Forum forestier africain

Une plateforme pour les acteurs du secteur forestier africain

Marchés et Commerce du Carbone

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

05

Forum forestier africain

Une plateforme pour les acteurs du secteur forestier africain

Marchés et Commerce du Carbone

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

Citation correcte : Forum forestier africain. 2019. Marchés et Commerce du Carbone : Un recueil sur le marché et le commerce du carbone pour la formation technique dans le secteur forestier Africain.

© Forum forestier africain. 2019. Tous droits réservés.

Forum forestier africain
United Nations Avenue, Gigiri
P.O. Box 30677-00100
Nairobi, Kenya

Tel: +254 20 722 4203
Fax: +254 20 722 4001

Site Internet: www.afforum.org

Photo de couverture : Services écosystémiques dans la forêt de Lokoly au Bénin : forêt-gallérie à Lokoly, Bénin (à gauche) ; déforestation au Bénin (au milieu) ; chute de Tanougou, Bénin (à droite). Permission : Enoch G. Achigan-Dako

Photo de couverture arrière : Puits à carbone sur pieds dans la forêt de Lokoly au Bénin. Permission : Enoch G. Achigan-Dako

Conception et Mise en page : Conrad Mudibo, Ecomedia

Avertissement
Les terminologies utilisées et les données présentées dans cette publication ne sont en aucune manière l'expression d'une opinion quelconque de la part du Forum Forestier Africain, quant austatut juridique des pays, territoires ou régions, ou de leurs autorités, ni quant à la délimitation de leurs frontières ou les limites, de leur système économique ou de leur niveau de développement. Des extraits peuvent être reproduits sans autorisation, à condition que la source soit dûment citée. Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles du Forum Forestier Africain.

Contents

Sigles et Abréviations 7
Remerciements 8
Préface 9
Résumé Exécutif 12

Chapitre 1. Types de services environnementaux 13

1.0 Aperçu du chapitre 13

1.1 Définitions et concepts 15
1.1.1. Définitions 15
1.1.2. Concepts 16

1.2. Opportunités économiques liées aux services environnementaux 17

1.3. Marchés des services environnementaux 18
1.3.1. Défis pratiques pour la mise en œuvre opérationnelle du PSE 18
1.3.2. Contrats de services sur les bassins versants 18
1.3.3. Marchés de séquestration du carbone 18
1.3.4. Marchés des services de conservation de la biodiversité 18
1.3.5. Marchés de services pour préserver la beauté des paysages 19
1.3.6. Marchés des services groupés 19

1.4. Paiement des services environnementaux 20
1.4.1. Systèmes de PSE 20
1.4.2. Conditions de mise en œuvre du PSE 21

1.5. Examens des systèmes de PSE 23

Chapitre 2. Changement Climatique et commerce du carbone 25

2.0 Aperçu du chapitre 25

2.1 Mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto 26
2.1.1. Mécanisme de Développement Propre 26
2.1.2. Mise en œuvre conjointe 27
2.1.3. Mécanismes de permis d'émissions négociables 27

2.2 Marchés réglementés 28
2.2.1 Structure des marchés réglementés 28
2.2.2 Cadre normatif du marché réglementé 28
2..2.3 Mécanismes et fonctionnement du marché réglementé 28
2.2.4 Limites des marchés réglementés 28

2.3 Origine et enjeux 30
2.3.1 Structure/organisation des marchés volontaires 30
2.3.2 Cadre normatif du marché volontaire (Normes) 30
2.3.3 Mécanismes et fonctionnement du marché carbone volontaire : concept de crédit volontaire 31

2.4 Procédures des projets de marchés volontaire et réglementé 32
2.4.1 Normes du marché 32
2.4.2. Principaux acteurs du marché 32
2.5 Commerce du carbone 33
2.5.1 Origine et flexibilité des marchés du carbone 33
2.5.2 Droit international et marchés du carbone 33
.5.3 Règles et fonctionnement des marchés 34
2.5.4 Accréditation des entités morales 34
2.5.5 Structures des contrats d'achat et prix du carbone 34
2.5.6 Conditions de vente et de paiement 35

2.6 Partage des bénéfices 36

2.7 Contexte de la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD+) et du mécanisme de développement propre (MDP) 37
2.7.1 Origines et définitions 37
2.7.2 Concept de projet MDP 38
2.7.3 Marché Volontaire du Carbone et Mécanisme de Financement Propre 47

Chapitre 3. Évaluation des stocks de carbone 49

3.0 Introduction 49

3.1 Définitions et concepts 49

3.2 Inventaires forestiers 51
3.2.1 Objectifs des inventaires forestiers 51
3.2.2 Méthodes d'inventaires 51

3.3 Évaluation de la biomasse 53
3.3.1 Biomasse aérienne 53
3.3.2 Biomasse souterraine 54
3.3.4 Matière organique du sol 55
3.3.5 Bilan carbone 56
3.3.6 Engagement de la communauté dans l'évaluation du stock de carbone 58

Références 60

Bibliographie 62

Auteurs principaux 63
Liste des autres contributeurs 63

Sigles et Abréviations

AFAT	Agriculture, foresterie et autres affectations des terres
AND	Autorité nationale désignée
CCNUCC	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
CCX	Chicago Climate Exchange
COP	Conférence des parties
COS	Carbone organique du sol
CRDI	Centre de Recherches pour le Développement International
DDC	Agence Suisse pour le Développement et la Coopération
EOD	Entité opérationnelle désignée
ERU	Unités de réduction des émissions
ETS	Système d'échange de droits d'émission
EU ETS	Système d'échange de quotas d'émission de l'Union Européenne
FCPF	Fonds de partenariat pour le carbone forestier
GDF	Gestion durable des forêts
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
JIM	Mécanisme de mise en œuvre conjointe
JVETS	Système japonais d'échange volontaire de droits d'émission
MDP	Mécanisme de développement propre
MRV	Suivi, notification et vérification
NIP	Note d'information sur le projet
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
DDP	Document descriptif du projet
PED	Pays en développement
PK	Protocole de Kyoto
PSE	Paiement pour services écosystémiques
REDD+	Réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts
RGGI	Initiative régionale sur les gaz à effet de serre
SIDA	Agence Suédoise de Coopération Internationale pour le Développement
UAQ	Unités de quantité attribuée
URCE	Unités de réduction des émissions certifiées
VCM	Marché volontaire du carbone
VER	Réduction volontaire ou vérifiée des émissions

Remerciements

Ce recueil a été élaboré à travers un processus organique qui a initialement conduit à l'élaboration de « modules de formation sur l'adaptation et l'atténuation du changement climatique basées sur les forêts, le commerce de carbone et le paiement d'autres services environnementaux ». Ces modules ont été développés pour la formation professionnelle et technique, et pour des cours de courte durée dans les pays d'Afrique subsaharienne. Le recueil contient les notions clés nécessaires pour dispenser de façon efficace, la formation envisagée dans les modules de formation, c'est-à-dire qu'il est structuré en fonction des modules de formation. Dans ce contexte, de nombreuses personnes et institutions, y compris celles du gouvernement, de la société civile, des universités, de la recherche, des entreprises, du secteur privé et d'autres communautés, ont contribué de diverses manières au processus qui a abouti à l'élaboration du recueil. Nous tenons à remercier collectivement toutes ces personnes et institutions pour leurs différentes contributions inestimables, étant donné qu'il est difficile dans un texte aussi court de les mentionner individuellement.

Nous apprécions également le soutien financier reçu du gouvernement Suisse par l'intermédiaire de la Direction du Développement et de la Coopération Suisse (DDC), lequel soutien a permis au Forum Forestier Africain (AFF) de mettre en œuvre son projet intitulé « Forêts, Peuples et Changement climatique en Afrique » qui a généré une grande partie des informations qui ont constitué la base de rédaction de ce recueil. L'AFF est également redevable à 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'aider divers contributeurs à le développer. Les questions abordées par les deux projets démontrent l'intérêt des peuples suisses et suédois pour le secteur forestier Africain et le changement climatique.

Nous remercions également les principaux auteurs, les contributeurs mentionnés dans ce recueil et l'expert pédagogique, ainsi qu'au comité de lecteurs des différentes ébauches du receuil.

Nous espérons que le recueil contribuera à dispenser d'une manière plus organisée et systématique des formations dans le secteur forestier et, à terme, à une meilleure gestion des forêts et arbres hors forêts en Afrique.

Préface

Les forêts et les arbres en Afrique soutiennent les secteurs clés des économies 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 tout le continent, tout en fournissant des biens et services publics internationaux. Les forêts et les arbres fournissent la majeure partie de l'énergie utilisée en Afrique. Les forêts et les arbres sont donc au centre du développement socio-économique et de la protection de l'environnement du continent.

Les forêts et les arbres hors forêts en Afrique sont affectés de diverses manières 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 très stratégiques dans la lutte contre le changement climatique. La grande diversité des types de forêts et des conditions en Afrique représente à la fois la force et la faiblesse du continent dans l'élaboration réponses forestières optimales au changement climatique. À cet égard, étant donné le rôle des forêts et des arbres dans le développement socio-économique et la protection de l'environnement, les actions menées 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 comprenne comment le changement climatique affecte les interrelations entre l'alimentation, l'agriculture, l'utilisation et les sources d'énergie, les ressources naturelles (y compris les forêts et les formations boisées) et les populations en Afrique tout en intégrant les politiques macro-économiques et les systèmes politiques qui définissent l'environnement opérationnel de ces interrelations. Bien que 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 pour améliorer le bien-être des populations et 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 essentiel dans le changement et la variabilité climatiques. Par exemple, 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 perspectives pour limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C, il est projeté avec une confiance moyenne que l'AFAT (Agriculture, Foresterie et autres Affectations des Terres) pourrait éliminer 0-5, 1-11 et 1-5 $GtCO_2$ par an respectivement d'ici 2030, 2050 et 2100. Il existe également des co-bénéfices associés aux mesures d'élimination du dioxyde de carbone par l'AFAT, telles que l'amélioration de la biodiversité, de la qualité des sols et de la sécurité alimentaire au niveau local. Le climat, quant à lui, affecte la fonction et la structure des forêts. Il est important de bien comprendre la dynamique de cette interaction pour pouvoir développer et mettre en œuvre des stratégies d'atténuation et d'adaptation appropriées pour le secteur forestier.

Entre 2009 et 2011, le Forum Forestier Africain a cherché à comprendre ces relations en rassemblant les informations scientifiques qu'il pouvait recueillir sous la forme d'un livre portant sur le changement climatique dans le contexte des forêts, des arbres et des ressources fauniques en Afrique. Ce travail, qui a été financé par l'Agence Suédoise de Coopération Internationale pour le Développement (Sida), a révélé des lacunes considérables dans la compréhension en Afrique des aspects du changement climatique dans le secteur forestier, comment relever les défis et saisir les opportunités qu'il présente, de

même que la capacité à le faire.

La contrainte la plus évidente pour l'Afrique dans la riposte au changement climatique a été identifiée comme le manque de capacité. 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 parties prenantes dans la mise en œuvre des activités d'adaptation et d'atténuation implicites dans de nombreuses stratégies de changement climatique. Par ailleurs, les organisations de la société civile et les agents de vulgarisation sont plus susceptibles de diffuser largement les résultats de recherche pertinents auprès des communautés locales, qui sont et seront affectées 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 et 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 en est une des approches logiques. Le personnel professionnel et technique du secteur forestier et des domaines connexes aurait également 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 des changements climatiques basées sur les forêts à Nairobi, au Kenya, en Novembre 2012, qui a attiré des participants d'institutions universitaires, de recherche et de la société civile sélectionnées, ainsi que du secteur privé. L'atelier a identifié les besoins de formation sur le changement climatique pour les établissements d'enseignement et de recherche liés à la foresterie aux niveaux professionnel et technique, ainsi que les besoins de 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 de formation identifiés lors de l'atelier se sont concentrés sur quatre domaines principaux, à savoir : la science du changement climatique, les forêts et l'adaptation au changement climatique, les forêts et l'atténuation du changement climatique, et les marchés et le commerce du carbone. Cela a servi de base aux participants à l'atelier pour développer des modules de formation pour la formation professionnelle et technique, et des cours de courte durée pour les agents de vulgarisation et les groupes de la société civile. Le développement de ces modules de formation a impliqué 115 scientifiques de toute l'Afrique. Les modules de formation fournissaient des orientations sur la façon dont la formation pourrait être organisée mais n'incluaient pas les notions clés et documentation pour une telle formation ; un besoin qui a été présenté à l'AFF par les institutions de formation et les agents concernés.

Entre 2015 et 2018, l'AFF a réuni 50 scientifiques Africains pour élaborer de manière pédagogique la documentation requise sous forme de recueils. Ce travail a été largement financé par la DDC et avec une certaine contribution du Sida. Au cours de cette période, huit recueils ont été élaborés, à savoir :

1. Science fondamentale du changement climatique : un recueil pour la formation professionnelle dans le secteur forestier Africain ;
2. Science fondamentale du changement climatique : un recueil pour la formation technique dans le secteur forestier Africain ;
3. Science fondamentale du changement climatique : un recueil de cours de courte durée pour le secteur forestier Africain ;
4. Marchés et commerce du carbone : un recueil pour la formation technique dans le secteur forestier Africain ;
5. Marchés et commerce du carbone : un recueil pour la formation professionnelle dans le secteur forestier Africain ;
6. Marchés et commerce du carbone : un recueil de cours de courte durée dans le secteur forestier Africain ;

7. Dialogues, processus et mécanismes internationaux sur le changement climatique : recueil pour la formation professionnelle et technique dans le secteur forestier Africain ; et
8. Modélisation climatique et élaboration de scénarios : un recueil pour la formation professionnelle dans le secteur forestier Africain.

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 » dans le renforcement des capacités de 574 formateurs de 16 pays Africains sur l'évaluation rapide du carbone forestier (RaCSA), le développement de Note d'Information sur le Projet (NIP), du Document Descriptif du Projet (DDP), l'exposition au commerce et aux marchés du 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), Togo (33), Nigéria (52), Madagascar (42), Swaziland (30), Guinée Conakry (40), Côte d'Ivoire (31), Sierra Leone (35) et Libéria (39). En outre, le même module a été utilisé pour doter les petites et moyennes entreprises (PME) forestières Africaines de compétences et de connaissances sur comment développer et s'engager dans le commerce du carbone forestier. À cet égard, 63 formateurs de formateurs ont été formés sur la 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 confirmé que de nombreux stagiaires ayant suivi la formation 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 bancables. De plus, de nombreuses parties prenantes ont déjà utilisé les modules de formation et les recueils pour améliorer les programmes de leurs établissements et la manière dont l'éducation et la formation sur le changement climatique sont dispensées.

L'élaboration des recueils est donc un processus évolutif qui a vu le renforcement progressif de la capacité de nombreux scientifiques Africains à développer des modules d'enseignement et de formation pour leurs institutions et le grand public. D'une certaine manière, cela a suscité l'intérêt au sein de la fraternité forestière Africaine à peaufiner progressivement la capacité à développer de tels textes et éventuellement des livres dans des domaines d'intérêt pour le continent, comme moyen de compléter l'information autrement disponible à partir de diverses sources, avec l'objectif ultime d'améliorer la compréhension de ces questions ainsi que de mieux préparer les générations présentes et futures à y faire face.

Nous encourageons donc une large utilisation de ces recueils, non seulement à des fins éducatives et de formation, mais aussi pour accroître la compréhension des aspects du changement climatique dans le secteur forestier Africain par le grand public.

Macarthy Oyebo
Président, Conseil d'Administration de l'AFF

Godwin Kowero
Secrétaire Exécutif de l'AFF

Résumé Exécutif

Présentation du module

Les mécanismes du marché du carbone (échange d'émissions, mécanismes de développement propre (MDP), réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD+) et marchés volontaires) sont considérés comme l'un des moyens de réduire les effets du changement climatique et d'autres problèmes environnementaux. Le marché du carbone (C) est entrepris à travers les systèmes de plafonnement et d'échange ou de crédit qui financent ou compensent les réductions de gaz à effet de serre (GES). Ce module présente les principes et concepts de l'estimation des stocks de carbone, du commerce du carbone, des paiements pour services environnementaux, des processus et accords commerciaux sur le carbone, des méthodes d'estimation des stocks de carbone, des questions méthodologiques sur le marché et le commerce du carbone, des risques et opportunités du marché de carbone, et le marketing mondial, régional et national.

Objectif du module

L'objectif de ce module est d'améliorer les connaissances des apprenants sur l'évaluation des stocks de carbone, le marché du carbone et les mécanismes de financement des activités forestières connexes.

Résultats d'apprentissage attendus

A la fin de ce module, les apprenants seront capables :

- d'exposer les principes et concepts du marché du carbone ;
- de déterminer les cadres institutionnels et juridiques du marché du carbone ;
- d'expliquer les risques et opportunités du marché du carbone ;
- de décrire les processus et accords commerciaux sur le carbone ; et
- d'évaluer les stocks de carbone.

Chapitre 1. Types de services environnementaux

1.0 Aperçu du chapitre

Les écosystèmes sont d'une importance cruciale pour les sociétés humaines en raison de leurs services nombreux et variés desquels dépend la vie. Ils fournissent aux populations des produits de valeur directe - nourriture, fibres et énergie et un éventail d'avantages indirects, notamment la filtration de l'eau, la régulation du climat, le recyclage des nutriments, la pollinisation, la lutte antiparasitaire et la régulation des maladies. Des écosystèmes sains sont particulièrement importants pour les personnes vivant dans les pays en développement, qui vivent souvent en relation très étroite avec leur environnement naturel. Malgré l'importance fondamentale des services écosystémiques pour le bien-être humain, les écosystèmes et leurs biens et services constitutifs continuent de décliner à un rythme alarmant (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Depuis 1961, les pays tropicaux ont perdu plus de 500 millions d'ha de couvert forestier et la consommation des produits ligneux a explosé de 50% dans le monde. Cela a entraîné une perte d'importants services environnementaux pour les moyens de subsistance, le développement économique et la santé des populations au niveau mondial.

L'une des principales raisons du déclin systémique de ces écosystèmes est que de nombreux services écosystémiques ne sont pas tarifiés ou valorisés par les systèmes de production, d'échange et de régulation en vigueur. Bien qu'il existe des marchés pour de nombreux services écosystémiques de « fourniture », les marchés ont tendance à être incomplets ou manquants pour les services « de régulation », « de soutien » et « culturels ». Les raisons des défaillances du marché sont bien connues : les services culturels ont tendance à avoir des caractéristiques de bien public (non-rivalité dans la consommation et non-exclusion), tandis que les services de régulation sont fortement influencés par les externalités de production (Swallow et al., 2009).

Ces services sont généralement peu connus, peu compris ou simplement tenus pour acquis par les décideurs, les entreprises privées ou les collectivités locales. En conséquence, ils sont rarement considérés sur les marchés en raison d'un accès insuffisant à l'information, d'une méconnaissance des consommateurs à leur sujet ou d'un manque de mesures incitatives efficaces qui inciteraient les utilisateurs des terres à adopter des pratiques durables ou respectueuses de l'environnement. Les systèmes de paiement pour les écosystèmes/services environnementaux (PSE) tentent de combler les lacunes en internalisant les avantages. Ceci crée un besoin de mesures d'incitations adéquates pour encourager l'adoption des approches respectives de l'environnement. La première étape consiste à définir les services environnementaux et à déterminer quels services peuvent être internalisés dans les transactions marchandes.

