

Économie et gestion de l'environnement et des ressources naturelles



ORGANISATION
INTERNATIONALE DE
la francophonie



#UNIVERSITÉSENGHOR
université internationale de langue française
au service du développement africain



INSTITUT DE LA FRANCOPHONIE
POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE
IFDD

Comité éditorial

Direction de la publication

Jean-Pierre Ndoutoum, directeur

Édition scientifique

Jean-Pierre Revéret et Martin Yelkouni

Auteurs (par ordre alphabétique)

Didier Babin

Géraldine Froger

Patrice A. Harou

François Henry

Philippe Méral

Fidoline Ngo Nonga

Jean Hugues Nlom

Olivier Petit

Mino Randrianarison

Jean-Pierre Revéret

Dominique Rojat

Thierry Tacheix

Noël Thiombiano

Jean-Louis Weber

Martin Yelkouni

Samuel Yonkeu

Coordination technique

E. Lionelle Ngo-Samnick, spécialiste de programme, IFDD

Collaboration à l'édition

Louis-Noël Jail, chargé de communication, IFDD

Claire Schiettecatte, experte, IFDD

Marilyne Laurendeau, assistante de communication, IFDD

Bibiane Kukosama, assistante de programme, IFDD

Révision linguistique

Louis Courteau, trad. a.

Conception graphique

Marquis Interscript

Photo de la couverture

artitcom, Adobe Stock

L'édition de cet ouvrage sur l'économie et la gestion de l'environnement a été rendue possible grâce au généreux soutien de la **Fondation MAVA**. L'Institut de la Francophonie pour le développement durable tient à remercier toute l'équipe de la Fondation MAVA, en particulier Charlotte Karibuhoye Said et Ève Cabo, pour leur précieux accompagnement du projet portant sur la maîtrise des outils de gestion de l'environnement pour le développement.

Il convient de citer le présent ouvrage comme suit :

Institut de la Francophonie pour le développement durable et Université Senghor, 2019, *Économie et gestion de l'environnement et des ressources naturelles* [Sous la direction de Reveret, J.-P. et M. Yelkouni]. IFDD, Québec, Canada, 266 p.

ISBN version imprimée : 978-2-89481-298-3

ISBN version électronique : 978-2-89481-299-0

© Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD) 2019

56, rue Saint-Pierre, 3^e étage

Québec (Québec) G1K 4A1 Canada

Téléphone : 418 692-5727

Télécopie : 418 692-5644

ifdd@francophonie.org – www.ifdd.francophonie.org

CHAPITRE

15

La comptabilité écosystémique du capital naturel

Introduction et mise en œuvre

Didier Babin et Jean-Louis Weber

La rédaction de l'article repris dans ce chapitre a été facilitée par l'Observatoire du Sahara et du Sahel, dans le cadre du projet de «Coordination et partage des connaissances sur les écosystèmes désertiques et les moyens de subsistance en Afrique du Nord et au Moyen-Orient – MENA-DELP», financé par la Banque mondiale et le Fonds pour l'environnement mondial sur la période 2013-2017. Cet article est disponible sous licence Creative Commons (CC BY-SA).

Son ambition est de présenter la comptabilité écosystémique du capital naturel. Comme il s'agit d'un document de vulgarisation, il doit permettre de comprendre l'importance stratégique de s'engager dans une telle approche et la façon de le faire sur de bonnes bases¹.

Les éditeurs de cet ouvrage et l'IFDD expriment donc leur reconnaissance et leurs remerciements à tous ceux et celles qui ont rendu possible l'intégration de cet article au présent ouvrage.

Introduction à la comptabilité écosystémique du capital naturel

Première définition et grands principes

La comptabilité écosystémique du capital naturel (CECN) est une méthode comptable, multicritère et géolocalisée d'intégration et de synthèse de données biophysiques et socioéconomiques sur le potentiel et la durabilité de tous les systèmes socioécologiques d'un pays. La CECN propose d'intégrer la dégradation physique et les coûts cachés d'utilisation de la nature dans les comptes nationaux et, à terme, dans les indicateurs macroéconomiques. Il s'agit donc d'enregistrer et de suivre

les écosystèmes de manière comptable en termes de flux et de stocks physiques et d'évaluer les amortissements à consentir pour conserver ce capital naturel au bénéfice des générations actuelles et futures.

Les aspects clés des comptes écosystémiques du capital naturel sont la comparaison, entre deux dates, des stocks biophysiques dûment géoréférencés du capital naturel de la totalité des écosystèmes, la description de leur évolution résultant des flux de renouvellement naturel et d'utilisation des ressources, un diagnostic de l'état des écosystèmes tout à la fois quantitatif et qualitatif. C'est une approche des services écosystémiques qui part des actifs écosystémiques qui les génèrent avant d'en évaluer les utilisations. La capacité durable des écosystèmes

1. À moins d'indication contraire, les figures de ce chapitre sont l'œuvre de Jean-Louis Weber, sous licence Creative Commons.

d'un pays à fournir des services s'évalue en combinant les mesures de leur productivité, de l'intensité d'utilisation de leurs services, et de leur résilience ou de leur état de santé.

Mesurer la dégradation ou l'amélioration du capital écosystémique

Déterminer s'il y a dégradation de l'écosystème suppose une comparaison avec un état de référence. Plusieurs solutions sont possibles. La première – et la plus simple – consiste à se donner une date de référence récente pour juger de la situation. Les objectifs climatiques sont définis par rapport à la situation de 1990, avec une tolérance de +2 °C, voire +1,5 °C. Pour la biodiversité et l'écosystème en général, on ne saurait fixer une telle tolérance, mais on peut retenir la même date ou une date plus récente, selon les données disponibles. Cela revient à dire que dans un contexte où l'humanité exploite la planète jusqu'à ses limites extrêmes, aucune nouvelle dégradation nette (de restauration) n'est désormais acceptable. C'est la position actuelle de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification et la position de départ de la CECN. Elle correspond au principe comptable de l'amortissement et implique, pour maintenir le capital en l'état, un réinvestissement. D'autres horizons sont envisageables ; ils résultent de demandes sociales explicites. Par exemple, la Directive-cadre sur l'eau de l'Union européenne pose le principe de la restauration de la bonne qualité environnementale des bassins versants. On pourrait citer de multiples exemples d'objectifs ou de cibles de ce type, établis pour des raisons de santé publique (qualité de l'eau et de l'air), de maintien de fonctions environnementales vitales (protection des sols) ou de qualité de vie (espaces verts urbains). On peut les prendre en compte dans le bilan écologique de la CECN. La CECN s'en tient donc à la prudence

comptable et à deux critères socialement validables : aucune dégradation nette annuelle ; intégration des objectifs de restauration socialement approuvés.

La comptabilité des écosystèmes et celle des services écosystémiques

Les services écosystémiques sont au cœur de la CECN. Toutefois, celle-ci ne procède pas de leur agrégation, car l'inventaire exhaustif d'une telle approche est techniquement infaisable. De plus, les services écosystémiques se mesurent en termes physiques, dans des unités variées, ce qui compromet toute tentative d'addition. La réponse à ce problème, proposée par certains économistes et envisagée dans le Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE), est de convertir les services écosystémiques en monnaie et d'agréger leur valeur nette actualisée. L'approche de la CECN est différente pour plusieurs raisons. L'une est que la valorisation séparée des divers services conduit à des problèmes de dédoublement des comptes. De plus, les études sérieuses de valorisation de services écosystémiques² sont réalisées dans le cadre d'études de cas individuelles, sans perspective de généralisation ou d'agrégation générale. La CECN part de la prestation des services par les écosystèmes et de leur accessibilité, pour en analyser ensuite l'utilisation. Cette approche systématique fournit une base d'information cohérente sur laquelle des études ou modélisations peuvent se greffer pour mesurer, dans leur contexte, des services particuliers, leur valeur monétaire ou leur évolution future.

Les services écosystémiques sont habituellement regroupés en services d'approvisionnement, en services de régulation et en services socioculturels. Les *services d'approvisionnement* sont enregistrés en CECN comme des flux dans les comptes du biocarbone (produits des récoltes de produits

2. Voir par exemple les études réalisées dans le cadre du Partenariat pour la comptabilisation du patrimoine naturel et la valorisation des services écosystémiques (Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services – WAVES) de la Banque mondiale et des programmes The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) et Valuation and Accounting of Natural Capital for Green Economy (VANTAGE) d'ONU environnement. En fait, les évaluations globales de la valeur totale ou inclusive du capital des nations produites par ces organisations sont déconnectées des études de cas réalisées par ailleurs.

agricoles et forestiers, produits de la pêche) et dans le compte de l'eau (prélèvements pour les divers usages, eau de pluie). Les *services de régulation* directement mesurés par la CECN sont la séquestration du carbone (qui est équivalente au solde net du carbone écosystémique) et la capacité d'absorption de la pollution (les « eaux grises ») par les rivières. D'autres services écosystémiques font l'objet d'une mesure indirecte de leur montant ou de leur variation. C'est le cas par exemple des services de protection contre les inondations, dont la variation est estimée par bassin versant, en fonction de la population exposée et de la couverture végétale du bassin versant en amont. Les *services socioculturels* sont évalués plus globalement, selon leur accessibilité par la population. La CECN comprend de ce fait une dimension sociale, en liaison avec le concept de systèmes socioécologiques sur lequel elle est fondée.

Une réponse méthodologique aux demandes politiques et citoyennes

À l'heure actuelle, il n'existe aucune norme applicable à la comptabilité des écosystèmes. La CECN est une approche récente, mais fondée sur des expériences de longue date (décrites ci-dessous) qui ont conduit à établir un cadre expérimental de comptes d'écosystèmes dans le contexte du SCEE des Nations Unies en 2012 (ONU *et al.*, 2016). La CECN utilise les données existantes permettant de quantifier et de qualifier les écosystèmes, avec le souci de pouvoir comparer des situations et rendre compte d'évolutions. Le système d'information qu'elle met en place renseigne sur l'utilisation soutenable ou non des écosystèmes et de leurs ressources naturelles renouvelables. C'est une première réponse méthodologique aux demandes politiques et citoyennes répétées d'avoir un instrument de diagnostic sur l'évolution du capital naturel d'un pays, indispensable pour mesurer la soutenabilité au cours du temps de la performance économique, pour identifier les potentiels et les impacts, et pour éclairer les stratégies et programmes au profit des décideurs publics et privés. Outre le suivi des politiques nationales, la mise en place d'une CECN permet de rendre compte, avec précision et

cohérence, de la mise en œuvre de nombreuses obligations liées à des engagements environnementaux internationaux ayant trait aux écosystèmes et aux territoires.

La comptabilité écosystémique du capital naturel : pour répondre à quels besoins ?

Pour mettre en œuvre le Système de comptabilité économique et environnementale des Nations Unies

Depuis le Sommet de la Terre de Rio, en 1992, les accords internationaux reconnaissent l'intégration des ressources naturelles dans la comptabilité nationale comme un élément potentiellement transformateur pour les processus de décision. Suite aux demandes contenues dans le plan Action 21, les Nations Unies ont proposé en 1993 un système comptable prenant conjointement en compte les dimensions économiques et environnementales : le Système de comptabilité économique et environnementale (ONU, 1994). Le SCEE a été révisé en 2003 et en 2012. La Commission de statistique de l'ONU a alors décidé d'adopter comme norme statistique internationale une première série de tableaux sur l'utilisation économique des ressources naturelles, tout en recommandant de poursuivre l'expérimentation de comptes écosystémiques, pour lesquels la demande s'est accrue avec le temps. La CECN, qui s'inscrit dans cette perspective, a pour objectif de démarrer concrètement ce type de démarche, dans un cadre comptable cohérent et sur des bases évolutives.

Pour prendre en « compte » les écosystèmes comme un capital naturel national

Les écosystèmes sont à la base de très nombreuses activités économiques et du bien-être des sociétés humaines (MEA, 2006 ; Braat et ten Brink, 2008).

Depuis plusieurs décennies, des travaux scientifiques alertent la communauté internationale sur l'état de dégradation très préoccupant des écosystèmes (Ripple *et al.*, 2017) et la perte de services écosystémiques, deux facteurs qui pourraient entraîner rapidement une modification des conditions de vie de l'humanité sur Terre (SCDB, 2010). Les ressources extraites des écosystèmes sont implicitement incluses dans la mesure des résultats économiques ; cependant, leur épuisement et la dégradation de l'état de santé des écosystèmes qui les génèrent ne sont pris en compte ni dans la richesse des nations ni dans les échanges économiques internationaux. Cette situation incite à développer de nouveaux systèmes de mesure du progrès et de la durabilité du développement (Stiglitz, Sen et Fitoussi, 2009). Ainsi, dès 2010, réaffirmant la valeur essentielle des ressources tirées de la biodiversité et des écosystèmes, les ministres africains de l'Environnement et de la Planification économique se sont engagés à œuvrer « à la mise en place des systèmes de comptabilité de l'environnement [...] et de les prendre en compte pleinement dans la planification du développement et dans les indicateurs économiques³ ».

Pour disposer d'une plateforme coopérative multiacteur et multisource de données internationales et de statistiques nationales

À l'heure où de nombreuses et multiples données sont accessibles à différentes échelles, il est indispensable d'établir un cadre de coopération pérenne et organisée entre les partenaires concernés par la comptabilité écosystémique. La CECN propose des fondements méthodologiques et techniques pour l'intégration logique des données disponibles provenant de bases de données internationales, de statistiques ou de dispositifs nationaux de suivi,

de programmes de recherche ou, plus ponctuellement, de collectes locales. Le cadre comptable et la représentation cartographique permettent de présenter l'évolution globale des écosystèmes d'un pays ou d'une région à partir d'une méthode transparente, évolutive et comparative dans le temps et l'espace. L'organisation des comptes facilite l'analyse à l'échelle territoriale voulue (écosystème, bassin versant, région, district, commune, autre zone ou territoire spécifique) et sur des thèmes variés (par exemple, la surconsommation relative d'eau et dégradation de la ressource, l'appauvrissement en biocarbone et la sécurité alimentaire, la fragmentation d'habitats naturels et la perte de résilience et de capacité d'adaptation des infrastructures écologiques au changement climatique, le succès de la restauration d'écosystèmes).

La CECN ne cherche pas à tout quantifier. C'est une représentation de la réalité qui a pour but d'éclairer la prise de décision. Son architecture basée sur un système d'information géographique permet toutefois de développer, à l'intérieur d'un cadre simplifié, mais cohérent, des analyses spécifiques selon les besoins d'action localisée, compte tenu de la disponibilité des données et des connaissances scientifiques.

