



Convention on  
Biological Diversity

**ATELIER INFRAREGIONAL POUR LA REGION DE L'AFRIQUE DE L'OUEST SUBSAHARIENNE  
SUR L'ÉVALUATION ET LES MESURES INCITATIVES  
Ouagadougou, Burkina Faso, 14–17 Mai 2013**

**COMPTABILITÉ DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ÉCOSYSTÈMES**

**Comptes du Bio-Carbone**

Jean-Louis Weber

*Consultant*

*Membre du Comité Scientifique de l'Agence Européenne pour l'Environnement*

*Professeur Honoraire, Ecole de Géographie, Université de Nottingham*

[jlweber45@gmail.com](mailto:jlweber45@gmail.com)

## Comptes du Carbone : un thème transversal

- Les comptes du Carbone se développent dans le contexte du changement climatique / Mécanisme de développement propre mis en place à Kyoto
- Le commerce du carbone (permis d'émission de CO<sub>2</sub>) est basée sur des comptes
- Les modèles du GIEC/IPCC sont basés sur des comptes de carbone implicites
- La comptabilisation des émissions de CO<sub>2</sub> est une comptabilité du carbone
- Les comptes de l'énergie sont pour une large comptes des comptes du carbone
- Le programme LULUCF de la Convention sur le Climat développe comptes de carbone pour les sols et la végétation
- Le système de vérification de REDD+ conduit à la création de comptes de carbone

Dans les Comptes du Capital-Ecosystème, le compte du bio-carbone est le pivot pour le calcul de la capacité des écosystèmes.

# Calcul de la Capabilité du Capital-Écosystème en ECU

**Carbone/Biomasse**

**Eau**

**Services Systémiques**

**Capital-Écosystème**

**Balances de base**

*Comptes de ressources standards*

**Stocks,  
Ressources & Usages**  
(tonnes, joules)

**Stocks,  
Ressources & Usages**  
(m3, joules)

**Stocks,  
Formation & Consommation**  
(ha ou km pondérés)

*Non additif*

*Ressources de base accessible (surplus)*

**Ressources de base  
accessible (surplus en tonnes  
ou joules)**

**Ressources de base  
accessible (surplus en m3 ou  
joules)**

**Ressources de base  
accessible (surplus en ha ou  
km pondérés)**

*Non additif*

**Comptes de capabilité du capital-écosystème**

*Index composite de changement de capabilité*

**Indice d' Intensité d'Usage**

**Indice d' Intensité d'Usage**

**Indice d' Intensité d'Usage**

*Non additif*

**Indice de Changement d'État de  
Santé (incl. Âge des stocks de carbone)**

**Indice de Changement d'État  
de Santé (incl. pollution)**

**Indice de Changement d'État  
de Santé (incl. Biodiversité , maladies...)**

*Non additif*

**Prix implicite (C), année (t)**

**Prix implicite (W), année (t)**

**Prix implicite (S), année (t)**

**Indice composite de  
changement de  
capabilité (ECU)**

**Indice composite de capabilité (ECU), écosystème n, année (t)**

**Capabilité de l'écosystème, dégradation ou amélioration mesurées en ECU (Unité de Capabilité Ecosystémique)**

**Capabilité Écosystémique  
Carbone/Biomasse**

**Capabilité Écosystémique  
Eau**

**Capabilité Écosystémique  
Services Systémiques**

**Capabilité  
Écosystémique Totale  
(ECU)**

=

**Data  
input**

# Compte du Carbone et intégration des « analyses de découplage » des politiques d'utilisation efficace des ressources naturelles

«**Efficacité des ressources**» signifie faire la même chose ou plus avec moins de ressources et moins de dommages résultant de leur utilisation.

- La première approche est généralement nommé **découplage** (du PIB et de l'utilisation des ressources). Le 1er découplage est absolu lorsque l'utilisation des ressources naturelles décline; le 1er découplage est relatif lorsque l'utilisation des ressources augmente moins vite que le PIB ...

Ces indicateurs sont calculés par l'OCDE à partir de l'analyse des flux de matières (MFA) analyse) et servent à mesurer la croissance verte (Green Growth). L'UE a choisi le ratio « **consommation directes de matière / PIB** » comme indicateur principal de «l'initiative phare" pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources en 2020. L'analyse du cycle de vie des produits peut être considérée comme une tentative de détailler les bilans matière pour tenir compte de la nocivité (et de l'impact potentiel) des matériaux.

- La seconde approche est nommé par analogie "**second**" **découplage** (du PIB par rapport aux impacts environnementaux). Elle peut être traitée par des comptes de l'écosystème.