Les sociétés ont conçu un certain nombre d'instruments de politique publique pour faire face à ces défaillances du marché. Certains instruments, notamment les réglementations, les droits de propriété et les instruments financiers, ont été utilisés pour la gouvernance environnementale depuis de nombreuses années. Les instruments réglementaires ont tendance à être mis en œuvre de manière descendante et rigide, ce qui leur a valu le nom d'instruments de « politique stricte » ou de « commandement et contrôle ». Au cours des 20 à 30 dernières années, une variété de nouveaux instruments de politique environnementale « flexibles » ont été conçus et mis en œuvre. Ces derniers instruments ont tendance à

être plus flexibles et soumis à la négociation et au dialogue multipartite, et cohérents avec les approches du marché en matière d'efficacité (Swallow, 2009).

Ce chapitre définit les terminologies et concepts de base sur les services environnementaux et propose une classification et/ou une typologie de ces services. Le chapitre fournit également à l'apprenant des connaissances et des compétences sur les opportunités économiques liées aux services environnementaux et aux mécanismes des marchés du carbone (C).

1.1 Définitions et concepts

1.1.1. Définitions

Objectifs

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

- définir le Paiement pour Services Ecosystémiques (PSE) ainsi que les concepts associés ; et
- expliquer les principes des mécanismes de financement et d'échange de carbone forestier, notamment le Mécanisme de Développement Propre (MDP), la Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des forêts (REDD+) et les marchés volontaires.

Activité 1.1 : Remue-méninges

Partagez votre point de vue sur le concept de « services environnementaux ».

Écosystème forestier

Un écosystème est une unité de la nature comprenant une communauté d'êtres vivants (plantes, animaux et micro-organismes) ainsi que les facteurs inertes de l'environnement (sol, eau et climat) avec lesquels ils interagissent. Un écosystème forestier est un écosystème dans lequel la communauté est une forêt. La forêt tropicale du bassin du Congo est un exemple d'écosystème forestier. Elle abrite une grande variété d'espèces végétales et animales, qui comprennent des producteurs, des consommateurs et des décomposeurs. Ces organismes sont interdépendants les uns des autres pour leur survie. Les plantes sont les producteurs de cet écosystème. Les herbivores qui dépendent des plantes vertes pour se nourrir sont les consommateurs. Les décomposeurs décomposent les plantes et les animaux morts, retournant les nutriments au sol pour les rendre utilisables par les producteurs. Les bactéries, les fourmis et les termites sont entre autres décomposeurs importants dans l'écosystème.

Services écosystémiques

Les services écosystémiques sont les avantages nombreux et variés que les humains tirent librement de l'environnement naturel et du bon fonctionnement des écosystèmes. Ils comprennent, par exemple, les agroécosystèmes, les forêts, les prairies et les écosystèmes aquatiques. Ensemble, ces avantages sont de plus en plus connus sous le nom de « services écosystémiques » et font souvent partie intégrante de l'approvisionnement en eau potable, de la décomposition des déchets et de la pollinisation naturelle des cultures et d'autres plantes.

Service environnemental

Le service environnemental est défini comme une activité intentionnelle visant à maintenir ou à améliorer un actif de ressources naturelles, dont le but est d'améliorer la qualité de l'actif. Quatre critères permettent de qualifier un service environnemental (Aznar, 2002) :

- la propriété support sur laquelle est produit le service environnemental : cette propriété fait partie de l'espace naturel ;
- l'acte technique, c'est-à-dire la modification de la propriété du support ;
- le service en tant qu'acte volontaire, c'est-à-dire intentionnel ; et
- la finalité collective du service : le service environnemental est un bien public au sens économique du terme ; pour le prestataire, il existe une rémunération du service rendu, généralement sous forme monétaire, mais ce n'est pas toujours la même chose lorsque les prestataires sont bénévoles, regroupés ou non en association.

Les services « environnementaux » et « écosystémiques » sont souvent utilisés de manière interchangeable dans la littérature (Muradian et al., 2010).

1.1.2. Concepts

Valeur économique des services environnementaux

Les services écosystémiques sont des avantages matériels ou immatériels qui produisent le bien-être pour la société, en termes économiques ou non économiques. Les forêts, les tourbières, les terres agricoles et les eaux intérieures fournissent ensemble de nombreux services écosystémiques à la société. Alors que certains, comme le blé, le bois et la tourbe, ont une valeur marchande, d'autres, comme les beaux paysages, peuvent être appréciés gratuitement ou contribuent à la fourniture d'autres services, par exemple la pollinisation. La valeur économique de ceux-ci n'est pas directement perçue. Par exemple, les actions qui détériorent la nature ne se reflètent pas dans le prix du marché des produits. Par conséquent, il est très difficile, voire impossible, de donner une valeur monétaire et marchande aux services rendus par les écosystèmes (c'est-à-dire un prix pour la nature).

Toute monétarisation opérée repose en partie sur des critères subjectifs, d'autant plus que ces services sont imbriqués au sein d'un écosystème, lui-même dépendant d'autres écosystèmes et en fin de l'état de la biosphère. Une valeur économique (valeur pour l'économie) est souvent imposée et fait l'objet de nombreuses recherches. L'une des difficultés rencontrées pour mesurer la valeur de la biodiversité et des services fournis par les écosystèmes est qu'une grande partie de cette valeur n'est pas directement commercialisable, mais est liée à la résilience écologique et au potentiel écologique. Cette valeur est donc largement méconnue, car cachée dans le vivant (de l'échelle génomique aux grands réseaux écologiques). Elle ne s'exprime également que dans certaines conditions (réchauffement ou refroidissement climatique, épidémies, changements environnementaux majeurs, etc.), lesquelles conditions sont inconcevables en laboratoire.

Paiement pour Services Environnementaux (PSE)

Le PSE est un outil économique par lequel un producteur non contraint de services environnementaux est rémunéré, pour mettre en œuvre des pratiques permettant d'assurer le maintien de ces services. Il se distingue des approches fondées sur une contrainte, qu'elle soit réglementaire ou obligeant les producteurs à se payer pour compenser les effets négatifs de leur activité. Bien que la portée de l'outil PSE varie d'une étude à l'autre, la définition la plus communément acceptée est : un paiement effectué dans le cadre d'une transaction volontaire où un service environnemental clairement défini est acheté par un ou plusieurs « utilisateurs » auprès d'un ou plusieurs « fournisseurs » ; le paiement a lieu si et seulement si le fournisseur fournit effectivement le service.

Activité 2 (Discussion de groupe) (20 minutes)

- Discutez des trois causes naturelles des feux de forêt

Exercice (15 minutes)

1. Identifier et définir les terminologies communément associées aux services environnementaux ?
2. Décrivez cinq services environnementaux.
3. Quelle est la valeur économique des cinq services environnementaux décrits en (2) ci-dessus ?

1.2. Opportunités économiques liées aux services environnementaux

Aujourd'hui, quatre types de services environnementaux sont visés par le système PSE : la préservation de la biodiversité, la protection des ressources en eau, la séquestration du carbone et la préservation des paysages.

- Les PSE pour protéger la biodiversité sont encore rares. Les relations entre biodiversité, écosystèmes et bien-être humain restent moins perçues que celles liées à l'eau. Ici, l'échelle à privilégier est celle de l'aire protégée ou, plus précisément, du territoire où les intermédiaires capables de mettre en œuvre les plans de gestion sont présents et actifs.
- Les PSE pour les services hydrologiques restent les plus répandus. Protection de la qualité de l'eau, régulation des débits, y compris notamment la prévention des inondations et la préservation des habitats aquatiques.
- Les PSE pour le carbone, déjà dynamisés par le MDP mis en place dans le cadre du Protocole de Kyoto (PK) devraient continuer à se développer. Son échelle doit nécessairement être large, avec des bénéficiaires partout dans le monde.
- Les PSE liés aux paysages sont de loin les moins développés et sont fondés sur une valeur esthétique ou culturelle donnée à certains sites naturels. Avec le développement de l'écotourisme, cela pourrait évoluer rapidement à travers le monde.

En pratique, les services environnementaux désignent les services rendus par les forêts et les plantations forestières qui ont un impact sur la protection et l'amélioration de l'environnement. Ceux-ci comprennent : l'atténuation des gaz à effet de serre (GES) (fixation, réduction, séquestration, stockage et absorption); la protection de l'eau pour l'exploitation urbaine, rurale ou hydroélectrique ; la protection de la biodiversité en vue de son utilisation durable à des fins scientifiques et pharmaceutiques, les ressources génétiques et leur valorisation, la préservation des écosystèmes et des formes de vie ; et la beauté des paysages naturels à des fins touristiques et scientifiques.

En dehors de ces types de services, on distingue les services groupés (différents services provenant d'un même territoire qui considérés ensemble).

Exercice : Discussion de groupe (25 minutes)

1) Décrire les services environnementaux ciblés par les PSE ?
2) Évaluer les principales forces et faiblesses des systèmes de PSE ?

1.3. Marchés des services environnementaux

Objectifs
A l'issue de cette session, l'apprenant sera capable de définir les différents marchés de services environnementaux et leurs caractéristiques.

1.3.1. Défis pratiques pour la mise en œuvre opérationnelle du PSE

La portée géographique, la force et la structure de la demande, la concurrence, la nature et le prix des biens vendus et le nombre de transactions varient selon les systèmes de PSE. L'un des défis de la création des systèmes de PSE est de transformer les services fournis par les écosystèmes en « produits » qui peuvent être vendus aux bénéficiaires. Cela nécessite des données précises sur la nature du marché, la structure de la demande et la valeur des services pour les bénéficiaires. Généralement, plus un produit est spécifique (et plus le contrat de service est complexe), plus le coût de transaction du système est élevé - et les prix obtenus sont élevés. Les produits moins spécifiques seront moins chers à générer, et obtiendront des prix inférieurs. En conséquence, une situation optimale réconciliant la précision du produit et les coûts de transaction doit être trouvée. Dans tous les cas, la réussite d'un système de PSE nécessite une bonne connaissance des marchés des services environnementaux à vendre.

1.3.2. Contrats de services sur les bassins versants

Les marchés des services hydrographiques sont généralement à l'échelle locale et la plupart des transactions se déroulent au niveau du bassin versant. Traditionnellement, les marchés des services de protection des bassins versants n'impliquent pas l'échange de « produits » tels que la quantité ou la qualité de l'eau. Au lieu de cela, ils se concentrent sur le financement des utilisations des terres qui génèrent des avantages hydrographiques. Les services des bassins versants sont généralement financés par l'application de frais d'utilisation qui contribuent à améliorer la gestion des aires protégées en amont.

1.3.3. Marchés de séquestration du carbone

Les marchés de séquestration du carbone sont à l'échelle mondiale et la plupart des transactions impliquent des acheteurs internationaux. Ces marchés sont bien structurés et extrêmement concurrentiels. Cela oblige les fournisseurs de services à réduire leurs coûts de transaction pour minimiser le risque lié à la fiabilité des crédits carbone. Le déploiement d'un marché mondial de carbone est entravé par l'incertitude qui entoure la ratification du Protocole de Kyoto (PK) et les règles précises qui régiront sa mise en œuvre. Cette situation influence la définition des crédits carbone et leurs prix.

1.3.4. Marchés des services de conservation de la biodiversité

En ce qui concerne les services de conservation de la biodiversité, les marchés sont locaux, nationaux et internationaux. La diversité des services de conservation de la biodiversité entraîne une multitude d'exigences qui augmentent la complexité des mécanismes de

paiement. Les services de conservation de la biodiversité ne sont pas vendus directement ; ce sont plutôt les utilisations spécifiques des terres visant à protéger les espèces, les écosystèmes ou la diversité naturelle/biologique qui sont vendues. Les organisations internationales, fondations et ONG engagées dans la conservation sont les principaux acheteurs de services de conservation de la biodiversité. Certains

services, notamment ceux issus de la bio-prospection, s'appuient parfois sur la valeur potentielle de futures découvertes. Dans ce contexte, il est difficile de déterminer la valeur des services et d'équilibrer l'offre et la demande.

1.3.5. Marchés de services pour préserver la beauté des paysages

Ce sont les moins développés. Ces services font l'objet d'une demande nationale et internationale. L'industrie de l'écotourisme est peut-être l'un des principaux bénéficiaires et donc demandeurs de services pour préserver la beauté des paysages. Pour le moment, les gouvernements sont les principaux prestataires de services liés à la beauté des paysages, à travers la création d'aires protégées ou la protection de sites du patrimoine naturel ou culturel. Cependant, il y a une augmentation de l'offre de services de préservation de la beauté des paysages par les collectivités locales, car ce concept peut également inclure des pratiques culturelles, des usages traditionnels du sol ou des éléments architecturaux.

1.3.6. Marchés des services groupés

Ces marchés ont des éléments communs avec les marchés des services à l'environnement inclus dans le groupe. Les services peuvent être vendus sous forme de groupes unifiés (où les services ne peuvent pas être séparés) ou de « paniers » (des services spécifiques peuvent être achetés et les utilisateurs des terres vendent différents services aux acheteurs). Les groupes unifiés sont plus faciles à gérer et permettent de réduire les coûts de transaction. Cependant, ils sont moins efficaces car il est impossible de cibler les paiements sur les services individuels en raison du regroupement. L'approche « panier » permet donc de maximiser les rendements, mais est plus complexe à gérer et plus coûteuse.

Exercice de groupe (25 minutes)

1. Quels facteurs influencent la mise en œuvre opérationnelle des PSE ?
2. Décrivez les différents marchés des services environnementaux que vous connaissez ? Décrivez leurs caractéristiques.

1.4. Paiement des services environnementaux

Cette session aborde le paiement des services environnementaux. Il s'agit de les définir et de déterminer quels services peuvent être internalisés dans les transactions de marché.

Objectifs

A l'issue de cette session, l'apprenant sera capable :

- d'identifier les services environnementaux ciblés par les PSE ;
- de décrire les conditions de mise en œuvre du PSE ; et
- de déterminer les forces et les faiblesses des systèmes de PSE.

Activité 1.3. Remue-méninges (25 minutes)

Partagez votre point de vue sur le système de paiement des services environnementaux.

1.4.1. Systèmes de PSE

Les systèmes de PSE se concentrent essentiellement sur les services environnementaux fournis par la conservation des forêts, le reboisement et la Gestion Durable des Forêts (GDF), et certaines pratiques agroforestières ou agropastorales. De nombreux PSE ciblent les services hydrographiques. Voici une liste des services fournis par les écosystèmes forestiers et couverts par les systèmes de PSE existants :

- régulation des débits d'eau : maintien des débits d'eau par temps sec et régularisation des crues ;
- gestion de la qualité de l'eau : régulation de la charge solide, de la charge en éléments nutritifs (par exemple, phosphore et azote), de la charge chimique et de la salinité ;
- contrôle de l'érosion et de la sédimentation ;
- réduction de la salinisation des sols et régulation des eaux souterraines ou de la nappe phréatique ; et
- gestion des habitats aquatiques (par exemple le maintien de la température de l'eau, ombrage des rivières/cours d'eau, réguler la quantité de débris ligneux dans l'eau).

Les systèmes de PSE impliquent souvent des services liés à la biodiversité. Ainsi, la biodiversité peut-elle être mesurée par les écosystèmes, les espèces et la diversité génétique. Les services biologiques fournis dans le cadre des systèmes de PSE incluent la protection des écosystèmes, des habitats naturels, des espèces, des ressources génétiques ou d'autres ressources d'importance particulière.

Les services de séquestration du carbone sont également inclus dans de multiples transactions commerciales à travers le monde et dans plusieurs systèmes de PSE. La séquestration du carbone se produit lorsque des arbres ou d'autres plantes absorbent le carbone de l'atmosphère à mesure qu'ils grandissent. A l'inverse, la destruction des forêts entraîne le rejet de carbone dans l'atmosphère. La séquestration du carbone implique donc deux types de services : l'absorption active par reboisement ou réduction des émissions grâce à la conservation du couvert forestier.

Les services liés à la beauté des paysages sont principalement associés à des valeurs esthétiques ou culturelles attribuées à certains sites naturels. Il s'agit notamment de la protection des sites du patrimoine naturel, des récifs coralliens, des sanctuaires culturels ou même des moyens de subsistance traditionnels afin d'adopter une approche unifiée pour protéger les sites culturels et environnementaux. Cependant, peu de systèmes de PSE utilisent ces services car ils sont difficiles à quantifier et à évaluer en raison de leurs bases culturelles.

1.4.2. Conditions de mise en œuvre du PSE

Principes fondateurs des PSE

La notion de PSE prend en compte beaucoup d'éléments, mais on peut dire que la volonté de résoudre les problèmes environnementaux en dehors de la contribution coercitive de l'État a poussé de nombreux acteurs – notamment les ONG – à promouvoir des actions alternatives. Ces ONG suggèrent la négociation entre plusieurs agents qui interagissent à travers ce qu'on appelle des « services environnementaux » : certains agents bénéficient de certains services (qualité de l'eau, contrôle de l'érosion des sols, maintien de la biodiversité, etc.), tandis que d'autres agents ont la capacité de maintenir, produire ou modifier ces services. A cet aspect « volontaire » et « négociateur », s'ajoute le renversement du principe bien établi du « pollueur-payeur » : il ne s'agit plus d'amendes en cas de dégradation de l'environnement mais de payer un agent afin qu'il/elle améliore la qualité de l'environnement au-delà de ce que prévoit la réglementation. Cela conduit à un dernier principe fondateur du PSE : il est basé sur les incitations, par opposition aux paiements coercitifs.

Enjeux des paiements des services écosystémiques (PSE)

On distingue souvent les enjeux liés aux cycles de l'eau et de la forêt, de l'agriculture plus largement liés à la biodiversité, et enfin ceux des fonctions plus flexibles créées par les paysages, autour de la notion de fonction écosystémique dont les vertus fédératrices et cohérentes ont été identifiées dans les années 1980 (une première classification a été faite par le *Millenium Ecosystem Évaluation*).