Pour faciliter la mise en œuvre, le suivi et le reportage des engagements internationaux

Le Plan stratégique pour la diversité biologique 2011-2020

Lors de la 10^e Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique (CDB), à Nagoya en 2010, 193 États se sont entendus sur un plan décennal et sur les 20 Objectifs d'Aichi pour « vivre en harmonie avec la Nature » d'ici 2050. Pour contrer les causes sous-jacentes de l'appauvrissement de la biodiversité, ces objectifs proposent en

3. Déclaration de Libreville sur la biodiversité et la lutte contre la pauvreté en Afrique, 15 septembre 2010. En 2012, lors du Sommet pour le développement durable en Afrique, dix pays africains ont adopté la Déclaration de Gaborone, qui promeut concrètement la comptabilité du capital naturel et invite les autres pays à la mettre en œuvre.

premier lieu d'intégrer « la diversité biologique dans l'ensemble du gouvernement et de la société ». Ce premier but stratégique s'appuie sur quatre aspects : une sensibilisation accrue, l'intégration des valeurs de la biodiversité, des incitations réformées, la production et la consommation soutenables. L'Objectif d'Aichi n° 2 propose d'incorporer les valeurs de la biodiversité dans les stratégies et plans de réduction de la pauvreté et de développement, en révélant mieux ses valeurs, notamment à travers les systèmes comptables⁴. L'intégration et la réflexion sur la contribution de la biodiversité et les services écosystémiques sont un élément important pour que leurs diverses valeurs et leur utilisation durable soient reconnues et reflétées dans la prise de décision. De même, la comptabilisation de la biodiversité dans la prise de décision est nécessaire pour limiter les effets négatifs non intentionnels. L'intégration des valeurs de la biodiversité dans les processus de planification nationale et locale, notamment à travers l'aménagement du territoire, peut aider à internaliser les coûts et les bénéfices de la conservation et de l'utilisation durable de la biodiversité. L'Objectif 2 propose donc logiquement d'incorporer d'ici 2020 les valeurs de la biodiversité dans les comptes nationaux. Parler ici de *valeurs*, au pluriel, c'est reconnaître que la biodiversité a des valeurs multiples, dont certaines peuvent être quantifiées en termes monétaires et d'autres non. Une approche multidisciplinaire est nécessaire pour évaluer les différentes valeurs de la biodiversité. Incorporer la biodiversité dans la comptabilité nationale permet de suivre les flux et les stocks biophysiques de ressources et, ainsi, de mieux comprendre les avantages qui découlent de la biodiversité ou d'en évaluer la dépréciation.

Le Programme de développement durable à l'horizon 2030 et ses objectifs de développement durable

Pour affronter la transformation globale de la société et relever les défis mondiaux liés aux changements climatiques, à la préservation des ressources naturelles, ainsi qu'à la solidarité territoriale et intergénérationnelle, l'Assemblée générale des Nations Unies a adopté en septembre 2015 une nouvelle feuille de route universelle et transversale sur cinq enjeux : l'humanité, la planète, la prospérité, la paix et les partenariats. Parmi ses objectifs de développement durable (ODD), consacrés dans le Programme de développement durable à l'horizon 2030, l'Objectif 2 d'Aichi est repris presque à la lettre dans l'ODD 15 cible 9⁵, qui traite de la protection des écosystèmes et de la biodiversité. Pour atteindre ses objectifs, les ODD promeuvent le développement d'initiatives et de capacités pour mesurer les progrès accomplis en termes de développement durable, au-delà des dispositifs statistiques actuels. Ainsi, l'ODD 17 cible 19 incite à l'établissement d'indicateurs de progrès en matière de développement durable complétant le produit intérieur brut (PIB) et au renforcement des capacités statistiques des pays en développement⁶.

Vers une synergie des indicateurs de développement et écosystémiques globaux

Cette question de la mesure du développement, et plus particulièrement du capital naturel dans le cadre d'un développement durable, mobilise depuis le début des années 2000 la communauté des décideurs à différents échelons (Terema *et al.*, 2015).

-
4. « **Objectif 2** : D'ici à 2020 au plus tard, les valeurs de la diversité biologique ont été intégrées dans les stratégies et les processus de planification nationaux et locaux de développement et de réduction de la pauvreté, et incorporées dans les comptes nationaux, selon que de besoin, et dans les systèmes de notification. »
 5. « **ODD 15 cible 9** : D'ici à 2020, intégrer la protection des écosystèmes et de la biodiversité dans la planification nationale, dans les mécanismes de développement, dans les stratégies de réduction de la pauvreté et dans la comptabilité. »
 6. « **ODD 17 cible 19** : D'ici à 2030, tirer parti des initiatives existantes pour établir des indicateurs de progrès en matière de développement durable qui viendraient compléter le produit intérieur brut, et appuyer le renforcement des capacités statistiques des pays en développement. »

La conclusion de l'étude exploratoire sur l'apport concret de la comptabilité économique et environnementale en vue d'un système d'information intégré pour les trois Conventions de Rio met en avant trois domaines où l'expérience acquise est d'ores et déjà suffisante : les comptes d'émission de CO₂, les dépenses de protection de l'environnement et les comptes de la couverture des terres (UNEP, 2016). Au-delà, le développement de la comptabilité écosystémique est un élément déterminant. La CECN prend en considération les comptes du biocarbone sur la base des recommandations du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Elle intègre des variables sur le stockage ou le déstockage de carbone dans les sols et la végétation à la comptabilité du changement de couverture des terres. La CECN sera donc utile aux États dans leurs efforts pour le suivi de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CNULCD), en ce qui concerne la neutralité de la dégradation des terres⁷, et pour celui de l'Accord de Paris de 2015 sur le climat (Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques – CCNUCC). La CECN permet d'établir et de renseigner un ensemble d'indicateurs de suivi et d'impact des projets et des plans sur des thématiques liés aux écosystèmes, notamment les pertes ou gains de capacité écosystémique face aux changements globaux à différentes échelles du local à l'international.

Pour suivre et évaluer les impacts des politiques publiques et accompagner les processus de décision

La mise en place d'une CECN à l'échelle d'un pays constitue un véritable état des lieux global des écosystèmes à partir des données disponibles à différents niveaux. Elle peut donc aussi servir à suivre et à évaluer différents types de projets et de décisions qui ont des impacts potentiels ou réels sur les

écosystèmes. Cela peut s'avérer particulièrement opportun dans le cas du projet d'aménagement d'un vaste territoire, de l'accumulation de plusieurs projets de taille réduite, d'infrastructures linéaires, de projets focalisés sur une composante de l'écosystème au détriment des autres, etc. Ces analyses peuvent utiliser les résultats ou données de la CECN à différentes échelles d'espace pour évaluer des impacts prévisibles ou observés après un projet, directement ou en alimentant des modèles explicatifs ou prospectifs en données cohérentes et validées. Les comptes actuels (situation présente et séries chronologiques des évolutions passées) d'une zone de projet permettent de procéder à des simulations de l'impact des actions humaines (création de zones de protection, plantations, construction d'infrastructures) sur l'environnement et leurs conséquences sur l'économie du projet (pertes de services, coûts de restauration ou de compensation écologique). Le champ d'utilisation des données ainsi organisées est très large ; il reste encore à le définir et à l'explorer pour éclairer les décisions publiques et privées (figure 15.1).

L'émergence et l'évolution du concept et des méthodes

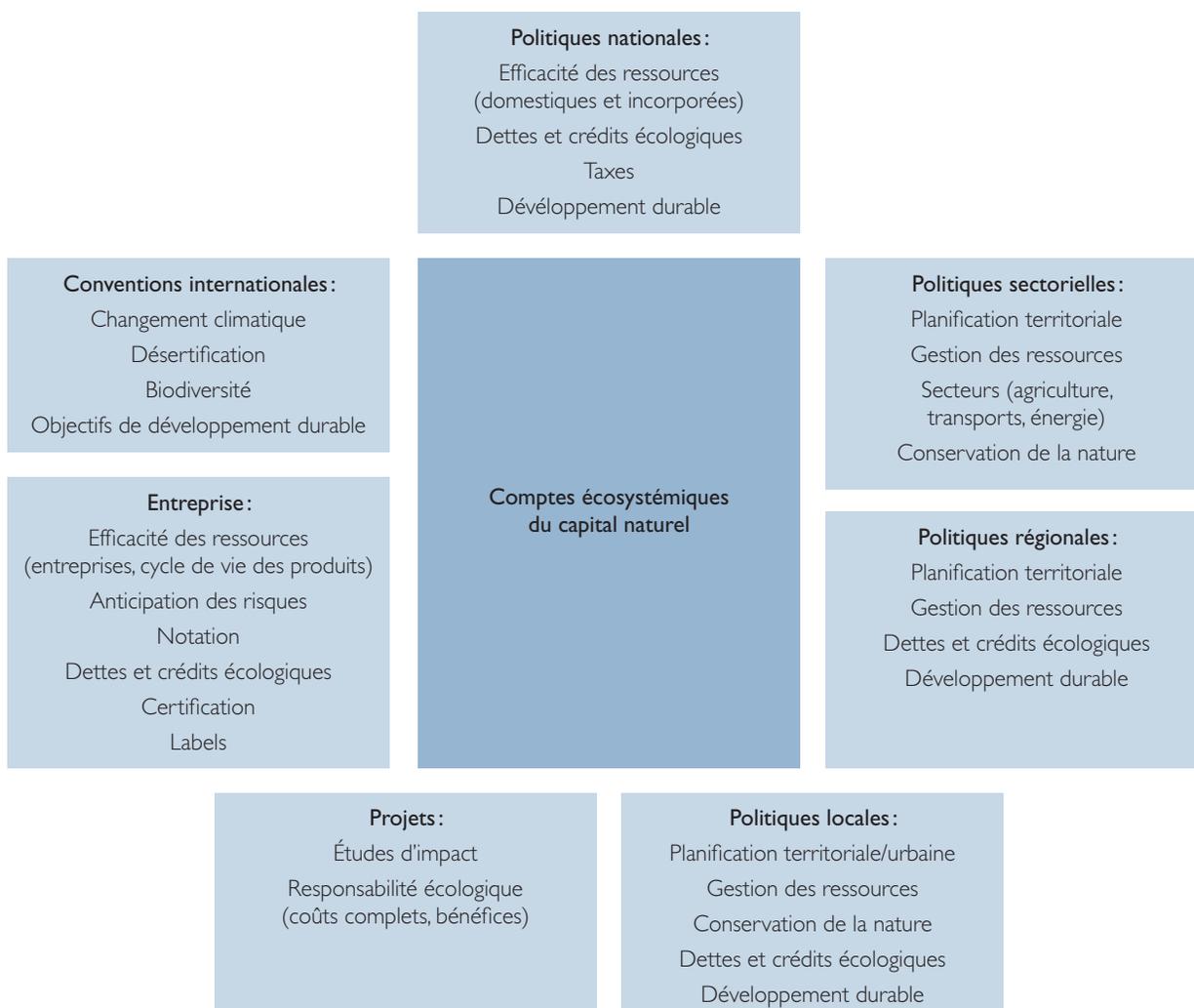
L'historique des concepts et des approches

La préoccupation concernant les ressources naturelles comme une richesse de la nation remonte au XVIII^e siècle, dans des contextes liés à la terre et aux activités agricoles. Plus tard, des économistes ont prêté attention à la gestion des terres, des ressources du sous-sol et des forêts, en prenant en considération les effets de leur épuisement ou le coût social des externalités négatives dues à la dégradation de l'environnement (Pigou, 1920). Il faut cependant attendre les premières réflexions

7. « **ODD 15 cible 3** : D'ici à 2030, lutter contre la désertification, restaurer les terres et sols dégradés, notamment les terres touchées par la désertification, la sécheresse et les inondations, et s'efforcer de parvenir à un monde sans dégradation des terres. »

FIGURE 15.1

Perspectives d'utilisation d'une CECN : du local au global



sur les limites de la croissance du Club de Rome et le premier Sommet de la Terre, à Stockholm en 1972 (Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain) pour voir se développer une réflexion moderne sur la comptabilité environnementale.

Les premiers véritables travaux de comptabilité économique environnementale datent des décennies 1970 et 1980. Une première approche part de la consommation de ressources et des rejets de résidus. Elle les relie aux tableaux comptables utilisés dans la modélisation macroéconomique.

Les réussites les plus claires dans ce domaine sont les comptes de ressources naturelles norvégiens de 1976, les National Accounts Matrixes with Environmental Accounts (NAMEA) néerlandaises du début des années 1990 et les comptes de l'eau australiens, toujours publiés. Dans ces trois cas, les comptes ont été utilisés dans des processus de décision officiels. C'est le cas aussi des comptes des flux de matière⁸, dont les applications les plus connues au niveau statistique sont, d'une part, les évaluations macroéconomiques du découplage entre la consommation de ressource et la croissance

8. Il existe aussi des applications concrètes, dans le cas des études de filières et d'analyse de cycle de vie des produits réalisées par certaines grandes entreprises.

du PIB publiées par l'Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE) et par Eurostat, et, d'autre part, les budgets de gaz à effet de serre, qui sont un sous-ensemble du total des flux de matières dont le calcul est standardisé par la CCNUCC. C'est là le premier exemple de comptabilité environnementale efficace à l'échelle mondiale, qui présente en particulier l'originalité de faire le lien entre les émissions et l'état du système atmosphère-climat.

Aux sources de la comptabilité écosystémique du capital naturel : un cadre comptable basé sur l'analyse du système

La CECN s'est inspirée notamment des travaux canadiens sur le « système pression-réponse » (Rapport et Friend, 1979) et de ceux sur les comptes du patrimoine naturel en France (CICPN, 1986) et en Espagne. Ils ont été réalisés dans le contexte de technologie de l'information des années 1980⁹, où il était difficile de mettre en place les véritables comptes d'écosystèmes dont ils ont cependant posé les bases. Le « système pression-réponse » associe la description des systèmes écologiques et leur réponse à différents stress dus à la surexploitation des ressources, à la contamination par la pollution ou aux perturbations causées par l'urbanisation des terres agricoles. La comptabilité du patrimoine naturel accorde une attention particulière à la cartographie des ressources et des écosystèmes. En France, cela conduira à la définition d'un programme ambitieux de cartographie de la couverture de terres (CORINE Land Cover), créant un répertoire de tous les écosystèmes terrestres (Haines-Young et Weber, 2006), et au développement d'un cadre de comptes du capital écosystémique à l'échelle européenne (EEA, 2011). Cette approche a ouvert la voie au développement d'une évaluation de la santé et de la résilience des écosystèmes qui est reprise dans la comptabilité écosystémique. Dans un contexte

différent, les comptes du patrimoine naturel développés en Espagne se concentrent sur la mesure intégrée de la disponibilité et l'utilisation de l'eau en termes quantitatifs et qualitatifs.

La mise à l'ordre du jour politique au Sommet de la Terre de Rio

Les premières recommandations internationales en lien avec la comptabilité écosystémique du capital naturel datent du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro, dont le plan Action 21 recommande d'établir des systèmes intégrés de comptabilité économique et environnementale afin d'intégrer l'environnement et le développement dans les processus de décision¹⁰. Action 21 le justifie par la nécessité « d'une meilleure mesure du rôle crucial de l'environnement en tant que source de capital naturel et comme puits pour les sous-produits générés lors de la production de capitaux artificiels et d'autres activités humaines. Comme le développement durable englobe les dimensions sociales, économiques et environnementales, il est également important que les procédures comptables nationales ne se limitent pas à la mesure de la production de biens et de services rémunérés conventionnellement ». À l'issue de la Conférence de Rio de 1992, un programme de travail et de coopération internationale est confié à la Commission de statistique et au Département du développement économique et social du Secrétariat des Nations Unies.

