

# La forêt dans la lutte des changements climatiques

---

Sébastien Bauwens

28/11/2013



Unité de Gestion des  
Ressources Forestières  
et des Milieux Naturels





# Plan

---

- Contexte
  - Scientifique (global et régional)
  - Négociations internationales
- Protocole de Kyoto
- REDD+
- Marchés volontaires de compensation
- MRV: Monitoring, Reporting & Verification
- Projets REDD+



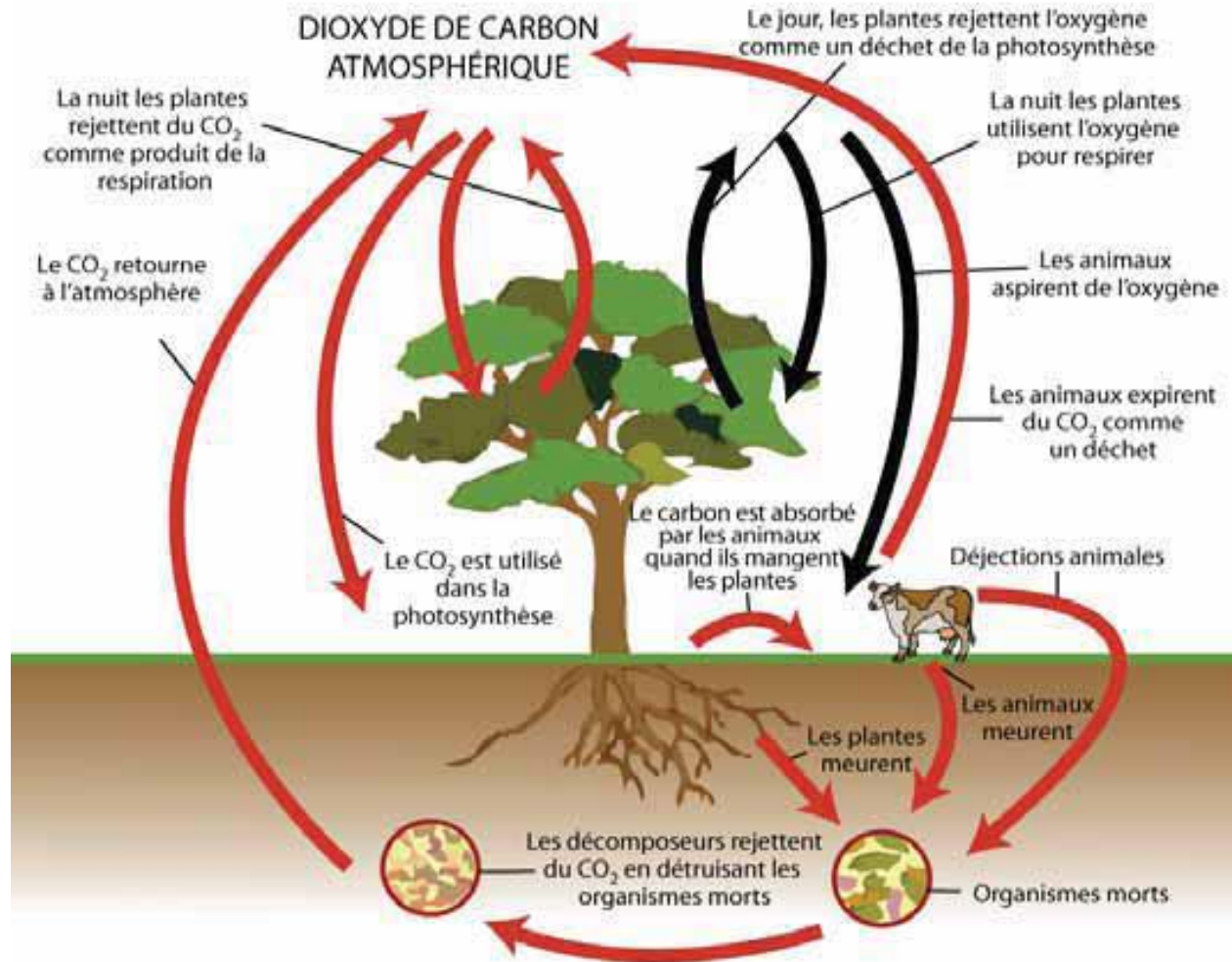
# Plan

---

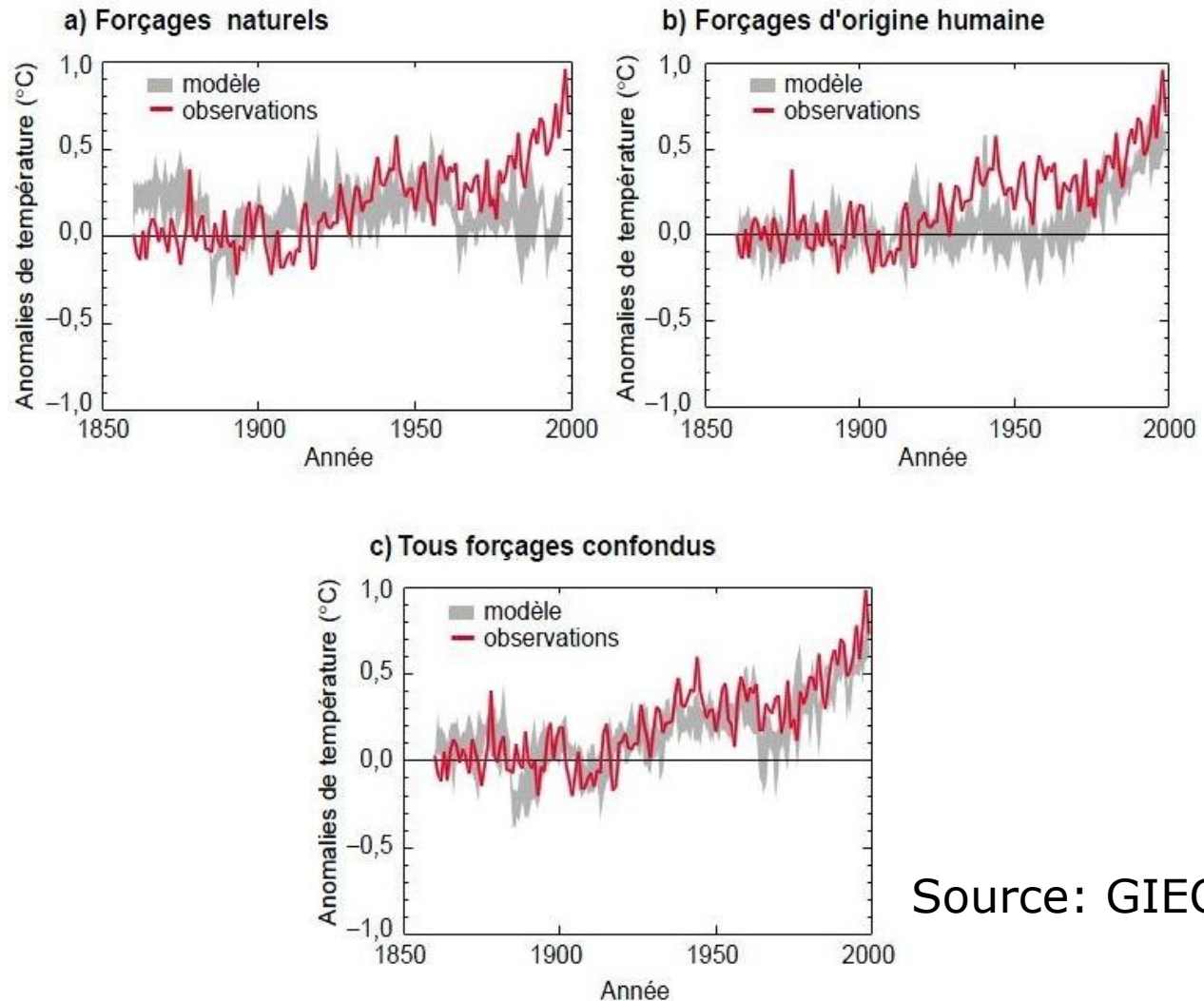
- Contexte
  - Scientifique (global et régional)
  - Négociations internationales
- Protocole de Kyoto
- REDD+
- Marché volontaire de compensation
- Projets REDD+
- MRV: Monitoring, Reporting & Verification

# Contexte scientifique

## Le cycle du carbone



# Impact des activités anthropiques sur le climat

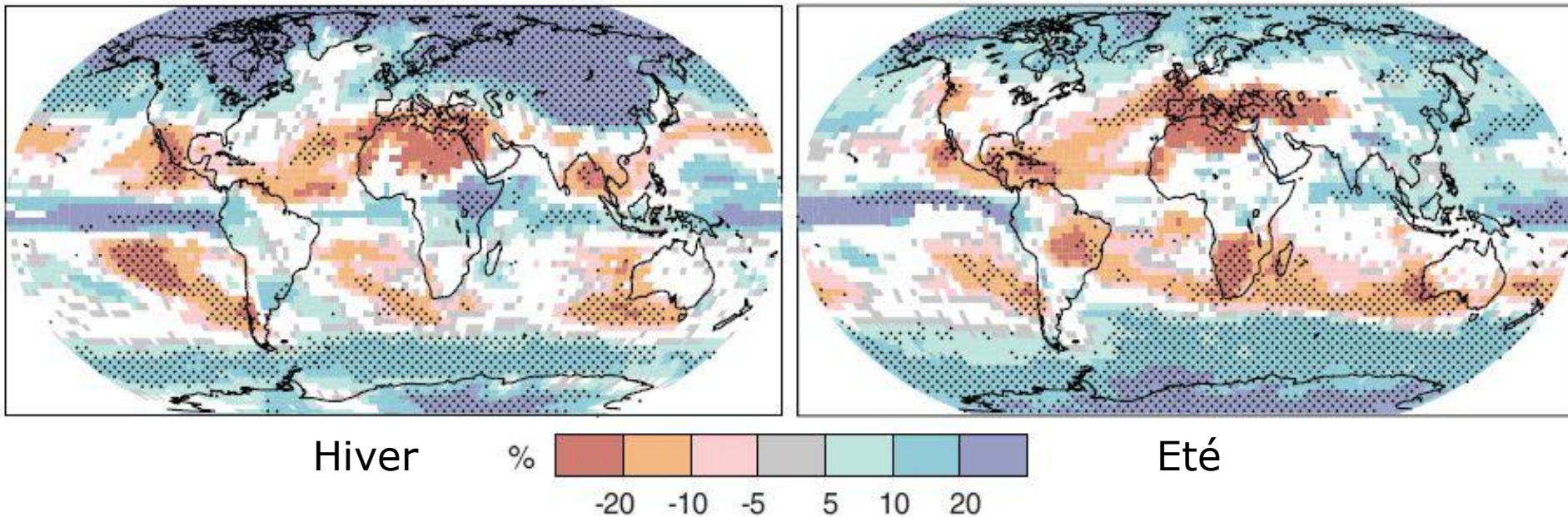


Source: GIEC, 2007



# Impact régional des changements climatiques

## Projections multimodèles des variations du régime des précipitations

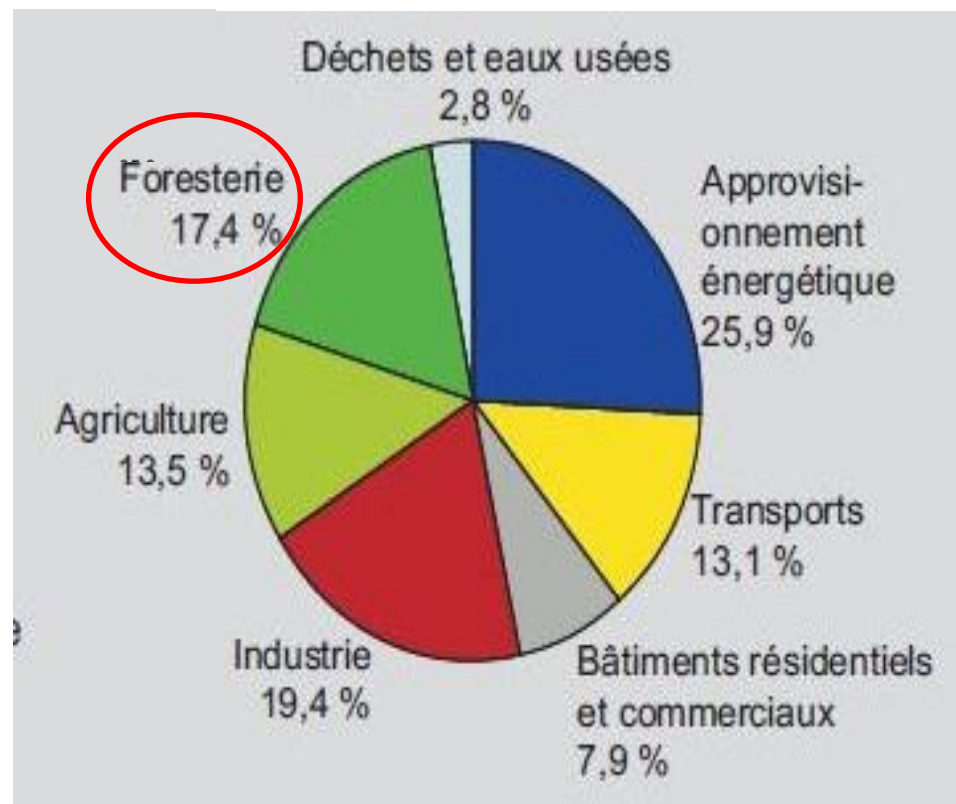


**Figure 3.3.** Variations relatives du régime des précipitations (%) pour la période 2090-2099, par rapport à la période 1980-1999. Les valeurs indiquées sont des moyennes tirées de plusieurs modèles, obtenues à partir du scénario A1B du SRES pour des périodes allant de décembre à février (à gauche) et de juin à août (à droite). Les zones en blanc correspondent aux régions où moins de 66 % des modèles concordent sur le sens de la variation et les zones en pointillé à celles où plus de 90 % des modèles concordent sur celui-ci. (GT I figure 10.9, RiD)

Source: GIEC, 2007

# Quel est la place du secteur forestier dans cette problématique?

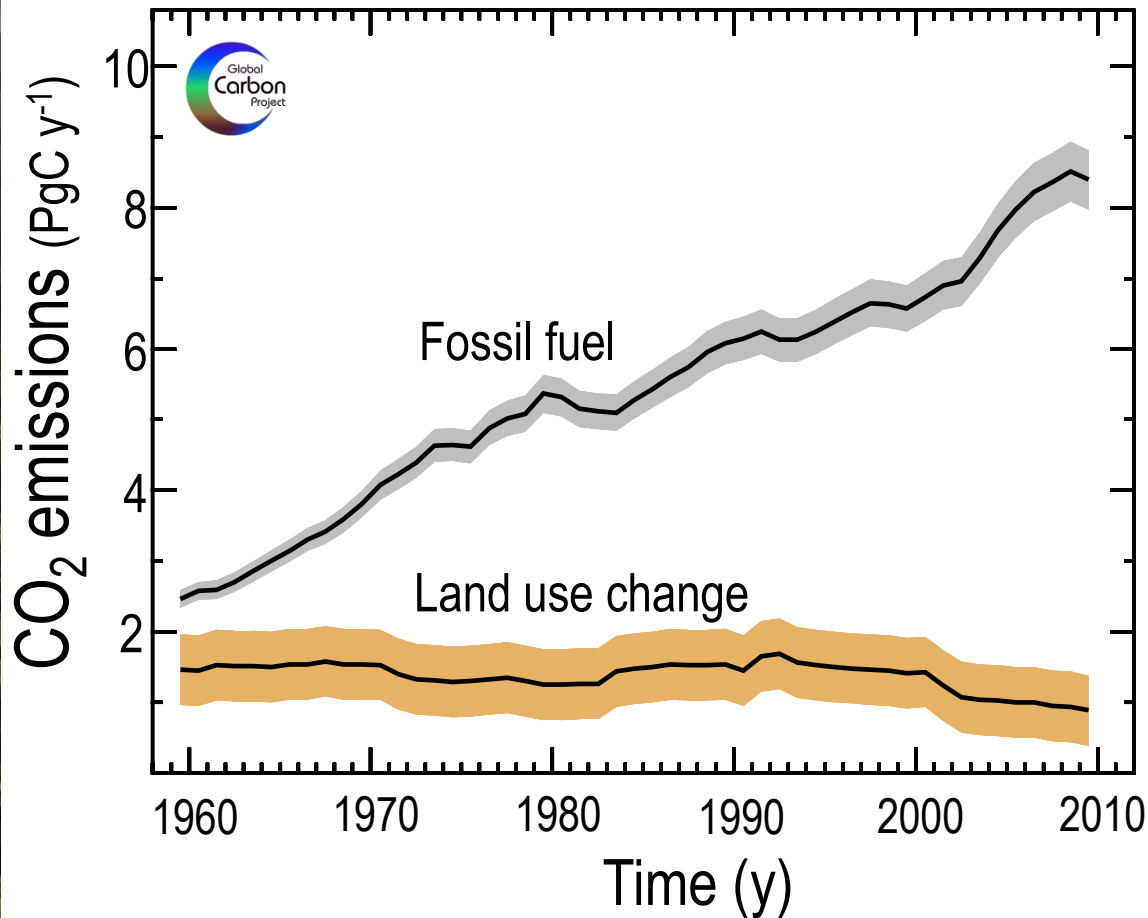
- Contribution des différents secteurs aux émissions de GES en 2004



Source: GIEC, 2007



# Quel est la place du secteur forestier dans cette problématique?

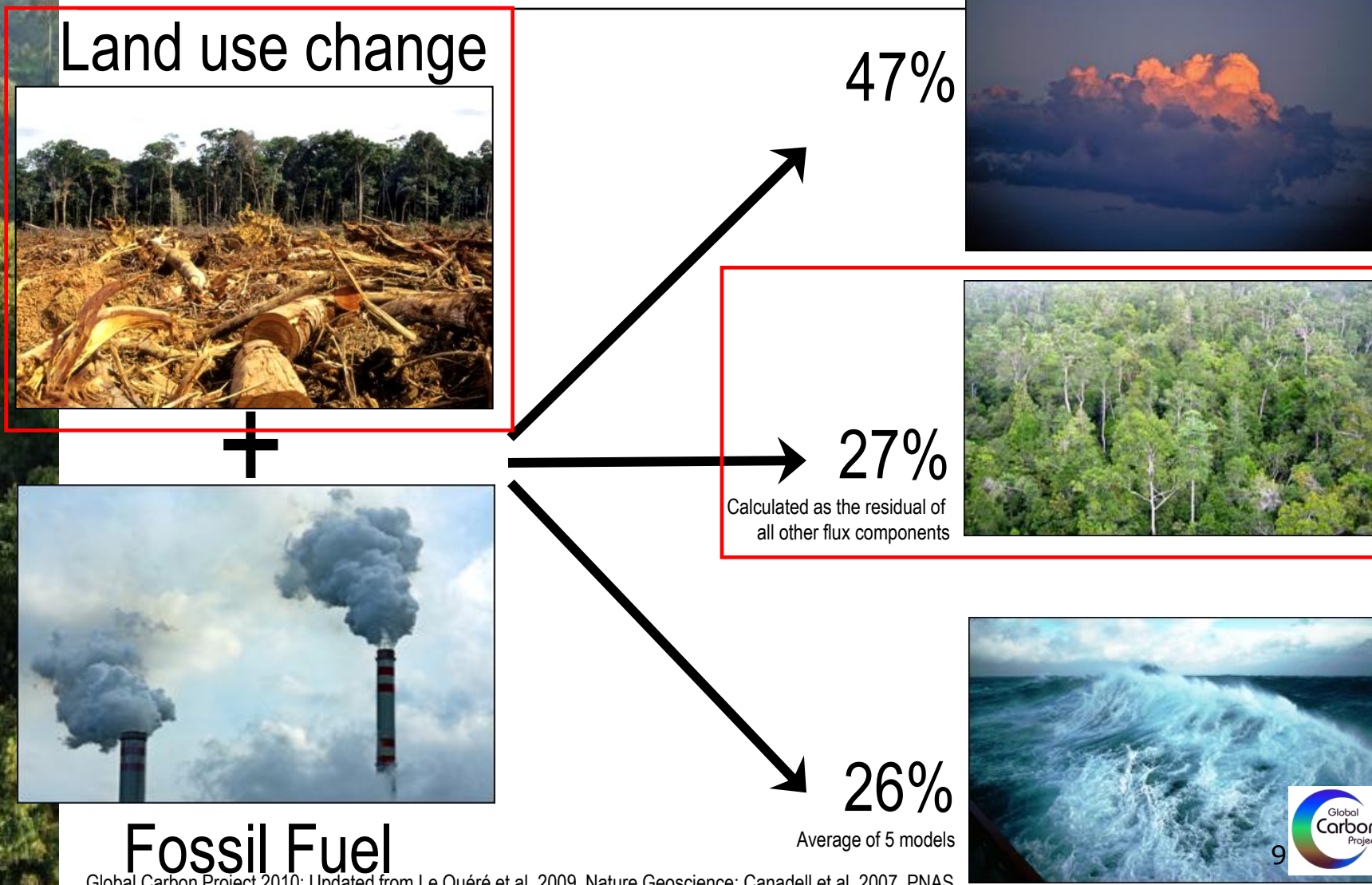


LUC emissions now  
~10% of total CO<sub>2</sub> emissions





# Quel est la place du secteur forestier dans cette problématique?



Land use change



+



Fossil Fuel

47%



27%

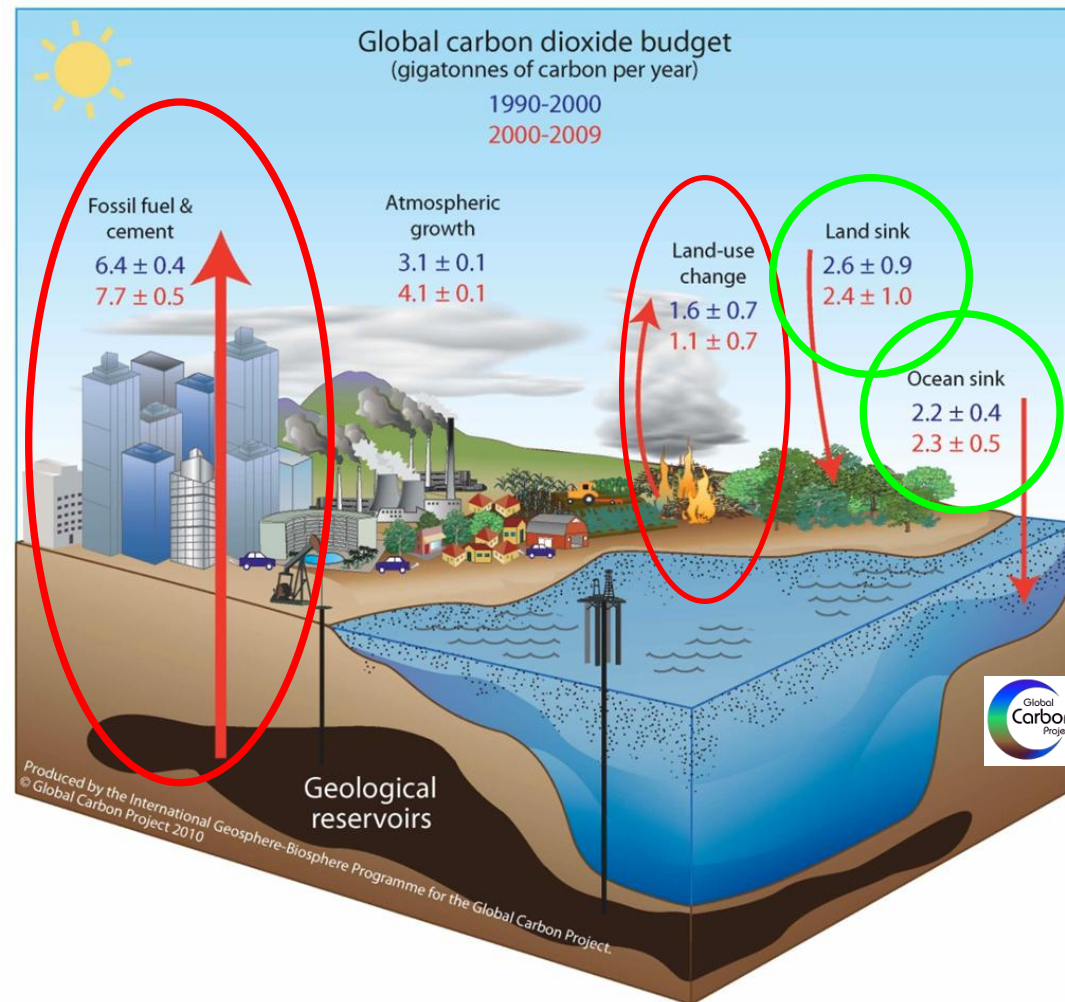
Calculated as the residual of all other flux components