Efficacité environnementale et efficience économique du PSE

Plusieurs caractéristiques des systèmes de PSE peuvent influencer leur efficacité (capacité à atteindre l'objectif environnemental) ou leur efficience (coût pour atteindre l'objectif). Les principales forces et faiblesses des systèmes de PSE comprennent :

- **identifier les bénéficiaires et générer une demande** : il est possible de créer un système PSE uniquement s'il existe une demande pour un service environnemental ; la première tâche consiste donc à identifier les bénéficiaires des services environnementaux et ceux qui sont prêts à payer pour ces services. Il est plus facile de convaincre les bénéficiaires à participer à un système de PSE lorsque les coûts et bénéfices sont perceptibles et quantifiables ;
- **générer des revenus pour les prestataires de services** : les systèmes de PSE doivent fournir des revenus suffisants et durables aux utilisateurs des terres pour qu'ils adoptent et maintiennent des pratiques de gestion des terres qui généreront les services écologiques souhaités ; le paiement doit donc être continu et non ponctuel, et sans limite pour une durabilité. En outre, le niveau de paiement doit être suffisamment élevé pour couvrir le coût de l'adoption de nouvelles pratiques d'utilisation des terres et le coût de l'abandon de certaines pratiques ;
- **générer des connaissances scientifiques et évaluer les services écosystémiques** : les écosystèmes fournissent de multiples services parfois mal connus, difficiles à quantifier ou à lier à des utilisations spécifiques des terres. En outre, divers types d'approches de conservation ou d'utilisation productive des terres sont compatibles avec l'application de ces mêmes services environnementaux. Dans cette perspective, pour créer des systèmes de PSE, il est important de comprendre comment les services environnementaux sont délivrés par les écosystèmes. Les systèmes de PSE nécessitent donc des connaissances scientifiques fiables sur les sites naturels et l'articulation entre les usages du sol et l'application des services environnementaux ;

- **comprendre l'environnement juridique et stratégique** : il s'agit de l'évaluation et de la compréhension des questions liées à la réglementation et aux politiques financières, aux droits de propriété, à l'établissement et au fonctionnement des structures institutionnelles, au financement du système de PSE ; et,
- **maîtriser les coûts de transaction** : les coûts de transaction liés à la mise en place et à la gestion des systèmes de PSE sont essentiels à la rentabilité de ces systèmes. Étant donné que les systèmes de PSE impliquent la création de nouveaux marchés avec un appui juridique, financier et institutionnel, les coûts de transaction sont susceptibles de l'emporter sur les avantages potentiels de tels systèmes. Dans l'ensemble, si les coûts de transaction sont trop élevés, les systèmes de PSE peuvent ne pas être la stratégie la plus rentable pour fournir des services environnementaux. Dans ce contexte, la maîtrise de ces coûts devient une priorité.

1.5. Examens des systèmes de PSE

Objectif
À la fin de cette session, l'apprenant sera en mesure d'analyser de manière critique les systèmes de PSE tels qu'ils sont appliqués dans les pays Africains.

Activité 1.4 : Discussion de groupe (25 minutes)
Analyser de manière critique le rôle des systèmes de PSE à favoriser les flux durables de services écosystémiques au profit de l'écosystème.

L'approche PSE met l'accent sur l'utilité immédiate que l'économie et la société tirent du fonctionnement d'écosystèmes préservés, alors que sa préservation a un coût (restauration, entretien, etc.) qui n'est généralement pas assumée par les bénéficiaires des services. Rémunérer ceux qui, par leurs pratiques, participent à cette préservation semble donc juste. Les systèmes de PSE sont considérés comme des outils souvent efficaces et apportent des réponses pragmatiques aux défis auxquels sont confrontées les politiques environnementales traditionnelles, mais :

- ils ne résolvent généralement que partiellement les problèmes. Selon Ostrom et Cole (2010) et Muradian et al. (2012), ce sont des outils économiques politiquement négociés pour les rendre acceptables, et qui ne cherchent pas « à appréhender le vrai prix des services écosystémiques (et) sont plutôt des instruments politiques qui s'inscrivent dans des contextes institutionnels et écologiques complexes ; il s'ensuit que le choix des destinataires des paiements, résultant d'un processus de négociation, répond à des considérations politiques qui déterminent à la fois la légitimité et l'acceptabilité du mécanisme et donc, rétroactivement, son efficacité par la diminution de la probabilité d'occurrence de comportements opportunistes » ;
- après un premier groupe d'expérimentation, ils sont interrogés sur leur efficacité et sur le fait qu'ils apparaissent souvent comme sources de messages ambigus voire d'effets pervers (réels ou potentiels), ex : rémunération pour la cessation de certaines pratiques illégales, mais les auteurs estiment que dans certains contextes favorisant ces effets, la rémunération semble parfois plus efficace que la répression lorsqu'elle est trop faible ou paraît trop « injuste » pour un une action coercitive est possible ;
- de plus, il y a des changements de motivation induits par les PSE. En théorie, le paiement devrait inciter les gens à adopter des comportements vertueux (surpeuplement en effet). Mais parfois, payer des gens pour mener des activités environnementales peut les amener à se débarrasser de toute autre action environnementale : ne rien faire avant d'être payé ; considérez que nous en faisons assez. Cet effet d'éviction conduirait les populations locales à adopter des principes d'action contraires à ce que suppose la théorie économique. Ceci est d'autant plus pertinent que le rapport à l'environnement et à l'argent n'est pas le même partout dans le monde et que les PSE sont censés être des contrats à durée déterminée. Et la question du comportement après le programme PSE n'est que rarement abordée ; et
- l'accès équitable aux PSE est également controversé en raison des questions foncières. En effet, le receveur du PSE est censé détenir des droits de propriété sur les espaces fournissant le SE. Cependant, de nombreux producteurs de SE ne détiennent pas toujours le titre de propriété de la terre. Cette situation exclut ceux qui n'ont pas de terre. De plus, l'accès aux PSE nécessite des ressources pour couvrir les coûts de transaction (connaissance des systèmes, études techniques préalables, etc.), ce qui crée des barrières à l'entrée pour les petits producteurs. Enfin, les paiements

reçus dépendent de la superficie des terres et des SE produits (souvent basés sur une superficie d'utilisation des terres). Les PSE renforcent alors le pouvoir économique de ceux qui sont déjà bien dotés en terre au détriment des pauvres.

Résumé

Ce chapitre a traité des définitions des services environnementaux ainsi que des concepts connexes. Il s'est également concentré sur les systèmes de paiement pour services environnementaux et a outillé les apprenants à connaître les types de services visés par les PSE, leurs conditions de mise en œuvre et leurs forces et faiblesses. Il a également abordé les différents marchés pour les services environnementaux et leurs caractéristiques, les facteurs qui influencent la mise en œuvre opérationnelle des PSE de même que les critiques sur les systèmes de PSE.

Chapitre 2. Changement Climatique et commerce du carbone

2.0 Aperçu du chapitre

Ce chapitre se focalise sur le Mécanisme de Développement Propre (MDP) et la Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des forêts (REDD+) en tant que mécanismes forestiers pour atténuer le changement climatique. Il facilite la compréhension des processus MDP et REDD+, des processus de mise en œuvre, de la différence entre RED, REDD et REDD+, et du cycle de développement de projet.

Les marchés du carbone réglementés reposent sur des systèmes d'allocation de quotas d'émission et d'échange d'équivalents CO_2 de GES, tirant leur légitimité de traités internationaux tels que le Protocole de Kyoto (PK) pour l'UE, le Royaume-Uni et le Japon ou d'accords régionaux tels que l'Initiative Régionale sur les Gaz à effet de serre (Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI) pour certains États des États-Unis. Le marché réglementé comprend les transactions générées par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), y compris le marché du carbone (ETS) établi par l'UE, et un nombre croissant de marchés nationaux ou régionaux.

Ainsi, ce chapitre initie-t-il les techniciens aux notions relatives aux mécanismes REDD+ et MDP et aux cycles de projets y associés. Il met également l'accent sur la compréhension des principes et des pratiques du financement et du commerce du carbone des projets MDP et REDD+ sur la réduction des émissions.

2.1 Mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto

Objectif

A l'issue de cette session, l'apprenant sera en mesure :

- d'expliquer les mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto ;
- de définir les objectifs du MDP ; et
- de décrire les principes de mise en œuvre et les conditions générales de fonctionnement du MDP.

2.1.1. Mécanisme de Développement Propre

Définition et objectifs du MDP

L'objectif du MDP est double :

- réduire pour les pays industrialisés (Annexe I) le coût de la mise en œuvre de leurs engagements de réduction en finançant ou en initiant des projets peu coûteux de réduction des émissions dans les pays en développement ; et
- aider les pays en développement (Non visés à l'Annexe I) à accueillir des projets qui contribuent à leur développement durable de manière à ce qu'un transfert de technologies respectueuses de l'environnement puissent s'opérer. Le MDP est donc un moyen d'attirer les investissements étrangers.

Principes de mise en œuvre

Un pays, un État ou une entreprise d'un pays de l'annexe I investit dans un projet de réduction des émissions de GES dans un pays en développement. En échange des réductions enregistrées, un volume équivalent d'unités de réduction certifiée des émissions (URCE) est émis. Cet investisseur peut vendre ces unités sur le marché ou les déduire de ses obligations internationales de réduction.

Nature des projets

Les secteurs couverts par les projets MDP sont : l'énergie, le traitement des déchets, l'industrie, le secteur résidentiel et tertiaire, les transports, l'agriculture et le secteur forestier. Les projets MDP peuvent être des projets d'économie d'énergie, de changement de combustible, d'énergie renouvelable ou des projets de « puits de carbone » (pour le secteur forestier).

Conditions générales de fonctionnement du MDP

- **Critères d'éligibilité** : le PK impose quatre conditions pour les projets MDP :
- la ratification du PK par les deux États (investisseur et hôte) ;
- le projet doit contribuer au développement durable du pays hôte : cela implique qu'il appartient à chaque pays en développement de définir et d'établir ses propres critères de développement durable ; certaines ONG ont développé des outils d'évaluation du développement durable ;
- le projet doit être approuvé par le pays hôte ; et,
- le projet MDP doit être additionnel c'est-à-dire que le projet permet des réductions d'émissions qui n'auraient pas été réalisées sans la création d'une obligation de réduction d'émissions.

- **Restrictions** : les restrictions contenues dans les Accords de Marrakech sont liées à l'interdiction de l'énergie nucléaire et à la limitation de l'utilisation des puits de carbone dans le cadre du MDP, à 1% des émissions de GES de 1990, des pays industrialisés, chaque année entre 2008 et 2012 ; et,
- **Acteurs institutionnels du MDP** : trois instances sont absolument nécessaires au fonctionnement du MDP :
- le **Conseil Exécutif** : qui supervise la mise en œuvre du MDP et enregistre les projets MDP ; il est également responsable de la délivrance des URCE ;
- l'**Autorité Nationale Désignée (AND)** : mise en place par le pays hôte ayant ratifié le Protocole, elle détermine les critères de développement durable propres à chaque pays et contrôle le processus d'approbation des projets ; et
- les **Entités Opérationnelles Désignées (EOD)** qui sont chargées de valider et d'auditer les projets MDP et d'informer le public.

2.1.2. Mise en œuvre conjointe

La mise en œuvre conjointe (MOC) est une forme particulière d'échange international de droits d'émission ou de permis d'émission définis dans le cadre du PK. De façon pratique, il s'agit d'un des mécanismes dits de « flexibilité » du PK, qui permet aux pays développés de réduire leurs émissions de GES en échangeant des quotas de carbone. Les entreprises (publiques ou privées) investissent dans des « projets » propres au sein des pays industrialisés ou hors du territoire national, leur permettant d'obtenir des crédits d'émission. Ces crédits carbone sont mesurés en unités de réduction des émissions (URE). Le mécanisme de mise en œuvre conjointe (MOC) fonctionne de la même manière que le MDP, mais ces projets sont réalisés dans les pays industrialisés et génèrent des unités de Kyoto appelées URE. Qu'en est-il des pays en développement d'Afrique ?

2.1.3. Mécanismes de permis d'émissions négociables

Il s'agit d'un système d'échange de permis d'émission. Principal mécanisme du PK, le mécanisme des permis d'émission négociables vise à encourager l'amélioration la plus rapide possible des systèmes de production les plus polluants et les moins efficaces. Quelque effort de réduction des émissions dans de tels systèmes aura en effet un faible coût par rapport à un effort de réduction dans un système déjà efficace. La marge bénéficiaire issue de la revente des permis sera donc majoritairement reversée à ceux qui amélioreront les ouvrages les moins performants et polluants. Il est donc fondé que plusieurs pays s'accordent à maîtriser les émissions de CO_2 au meilleur rapport efficacité/prix, là où les réductions d'émissions sont les moins coûteuses. Plusieurs marchés de permis d'émission ont été établis au niveau des entreprises, des groupes d'entreprises ou des États.

Exercice : Discussion de groupe (25 minutes)

1) Quels sont les mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto ?
2) Décrire les principales caractéristiques du Mécanisme de Développement Propre (MDP).

2.2 Marchés réglementés

Objectifs

À la fin de cette session, les participants seront en mesure de :

- définir les caractéristiques d'un marché carbone réglementé; et
- décrire les mécanismes, le fonctionnement et les limites des marchés réglementés.

2.2.1 Structure des marchés réglementés

Ces marchés réglementés sont souvent appelés mécanismes de « plafonnement et d'échange » ou « d'échange de quotas ». Dans le cadre du PK, les États et les industries qui sont contraints de réduire les émissions de GES échangent des unités de quantité attribuées (AQU) au niveau gouvernemental et des quotas européens (SEQE UE) au niveau de l'industrie à travers un marché. Dans le cadre de certains traités (KP, RGGI), les acteurs d'un marché réglementé ont également la possibilité d'acquérir des crédits carbone des projets afin d'atteindre leurs objectifs en compensant leurs émissions. Un plafond d'émission est fixé et les acteurs réduisent leurs émissions en fonction de leurs coûts de réduction et de la valeur du permis d'émission. Les marchés réglementés se conforment aux réglementations et aux politiques du gouvernement, permettant aux organisations de respecter les exigences annuelles en matière de plafond d'émissions. Des accords internationaux ou des politiques nationales obligent les pays ou les acteurs économiques à réduire leurs émissions de GES et leur donnent l'opportunité d'échanger des droits d'émission. Comme illustration, un acteur qui devrait réduire ses émissions à 100 t équivalent CO_2, mais qui n'arrive à en réduire qu'à 105 t équivalent CO_2 peut acheter 5 permis d'émission auprès d'un acteur qui a pu réduire plus que son objectif.

2.2.2 Cadre normatif du marché réglementé

Les marchés des quotas de CO_2 ont explosé en volume depuis 2000 et sont de plus en plus comparables aux marchés financiers. En plus des professionnels, les particuliers également investissent sur ces marchés, dont les actifs sous-jacents sont de plus en plus considérés comme des actifs financiers au même titre que les actions ou les obligations. Dans ce contexte, et compte tenu de la mission première de protection de l'épargne des marchés financiers, il est devenu crucial d'appliquer au marché du CO_2 des règles inspirées des règles des marchés financiers. En conséquence, les bonnes pratiques de régulation du monde financier : lutte contre les abus, régulation des intermédiaires, etc. doivent également être appliquées.

2..2.3 Mécanismes et fonctionnement du marché réglementé

Les marchés réglementés sont créés et régis par des dispositions climatiques nationales ou internationales obligatoires. Ils allouent ou vendent aux enchères des objectifs d'émissions de GES (quotas ou plafonds) aux pays, entités infranationales ou entreprises et leur permettent d'acheter des crédits carbone pour atteindre leurs plafonds, ou de revendre si leurs émissions sont inférieures à ces plafonds (il y a échange, c'est pourquoi on parle aussi de « plafonnement et échange »).

2.2.4 Limites des marchés réglementés

- **Plafond et réglementation lourde** : Dans un premier temps, la fixation d'un plafond imposé aux opérateurs économiques repose sur des données statistiques de volume d'émissions fluctuant à la fois en fonction des conditions économiques et en raison de la disparité des méthodes d'analyse. De plus, les limitations imposées sont basées sur des prévisions économiques qui peuvent s'avérer

fausses. Le système de plafonnement et d'échange impose également une lourde charge dans son application : définir les entreprises qui y sont soumises, leur allouer des quotas, et gérer les registres et les transactions, faire du système un programme *administré,* et donc rigide.

- **Secteurs inaccessibles par la réglementation** : Si les grands émetteurs des secteurs industriel et énergétique sont facilement identifiables, ce n'est pas le cas des petits émetteurs et même des transmetteurs surtout lorsqu'ils sont hors industrie. Pourtant, les émissions non industrielles et énergétiques, en particulier celles liées aux bâtiments, représentent 30% des émissions totales de GES et consomment 40% de toute l'énergie utilisée.
- **Incertitude politique** : Tant au niveau international que local, l'incertitude politique affecte le développement du marché réglementé et même son existence (ex : les États-Unis, deuxième émetteur mondial de GES après la Chine n'ont pas ratifié le PK ; le Canada, après ratification, s'est retiré). Dans ces conditions, comment créer un marché stable avec des conditions qui rassurent les acteurs économiques sur le long terme devient une préoccupation ? Il en va de même au niveau national où les changements de majorité politique comme c'est le cas en Australie remettent en cause la législation de plafonnement et d'échange.

2.3 Origine et enjeux

Objectifs

A l'issue de cette session, l'apprenant sera en mesure :

- d'expliquer les caractéristiques des marchés carbone volontaires ;
- de décrire la structure et l'organisation des marchés carbone volontaires ; et
- de déterminer les mécanismes et le fonctionnement des marchés carbone volontaires.

Le marché d'échange volontaire est un mécanisme d'échange de crédits carbone non lié à une réglementation internationale (contrairement à un échange carbone). Le marché volontaire permet aux entités (entreprises, collectivités, particuliers ou ONG) d'acquérir des crédits carbone pour compenser leurs émissions de GES, en dehors du cadre réglementaire et de toute obligation légale. Les acteurs de ce marché peuvent acheter soit des crédits carbone sur un marché réglementé, comme le PK, c'est-à-dire des URCE, soit des crédits carbone sur le marché volontaire (VER) qui sont certifiés, principalement par des ONG. Par conséquent, les VER ne sont pas délivrés par une autorité étatique ou administrative. De ce fait, leur délivrance n'est pas soumise aux lourdes règles bureaucratiques liées aux URCE.

2.3.1 Structure/organisation des marchés volontaires

Une plaque tournante majeure du marché des échanges volontaires est l'échange climatique de Chicago (Chicago Climate Exchange, CCX) dont le volume d'échange a dépassé 11 millions de tonnes de réduction d'émissions depuis son lancement en 2003. Il compte parmi ses membres, des États, des gouvernements municipaux et des entreprises privées qui se sont volontairement engagés à réduire leurs émissions de GES (4% en moyenne sur la période 1998-2001 pour la première phase en 2006 et 6% pour la seconde phase). En plus d'échanger des crédits, le CCX a également facilité la création de 3,6 millions de tonnes de réductions d'émissions à la fin de 2006. D'autres marchés d'échanges volontaires existent et les plus connus sont : la Bourse climatique de Montréal, la Bourse européenne du climat, l'Initiative régionale sur les gaz à effet de serre et l'Accord de Midwestern sur la réduction des gaz à effet de serre.

2.3.2 Cadre normatif du marché volontaire (Normes)

Bien que le marché volontaire soit très ouvert, il n'est dépourvu ni d'organisation ni de référentiel. Des organismes publics nationaux et internationaux et des ONG ont élaboré des normes à appliquer à ce marché, qui n'est pas réglementé, mais des normes ont été élaborées pour assurer une réduction crédible (réelle et vérifiable) des émissions de GES. Il s'agit notamment du Voluntary Gold Standard et du Voluntary Carbon Standard. De plus, la norme ISO 14064 démontre également une approche rigoureuse de développement de projet de réduction des émissions. La valeur des unités VER dépendra de la qualité et de l'intégrité du projet.