L'évolution récente et l'expérimentation pour démarrer des comptes à taille réelle

En 2012, la Commission de statistique des Nations Unies a décidé de compléter le Cadre central du Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE-CC ; ONU *et al.*, 2016) par un deuxième volume sur la comptabilité expérimentale des écosystèmes (SCCE-CEE ; ONU *et al.*, 2016),

9. Télédétection et système d'information géographique encore peu développés, données satellitaires, matériel et logiciel de traitement des informations très onéreux, peu de personnel formé, etc.

10. Action 21, chapitre 8.

avec l'idée de tests nationaux et d'initiatives régionales¹¹. En 2014, le Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (SCDB) a publié un manuel pour aider les pays à démarrer des comptes des écosystèmes (Weber, 2014a). Cette «trousse de démarrage rapide» (CECN-TDR) s'inscrit dans la continuité des travaux de la Commission de statistique des Nations Unies, du SCEE-CC et du SCEE-CEE. La CECN-TDR donne la priorité à l'ensemble des écosystèmes continentaux et côtiers, naturels ou artificialisés à divers degrés. Son cadre peut toutefois être étendu aux écosystèmes océans et atmosphère-climat¹². Elle fournit les bases méthodologiques de démarrage pour la mise en œuvre d'une comptabilité biophysique géoréférencée sur un modèle d'écosystème simplifié : compte de la couverture des terres, comptes du biocarbone¹³, de l'eau et des fonctions et services de l'infrastructure écologique, indices de santé de l'écosystème, le tout synthétisé dans un indice composite de la capacité écosystémique totale, comptabilisée en unités de capacité de l'écosystème (*ecosystem capability units* – ECU¹⁴). La Commission de statistique des Nations Unies a reconnu récemment que l'approche de la CECN est particulièrement adaptée pour soutenir la compilation des comptes écosystémiques du SCEE, notamment en raison des besoins en données relativement réduits, comparativement à d'autres approches (UNEP/UNSD/CBD Project, 2017). La comptabilité en termes physiques peut être complétée par une évaluation monétaire des valeurs et des coûts, la plupart du temps non payés, de l'amortissement du capital naturel. C'est un second volet de la comptabilité écosystémique qui n'est pas traité dans le manuel publié par la CDB, lequel se veut une «trousse de démarrage rapide». Dorénavant, les premiers comptes expérimentaux sont réalisables grâce à des logiciels souvent libres et gratuits et à

la disponibilité accrue des statistiques et des données, notamment satellitaires et environnementales, comme l'a démontré en 2013 la mise en œuvre de la CECN expérimentale 2000-2010 de l'île Maurice (Weber, 2014b).

La mise en place d'une comptabilité écosystémique du capital naturel : une nécessaire coopération soutenue et organisée entre services administratifs

La CECN propose de mettre en place un véritable système de comptabilité du capital naturel d'un pays, comme il existe une comptabilité nationale pour mesurer l'activité économique. Il est donc essentiel de considérer qu'une comptabilité écosystémique deviendra un système d'information pérenne et reconnu par les autorités nationales. Un tel système d'information a un intérêt potentiel qui va bien au-delà des politiques sur l'environnement et la gestion des ressources naturelles. Il est également utile aux politiques d'aménagement du territoire, de développement agricole et rural, voire de développement urbain. Il est donc indispensable que sa mise en place se fasse avec le soutien politique des autorités de l'État. Il est aussi essentiel que les approches soient adaptées aux conditions propres au pays, dans le respect du cadre comptable général. Le développement et l'accompagnement des compétences nationales sont essentiels pour qu'à terme, une CECN puisse être réalisée de manière autonome et indépendante, et pour que les plus hautes autorités nationales puissent se l'approprier dans leurs stratégies et leurs politiques.

11. D'autres efforts complémentaires ont été lancés à l'échelle internationale, telle l'initiative WAVES de la Banque mondiale en 2010.

12. Suivant l'approche définie dans la méthodologie publiée par l'Agence européenne pour l'Environnement en 2011 (EEA, 2011).

13. On notera dans ce cas que la portion « carbone » de ces derniers comptes est traitée en partie par les lignes directrices et les modèles du GIEC et que la CECN enregistre leurs échanges avec les écosystèmes continentaux de manière cohérente avec celle du GIEC.

14. L'acronyme ECU fait bien entendu référence à l'ancienne monnaie et symbolise le fait que cette mesure biophysique constitue une véritable valeur pour la société et l'économie, une sorte d'analogie avec une monnaie virtuelle.

Le point crucial du développement d'une CECN est sans doute la gouvernance d'un réel projet de coopération entre les services administratifs d'un État. Les données et les informations sont à la base de la CECN ; sans partage de celles-ci, rien n'est envisageable. Malheureusement elles sont encore trop souvent considérées comme la « propriété » de certains services, d'instituts, voire d'individus ; elles sont encore un enjeu de pouvoir, et la culture du partage et de la mise en commun n'est pas toujours facile à implanter. Heureusement, les mentalités et les pratiques évoluent petit à petit, sous l'impulsion de projets mobilisateurs où chacun voit son intérêt. Parfois, des modifications réglementaires imposent même la mise à disposition de données au public et aux autres services officiels. Pour qu'une CECN voie le jour et se pérennise, le projet doit être partagé, et chacun des institutions ou services doit y trouver ses propres intérêts, à la fois comme fournisseur et utilisateur de données.

La marche à suivre

Première étape : créer l'infrastructure des données nécessaires à la comptabilité

Cette première étape permet de recueillir des ensembles de données de référence géographiques et de créer la base de données des unités comptables écosystémiques. Les éléments essentiels du zonage géographique sont assez classiques : frontières physiques (côte, bassins versants et sous-bassins, zonage climatique, altitude) ; frontières administratives (municipalités, districts, régions, zones protégées) ; réseau de transports, rivières, aquifères, zonage maritime, zones de pêche, etc.

Il s'agit de recueillir ces données auprès des organismes compétents pour obtenir les couches géographiques de base qui vont structurer les comptes biophysiques. Un travail essentiel de vérification et de cohérence en termes de projection et de géométrie s'impose. Ces informations sont ensuite assimilées selon des grilles géographiques standards (par exemple par hectare ou par kilomètre carré), avec un même référentiel géographique, pour produire un jeu de données fondé sur les normes géographiques officielles du pays.

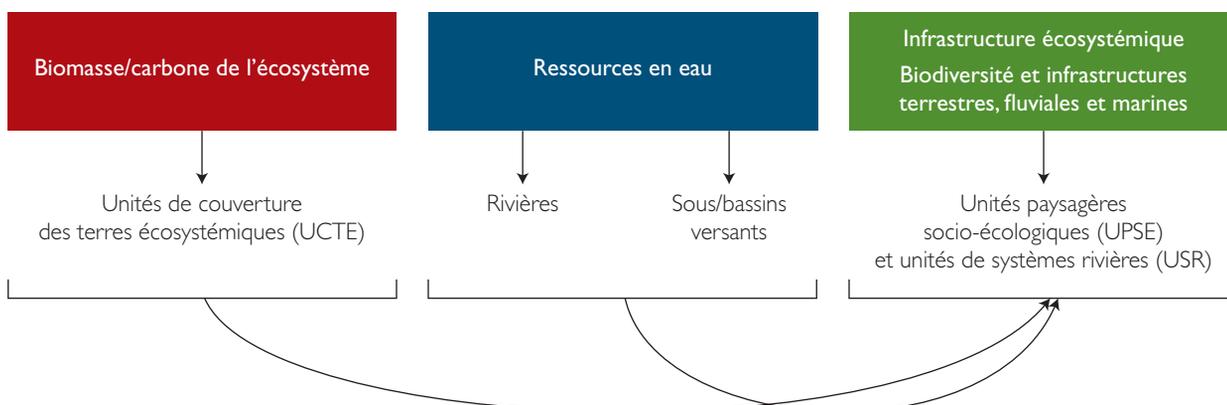
Comme toute comptabilité, il est ensuite essentiel de bien distinguer les unités statistiques de base qui seront renseignées et pour lesquelles il faudra trouver et organiser des données et analyser les différents flux et stocks. Pour la CECN, l'unité de base est l'unité paysagère socio-écologique (UPSE), ainsi que ses équivalents pour les cours d'eau et les zones littorales. La définition et la cartographie de ces unités peuvent résulter d'analyses plus ou moins complexes. Dans une perspective de démarrage rapide, le manuel de la CECN propose une méthodologie de définition par défaut des UPSE. Ces unités sont géolocalisées et traitées au moyen de systèmes d'information géographique (SIG) et de bases de données relationnelles dotées de la capacité de traiter d'objets géographiques¹⁵. Les unités statistiques écosystémiques ne se juxtaposent pas simplement dans l'espace ; elles s'emboîtent à l'image des systèmes eux-mêmes. Ainsi, les UPSE sont définies à partir des unités de couverture des terres écosystémiques (UCTE) et des limites des sous-bassins versants dans lesquelles s'inscrit la définition des unités hydrologiques (figure 15.2).

Les unités statistiques par défaut de la CECN peuvent être définies et cartographiées comme une

15. Les UPSE peuvent être variées, y compris dans une même base de données, mais il est plus simple, dans un premier temps, d'utiliser une seule unité statistique de base.

FIGURE 15.2

Unités de mesure communes et unités statistiques de la comptabilité écosystémique



combinaison du type de couverture de terres dominant (TCTD), de l'altitude (ALT) et de l'identifiant d'un bassin et sous-bassin versant (BAS_ID). Chaque unité se voit ainsi attribuer un code unique¹⁶. On établit l'échelle géographique de base des comptes, pour la spatialisation et l'assimilation des données, selon la surface totale à inventorier, le niveau de précision recherché et la finesse de l'analyse. À titre d'exemple, une CECN à l'échelle de la planète ou d'un continent serait établie par mailles de 1 km de côté, avec des données d'entrée de la couverture des terres à 300 m, alors qu'un État comme Maurice a été traité à l'échelle de l'hectare (mailles de 100 m de côté) avec des comptes de la couverture des terres à 10 m. Dans le cadre d'une CECN à l'échelle nationale, il peut être utile, pour des raisons de compatibilité des bases de données et des SIG, de travailler sur les mêmes référentiels géographiques que les instituts statistiques et géographiques nationaux.

Deuxième étape : recueillir les ensembles de données de base

Pour chacune de ces unités statistiques de base, on détermine ensuite les changements de la couverture des terres survenus entre deux dates, pour

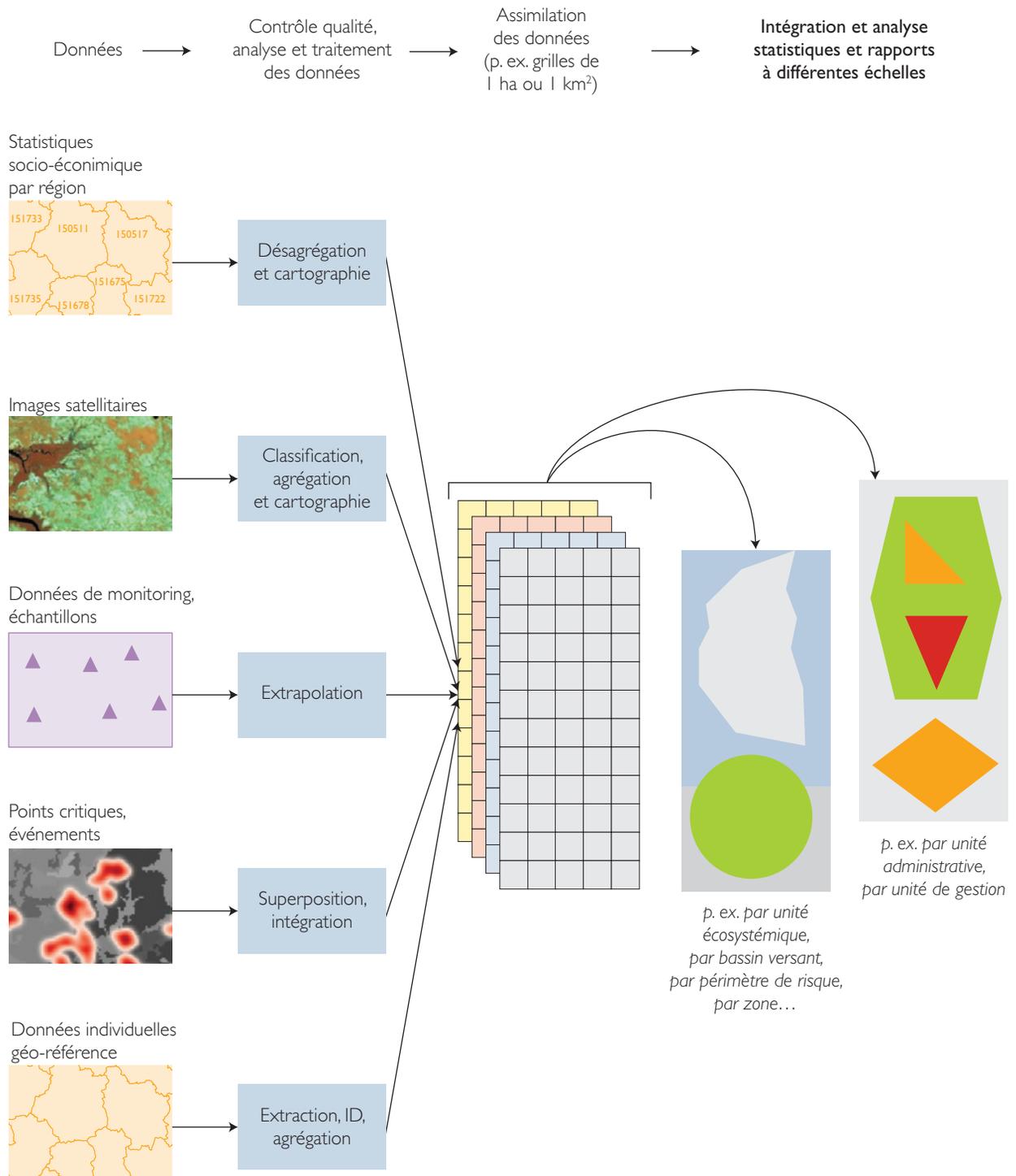
aborder l'écosystème de manière simplifiée, à partir de trois composantes : l'eau, le biocarbone et l'infrastructure écosystémique. Ces composantes sont renseignées à partir des meilleures données disponibles. Le cadre de référence géographique organisé, il s'agit ensuite de recueillir les données de base et de monitoring et les statistiques nécessaires à la CECN. La priorité est accordée aux sources de données officielles : données météorologiques, hydrologiques, pédologiques ; statistiques forestières, agricoles, halieutiques ; utilisation et qualités de l'eau ; indicateurs de biodiversité des espèces, et ainsi de suite. Cette collecte peut donner lieu à des collaborations et échanges entre services administratifs ou avec des organismes de recherche ou professionnels.

S'il n'existe rien de mieux à l'échelle nationale, on a recours aux bases de données internationales, dont la qualité et l'accessibilité progressent très rapidement (données de niveau 1 par défaut, assimilables généralement dans une grille maillée au kilomètre carré). Toutefois, quand c'est possible, on donne la préférence aux données et statistiques nationales, souvent plus riches et mieux validées (données à couverture exhaustive de niveau 2).