26%



# Bilan global des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub>





# Plan

---

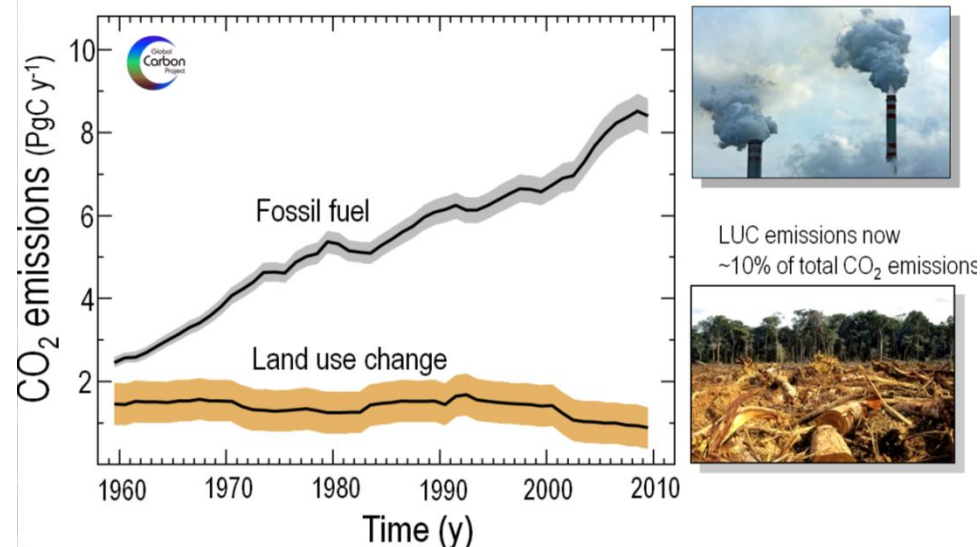
- Contexte
  - Scientifique (global et régional)
  - Négociations internationales
- Protocole de Kyoto
- REDD+
- Marché volontaire de compensation
- Projets REDD+
- MRV: Monitoring, Reporting & Verification



# Les différences « Nord-Sud »

Rappel:

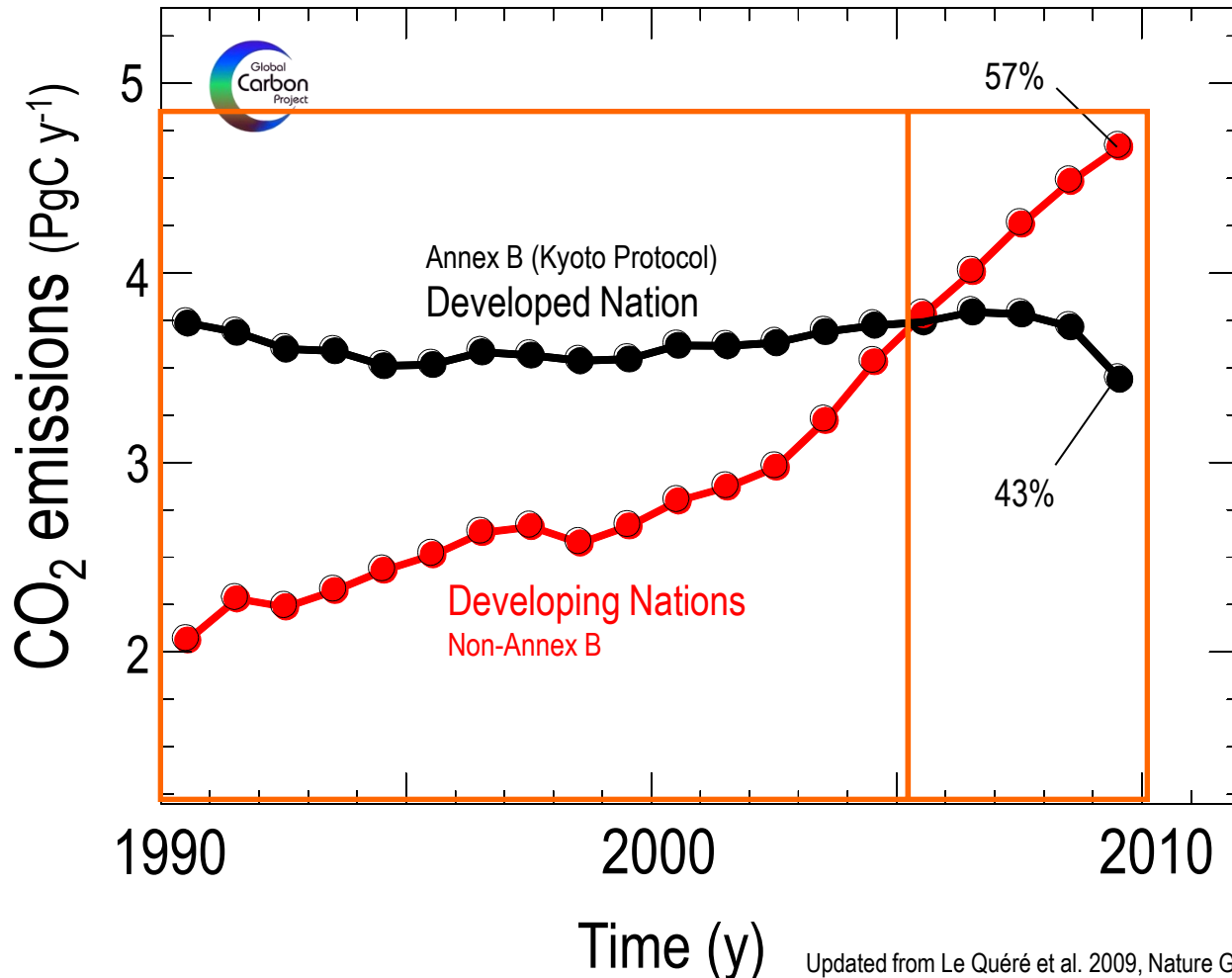
- 2 sources principales d'émissions de CO<sub>2</sub> anthropiques:
  - Combustion de l'énergie fossile
  - Le changement d'affectation des terres





# Les différences « Nord-Sud »

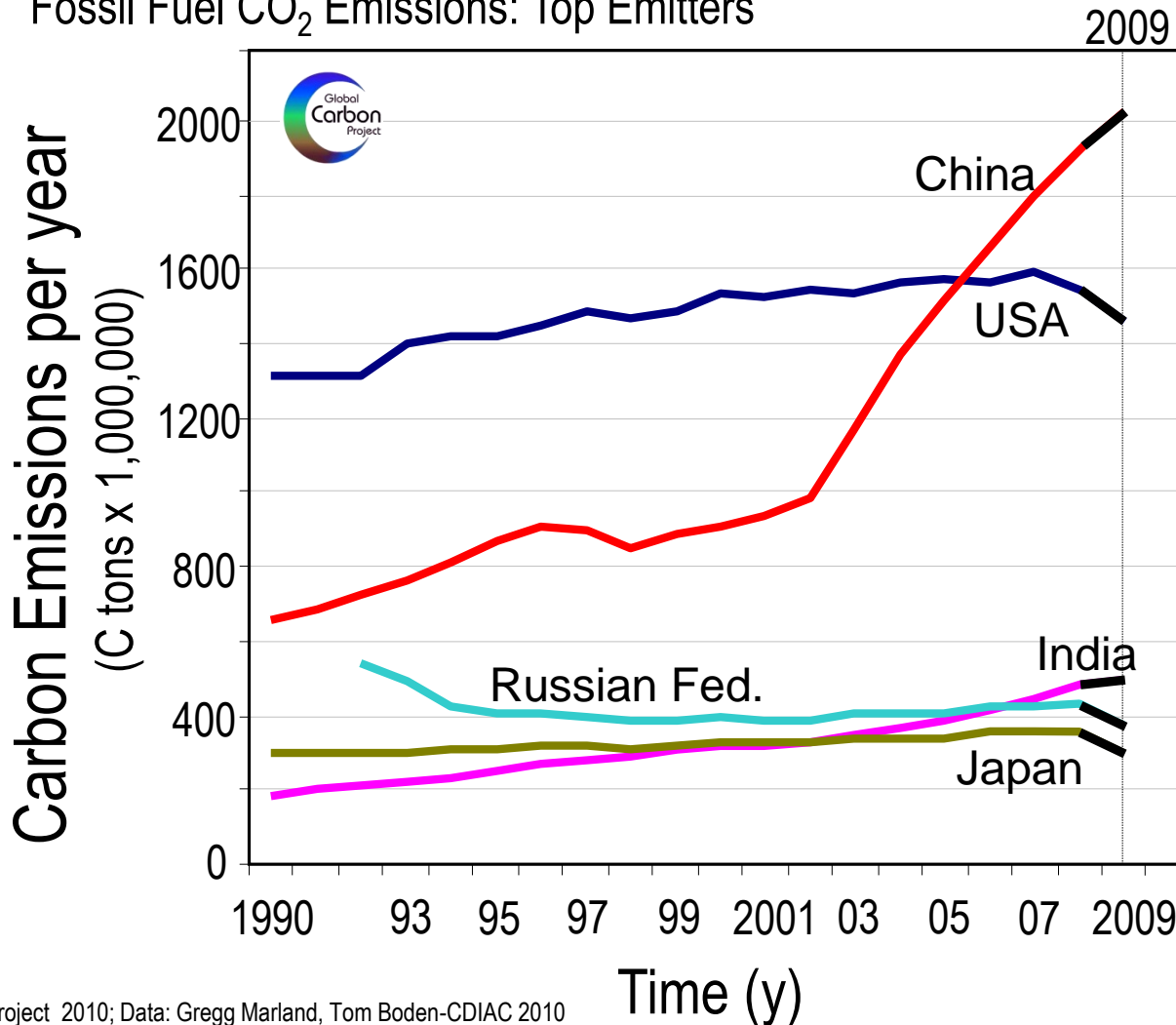
## ○ Fossil Fuel CO<sub>2</sub> Emissions





# Les différences « Nord-Sud »

- Fossil Fuel CO<sub>2</sub> Emissions: Top Emitters

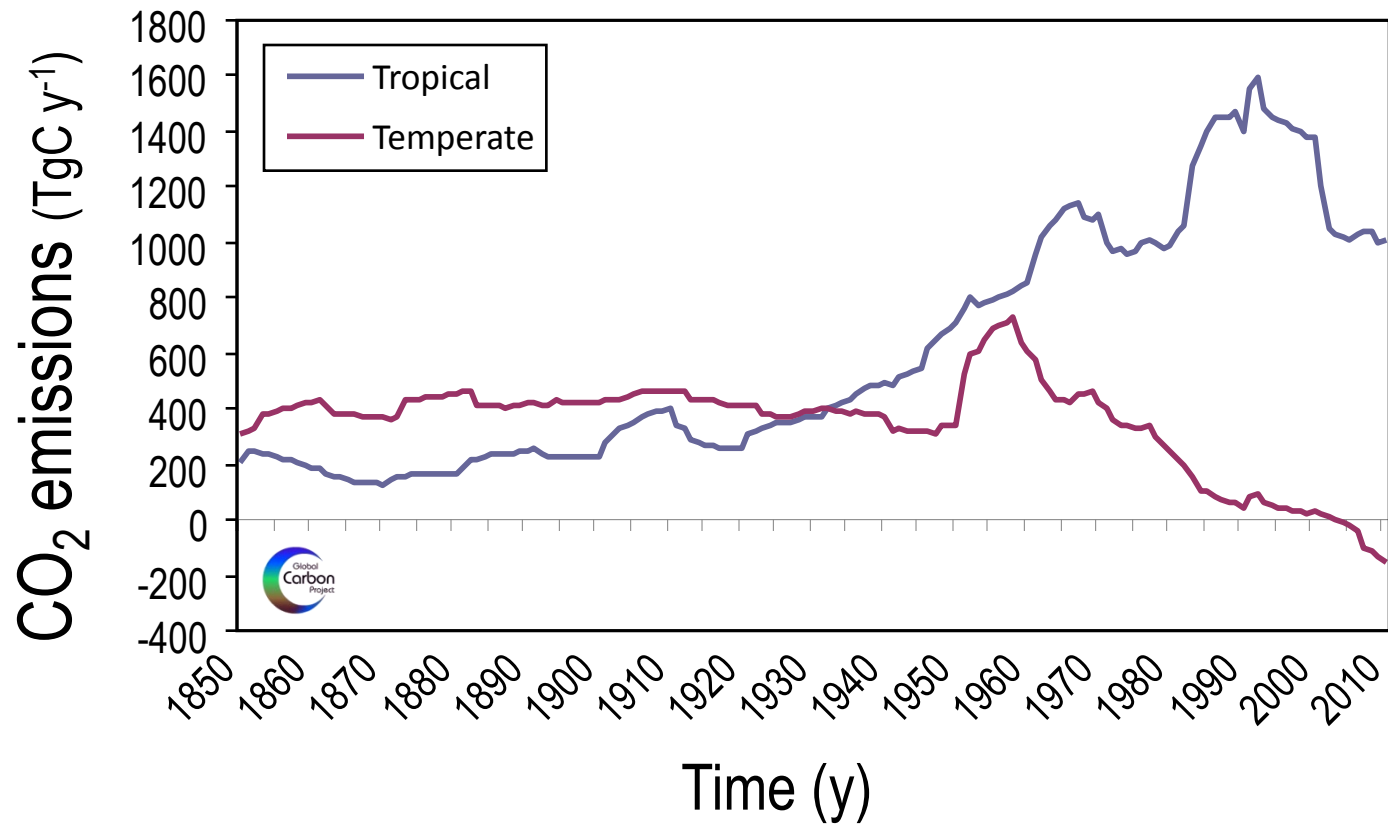






# Les différences « Nord-Sud »

- Emissions from Land Use Change (1850-2009)



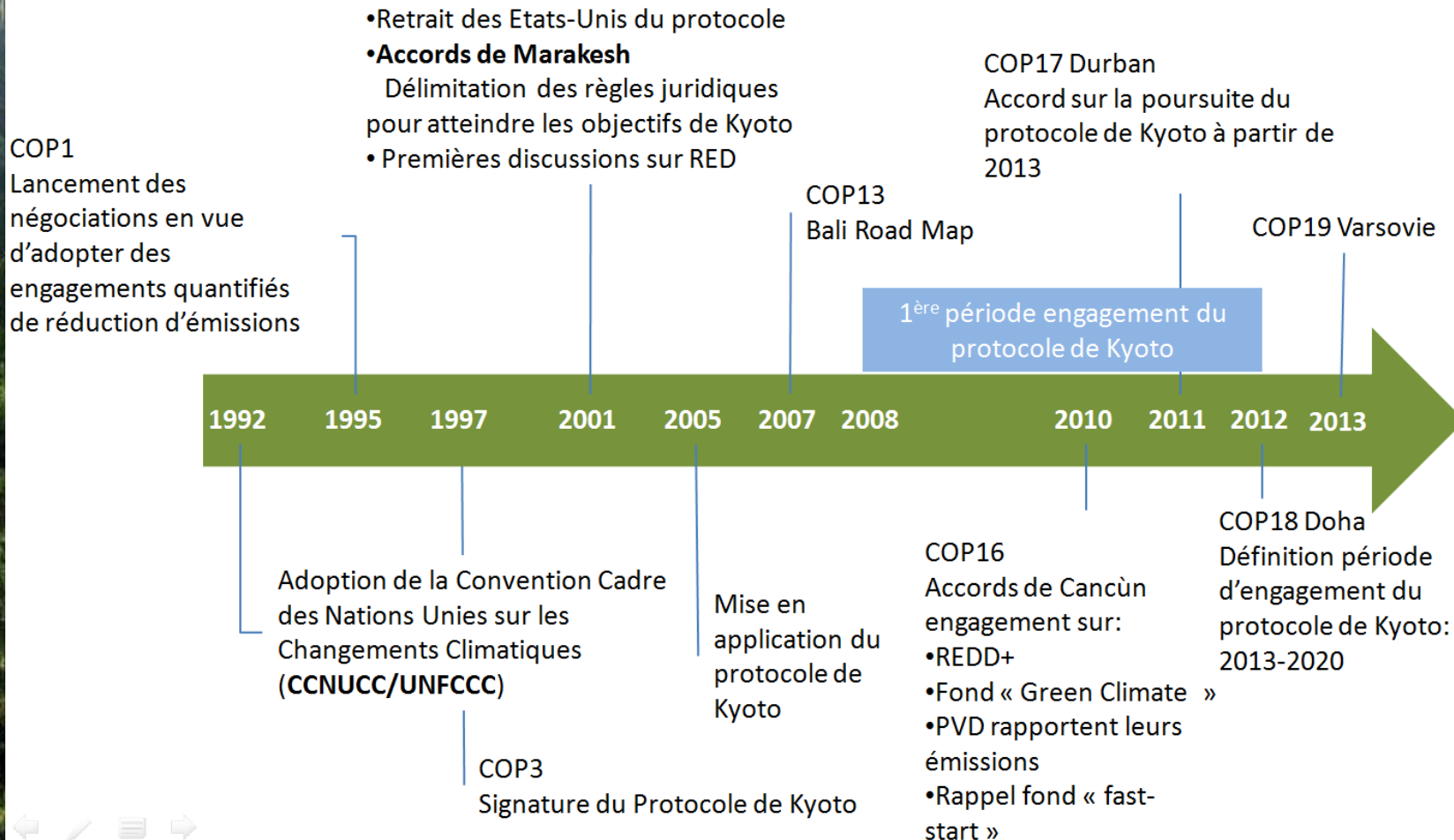


# Plan

---

- Contexte
  - Scientifique (global et régional)
  - **Négociations internationales**
- Protocole de Kyoto
- REDD+
- Marché volontaire de compensation
- Projets REDD+
- MRV: Monitoring, Reporting & Verification

# Les négociations internationales sur le climat








# Les négociations internationales sur le climat

---

## Prochaines étapes des négociations:


- 2015
  - Accord universel sur le climat qui engagerait **tous les pays** contre la lutte des émissions de GES
- 2020
  - Mise en œuvre de l'accord de 2015



# La CCNUCC (UNFCCC en anglais)

---

- Mise en place d'un cadre global de l'effort **intergouvernemental** pour faire face au défis posés par les **changements climatiques**.
- Elle reconnaît que le système climatique est une **ressource partagée** dont la stabilité **peut être affectée** par les **émissions industrielles de CO<sub>2</sub>** ainsi que les autres gaz à effet de serre.
- Distinction de 2 groupes de pays: « Pays de l'annexe 1 » et « Pays non annexe 1 »
  - Annexe I  $\approx$  Pays développés
  - Non Annexe 1  $\approx$  PVD et PE



# La CCNUCC (UNFCCC en anglais)

---

En pratique, les gouvernements:

- rassemblent et diffusent les informations sur les gaz à effet de serre, sur les différentes politiques nationales et sur les meilleures mises en pratiques;
- mettent en œuvre les stratégies nationales pour faire face aux émissions de gaz à effet de serre et s'adapter aux impacts prévus, y compris la mise à disposition de soutien financier et technologique aux pays en voie de développement;
- coopèrent pour se préparer à l'adaptation aux impacts des changements climatiques.