2.3.3 Mécanismes et fonctionnement du marché carbone volontaire : concept de crédit volontaire

Sur les marchés volontaires, les organisations ou les particuliers cherchent à acheter des crédits carbone pour compenser leurs émissions pour des raisons éthiques ou d'image publique. Ces marchés se caractérisent par une grande variété d'acteurs, de processus et de types de certificats carbone. Les marchés volontaires peuvent parfois être liés à d'autres marchés. Par exemple, certaines entreprises offrant des compensations d'émissions achètent des crédits de projet MDP et les annulent afin d'empêcher leur émission ailleurs. Les crédits achetés par les particuliers réduiront la quantité d'émissions totales autorisées pour les entreprises sur le marché réglementé.

Question(s) textuelle(s) (20 minutes)
Comment l'albédo et les feux de forêt provoquent-ils le changement climatique ?

Exercice : Discussion de groupe (25 minutes)

1) Quelles sont les différences entre le marché carbone réglementé et le marché carbone volontaire ?
2) Analyser les mécanismes et le fonctionnement du marché volontaire du carbone.

2.4 Procédures des projets de marchés volontaire et réglementé

Objectifs

À la fin de cette session, les apprenants seront en mesure :

- d'expliquer les principales normes adaptées au marché carbone volontaire, et,
- décrire les différents acteurs pouvant intervenir sur les marchés du carbone volontaires et réglementés.

2.4.1 Normes du marché

S'appuyant sur les limites des marchés volontaires (crédibilité du marché en l'absence de contrôle, transparence des fournisseurs), un certain nombre d'organisations et d'ONG ont développé des standards adaptés au marché volontaire. Ces normes comprennent :

- **Principales normes traditionnelles** : Mécanisme de Développement Propre, Normes de Carbone Vérifié, Gold Standard, REDD+, ISO 14064, Climate Action Reserve, etc.
- **Normes supplémentaires** : la norme ISocial C Standard, la norme W+, la norme Water Benefits, la norme Climat, Communité & Biodiversité, le label Plan Vivo, etc.

2.4.2. Principaux acteurs du marché

Les fonds sur le carbone sont des partenariats entre des acheteurs et institutions privées ou publiques. Ils centralisent une demande de crédits auprès d'acheteurs et de projets prospectés. Les crédits générés par les projets sont ensuite répartis entre les différents bailleurs au prorata de leur participation. Sur les marchés carbone en général, l'offre est proposée par des projets, des pays ou des entreprises. Les projets produisent et vendent des crédits issus d'actions de réduction ou d'absorption. Les pays ou les entreprises vendent des permis dépassant leurs quotas d'émission. La demande est constituée de pays, d'entreprises ou d'individus cherchant à acheter des licences ou des crédits pour remplir des engagements ou pour des raisons éthiques ou d'image. Les transactions peuvent être effectuées directement entre un acheteur et un vendeur ou à travers d'intermédiaires. On retrouve donc sur ces marchés les acteurs suivants :

- **porteurs de projets** : développent des projets de réduction d'émissions de GES et commercialisent des VER ;
- **grossistes** : ne vendent des compensations qu'en grande quantité et disposent souvent d'un portefeuille de crédits ;
- **détaillants** : vendent de petits montants de crédit à des particuliers ou à des organisations souvent en ligne, et peuvent avoir un portefeuille de crédits ; et
- **courtiers** : n'ont pas de crédits, mais facilitent les transactions entre vendeurs et acheteurs.

Exercice : Discussion de groupe (15 minutes)

- Identifier les acteurs des marchés carbone.
- Examiner de manière critique les rôles de ces acteurs.

2.5 Commerce du carbone

Activité 1.5 : Discussion de groupe en (25 minutes)
Analyser les différents aspects du commerce du carbone

2.5.1 Origine et flexibilité des marchés du carbone

La réponse au défi du changement climatique est la réduction des émissions de GES et la séquestration du carbone provenant des activités humaines. Cette réduction sera intégrée dans toutes les activités économiques de la planète grâce à la tarification des émissions anthropiques de GES. Pour ce faire, les moyens disponibles au niveau politique étaient nombreux, mais la principale réponse choisie par la communauté internationale, tant par l'ONU que par divers États, a été la mise en place de *marchés* du carbone dans le cadre du PK.

Cependant, dans une approche novatrice, ces engagements ont été accompagnés de mécanismes de flexibilité fondés sur le principe selon lequel la lutte contre *« le changement climatique nécessite un rapport coût-efficacité afin d'assurer un bénéfice global au coût le plus bas possible »*. Ces mécanismes de flexibilité comprenaient :

- échange de droits ou de quotas d'émission entre États (*système de plafonnement et d'échange*) ; et,
- développement de projets carbone-réducteurs permettant de générer des crédits compensatoires avec des droits d'émissions. Ces projets relevaient de deux catégories, à savoir : la mise en œuvre conjointe (MOC), qui permettait le développement de ces projets entre pays développés, générant des URE et le MDP permettant de monter des projets dans les pays en développement, donnant lieu à des URCE.

2.5.2 Droit international et marchés du carbone

Le marché réglementé comprend les transactions dérivées de la CCNUCC, y compris le marché du carbone (ETS) établi par l'UE, et un nombre croissant de marchés nationaux ou régionaux. L'objectif de la CCNUCC était de stabiliser les émissions de GES « à un niveau qui empêcherait toute interférence anthropique dangereuse avec le système climatique ». Le PK a renforcé cette obligation par des engagements quantifiés de réduction des émissions de GES (pour réduire les émissions de GES d'au moins 5% sur la période 2008 à 2012, en référence aux niveaux d'émission de 1990). Techniquement, cet engagement se traduit par un droit d'émettre une certaine quantité de GES durant cette période, chaque État ayant un plafond dont la quantité d'émissions est en Unités de Quantité Attribuée (UQA) pour la période d'engagement 2008-2012. L'échange de ces unités entre États a été un cas *école* pour le marché carbone issu du PK. Ce marché entre États est devenu un marché interentreprises grâce à un système d'échange mis en place par l'UE dans le cadre du PK.

Compensation
La compensation volontaire de carbone est un mécanisme de financement par lequel une entité (gouvernement, entreprise, particulier) substitue, en tout ou en partie, une réduction à la source de ses propres émissions de GES, à une quantité équivalente de crédits carbone en les achetant à des tiers. De façon pratique, la compensation consiste à mesurer les émissions de GES générées par une activité (transport, chauffage, etc.) puis, après avoir cherché à réduire ces émissions, à financer un projet de réduction des émissions de GES ou séquestration de carbone : énergie renouvelable, l'efficacité

énergétique ou le reboisement, ce qui réduira la quantité de GES à un autre endroit. Le principe sous-jacent est qu'une quantité donnée de CO_2 émise à un endroit peut être compensée par la réduction ou la séquestration d'une quantité équivalente de CO_2 à un autre endroit. Cette notion de « neutralité géographique » est au cœur des dispositifs mis en place par le PK. Il est important de souligner que la compensation volontaire doit être neutre en carbone : elle doit toujours accompagner ou suivre la mise en place de solutions énergétiques alternatives ou d'efforts de réduction des émissions.

La compensation ou la flexibilité offerte aux entreprises soumises aux quotas de l'UE via le MDP leur permet de compenser leurs quotas avec des URCE. Notons que cette flexibilité repose avant tout sur le volontariat, étant donné que le développement d'un projet MDP est le fruit d'une initiative de ces mêmes entreprises. D'autres systèmes de plafonnement et d'échange acceptent, selon des règles très variables, la compensation des droits ou quotas d'émission ainsi que le type de crédits de compensation éligibles à leur système : Australie, Californie, Inde, Japon, Kazakhstan, Nouvelle-Zélande, Norvège, Corée du Sud, Québec et Suisse. L'Afrique du Sud reconnaît sa compensation fiscale carbone par le biais des URCE.

2.5.3 Règles et fonctionnement des marchés

Un marché de carbone (ou système d'échange de quotas d'émission de GES) est un outil de politique publique pour réduire les émissions de GES (principalement de CO_2) dans l'atmosphère, lesquelles émissions sont responsables du réchauffement climatique. Cette politique consiste à faire payer aux émetteurs le coût du dérèglement climatique causé par leurs émissions selon le principe du pollueur payeur. Ce surcoût pour les émetteurs devrait les inciter à réduire leurs émissions, par exemple en réduisant leur consommation d'énergie ou en utilisant des énergies renouvelables plutôt que des énergies fossiles. Sur un marché du carbone, une entité publique (par exemple, l'ONU, l'UE, ou l'État) fixe des plafonds d'émission inférieurs à leurs niveaux d'émission actuels pour les émetteurs de GES et distribue des quotas d'émission correspondant à ce plafond. Au terme d'une certaine période, les émetteurs doivent prouver qu'ils ont respecté leurs obligations en fournissant à cette autorité publique le volume de quotas équivalent à leur volume d'émissions sur la période. Ceux qui ont émis de GES supérieurs au niveau autorisé doivent acheter les quotas qui leur manquent, à moins qu'ils ne reçoivent une amende importante, généralement non acquittée. A l'inverse, ceux qui ont émis moins que leurs quotas alloués peuvent vendre les quotas dont ils n'ont pas besoin sur le marché ou, si le marché permet de les conserver pour une utilisation dans la période suivante.

2.5.4 Accréditation des entités morales

L'accréditation est la phase qui précède la génération des crédits carbone. Après vérification, un auditeur indépendant certifiera que le projet a réussi à éviter les émissions de GES. Dans le cadre du MDP, c'est l'Entité Opérationnelle Désignée

(EOD) qui certifie les réductions de GES. Une EOD est une entité indépendante accréditée par la CCNUCC pour valider les projets de compensation dans le cadre du MDP.

2.5.5 Structures des contrats d'achat et prix du carbone

La relation juridique entre le vendeur et l'acheteur des URCE est matérialisée par un contrat dont l'objectif est de définir les conditions de délivrance et de paiement des URCE entre les deux parties. Comme tout contrat, le contrat d'achat des URCE couvre les aspects juridiques de la propriété des crédits carbone, les conditions de délivrance et de paiement et les risques liés à la transaction. Les contrats sont généralement conçus en tenant compte des spécificités du projet et des parties prenantes (vendeur et acheteurs). Si la majorité des contrats d'achat de crédits d'émission issus de projets ont des caractéristiques communes (achats *à terme* avec paiement à la livraison), il n'existe pas encore

de contrat type. Le délai d'achat varie selon le projet, de quelques années à dix ans. La nature des projets sous-jacents varie considérablement et les risques de non-exécution des projets sont donc très différents. En fonction des contrats, les risques - notamment le risque de non-validation des crédits au titre du PK - se répartissent très différemment entre l'acheteur et le vendeur. Certains acheteurs, comme le Fonds carbone japonais, supportent une grande partie du risque de non-validation en acquérant les crédits d'émission dès qu'ils sont validés par une entité opérationnelle avant qu'ils ne soient certifiés par le Conseil exécutif du MDP.

Cependant, la plupart des autres acheteurs exigent la délivrance de crédits certifiés. En cas de défaut, des pénalités sont souvent introduites dans le contrat, par exemple sous la forme d'amendes ou d'obligations pour le vendeur d'acquérir des URCE sur le marché secondaire. Dans ces conditions, il est difficile de comparer les prix du carbone entre contrats pour les raisons suivantes :

- le prix de carbone est très affecté par la nature de l'actif sous-jacent. Par exemple, les réductions d'émissions non destinées à être introduites dans le régime de Kyoto ont été achetées entre 0,65 et 2,65 dollars américain /t CO_2e entre Janvier 2004 et Avril 2005, avec une moyenne pondérée en volume de 1,20 dollars américains. A l'inverse, les crédits à valider dans le cadre du PK étaient achetés entre 3 et 8 dollars américains ; et
- les prix varient considérablement selon que le risque de non-validation incombe principalement au vendeur ou à l'acheteur. Lorsque l'acheteur prend le risque de non-validation, les prix varient entre 3,60 et 5 dollars américains /t CO_2e (avec une moyenne pondérée de 4,23 dollars américains).

2.5.6 Conditions de vente et de paiement

En pratique, les contrats peuvent être conçus selon différentes options, en fonction du type de projet et de son avancement, de la rentabilité, de la nature et du niveau des risques encourus, de la qualité et de la solidité des acteurs du projet, etc. Il existe trois options principales pour les contrats :

- **l'accord de péage** : ce type de contrat comporte deux options, à savoir la vente avec paiement d'avance, ou vente anticipée (lorsque le porteur de projet établit un contrat avec un acheteur avant la mise en œuvre du projet) et la vente avec paiement à la livraison (le paiement est effectué au moment de l'inscription des URCE par l'acheteur, c'est-à-dire lorsque les URCE sont transférées sur le compte de l'acheteur dans le registre national par l'administrateur du Registre international sur instruction de la CE) ;
- **le contrat d'option** : l'acheteur verse une prime d'option au promoteur du projet ; la validité de l'option est conditionnée par des exigences particulières faisant l'objet d'un contrat ; et
- **le recours direct au marché du carbone** : après l'acquisition par le porteur de projet des URCE, il peut soit faire appel à un courtier, soit trouver un repreneur.

2.6 Partage des bénéfices

Dans le cadre du commerce du carbone, un avantage peut être pécuniaire ou non, et être partagé entre des individus, des groupes, des communautés et des organisations. Dans le contexte de la REDD+, les avantages peuvent provenir de la rente forestière associée à la gestion des ressources forestières et des incitations monétaires et non monétaires. Les incitations financières comprennent des paiements en espèces, des prêts, des salaires ou des réductions fiscales. Les incitations non monétaires peuvent être des titres fonciers formels, des biens et équipements, le renforcement des capacités, la garantie des prix, des accords de partage des coûts, une meilleure application des lois, un meilleur accès au marché, etc. Ces avantages peuvent être partagés avec les communautés tributaires des forêts au niveau sous-national ou local, à travers soit la contribution des bénéficiaires, soit l'incitation à stimuler un ensemble particulier d'activités. Dans certains cas, les prestations peuvent être davantage une forme de compensation accordée aux bénéficiaires pour ne pas exercer certaines activités ou pour respecter les obligations sociales imposées par la loi.

Etude de texte (15 minutes)

- Décrire les marchés du carbone existants en Afrique.
- Quels sont les mécanismes de flexibilité de ces marchés du carbone ?
- Quels facteurs doivent être pris en compte dans le commerce du carbone ?
- Décrivez comment le profit des ventes de carbone est partagé entre les acteurs.

2.7 Contexte de la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD+) et du mécanisme de développement propre (MDP)

Objectifs

A la fin de cette session, les apprenants seront en mesure de :

- définir l'origine des projets REDD+ et MDP ; et
- décrire les mécanismes REDD+ et MDP.

Remue-méninges (20 minutes)

- Décrire les mécanismes REDD+ et MDP.
- Expliquer comment ces mécanismes contribuent à la problématique du changement climatique.

2.7.1 Origines et définitions

Origine des projets MDP

Avec le PK (1997), les pays industrialisés, les pays visés à l'Annexe I (pays d'OCDE et d'Europe de l'Est) se sont mis d'accord pour limiter leurs émissions de GES. Ces pays se sont engagés à réduire leurs émissions globales de 5,2% sur la période 2008-2012, par rapport aux niveaux de 1990. Ce plafonnement se traduit par des obligations de réduction d'émissions propres à chaque pays industrialisé auquel le Protocole alloue un quota annuel d'émissions de GES. En échange de ces obligations, poussées par les pays du parapluie (composé des États-Unis, du Japon, de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande (qui s'est retiré), de la Norvège, de la Russie, de l'Ukraine et de l'Islande), trois mécanismes de marché, dits « mécanismes de flexibilité » ont été introduits pour réduire les coûts de mise en œuvre de ces engagements : la Mise en Œuvre Conjointe (article 6), le Mécanisme de Développement Propre (article 12) et le marché international d'échange de droits d'émission (article 17). Ces trois mécanismes présentent un double avantage pour les pays industrialisés : ils permettent de remplir les obligations de Kyoto à moindre coût et ils intègrent l'idée d'une flexibilité du coût lié à leur mise en œuvre, en fonction du lieu d'émission. Les Accords de Marrakech, adoptés en 2001, ont fixé les règles de fonctionnement du MDP.

Questions interactives (15 minutes)

1) Décrire les origines du MDP.
2) Quel est l'objectif principal du mécanisme MDP ?
3) Quelles sont les activités éligibles au MDP ?
4) Analyser la place de la REDD+ au sein des mécanismes de réduction des émissions de GES.

Origine des projets REDD+

Le mécanisme de « déforestation évitée », dont l'acronyme a été successivement RED, REDD et REDD+, est né du débat sur l'éligibilité au MDP des projets d'utilisation des terres et de foresterie, qui a été l'une des questions les plus controversées lors de la 6ème Conférence des parties sur le changement climatique (COP) en Novembre 2000. L'une des principales raisons pour lesquelles une majorité de délégués ont rejeté les projets de «déforestation évitée» dans le cadre du MDP était le risque de « fuite » des émissions : ne s'attaquant pas aux causes structurelles de la déforestation, les projets de conservation risquent de la déplacer d'un endroit à l'autre, soit directement (en détournant les pressions humaines), soit par le biais des changements de prix des produits agricoles et des terres (une contrainte sur la culture de nouvelles terres peut augmenter les prix des produits agricoles et donc rendre la déforestation plus rentable dans d'autres forêts). À la suite de ce rejet, une proposition sur les « réductions compensées » (financièrement) a été formulée en 2003 (Santilli et al., 2003). Elle a été conçue comme une réponse à l'objection du risque de fuite qui avait entravé l'inclusion de projets de conservation dans le MDP. La proposition était que les réductions d'émissions de la déforestation soient calculées au niveau national, réduisant ainsi le risque de fuite lié aux activités basées sur des projets.

Depuis 2005 et sur proposition de la *Coalition for Rainforest Nations*, le mécanisme REDD (qui deviendra REDD+) a fait l'objet d'intenses discussions en tant que principe de rémunération des pays en développement qui réduirait leur taux de déforestation. Au fur et à mesure de l'avancée des négociations, le champ des activités éligibles s'est élargi sous la pression de divers groupes d'intérêts publics et privés. Tout d'abord, la lutte contre la dégradation des forêts, puis la gestion durable des forêts, la plantation d'arbres et la conservation des stocks de carbone ont été déclarées «activités éligibles» dans le cadre de la REDD+.

Questions interactives (10 minutes)
Analyser la relation entre les mécanismes REDD+ et MDP.

2.7.2 Concept de projet MDP

Le MDP est l'un des moyens par lesquels les pays développés signataires du PK rempliront leurs engagements. Il vise à aider les pays en développement à atteindre un développement durable en favorisant les investissements dans « l'économie verte » par les gouvernements des pays industrialisés et leurs entreprises. Ce mécanisme permet à un pays industrialisé de financer des projets qui réduisent les émissions de GES dans un pays du Sud. En contrepartie, l'investisseur obtient des crédits d'émission. L'objectif du MDP du PK est :

- d'aider les pays développés (ou leurs entreprises) à respecter leurs engagements vis-à-vis de la limitation et de la réduction des émissions quantifiées; par exemple, si un pays développé aide un pays en développement à mettre en place un mécanisme qui permet à ce dernier de se développer de manière plus durable, le pays développé peut déduire cette aide de ces émissions ; et
- d'assister les pays en développement à atteindre le développement durable en contribuant à la stabilisation des GES.