16. L'ensemble des cartes présentées dans ce chapitre sont issues des traitements de la base de données d'un pays virtuel, le Kangaré, établie pour des besoins didactiques (voir le site <<http://www.ecosystemaccounting.net>>).

FIGURE 15.3

Modèle d'assimilation et d'intégration des données de la CECN



Pour des applications locales, on utilise des données fines d'observation des conditions réelles, de la surveillance *in situ*, etc. Les niveaux d'information sont ajustables en fonction des besoins en précision et, surtout, de la disponibilité et de la qualité des données. Ils peuvent aussi interagir : les échelles larges fournissent le cadrage et les tendances générales ; les données locales, des vérifications et, quand elles sont assez abondantes, des échantillons pour enrichir les bases nationales. Les données peuvent aussi s'améliorer au fil du temps, notamment avec l'abondance des images satellitaires de haute résolution spatiale et temporelle de type Sentinel. Les unités statistiques peuvent aussi être affinées en fonction des besoins de gestion des sous-bassins versants, de la gestion intégrée des zones côtières ou du suivi des politiques de conservation de la nature (figure 15.3).

Un aspect essentiel concerne la mise à jour annuelle des comptes. La comptabilité utilisée par les décideurs politiques et économiques compare des situations à la date d'ouverture et à la date de clôture des comptes. Idéalement, les comptes devraient être produits annuellement pour correspondre à l'ordre du jour des prises de décision. Toutefois, dans un premier temps, des comptes correspondant à des dates plus éloignées, comme 2005 et 2015, sont utiles pour voir les grands traits de l'évolution du capital naturel sur une période significative. Il est ensuite possible d'interpoler des comptes annuels entre ces dates. Dans le même esprit, si la mise à jour ne peut être entreprise sur une base annuelle, elle peut se faire sur une base triennale ou quinquennale, avec une modélisation des résultats intermédiaires. Des résultats provisoires sur l'année $t - 1$ pourront être produits par la combinaison de données rapides (fournies par les satellites) et de modèles prospectifs. Les méthodes de calcul, les hypothèses, les valeurs par défaut et les estimations doivent être bien expliquées et documentées pour être comprises, discutées et acceptables par les utilisateurs et les producteurs de

l'information. Mais la comptabilité reste une simplification. La méthode comptable ne crée pas de données par elle-même : elle retraite des données collectées par d'autres. Elle constitue néanmoins un outil de contrôle des données très efficace, basé sur les recoupements. C'est ce que signifie la notion de *comptabilité en partie double*, où chaque flux est enregistré dans deux comptes différents dont les totaux doivent s'équilibrer ou révéler un *solde significatif* tel qu'un profit ou une perte, la valeur ajoutée ou la valeur nette du patrimoine.

Troisième étape : produire les comptes de base

L'étape suivante consiste à élaborer des comptes à partir des données de bases recueillies à la deuxième étape, de données supplémentaires pour des éléments spécifiques et de données estimées par modélisation de données physiques, puis à estimer les données manquantes. Les différents comptes permettent de mesurer la capacité écosystémique totale et d'estimer la dégradation ou l'amélioration de la situation entre deux dates, par exemple à dix ans d'intervalle.

Les comptes du changement dans la couverture des terres

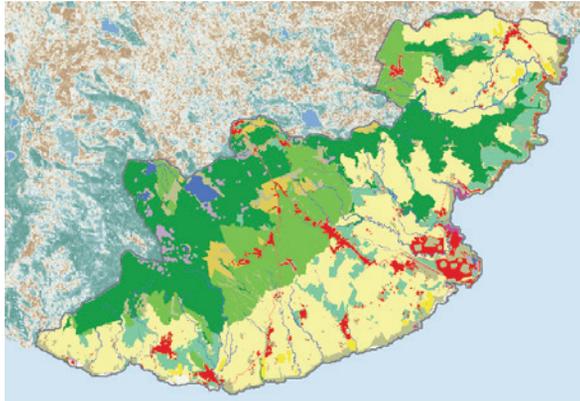
Les cartes de la couverture des terres jouent un rôle particulier dans la CECN. Elles fournissent une information précieuse pour produire les comptes de changements et structurent l'ensemble des autres comptes. La méthodologie proposée dans la CECN s'inspire de CORINE Land Cover (CLC), la cartographie de la couverture terrestre utilisée par les pays de l'Union européenne et les autres pays membres de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE), soit au total 39 pays en 2012¹⁷. La méthodologie CLC a été transposée hors du cadre européen, en Afrique et en Amérique du Sud, au prix de modifications marginales de la nomenclature (figure 15.4).

17. Les premières cartes CORINE Land Cover se rapportent à l'année 1990 ; la prochaine mise à jour portera sur 2018.

FIGURE 15.4

Couverture des terres et changements

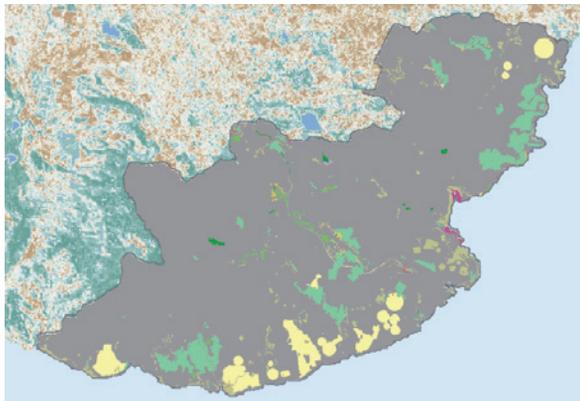
Couverture des terres, 2005



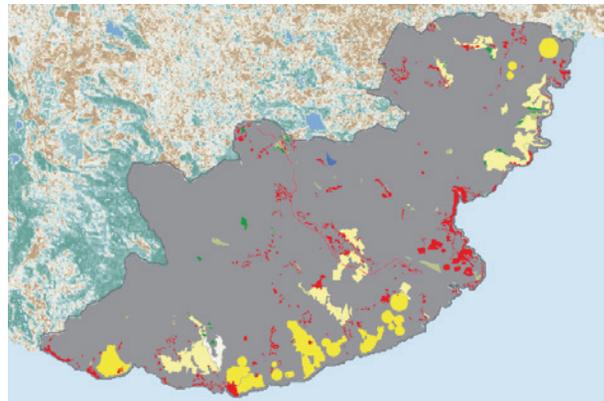
Légende

- K11 Urbain
- K12 Routes et infrastructures
- K21 Grande agriculture pluviale
- K22 Grande agriculture irrigée
- K30 Plantations agricoles et cultures permanentes
- K40 Associations et mosaïques agricoles
- K50 Prairies et herbages naturels
- K61 Forêt, couvert forestier
- K62 Mangroves
- K70 Couvert arbustif, brousse, landes
- I00 Sols nus, sable et roches
- I20 Zones humides ouvertes
- I30 Eaux intérieures
- I40 Eaux côtières et zones intertidales

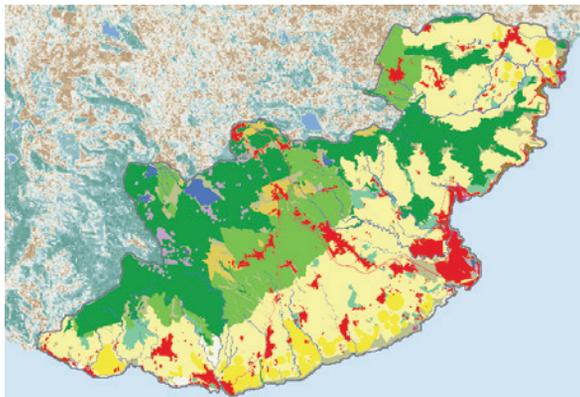
Pertes de couverture des terres, 2005



Gains de couverture des terres, 2015



Couverture des terres, 2015



La carte 2015 s'obtient à partir de la carte 2005 en substituant aux pertes (consommation) de couverture des terres 2005 les gains (formation) constatés en 2015.

Les deux caractéristiques principales du CLC sont, d'une part, la cartographie d'objets (ou unités) et, d'autre part, une approche des changements qui repose non pas sur la différence entre deux cartes, mais sur l'identification directe des changements¹⁸ relativement à une situation de départ. Sur la base du CLC, l'AEE publie depuis 2006 des comptes de la couverture des terres de l'Europe. La CECN propose une version agrégée en 15 classes de couverture des terres, utilisable à des fins de comparaison internationale, et suggère une méthode pour subdiviser ces classes selon les particularités géographiques et les besoins nationaux. Des cartes selon cette nomenclature agrégée peuvent également être dérivées des inventaires produits dans de nombreux pays par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)¹⁹. Les comptes des terres permettent, dans un premier temps, d'établir la matrice des changements entre deux dates en termes de gains et de pertes en surface pour tous les écosystèmes d'un territoire, y compris pour les écosystèmes urbains et côtiers. Le premier résultat concret est donc une statistique quantifiée et cartographiée des changements survenus dans l'occupation des sols. Cela permet donc, dès ce niveau, de renseigner des indicateurs de déforestation, d'urbanisation ou d'artificialisation des terres, de perte de terres agricoles, d'extension de l'irrigation, etc. La matrice des changements doit être interprétée pour mettre en évidence les processus à l'œuvre, qui correspondent pour une large part à des modifications de l'utilisation des terres (figure 15.5). Cette méthode est utilisée pour les comptes produits par l'AEE et par l'Institut brésilien de géographie et de statistique. Elle est reprise et détaillée

dans le manuel publié par la CDB et mentionnée, outre le SCEE-CC et le SCEE-CEE, comme un troisième ensemble de matériaux sur lequel s'appuyer pour produire des comptes.

La CECN-TDR propose une classification des flux en un très petit nombre de classes au niveau supérieur : sept classes, soit le minimum utile aux comparaisons internationales et aux conventions sur le climat, sur la désertification et sur la biodiversité, ou aux ODD, qui font référence aux changements de la couverture des terres pour plusieurs de leurs indicateurs (figures 15.6 et 15.7). Des suggestions sont ensuite faites sur la manière de subdiviser cette classification des flux en tenant compte des réalités du pays²⁰.

Sur la base des comptes de l'occupation des terres, les autres comptes peuvent être organisés de manière cohérente : comptes de l'eau, du carbone et de l'infrastructure écosystémiques²¹.

Les comptes de l'eau écosystémique

Les comptes de l'eau sont sans doute les plus courants à travers le monde. Les expériences acquises ont permis la réalisation, dans le cadre de la mise en œuvre du SCEE, d'un premier manuel thématique focalisé sur l'utilisation des ressources en eau par les secteurs économiques (SCEE-Eau ; UN, 2007). Les comptes de l'eau écosystémique considèrent le système hydrologique comme une composante de l'écosystème au sens large, y compris dans sa dimension humaine, et traitent des problèmes

18. L'identification directe des changements permet d'éviter le biais bien connu des soustractions entre deux cartes, soit la création factice de faux changements en raison des imperfections et erreurs des deux cartes.

19. Le rapport technique CECN-TDR contient des tableaux de passage entre nomenclatures et une documentation selon les principes du Land Cover Classification System (FAO), de la nomenclature en 15 classes et des subdivisions possibles selon les besoins nationaux.

20. Par ailleurs, la matrice des changements peut être de grande dimension. Dans le cas des comptes de la couverture des terres du Burkina Faso, les 42 classes de la nomenclature conduisent à 42×42 changements élémentaires possibles, soit 1 764 possibilités. Afin de rendre les comptes plus intelligibles, ces changements élémentaires ont été regroupés en neuf grands flux de changement, eux-mêmes subdivisés en 53 classes, selon les caractéristiques du pays.

21. La description des différents comptes donnée ici reprend en partie le texte de la trousse de démarrage rapide (Weber, 2014a). On pourra utilement s'y référer pour obtenir un complément d'information.

FIGURE 15.5

Matrice des changements de la couverture des terres

		Gains 2015					
		Zones urbaines K11	Routes et autres infrastructures de transport K12	Grande agriculture herbacée pluviale K21	Grande agriculture herbacée irriguée K22	Plantations agricoles cultures permanentes K30	Associations et mosaïques agricoles K40
Pertes 2005	K11 Zones urbaines		3				
	K12 Routes et autres infrastructures de transport	9		1			
	K21 Grande agriculture herbacée pluviale	113	22		2 738		56
	K22 Grande agriculture herbacée irriguée	35					
	K30 Plantations agricoles cultures permanentes	47	1				
	K40 Associations et mosaïques agricoles	107	17	2 729	16		
	K50 Prairies et herbages naturels	163	15	4	91		
	K61 Forêt, couvert forestier	9	15	7	1		
	K62 Mangroves	92		0			
	K70 Couvert arbustif, brousse, landes	1 647	15				1
	K100 Terres nues, sable et roche						
	K120 Zones humides ouvertes			1			
	K130 Masses d'eau intérieures						
	K140 Masses d'eau côtières et zones intertidales						
	K00 Pas de changement observé	2 882	171	21 201	625	1 219	1 672
Total 2015	5 105	259	23 944	3 471	1 219	1 729	

	Prairies et herbages naturels K50	Forêt, couvert forestier K61	Mangroves K62	Couvert arbustif, brousse, landes K70	Terres nues, sable et roche K100	Zones humides ouvertes K120	Masses d'eau intérieures K130	Masses d'eau côtières et zones intertidales K140	Pas de changement observé K00	Total 2005
								2 882	2 885	
								171	181	
					2			21 201	24 133	
								625	659	
				0				1 219	1 267	
		194		327	200			1 672	5 262	
		9						8 917	9 200	
				67			24	15 912	16 036	
				0				113	205	
		4			0			3 913	5 580	
		0						333	333	
				0			17	754	772	
				4				1 672	1 676	
		0						178	178	
	8 917	15 912	113	3 913	333	754	1 672	178	59 563	
	8 917	16 119	113	4 312	534	754	1 713	178	68 368	

