Courrier électronique: sylla.b@wascal.org;
syllabamba@yahoo.fr

Mme. Beatrice Kolie

Enseignant Assistant ; Centre d'Etudes et de
Recherche en Environnement; Université de
Conakry;
BP; Conakry, République de Guinée

Dr. Daud Kachamba;

Enseignant; Université d'Agriculture et des
Ressources Naturelles de Lilongwe (LUANAR);
BP, Lilongwe; Tél: +265 993 605154; Courrier
électronique: dkachamba@gmail.com

Dr. Dan Guimbo Iro

Maitre-Assistant; Faculté d'Agronomie, Université
Abdou Moumouni (Niger);
Tél: (+227)96461038/90525602 ; Courrier
électronique:
danguimbo@yahoo.fr

Prof. Dan Lansana Kouruma Centre d'Études et de Recherche en Environnement; Université de Conakry République de Guinée
Courrier électronique : dan_lansana@yahoo.fr

Dr. Darlington Chima Uzoma

Maitre-Assistant; Université de Port Harcourt; Département des Forêts et de la Faune; Choba, BP 5323; Nigeria;
Courrier électronique: uzoma.chima@uniport.edu.ng

Dr. Dickson Mkanji

Enseignant, Université d'Egerton, Campus de Njoro, Département des Ressources Naturelles; BP 536 Egerton 20115, Kenya; Tél: +254. 0702115860;
Courrier électronique: lmakanji@hotmail.com, lmakanji@yahoo.co.uk

Dr. Doris Mutta

Chargé de Programme; Forum Forestier Africain (AFF); S/C World Agroforestry Center (ICRAF), United Nations Avenue; BP 30677-00100, Nairobi, Kenya; Tél: +254 020 7224485;
Fax: +254 020 7224001; Courrier électronique: D.mutta@cgiar.org

Dr. Godfrey Hampwaye

Maitre-Assistant, Université de Zambie, Département de géographie et d'études environnementales; Great East road, BP 32379, Lusaka, Zambie; Tél: +260 211 290 603, +260-977 806 063;
Courrier électronique. ghampwaye@unza.zm; hampwaye@yahoo.co.uk

Prof. Godwin Kowero

Sécrétaire Exécutif; Forum Forestier Africain (AFF); S/C World Agroforestry Center (ICRAF), United Nations Avenue; P. O. Box 30677 – 00100, Nairobi, Kenya;
Tél: +254207224203;
Courrier électronique: G.kowero@cgiar.org

Mr. Emmanuel Seck

Chef Programme ENDA - Energie Environnement Développement ; Complexe SICAP Point E Bâtiment B; 1er étage Avenue Cheikh Anta Diop X Canal IV; Dakar, Senegal;
Tél : (221) 33 869 99 48/49;
Fax : (221) 33 860 51 33;
Courrier électronique : se@endatiersmonde.org; ssombel@yahoo.fr

Dr. Emmmanuel Acheampong

Maitre-Assistant; Département de Sylviculture et de Gestion Forestières; Faculté des ressources naturelles renouvelables; Université Kwame Nkrumah des Sciences et Technologies (KNUST) BP, KNUST, Kumasi, Ghana
Tél: 0243412179;
Courrier électronique: eacheampong.irnr@knust.edu.gh

Mr. Eric Christophe Bayala

Chef service Ecovillages ; Direction Générale de l'économie; Vorté et du changement climatique BP 7044, Ouagadougou, Burkina Faso; Tél: 78914757 / 70650252;
Courrier électronique: bayalaeric2@gmail.com

Dr. Eyob Tesfamariam

Enseignant; Université de Pretoria; RM 5-15, Plant Sciences Complex; Corner of Lynwood Rd & Roper St.; Hatfield 0028; Afrique du Sud;
Tél.: +27-724597140; Courrier électronique: eyob.tesfamariam@up.ac.za

Dr. Franklin Joseph Opijah

Maitre-Assistant; Université de Nairobi; Campus de Chiromo; Département de Météorologie; BP 30197-00100 ; Nairobi, Kenya;
Courrier électronique: fopija@uonbi.ac.ke; fopijah@gmail.com; fopijah@yahoo.com

Prof. Jacob Mwitwa

Université de Copper belt, École des Ressources Naturelles, Zambie;
Tél: +260 977 848 462;
Courrier électronique: Jacob.mwitwa@gmail.com