## 1<sup>st</sup> découplage

**Réduction de l'utilisation des ressources en dessous de valeurs limites:**

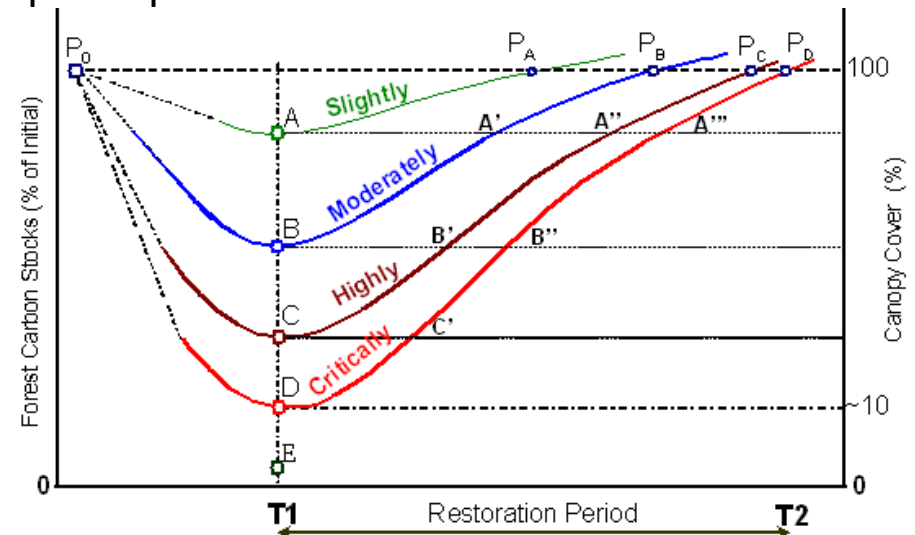
- GHGs, IPCC, Stern, 2008
- Ecological footprint (empreinte écologique)
- Water footprint (empreinte eau)
- “sustainability gaps” (Ekins & Simmons)
- “safe operating space” (Rockstrom, 2009), (espace d'exploitation de la nature sûr), pour des variables quantitatives (pas la biodiversité qui n'est pas une ressource épuisable...)

Découplage absolu comme objectif ultime, dans un premier temps, découplage relatif...

## 2<sup>nd</sup> découplage

**Maintenance, restauration et mise en valeur des fonctions des écosystèmes.**

Objectif: capacité à fournir des services de manière durable, en particulier au regards de l'adaptabilité au changement social et écologique. La biodiversité considérée comme une ressource qui peut être dégradée (ou détruite) même si elle n'est pas "épuisable" au sens traditionnel.