# Incidence de la CCNUCC sur la forêt

---

Les rapportages nationaux des émissions de GES sont réalisés par secteur

- Le Secteur ATCATF/LULUCF : Affectation des terres et changement d'affectation des terres et de la Foresterie (Land use and land use change and forestry)
  - Nécessite des informations sur l'évolution des superficies forestières et sur leurs stocks de carbone
- Possibilité de développement d'une stratégie nationale forestière qui tiendrait compte de l'impact CO<sub>2</sub>





# Plan

---

- Contexte
  - Scientifique (global et régional)
  - Négociations internationales
- **Protocole de Kyoto**
- REDD+
- Marchés volontaires de compensation
- MRV: Monitoring, Reporting & Verification
- Projets REDD+



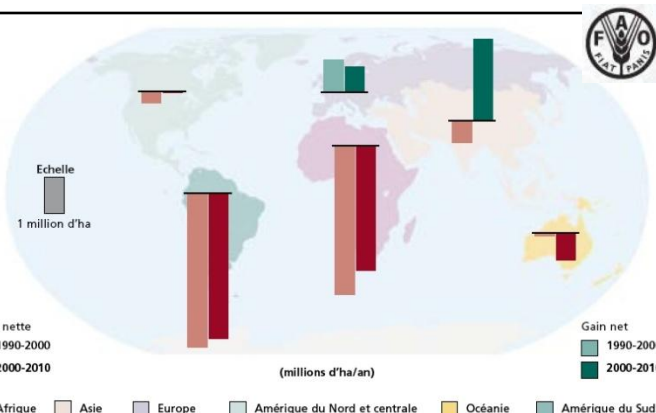
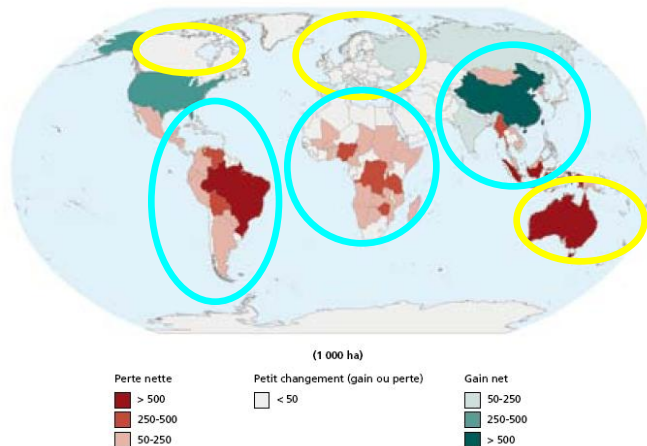
# Le Protocole de Kyoto (PK)

---

- Engagement des Parties Annexe B à des objectifs individuels, **légalement contraignants**, de réduction ou de limitation de leurs émissions de gaz à effet de serre.
- Ces objectifs constituent une réduction totale d'émissions de gaz à effet de serre d'au **moins 5% par rapport au niveau de 1990 durant la période d'engagement 2008-2012.**

# La place de la forêt dans le Protocole de Kyoto

Changement annuel de la superficie forestière par pays, 2005-2010

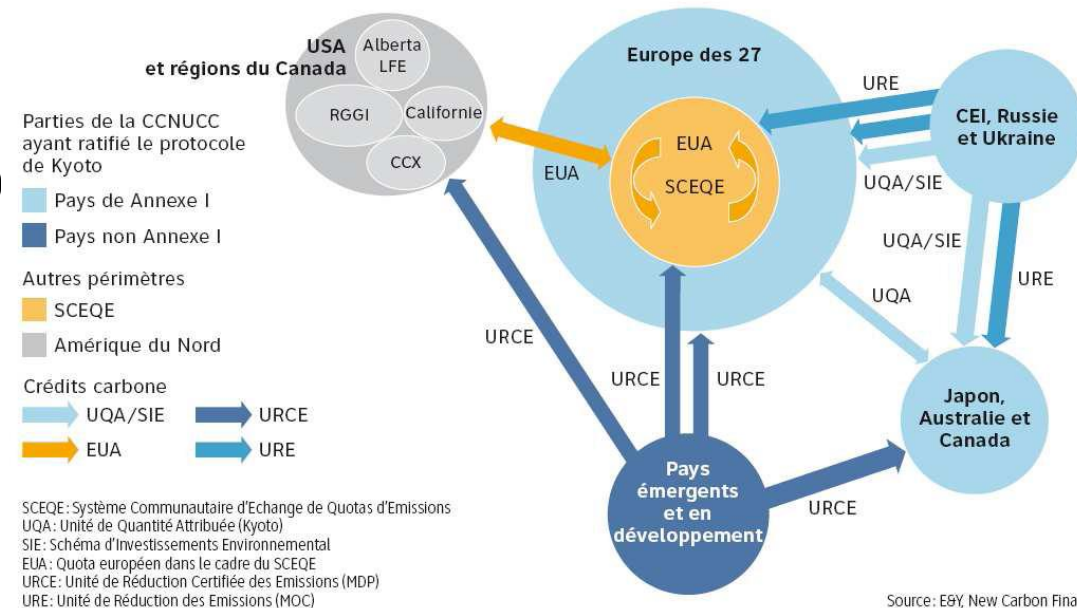


- Dans les pays de l'annexe B :
  - Les articles 3.3 et 3.4 pour le boisement-reboisement et déboisement et la gestion forestière
  - L'article 6 avec les projets de Mise en Oeuvre Conjointe (MOC ou JI en anglais)
- Dans les pays hors annexe B:
  - L'article 12 avec le Mécanisme de Développement Propre (MDP ou CDM en anglais)

# PK et crédit carbone

- Le marché Kyoto :
  - UQA/AAU
  - URCE/CER (MDP)
  - URE/ERU (MOC)
- Les marchés régionaux :
  - EUA
- Les marchés volontaires

Articulation du SCEQE avec le marché international du carbone







# Incidence du PK sur les forêts: Pays annexe B

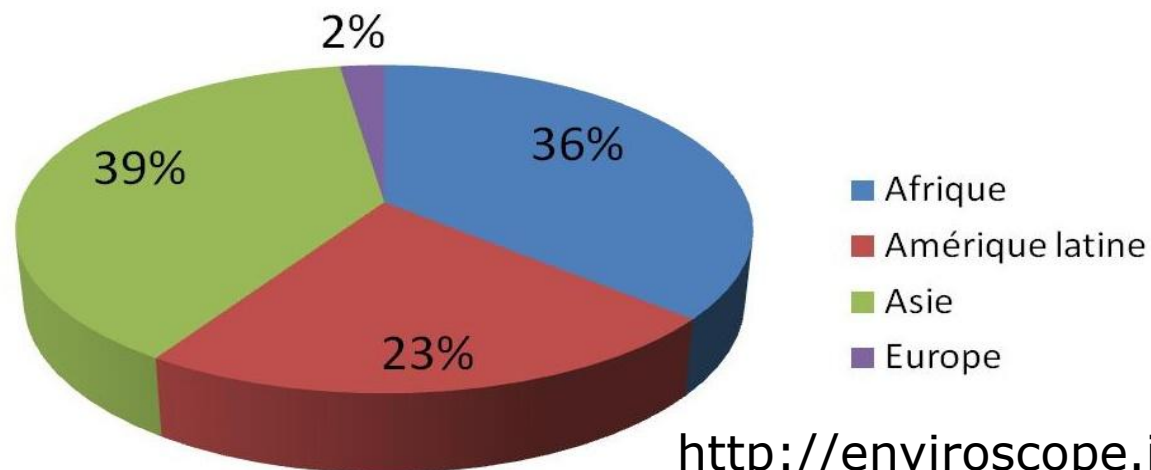
---

- Faible
- Boisement-reboisement et déboisement (art. 3.3):
  - Faibles superficies en jeu dans les pays de l'annexe B (sauf en Australie)
- Gestion forestière (art. 3.4):
  - Existence d'un plafond sur les absorptions de CO<sub>2</sub> qui peuvent être comptabilisées (~10 % du potentiel) → faible incidence
- Projets forestiers MOC:
  - 1 sur 256 !

# Incidence du PK sur les forêts: Pays hors annexe B

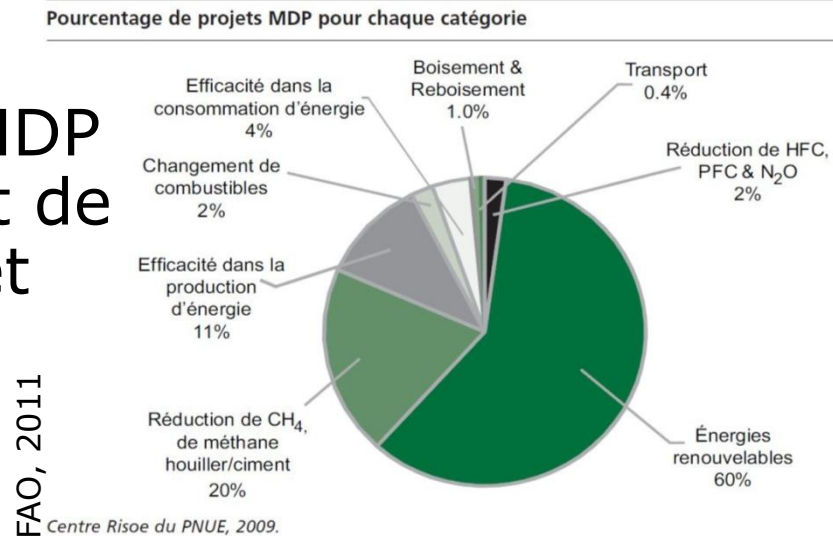
- Seulement 44 projets forestiers enregistrés sur 5 600 projets MDP en 2011 (IGES, 2011)
  - En 2009 seul 6 projets étaient validés (<> enregistré)
- Séquestration annuelle moyenne de 320 Gg CO<sub>2</sub>/an, soit ~0,2 % des émissions de CO<sub>2</sub> de la Belgique en 2008

Part des projets MDP forestiers



# Incidence du PK sur les forêts

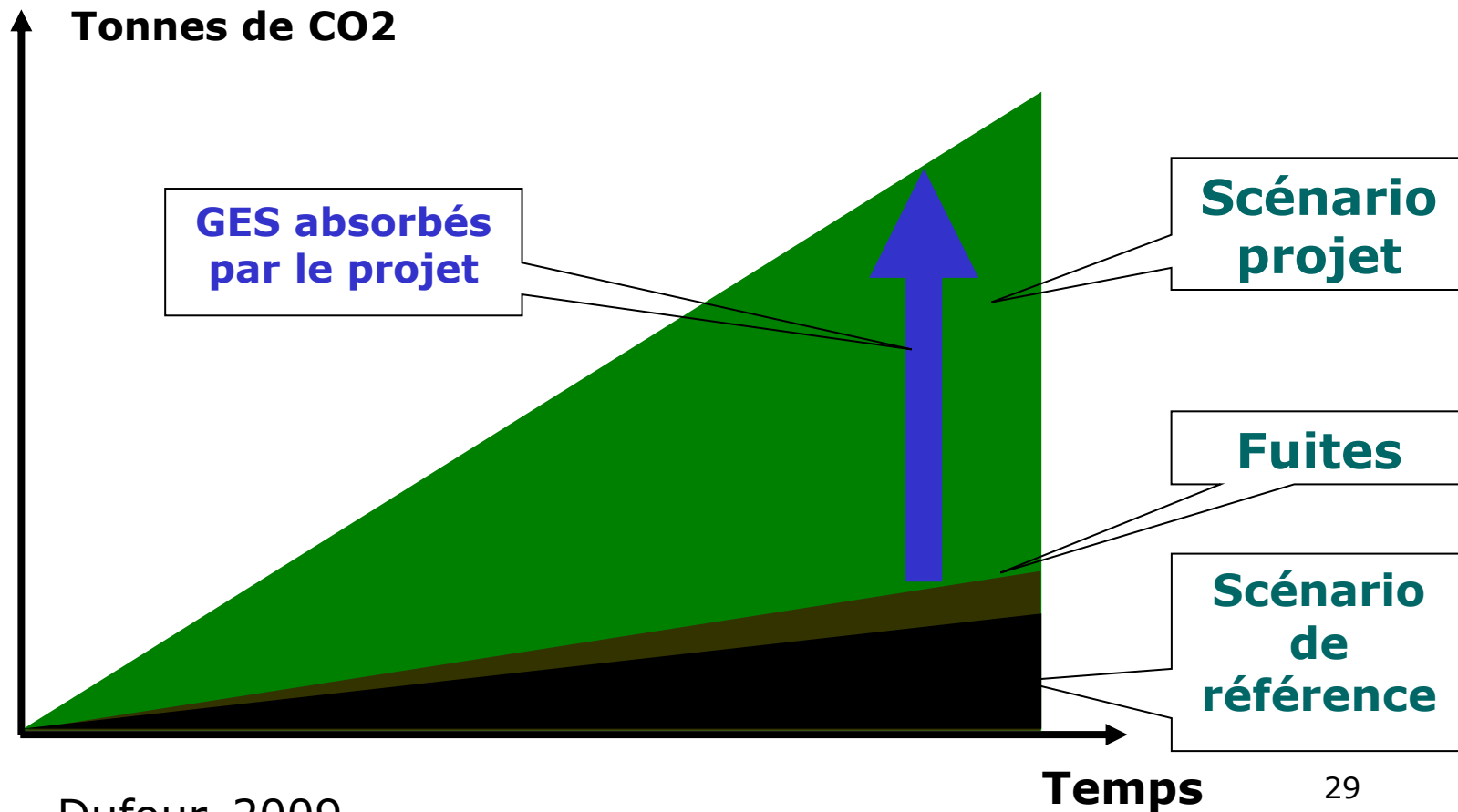
- Beaucoup de projets MDP portent sur le transfert de technologies propres et non sur la forêt



- Raisons du faible succès des projets forestiers:
  - Retard sur la définitions des modalités du MDP forestier
  - Complexité des méthodologies des projets forestiers
  - Problème de permanence des crédits carbone forestiers
  - Génération lente des crédits

# Idées clés du MDP pour projet forestier

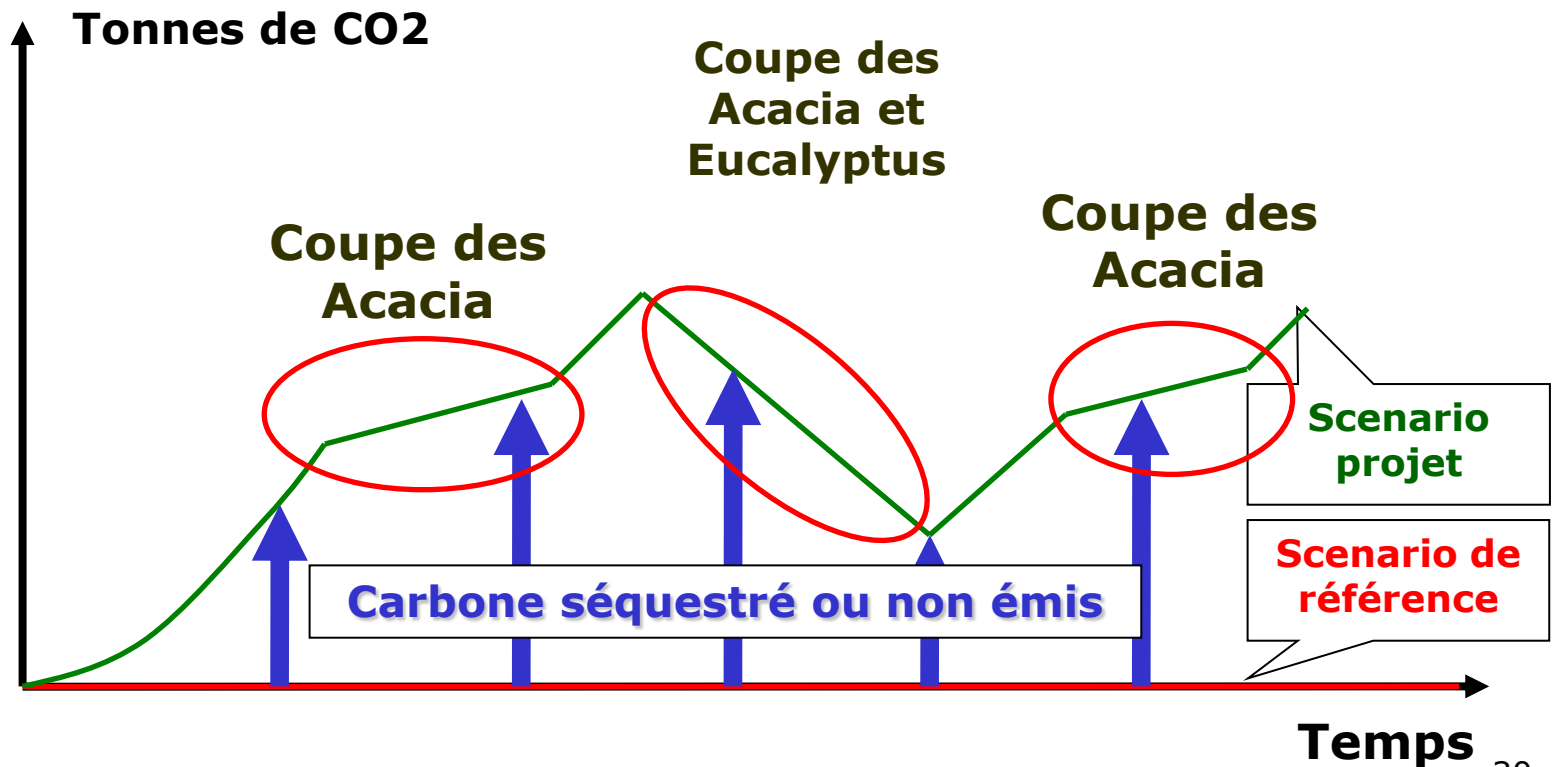
- Additionnalité, fuites et éligibilité



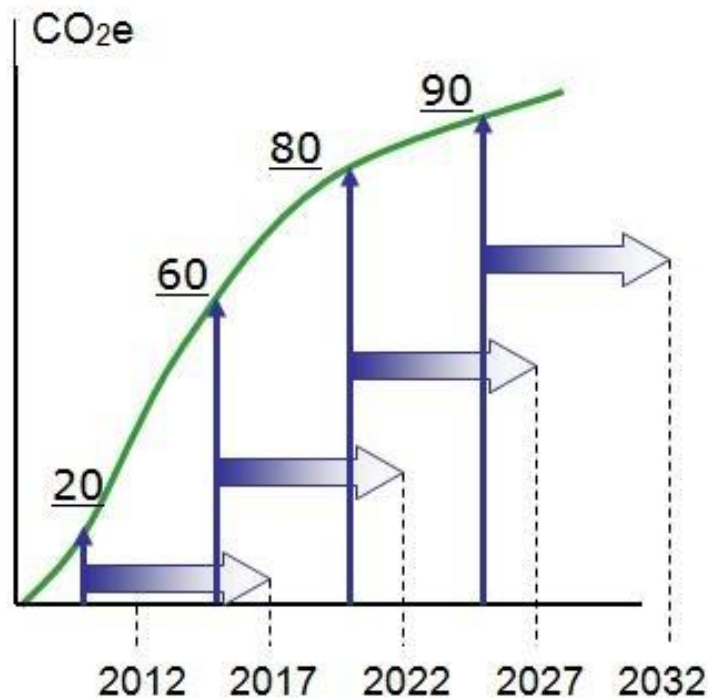


# Idées clés du MDP pour projet forestier

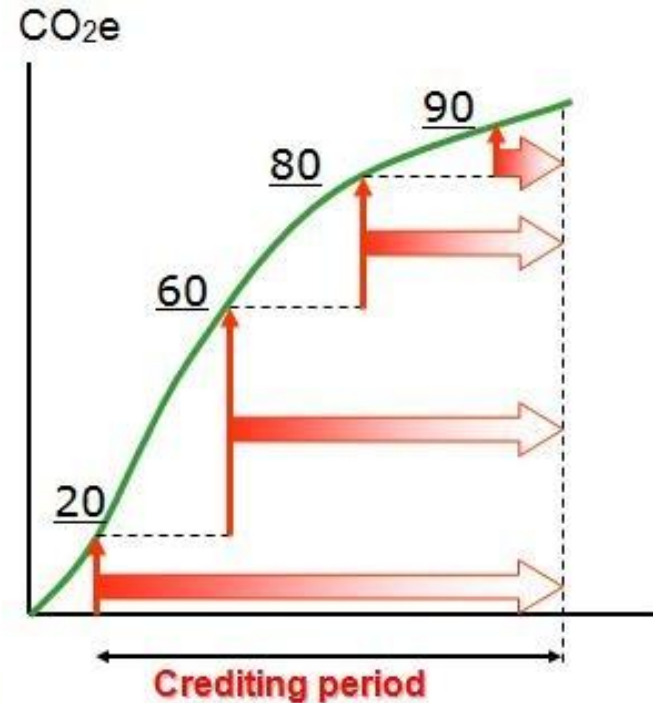
- La non permanence



# Idées clés du MDP pour projet forestier



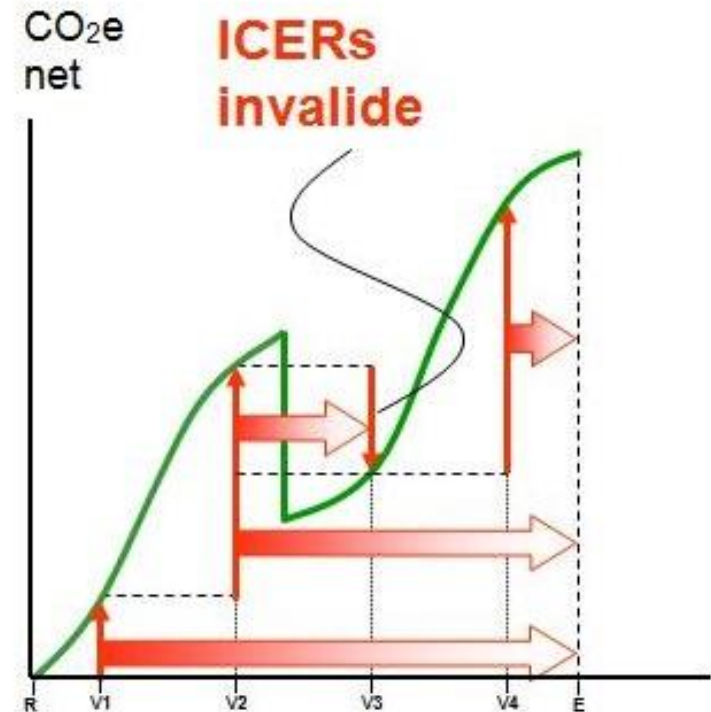
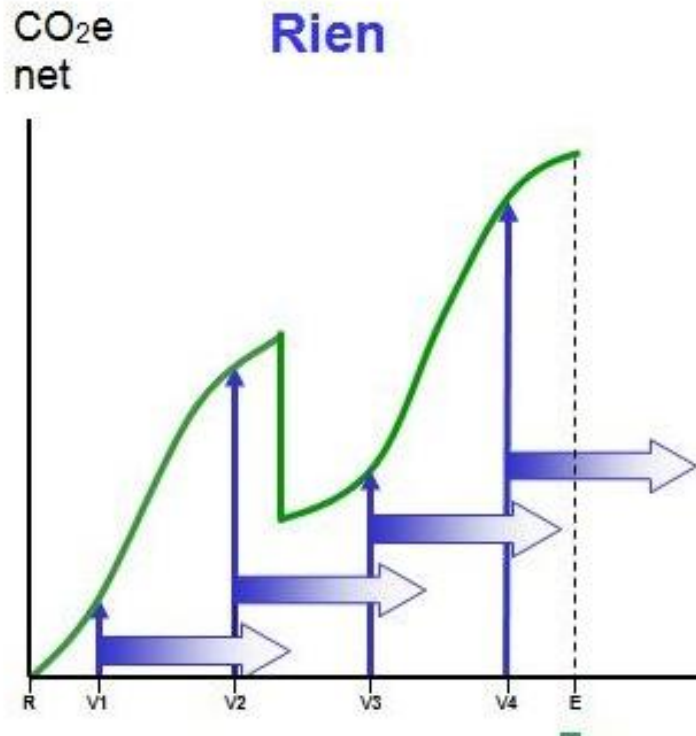
20 credits valid 5 years  
 60 credits valid 5 years  
 80 credits valid 5 years  
 90 credits valid 5 years  
250 credits tCERs