Pays signataires et non signataires

Le protocole a été signé le 11 Décembre 1997 lors de la troisième Conférence Annuelle des Parties («COP3») à Kyoto, au Japon. Pour entrer en vigueur, il devait être ratifié par 55 pays développés ayant consolidé au moins 55% des émissions mondiales de GES en 1990. Il est entré en vigueur le 16 février 2005. À ce jour, 196 « Parties » (195 États et l'UE) ont déposé leurs instruments de ratification, d'adhésion, d'approbation ou d'acceptation, à l'exception notable des États-Unis. Seuls 37 pays industrialisés se

sont réellement engagés dans les objectifs de ce mécanisme au cours de la première période. Les pays en développement, dont le Brésil, la Chine, l'Inde et l'Indonésie, sont également des Parties au protocole mais ne participent pas à l'engagement de réduction des émissions de GES. Dans la pratique, les sanctions résultant du non-respect du PK n'ont jamais été clairement définies. Dans la pratique, l'accord n'est pas juridiquement contraignant à ce jour. La COP 21 à Paris (30 Novembre - 11 Décembre 2015) devait aboutir à un accord juridiquement contraignant impliquant les 196 parties. L'objectif est de limiter l'augmentation de la température du globe à 2°C par rapport au début de l'ère industrielle.

Discussion de groupe (25 minutes)

- Identifiez les pays signataires et non signataires du PK.
- Evaluez la position de la Chine, du Brésil et de l'Indonésie et le succès du mécanisme et montrez comment cela a un impact sur la foresterie en Afrique

Chronologie du MDP et défis en Afrique

En 1992, lors du Sommet de la Terre de Rio, les pays présents ont adopté la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et ont ainsi reconnu l'influence des activités humaines sur le réchauffement de la planète. Dans la CCNUCC, les pays industrialisés signataires (énumérés à l'annexe 1 de la convention) devaient réduire leurs émissions de GES aux niveaux de 1990 pour l'an 2000. Cet engagement s'est vite avéré insuffisant pour éviter le réchauffement inévitable du climat. C'est pourquoi, lors de la COP 1 en 1995, après l'entrée en vigueur de la Convention, les parties contractantes ont décidé d'entamer des négociations pour adopter le Protocole de Kyoto. Afin de réduire les coûts liés à la mise en œuvre de ces engagements de réduction, les trois « mécanismes de flexibilité », dont le MDP, ont été mis en place.

L'une des intentions de la création du MDP était de soutenir l'Afrique par le transfert de technologie, les avantages du développement au niveau communautaire, l'amélioration des investissements du secteur privé et le développement du marché. Cependant, les projets en Afrique qui ont réussi à passer par les procédures formelles pour le développement et l'enregistrement d'un projet MDP étaient très peu nombreux (3% des projets) (Desanker, 2005).

La nature des avantages d'un projet MDP en termes de développement est laissée à la discrétion du pays en développement, tandis que la contribution à la compensation des émissions d'un pays développé est évaluée et vérifiée au niveau international. Cela a plusieurs implications importantes pour la réussite du projet. Les projets doivent être développés avec l'étroite collaboration et la coopération du gouvernement hôte afin de garantir que les activités MDP bénéficient d'un large soutien national. Négliger le rôle et les intérêts d'un gouvernement national a conduit dans certains cas à des difficultés d'enregistrement des projets MDP. La surveillance internationale des réductions d'émissions effectives rend nécessaire la mise en place de systèmes élaborés pour l'approbation, la vérification et la validation des projets et l'accumulation des réductions d'émissions. Ce processus est pour la plupart considéré comme trop complexe et coûteux pour que de nombreux pays en développement puissent s'y retrouver, ou dans le cas de petits projets (dont les règles sont simplifiées) tout simplement trop coûteux. En outre, les projets MDP sont censés être développés par le secteur privé, souvent dans des domaines - dont la foresterie - qui n'ont traditionnellement pas fait l'objet d'investissements privés en Afrique.

Étant donné le degré élevé de dégradation des sols dans de nombreux pays Africains et la forte dépendance des ressources en bois pour l'énergie, les projets de boisement et de reboisement (projets de puits) sont intuitivement sensés. La faible technologie requise pour faire pousser des arbres devrait rendre ce type de projet très accessible, même aux communautés rurales. Pourtant, les tendances de la participation Africaine au MDP pour ce type de projet sont particulièrement peu reluisantes. Les défis sont nombreux et varient selon les pays, mais en général, ils comprennent (Desanker, 2005) :

- les coûts prohibitifs et le manque de capitaux d'investissement pour développer des projets forestiers au cours des nombreuses années avant l'accroissement des revenus provenant des échanges de droits d'émission ;
- le manque d'investisseurs privés pour le boisement et le reboisement, puisque ces activités ont généralement été réalisées dans le cadre de projets de développement soutenus par les gouvernements ou les bailleurs de fonds dans la majeure partie de l'Afrique ;
- des marchés incertains pour les réductions d'émissions, notamment la réticence de nombreux acheteurs des pays développés à prendre en compte les crédits issus d'activités forestières ;
- la complexité des processus de développement des projets jusqu'à leur achèvement, en particulier la préparation des méthodologies et le manque de capacité technique nationale pour développer des méthodologies sans dépendre d'un soutien technique international coûteux ;
- le manque de capacité institutionnelle internationale adéquate pour les différentes étapes d'un projet MDP, de la mobilisation des ressources à la certification et à la validation, compte tenu de la diversité des situations dans les nombreux pays d'Afrique ;
- le manque de capacité institutionnelle en Afrique pour mettre en œuvre toutes les exigences de la participation au MDP, telles que l'établissement d'une Autorité nationale désignée (AND) dont le rôle est de définir les critères de développement durable et de faciliter l'investissement privé dans les activités MDP ; et
- les difficultés à identifier les projets éligibles.

Mécanismes et principes

Un État ou une entreprise d'un pays de l'annexe I investit dans un projet de réduction des émissions de GES dans un pays en développement. En échange des réductions constatées, un volume équivalent d'unités de réduction certifiée des émissions (URCE) est émis. Cet investisseur peut vendre ces Unités sur le marché ou les déduire de ses obligations internationales de réduction. L'objectif du MDP est double :

- pour les pays industrialisés (Annexe I) : réduire le coût de la mise en œuvre de leurs engagements de réduction en finançant ou en réalisant des projets de réduction d'émissions à faible coût dans les pays en développement ; néanmoins, le Protocole exige que des réductions importantes puissent être réalisées au sein des pays industrialisés ; et,
- pour les pays en développement (hors annexe I), il s'agit d'accueillir des projets qui contribuent à leur développement durable ; un transfert de technologie est censé avoir lieu.

Les principaux acteurs impliqués dans un projet MDP sont :

- ***le Promoteur du projet*** : C'est l'entité qui développe le projet et le soumet au Conseil exécutif du MDP pour adoption. Cet organisme peut être un organisme gouvernemental, une municipalité, une fondation, une institution financière, un opérateur privé ou une ONG ;
- ***les Entités Opérationnelles Désignées (EOD) du MDP*** sont des entités nationales ou internationales (cabinets d'audit) accréditées par le Conseil Exécutif du MDP et investies de diverses missions opérationnelles : validation du DDP, soumission publique du DDP, intégration des contributions des parties prenantes dans les documents du projet, vérification et certification de la réduction des émissions pendant l'exploitation du projet ;
- ***l'investisseur MDP du projet*** est généralement une institution publique ou un opérateur privé d'un pays industrialisé ayant un engagement contraignant de réduction des émissions de GES ;

- ***le pays hôte du projet*** est un pays non-annexe I, ayant rempli les conditions d'éligibilité pour la participation aux projets MDP (ratification du PK et établissement d'une Autorité Nationale Désignée (AND) du MDP) ; et
- ***le Conseil Exécutif du MDP (CE-MDP)*** : C'une institution opérant sous l'autorité de la COP avec plusieurs responsabilités : formulation de recommandations sur les modalités et les procédures pour les projets MDP ; approbation des méthodologies, de la base et des plans de suivi des projets; accréditation des Entités opérationnelles désignées ; soumission publique des projets MDP pour les commentaires des parties prenantes ; maintien d'un registre des projets MDP et émission de Certificats de Réduction d'Emissions.

Questions interactives (20 minutes)

1) Quelles sont les conséquences de l'absence de dispositions juridiques contraignantes sur le MDP pour le secteur forestier en Afrique ?
2) De quelle manière les pays réfractaires peuvent-ils être encouragés à rejoindre ce mécanisme ?

Mesures d'incitation

Objectifs

A la fin de cette session, les apprenants seront capables :

- de décrire les incitations du MDP pour les pays développés ; et
- d'évaluer les incitations du MDP pour les pays en développement..

Le MDP offre aux pays développés le moyen d'obtenir des crédits de réduction des émissions, l'accès à de nouveaux marchés, l'occasion de prouver la viabilité d'une approche financière et environnementale volontaire. Pour les pays en développement, de nouvelles ressources financières sont nécessaires pour leur développement, la création d'emplois et de revenus, et l'augmentation des investissements dans les secteurs prioritaires (amélioration des infrastructures, etc.). Le MDP doit permettre le transfert de technologies vertes, l'amélioration de l'efficacité énergétique (baisse des coûts, réduction de la dépendance aux énergies fossiles) et de l'environnement local (amélioration de la qualité de vie). A travers cette politique climatique, les pays du Sud doivent donc apporter leur contribution en facilitant la réalisation de projets dans le cadre d'un développement rationnel et durable.

L'attrait de ce nouveau mécanisme pour les pays d'accueil s'est traduit par la mise en place, dans un nombre croissant de pays en développement, de structures destinées à promouvoir, soutenir et valider ces projets. Le MDP peut ainsi servir d'instrument complémentaire de soutien au positionnement concurrentiel de l'entreprise. C'est précisément le caractère incitatif et stimulant de cet instrument qui intéresse de nombreuses entreprises, avec des effets sur l'innovation ainsi que sur le transfert de technologie vers les pays en développement, principaux bénéficiaires de ces mécanismes.

Discussions interactives (30 minutes)

- Dans quelle mesure les incitations pour les pays développés sont-elles suffisantes pour les amener à rejoindre le processus MDP ?
- Dans quelle mesure les incitations pour les pays hôtes sont-elles suffisantes pour assurer un développement durable, propre et rationnel de ces pays ?

Mesures et incitations pour les pays « puits de carbone »

Objectif
A la fin de cette session, les apprenants seront capables de déterminer les mesures et les incitations aux producteurs de carbone qui permettent la continuité dans leur rôle de puits de carbone.

Remue-méninges (20 minutes)
- Quelle est la signification du terme « puits de carbone ? »
- Décrivez les mesures et les incitations pour les producteurs de carbone dans le cadre du MDP.

L'attrait du MDP réside dans le fait qu'il combine un mécanisme incitatif, notamment auprès des opérateurs du Nord qui ont pris des engagements de réduction ou de limitation de leurs émissions, et un intérêt pour les pays hôtes qui peuvent ainsi promouvoir des projets de développement respectueux de l'environnement. Compte tenu du fait que les investissements dans le cadre du MDP auront lieu dans les pays en développement et seront généralement financés par les pays « Parties » ou les entreprises qui en relèvent, ce mécanisme peut être considéré comme innovant en tant que nouvelle source de financement du développement. Le MDP soutiendra les projets qui peuvent :

- apporter des contributions positives à l'environnement local (déchets, pollution urbaine, etc.) ;
- apporter des contributions positives à l'économie et générer des impacts sociaux positifs (accès à l'énergie décentralisée, développement de la foresterie, etc.) ;
- encourager les investissements directs étrangers dans les nouvelles technologies propres et le transfert de technologies : efficacité énergétique, procédés industriels, foresterie durable, restauration des terres, etc. ;
- fournir un apport financier supplémentaire pour rendre un projet financièrement viable et en diminuant le coût de réalisation et d'exploitation ;
- être une source de revenus supplémentaire pour le projet, liée à la génération et à la vente d'Unités de Réduction Certifiée des Emissions (URCE), plus communément appelées « crédits carbone » ;
- être une option de réduction et de diversification des risques susceptible de freiner les entreprises ou les groupes ayant des objectifs nationaux de réduction des émissions de GES dans le cadre du système d'échange européen ; et
- susceptible d'apporter des avantages supplémentaires aux développeurs de projets, notamment en termes d'image et de responsabilité sociale et environnementale.

Question(s) textuelle(s) (20 minutes)
Comment l'albédo et les feux de forêt provoquent-ils le changement climatique ?

Cycle des projets MDP

Objectif
A la fin de cette session, les apprenants seront capables de décrire le cycle des projet MDP, depuis l'élaboration des notes de synthèse du projet jusqu'à l'enregistrement des URCE.

Remue-méninges (20 minutes)
- Quelles sont les principales étapes du développement des projets MDP ?
- Décrire les Unités de Réduction Certifiée des Emissions (URCE).

a) Préparation de la Note d'Information sur le Projet

La Note d'Information sur le Projet (NIP) est un document optionnel qui peut être développé par le promoteur du projet afin d'obtenir une première approbation de son idée de projet MDP avant de s'engager dans les procédures coûteuses du cycle de projet MDP (DDP et étapes suivantes). La NIP est une forme abrégée du DDP et comprend les éléments suivants :

- les participants au projet : informations sommaires sur le(s) promoteur(s) et le(s) sponsor(s) du projet ;
- la description du projet : titre, localisation géographique, type d'activité et brève description de la cohérence technique du projet de base, y compris le planning de mise en œuvre ;
- les aspects financiers du projet : coût du projet (composante de base et composante MDP) et sources de financement prévues ;
- les émissions de GES évitées : GES couverts par les réductions d'émissions, description de la base de référence, période de crédit, calculs MDP des réductions attendues et recettes financières du MDP ;
- la contribution du projet au développement durable ; et
- d'autres informations pertinentes.

b) Élaboration du document descriptif du projet (DDP)

Le document descriptif du projet (DDP) est le document de projet MDP sur la base duquel le projet est enregistré par le Conseil Exécutif et qui permettra au projet de vendre les émissions évitées. Le développeur d'un projet MDP (Etat, entreprise privée ou ONG) doit remplir un formulaire standard (« Document Descriptif du Projet ») et le soumettre au Conseil Exécutif pour approbation. Ce formulaire doit contenir les informations clés suivantes :

- le scénario d'émissions de référence (scénario de statut quo) : c'est le scénario des émissions futures du pays hôte le plus probable en l'absence de tout projet MDP dans la sphère d'activité du projet. Il est établi sur la base de méthodologies approuvées par le Conseil exécutif ;
- un plan de surveillance des émissions (c'est-à-dire des réductions) du projet sur la base de méthodologies à approuver par le Conseil exécutif ;
- une étude d'impact environnemental du projet ; et
- les commentaires reçus lors de la consultation des parties prenantes locales organisée par le développeur du projet.

Questions interactives (15 minutes)

1) Décrire les entités qui peuvent soumettre un projet MDP.
2) Différencier la note d'information sur le projet (NIP) du document descriptif du projet (DDP).
3) Quels sont les inconvénients et/ou les avantages de sauter l'étape de la NIP ?

c) Validation et enregistrement du projet

Validation : Après approbation par l'AND, tous les projets doivent être validés par une Entité Opérationnelle Désignée (EOD). Les participants au projet doivent sélectionner et établir un contrat avec une EOD pour la validation de leur projet, préalablement approuvé par l'AND. L'EOD examinera le DDP et le publiera sur son site Internet afin de le mettre à la disposition du public pendant une période de 30 jours. Le public, y compris les parties prenantes locales du projet et les ONG, peut faire des commentaires sur le projet. Ces commentaires sont enregistrés par l'EOD et envoyés aux Participants au Projet (PP) pour qu'ils y répondent. Pendant cette période de consultation publique, l'EOD examine le DDP et donne au PP la possibilité d'apporter les modifications nécessaires au DDP afin de le rendre conforme aux exigences des « Modalités et Procédures » du MDP. L'EOD doit suivre une procédure établie par le CE pour conclure la validation du projet.

Enregistrement : L'enregistrement correspond à l'acceptation formelle par le Conseil exécutif (CE) du projet validé comme une activité de projet MDP. Il s'agit d'une condition préalable à la vérification et à la certification ultérieure des URCE. Avec le rapport de validation, l'EOD transmet au CE une demande d'enregistrement du projet. Les droits d'enregistrement et les frais administratifs doivent alors être payés par les PP. Dès réception de ces documents par le CE, un délai de huit semaines (quatre semaines dans le cas de petits projets) est accordé aux Parties concernées et aux membres du CE pour demander la révision du projet en cas d'objection. L'Equipe d'Enregistrement et d'Emission (RIT) du CER assiste le CE dans le processus d'évaluation des projets soumis pour enregistrement et révision éventuelle. La réponse officielle du Conseil exécutif sur l'enregistrement du projet est transmise à l'EOD qui en informe le porteur du projet. Si la réponse est positive, le projet est officiellement reconnu comme un projet MDP et peut alors être mis en œuvre. Dans le cas contraire, les PP doivent encore répondre aux demandes de clarification du CE. Le choix d'une EOD et les coûts des services liés aux services de validation et à l'enregistrement sont à la charge du porteur de projet.

Questions interactives (15 minutes)

1) Décrivez comment un projet MDP est financé une fois les étapes de validation et d'enregistrement terminées.
2) Dans quelle mesure est-il possible de contrôler l'efficacité des actions proposées dans le projet ?

d) Financement et mise en œuvre du projet

Le financement du projet doit être défini dans le cadre des études de faisabilité du projet en amont du DDP. Le montage financier peut comprendre des fonds publics, nationaux ou étrangers, des fonds privés et des fonds propres des participants au projet. Ceux-ci peuvent utiliser une partie des recettes de la vente des URCE qui seraient prépayées (s'il y a une avance) pour compléter le financement du projet. Cette étape du cycle de projet MDP est la même que pour tout autre projet non MDP.

e) Mise en œuvre du plan de suivi du projet

Afin de pouvoir produire des URCE, la première étape essentielle que le promoteur du projet doit entreprendre après la réalisation physique du projet est de mettre rigoureusement en œuvre le plan

de suivi décrit dans le DP enregistré (plan de suivi). Il s'agit d'une condition préalable à la vérification et à la certification ultérieures des URCE. Le promoteur doit préparer un rapport de suivi pour la période après laquelle il souhaite obtenir les URCE. Cette période, généralement d'un an, peut varier selon l'intérêt du porteur de projet de deux mois à quatre ans. Le rapport de suivi doit couvrir tous les éléments contenus dans le plan de suivi du projet (par exemple, la collecte et l'archivage des données, les procédures d'assurance et de contrôle de la qualité, les procédures de calcul périodique, etc.) Si le PP (ou le porteur de projet) n'a pas la capacité de réaliser ce travail spécifique, il doit recruter une entité technique compétente pour le faire.

f) Vérification/certification de la réduction des émissions

A la première échéance, l'EOD recrutée par les PP vérifie les réductions d'émissions sur la base du rapport de suivi fourni par les PP. Cette EOD doit être différente de celle qui a effectué la validation du projet, sauf pour les petits projets où la même EOD peut être autorisée à effectuer les deux opérations.