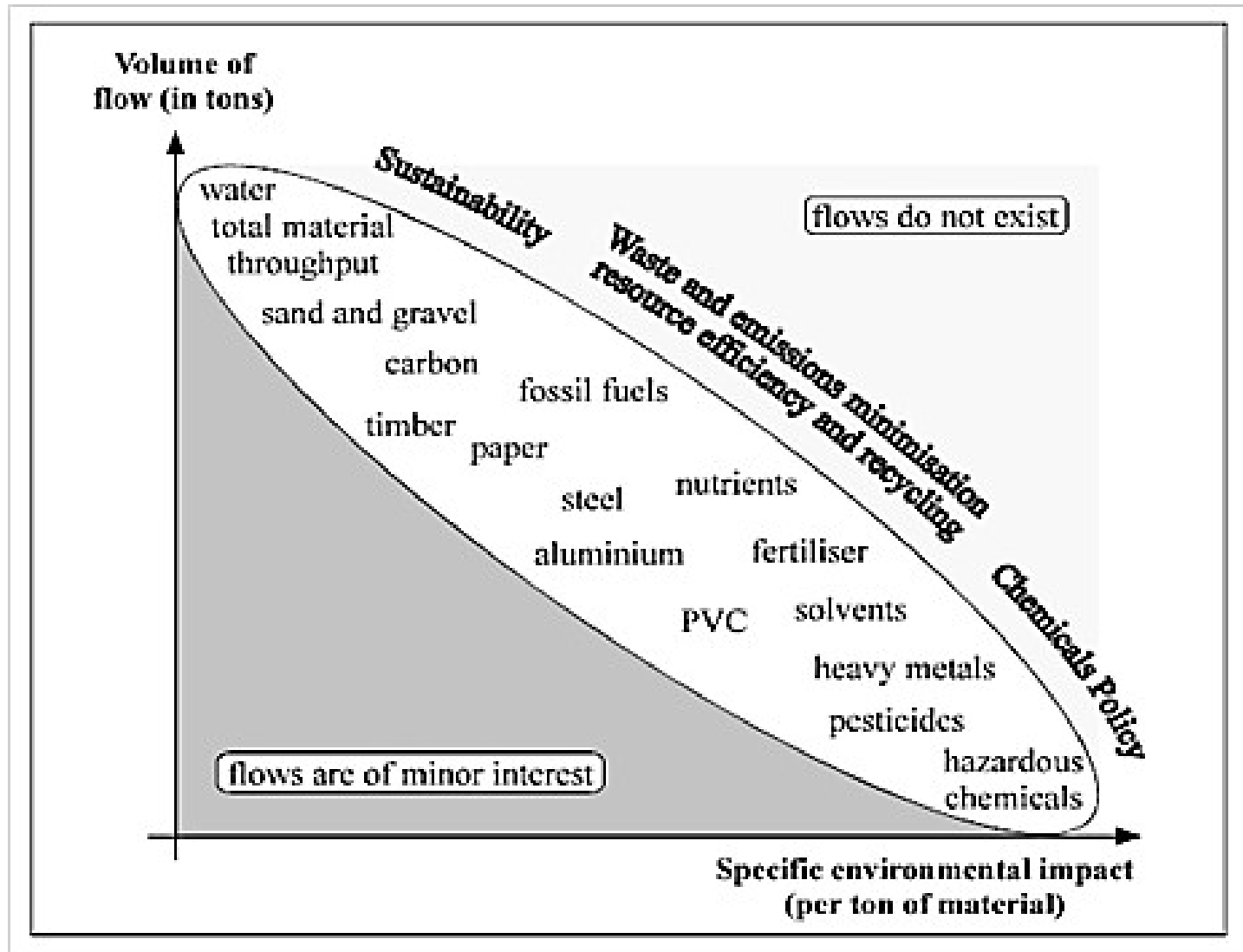


Dégradation et restauration des forêts

## Limitations des indicateurs de “premier découplage”

- Une première limitation bien connue du «découplage relatif» est que l'amélioration du ratio PIB / utilisation des ressources peut masquer que l'augmentation plus rapide du PIB résulte finalement en une charge accrue sur l'environnement.
- Même dans le cas d'une réduction de l'utilisation des ressources (découplage absolu), la dégradation peut se poursuivre si les seuils ont été dépassés, comme c'est le cas dans plusieurs pêcheries du monde entier.
- Il ya en outre la questions du sens des l'agrégation générale des flux matières.

# Hétérogénéité des flux de matières actuellement utilisés pour les analyses de découplage



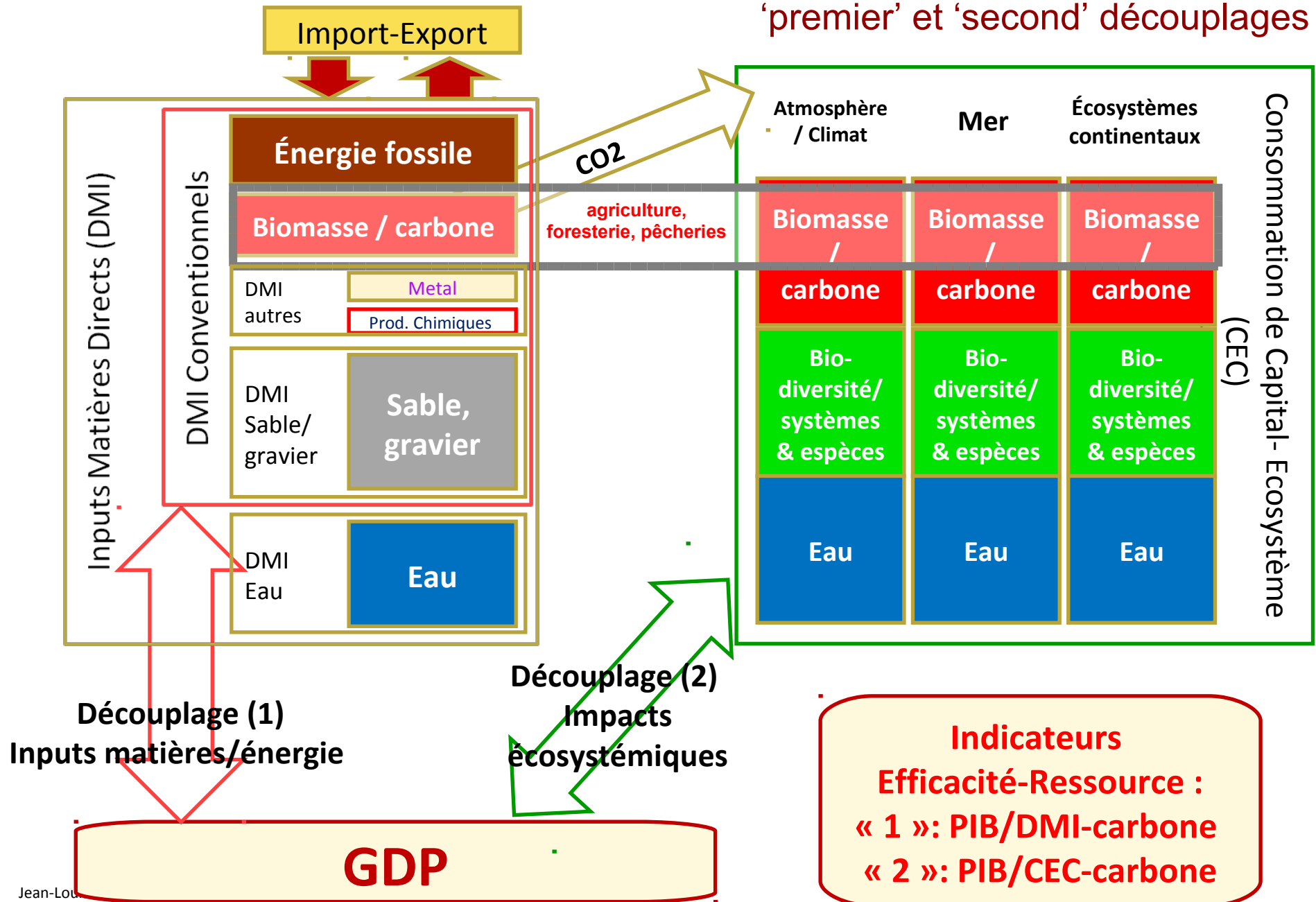
Source : Steurer A. and Radermacher, W., 1996