20 credits valid 20 years  
 40 credits valid 15 years  
 20 credits valid 10 years  
 10 credits valid 5 years  
90 credits ICERs

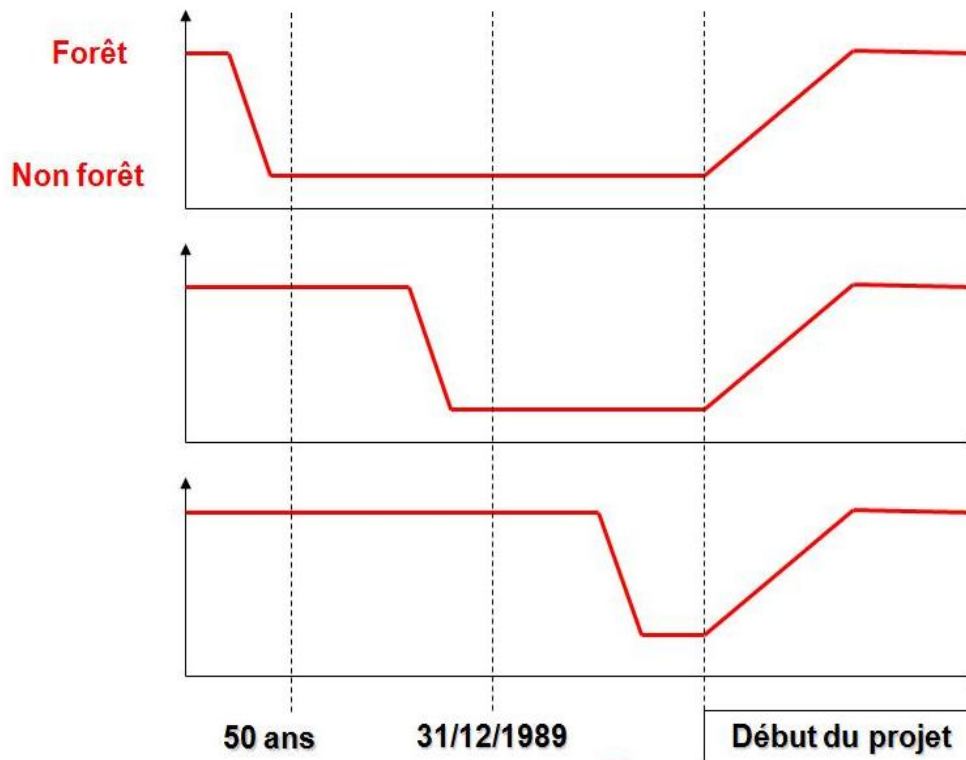
# Idées clés du MDP pour projet forestier

## ○ La non permanence



# Idées clés du MDP: Eligibilité

## Boisement ou reboisement ?



Eligible pour  
**Boisement**

Eligible pour  
**Reboisement**

**Non eligible** au  
MDP – VCS ?





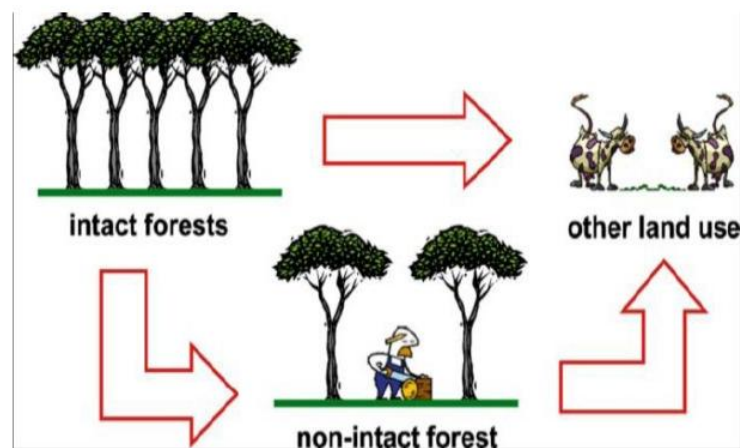
# Plan

---

- Contexte
  - Scientifique (global et régional)
  - Négociations internationales
- Protocole de Kyoto
- **REDD+**
- Marchés volontaires de compensation
- MRV: Monitoring, Reporting & Verification
- Projets REDD+

# Définitions (non officielle)

- La **déforestation** est comprise comme le passage d'une surface d'un état boisé à un état non boisé
- La **dégradation** est comprise comme un maintien du couvert forestier avec une diminution persistante des stocks de carbone





# Origine du mécanisme REDD+

## La portée du mécanisme

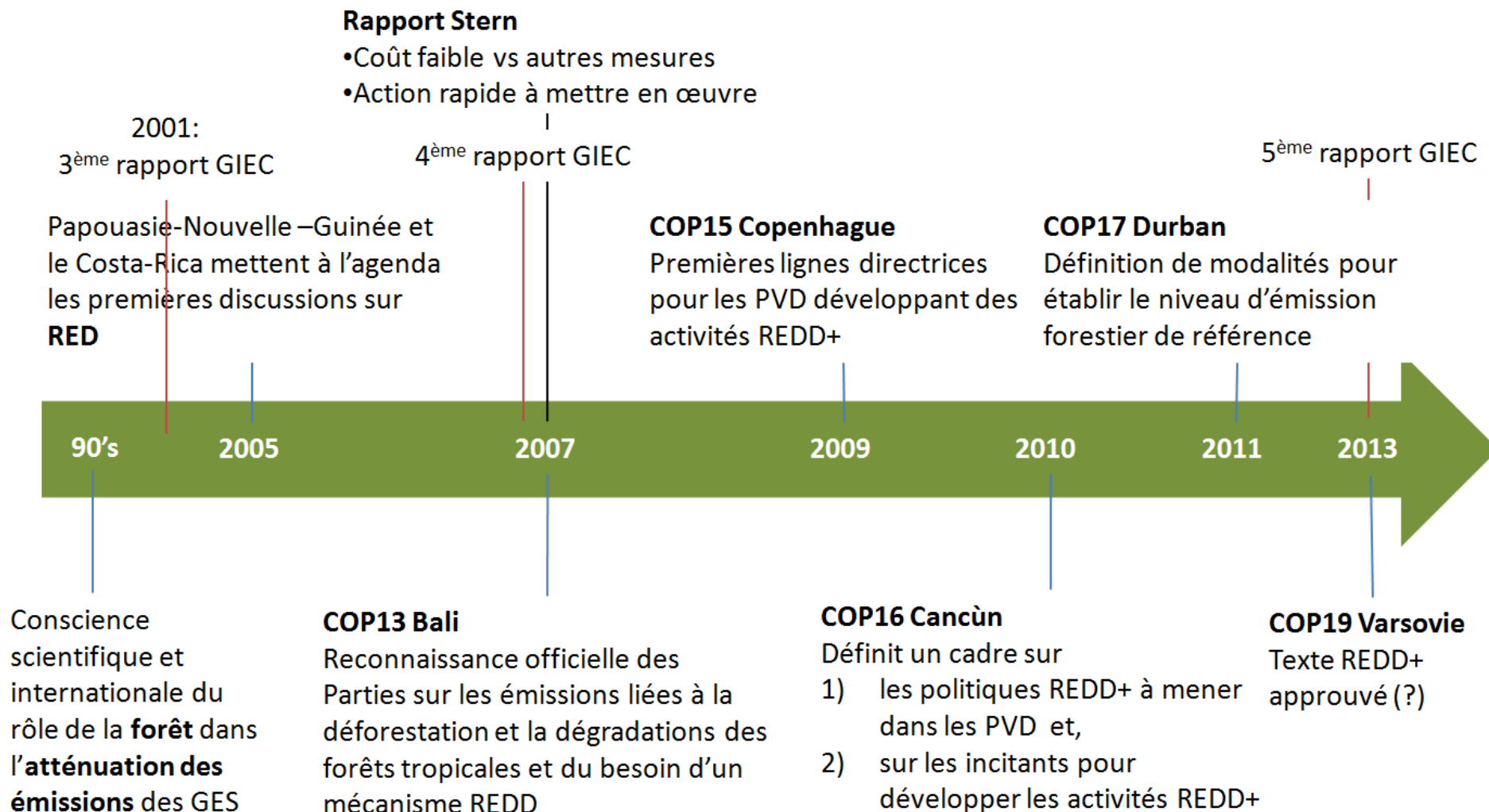
---

- RED : réduction des émissions dues à la déforestation
- REDD : déforestation et dégradation
- REDD + : conservation, gestion forestière durable, augmentation des stocks de carbone
- REDD ++ : inclusion du carbone des sols agricoles



# Origine du mécanisme REDD+

## Etapes clés au niveau international







# Origine du mécanisme REDD+

## Évènements marquants

---

- RED déjà évoqué au moment de la négociation du Protocole de Kyoto
  - Mais non permanence, additionnalité, fuites
- Dec 2005 -COP 11 (Montréal), proposition de la Papouasie et du Costa Rica d'inclure la déforestation évitée dans la négociation
- Rapport de Stern (2007)
  - la lutte contre la déforestation serait un des leviers au coût-efficacité le plus faible
  - Action plus rapide que dans d'autres secteurs (pas de nouvelles technologies nécessaires)
  - Co-bénéfices environnementaux
- 4<sup>ème</sup> rapport du GIEC (2007)
  - Importance des activités d'atténuation dans le secteur forestier
  - Coûts faibles
- Dec 2007 -COP 13 (Bali), Plan d'Action de Bali
  - Accord pour la mise en place d'un mécanisme REDD pour le régime post-2012
  - L'action doit être rapide
  - Encouragement d'activités pilotes et d'approfondissements méthodologiques



# Origine du mécanisme REDD+

## Évènements marquants

---

- Dec 2009 – COP 15 (Copenhague)
  - Reconnaissance non unanime de l'intégration du REDD+ dans les accords climats futurs
  - Premier financement de 4 milliards \$US
- Dec 2010 – COP 16 (Cancùn)
  - Reconnaissance unanime du REDD+
  - Légères avancées sur le contenu du REDD+ (mécanisme réalisé à l'échelle nationale,...)
- Dec 2011 – COP 17 (Durban)
  - Définition de modalités pour établir le niveau d'émission forestier de référence (approche par étape)
  - Définition des modalités de quantification des émissions
  - PK: comptabilisation obligatoire de la gestion forestière via l'article 3.4 avec des nouvelles règles de comptabilisation (flexibilité en cas de grande perturbation naturelle) -> Pays Annexe I
- Des 2013 – COP 19 (Varsovie)
  - Une texte REDD+ serait approuvé



## Idée de départ de la REDD+

---

- Moyen peu coûteux pour lutter contre les émissions de GES
- ↗ valeur arbres sur pied  
→ ↘ arbres coupés
- Paiement pour Services Environnementaux (PSE)
- Financement basé sur les résultats



# Idée de départ de la REDD+

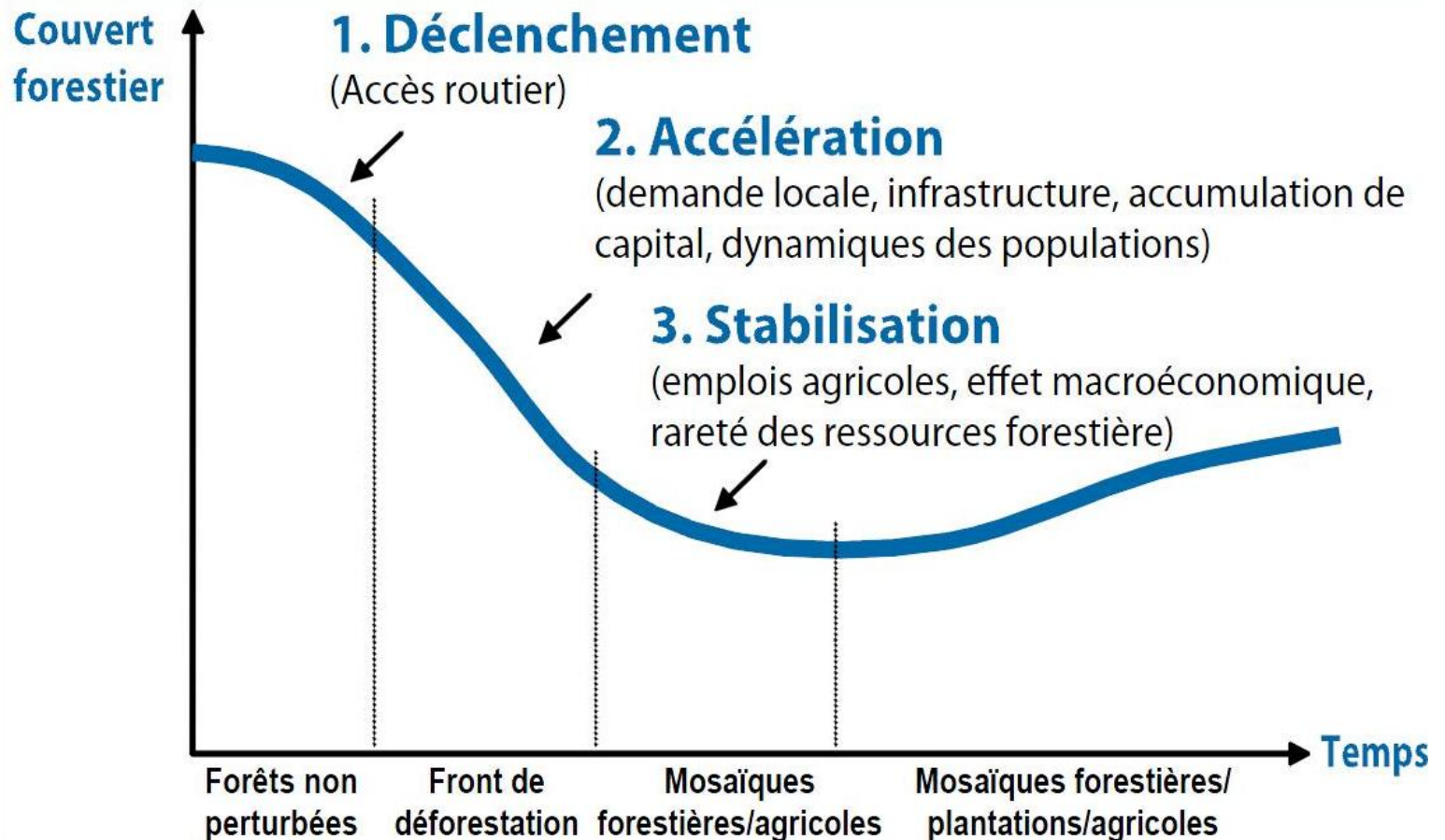
---

## ○ Conditions pour PSE:

- Un produit quantifiable (scénario de référence + MRV)
- Vendeurs
- Acheteurs
- Institutions de marché bien établies
  - Gestion des flux des crédits carbone
  - Gestion des flux financiers

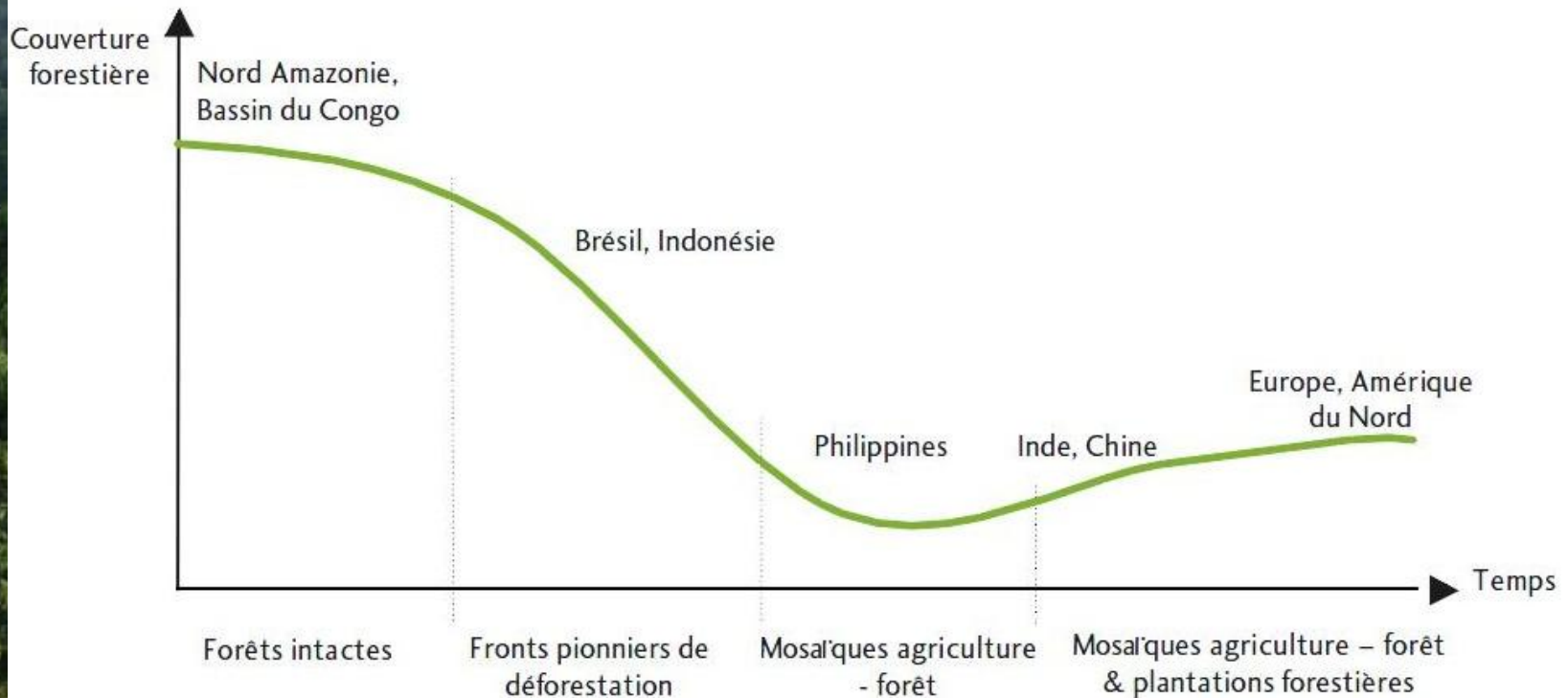


# Idée de départ de la REDD+: Modifier la transition forestière



Angelsen, 2008

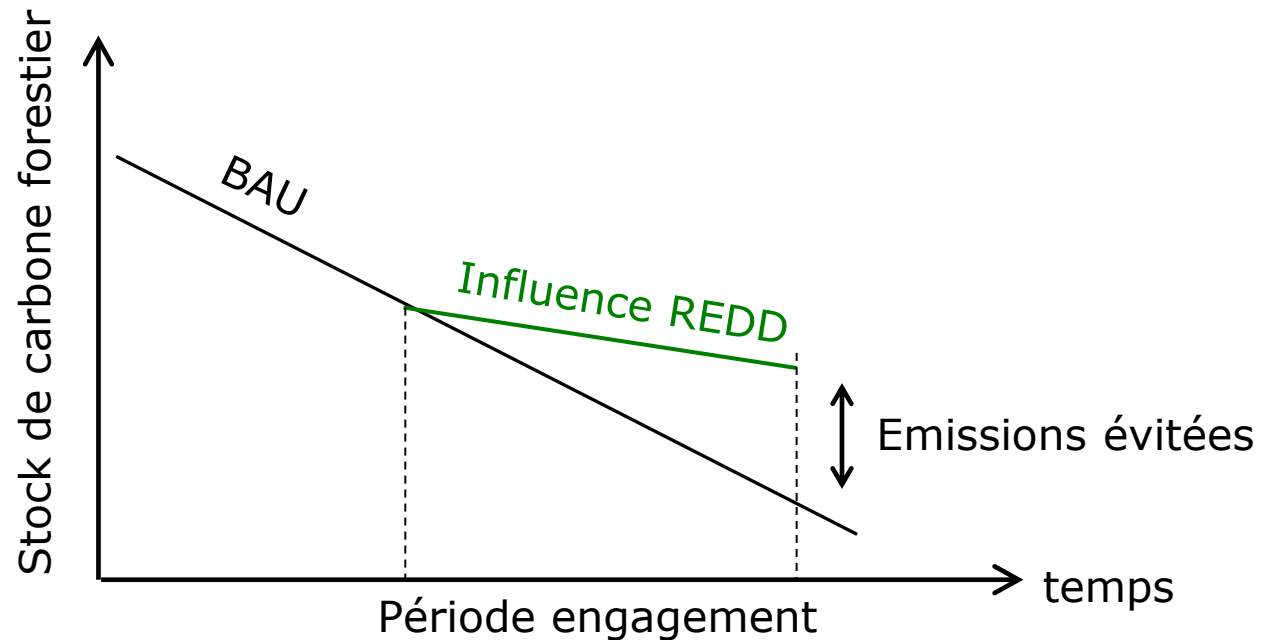
# Idée de départ de la REDD+: Modifier la transition forestière