Vérification : Dès réception du rapport de surveillance préparé par les PP, l'EOD doit examiner et déterminer les réductions d'émissions qui résultent de la mise en œuvre du projet pendant la période couverte par le rapport. Au cours de ce processus, l'EOD doit effectuer un certain nombre de tâches, notamment un contrôle sur le site du projet. Les PP doivent être prêts à répondre à toutes les questions de l'EOD et à faciliter la tâche sur le site. L'EOD peut proposer des changements dans la méthodologie de surveillance et faire des commentaires sur la mise en œuvre du projet enregistré. L'EOD fournit un rapport de vérification aux PP, aux Parties impliquées et au CE.

Certification : Après la vérification, l'EOD doit certifier par écrit que l'activité de projet a atteint les réductions d'émissions vérifiées. Elle doit informer par écrit les PP, les parties concernées et le CE de sa décision de certification immédiatement après le processus de certification. Elle doit également publier le rapport de certification sur son site web afin de le rendre accessible au public. Le rapport de certification est généralement transmis avec une lettre du PP au CE précisant la répartition des URCE entre les PP.

g) Enregistrement des URCE

Le rapport de certification soumis au CE par l'EOD constitue une demande de délivrance d'URCE vérifiées. Cependant, la délivrance des URCE n'est effective que 15 jours après la réception de la demande. Cette période permet aux Parties impliquées dans le projet ou à au moins trois membres du CE de demander une révision du nombre d'URCE proposées pour la délivrance. Après cette période de 15 jours, s'il n'y a pas de demande de révision, le CE donne l'instruction à l'administrateur du registre d'inscrire la quantité spécifiée d'URCE sur le «compte de transition» du CE, puis de la transférer sur les comptes des PP selon leur «déclaration de distribution», après déduction de 2% des URCE délivrées qui alimenteront le compte du Fonds d'adaptation. Cependant, les URCE ne sont pas inscrites sur les comptes PP du registre tant qu'ils n'ont pas payé les frais administratifs.

Questions interactives (15 minutes)

1) Expliquez dans quelle mesure le cycle de projet MDP est réalisé.
2) Quelles sont les faiblesses et les forces des projets MDP ?
3) Analysez le fonds d'adaptation et ses mécanismes d'allocation.

Étapes de l'élaboration et de la mise en œuvre des projets MDP

Tableau 1. Étapes du développement et de la mise en œuvre des projets MDP

Activités	Acteurs	Rôles	Résultats attendus	Durée
Conception du projet	Les promoteurs du projet (entreprises publiques ou privées, États)	Identification des partenaires, recherche de financements, élaboration du document descriptif du projet selon les méthodes approuvées par le Conseil exécutif du MDP	Document descriptif du projet	1 à 3 mois
Approbation du projet	Autorité nationale désignée du pays d'accueil et du pays de l'annexe 1 partenaire du projet.	Évaluation de la conformité du projet avec les accords de Marrakech et les normes nationales	Lettre d'approbation	1 à 2 mois
Validation du projet	Entité Opérationnelle Désignée	Évaluation et approbation de la faisabilité du projet et des quantités de GES à réduire grâce au projet	Rapport de validation	3 mois
Acceptation et enregistrement du projet	Conseil Exécutif du MDP	Évaluation de l'intégrité du projet, soumission du projet aux commentaires du public	Décision du Conseil Exécutif du MDP	1 à 3 mois
Suivi du projet	Chefs de projet	Tests de performance, démonstration de la faisabilité, mise en œuvre et suivi du projet	Rapport de suivi	Annuelle
Vérification et certification des projets	Entité Opérationnelle Désignée	Suivi, évaluation et approbation de la réalité et de la quantité de GES réduits	Rapport d'audit et de certification	15 jours
Délivrance de crédits carbone	Conseil Exécutif du MDP	Attribution des Unités de Réduction Certifiée des Emissions (URCE)	Enregistrement et comptabilisation des URCE	15 jours

Note : La durée de chaque étape inclut les estimations du Conseil exécutif du MDP.

Coûts relatifs au cycle du projet MDP

Objectifs

A l'issue de cette session, les apprenants seront capables :

- de déterminer les coûts d'un projet MDP, depuis sa phase d'élaboration à sa finalisation ; et
- d'évaluer la contribution d'un projet MDP au développement du pays d'accueil.

Remue-méninges (20 minutes)
Évaluer de manière critique les coûts associés aux projets MDP.

Il existe deux types de coûts associés à la préparation et à la mise en œuvre d'un projet MDP :

- le premier type est le coût de développement du projet qui est le même pour le développement de tout projet commercial (études de faisabilité, coût initial de construction et d'équipement, coûts d'exploitation et de maintenance, coût du capital), etc. ; et
- le deuxième type de coûts correspond aux exigences spécifiques du processus MDP, également appelés «coûts de transaction», qui interviennent à différentes étapes du processus. Dans ce type de coûts, il y a encore deux catégories de coûts :
- les frais à payer au Secrétariat de la Convention et décidés par la COP/MOP ou le MDP ; ils peuvent donc être calculés en fonction des exigences des décisions ;
- les frais de service, commandés par les PP, dépendent des circonstances spécifiques du projet et des prestataires de services. Certains de ces services peuvent être assurés par les PP eux-mêmes pour réduire les coûts (par exemple, l'élaboration du DDP par leur propre personnel).

2.7.3 Marché Volontaire du Carbone et Mécanisme de Financement Propre

La comparaison de ces deux mécanismes est présentée dans le tableau 2.

Tableau 2. Comparaison du Marché Volontaire du Carbone et du Mécanisme de Financement Propre

Eléments de comparaison	Mécanisme de Financement Propre (MFP)	Marché du carbone volontaire
Engagements	Le marché des crédits carbone générés par les projets MFP (CER) fait partie des marchés de contrats contraignants.	Le marché volontaire, ou marché de compensation, est non contraignant.
Acheteurs de crédit	L'acheteur est toute organisation qui propose d'acheter des URCE. Il peut s'agir d'un gouvernement ou d'un organisme public, d'une entreprise privée ou d'une ONG d'un pays de l'Annexe I, d'une organisation régionale ou internationale mandatée par des organisations gouvernementales et/ou des entreprises du secteur privé des pays de l'annexe I, des intermédiaires commerciaux (banques commerciales, compagnies d'assurance, etc.).	Les acheteurs sont des entreprises ou des particuliers qui souhaitent compenser ou neutraliser l'impact de leurs activités sur le climat (devenir «carbone neutre»), pour des raisons d'éthique ou de marketing environnemental.
Vendeurs de crédits	Sur ce marché, le vendeur est le chef de projet (propriétaire légal des URCE).	Tout pays du Nord ou du Sud ayant des projets de réduction des émissions de GES ou de séquestration du carbone. Les projets à petite échelle et les projets communautaires, y compris les projets forestiers.

Transactions	Transactions avec un organisme de réglementation.	Les transactions font l'objet d'accords gré-à-gré entre acheteurs et vendeurs, sans organisme de réglementation.
Accords de réduction des émissions	Les réductions d'émissions sont soumises à des modalités et procédures indépendantes plus souples et moins coûteuses que celles du MDP.	Les réductions d'émissions sont régies par des modalités et des procédures plus strictes et plus onéreuses.
Types de projets éligibles	Les projets MDP couvrent les secteurs de l'énergie, du traitement des déchets, de l'industrie, des transports, de l'agriculture et de la sylviculture.	Le marché volontaire accepte un large éventail de projets, y compris des projets de lutte contre la déforestation, qui ne sont pas encore éligibles au MDP.

Résumé

Ce chapitre a abordé les différents mécanismes du PK. Il a introduit le mécanisme REDD+ et a mis l'accent sur le mécanisme MDP. Le mécanisme des permis négociables et les marchés réglementés du carbone ont été présentés. Il a abordé le marché volontaire du carbone en mettant l'accent sur son origine, ses enjeux, ses mécanismes et son fonctionnement. Les normes adaptées (normes développées par certaines ONG) au marché volontaire et les différents acteurs des marchés du carbone ont été présentés. Le chapitre a également développé les paramètres à prendre en compte ou qui sont pertinents dans le cadre des échanges de carbone, tels que les conditions de vente et de paiement, les contrats d'achat et de prix du carbone, les règles et le fonctionnement des marchés, le droit international et les marchés de carbone et la flexibilité des marchés de carbone. Par ailleurs, il a aussi abordé les concepts de compensation, d'accréditation des entités juridiques et de partage des bénéfices.

Le chapitre a également décrit quelques notions de base des projets MDP, à savoir leurs principes et mécanismes de fonctionnement. Il a exposé les principales incitations pour les pays développés et les pays d'accueil afin que les deux parties adhèrent pleinement au MDP. Il a abordé les étapes préliminaires de la rédaction du projet jusqu'à l'enregistrement des URCE sur le compte du PP.

Le chapitre a ensuite présenté les principales mesures permettant de réduire efficacement les émissions de GES. Il a passé en revue la production et la vente d'unités de réduction certifiée des émissions de GES.

Chapitre 3. Évaluation des stocks de carbone

3.0 Introduction

Ce chapitre fournit à l'apprenant les concepts de base du paiement pour les services écosystémiques (PSE), les méthodes de calcul et d'estimation des stocks de carbone et des changements dans les stocks de carbone dans différents pools. Il présente aux apprenants les méthodes transparentes et vérifiables du marché du carbone, la quantification des incertitudes et les systèmes de surveillance appropriés.

L'objectif est de permettre aux apprenants d'acquérir des compétences pour aider à mesurer et quantifier les stocks de carbone. A la fin de ce chapitre, les apprenants seront capables :

- de comprendre les concepts de puits de carbone, de biomasse, de stock de carbone et de flux de carbone ;
- de connaître la méthodologie d'évaluation de la biomasse ; et
- d'appliquer les protocoles et méthodes appropriés pour estimer les stocks de carbone dans différents puits de carbone.

3.1 Définitions et concepts

Cette section définit les principaux concepts adoptés dans les disciplines liées à l'évaluation des stocks de carbone.

Activité 3.1: Remue-méninges (15 minutes)
Analyser le concept de « stock de carbone »

Carbone : Le carbone est un élément chimique de la famille des cristallogènes. Son symbole est C, son numéro atomique 6 et sa masse atomique 12,0107. Il est l'un des principaux éléments de la matière organique constituant les êtres vivants. Les plantes le fixent au cours de leur croissance à partir du CO_2 de l'atmosphère ou du CO_2 dissous dans les océans.

Cycle du carbone : Il s'agit du déplacement du carbone sous ses différentes formes entre la surface de la Terre, son intérieur et l'atmosphère. Les principaux mécanismes d'échange du carbone sont la photosynthèse, la respiration et l'oxydation.

Flux de carbone : Le taux d'échange de carbone entre les réservoirs est appelé flux. Ces réservoirs sont soit des sources de carbones soit des puits de carbone. Ces derniers absorbent le carbone d'une autre partie du cycle du carbone tandis que les sources de carbone libèrent le carbone. Par exemple, les plantes vertes absorbent le carbone de l'atmosphère et sont considérées comme des puits de carbone. Une plante qui libère du carbone dans l'atmosphère lorsqu'elle se décompose ou est brûlée est considérée comme une source de carbone.

Source de carbone : D'un point de vue écologique, une source de carbone ou de CO_2 est un élément (ou un processus) qui libère du CO_2 dans l'atmosphère.

Par exemple, l'activité humaine produit des GES par l'utilisation de sources de carbone fossiles (charbon, gaz, pétrole). De même, la décomposition de la végétation morte libère de grandes quantités de carbones.

Puits de carbone : Il s'agit des endroits de l'environnement où le carbone est présent sous une forme ou une autre. Le cycle du carbone est représenté par quatre réservoirs ou bassins interconnectés : l'atmosphère, la biosphère terrestre (y compris les systèmes d'eau douce), les océans et les sédiments (y compris les combustibles fossiles). Il existe donc des réservoirs naturels de carbone qui absorbent le carbone de l'atmosphère et contribuent ainsi à réduire la quantité de CO_2 atmosphérique.

Il existe des processus qui extraient les GES de l'atmosphère, soit en les détruisant par des processus chimiques, soit en les stockant sous une autre forme (par exemple, le CO_2 est souvent stocké dans l'eau des océans, les plantes ou les sous-sols). Les forêts et les océans absorbent environ la moitié des GES émis dans l'atmosphère. Les océans constituent même un stockage durable pour ce carbone : en effet, tout excès de CO_2 dissous dans les océans est transporté de la surface vers les eaux profondes.

Questions (15 minutes)

1) Définir les terminologies communément utilisées pour l'évaluation du stock de carbone.
2) Décrire les sources de carbones.

Mécanisme de stockage du carbone (ou séquestration de carbone) : c'est le processus de stockage à long terme du CO_2 hors de l'atmosphère. Il se produit naturellement ou artificiellement :

- naturellement : dans un puits de carbone tel que les océans (CO_2 dissous), le CO_2 fixé lors de la photosynthèse des organismes, les algues planctoniques, les bactéries photosynthétiques, les prairies, les forêts, la couverture végétale et les cultures biologiques ainsi que dans les sols (principalement l'humus) ; et
- artificiellement : par la séquestration par des microorganismes élevés en réacteur et le stockage ou la valorisation de la biomasse produite (en tant que biomatériaux, carburants, produits chimiques, bioplastiques, isolants, etc.). Elle peut également être réalisée artificiellement à travers la séquestration et le stockage du CO_2 dans un environnement géologique approprié.

L'émission de carbone : C'est le rejet de CO_2 quel que soit le moyen utilisé. Il existe plusieurs types d'émissions : les émissions anthropiques (celles liées aux activités humaines : chauffage, véhicules, unités d'incinération et divers types de combustion ou de fermentation), les émissions naturelles (pouvant être d'origine volcanique ou liées aux feux de forêt, et plus généralement dues à la respiration des animaux et des plantes et aux organismes du sol (bactéries, protozoaires, etc.)) et les émissions liées aux transports.

Stock de carbone : il s'agit de la quantité de carbone dans un « bassin », c'est-à-dire un réservoir ou un système qui peut accumuler ou libérer du carbone.

Densité de carbone : C'est la répartition de la quantité de stock de carbone dans un pool par rapport à l'ensemble d'un système (exemple de pools de carbone : pool de carbone du bois mort, pool de carbone organique du sol (COS)).

Activité 3.2: Discussion de groupe (25 minutes)

Discuter l'importance des terminologies suivantes :

- principaux puits de carbone;
- flux de carbone; et
- bilan de la déforestation et du reboisement.
- Deforestation and afforestation balance.

3.2 Inventaires forestiers

La planification de la gestion et de l'exploitation de la forêt repose sur la connaissance de son potentiel et des ressources disponibles. Certaines données recueillies sur ces forêts peuvent être utilisées pour estimer la disponibilité des ressources forestières. Les inventaires forestiers constituent une étape très importante dans la collecte d'informations qualitatives et quantitatives pour la connaissance de la forêt à gérer.

Objectif
A la fin de cette section, les apprenants seront capables d'expliquer les méthodologies et les instructions pour la réalisation des inventaires forestiers.

Activité 3.3: Remue-méninges (15 minutes)
Quelle est l'importance des inventaires forestiers ?

3.2.1 Objectifs des inventaires forestiers

L'inventaire d'un peuplement forestier permet de le quantifier, de définir un état initial du capital sur pied. Le suivi dans le temps permet de mieux connaître l'évolution de ce capital. Ce suivi peut se faire selon deux perspectives :

- dans une perspective de gestion, en permettant à l'administration de disposer de lignes directrices et de planifier les récoltes ; et
- dans une perspective sylvicole, permettant la mise en œuvre d'une sylviculture durable dans le temps (par exemple, savoir comment intervenir dans un peuplement en fonction des coupes réalisées, optimiser les intensités d'échantillonnage).

3.2.2 Méthodes d'inventaires

Échantillonnage

L'échantillonnage consiste essentiellement à acquérir des informations auprès d'une fraction d'un grand groupe ou d'une population afin de tirer des conclusions sur la population dans son ensemble. Son objectif est donc de fournir un échantillon représentatif de la population et reproduisant le plus fidèlement possible les principales caractéristiques de la population étudiée. Dans le cadre d'un inventaire forestier, il n'est pas possible d'entreprendre l'étude détaillée de toutes les stations d'une région donnée, on est donc amené à déterminer un ensemble de parcelles, qui seront les seules étudiées pour représenter toutes les autres. L'échantillon constitue donc l'ensemble des individus d'observation et doit être réparti dans l'espace selon une certaine logique. Les résultats seront extrapolés à la forêt, ce qui nécessite une inférence statistique (estimation moyenne, erreur d'estimation).

Types d'échantillonnage

Il existe essentiellement trois types d'échantillonnage :

- **l'échantillonnage aléatoire** : dans lequel chaque point de la zone étudiée a une probabilité d'être choisi à chaque placement d'une unité d'échantillonnage ; chaque point est choisi indépendamment d'un autre point ; l'augmentation de la précision du dispositif peut conduire à la subdivision de la population ou de la végétation : on parle d'échantillonnage à deux degrés (deux niveaux de subdivision), trois degrés (trois niveaux de subdivision), ..., n degrés (n niveaux de subdivision) ;

- **l'échantillonnage systématique** : les unités d'échantillonnage de la zone étudiée sont disposées à intervalles réguliers dans une direction rigide de telle sorte que chaque unité est liée à ses voisines et que le choix d'une unité donnée entraîne systématiquement le choix des autres. Il s'effectue alors selon un réseau de points, de lignes ou de surfaces régulièrement espacées ; pour que ce type d'échantillonnage reste aléatoire, le premier point du maillage doit être désigné au hasard ; et
- **l'échantillonnage stratifié** : adapté en zones non homogènes ou multi-mosaïque (strates). La région étudiée est d'abord subdivisée en strates selon des critères déjà connus afin de minimiser la variabilité au sein de chaque strate.

Questions (15 minutes)
Décrire les différents types d'échantillonnage adoptés pour la réalisation d'un inventaire forestier.

Taux d'échantillonnage

Le taux d'échantillonnage est défini en fonction des objectifs poursuivis par l'étude, mais le taux d'échantillonnage minimum généralement proposé est de 0,01%. Plus le taux d'échantillonnage est élevé, plus les données collectées sont précises.

Taille et forme des sites d'observations (placettes)

La taille et la forme des placettes varient en fonction du type de végétation, mais elles peuvent être circulaires, rectangulaires ou carrées. Pour les formations arborées dominantes et la strate arborée, des surfaces minimales sont recommandées.