## Des comptes du carbone intégrant les 'premier' et 'second' découplages

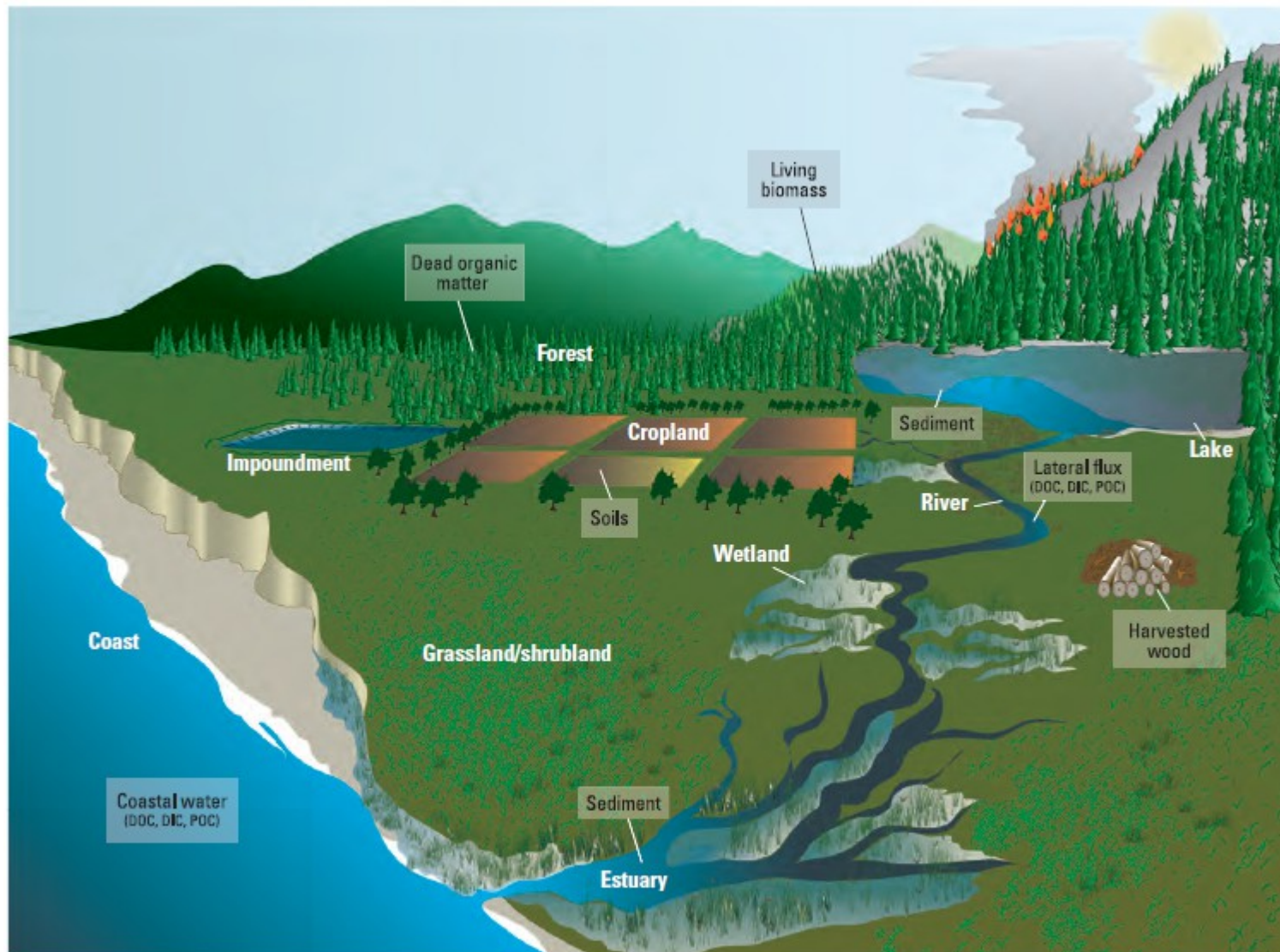
- Le bilan du carbone total peut être le compte pivot des comptes de flux de matières économiques ainsi que le pivot des comptes d'écosystème.
- Mieux que le total des flux de matière, le carbone total est suffisamment général pour représenter de manière cohérente un large spectre de la relation économie-nature: réserves et consommation d'énergie fossile, récolte et utilisation des biocarburants, de la nourriture et des matériaux fibreux, les émissions de GES, les pools de carbone de l'écosystème ...
- Le bilan du carbone intégré avec la comptabilité du capital-écosystème (SCEE Partie 2) permet d'élargir le champ et de rationaliser les politiques d'usage efficace des ressources en mesurant le second découplage comme PIB/Consommation de Capital-Écosystème (en ECU/Carbon-biomass)