ONFI, 2010

# Idée de départ de la REDD+: Définition d'un niveau de référence

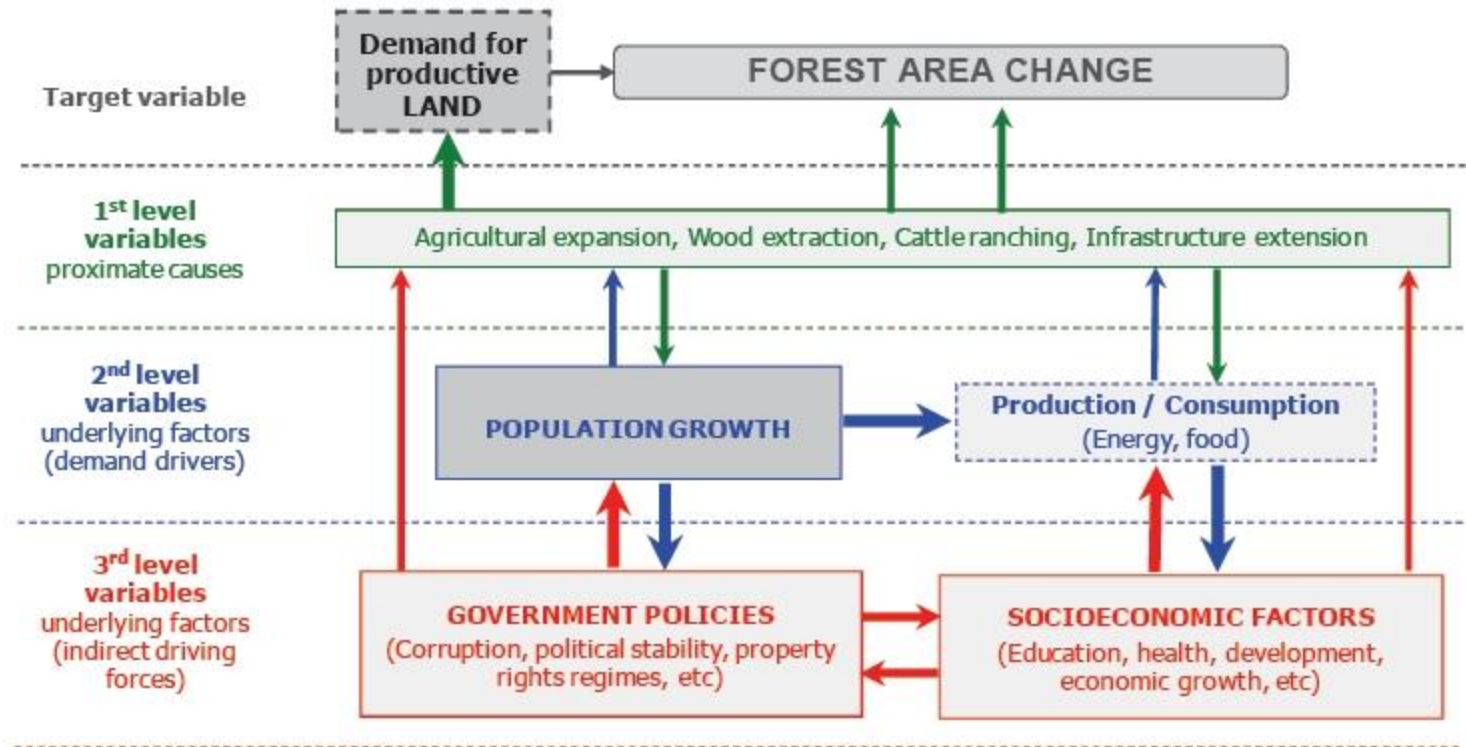
- Rémunération pour les « émissions évitées »



Inspiré de Angelsen, 2008

# Complexité de la REDD+

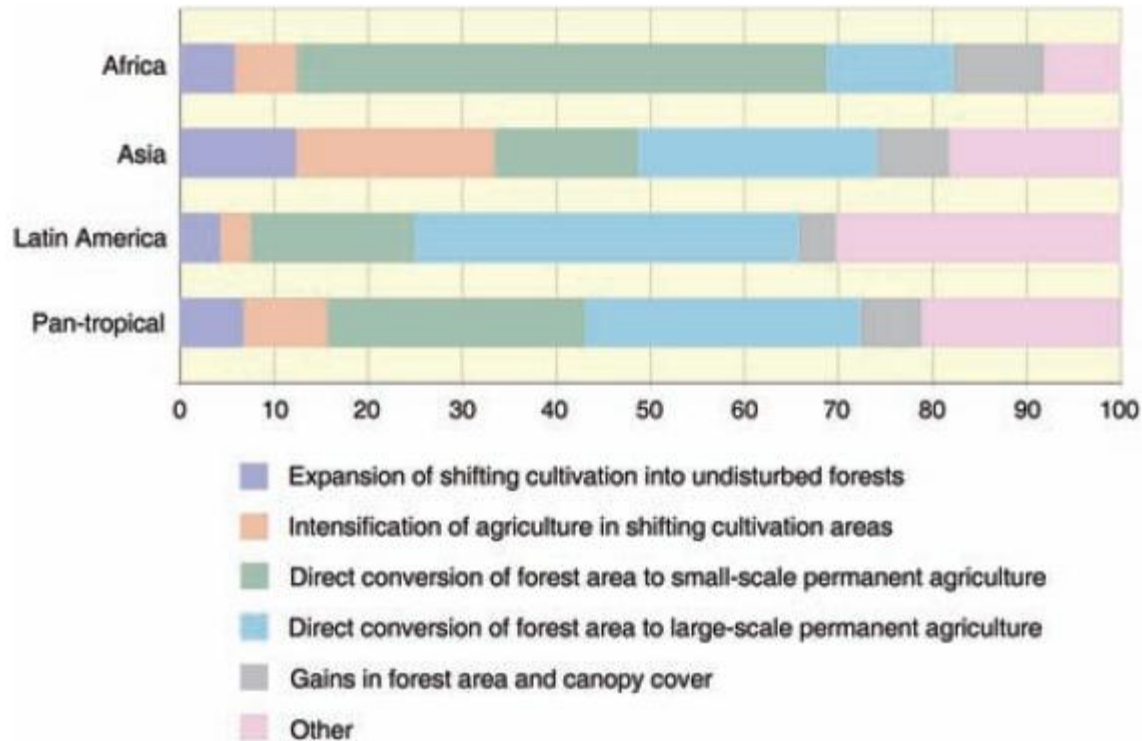
Figure 18 Overview on direct and indirect deforestation drivers



Source: Herold *et al.*, 2008



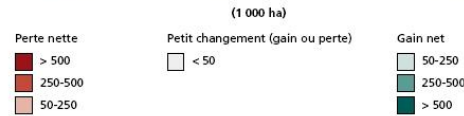
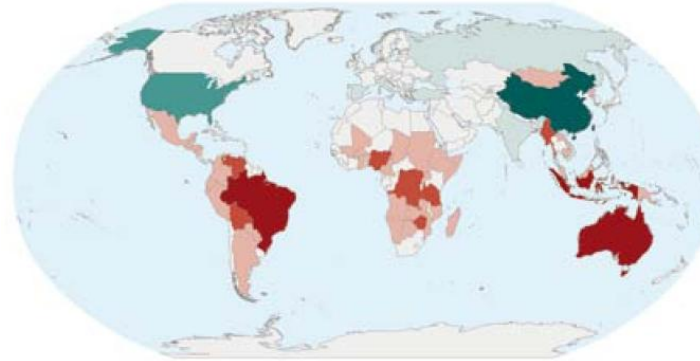
# Complexité de la REDD+



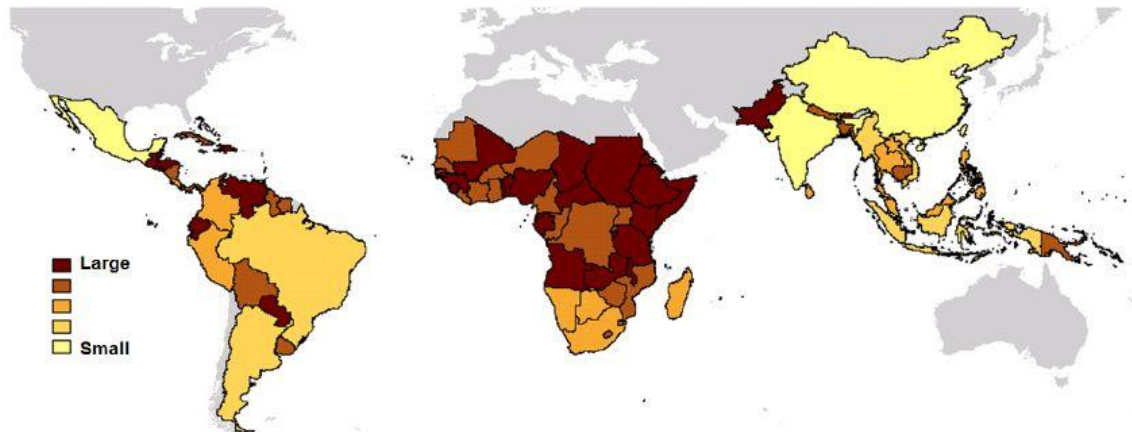
**Figure 2.** Transition of forest between 1980 and 2000 to other land uses and other land uses to forest due to different causes expressed in percentage (FAO, 2001)

# Complexité de la REDD+

Changement annuel de la superficie forestière par pays, 2005-2010



Source: FRA, 2011



Source: GOF-C-GOLD, 2009

Figure: Spatial distribution of the capacity gap for different countries analyzed.

# Complexité de la REDD+

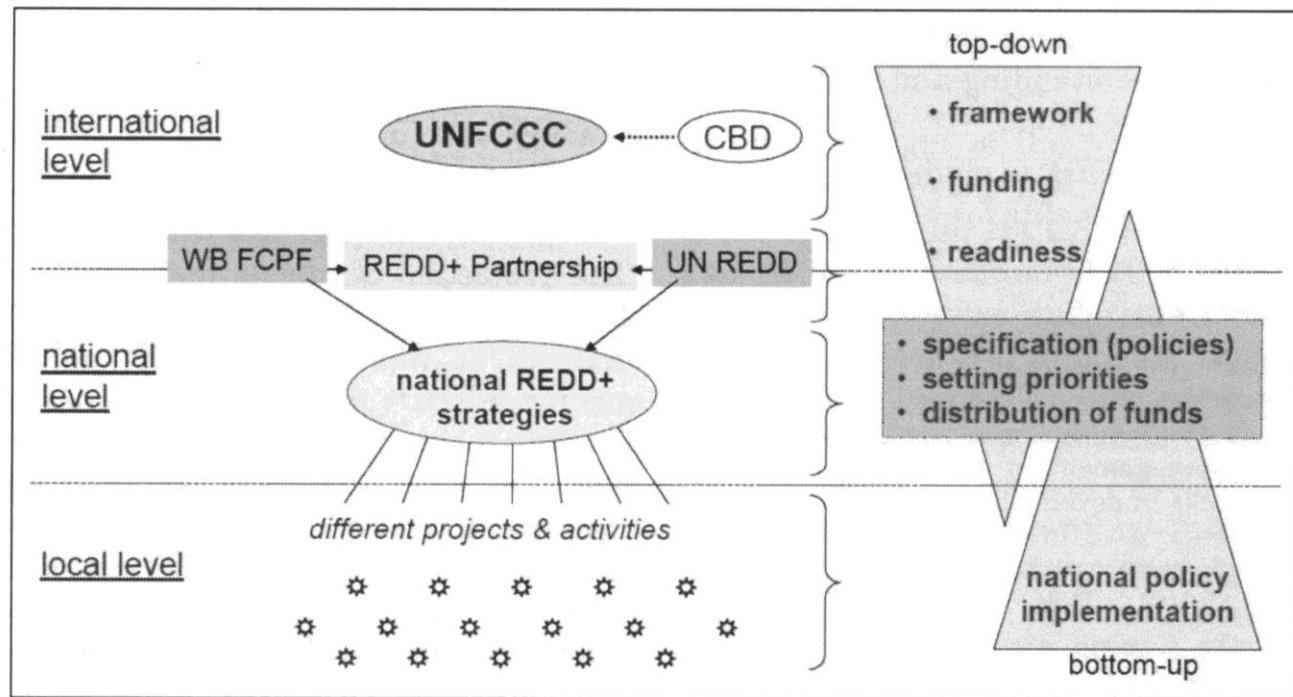


Fig. 1

Multi-level governance of REDD+.

Pistorius et al., 2011



# Complexité de la REDD+

---

## ○ Financement

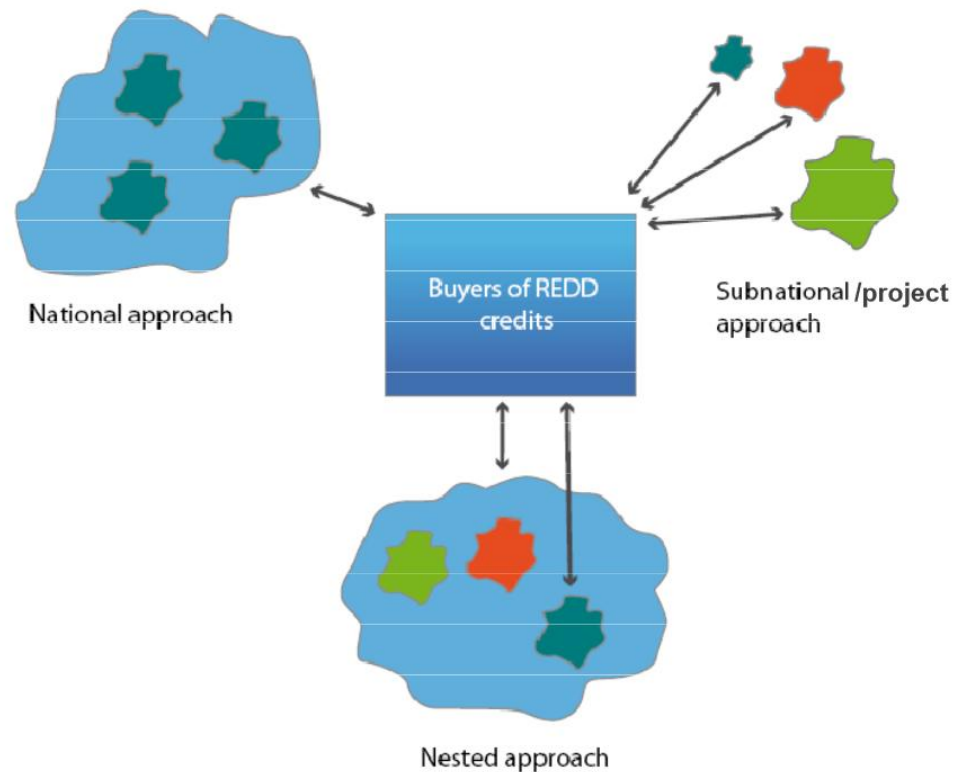
- Qui rémunérer?
  - Exploitations industrielles
  - Peuples autochtones
  - Etats
- Marché vs fond?
- Marché:
  - Echelle: mondiale, régionale?
  - Inondation du marché par des crédits REDD  
→ affaiblissement des atténuations d'émissions



# Complexité de la REDD+

## ○ Financement

- « Nested approach »





# Complexité de la REDD+

---

## ○ Financement

- Privé ou public?
- Privé:
  - Responsabilités sociales
  - Investissements à but lucratif
  - Crédit compensatoire



# Complexité de la REDD+

---

- Définition d'un niveau de référence (RL) ↔ Business as usual
- 3 approches possibles
  - Strictement historique
  - Historique ajustée (stade de transition de la forêt)
  - Modèles de simulation
- > Prob de disponibilité de données historiques



# Complexité de la REDD+

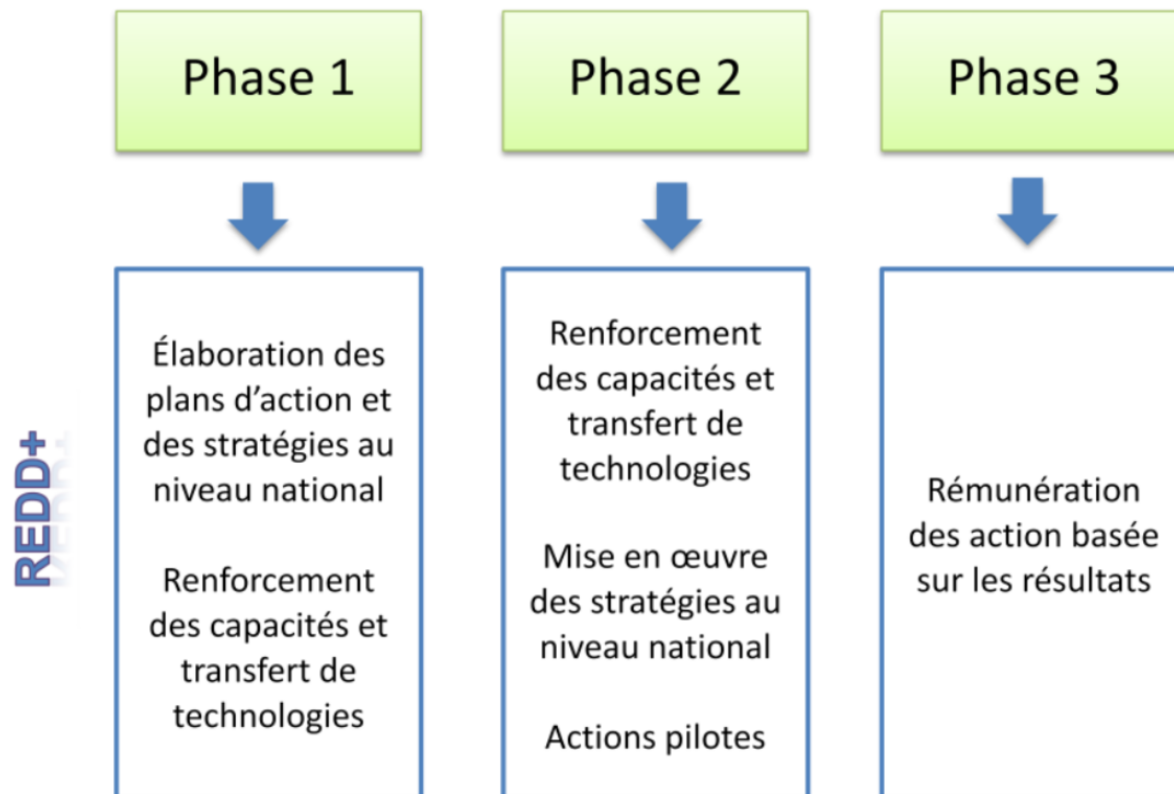
---

- Mise en place d'un MRV efficace
  - (voir chapitre suivant)

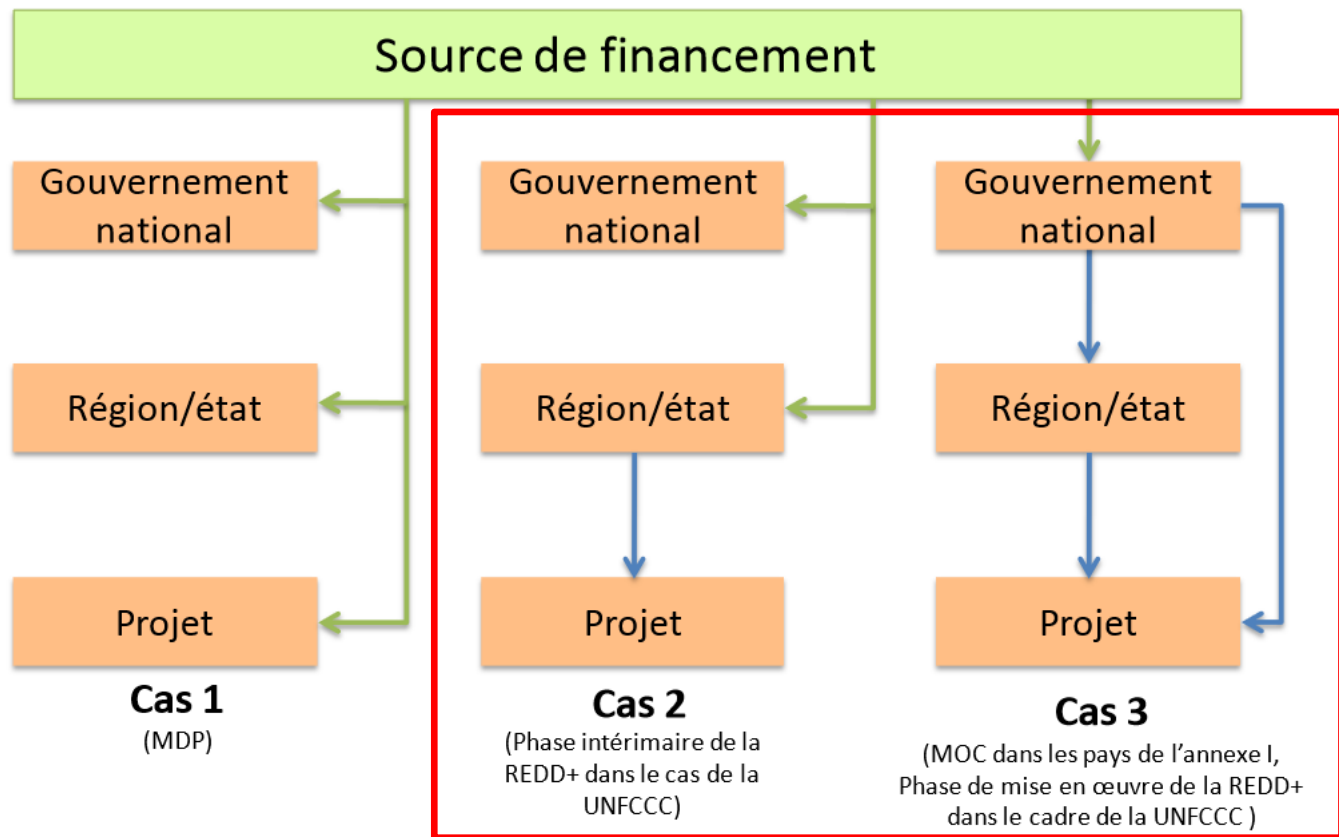


# Mise en place de la REDD+

- Echelle nationale
- 3 phases chronologiques



# Mise en place de la REDD+



→ Distribution **directe** des crédits ou fonds provenant des sources de financement

→ Distribution **indirecte** des crédits ou fonds provenant des sources de financement