FIGURE 15.6

Compte de la couverture des terres

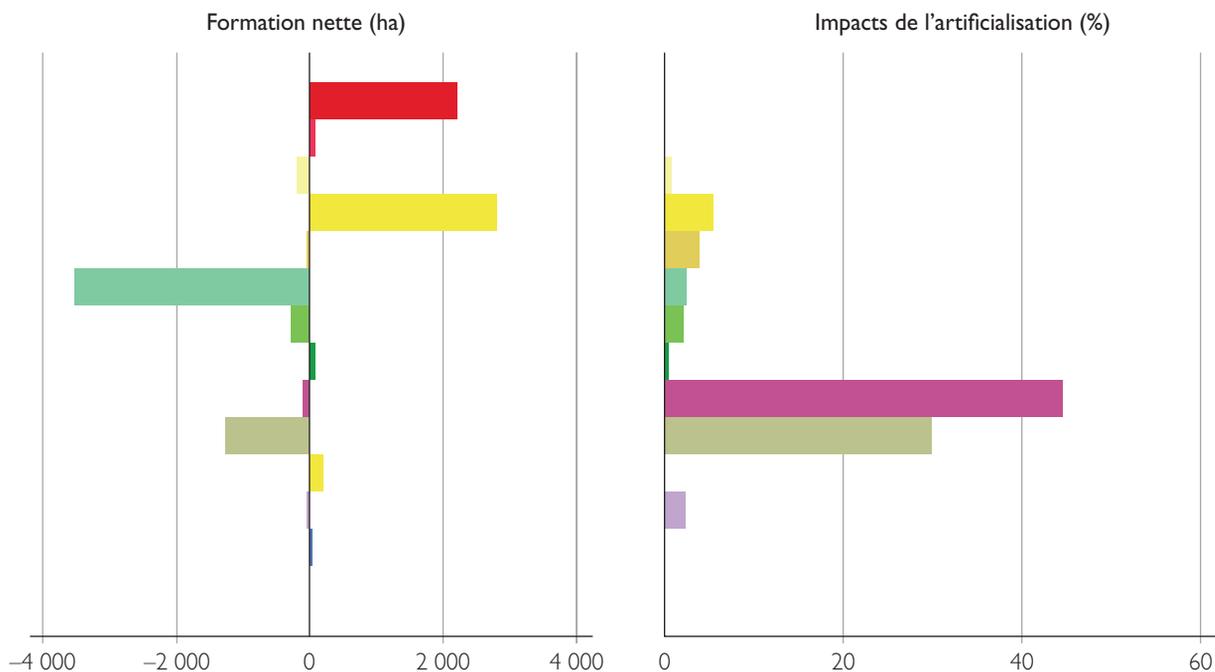
	Zones urbaines K11	Routes et autres infrastructures de transport K12	Grande agriculture herbacée pluviale K21	Grande agriculture herbacée irriguée K22	Plantations agricoles permanentes K30	
A – Stock de couverture des terres, 2005	2 885	181	24 133	659	1 267	
CONSOMMATION DE COUVERTURE DES TERRES						
C_lf1 Artificialisation			135	34,88	48	
C_lf2 Extension de l'agriculture		1				
C_lf3 Conversions internes et rotations	3	9	2 794			
C_lf4 Gestion et altération des espaces forestiers						
C_lf5 Restauration et création d'habitats						
C_lf6 Changements dus à des causes naturelles et multiples			2			
C_lf7 Autres changements des terres n.c.a. et réévaluation						
B – TOTAL Consommation de couverture des terres	3	10	2 931	35	48	
FORMATION DE COUVERTURE DES TERRES						
F_lf1 Artificialisation	2 213	85				
F_lf2 Extension de l'agriculture			13,5	92		
F_lf3 Conversions internes et rotations	9	3	2 729	2 754		
F_lf4 Gestion et altération des espaces forestiers						
F_lf5 Restauration et création d'habitats						
F_lf6 Changements dus à des causes naturelles et multiples						
F_lf7 Autres changements des terres n.c.a. et réévaluation						
C – TOTAL Formation de couverture des terres	2 223	88	2 743	2 846		
<i>D – Aucun changement observé de couverture des terres</i>	<i>2 882</i>	<i>171</i>	<i>21 201</i>	<i>625</i>	<i>1 219</i>	
E – Stock de couverture des terres, 2015 (= A – B + C)	5 105	259	23 944	3 471	1 219	

	Associations et mosaïques agricoles K40	Prairies et herbages naturels K50	Forêt, couvert forestier K61	Mangroves K62	Couvert arbusatif, brousse, landes K70	Terres nues, sable et roche K100	Zones humides ouvertes K120	Masses d'eau intérieures K130	Masses d'eau côtières et zones intertidales K140	Total
	5 262	9 200	16 036	205	5 580	333	772	1 676	178	68 367,9
	125	178	49	92	1 662		17			2 339
		96	8	0	1		1,07			107
	2 745									5 551
			67							67
	194	9			4	0				207
	527		0					4,4		534
	3 591	283	124	92	1 667	0	18	4		8 805
								41		2 339
	1									107
	56									5 552
					67					67
			207							207
					4,4				0	5
					327	201,65				529
	57		207		399	202		41		8 805
	1 672	8 917	15 912	113	3 913	333	754	1 672	178	59 563
	1 729	8 917	16 119	113	4 312	534	754	1 713	178	68 367,9

FIGURE 15.7

Exemples d'indicateurs pouvant être dérivés des comptes de la couverture des terres

	Zones urbaines K11	Routes et autres infrastructures de transport K12	Grande agriculture herbacée pluviale K21	Grande agriculture herbacée irriguée K22	Plantations agricoles permanentes K30
Formation nette de couverture des terres en ha (= C – B)	2 220	78	–189	2 812	–48
Impacts de l'artificialisation en % de 2005 (=C_lfl / A)			0,6	5,3	3,7
Taux de conversion totale en % de 2015 ((B + C) / E)	43,6	37,5	23,7	83,0	3,9

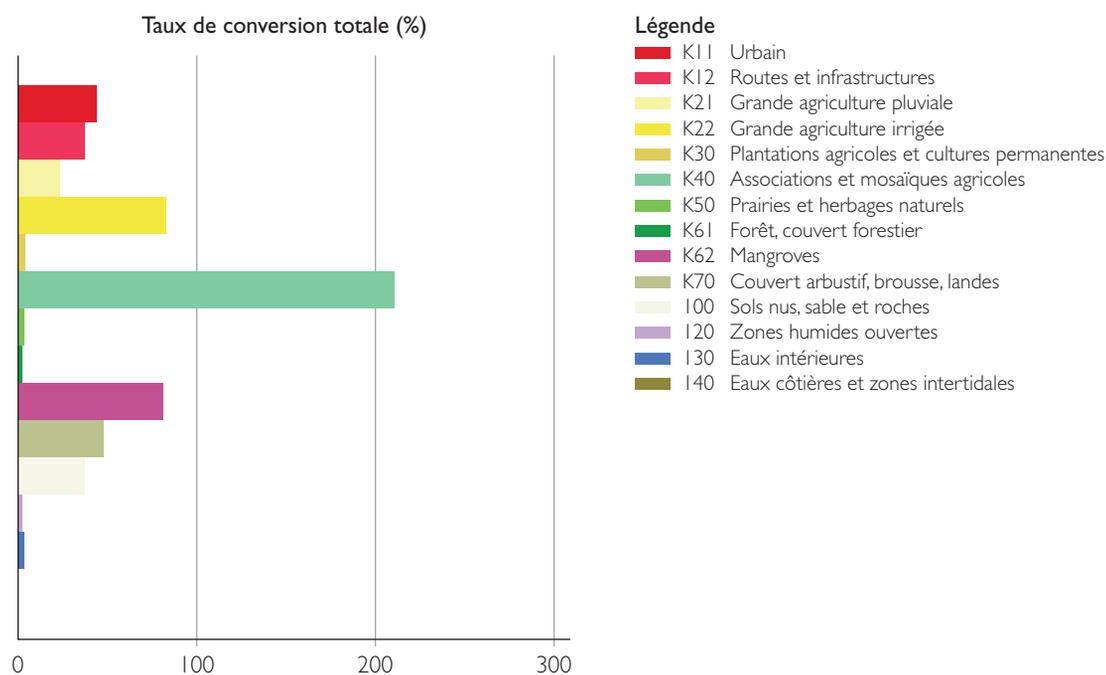


de qualité autant que de quantité (figure 15.8). La CECN s'aligne sur le SCEE-Eau pour les usages et constitue une extension de son champ d'application. Les écosystèmes hydrologiques sont décrits dans leur relation avec les écosystèmes terrestres, en s'appuyant sur la spatialisation des ressources en eau et sur la mesure de leur bon état de santé ou de leur dégradation par les pollutions, les prélèvements ou les obstacles artificiels à l'écoulement de l'eau. Les comptes de l'eau écosystémique calculent l'excédent net d'eau accessible de l'écosystème, c'est-à-dire la quantité d'eau de qualité

acceptable qui est utilisable de manière durable. Outre les pressions directes sur les écosystèmes, générées par les prélèvements d'eau au-delà du niveau renouvelable, d'autres variables sont utilisées pour déterminer la santé écologique des systèmes hydrologiques.

Les comptes des flux d'eau suivent la séquence « précipitation, évapotranspiration, infiltration et ruissellement » qui forme l'écoulement des rivières et des nappes d'eau. Les transferts d'eau entre les bassins hydrographiques sont enregistrés. Le total

	Associations et mosaïques agricoles K40	Prairies et herbages naturels K50	Forêt, couvert forestier K61	Mangroves K62	Couvert arbustif, brousse, landes K70	Terres nues, sable et roche K100	Zones humides ouvertes K120	Masses d'eau intérieures K130	Masses d'eau côtières et zones intertidales K140	Total
	-3 534	-283	83	-92	-1 268	202	-18	37		0
	2,4	1,9	0,3	44,6	29,8		2,2			3,4
	211,0	3,2	2,1	80,9	47,9	37,7	2,4	2,7		25,8



des précipitations efficaces disponibles pour alimenter les masses d'eau correspond aux précipitations, moins l'évapotranspiration réelle. Le total des précipitations efficaces disponibles est ensuite analysé pour prendre en compte l'eau qui n'est pas accessible²² pour différentes raisons, par exemple : les crues ; le rejet d'eaux usées et les dilutions nécessaires pour maintenir la qualité environnementale

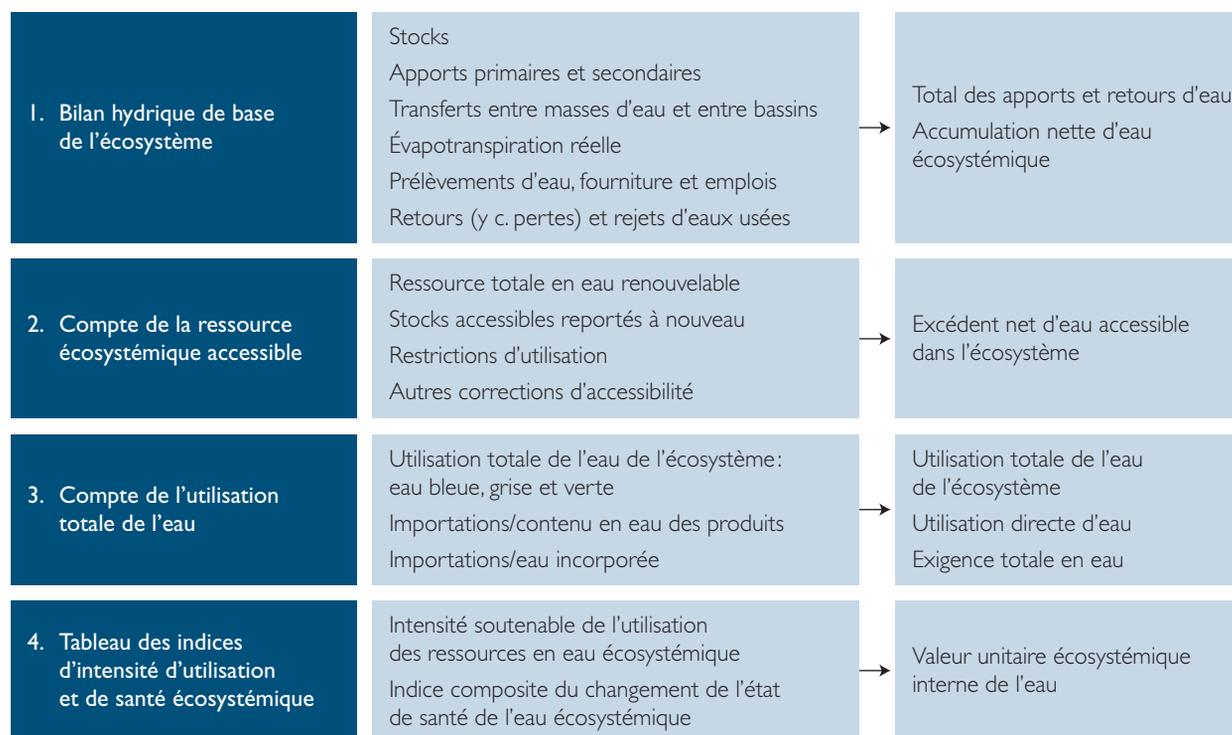
des masses d'eau ; l'évapotranspiration supplémentaire induite par l'irrigation et l'évaporation provoquée par les tours ou les réservoirs de refroidissement pour des besoins industriels ou de centrales électriques ; les contraintes imposées par les conventions internationales de partage des eaux²³. Les comptes de la ressource en eau sont ventilés par classes d'unités comptables écosystémiques, où les

22. C'est-à-dire l'eau inexploitable, selon la terminologie de la FAO.

23. La CECN s'appuie aussi sur les définitions et approches proposées sur cette composante par la base de données de la FAO et par le réseau Water Footprint.

FIGURE 15.8

Structure des comptes de l'eau écosystémique de la CECN-TDR (2014)



stocks sont reventilés par type d'actifs d'eau au sens du SCEE-Eau (lacs et réservoirs ; rivières et autres cours d'eau ; neige et glaciers ; eaux souterraines ; sol et végétation). Les bilans quantitatifs élémentaires sont établis par sous-bassins versants définis en tenant compte des caractéristiques paysagères et de la disponibilité des données sur le débit des rivières. Ces sous-bassins sont enchaînés selon les principes usuels en hydrologie, et leur codification arborescente permet de mettre en relation les bassins amont et aval, pour l'ensemble du bassin versant. À l'intérieur de chaque sous-bassin, les comptes de qualité de l'eau sont établis de manière statistique, par petite unité hydrologique et par classe de taille de rivière, ce qui permet le raccord avec le compte de l'infrastructure écosystémique.

L'intensité soutenable de l'utilisation des ressources en eau écosystémique est définie par le ratio de l'excédent net d'eau accessible dans l'écosystème à l'utilisation totale de l'eau de l'écosystème. Si ce ratio est inférieur à 1, cela signifie que l'utilisation de l'eau entraîne une dégradation des

écosystèmes. L'indice composite du changement de l'état de santé de l'eau écosystémique repose sur un diagnostic basé sur divers symptômes éventuels de stress et de dégradation prenant en compte, entre autres, les changements de qualité biochimique ou de santé biotique, d'excès de nutriments et d'eutrophisation. Les problèmes de santé liés à la qualité de l'eau font partie du diagnostic. La valeur unitaire écosystémique interne de l'eau est l'association de l'indice de soutenabilité de l'utilisation et de l'indice composite du changement d'état. Ce résultat repose sur des mesures propres à l'eau ; à ce stade, il ne tient pas compte des effets externes sur le biocarbone ou l'infrastructure écosystémique.

Les comptes du biocarbone ou du carbone écosystémique

La comptabilité du carbone n'est pas nouvelle. Les inventaires d'émissions de gaz à effet de serre et les budgets carbone mis en place par les pays et les entreprises dans le cadre de la CCNUCC sont des comptes d'équivalent carbone. Une grande partie

des informations recueillies selon les lignes directrices du GIEC contribue aux comptes du biocarbone de la CECN. Le compte du carbone écosystémique enregistre en premier lieu les stocks de carbone des différents écosystèmes, de la végétation et du sol. Il enregistre également la biomasse secondaire animale, à commencer par les stocks de poisson et les animaux d'élevage. Le compte décrit ensuite la capacité durable de chaque écosystème à produire de la biomasse à partir de la production primaire assurée par la photosynthèse de la végétation naturelle et cultivée, et la façon dont elle est utilisée par les récoltes (produits agricoles et forestiers), stérilisée par des infrastructures artificielles ou détruite (érosion des sols, incendies). Il enregistre le carbone absorbé par l'atmosphère et les océans, indépendamment de son origine biologique ou fossile, car son absorption en fait un élément de l'écosystème ; par contre, les stocks de carbone fossile ne font pas partie du capital écosystémique, qu'ils n'intègrent qu'au moment où ils sont extraits

et brûlés (ou rejetés dans l'écosystème sous forme de déchets, notamment les plastiques).