# Des comptes du carbone intégrant les 'premier' et 'second' découplages



# Stocks et flux de carbone écosystémique



**Figure 2.1.** Diagram showing the terrestrial ecosystems covered in the assessment and the major carbon pools (in boxes). Abbreviations as follows: DIC, dissolved inorganic carbon; DOC; dissolved organic carbon; POC, particulate organic carbon.

## Le compte biomasse/carbone

Stock t0

+ *Production Primaire Nette de bio-carbone (NPP)*

- Récoltes/ agriculture

- Pâturage/ bétail

- Récoltes/ bois

+ épandage de fumier et autre engrais organiques

+ - résidus d'exploitation, pertes et ajustements

= Stock t1

Stock t1- Stock t0 = Accumulation Nette de Carbone  
Écosystémique (NECB)

# Comptes du Capital-écosystème Bio-Carbone:

## Bilan de base/ Tableau 1 : Compte standard de ressource (SEEA P1)

COMPTES DU CAPITAL-ECOSYSTEME: BIO-CARBONE							
		Biomasse forestière	Biomasse cultures agricole	Biomasse des herbages / pâturages	Biomasse d'autres végétation	Biomasse des systèmes d'eau	TOTAL
		/total biomasse forestière	s/total cultures agricoles	s/total herbages / pâturages	s/total autre végétation	s/total systèmes d'eau	
1. BILAN DE BASE/ COMPTE DE RESSOURCE STANDARD							
COS1	Stocks de bio-carbone du sol						
COS2	Stocks de bio-carbone de surface						
COS3	Stocks de bio-carbone des systèmes d'eau						
COS4	Autres stocks de bio-carbone						
COSA	Stocks d'ouverture						
1.A AUGMENTATION DES STOCKS (FLUX DE RESSOURCE BIO-CARBONE NATUREL ET SECONDAIRE)							
CRF1	Production Primaire Nette de bio-carbone (NPP)						
CRF2	Transferts internes nets végétation-sol (reçus moins fournis)						
s/t (CRF1+CRF2)	Ressource totale primaire en bio-carbone (RTPBnaturel/ TRCRnaturel)						
CRF31	Importation de bio-carbone d'autres territoires & de la mer						
CRF32	Production secondaire de bio-carbone, élevage						
CRF33	Retours et rejets internes de bio-carbone secondaire						

# Comptes du Capital-écosystème Bio-Carbone:

## Bilan de base/ Tableau 1 : Compte standard de ressource (SEEA P1)

1. BILAN DE BASE/ COMPTE DE RESSOURCE STANDARD	
COS1	Stocks de bio-carbone du sol
COS2	Stocks de bio-carbone de surface
COS3	Stocks de bio-carbone des systèmes d'eau
COS4	Autres stocks de bio-carbone
<b>COSA</b>	<b>Stocks d'ouverture</b>
1.A AUGMENTATION DES STOCKS (FLUX DE RESSOURCE BIO-CARBONE NATUREL ET SECONDAIRE)	
<b>CRF1</b>	<b>Production Primaire Nette de bio-carbone (NPP)</b>
CRF21	Transferts internes végétation-sol fournis (+)
CRF22	Transferts internes végétation-sol reçus (+)
<b>CRF2</b>	<b>Transferts internes nets végétation-sol (reçus moins fournis)</b>
<b>s/t (CRF1+CRF2)</b>	<b>Ressource totale primaire en bio-carbone (RTPBnaturel/ TRCRnatural)</b>
<b>CRF3</b>	<b>Ressource totale secondaire en bio-carbone (RTPBsecondaire/ TRCRsecondary)</b>
<b>CRFA</b>	<b>Augmentation totale des stocks de bio-carbone</b>
1.B DIMINUTION DES STOCKS (EXTRACTION, CONSOMMATION ET FLUX SORTANTS DE BIO-CARBONE)	
<b>CRFB = CRF4to6</b>	<b>Récolte totale de bio-carbone/ actifs intérieur</b>
<b>CRFC = CRF7to11</b>	<b>Autres diminutions des stocks de bio-carbone</b>
<b>CRFD = CRFA-CRFB-CRFC</b>	<b>Accumulation Nette de Carbone Écosystémique (ANCE ou NECB) [1]</b>
CRF11	Autres changement de volume des stocks
<b>CRFEa</b>	<b>Diminution totale des stocks avant ajustement</b>
<b>CSSB = COSA-CCSA</b>	<b>Accumulation Nette [2] = Stocks de clôture moins stocks d'ouverture</b>
<b>ADJ = CRFD-CSSB</b>	<b>Ajustement des changement de stocks</b>
<b>CRFEb = CRFEa+ADJ</b>	<b>Diminution totale des stocks après ajustement</b>
<b>CCSA = COSA+CRFEb</b>	<b>Stocks de clôture</b>