# Mise en place de la REDD+

## Niveau de référence (RL)

---

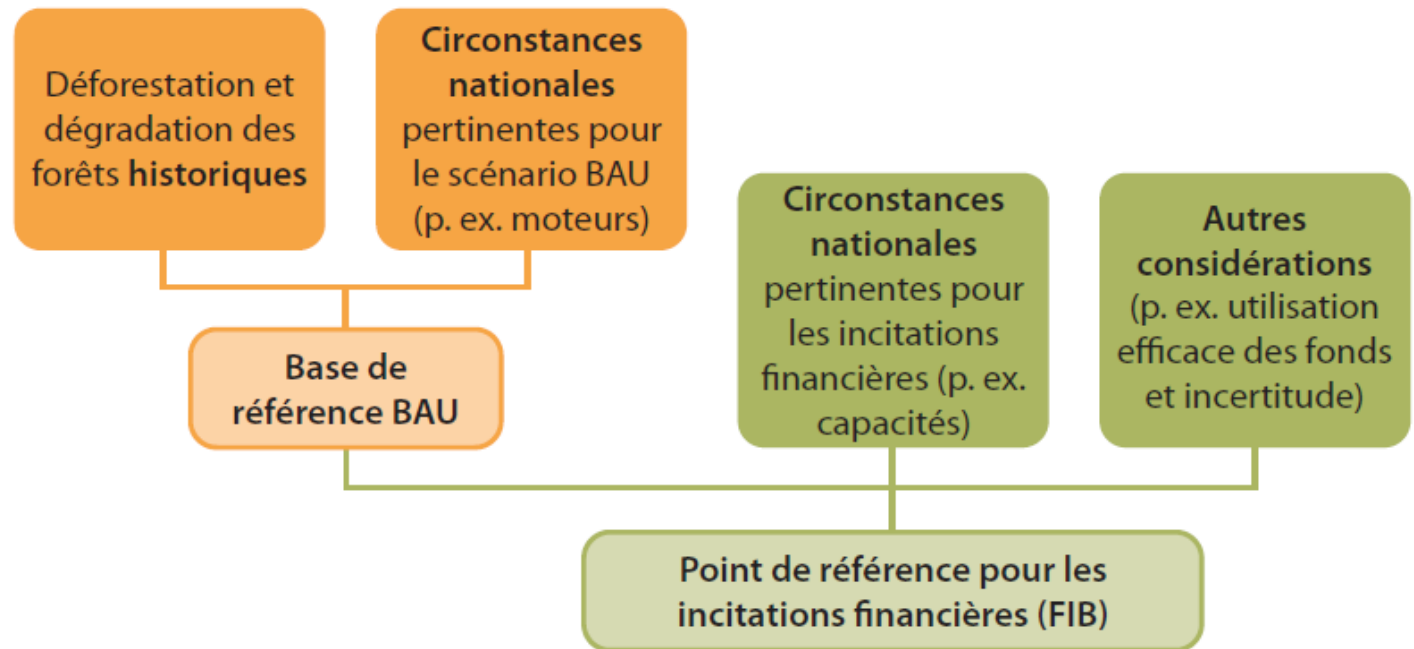
- RL devrait prendre en compte les données historiques et être ajusté en fonction des circonstances nationales (CCNUCC 2009a : Decision 4/CP.15)
- Approche par étape (CCNUCC 2011)

# Mise en place de la REDD+

## Niveau de référence (RL)

---

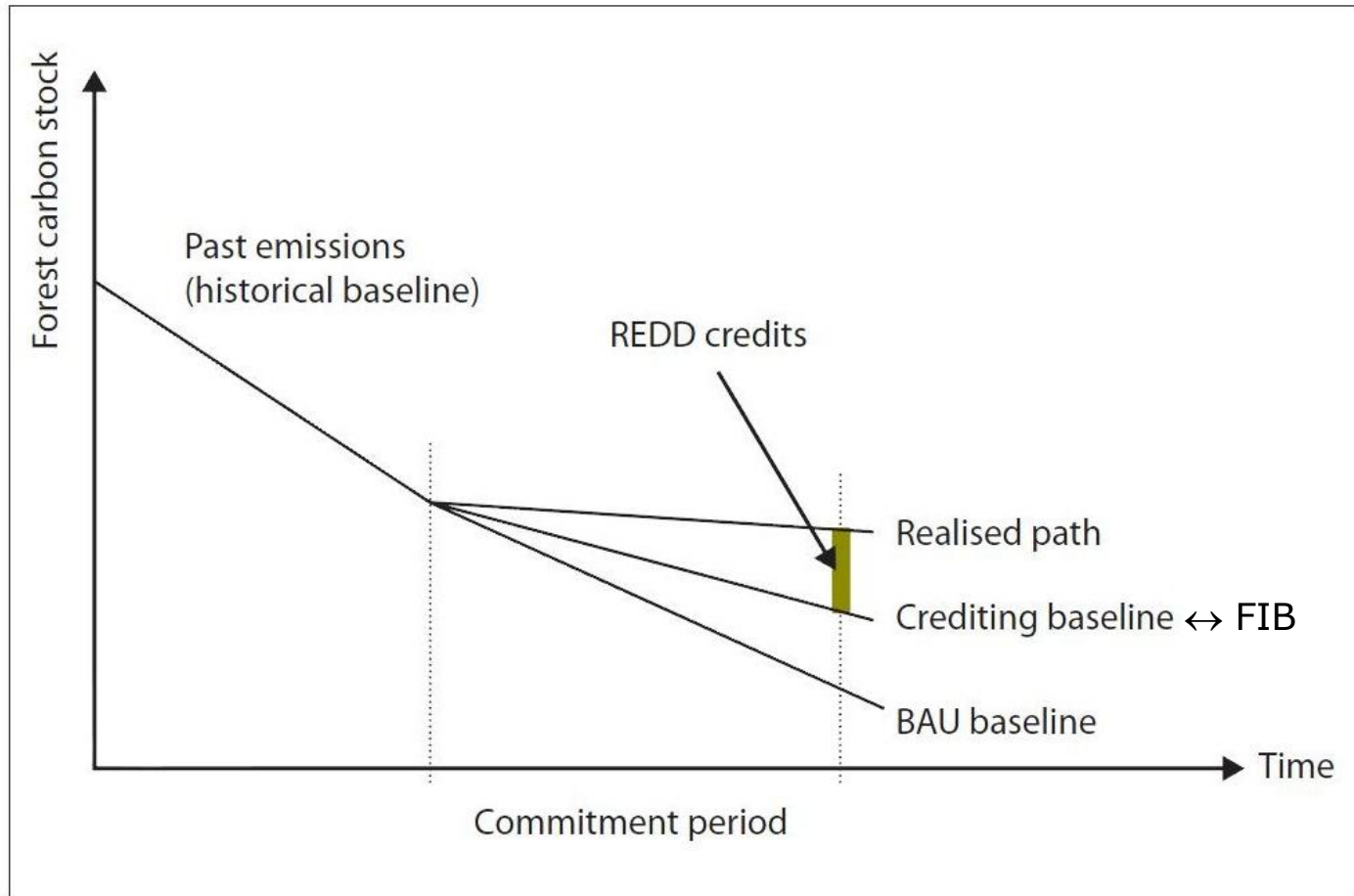
### ○ Éléments clés



Angelsen, 2013



# Mise en place de la REDD+ Système de rémunération & RL



Angelsen, 2008



# Le paysage de la REDD+ actuel

---

## Financement actuel

- Echelle nationale (Phases 1 et 2)
  - FCPF: création et processus d'élaboration des politiques générales en vue de la préparation de la Phase 3
  - ONU-REDD (FAO, PNUE, PNUD): aide à la stratégie nationale REDD+
    - 14 pays concernés
  - Accords bilatéraux (ex Suède-Indonésie)
- Echelle projet
  - Marché volontaire



# Défis actuels du REDD+

---

- Intégration d'autres objectifs (co-bénéfiques)
  - protection de la biodiversité
  - réduction de la pauvreté
  - renforcement des droits des populations autochtones
  - meilleure gouvernance
  - Adaptation aux changements climatiques
- Définition de la source de financement



## Défis actuels du REDD+

---

- Financement basé sur quel FIB?
- Système MRV à coût raisonnable mais précis





# Effets généraux de la REDD+

---

- Changement de l'aide au développement
- Modification de la relation entre les Pays développés et en développement
- Redéfinition des politiques nationales
- Création d'une nouvelle valeur de la forêt: Carbone



# Plan

---

- Contexte
  - Scientifique (global et régional)
  - Négociations internationales
- Protocole de Kyoto
- REDD+
- **Marchés volontaires de compensation**
- MRV: Monitoring, Reporting & Verification
- Projets REDD+



# Initiatives parallèles aux négociations internationales

---

## Marché volontaire

- Projets qui engendrent une séquestration de carbone ou diminution d'émissions de GES
- Financement par des ONG, le secteur public ou le secteur privé



# Marché volontaire

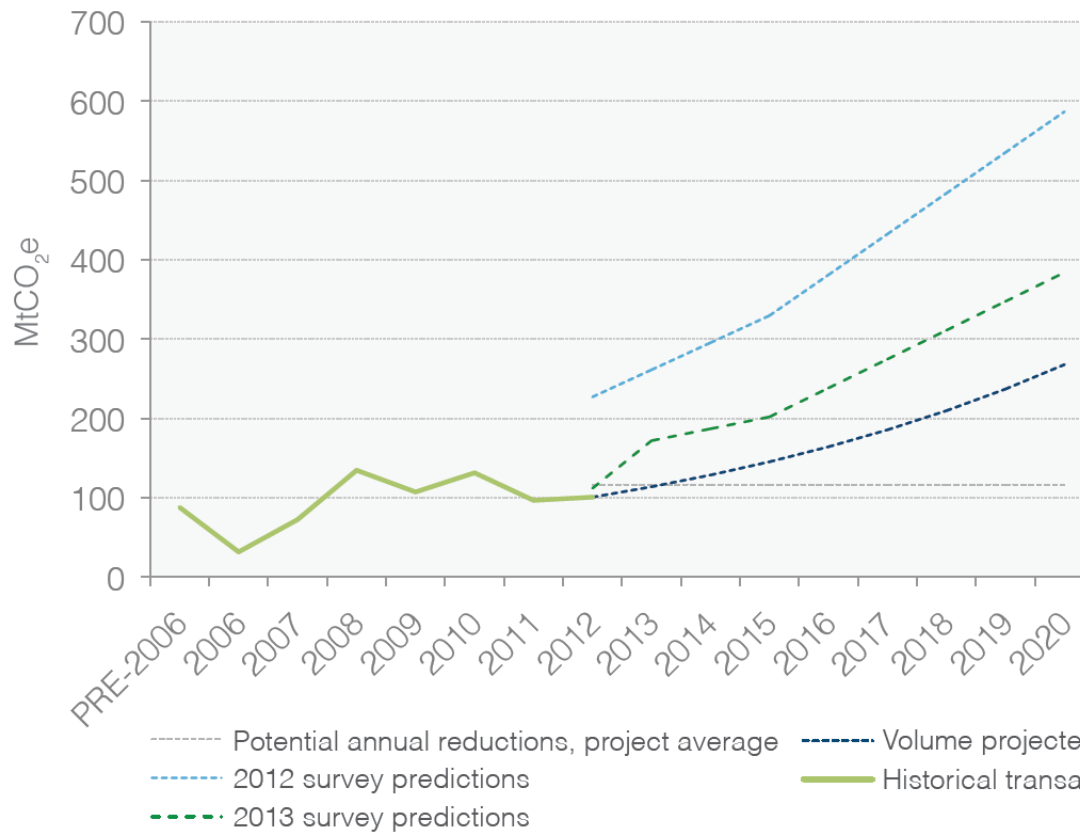
---

- Les projets « carbone » très communicants :
  - Véhiculent une image positive
- « Responsabilité » sociale de certaines entreprises
- Projets en lien avec les communautés locales
- Des bénéfices environnementaux nombreux:
  - biodiversité, eau, érosion
- Projets dans les pays les moins avancés



# Marché volontaire

## Perspectives du marché



Projected Value  
in 2020  
PREDICTED RATES  
**\$2.3 bn**

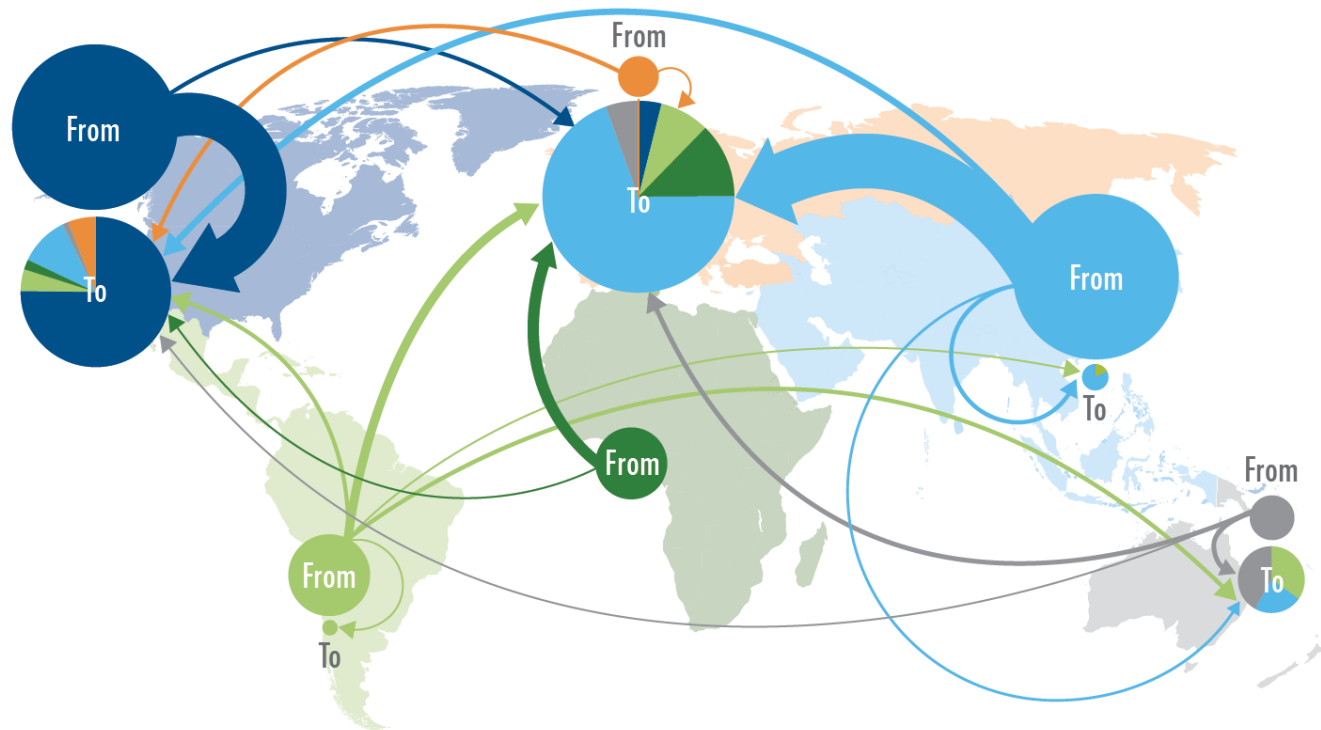
Projected Value  
in 2020  
HISTORICAL RATES  
**\$1.6 bn**

Notes: Based on 87 organization responses.

# Marché volontaire

## Géographie des transactions

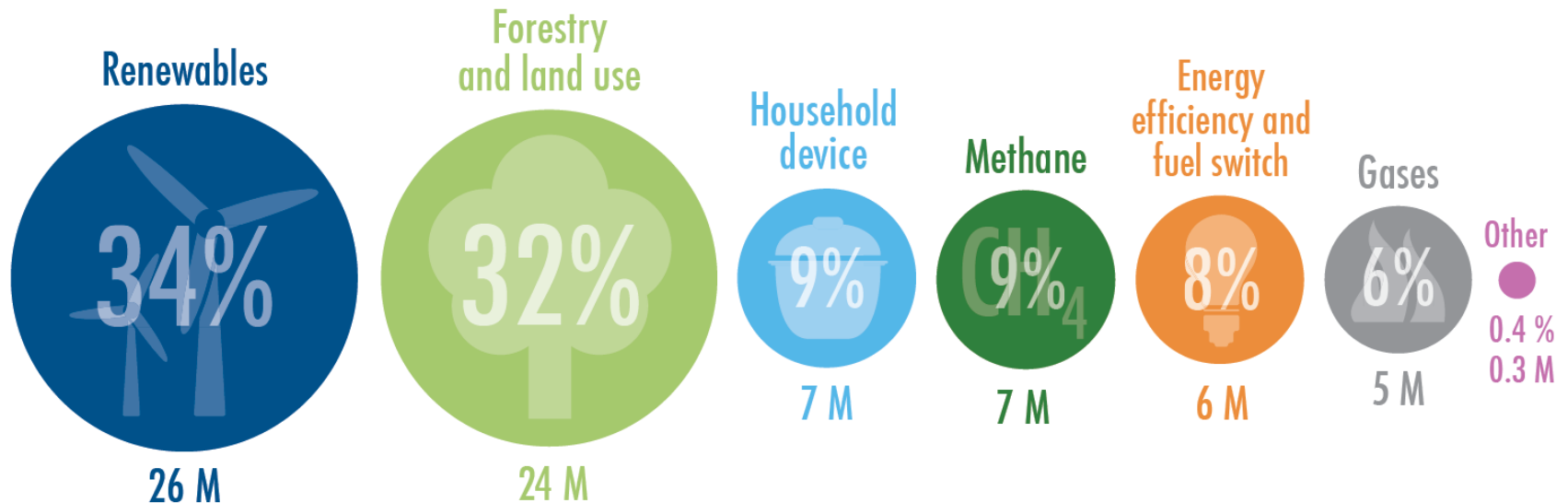
Figure 10: Flow of Transacted Volumes by Offset Supplier and Buyer Region, OTC 2012



# Marché volontaire

## Part de chaque secteur

Figure 7: Transacted Volume by Project Category, OTC 2012 (MtCO<sub>2</sub>e and % Share)



Notes: Findings pertain to the 75.5 MtCO<sub>2</sub>e associated with a response to this question, including “N/A” and “Other”.

Source: Forest Trends' Ecosystem Marketplace. *State of the Voluntary Carbon Markets 2013*.

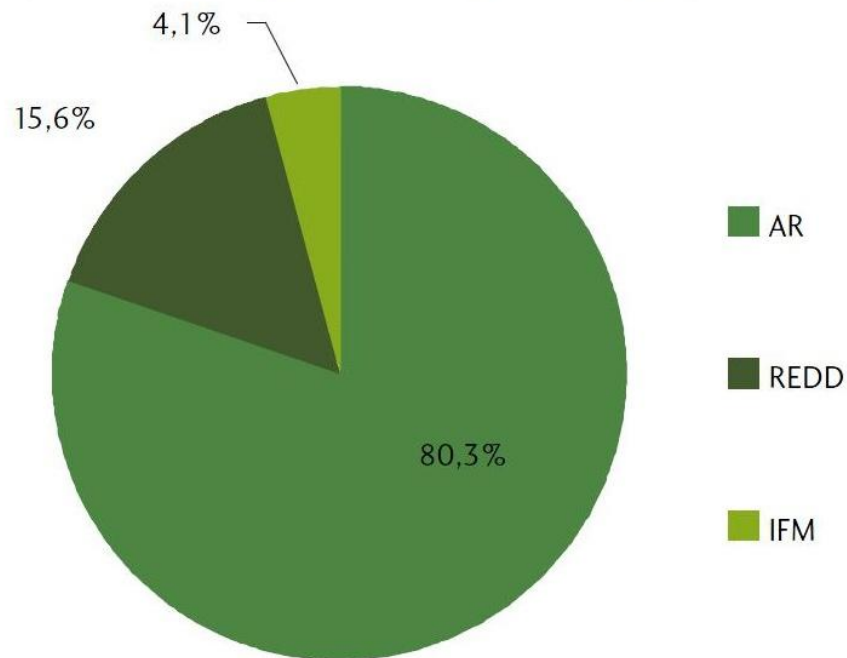
# Marché volontaire

## Types de projets forestiers

---

- Sur marché réglementaire et volontaire en 2010:

Projets forestiers par technologie : 434 projets



ONFI, 2010

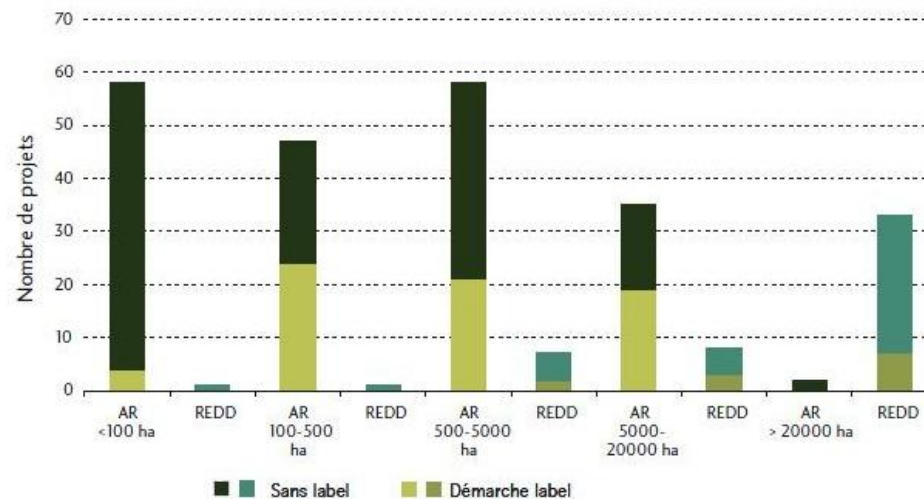


# Marché volontaire

## Taille des projets forestiers

		Surfaces cumulées (ha)	Nombre	Surface moyenne (ha)
AR	Démarche standards	255 981	68	3764
	Sans standards	300 302	132	2275
REDD	Démarche standards	1 832 940	12	152 745
	Sans standards	6 605 853	38	173 838