La comptabilité de ces stocks est reprise dans le SCEE-Énergie, qui est une branche du SCEE-CC. Les variables clés du cadre défini par le GIEC sont donc présentes dans la CECN et peuvent être utilisées dès lors qu'elles sont du troisième niveau, qui est celui du monitoring spatialisé. On notera qu'en termes de CECN, la séquestration de carbone est un solde comptable appelé « accumulation nette de carbone écosystémique ». Dans la CECN, le calcul du carbone accessible tient compte des besoins des écosystèmes et de leurs propriétés (figure 15.9). Ainsi, le carbone du sol ou le carbone d'une forêt protégée ne sont pas accessibles, de même que la partie des stocks de poisson qui doit être conservée pour leur reproduction. Également, les rejets de carbone après usage sont, selon le cas, accessibles (paille laissée dans les champs, résidus de l'exploitation forestière laissés sur place, fumier des

FIGURE 15.9

Structure des comptes du carbone écosystémique de la CECN-TDR (2014)



animaux d'élevage) ou non accessibles (carbone organique des rejets urbains dans les rivières et la mer, carbone organique des sédiments charriés par les rivières à cause de l'érosion des sols). Ces flux sont dûment enregistrés dans les comptes du biocarbone pour être pris en compte lors du calcul de la ressource accessible. Les sources de données incluent les informations disponibles au niveau international, notamment pour la production primaire nette (PPN), les données disponibles à la FAO et, bien sûr, les statistiques nationales de production agricole ou forestière, les cartographies et bases de données pédologiques et les autres données. Ces données sont rassemblées dans la CECN par UCTE, une unité qui s'articule bien à la classification de l'utilisation des terres utilisée par le GIEC.

La structuration des comptes du carbone dans la CECN part d'un bilan de base du carbone écosystémique (apport total et accumulation nette); elle traite de la ressource accessible (excédent net de carbone), puis de l'utilisation totale de biocarbone et de géocarbone, et se conclut par le tableau des indices d'intensité d'utilisation et d'état de santé de l'écosystème au regard de la biomasse. Comme pour la composante eau, un indice d'intensité soutenable de l'utilisation du biocarbone est calculé, soit le ratio des ressources accessibles au total de l'utilisation du biocarbone. Le ratio doit être égal ou supérieur à 1 pour révéler un partage équilibré entre l'utilisation anthropique du biocarbone et les besoins des écosystèmes; dans le cas inverse, la ressource écosystémique s'épuise. Les comptes du biocarbone servent de base à plusieurs indicateurs standards relatifs aux réservoirs de carbone: les stocks de carbone des forêts et des sols, la séquestration, la combustion de biomasse et la perte due aux changements de couverture des terres, de contenu en carbone des récoltes forestières et agricoles, et ainsi de suite. Dans sa forme actuelle, qui combine couverture des terres, PPN et carbone du sol, l'indicateur de la neutralité en termes de dégradation des terres retenu par la CNULCD et l'ODD 15 cible 3 peut être calculé directement à partir des données des comptes des terres et du biocarbone de la CECN.

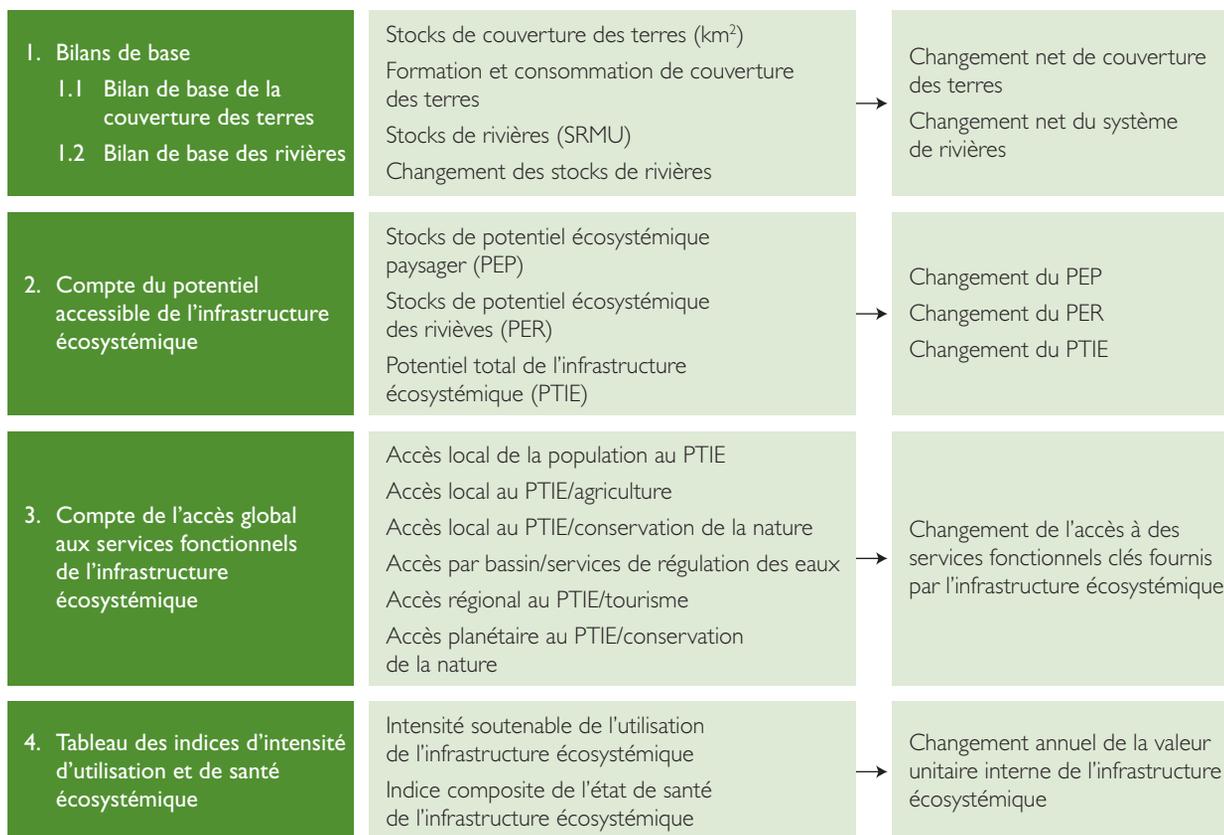
Les comptes de l'infrastructure écologique

Les comptes de l'infrastructure écologique, ou «comptes de l'infrastructure écosystémique et des services fonctionnels qui en dépendent», mesurent la capacité durable des écosystèmes à produire des services qui ne sont pas directement mesurables en tant que ressources matérielles (ressources naturelles renouvelables), comme le sont la biomasse et l'eau. Ces services incorporels correspondent aux services de régulation et aux services écosystémiques culturels de la classification internationale commune des services écosystémiques (CICES; Haines-Young et Postchin, 2013). L'approche actuelle proposée par la CECN prend en considération le potentiel du système lui-même, son étendue et son état (productivité, intégrité, résilience, etc.). Elle part du compte de la couverture des terres par UPSE. Ce compte de la couverture des terres par UPSE est combiné avec une comptabilité spécifique des rivières qui ne se base pas sur des surfaces mais sur des segments de rivières connectés selon les principes de l'hydrologie. Elle y adjoint également un compte des zones côtières marines, dont l'étendue est fonction de la partie cartographiable de la couverture des fonds marins. En pratique, ce sont les zones proches des côtes couvertes d'herbes marines et d'algues et d'autres milieux vivants, comme les récifs coralliens, qui abritent une riche biodiversité et sont des aires de reproduction importantes. La mesure des services fonctionnels incorporels se fait de façon indirecte, en partant du principe que la fourniture potentielle de services est liée au bon état de l'écosystème, la dégradation des écosystèmes pouvant en effet entraîner la perte de ces services.

Le potentiel de l'infrastructure écosystémique à fournir des services fonctionnels est mesuré comme une combinaison de zones, dont la surface est enregistrée dans le compte des terres, et de caractéristiques de l'état ou de la santé de l'écosystème (figure 15.10). Deux types d'indicateurs sont pris en compte. Le premier concerne l'intégrité biophysique de l'écosystème, cartographiable et

FIGURE 15.10

Structure des comptes de l'infrastructure écosystémique de la CECN-TDR (2014)



mesurable de manière continue. Des indicateurs comme le potentiel écosystémique net des paysages ou des rivières ont été développés²⁴ pour prendre en compte conjointement le degré de « naturalité », tel qu'on peut le déduire, dans un premier temps, du compte de couverture des terres (indice de fond du paysage vert). Ce premier indice est complété et nuancé par d'autres indicateurs qui précisent la haute valeur patrimoniale ou naturelle du territoire (ou de la rivière) déduite de son statut de protection, sa dégradation par les barrières créées par la fragmentation artificielle (routes, voies ferrées, barrages) qui réduit la connectivité des habitats, et, inversement, les éléments de complexité (écotones, microfragmentation des terres agricoles par des haies) qui fournissent des habitats naturels et des niches.

Une seconde série de comptes se rapporte à d'autres symptômes révélateurs de l'état de santé. Elle inclut, entre autres, des mesures de la variation de la biodiversité des espèces et des données épi-zootiques ou écotoxicologiques. Ces informations sont traitées dans un cadre diagnostique ouvert à la diversité des approches. Il est important de comprendre que le but du compte n'est pas de mesurer la biodiversité, mais d'utiliser les meilleures mesures de la biodiversité, qui intègrent véritablement espèces et espaces, afin d'affiner le diagnostic de l'état de santé des écosystèmes. Les données de type « modélisation des niches écologiques » (*ecological niche modelling*), l'indice Nature norvégien²⁵ et d'autres approches avancées sont utilisables. Il est probable que les travaux en cours,

24. C'est ce qu'a notamment fait l'AEE à l'échelle européenne.

25. Ces méthodes sont décrites dans Weber (2014a).

notamment sur les variables essentielles de biodiversité (*essential biodiversity variables*²⁶), vont faciliter la tâche à l'avenir. À court terme, l'appui d'experts connaissant le terrain est de loin préférable à l'utilisation de statistiques simplistes, au sens parfois incertain. Dans tous les cas, les éléments quantifiés du diagnostic doivent être soumis au jugement des experts du domaine.

L'accès potentiel à ces services dépend à la fois de l'offre et de la demande, c'est-à-dire de la proximité d'usagers. Le tableau de l'accès global aux services fonctionnels écosystémiques fournit une série d'indicateurs établis de haut en bas, dont le but est de fournir des informations générales ainsi que des points d'ancrage pour l'évaluation de services particuliers. Ces indicateurs combinent les données démographiques spatialisées et le potentiel total de l'infrastructure écosystémique (PTIE). Une première série d'indicateurs est proposée, avec leur formule: accès local de la population au PTIE (services environnementaux, cadre de vie), accès local de la population aux services de l'agroécosystème (agriculture de proximité), accès local au PTIE pour la conservation de la nature (suivi de l'état des zones protégées), accès aux services de régulation de l'eau dans le bassin versant, accès régional au PTIE par le tourisme, accès global aux services de conservation de la nature (contribution aux grands réseaux de protection). Des comptes dits « fonctionnels » permettront ensuite de passer d'une évaluation de l'accès aux potentiels à la comptabilité de l'utilisation effective de ces services, au moins pour les plus importants d'entre eux, et d'en apprécier la soutenabilité grâce au contexte fourni par la CECN. Ces comptes forment un cadre souple, susceptible d'accueillir et de mettre en perspective la plupart des travaux d'évaluation physique et monétaire et de modélisation des services écosystémiques entrepris

par exemple dans le cadre des initiatives WAVES²⁷, TEEB²⁸, VANTAGE, The Biodiversity Finance Initiative (BIOFIN²⁹) et Mapping and Assessment of Ecosystem Services (MAES).

Pour une vision synthétique et composite : la capacité écosystémique totale

Le cadre intégré de comptabilité nous permet de calculer, pour chacune des trois composantes de l'écosystème (eau, biocarbone, infrastructures écosystémiques), un indice de soutenabilité de l'usage et un indice de santé ou de résilience établi par une approche multicritère. Leur combinaison permet de calculer la capacité écosystémique totale (CET) du capital écosystémique, pour chaque unité statistique (l'UPSE ou son équivalent, pour les rivières et les zones littorales), à partir des indices d'intensité d'utilisation et de santé écosystémique de chacune des trois composantes (eau, biocarbone, infrastructure écologique) pour lesquelles un indice de valeur écosystémique interne est calculé. En situation stable, cet indice est égal à 1 (ou à 100, comme à la figure 15.11).

Des valeurs inférieures signalent une dégradation ; des valeurs supérieures, une amélioration. La combinaison de ces trois indices de valeur interne constitue la valeur écologique unitaire de l'unité comptable. Cette valeur écologique unitaire joue un rôle similaire à celui d'un prix en économie³⁰. La nouvelle unité de compte est l'ECU, l'unité de capacité écosystémique. La valeur unitaire mesurée en ECU doit ensuite être multipliée par des quantités qui sont celles des ressources accessibles de l'UPSE. Ainsi, chaque unité écosystémique se voit attribuer une valeur écologique en ECU, pour chacune de ses trois composantes. Lorsque l'on additionne

26. Voir « What are EBVs? », GEOBON, Group on Earth Observations, <<http://geobon.org/essential-biodiversity-variables/what-are-ebvs>>, consulté le 4 avril 2019.