+

# Comptes du Capital-écosystème Bio-Carbone:

## Bilan de base/ Tableau 1 : Compte standard de ressource (SEEA P1)

1.B DIMINUTION DES STOCKS (EXTRACTION, CONSOMMATION ET FLUX SORTANTS DE BIO-CARBONE)	
CRF411	Récolte/ bois rond industriel
CRF412	Récolte/ bois de chauffage
<b>CRF41</b>	<b>Récolte de bois (coupes rases, éclaircies...)</b>
CRF421	Céréales
CRF422	Agrumes
CRF423	Autres fruits
CRF424	Cultures industrielles
CRF425	Oléagineux
CRF426	Olives
CRF427	Riz
CRF428	Tubercules
CRF429	Raisin, vigne
CRF430	Fourrage
<b>CRF42</b>	<b>Récoltes agricoles</b>
<b>CRF43</b>	<b>Récolte des résidus agricoles et sous-produits (incl. paille...)</b>
<b>CRF44</b>	<b>Végétation pâturée par le bétail</b>
<b>CRF45</b>	<b>Autres récoltes de végétaux (incl. les produits forestiers non-bois)</b>
CRF4	Récoltes de produits agricoles, de bois et d'autres produits végétaux
CRF5	Prélèvements de bio-carbone animal
CRF6	Autres récoltes de bio-carbone
<b>CRFB = CRF4to6</b>	<b>Récolte totale de bio-carbone/ actifs intérieur</b>
<b>CRFC = CRF7to11</b>	<b>Autres diminutions des stocks de bio-carbone</b>
<b>CRFD = CRFA-CRFB-CRFC</b>	<b>Accumulation Nette de Carbone Écosystémique (ANCE ou NECB) [1]</b>

# Comptes du Capital-écosystème Bio-Carbone:

## 2. Bilan de base/ Tableau des utilisations totales (SEEA P1)

2. BILAN DE BASE/ TABLEAU DES UTILISATIONS TOTALES DE BIO-CARBONE	
<i>CUS11=CRF41</i>	<i>Récolte de bois (coupes rases, éclaircies...)</i>
<i>CUS12=CRF42</i>	<i>Récoltes agricoles</i>
<i>CUS13=CRF43</i>	<i>Récolte des résidus agricoles et sous-produits (incl. paille...)</i>
<i>CUS14=CRF44</i>	<i>Végétation pâturée par le bétail</i>
<i>CUS15=CRF45</i>	<i>Autres récoltes de végétaux (incl. les produits forestiers non-bois)</i>
<b>CUS1=CRF4</b>	<b>Récoltes de produits agricoles, de bois et d'autres produits végétaux</b>
<i>CUS21=CRF51</i>	<i>Prélèvements sur les stocks de bétail</i>
<i>CUS22=CRF52</i>	<i>Pêche/ fermes d'élevage</i>
<i>CUS23=CRF53</i>	<i>Pêche/ pêcheries</i>
<i>CUS23=CRF54</i>	<i>Autres prélèvements animaux</i>
<b>CUS2=CRF5</b>	<b>Prélèvements de bio-carbone animal</b>
<i>CUS31=CRF61</i>	<i>Extraction de tourbe</i>
<i>CUS32=CRF62</i>	<i>Autres prélèvements of bio-carbone</i>
<b>CUS3=CRF6</b>	<b>Autres utilisations de bio-carbone</b>
<b>CUSA</b>	<b>Utilisation totale de bio-carbone écosystémique</b>
<i>CUS41 = CRF311</i>	<i>Importations de marchandises d'autres territoires</i>
<i>CUS42 = CRF312</i>	<i>Importations de déchets d'autres territoires</i>
<b>CUS4</b>	<b>Importations de bio-carbone d'autres territoires</b>
<i>CUS51=CRF313</i>	<i>Prélèvements de bio-carbone de la mer/ poissons et autres produits animaux</i>
<i>CUS5=CRF314</i>	<i>Prélèvements de bio-carbone de la mer/ algues et autres produits végétaux</i>
<b>CUS5</b>	<b>Prélèvements de bio-carbone de la mer</b>
<b>CUS6</b>	<b>Utilisation de bio-carbone reçu d'autres unités économiques</b>
<b>CUS7</b>	<b>Réutilisation du bio-carbone a l'intérieur des unités économiques</b>
<b>CUSB</b>	<b>Utilisation totale de bio-carbone</b>