Données à collecter

Les données à collecter lors des inventaires forestiers sont les suivantes :
- les informations dendrométriques, les espèces ligneuses, les palmiers, la densité des tiges, les diamètres, la hauteur totale, la hauteur du fût, la surface terrière, le volume de bois, le volume total) ;
- la biomasse non-ligneuse (feuilles, herbes et carbone du sol);
- les observations qualitatives sur les autres utilisations (pâturage, agriculture, collecte de PFNLs, etc.) ;
- les facteurs de perturbation de l'environnement : pression de pâturage, feux de brousse, etc. ; et
- les facteurs stationnaires : type de sol, texture, topographie, type de formation et recouvrement global des strates.

Activité 3.4: Discussion de groupe (25 minutes)
Identifier les types d'informations à collecter lors des inventaires forestiers et déterminer leur contribution à l'analyse de la dynamique des écosystèmes forestiers

3.3 Évaluation de la biomasse

Les changements environnementaux impliquent une redéfinition et une expansion des services écosystémiques fournis par les forêts, tout en visant la durabilité de leur gestion. La quantification de la productivité et de la fonction de stockage du carbone nécessite le développement de méthodes d'évaluation du volume et de la biomasse des forêts. À cette fin, l'utilisation d'une relation reliant le volume ou la biomasse d'un ou plusieurs arbres à un ou plusieurs paramètres facilement mesurables est une approche largement adoptée.

Activité 3.5: Remue-méninges (15 minutes)
Décrire les étapes suivies pour le traitement des données d'inventaire forestier.

3.3.1 Biomasse aérienne

Définition

Il s'agit de la biomasse totale de la végétation vivante aérienne, ligneuse et herbacée, y compris la tige, la souche, la branche, l'écorce, les graines et le feuillage au-dessus du sol. Note : Lorsque le sous-étage forestier est une composante relativement mineure du pool de carbone de la biomasse aérienne, il peut ne pas être inclus dans les méthodes et données associées utilisées pour certains niveaux, à condition que la cohérence soit maintenue dans les séries chronologiques de l'inventaire.

Les deux principaux réservoirs de carbone sont la biomasse et le carbone du sol. La biomasse est définie comme la quantité totale de matière organique vivante et inerte ou morte, au-dessus et en-dessous du sol, exprimée en tonnes de matière sèche par unité de surface, par exemple un hectare. Le carbone du sol est le carbone contenu dans le sol sous forme de matière organique, de matière humifiée et de structures stables telles que le charbon de bois.

Carbone total = Carbone de la biomasse + Carbone du sol

Carbone de la biomasse = carbone de la biomasse aérienne + carbone de la biomasse souterraine + carbone de la matière organique morte.

En Afrique, par exemple, le carbone de la biomasse vivante est dominant dans un peuplement forestier, représentant environ 60%, suivi du carbone du sol (environ 34%). La part du bois mort et de la litière est inférieure à 11% dans toutes les régions. Le carbone contenu dans la litière est inférieur à 5% dans toutes les régions, tandis que le carbone du sol est le principal réservoir dans les prairies et les terres cultivées (GIEC, 2006).

Méthodes d'évaluation de la biomasse aérienne

La méthode destructive consiste à abattre l'arbre et à le séparer d'abord en deux compartiments : le tronc et la couronne. Les branches sont ensuite élaguées le long du tronc avant son tronçonnage complet à la tronçonneuse, de la circonférence de la base à la grande extrémité de l'arbre, à la petite circonférence de l'extrémité en passant par les branches (Cassart, 2011). Les troncs sont ensuite pesés (pièce par pièce) à l'aide d'un dynamomètre ou d'un peson numérique avec une précision de 100 g pour avoir le poids total du tronc (biomasse du tronc). Ensuite, toutes les feuilles et les petites branches de l'arbre sont mises dans un grand sac pour déterminer le poids des feuilles (biomasse foliaire). Toutes les branches de l'arbre sont également pesées pour obtenir la biomasse totale des branches. Enfin, le poids total de la partie aérienne de l'arbre (biomasse aérienne) est obtenu en additionnant les différentes biomasses mesurées séparément. Il est important de noter : (1) que les poids de référence sont des poids secs obtenus par pesée dans une étuve jusqu'à une valeur constante, et, (2) qu'en raison du

volume des arbres et des composants forestiers, tous les poids sont dérivés de fractions exploitables (échantillons) de chaque composant, en prenant d'abord les poids verts, en sous-échantillonnant le matériel vert pesé pour déterminer les poids secs, puis en rapportant les poids secs aux échantillons verts, en dérivant, finalement, les poids secs des composants.

Les méthodes non-destructives sont basées sur l'utilisation de données d'inventaire forestier combinées, en général ou dans la mesure du possible, avec des équations allométriques locales (Gibbs et al., 2007). Si des données destructives sur la biomasse sont nécessaires pour établir une équation allométrique locale de la biomasse, les scientifiques conviennent aujourd'hui d'utiliser une équation allométrique générale et d'ajuster la relation allométrique entre hauteur et diamètre avec des données locales non destructives (Chave et al., 2014). Ainsi, l'estimation de la biomasse aérienne est basée sur la méthode allométrique proposée par Chave et al. (2004, 2005 et 2014) et qui fait intervenir des données d'inventaire forestier, donc :

$$AB = \rho \times Exp(-0{,}667 + 1{,}784*Ln(D) + 0{,}207*(LN(D))2 - 0{,}0281*(Ln(D))3)$$

Avec ρ = densité spécifique du bois (g / cm^3) ; D = diamètre à hauteur de poitrine (cm) ; BA (Biomasse aérienne) en kg.

Activité 3.6: Discussion de groupe (15 minutes)
Analyser les différentes méthodes d'évaluation de la biomasse aérienne.

3.3.2 Biomasse souterraine

Définition

Il s'agit de la biomasse totale des racines vivantes. Les racines fines de moins de 2 mm de diamètre (suggestion) sont parfois exclues car elles ne peuvent souvent pas être distinguées empiriquement de la matière organique du sol ou de la litière.

Méthodes d'évaluation de la biomasse souterraine

- **Méthode d'échantillonnage du sol :** Des échantillons de sol sont prélevés à différents horizons (0 - 10 cm, 10 - 20 cm, 20 - 30 cm, etc.) avec des cylindres de différents diamètres. Ces échantillons de sol sont lavés et les racines sont récupérées progressivement à l'aide de tamis de 5 mm, 2 mm et 1 mm de diamètre. Ces racines sont
- séchées dans un four pendant 24 h à 60°C et pesées.
- **Méthode d'excavation :** Autour d'un arbre préalablement identifié, délimiter un polygone dans lequel l'excavation sera réalisée. L'hypothèse est que toutes les racines de l'arbre échantillonné qui poussent en dehors du polygone sont compensées par celles des arbres voisins qui pénètrent dans le polygone. L'excavation est réalisée sur une profondeur de 150 cm subdivisée en couches (la première couche a une profondeur de 10 cm, toutes les autres ont 20 cm, jusqu'à 150 cm, soit 8 couches). Le sol excavé est trié sur place à l'aide de tamis et les racines grosses, moyennes et fines sont récupérées et mises en sac par couche. Les racines sont lavées et triées dans les 48 heures en laboratoire. Elles sont nettoyées à l'eau courante, ensachées, séchées pendant 48 h à 60°C dans une étuve et ensuite pesées.

  La biomasse souterraine totale est déterminée par le pesage par unité de surface et les poids sont convertis en surfaces respectives de chaque unité d'utilisation du sol.

Etude de texte (15 minutes)

- Expliquer les principales méthodes d'évaluation de la biomasse souterraine.
- Décrire la composition de la biomasse souterraine.

3.3..3 Litière

Il s'agit de l'ensemble de la biomasse morte dépassant la limite de taille définie pour la matière organique du sol (suggestion : 2 mm) et inférieure au diamètre minimal choisi pour le bois mort (10 cm, par exemple), morte sur le sol, à différents stades de décomposition, et située au-dessus ou dans le sol minéral ou organique. Cela inclut la couche de litière telle qu'elle est habituellement définie dans les typologies des sols. Les fines racines vivantes situées au-dessus du sol minéral ou organique (en dessous du diamètre minimum adopté pour la biomasse souterraine) sont incluses dans la litière lorsqu'il n'est pas possible de les distinguer empiriquement de la litière.

Activité 3.7: Discussion de groupe (25 minutes)
Analyser l'évolution du rapport entre la biomasse aérienne et la biomasse souterraine.

3.3.4 Matière organique du sol

Définition

Elle inclut le carbone organique des sols minéraux à une profondeur spécifiée choisie par le pays et utilisée de manière consistante dans les séries chronologiques (les stocks de carbone dans les sols organiques ne sont pas explicitement calculés avec les méthodes de niveau 1 ou 2, qui n'estiment que les flux annuels de carbone provenant des sols organiques, mais peuvent être estimés avec la méthode de niveau 3). Les racines fines vivantes et mortes et la DOM présentes dans le sol en dessous du diamètre minimum (suggestion : 2 mm) pour les racines et la DOM sont incluses dans la matière organique du sol lorsqu'il n'est pas possible de les distinguer empiriquement. La profondeur du sol par défaut est de 30 cm et des recommandations pour déterminer les profondeurs spécifiques aux pays sont données.

Méthode d'évaluation de la matière organique du sol

L'évaluation de la matière organique doit inclure d'autres paramètres probablement liés, car elle peut influer directement ou indirectement sur leur présence dans les sols. Il existe plusieurs méthodes de dosage parmi lesquelles les plus couramment utilisées sont la Méthode d'Anne et les méthodes de perte de poids et de Walkley & Black. Avant l'évaluation pour chaque méthode, les échantillons de sol sont séchés à l'air libre puis tamisés à 2 mm.

- **Selon la méthode Anne,** la matière organique est déterminée par :
- extraction à chaud du bichromate de potassium en milieu sulfurique;
- dosage de l'excès de bichromate par une solution de sel de Mohr ; et
- détermination de la différence de volume qui a réagi avec le carbone du sol (Naânaâ and Susini, 1988).
- **Selon la méthode de la perte de poids,** la matière organique est déterminée par :
- incinération de 5 g de sol à 375°C pendant 16 heures (Moreno et al., 2001); et
- quantification du contenu en matière organique en faisant le rapport de la différence entre le poids du sol incinéré (*100) sur le poids du sol sec; le poids du sol sec est obtenu par séchage à l'étuve pendant 24h à 105°C.
- **Avec la méthode Walkley & Black**, la matière organique est déterminée par :

- extraction du carbone qui s'effectue comme la méthode d'Anne avec du bichromate de potassium en milieu sulfurique, mais en milieu froid ; et
- dosage du carbone extrait par colorimétrie (couleur verte des ions Cr trivalents) à 590-600 nm.
- **Pour déterminer la capacité d'échange cationique (CEC) :** vous extrayez 10 g de sol avec une solution normale d'acétate d'ammonium à pH = 8,2 puis vous le lavez avec de l'alcool puis une seconde percolation avec une solution de NaCl à 10%. Vous récupérez à la vapeur les ions NH_4^+ déplacés et les recueillez dans une solution d'acide borique à 2% puis vous titrez avec du 0,01N HCl. La quantité de NH_4^+ exprimée en meq/100 g représente la CEC.
- **Pour déterminer le potassium échangeable**, vous réalisez un dosage par photométrie de flamme dans un extrait d'acétate d'ammonium 1 N à pH = 8,2. Ce dosage nécessite des points de gamme préparés avec une solution de KCl.
- **Pour déterminer le phosphore assimilable**, vous extrayez avec une solution 0,5 N de $NaHCO_3$ ajustée à un pH=8,5 par de la soude, suivi d'un dosage colorimétrique à 660 nm de la couleur bleue développée par le complexe phosphomolybdique réduit par l'acide ascorbique.

Activité 3.8 : Discussion de groupe (25 minutes)
Quels sont les avantages et les inconvénients des méthodes de niveau 1, de niveau 2 et de niveau 3 pour l'évaluation de la matière organique du sol ?

3.3.5 Bilan carbone

L'estimation du stock de carbone est basée sur les différentes composantes des écosystèmes : quantité de carbone dans le sol, quantité de carbone dans la litière, quantité de carbone dans la végétation de sous-bois et quantité de carbone dans la végétation arborée.

Activité 3.9: Discussion de groupe (25 minutes)

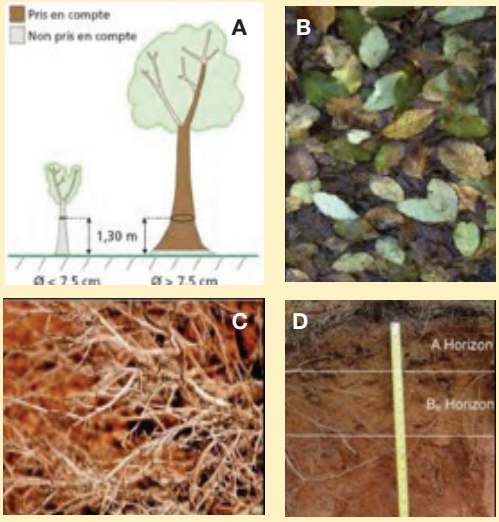

Figure 1. Mesure des stocks de carbone. Source : Delpierre, 2014

- Dans la figure 1, identifier les différents compartiments correspondants pour la mesure du stock de carbone
- Au niveau de chaque compartiment, décrivez brièvement la ou les méthodes qui peuvent être utilisées pour l'évaluation du stock de carbone.

Carbone de la matière vivante (biomasse aérienne et souterraine)

La quantité de carbone contenue dans la biomasse totale (au-dessus et au-dessous du sol) est calculée comme suit :

Stock de carbone = CF. (AB + BS)

avec CF étant la fraction de carbone par défaut (0,47) pour toutes les espèces, la variabilité interspécifique et intraspécifique étant faible (GIEC, 2006).

Carbone du sol

La détermination du carbone du sol peut être réalisée par méthode sèche ou par combustion en déterminant le CO_2 provenant de la matière organique, mais aussi par voie humide, en provoquant une interaction entre le sol et une quantité bien connue d'un corps oxydant.

- **Dosage du carbone organique par combustion sèche après décarbonisation automatisée des sols :** La détermination du carbone organique total (COT) basée sur la méthode de Dumas nécessite, d'une part, le dosage du carbone total (CT) par combustion sèche et, d'autre part, le dosage du carbone inorganique total (CIT) par calcimétrie. Le carbone organique est ensuite obtenu en calculant la différence entre le carbone total et le carbone minéral (COT = CT - CIT). Cependant, cette méthode est mal adaptée aux échantillons à forte teneur en carbonate et à faible teneur en matière organique en raison des incertitudes inhérentes aux valeurs élevées (CT, CIT) qui s'accumulent sur les faibles différences (TOC). Pour cette raison, la détermination directe du carbone organique par la méthode d'oxydation sulfochromique reste possible pour les sols fortement carbonatés, mais pose des problèmes d'hygiène et de sécurité en raison de la nécessité de manipuler des produits hautement allergènes.
- **Dosage directe par voie humide ou oxydation sulfochromique :** Elle permet le dosage direct du carbone organique mais présente des risques d'hygiène et de sécurité en raison de la manipulation de polluants dichotomiques et très allergènes. Le principe du procédé est que le carbone organique présent dans l'échantillon de sol est oxydé par un excès de dichromate de potassium en milieu sulfurique et à 135 °C. Le chrome VI (orange) est réduit par la matière organique en chrome III (vert). Ensuite, le chrome III formé est dosé par colorimétrie. En effet, la quantité de chrome III est proportionnelle à la teneur en carbone organique présent dans le sol. La méthode humide s'adapte à presque tous les types de sols, nécessite des matériaux et des réactifs peu coûteux, permet l'analyse possible d'un grand nombre d'échantillons (une centaine) dans la journée et la verrerie est réutilisable après nettoyage.

Activité 3.9: Discussion de groupe (25 minutes)

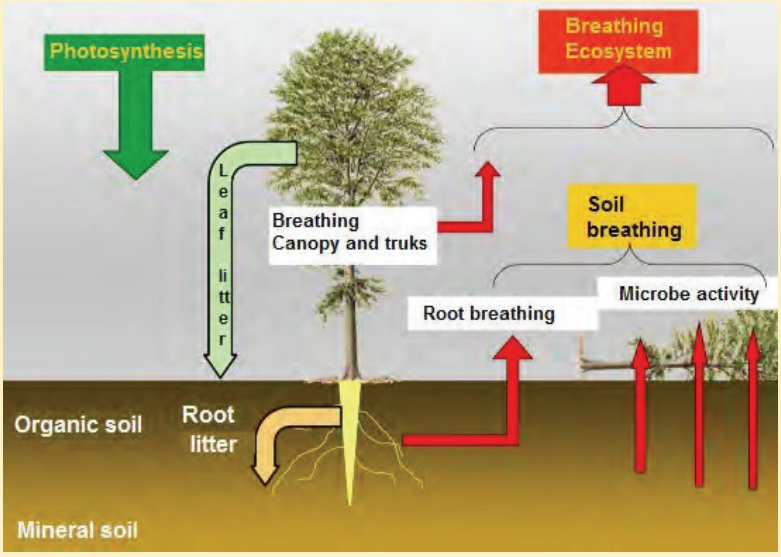

Figure 2. Empreinte carbone dans un écosystème forestier.
Source : Delpierre, 2014

- Dans la figure 1, identifier les différents compartiments correspondants pour la mesure du stock de carbone
- Au niveau de chaque compartiment, décrivez brièvement la ou les méthodes qui peuvent être utilisées pour l'évaluation du stock de carbone.

3.3.6 Engagement de la communauté dans l'évaluation du stock de carbone

Parce que les activités d'échantillonnage sur le terrain entraînant des interactions directes avec les membres de la communauté, les communautés locales doivent être informées de l'approche et du processus d'**évaluation du stock de carbone** avant le début de l'inventaire forestier. Idéalement, cette information devrait être donnée lors de l'engagement initial avec les communautés au cours des premières étapes du processus et une boîte à outils devrait être mise à leur disposition. Les communautés devront également donner leur accord pour que des activités d'échantillonnage soient menées sur leurs terres.

La cartographie participative et l'engagement communautaire devraient avoir indiqué les zones que les communautés considèrent comme importantes à maintenir pour leurs moyens de subsistance et leurs besoins socioculturels actuels et futurs. Il peut s'agir à la fois de zones forestières à haut stock de carbone (HSC), par exemple celles utilisées pour la collecte de produits forestiers non ligneux ou la chasse, et de zones non HSC telles que les petites fermes, les jardins ou les parcelles agroforestières. Notez que si ces zones non-HSC ont été identifiées pendant la classification basée sur l'image ou pendant l'échantillonnage de terrain, mais n'ont pas été identifiées pendant le processus de cartographie participative, cela pourrait être un indicateur que le processus de cartographie participative n'a pas été suffisamment complet et qu'il doit être révisé avant que le processus HSC puisse être finalisé (www.highcarbonstock.org).