27. Voir le site <<https://www.wavespartnership.org>>, consulté le 4 avril 2019.

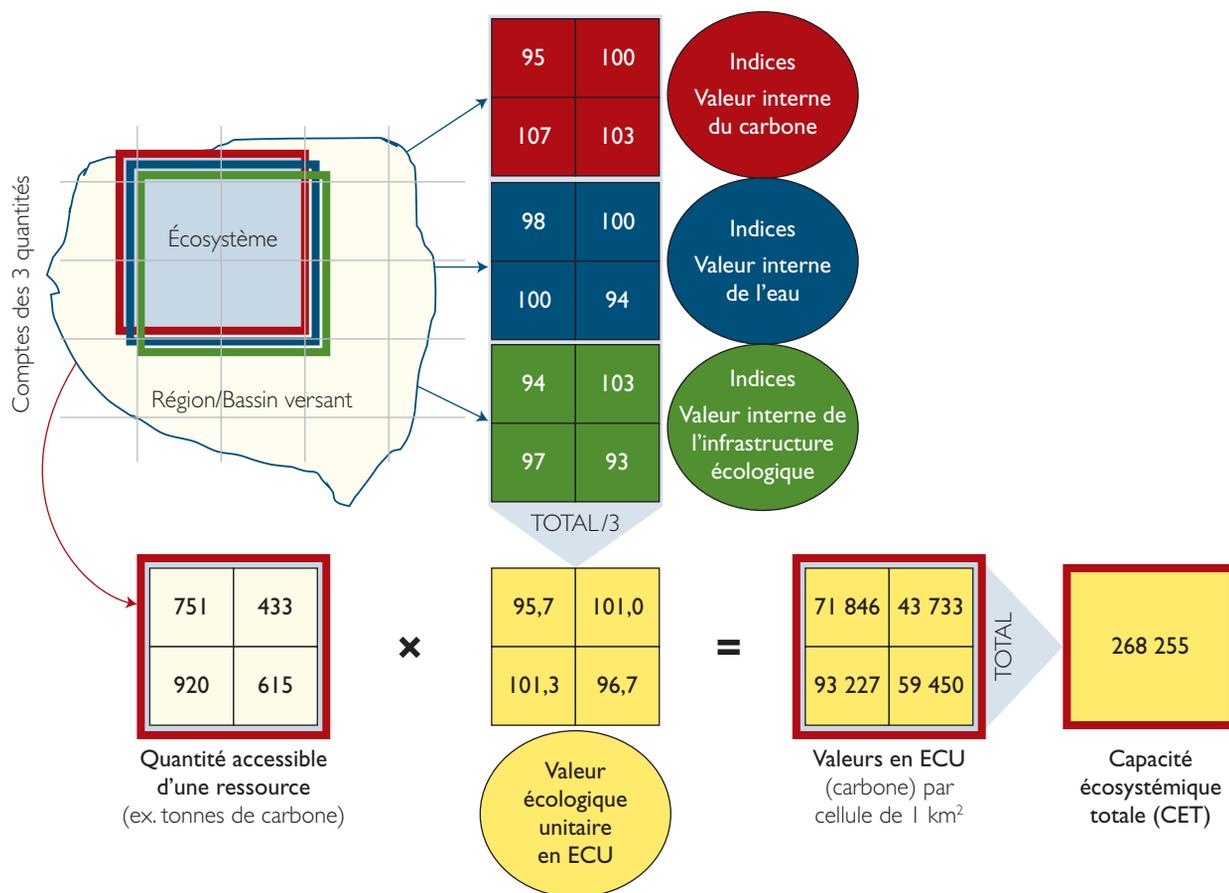
28. Voir le site <<http://www.teebweb.org>>, consulté le 4 avril 2019.

29. Voir le site <<http://biodiversityfinance.net>>, consulté le 4 avril 2019.

30. Il s'agit plus exactement de la valeur unitaire en monnaie calculée par le producteur avant la mise d'un produit sur le marché.

FIGURE 15.11

Calcul de la valeur écologique et de la capacité écosystémique totale



ECU-Carbone, ECU-Eau et ECU-Infrastructure verte, on obtient sa CET exprimée en ECU. La comparaison de ces comptes à différentes dates (entre la date t et $t + 1$ an dans la figure 15.12) permet ainsi de suivre l'évolution de la valeur écologique totale de cette zone et de diagnostiquer s'il y a stabilité, amélioration ou dégradation.

Les CET des différents écosystèmes sont commensurables et peuvent s'additionner par pays, région, bassin versant, zone côtière, zone protégée, etc. La valeur écologique en ECU résume les fonctions essentielles de l'écosystème, dans une approche

assez similaire à celle de l'unité équivalent CO_2 pour le GIEC. Cette agrégation par l'intermédiaire d'un indice composite se fait sans recours à la monnaie, contrairement à l'approche du SCEE-CEE, où l'agrégation des résultats comptables requiert la valorisation monétaire préalable des services écosystémiques (Weber, 2017). La capacité peut être représentée sous forme cartographique, comme dans le cas de l'île Maurice, où l'on peut localiser et mesurer les niveaux de dégradation ou d'amélioration entre 2000 et 2010 (carte de droite de la figure 15.13).

FIGURE 15.12

Calcul de la dégradation ou de l'amélioration du capital écosystémique

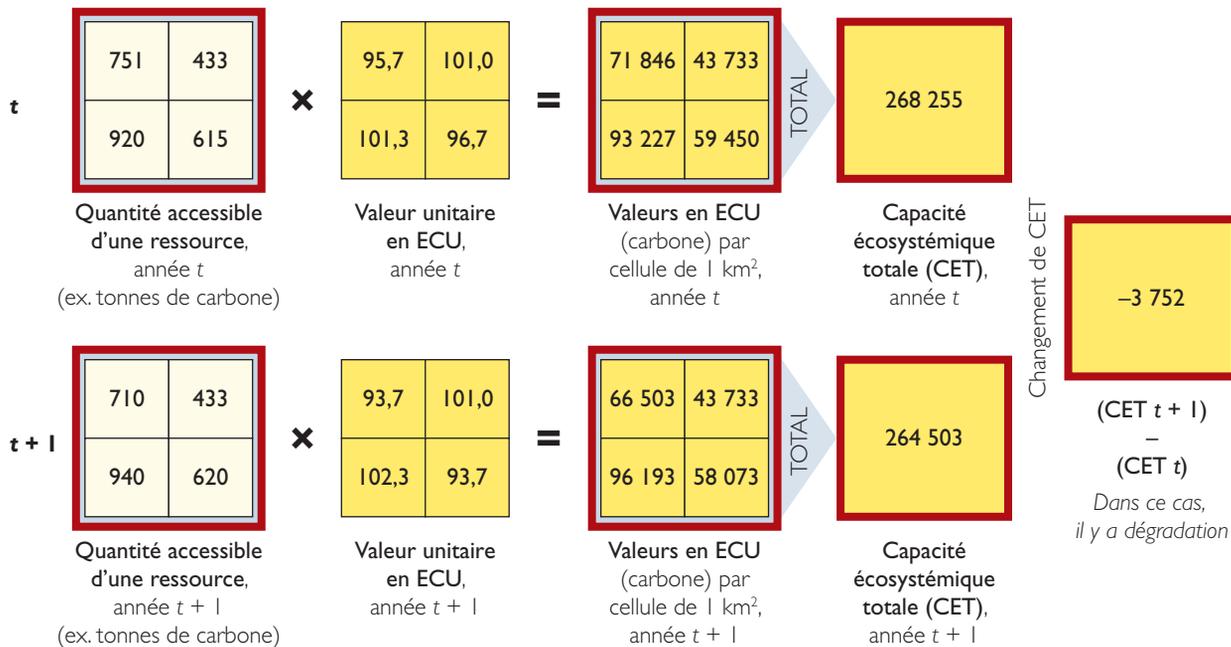
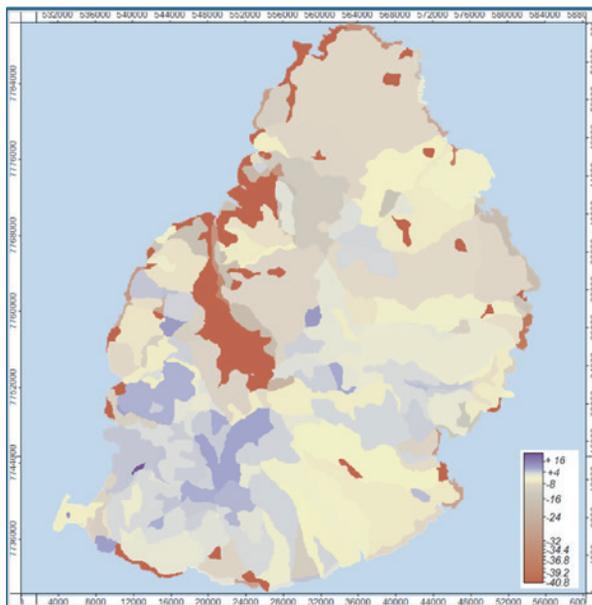
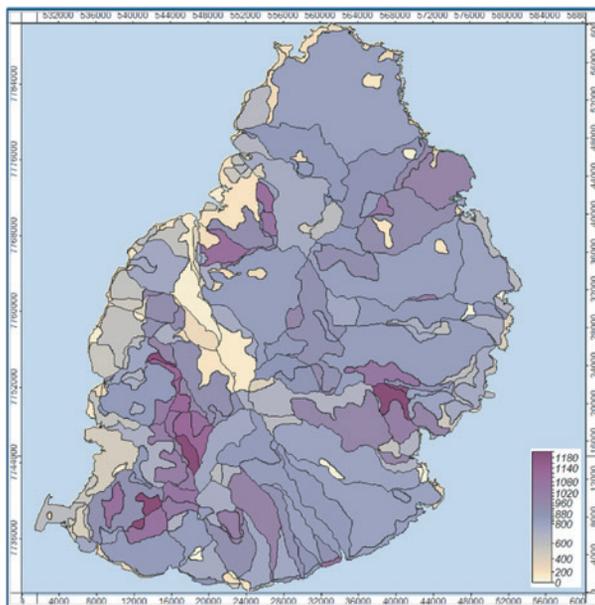


FIGURE 15.13

Évaluation des capacités écosystémiques de l'île Maurice

Évaluation de la capacité écosystémique totale par UPSE pour 2010 (ECE/ha, par UPSE)

Changement (en %) de capacité écosystémique totale entre 2000 et 2010 (ECE, par UPSE)



Quatrième et cinquième étapes : le bilan écologique et les comptes fonctionnels en unités physiques ou monétaires

Les trois premières étapes, décrites ci-dessus, concernent l'ensemble des écosystèmes et des secteurs économiques. Les étapes suivantes traitent d'approfondissements : l'évaluation de la responsabilité des divers secteurs et agents économiques vis-à-vis de la dégradation des écosystèmes, le calcul de leur dette écologique, l'estimation des coûts de restauration correspondants, l'évaluation de services qui ont un intérêt particulier de par leur importance ou leur niveau supposé de dégradation, mesure physique et estimation monétaire.

Vers un bilan des dettes et crédits écologiques des agents économiques

La CECN est d'abord une évaluation de l'évolution de la capacité des écosystèmes à être utilisés de manière soutenable par les activités humaines. Cette capacité est la mesure de la valeur écologique des écosystèmes, soit leur capacité à fournir des services à l'économie et, au-delà, à la société dans son ensemble. Cette capacité intrinsèque ne se mesure pas par la valeur monétaire des services obtenus, car celle-ci dépend de beaucoup de facteurs spécifiques tels que leur combinaison avec d'autres produits et les conditions du marché, de la finance ou de la technologie. La capacité mesurée par la combinaison de mesures en unités physiques est toutefois une notion importante pour l'économie, car lorsque celle-ci dégrade l'écosystème, il y a un coût non payé par le responsable de cette dégradation. En se référant aux principes comptables d'amortissement du capital, la mesure de la dégradation permet le calcul d'un amortissement physique qui peut être enregistré dans un bilan écologique. Cette mesure peut être ensuite la base de diverses mesures réglementaires ou fiscales, et même de la création de banques de compensation permettant des mécanismes d'échange

entre débiteurs et créateurs d'actifs écologiques. Des flux financiers importants peuvent être générés sur cette base. Dans un tel contexte, il incombe aux gouvernements ou aux entreprises de connaître les montants en jeu pour savoir quelle est la dette écologique en termes monétaires et comment la « rembourser », soit en effectuant directement les travaux de restauration nécessaires, soit indirectement, en payant une compensation qui permettra de restaurer la biosphère ailleurs. Le calcul des sommes en jeu s'effectue alors en utilisant les coûts de restauration des écosystèmes. Avec la monétisation des coûts de restauration, il sera possible et utile d'estimer ce qu'il faudra dépenser pour éteindre la dette écologique. Mais la dépense ne vaut pas extinction. Si l'estimation est insuffisante, le responsable de la dégradation devra poursuivre son effort financier. Inversement, des économies seront possibles si des résultats mesurés en ECU sont atteints à moindre coût. Ce point est important, car on connaît de nombreuses expériences où des montants forfaitaires de compensation ont conduit à des systèmes qualifiés à juste titre de « permis de polluer ».

Vers un amortissement du capital écosystémique

On peut généralement inverser ou compenser la dégradation de l'écosystème en investissant dans la restauration ou la remédiation, voire la conservation des écosystèmes. Il peut s'agir par exemple de la restauration de sols, de cours d'eau ou de la biodiversité. Si la restauration n'est pas envisageable sur place, la dégradation peut éventuellement être compensée ailleurs. Cela peut être considéré comme une *approche de durabilité forte*³¹, où la compensation est permise si elle respecte la valeur écologique totale. Si ces actions sont réalisées, elles représentent des coûts de restauration, de remédiation ou de conservation effectifs qui sont déjà pris en compte dans les comptabilités nationales et dans celles des entreprises. Ces actions contribuent aussi au maintien du capital naturel. Aucune écriture comptable supplémentaire n'est donc nécessaire

31. Par opposition aux approches qui considèrent que des services (écosystémiques ou non) sont équivalents s'il y a maintien des bénéfices en termes monétaires. On parle aussi, dans ce cas, de *maintien du capital naturel critique*.

dans ce cas. Si les actions et les travaux de remise en état de l'écosystème ne sont pas effectués, l'écosystème se dégrade sans que l'agent ou le secteur d'activité responsable fasse une provision en vue d'une action future de remplacement (ou de réparation majeure), comme il le ferait pour l'usure et le vieillissement des bâtiments et des équipements. C'est cette provision que les entreprises appellent « amortissement » et la comptabilité nationale, « consommation de capital ». L'amortissement et la consommation de capital doivent être déduits des recettes lorsque l'on calcule le « vrai » revenu, celui que l'on peut utiliser sans s'appauvrir comme on le ferait en laissant ses avoirs perdre leur valeur (Hicks, 1939), ce qui veut dire aussi que les prix de vente incluent l'amortissement. Comme l'amortissement du capital écosystémique n'est pas enregistré, les prix de vente sont minorés d'autant : il y a un coût non payé et une sous-estimation de la demande finale telle qu'elle est mesurée par la comptabilité nationale conventionnelle.

Les écosystèmes et les échanges intérieurs et internationaux

Un aspect important concerne les importations et les exportations et la perspective de calculer une empreinte écologique en termes de dettes et de crédits. Avec la mondialisation des échanges de produits et de services, les économies actuelles sont excessivement ouvertes. Ainsi, la dégradation des écosystèmes est liée, en plus ou moins grande partie selon le pays, à des productions d'exportation. Les coûts écologiques non payés des productions exportées, même s'ils sont encore difficiles à calculer avec précision ou en totalité, peuvent être considérés comme des dettes écologiques importées par les pays qui en bénéficient. Généraliser ce type de comptabilité écosystémique à l'ensemble des échanges internationaux demanderait d'approfondir l'analyse du cycle de vie des produits en prenant en compte les coûts écologiques non payés des productions

majeures. Bien que complexe, cette approche apporterait une perspective renouvelée en termes de responsabilité dans la dégradation des écosystèmes.