# Comptes du Capital-écosystème Bio-Carbone:

## Tableau 3: Surplus de base de ressource en bio-carbone accessible

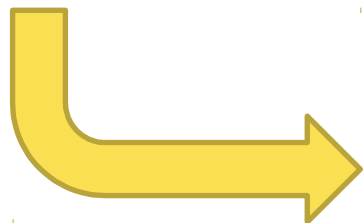
3. BILAN DE BASE/ SURPLUS DE BASE DE RESSOURCE ACCESSIBLE	
3.1 AUGMENTATION TOTALE DES STOCKS DE BIO-CARBONE	
<b>CRFA</b>	<b>Augmentation totale des stocks de bio-carbone</b>
3.2 AJUSTEMENTS: ACCESSIBILITE DES RESSOURCES RENOUVELABLES EN BIO-CARBONE	
CAR1	Croît des forêts immatures (-)
CAR2	Croît des forêts de protection environnementale forêts (-)
CAR3=CRF7	Fuites et décharge de bio-carbone vers les systèmes hydrologiques
CAR41=CRF81	Respiration des hétérotrophes et décomposeurs (Rh)
CAR42=CRF82	Feux de Forest, broussailles et autre végétation
CAR43=CRF83	Emissions vers l'atmosphère par combustion artificielle de bio-carbone
CAR44=CRF84	Emissions vers l'atmosphère de COV/VOC, CH4
CAR4=CRF8	Respiration hétérotopique (Rh) , combustion & autres émissions vers l'atmosphère
CAR5=CRF9	Flux naturels sortants vers les autres territoires et la mer
CAR6=CRFEb (t-1(forêts))	Accumulation nette des stocks forestiers des périodes précédentes (+ or -)
CAR7	Autres ajustements de accessibilité du bio-carbone (+ or -)
<b>CARA</b>	<b>Ajustement total de l'accessibilité de la ressource en bio-carbone renouvelable</b>
<i>s/t (CRF1+CRF2) + CARA</i>	<i>Ressources exploitable en bio-carbone naturel</i>
CAR8	Ressource en bio-carbone secondaire inutilisable en raison de sa qualité (-)
CAR9	Autres ajustements
<b>CARB</b>	<b>Ajustement total de l'accessibilité de la ressource en bio-carbone secondaire</b>
<i>s/t = CRF3 + CARB</i>	<i>Ressources exploitable en bio-carbone secondaire</i>
<b>CARC = CRFA+CARA+CARB</b>	<b>Surplus de base de bio-carbone accessible pour les utilisations</b>



## Comptes du Capital-écosystème Bio-Carbone:

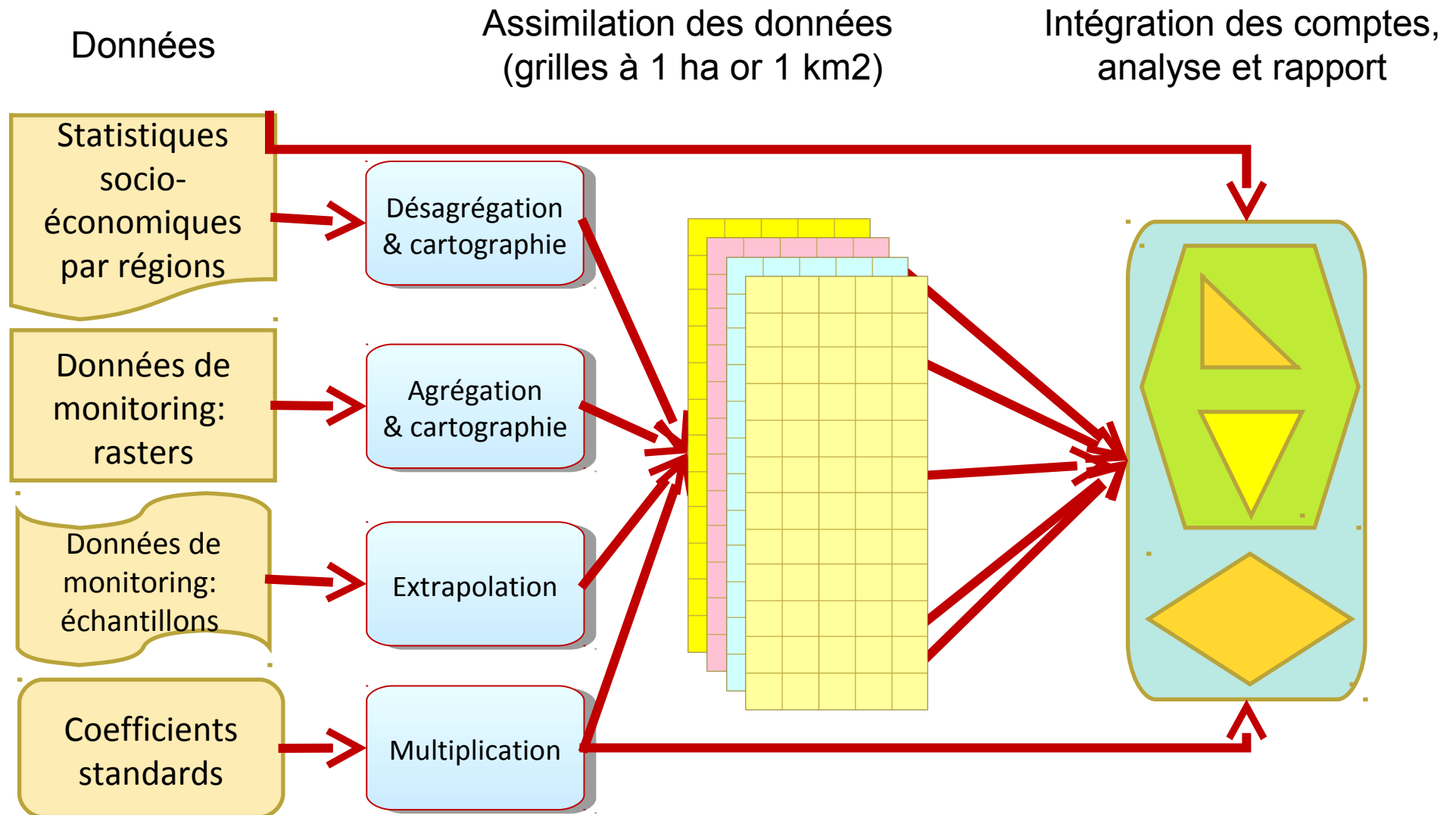
### Tableau 4 : Indices de Santé / Détresse des écosystème et variation du prix interne de la ressource