Résumé

Ce chapitre a mis en exergue les concepts clés et la définition des termes relatifs au paiement des services écosystémiques. Il a mis l'accent sur les services écosystémiques forestiers en tenant compte de l'importance des inventaires forestiers et des méthodes utilisées pour mesurer la biomasse disponible et le stock de carbone dans l'écosystème forestier. Ce chapitre a démontré que la quantification de la productivité et de la fonction de stockage du carbone nécessite le développement de méthodes d'évaluation du volume et de la biomasse des forêts. L'utilisation d'une relation reliant le volume ou la biomasse d'un ou plusieurs arbres à un ou plusieurs paramètres facilement mesurables a été mise en évidence comme l'une des méthodes d'évaluation de la biomasse les plus largement adoptées. Dans ce chapitre, différents types de biomasse et de puits de carbone ont également été définis conformément aux normes du GIEC. Les méthodes destructives et non destructives d'évaluation de la biomasse ont été expliquées et démontrées.

Références

Aznar O., 2002. Services environnementaux et espaces ruraux: une approche par l'économie des services.

Thèse de doctorat en sciences économiques. Université de Bourgogne, Dijon. 252 p.

Cassart B., 2011. Contribution à l'étude du stockage du carbone dans une chronoséquence *d'Acacia auriculiformis* sur arénosols en République Démocratique du Congo. Mémoire de master inédit. Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale, Université Catholique de Louvain, Belgique. 155 p.

Chave J. *et al*., 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees.

Global Change Biology.

Chave, J. *et al.*, 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Oecologia. 13 p.

Chave, J. *et al.*, 2004. Error propagation scaling for tropical biomass estimates. The Philosophical Transactions of the Royal Society, London 359:409-420.

Desanker P.V., 2005. The CDM aims to support sustainable development in Africa, but developing CDM projects in the region turns out to be a challenge. Unasylva 222(56).

Delpierre N., 2014. Méthodes d'évaluation du bilan de carbone forestier. Cours d'Eco-physiologie végétale, L.E.S.E. Université Paris Sud.

Gibbs H.K., S. Brown, J.O. Niles and J.A. Foley, 2007. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. Environmental Research Letters 2.

IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. H S Eggleston, L Buendia, K Miwa, T Ngara and K. Tanabe (Eds.). Prepared by the National Green-house Gas Inventories Programme, IGES, Japan, v4, pp. 4.46-4.52.

Les Collections du F3E, 2014. Projets de développement accédant aux fonds carbone: Modalités du partage des bénéfi et retombées socio-économiques locales. Etude transversal. 44 p.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis Report. Island Press, Washington, D.C., USA.

Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, Mission Interministérielle de l'effet de serre et Fonds Français pour l'Environnement Mondial, 2004. Le mécanisme pour un développement propre: Guide des mécanismes de projet prévu par le protocole de Kyoto. Tome B, 2ème Edition. 92 p.

Moreno, M.T., P. Audesse, M. Giroux, N. Frenette and M. Cescas, 2001. Comparaison entre la détermination de la matière organique des sols par la méthode de Walkley-Black et la méthode de perte au feu. Revue agrosol 12(1):49-58.Québec, Canada.

Muradian R, E. Corbera, U. Pascual, N. Kosoy and P.H. May, 2010. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environ-mental services. Ecological Economics 69:1202-1208.

Ostrom E and Cole, 2010. Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems., American Economic Review 641-672.

Swallow, B.M. *et al.*, 2009. Compensation and rewards for environmental services in the developing world: framing pan-tropical analysis and comparison. Ecology and Society 14(2):26.

Pages Internet visitées: www.highcarbonstock.org

https://www.forestcarbonpartnership.org/what-redd http://unfccc.int/portal_francophone/essential_background/feeling_the_heat/items/3297.php https://www.compteepargneco2.com/compensation-carbone/marche-europeen-du-co2/:

https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=March%C3%A9_d%27%C3%A9change_volontaire&oldid=88397464

https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Reducing_Emissions_from_Deforestation_and_Forest_Degradation&oldid=126902421

http://are3.berkeley.edu/courses/DEVELWORK/research.html;

http://controverses.mines-paristech.fr/public/promo10/promo10_G15/index91e3.html?page_id=470:

Bibliographie

Aukland L., P. Moura Costa, S. Bass, S. Huq, N. Landell-Mills, R. Tipper and R. Carr, 2002. Jeter les fondations d'un développement 'propre': Préparer le secteur de l'utilisation des terres. Un guide concis du Mécanisme pour un développement propre. IIED, London. Available at: www.cdmcapacity.org.

Balan T., 2004. Mécanisme pour un Développement Propre (MDP). Fiche technique.

Capoor K. and P. Ambrosi, 2007. State and Trends of the Carbon Market 2007. Carbon Finance Business, World Bank, Washington DC. Available at: www.carbonfinance.org.

Caria G., N. Proix and H. Ciesielski, 2001. Dosage du carbone organique par combustion sèche après décarbonatation automatisée des sols. Institut National de la Recherche Agronomique, Laboratoire d'analyses des sols. 8 p.

Cauchy A. and A. Chamayou, 2010. Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) et ses Paradoxes. Rapport, 17 p.

Clermont M. and Bancal des J.C. Issarts, 2014. Le marché carbone volontaire, un outil de réduction des émissions de CO_2 et un atout pour les entreprises. Fiche technique, Version 3. 27 p.

Delbosc A. and C. Perthuis, 2014. Les marchés du Carbone expliqués. Programme Caring for Climate (C4C). 40 p.

Demaze M.T., 2013. Au nom de la lutte contre le changement climatique: le mécanisme pour un développement propre et ses travers. VertigO 13(2). Available at: http://doi.org/10.4000/vertigo.14020

Engel S., S. Pagiola and S. Wunder, 2008. Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. Ecological Economics 65:663–674.

Gardette Y.M., 2007. Les marchés du carbone forestier: Comment un projet forestier peut-il vendre des crédits carbone? Rapport ONF et CIRAD, 72 p.

Karsenty A., T. Sembrés and D. Perrot-Maître, 2009. Paiements pour services environne-mentaux et pays du Sud. La conservation de la nature rattrapée par le développe-ment ? 3ème journées de recherches en sciences sociales. INRA/SFER/CIRAD, Montpellier.

Lecocq F., 2006. Les marchés carbone dans le monde. In: Revue d'économie financière.

Naânaâ W. and J. Susini, 1988. Méthodes d'analyse physique et chimique des sols. ES 252, Direction des Sols, Ministère de l'Agriculture, Tunisie. 118 p.

Neeff T. and S. Henders, 2006. Guidebook to Markets and Commercialization of Forestry CDM Projects. Ecosecurities Consult, Report for FORMA project. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Available at : www. proyectoforma.com

Unisféra International Centre, 2004. Le paiement pour les services environnementaux: Étude et évaluation des systèmes actuels. 67 p.

Auteurs principaux

Prof. Kokou Kouami
Director of the Master of Climate and Human Security, West African Science Service Centre on Climate Change and Adapted Land Use (WASCAL), University of Lome, Faculté des Sciences;
BP 1515, Lomé, Domicile BP 80825 Lomé, Togo;
Tel (00) 228 90 02 04 11/ Dom. (00) 228 22 71 33 44 ; Email: kokoukouami@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; Email: adjima_ thiombiano@yahoo.fr

Liste des autres contributeurs

Noms et institutions d'affiliation

Dr. Abasse Tougiani
Senior Research Scientist; National Institute for Agricultural Research of Niger (INRAN)
BP 429, Niamey, Niger; Tel: +227 96970886;
Email: abasse.tougiani@gmail.com

Dr. Bayen Philippe
Lecturer; University of Dédougou; Private Bag Burkina Faso;
Cel: 226-705-73-601;
Email: phbayen@yahoo.fr
Prof. Busuyi Olasina Agbeja
University of Ibadan, Nigeria;
Department of Social and Environmental Forestry
Faculty of Renewable Natural Resources;
13, Ijoma Street, University of Ibadan, Nigeria;
Email: olasinagbeja@yahoo.com; bo.agbeja@ mail.ui.edu.ng
Prof. Alfred Opere
Chairman of Department of Meteorology,
University of Nairobi, College of Biological and Physical Sciences, Department of Meteorology;
P.O. Box 30197-00100, GPO, Nairobi, Kenya;
Email: aopere@uonbi.ac.ke

Prof. Adjima Thiombiano
Université de Ouagadougou, Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales ;
03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso
Tel. +226 70 238261; Email: adjima_ thiombiano@ yahoo.fr

Dr. Bamba Syalla
Head of Research Cluster: Climate Change and Climate Variability, West African Science Service Center on Climate Change and Adapted Landuse (WASCAL);
WASCAL Competence Center, Ouagadougou, Burkina Faso;
Tel: Office: (+226) 25 37 54 23/29/39; Cell: (+226) 76 76 53 85 (+226) 76 89 66 70,
E-mail: sylla.b@wascal.org; syllabamba@ yahoo. fr
Mrs. Beatrice Kolie
Assistant Lecturer ; Centre d'Etudes et de Recherche en Environnement ; Université de Conakry ; Private Bag; Conakry, République de Guinée

Noms et institutions d'affiliation

Dr. Daud Kachamba;
Lecturer; Lilongwe University of Agriculture and Natural Resources (LUANAR);
Private Bag, Lilongwe; Tel: +265 993 605154;
Email: dkachamba@gmail.com

Dr. Dan Guimbo Iro
Senior Lecturer; Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni (Niger);
Tel: (+227)96461038/90525602 ;
Email: danguimbo@yahoo.fr

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

Dr. Darlington Chima Uzoma
Senior Lecturer; University of Port Harcourt;
Department of Forestry and Wildlife; Choba, P. M. B 5323; Nigeria;
Email: uzoma.chima@uniport.edu.ng

Dr. Dickson Makanji
Lecturer, Egerton University, Njoro Campus,
Department of Natural Resources;
P.O Box 536 Egerton 20115, Kenya; Mobile: +254. 0702115860;
Email: lmakanji@hotmail.com , lmakanji@yahoo.co.uk

Dr. Doris Mutta
Senior Programme Officer; African Forest Forum (AFF);
C/o World Agroforestry Center (ICRAF), United Nations Avenue; P.O. Box 30677-00100, Nairobi, Kenya;
Tel: +254 020 7224485;
Fax: +254 020 7224001;
Email: D.mutta@cgiar.org

Dr. Godfrey Hampwaye
Senior Lecturer, The University of Zambia, Dept of Geography and Environmental Studies; Great East road, P.O Box 32379, Lusaka, Zambia;
Tel: +260 211 290 603,
Mobile:. +260-977 806 063;
Email. ghampwaye@unza.zm; hampwaye@yahoo.co.uk

Prof. Godwin Kowero
Executive Secretary; African Forest Forum (AFF); C/o World Agroforestry Center (ICRAF), United Nations Avenue; P. O. Box 30677 – 00100, Nairobi, Kenya;
Phone: +254207224203;
Email: G.kowero@cgiar.org

Prof. Eliakimu Zahabu
Department of Mensuration and Management ; Sokoine University and Agriculture, Faculty of Forestry and Nature Conservation;
P.O. Box 3013 Chuo, Kikuu, Morogoro, Tanzania;
Email: zahabue@yahoo.com; zahabue@suanet.ac.tz

Mr. Emmanuel Seck
Programme Manager; ENDA - Energy Environment Development ;
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;
Email : se@endatiersmonde.org; ssombel@yahoo.fr

Dr. Emmannuel Acheampong
Senior Lecturer,; Department of Silviculture and Forest Management; Faculty of Renewable Natural Resources; Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST)
Private Mail Bag, KNUST, Kumasi, Ghana Tel: 0243412179;
Email: eacheampong.irnr@knust.edu.gh

Mr. Eric Christophe Bayala
Chef de service Ecovillages ; Direction Generale de l'economie; Vorte et du changement climatique
BP 7044, Ouagadougou, Burkina Faso; Tel: 78914757 / 70650252;
Email: bayalaeric2@gmail.com

Dr. Eyob Tesfamariam
Lecturer; University of Pretoria; RM 5-15, Plant Sciences Complex;
Corner of Lynwood Rd & Roper St.; Hatfield 0028; South Africa;
Mobile:. +27-724597140;
Email: eyob.tesfamariam@up.ac.za

Dr. Franklin Joseph Opijah
Senior Lecturer; University of Nairobi; Chiromo Campus; Department of Meteorology;
P.O Box 30197-00100 ; Nairobi, Kenya;
Email: fopija@uonbi.ac.ke; fopijah@gmail.com; fopijah@yahoo.com

Prof. Jacob Mwitwa
University of Copper belt, School of Natural Resources, Zambia;
Cell: +260 977 848 462;
Email: Jacob.mwitwa@gmail.com

Prof. John Nzioka Muthama
Deputy Director; Wangari Maathai Institute for Peace and Environmental Studies; University of Nairobi, College of Biological and Physical Sciences; Head of Climate Change; Department of Meteorology;
P.O. Box 15160-00100, GPO, Nairobi Kenya;
Email: jmuthama@uonbi.ac.ke; jnmuthama@gmail.com

Dr. Joshua Ngaina
Chairman, Meteorology Department, South Eastern Kenya University (SEKU);
P.O. Box 170-90200 , Kitui, Kenya; Email: jngaina@gmail.com

Dr. Joyce Lepetu
Senior Lecture (Forest Sciences); Director, Centre of In Service and Continuing Education (CICE), Botswana University of Agriculture and Natural Resources (BUAN);
PB 0027; Gaborone, Botswana;
Tel: +267 3650396; +267 3650100; Cell: (00267) 75168163 ;
Email: jlepetu@bca.bw; jlepetu@yahoo.com

Dr. Jules Bayala
Principal Scientist - Sahel Ecosystems; World Agroforestry Centre (ICRAF) ; West and Central Africa Regional Office - Sahel Node;
BP E5118, Bamako, Mali; Tel: +223 20 70 92 20;
Mobile: +223 77 71 41 90;
Email: J.Bayala@cgiar.org

Prof. Kokutse Adzo Dzifa, Epse Kokou University of Lomé; Department of Botany; BP 80825; Lomé Togo;
Tel: 0022890865207;
Email: mimidam@hotmail.com

Prof. Larwanou Mahamane
Senior Programme Officer and Head of Programmes Management Unit; African Forest Forum (AFF);
C/o World Agroforestry Center (ICRAF); United Nations Avenue; P.O. Box 30677–00100, Nairobi, Kenya;
Phone: +254207224624;
Email: M.larwanou@cgiar.org

Dr. Lizzie Mujuru
Senior Lecturer; Department of Environmental Science, Bindura University;
Private Bag 1020, Bindura, Zimbabwe; Tel/Fax: +263 271-6505, cell:+263 712 220 651/263 730 352279/+263 735302279
Email: mujuru2004@yahoo.co.uk

Dr. Louis Sawadogo
Directeur de Recherche en Biologie et Ecologie Vegetales; CNRST/INERA;
03 BP 7047, Ouagadougou 03, Burkina Faso;
Tel: 70255877;
Email: sawadogo_ls@hotmail.com

Prof. Louis Zapfack
University of Yaounde 1, Faculty of Science, Department of Plant Biology;
P.O. Box 812, Yaounde, Cameroon; Tel: +237-99-3396;
Email: lzapfack@yahoo.fr

Mr. Macarthy Afolabi Oyebo
Chair, Governing Council, African Forest Forum; No. 3 Daniel Arap Moi Close; Off Maitama Sule Street, Asokoro; Abuja, Nigeria;
Email: fola31@gmail.com

Dr. Massaoudou Moussa
Research Scientist, National Institute for Agricultural Research of Niger;
BP 240, Maradi, Niger;
Email : massaoudmoussa@yahoo.fr

Prof. Nacro H. Bismark
University Nazi Boni of Bobo Dioulasso; Tel: 70247825; Email: nacrohb@yahoo.fr

Prof. Paxie Chirwa
University of Pretoria; SAFCOL Forest Chair & Director, Postgraduate Forest Programme; RM 5-15, Plant Sciences Complex; Corner of Lynwood Rd & Roper St; Hatfield 0028; South Africa;
Tel +27(0)12 420 3213/3177; Cell +27(0)82 852 3386; Email: paxie.chirwa@up.ac.za
Alt Email: forestscience@up.ac.za; Extraordinary Prof of Forest Science, Stellenbosch University

Dr. Paul Donfack
Programme Officer; African Forest Forum (AFF); C/o World Agroforestry Center (ICRAF), United Nations Avenue; P.O. Box 30677-00100, Nairobi, Kenya;
Tel: +254 020 7224485;
Email: p.donfack@cgiar.org

Dr. Ouédraogo Issaka
Lecturer; Université de Ouagadougou; Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales; 03 BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina; Email: sonrenoma@yahoo.fr

Dr. Ouédraogo Amadé
Lecturer, Université de Ouagadougou; Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales; 03 BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina Faso; Email: o_amade@yahoo.fr

Prof. Rajoelison Lalanirina Gabrielle
Head Department of Water and Forestry; School of Agronomy; University of Antananarivo; BP 175, Antananarivo, Madagascar; Tel. +261 32 46 060 16;
Email: g.rajoelison@yahoo.fr

Mr. Richard Banda
Principal, Zambia Forestry College; Ministry of Lands, Natural Resources and Environmental Protection
Private Bag 1, Mwekera; Kitwe, Zambia; Tel. +260-212-252459; +260-212-251 460;
Mobile: +260-966 845 945;
Email: rbinda4@yahoo.com

Dr. Rodrigue Castro Gredomon
Head of Unit; Forest and People Livelihood Research Unit; Laboratoire de Bio-mathématiques et d'Estimations Forestières; University of Abomey-Calavi; Faculty of Agronomic Sciences;
04 P O. Box 1525, Cotonou, Benin; Email: castro.gbedomon@fsa.uac.bj; gbedomon@gmail.com

Dr. Shem Kuyah
Lecturer, Botany Department; Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, P.O. Box 62000-00200 Nairobi, Kenya;
Mob. +254-721-590-198; Email: kshem@jkuat.ac.ke, kuyashem@gmail.com

Dr. Salamatou I. Abdourahamane Senior Lecturer; University of Diffa; BP 78 Diffa, Niger;
Tel: (00227) 90316959/ 96978635;
Email: assalamat2@yahoo.com

Dr. Tajudeen Okekunle Amusa
Lecturer; University of Ilorin; Fac,. of Agriculture; Dept. of Forest Resources Management; P.M.B 1515, Ilorin; Kwara State, Nigeria; Tel: 08051750289; 07033831616;
Email: amusa.to@unilorin.edu.ng; teejayui@gmail.com

Dr. Vincent Onguso Oeba
Programme Officer; African Forest Forum (AFF);
C/o World Agroforestry Center (ICRAF), United
Nations Avenue; P.O. Box 30677–00100; Nairobi,
Kenya;
Phone: +254207224000 Ext 4048;
Email: v.oeba@cgiar.org
and vongusoeba@gmail.com

Dr. Wilson Kasolo
Executive Secretary; ANAFE; c/o World
Agroforestry Centre (ICRAF); P.O. Box 30677-
00100, Nairobi, Kenya;
Email: W.KASOLO@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
Site Web : www.afforum.org

ISBN 978-9966-7465-2-8
9 789966 746528

afforum | @africanff | african forest forum | www.afforum.org