Vers une évaluation monétaire de la dépréciation du capital naturel

À partir de l'évaluation des modifications des valeurs écologiques unitaires, on peut estimer les coûts de remise en état de l'écosystème selon le niveau de dégradation et les objectifs de restauration requis. Le calcul de ces coûts écologiques non payés à l'échelle d'un pays permet de monétiser les dettes écologiques (Vanoli, 2015). Ces dettes sont la manière dont est implicitement financée la part de la demande finale qui n'est payée par personne, cette consommation de capital écosystémique qui n'est enregistrée ni dans la comptabilité nationale, ni dans les comptes des entreprises, ni sur les étiquettes des produits de consommation. Ces dettes peuvent être évitées par une gestion patrimoniale impliquant une modération de l'usage dans les limites permises par la bonne santé de l'écosystème et les dépenses de maintenance (par exemple pour le reboisement après la coupe d'arbres, ou pour l'épuration des eaux usées rejetées à la rivière). Si des actions de remédiation ont été effectuées pour des montants suffisants pour éviter la dégradation, il n'y a alors rien de plus à inscrire dans la comptabilité³².

L'évaluation économique de la dégradation du capital naturel écosystémique nécessite encore des développements méthodologiques et l'obtention de données sur les coûts réels de restauration. Des travaux sont en cours afin de définir des lignes directrices générales utilisables pour tous les types d'écosystèmes, selon le niveau de dégradation, le type de restauration envisagé et la zone géographique. L'avantage de l'évaluation des coûts de restauration est qu'elle peut s'appuyer sur les pratiques de corps de métiers expérimentés (ingénieurs

32. On peut toutefois isoler ces dépenses de protection et de gestion dans un compte spécial pour suivre les efforts consentis par les acteurs publics et privés. Le cadre d'un tel compte dit « satellite » (de la comptabilité nationale dont il est extrait) est fourni dans le SCEE-CC.

des mines, des eaux et forêts, agronomes, hygiénistes publics), à même de partager leur connaissance concrète d'une activité qui s'inscrit dans des contraintes budgétaires réelles, et donc une connaissance de ces coûts.

Investir dans une comptabilité écosystémique du capital naturel: le coût, les aspects techniques et la formation

Le coût approximatif d'une comptabilité écosystémique du capital naturel de base

Il n'est pas simple d'estimer de manière générale le coût de la mise en place d'une CECN et de son fonctionnement ultérieur. Cela dépend évidemment de la superficie du territoire à couvrir et des conditions économiques de chaque pays. Il faut toutefois noter que l'on est dans un contexte différent de celui des programmes statistiques ou de recherche scientifique traditionnels. La CECN synthétise un ensemble de données qu'elle ne produit pas, qui viennent du système statistique et du secteur de la recherche. L'accès aux données massives (*big data*), notamment les bases de données spatiales, scientifiques et de science participative et les plateformes d'intermédiation, facilitera le travail. Au démarrage d'une CECN, l'effectif affecté à cette unique tâche ne devrait pas être inférieur à cinq personnes à temps plein, dont trois dédiées aux aspects de la production des comptes et une responsable des relations avec les parties prenantes et les partenaires des réseaux d'information. Dans une configuration de base, les autres postes de dépenses sont essentiellement la formation initiale et continue, ainsi que le matériel informatique et de communication. Réaliser une CECN dans le cadre d'un projet régional permet de mettre en commun des moyens, comme une plateforme régionale d'intermédiation ou des compétences spécifiques, et surtout de créer une dynamique de coopération.

Le niveau technique requis

Les données, les logiciels et le matériel de traitement de l'information sont maintenant tout à fait abordables, ce qui n'était pas encore le cas il y a quelques années. Mettre en place une CECN nécessite la mobilisation de compétences dans plusieurs disciplines ou domaines techniques, selon la phase de mise en place et le niveau de précision recherché, par exemple : l'analyse et le traitement des données satellitaires et d'autres sources ; les SIG et la gestion de base de données ; la statistique sociale et économique, en particulier la comptabilité nationale ; la science des écosystèmes, y compris des sols et des eaux ; l'économie des ressources naturelles renouvelables. Les techniques liées à l'utilisation des données satellitaires et aux SIG sont maintenant bien répandues, et les compétences existent, même si elles nécessitent d'être entretenues et complétées par la considération des nouveaux outils et de la multiplication des sources de données. La CECN s'inscrit dans ce contexte et exige qu'on soit en mesure, le cas échéant, de traiter de très gros volumes de données et de bien les archiver. Pour les autres disciplines, la technicité requise nécessite surtout de bien saisir ce qu'exige la mise en place d'une CECN et, éventuellement, de faire appel périodiquement à des compétences pointues sur certains aspects (tels le stockage de carbone des sols, le réseau hydrographique et les indicateurs de changement de la biodiversité) en s'appuyant sur la communauté de praticiens d'un pays ou d'une région. Un autre aspect essentiel à ne pas oublier est celui de la communication. La CECN doit être utile, utilisable et utilisée, ce qui nécessite un véritable effort pour répondre aux besoins réels des processus de décision.

Où et comment se former ?

S'initier

Établir une CECN ne s'improvise pas ; il peut être utile et rassurant de se former pour mieux comprendre comment s'y prendre. Quelques formations théoriques et pratiques sur l'utilisation de cette approche ont été proposées depuis la parution

de la trousse de démarrage rapide de la CDB (Weber, 2014a). Une école d'été francophone de deux semaines a été organisée par le Secrétariat de la CDB, l'Université du Québec à Montréal et le CIRAD en 2016. Elle a permis le développement d'une réflexion pour un projet de coopération régionale avec l'Observatoire du Sahara et du Sahel pour six pays³³. D'autres initiatives de formation ont été entreprises dans l'océan Indien ou en Europe de l'Est. Ces expériences pédagogiques montrent que la CECN est un projet complexe, mais réalisable et à la portée de la plupart des pays si la volonté politique se manifeste concrètement. La perspective d'une production régulière de comptes est à prendre en considération dès le départ, d'où l'importance du développement de capacités locales, avant et pendant la phase de démarrage, puis pour le renouvellement des équipes dans un cadre associant plus directement les universités et les centres de formation supérieure. Pour bien aborder les méthodes, approches et techniques de la CECN, une formation théorique et pratique de deux à trois semaines (de 50 à 100 heures) semble nécessaire. Des projets de formations diplômantes pourraient voir le jour prochainement dans certains pays ainsi que des formations en ligne ouvertes à tous (FLOT). L'initiation peut se faire sur des jeux de données simplifiés représentant un pays fictif, pour lesquels une base de données, un SIG et un didacticiel sont déjà établis³⁴. Mais le lancement d'une CECN est aussi un projet collectif; il semble donc nécessaire de rassembler les futurs responsables d'un tel projet afin de mettre en place une véritable dynamique de groupe collaborative, notamment lors de leur formation initiale ou continue.

Devenir autonome

L'autonomisation des équipes responsables de la CECN d'un pays est un objectif primordial. Si l'on souhaite que les analyses et les résultats d'une CECN soient considérés comme crédibles et que

les plus hautes autorités puissent se les approprier, les analyses doivent être réalisées par des équipes nationales ou régionales dédiées, formées et, à terme, autonomes. Cela n'empêche pas, bien au contraire, la coopération avec d'autres équipes régionales ou une communauté internationale de praticiens. L'autonomisation des personnels selon leur domaine d'intervention dépend bien entendu de leur formation et de leur expérience professionnelle de base. Il semble qu'une autonomisation puisse être acquise après la réalisation de deux à trois comptes complets, donc sur la durée approximative d'un projet de développement de 18 mois à cinq ans.

Conclusion : être pragmatique et organisé, coopérer pour utiliser tout le potentiel existant, ses richesses et ses contraintes

La CECN n'a pas pour but de créer de nouvelles données. Elle permet de rassembler toutes les données existantes qui sont utiles pour les différents compartiments analysés des écosystèmes, en vue de fournir aux divers niveaux de décision une information vitale qui fait aujourd'hui défaut. Le champ d'application de la CECN, dans sa phase de démarrage rapide en tant que mise en œuvre initiale du SCEE-CEE, ne couvre pas tous les comptes possibles, mais un noyau qui permet de repérer la dégradation des écosystèmes là où elle se produit et les raisons en cause. La priorité est donnée à la mesure des écosystèmes en termes de productivité et de résilience du capital biophysique, en créant une base de données comptables complète de tous les écosystèmes à partir des données existantes. L'objectif est de mesurer la capacité des écosystèmes à fournir des ressources et des services et,

33. Il s'agit du Projet de coopération régionale pour de nouveaux indicateurs de comptabilité écosystémique en Afrique (COPERNICA).

34. Voir le site <<http://www.ecosystemaccounting.net>>, consulté le 4 avril 2019.

quand cette capacité se dégrade, de déterminer les causes et les secteurs et acteurs responsables pour conduire ceux-ci à amortir le capital écosystémique comme ils le font avec le capital produit.

De nombreux producteurs de données doivent être associés au projet. Il faut donc composer avec certaines contraintes, notamment en ce qui concerne les classifications utilisées par les différents acteurs et par les statistiques socioéconomiques officielles (productions agricoles, récolte de bois, pêches, consommation d'eau, rejets de polluants). Il faut souvent rééchantillonner ces données ou informations pour passer des découpages administratifs pour lesquels elles sont recueillies à un découpage écosystémique. C'est une partie importante du travail de production des comptes. Les données de monitoring et d'inventaire sont à privilégier, mais des données éparses, ponctuelles peuvent être utilisées dans certaines conditions. Certaines études scientifiques sont des sources d'information précieuses pour vérifier ou ajuster des valeurs par défaut. Une fois cette assimilation des données réalisée, les comptes peuvent être établis et les résultats de la CECN présentés selon les découpages administratifs requis par les utilisateurs.

Souvent, les échelles des processus de décision impliquent de penser et de présenter une comptabilité à différentes échelles. Par son approche géolocalisée emboîtée, la CECN permet d'aller du mondial au local. Elle constitue donc un véritable cadre intégré opérationnel. Ses résultats comptables peuvent s'interpréter conjointement à ceux des comptes économiques et financiers nationaux et régionaux et, à terme, à ceux des entreprises. Elle ne peut être opérationnelle que si elle respecte les échelles spatiale et temporelle des systèmes de prise de décision politique et des acteurs économiques. Ses résultats peuvent être (au moins dans un premier temps) approximatifs ou conventionnels, mais ils doivent être équitables, vérifiables, reproductibles et révisables. La CECN doit présenter des indicateurs résumant des millions de faits élémentaires. La représentation est donc simplifiée pour être utilisée dans les systèmes de mesure, d'évaluation et de vérification des agents économiques.

Ces indicateurs doivent se baser sur la meilleure connaissance scientifique utilisable dans un cadre comptable : des données exhaustives ou, au moins, généralisables à l'ensemble du champ des comptes, mises à jour régulièrement comme le sont les statistiques socioéconomiques pour la comptabilité nationale.

Références bibliographiques et lectures complémentaires

- Braat, L. et P. ten Brink (dir.) (2008). *The Cost of Policy Inaction: The Case of Not Meeting the 2010 Biodiversity Target*, Wageningen, Alterra, <<https://www.cbd.int/financial/doc/copi-2008.pdf>>, consulté le 7 mars 2019.
- Commission interministérielle des comptes du patrimoine nature – CICPN (1986). « Les comptes du patrimoine naturel », *Collections de l'INSEE*, série C, n°s 137-138.
- European Environment Agency – EEA (2011). *An Experimental Framework for Ecosystem Capital Accounting in Europe*, EEA Technical Report n° 13/2011, Copenhague, European Environment Agency.
- Haines-Young R. et M. Postchin (2013). *Consultation on CICES Version 4, August-December 2012. Report to the European Environment Agency*, EEA Framework Contract No. EEA/IEA/09/003
- Haines-Young, R. et J.-L. Weber (2006). *Land Accounts for Europe 1990-2000: Towards Integrated Land and Ecosystem Accounting*, EEA Report n° 11/2006, Copenhague, European Environment Agency.
- Hicks, John R. (1939). *Value and Capital*, Oxford, Clarendon Press.
- Millennium Ecosystem Assessment – MEA (2006). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*, Washington, Island Press, <<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>>, consulté le 5 avril 2019.
- Organisation des Nations Unies – ONU (1994). *Comptabilité économique et environnementale intégrée, Études méthodologiques*, série F, n° 61, Département de l'information économique et sociale et de l'analyse des politiques, Division de statistique, New York, ONU, <https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_61F.pdf>, consulté le 5 avril 2019.

- Organisation des Nations Unies – ONU, Banque mondiale, Fonds monétaire international, Organisation de coopération et de développement économiques, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et Union européenne (2016). *Cadre central du Système de comptabilité économique et environnementale*, 2012, <https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/cf_trans/seea_cf_final_fr.pdf>, consulté le 5 avril 2019.
- Pigou, A.C. (1920). *The Economics of Welfare*, Londres, Macmillan.
- Rapport, D.J. et A.M. Friend (1979). *Towards a Comprehensive Framework for Environmental Statistics: A Stress-Response Approach*, Occasional Papers 11-510, Statistics Canada.
- Ripple, W.J. *et al.* (2017). «World scientists' warning to humanity: A second notice», *BioScience*, vol. 67, no 12 (décembre), p. 1026-1028, <<https://academic.oup.com/bioscience/article/67/12/1026/4605229>>, consulté le 5 avril 2019.
- Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique – SCDB (2010). *Perspectives mondiales de la diversité biologique*, 3^e édition, Montréal, SCDB, <<https://www.cbd.int/doc/publications/gbo/gbo3-final-fr.pdf>>, consulté le 5 avril 2019.
- Stiglitz, J.E., A. Sen et J.-P. Fitoussi (2009). *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*, <<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/118025/118123/Fitoussi+Commission+report>>, consulté le 5 avril 2019.
- Terema, E., B. Milligan, R. Jiménez-Aybar, G.M. Mace et P. Ekins (2015). «Accounting for the environment as an economic asset: Global progress and realizing the 2030 Agenda for Sustainable Development», *Sustainability Science*, vol. 11, p. 945-950.
- UNEP/UNSD/CBD Project on Advancing Natural Capital Accounting (2017). *SEEA Experimental Ecosystem Accounting: Technical Recommendations*, Consultation Draft, V4.1, 6 mars.
- United Nations – UN (2007). *SEEA Water: System of Environmental-Economic Accounting for Water*, New York, United Nations.
- United Nations Environmental Programme – UNEP (2016). *Scoping Study on Environmental-Economic Accounting towards the Production of an Integrated Information System and Indicators for the Three Rio Conventions*, Conference of the Parties to the Convention on Biological diversity, 13th Meeting, Cancun, UNEP/CBD/COP/13/INF/27, <<https://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-13/information/cop-13-inf-27-en.pdf>>, consulté le 5 avril 2019.
- Vanoli, A. (2015). *Dégradation des actifs naturels par les activités économiques et cadre central de comptabilité nationale*, communication au 15^e Colloque de l'Association de comptabilité nationale, Paris, 19-21 novembre 2014.
- Weber, J.-L. (2014a). *Ecosystem Natural Capital Accounts: A Quick Start Package*, Technical Series n° 77, Montréal, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique.
- Weber, J.-L. (2014b). *Experimental Ecosystems Natural Capital Accounts, Mauritius Case Study, Methodology and Preliminary Results 2000-2010*, Maurice, Indian Ocean Commission.
- Weber, J.-L. (2017). *Comptabilité écosystémique du capital naturel et programmes internationaux*, communication au Fonds pour l'environnement mondial (FEM-7).