4. TABLE DES INDICES DE SANTE/DETRESSE DES ECOSYSTEMES	
4.1 INDICE D'IMPACT DE L'INTENSITE D'UTILISATION [si <1, = usage excessif, dilapidation; si >1, accumulation]	
CEHA = CARC/CUSA	Indice d'impact de l'intensité d'utilisation du bio-carbone
4.2 INDICE COMPOSITE DU CHANGEMENT D'ETAT DES ECOSYSTEMES	
CEH1	Eutrophisation du sol
CEH2	Changement de l'âge moyen des forêts
CEH3	Changement de la diversité des peuplements forestiers
CEH4	Autres changement de la diversité végétale
CEH5	Dépendance d'apports artificiels
CEH6	Changement de la probabilité d'incendies
CEH7	Autres...
CEHB	Indice composite de changement d'état de l'écosystème
4.3 CHANGEMENT ANNUEL DU PRIX INTERNE DE LA RESSOURCE EN BIO-CARBONE	
CEHC = AVG(CEHA+CEHB)	Changement annuel du prix interne de la ressource en bio-carbone



Intégré dans le calcul du prix en ECU

# Flux de données pour produire des comptes du capital-écosystème



# Compte Biomasse/carbone: principales données nécessaires

*Données à collecter par des unités comptables statistiques ou à l'aide d'une grille régulière (p. ex. 1km x 1km ou 100m x 100m...); statistiques locales ou régionales si possible*

- Couverture/occupation des terres (land cover) NPP ... ou les variables pour la calculer: à la fois des mesures in situ (échantillons), NDVI (indice de végétation) et météo
- Les stocks de biomasse de végétation de surface et sous-terrine (sol) par types d'écosystèmes: forêts, prairies, broussailles, cultures,, systèmes d'eau, algues/herbes des fonds marins
- Type et âge des forêts, croissance annuelle des arbres
- Récolte du bois, coupes
- Les récoltes selon les principaux types de cultures
- Résidus, retours après récolte
- Fumier, application du compost, boues d' épandage
- Respiration des décomposeurs (estimation)
- Combustion, autres émissions dans l'air
- Erosion, autres rejets vers l'eau

## Exemples de résultats



**Production Primaire Nette de bio-carbone (NPP)**  
(2000, en tonnes de carbone)

Données: Images satellites (Indice de Végétation /NDVI), modélisation (météo, land cover) et monitoring in situ (analogue aux recommandations de UNFCCC/LULUCF) – Grille 1 km<sup>2</sup>



## Récoltes agricoles

(2000, en tonnes de carbone)

Statistiques régionales de récoltes (15 groupes de produits)  
re-échantillonnées sur la grille de 1 km<sup>2</sup>





## **Récoltes de bois** (2000, en tonnes de carbone)

Statistiques de récoltes de bois re-échantillonnées sur la grille de 1 km<sup>2</sup>



## **Accumulation Nette de Carbone Écosystémique (NECB) (2000, en tonnes de carbone)**

L' Accumulation Nette de Carbone Écosystémique (en anglais: Net Ecosystem Carbon Balance, NECB) est la somme algébrique des flux du Bilan de base du bio-carbone; NECB est aussi égale à la différence Stock de clôture moins Stock d'ouverture



Jean-Louis Weber

[jlweber45@gmail.com](mailto:jlweber45@gmail.com)

Skype: jean-louis.weber