Prof. John Nzioka Muthama

Directeur adjoint; Institut Wangari Maathai pour la paix et les études environnementales; Université de Nairobi, Collège des sciences de Biologie et Physique; Chef Département Changement Climatique et météorologie;
BP 15160-00100, GPO, Nairobi Kenya; Courrier-électronique: jmuthama@uonbi.ac.ke; jnmuthama@gmail.com

Dr. Joshua Ngaina

Chef du Département de Météorologie, South Eastern Kenya University (SEKU);
BP 170-90200, Kitui, Kenya; Courrier électronique: jngaina@gmail.com

Dr. Joyce Lepetu

Maitre-Assistant, Sciences de Forêts; Directrice, Centre de formation continue (CICE), Université d'Agriculture et des Ressources Naturelles de Botswana (BUAN);
BP 0027; Gaborone, Botswana;
Tél: +267 3650396; +267 3650100; Cell: (00267) 75168163 ;
Courrier électronique: jlepetu@bca.bw; jlepetu@yahoo.com

Dr. Jules Bayala

Chercheur Principal - Écosystèmes du Sahel; World Agroforestry Centre (ICRAF) ; Bureau régional pour l'Afrique de l'Ouest et du Centre - Sahel Node;
BP E5118, Bamako, Mali;
Tél: +223 20 70 92 20; Mobile: +223 77 71 41 90; Courrier électronique: J.Bayala@cgjar.org

Prof. Kokou Kouami

Directeur du Programme de Master en climat et Sécurité Humaine, WASCAL, Université de Lomé, Faculté des Sciences;
BP 1515, Lomé, Domicile BP 80825 Lomé, Togo;
Tél (00) 228 90 02 04 11/
Dom. (00) 228 22 71 33 44 ;
Courrier électronique: kokoukouami@hotmail.com

Prof. Kokutse Adzo Dzifa, Epse Kokou

Université de Lomé; Département de Botanique; BP 80825; Lomé Togo;
Tél: 0022890865207;
Courrier électronique: mimidam@hotmail.com

Dr. Kossi Adjonou

Université de Ouagadougou, Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales ;
03 BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina Faso;
Tél: +226 70 23 82 61;
Courrier électronique: adjima_thiombiano@yahoo.fr

Prof. Larwanou Mahamane

Chargé de Programme et Chef Section Programme; Forum Forestier Africain (AFF); C/o World Agroforestry Center (ICRAF); United Nations Avenue; P.O. Box 30677-00100, Nairobi, Kenya;
Phone: +254207224624;
Courrier électronique: M.larwanou@cgjar.org

Dr. Lizzie Mujuru

Maitre-Assistant; Département des Sciences Environnementales, Université de Bindura;
BP 1020, Bindura, Zimbabwe; Tél/Fax: +263 271-6505, Tél:+263 712 220 651/263 730 352279/+263 735302279
Courrier électronique: mujuru2004@yahoo.co.uk

Dr. Louis Sawadogo

Directeur de Recherche en Biologie et Ecologie Végétales; CNRST/INERA;
03 BP 7047, Ouagadougou 03, Burkina Faso;
Tél: 70255877;
Courrier électronique: sawadogo_ls@hotmail.com

Prof. Louis Zapfack

Université de Yaoundé 1, Faculté des Sciences, Département de Biologie Végétale;
BP 812, Yaoundé, Cameroun; Tél: +237-99-3396;
Courrier électronique: lzapfack@yahoo.fr

Mr. Macarthy Afolabi Oyebo

Président, Conseil d'Administration, Forum Forestier Africain; No. 3 Daniel Arap Moi Close; Off Maitama Sule Street, Asokoro; Abuja, Nigeria;
Courrier électronique: fofa31@gmail.com

Dr. Massaoudou Moussa

Chercheur, INRAN;
BP 240, Maradi, Niger;
Courrier électronique: massaoudmoussa@yahoo.fr

Prof. Nacro H. Bismark

Universite Nazi Boni de Bobo Dioulasso; Tél: 70247825; Courrier électronique: nacrohb@yahoo.fr

Prof. Paxie Chirwa

Universite de Pretoria; President Directeur de SAFCOL, Programme de Master Forêt; RM 5-15, Plant Sciences Complex; Corner of Lynwood Rd & Roper St; Hatfield 0028; Afrique du Sud; Tél +27(0)12 420 3213/3177; Cell +27(0)82 852 3386; Courrier électronique: paxie.chirwa@up.ac.za
Courrier électronique alternatif: forestscience@up.ac.za; Professeur extraordinaire de sciences forestières, Université de Stellenbosch