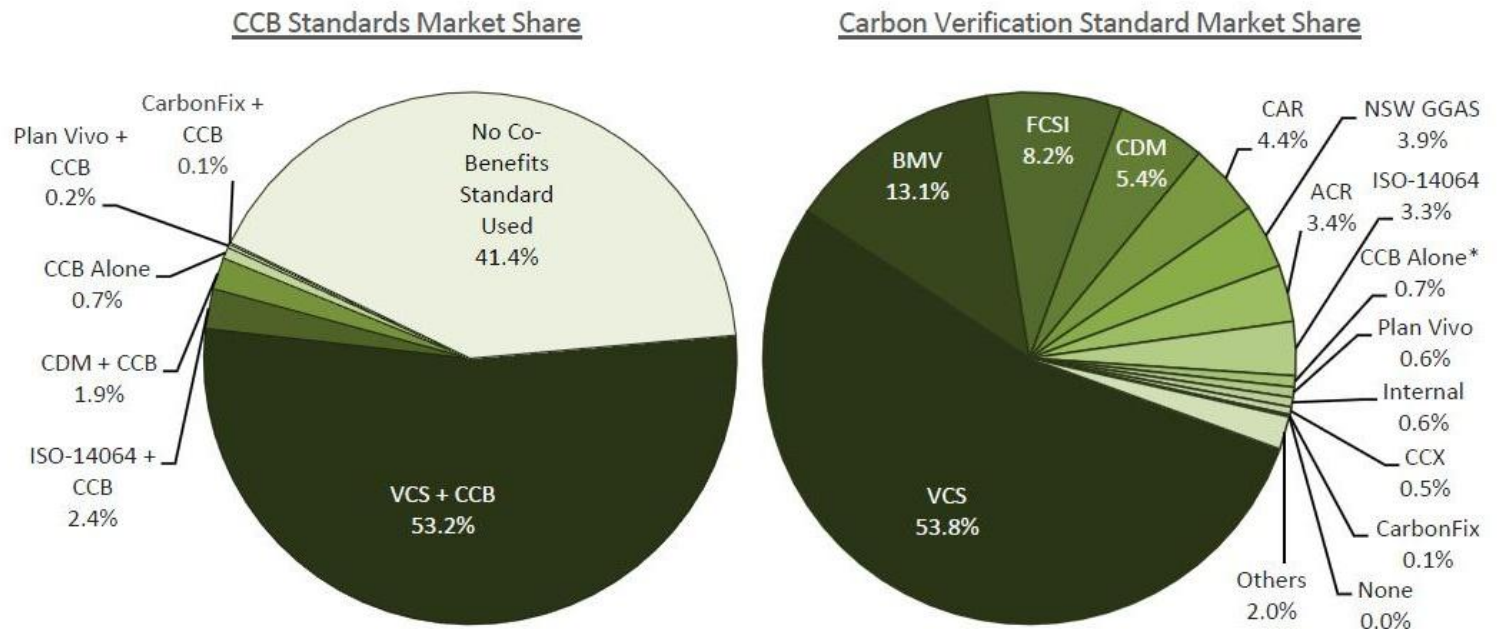
Tableau B – Taille des projets recensés (Source : ONFI)



ONFI, 2010

# Marché volontaire Standards sur les Co-bénéfices

Figure 3: Carbon Standards and Layering with Co-Benefits Standards, 2010

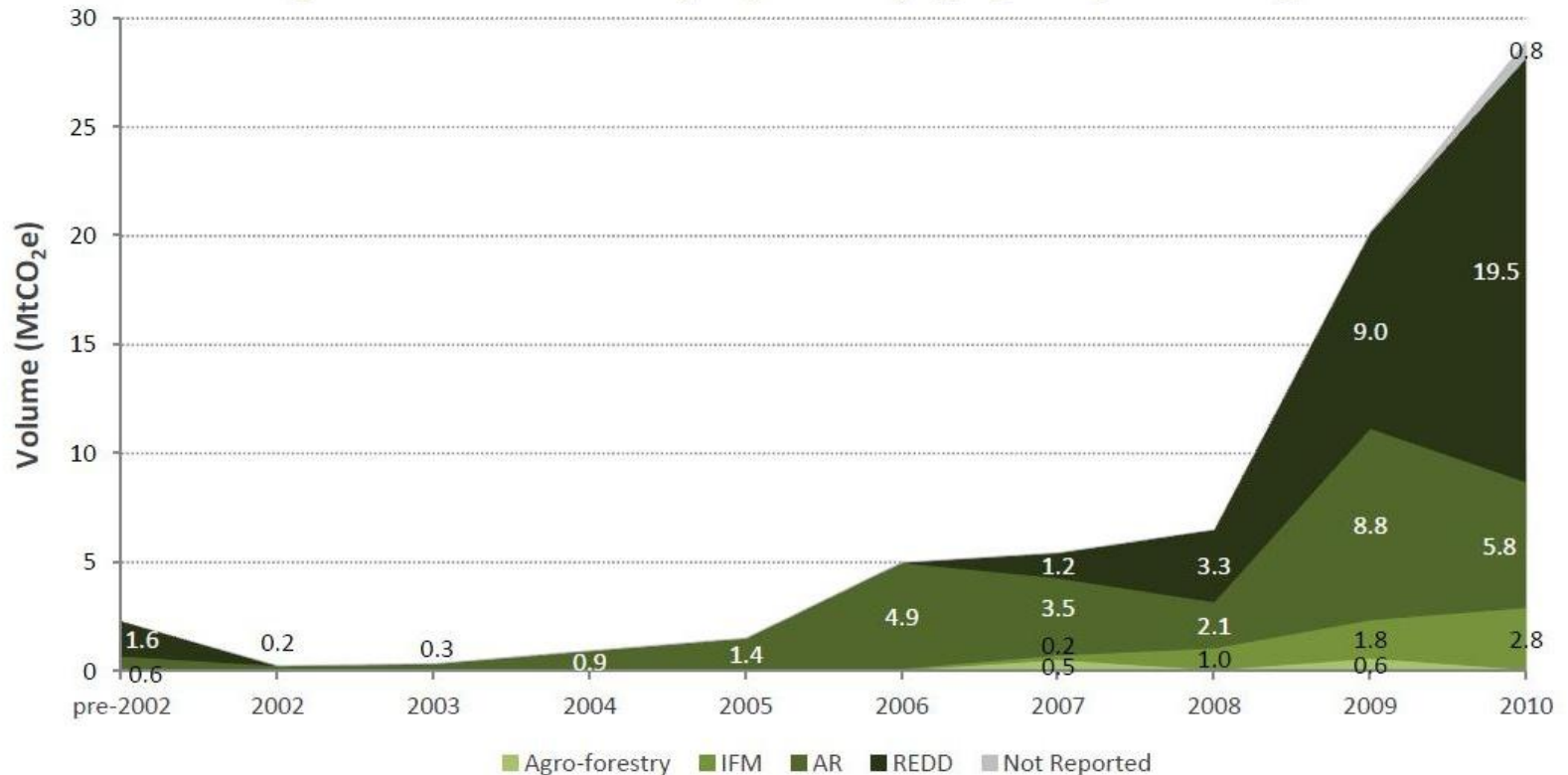


Notes: Percentages are based on market share by volume of primary market transactions contracted in 2010 (29.0 MtCO<sub>2</sub>e total). Projects must be verified under a carbon quantification standard in order to be issued verified offset credits.

\*Several projects reported contracting offsets and only applying the CCB Standards. CCB certification alone will not result in credit issuance. The label "CCB Alone" is solely intended to distinguish these transactions from those that have applied no standards at all.

# Evolution des crédits carbone forestiers

Figure 1: Historical Volumes by Project Activity Type (Primary Market Only)



Note: This graph shows volumes contracted by each project type in the primary market. Data labels are omitted in years where volume <0.1 MtCO<sub>2</sub>e.

Source: Ecosystem Marketplace



# Localisation des projets forestiers et des acheteurs

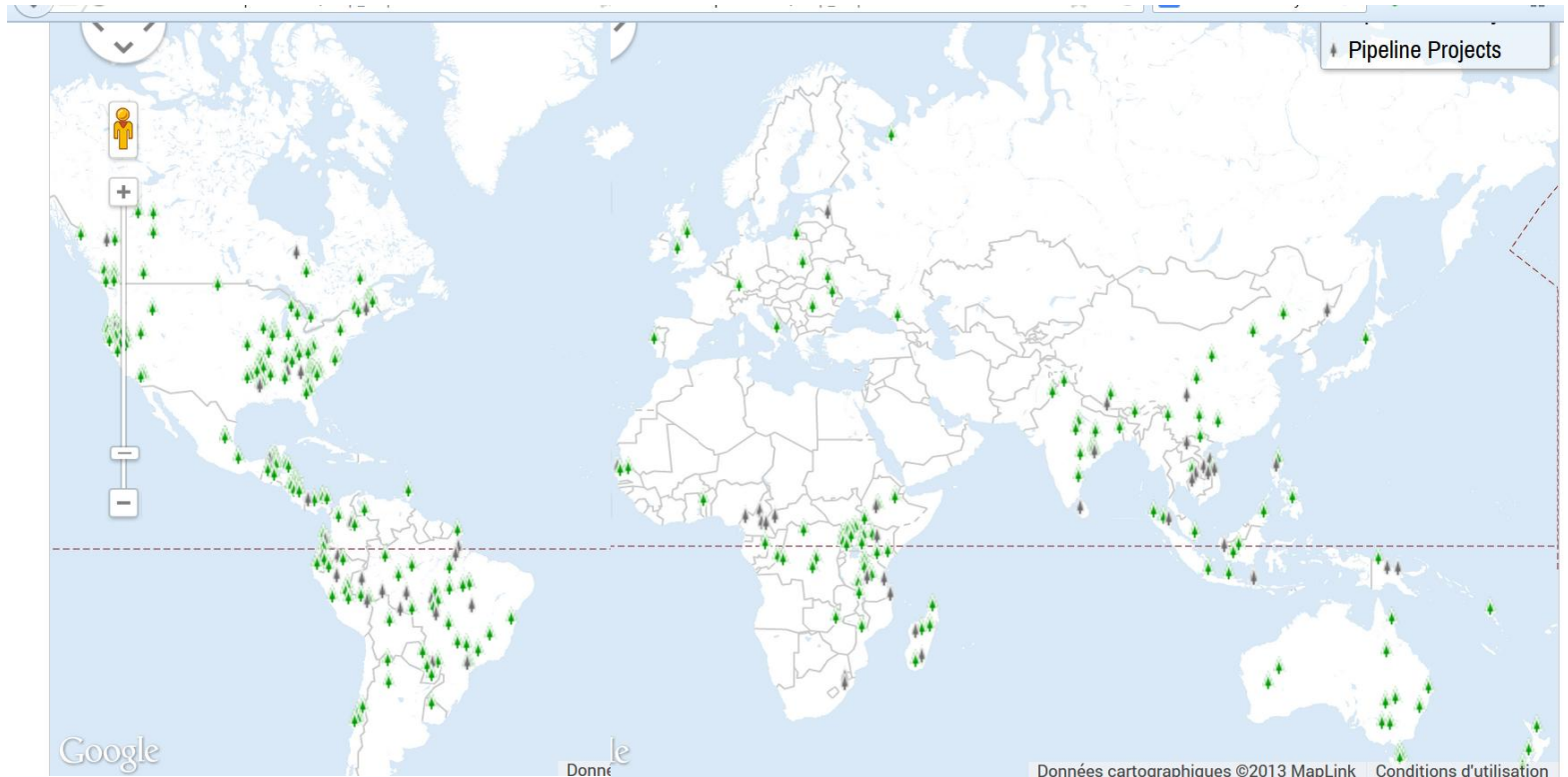


Source: Ecosystem Marketplace

Forest Trends, 2011



# Localisation des projets forestiers



[http://www.forestcarbonportal.com/#fcp\\_map](http://www.forestcarbonportal.com/#fcp_map)  
De forest trends (consulté le 26/11/2013)



# Plan

---

- Contexte
  - Scientifique (global et régional)
  - Négociations internationales
- Protocole de Kyoto
- REDD+
- **Marchés volontaires de compensation**
- **MRV: Monitoring, Reporting & Verification**
- Projets REDD+



# MRV:

## Monitoring, Reporting & Verification

---

### M & MRV

- Monitoring (suivi)
- Measurement (mesures)
- Reporting (notification)
- Verification



# MRV:

## Monitoring, Reporting & Verification

---

### Plan d'Action de Bali (2007):

- Intervention du MRV à 3 niveaux :
  - Engagement d'atténuation des émissions de GES par les pays développés
    - Echelle nationale
    - Echelle de l'entreprise
  - Actions d'atténuation des émissions de GES par les PE ou PVD
    - Ex Projet REDD+ ou projet forestier MDP
  - Soutien des PD pour des mesures prises par les PVD en faveur du climat
    - Ex: Politiques REDD+





# MRV:

## Monitoring, Reporting & Verification

---

### M & MRV

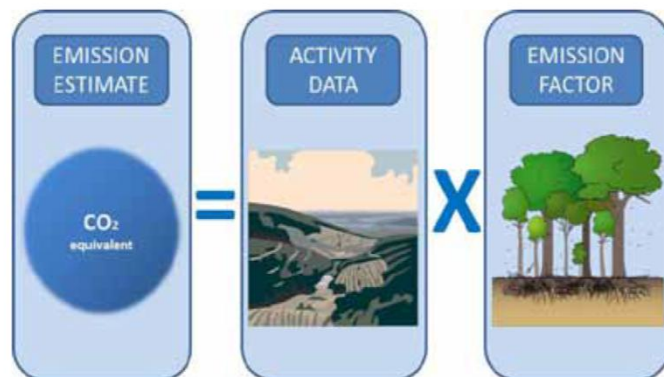
- Monitoring (suivi)
- Measurement (mesures)
- Reporting (notification)
- Verification

# MRV pour la forêt

M de « Measurement »

○ Emission = A \* FE

- A: données sur l'activité (ex: superficie déboisée en culture)
- FE: facteur d'émission (ex: différence de stock de C entre forêt dense humide ombrophile et culture)



UN-REDD, 2013



# MRV pour la forêt

---

## M de « Measurement »

### ○ Etapes clés

- Définition de la forêt
- Suivi de l'affectation des terres et du changement d'affectation (**LULUC**)
- Définir les réservoirs de carbone clés
- Choix de la méthode d'estimation des émissions
- Définition du niveau de référence dans le cas du REDD+

# MRV pour la forêt

## M de « Measurement »

- Documents de référence:
  - Guide de bonnes pratiques de 2003
    - Lien internet 1
  - Lignes directrices de 2006
    - Lien internet 2

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/french/>

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/vol4.html>







# MRV pour la forêt

## Définition de la forêt

---

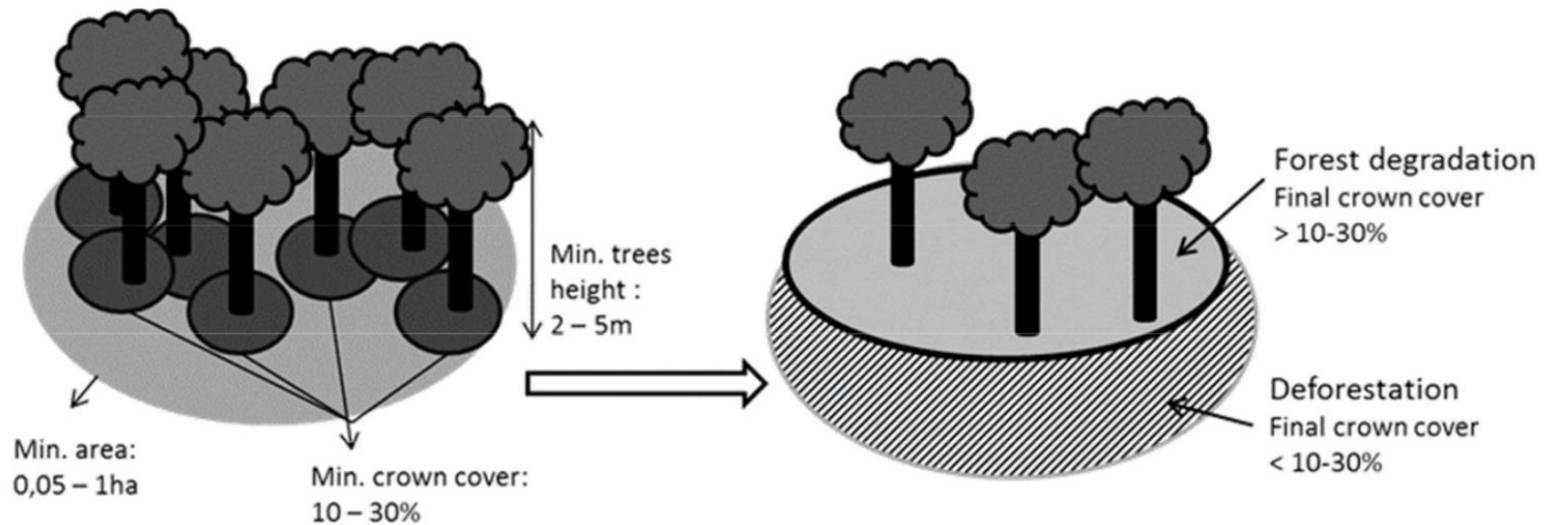
### CCNUCC

- 3 critères que chaque pays définit
  - Couverture minimum:
    - Entre 10% et 30%
  - Hauteur minimum à maturité:
    - Entre 2 à 5 m
  - Superficie minimum
    - Entre 0,05 ha et 1 ha
- Cas du REDD+
  - Idem CNUCC avec en plus:
  - Couvert forestier présent 10 ans minimum
  - Dégradation

# MRV pour la forêt

## Définition de la forêt

---



Pendant 10 ans

Source : Chaire Economie du Climat



# MRV pour la forêt

## Suivi du LULUC

---

### ○ Approche 1

- Statistiques des superficies forestières
- surface totale
- Aucune information sur les conversions (seulement les changements nets)

### ○ Approche 2

- Statistiques nationales des superficies forestières détaillées (région, type, gestion, climat, ...)
- suivi des conversions entre catégories d'utilisation des terres (seulement entre deux dates)



# MRV pour la forêt

## Suivi du LULUC

---

### ○ Approche 3

- Différentes sources:
  - IFN
  - Registre de l'utilisation des terres
  - Télédétection
- Données « géoréférencées »





# Rappel

---

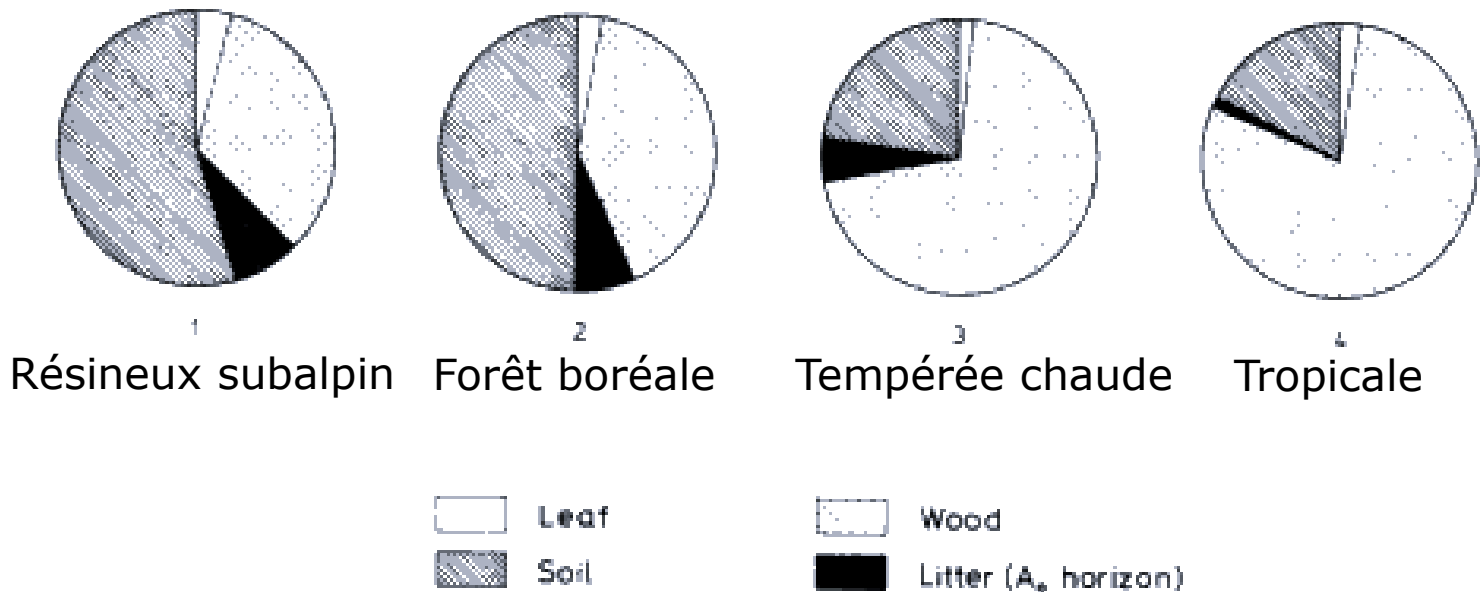
Les quatre 3:

- 3 phases (voir chapitre REDD)
  - Mise en œuvre du REDD+
- 3 approches
  - Estimation des changements de superficie
- 3 niveaux (Tier)
  - Estimer l'évolution des stocks de carbone forestier (facteurs d'émissions)
- 3 étapes (voir chapitre REDD)
  - l'élaboration des niveaux (d'émissions) de référence (RL)

# MRV pour la forêt

## Définir les réservoirs de carbone clés

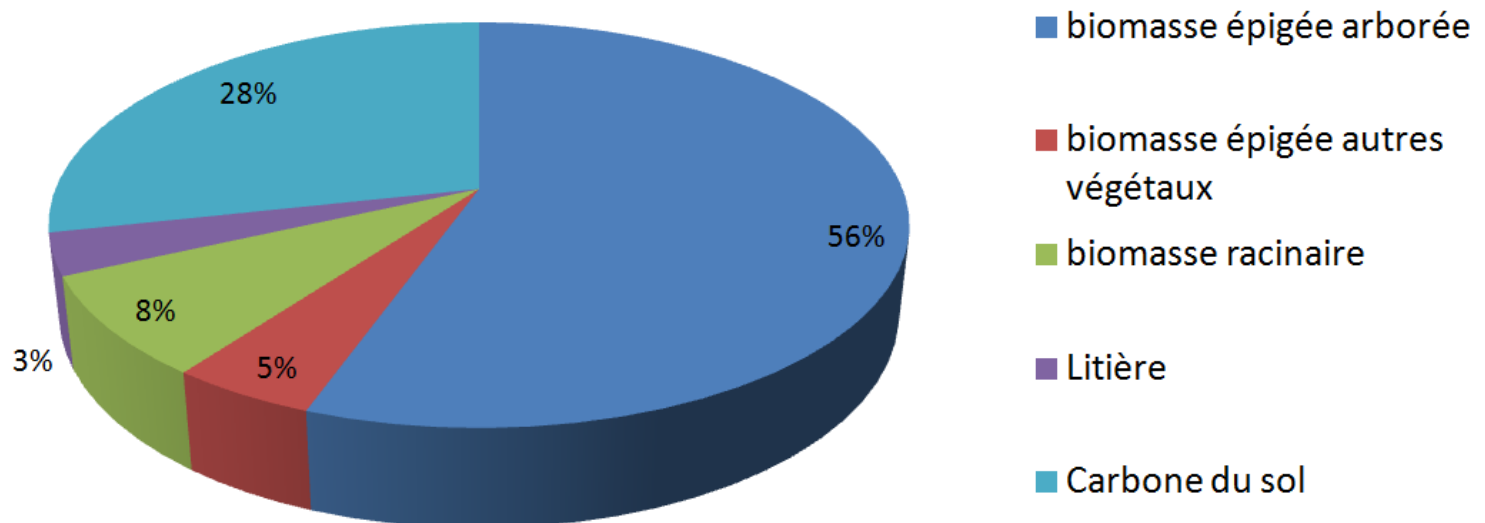
- Théoriquement, non clé si:
  - Comptent pour moins de 10 % de l'incertitude de l'inventaire, ou
  - Moins de 5% des émissions totales