Dr. Paul Donfack

Charge de Programme; Forum Forestier Africain (AFF); S/C World Agroforestry Center (ICRAF), United Nations Avenue; PBP 30677-00100, Nairobi, Kenya;
Tél: +254 020 7224485;
Courrier électronique: p.donfack@cgiar.org

Dr. Ouédraogo Issaka

Enseignant; Université de Ouagadougou; Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales; 03 BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina; Courrier électronique: sonrenoma@yahoo.fr

Dr. Ouédraogo Amadé

Enseignant, Université de Ouagadougou; Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales; 03 BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina Faso; Courrier électronique: o_amade@yahoo.fr

Prof. Rajoelison Lalanirina Gabrielle

Chef du Département d'Eau et de Forêt; Ecole d'Agronomie; Université d'Antananarivo; BP 175, Antananarivo, Madagascar; Tél. +261 32 46 060 16;
Courrier électronique: g.rajoelison@yahoo.fr

zMr. Richard Banda

Doyen du Collège de Foresterie, Ministère des Terres, Protection de l'Environnement et des Ressources Naturelles
BP 1, Mwekera; Kitwe, Zambie; Tél. +260-212-252459; +260-212-251 460;
Mobile: +260-966 845 945;
Courrier électronique: rbinda4@yahoo.com

Dr. Rodrigue Castro Gredomon

Chef d'Unité; Forêt et moyens de subsistance des populations; Laboratoire de Biomathématiques et d'Estimations Forestières; Université d'Abomey-Calavi; Faculté des Sciences Agronomiques;
04 P O. Box 1525, Cotonou, Benin; Courrier électronique: castro.gbedomon@fsa.uac.bj; gbedomon@gmail.com

Dr. Shem Kuyah

Enseignant, Departement de Botanique; JKUAT, BP 62000-00200 Nairobi, Kenya;
Tél: +254-721-590-198;
Courrier électronique: kshem@jkuat.ac.ke, kuyashem@gmail.com

Dr. Salamatou I. Abdourahamane

Maitre Assistant; Université de Diffa; BP 78 Diffa, Niger;
Tél: (00227) 90316959/ 96978635;
Courrier électronique: assalamat2@yahoo.com

Dr. Tajudeen Okekunle Amusa

Enseignant; Université de Ilorin; Faculté d'Agriculture; Département de Gestion des Ressources Forestières;
BP 1515, Ilorin; Kwara State, Nigeria;
Tél: 08051750289; 07033831616;
Courrier électronique: amusa.to@unilorin.edu.ng; teejayui@gmail.com

Dr. Vincent Onguso Oeba

Chargé de Programme; Forum Forestier Africain (AFF) : S/C World Agroforestry Center (ICRAF), United Nations Avenue; P.O. Box 30677-00100; Nairobi, Kenya;
Tel: +254207224000 Extension (4048);
Courrier électronique: v.oeba@cgiar.org and vongusoeba@gmail.com

Dr. Wilson Kasolo

Sécrétaire Exécutif; ANAFE; S/C World Agroforestry Centre (ICRAF); BP 30677- 00100, Nairobi, Kenya;
Courrier électronique: W.KASOLO@cgiar.org

Prof. Winston J. Akala

Doyen de l'Ecole d'Education, Université de Nairobi;
BP 30197-00100, Nairobi, Kenya, Tél: 066-32117/32020/29, ou +254723432546, Courrier électronique: akala@uonbi.ac.ke; akalajumba@yahoo.com

Prof. Zac Tchoundjeu

Institut Supérieur des Sciences Environnementales;
BP 35460; Yaoundé, Cameroun;
Tel: +237-677 707582;
Courrier électronique: z.tchoundjeu@cgiar.org



Forum forestier africain

Une plateforme pour les acteurs du secteur forestier africain



Forum forestier africain

United Nations Avenue, Gigiri
B. P. 30677-00100
Nairobi, Kenya

Tél : +254 20 722 4203
Fax : +254 20 722 4001
Email: exec.sec@afforum.org
Site Web : www.afforum.org

ISBN 978-9966-7465-2-8