# MRV pour la forêt

## Définir les réservoirs de carbone clés

- Répartition des stocks de carbone au sein des réservoirs
  - Forêt tropicale en Guyane française
  - Stock de carbone total: 299 tC/ha



Rapport Guitet et al., 2005

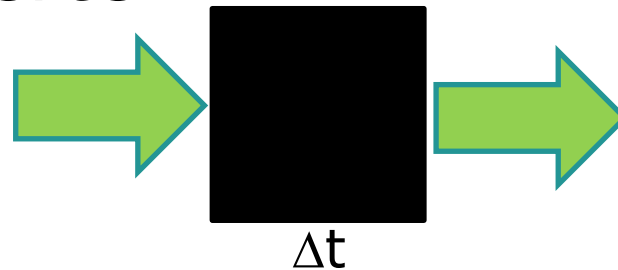
# MRV pour la forêt

## Choix de la méthode d'estimation des émissions

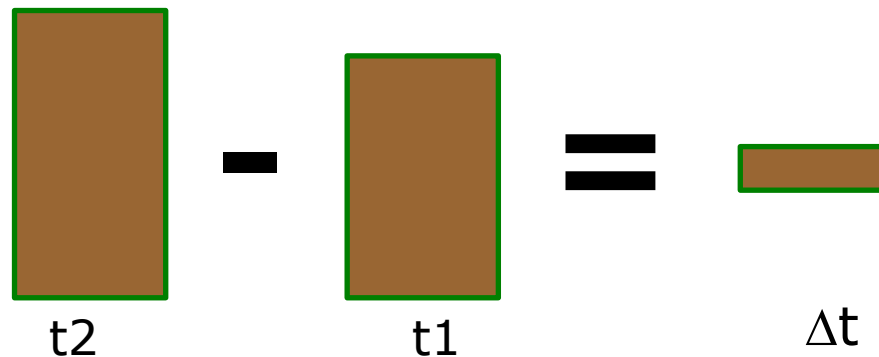
---

2 méthodes:

○ Gain-perte



○ Différence de stocks







# MRV pour la forêt

## Choix de la méthode d'estimation des émissions

---

- Niveau 1
  - Méthode gain-perte préconisée
  - Valeurs moyennes (régionale, GIEC, ...)
- Niveau 2
  - Méthode gain-perte et/ou différence de stocks
  - Valeurs nationales désagrégées
  - Distinction de l'usage des terres forêt restant forêt, autre vers forêt et forêt vers autre
  - Stratification de la forêt



# MRV pour la forêt

## Choix de la méthode d'estimation des émissions

---

### ○ Niveau 3

- Généralement méthode de différence de stocks
- Augmenter le niveau de détail par rapport au niveau 2
- inventaires réels avec des mesures répétées pour mesurer directement les changements de la biomasse forestière et/ou des modèles bien paramétrés en combinaison avec des données sur les parcelles.

# MRV pour la forêt

## Choix de la méthode d'estimation des émissions

- Ex de données moyennes par défaut pour le niveau 1

	Forêts				Savannes/pâturage			
	Biomasse aérienne*	Biomasse souterraine†	Densité en C‡	Stocks de carbone dans le réservoir de la biomasse	Total de la biomasse aérienne et souterraine§	Densité en C	Stocks de carbone dans le réservoir de la biomasse	Facteur d'émissions pour la biomasse¶
	Mg m.s. ha <sup>-1</sup>		Mg C Mg m.s. <sup>-1</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>	Mg m.s. ha <sup>-1</sup>	Mg C Mg m.s. <sup>-1</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>
Forêt tropicale ombrophile	310	115	0,46	195	16	0,47	8	188
Forêt tropicale humide décidue	260	52	0,46	144	16	0,47	8	136
Forêt tropicale sèche	120	34	0,46	71	9	0,47	4	67
Formations arbustives tropicales	70	28	0,46	45	9	0,47	4	41



# MRV pour la forêt

## Choix de la méthode d'estimation des émissions

---

- Ex de données moyennes par défaut pour le niveau 1

---

Region	AGB all trees (Mg ha <sup>-1</sup> )
America	287.8 ± 105.0 <sup>A</sup>
Asia	393.3 ± 109.3 <sup>B</sup>
Africa	418.3 ± 91.8 <sup>B</sup>
<i>n</i>	120
Test statistic	17.0 (ANOVA)
<i>P</i>	< 0.0001

---

n.s., not significant.





# MRV pour la forêt

## Choix de la méthode d'estimation des émissions

---

- Expression du stock de carbone:
  - Mg (ou tonne) de biomasse sèche
  - Mg (ou tonne) de carbone ou
- Relation biomasse-carbone
  - Part de carbone dans matière « carbonée »
  - Bois:
    - 50% (généralement admis)

# MRV pour la forêt

## Choix de la méthode d'estimation des émissions

TABLEAU 4.3  
FRACTION DE CARBONE DE LA BIOMASSE AERIENNE DES FORETS

Domaine	Partie de l'arbre	Fraction de carbone, (FC) [tonne C (tonne m.s.) <sup>-1</sup> ]	Références
Valeur par défaut	Arbre entier	0,47	McGroddy <i>et al.</i> , 2004
Tropical et Subtropical	Arbre entier	0,47 (0,44 – 0,49)	Andreae et Merlet, 2001 ; Chambers <i>et al.</i> , 2001 ; McGroddy <i>et al.</i> , 2004 ; Lasco et Pulhin, 2003
	Bois	0,49	Feldpausch <i>et al.</i> , 2004
	Bois, arbre d < 10 cm	0,46	Hughes <i>et al.</i> , 2000
	Bois, arbre d ≥ 10 cm	0,49	Hughes <i>et al.</i> , 2000
	Feuillage	0,47	Feldpausch <i>et al.</i> , 2004
	Feuillage, arbre d < 10 cm	0,43	Hughes <i>et al.</i> , 2000
	Feuillage, arbre d ≥ 10 cm	0,46	Hughes <i>et al.</i> , 2000
Tempéré et boréal	Arbre entier	0,47 (0,47 - 0,49)	Andreae et Merlet, 2001 ; Gayoso <i>et al.</i> , 2002 ; Matthews, 1993 ; McGroddy <i>et al.</i> , 2004
	Feuillus	0,48 (0,46 – 0,50)	Lamlom et Savidge, 2003
	Conifères	0,51 (0,47 – 0,55)	Lamlom et Savidge, 2003

GIEC, 2006



# MRV pour la forêt

## Choix de la méthode d'estimation des émissions

---

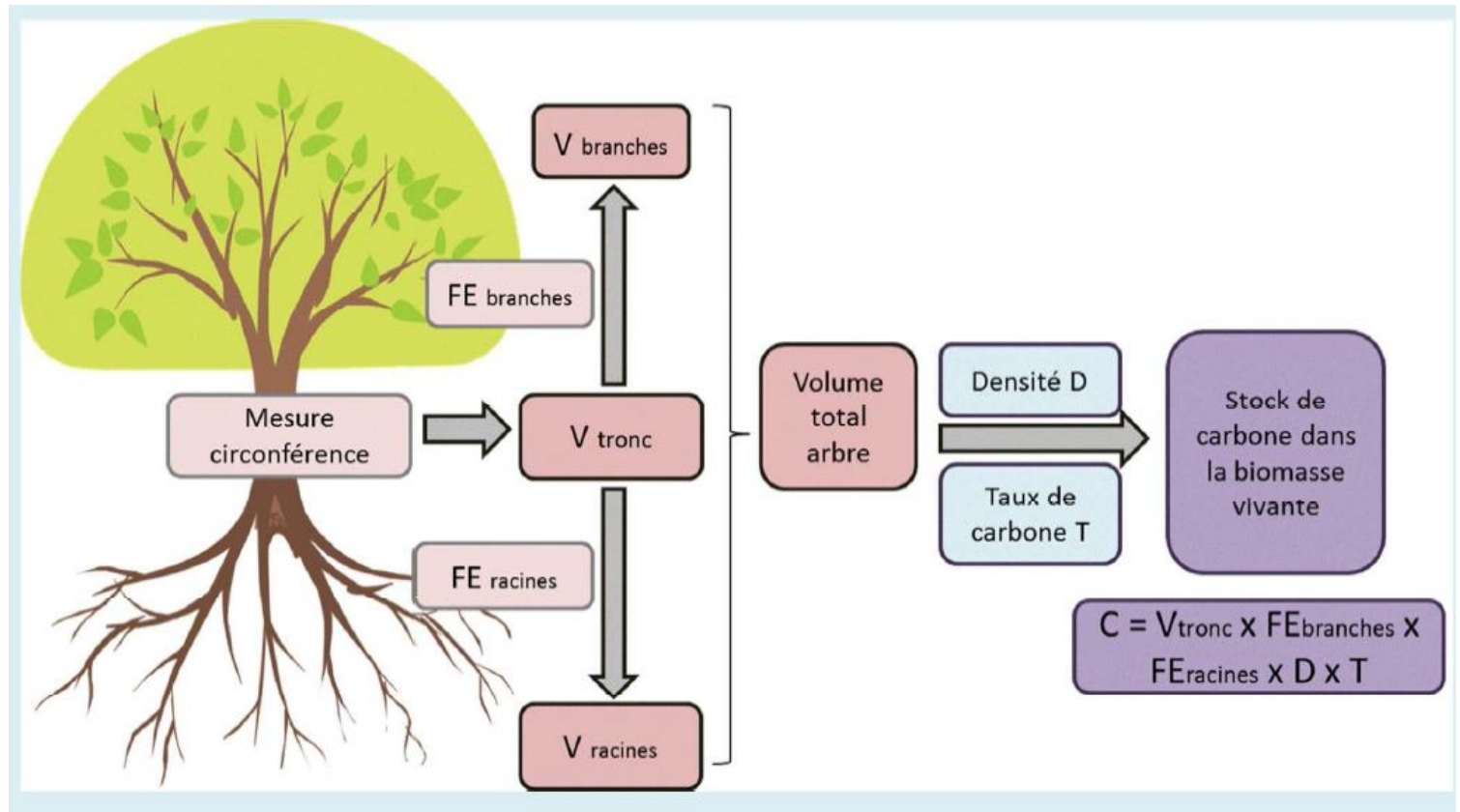
### Différence de stock

- Estimation biomasse aérienne  
(biomasse épigée ou Above ground biomass)
- 2 méthodes généralement utilisées:
  - $AGB = V * FE * D (* FC)$ 
    - $V = f(dhp, (h))$
    - $FE = \text{constante}$  ou  $FE = f(dbh)$
  - $AGB = f(dhp, D, (h))$

# MRV pour la forêt

## Choix de la méthode d'estimation des émissions

### Estimation biomasse aérienne (méthode 1)





# MRV pour la forêt

## Choix de la méthode d'estimation des émissions

- FE= constante ou FE=f(dbh)

F. Longuetaud et al./Forest Ecology and Management 292 (2013) 111–121

115

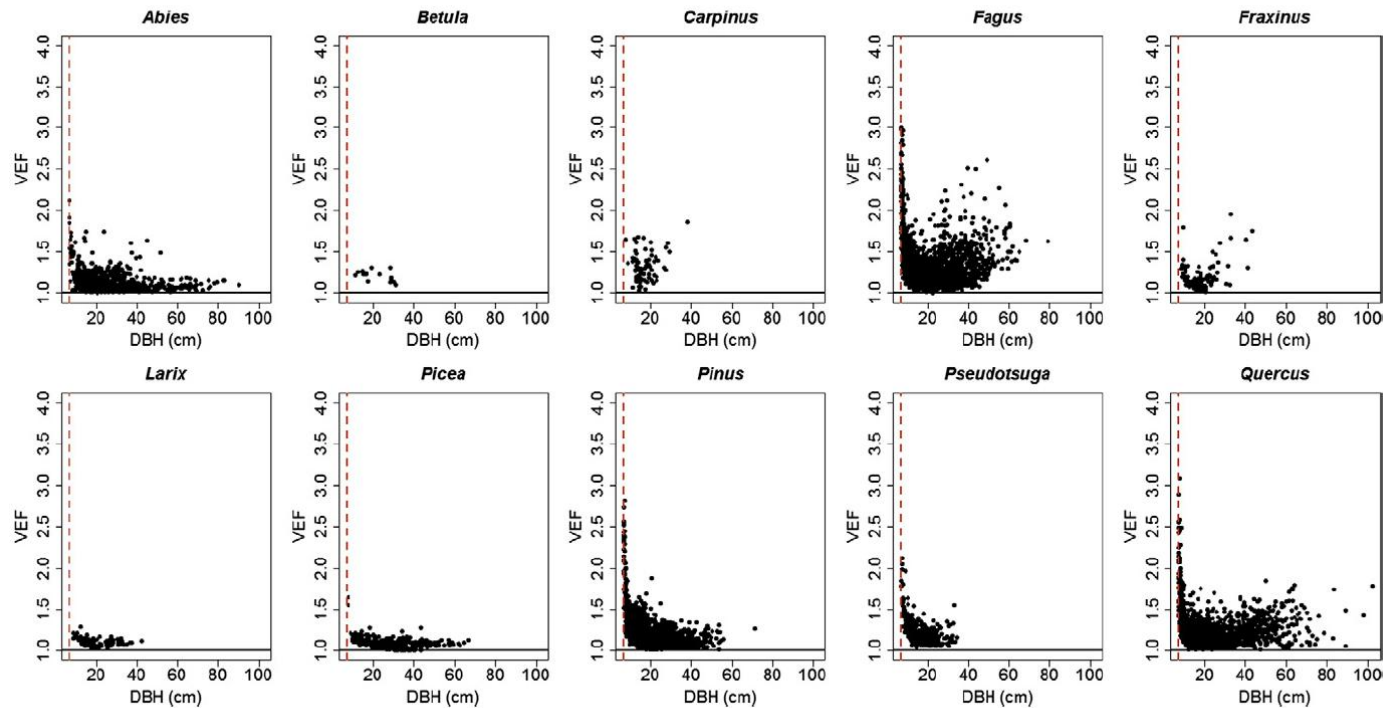


Fig. 2. Volume expansion factor (*VEF*) as a function of diameter at breast height (*DBH*) by genus for trees of dataset #1 having a *DBH*  $\geq$  7 cm.





# MRV pour la forêt

## Choix de la méthode d'estimation des émissions

---

Construction équation allométrique biomasse



Vivien Rossi

# MRV

## Les étapes

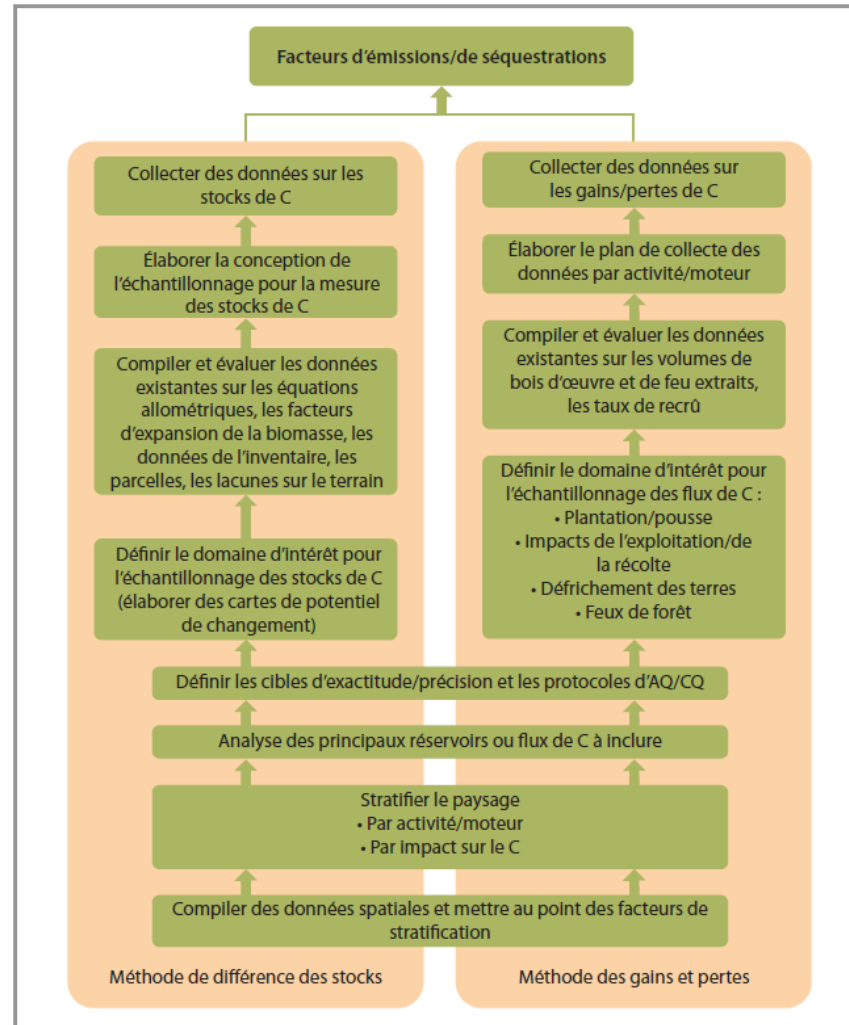


Figure 15.2 Étapes de l'estimation des facteurs d'émissions (adapté du Meridian Institute 2011a)





# Plan

---

- Contexte
  - Scientifique (global et régional)
  - Négociations internationales
- Protocole de Kyoto
- REDD+
- Marchés volontaires de compensation
- MRV: Monitoring, Reporting & Verification
- **Projets REDD+**



# Projets REDD+

---

Critères à respecter:

- Additionnalité
- Fuite
- Eligibilité
- Définition d'un scénario de référence
- Développement d'un système MRV



# Projets REDD+

---

## ○ Méthodologies approuvées par le VCS (mars 2012)

VM0004 – Méthodologie pour les projets de conservation qui évitent la conversion à des utilisations des terres planifiées dans les forêts de marais tourbeux, v1.0

VM0006 – Méthodologie pour la comptabilisation du carbone dans des activités de projet qui réduisent les émissions liées à la déforestation et à la dégradation des mosaïques forestières, v1.0

VM0007 – Cadres méthodologiques REDD (REDD-MF), v1.1

VM0009 – Méthodologie pour la déforestation évitée des mosaïques forestières tropicales, v1.1

VM0015 – Méthodologie pour la déforestation non planifiée évitée, v1.0

\* Il convient de noter que dans le contexte du VCS, les activités « + » comptent comme gestion forestière améliorée et ne figurent pas dans le tableau.



# Projets REDD+

---

- Scénario de référence (Business as usual)
  - Réévaluer et revalidé tous les 10 ans
  - 2 composantes:
    - Élément relatif au changement d'affectation des terres (données sur l'activité: A)
    - Éléments relatifs au changements de stocks (facteurs d'émission: FE)
  - Emissions =  $A * FE$





# Projets REDD+

## Scénario de référence

---

- Changement d'affectation des terres
- Tendance historique de la région des 10 dernières années
  - Modélisation de cette tendance pour les 10 années à suivre (spatiale ou non)
  - Outils GIS souvent nécessaires



# Projets REDD+

## Scénario de référence

---

### Changement d'affectation des terres

- Images télédétection

- Résolution < 30m
- Série temporelle (contemporaine et -15 ans par ex.)
- Précision classification forêt/non forêt: 70 à 90 %



# Projets REDD+

## Scénario de référence

---

### Changements de stocks

- Tenir comptes des différents réservoirs de carbone
- Toujours comptabiliser la biomasse aérienne (above ground biomass :AGB)



# Projets REDD+

## Scénario de référence

---

### Changements de stocks

#### ○ En forêts

- Inventaire direct ou;
- estimations sur des forêts similaires ou;
- (estimations dans publications sc. Pertinente) ou;
- (valeurs GIEC)

#### ○ Inventaire direct

- Parcelles permanentes ou temporaires de suivi des stock pour chaque strate (mesurées tous les 5 ans par ex.)





# Projets REDD+

## Scénario de référence

---

### Changements de stocks

- Autres utilisations des terres
  - Valeurs d'études ou publications locales
  - Echantillonnage direct de site de substitution



# Projets REDD+

## Scénario de référence

---

### Changements de stocks

- Incertitude liée à la méthode d'estimation du stock
- « Spatialisation » de l'estimation du stock
  - GIS/télédétection
  - Statistique



# Conclusions

---

## ○ Echelle projet

- Les projets forestiers sur le marché réglementaire se développent peu
- Il existe une dynamique croissante pour le développement de projets forestiers sur le marché volontaire
- Les projets REDD+ sont en pleine expansion



# Conclusions

---

- Echelles internationale et nationale:
  - La construction du cadre légal et institutionnel du REDD+ est en phase finale
  - Beaucoup de défis doivent encore être relevés avant la mise en place effective du REDD+
  - Efficacité de la REDD+ pour atténuer les émissions de GES n'est pas garantie
  - Le temps permettra d'évaluer la réelle efficacité du REDD+





---

**« On ne résout pas les problèmes  
avec les modes de pensée qui  
les ont engendrés »**

Einstein

# Merci pour votre attention

---



Unité de Gestion des  
Ressources Forestières  
et des Milieux Naturels





- 
- Documents fournis à la suite du cours



# Les unités

---

- 1 Pg = 1 Petagram =  $1 \times 10^{15} \text{g}$  = 1 Billion metric tons = 1 Gigaton (Gt)
- 1 Tg = 1 Teragram =  $1 \times 10^{12} \text{g}$  = 1 Million metric tons = 1 000 Pg or Gt
- 1 Mg = 1 Megagram =  $1 \times 10^6 \text{g}$  = 1 ton (t)
- 1 Kg Carbon (C) = 3.67 Kg Carbon Dioxide ( $\text{CO}_2$ )
  - La conversion du carbon en  $\text{CO}_2$  se base sur le rapport des poids moléculaires: 44/12