

# Résultats des modèles économétriques sur la base de données TEEB

## Introduction

L'organisation internationale TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) a été créée en 2007, à l'initiative du G8+5<sup>1</sup>, pour travailler sur les bénéfices de la biodiversité et le coût de la perte ou dégradation des écosystèmes. Depuis 2010, elle a développé la base de données « *Ecosystem Services Valuation Database* », qui recense aujourd'hui plus de 4 000 valeurs de services écosystémiques estimées à des échelles différentes (municipalité, province, pays, région ou monde). Ces valeurs sont issues d'environ 690 études publiées entre 1973 et 2020 (la base a été mise à jour en décembre 2020). La base distingue 23 services écosystémiques pour plus de 16 types d'écosystèmes. Afin d'offrir aux utilisateurs une meilleure comparabilité, la TEEB analyse chaque étude et homogénéise les valeurs en dollar par hectare et par an (en multipliant ou divisant les résultats « bruts » des études). Cette opération d'homogénéisation introduit cependant un biais, la valeur des services rendus par un écosystème n'étant pas nécessairement proportionnelle à sa surface. Après retraitement et suppression des observations avec des données manquantes, la méta-analyse ici réalisée à partir de cette base porte sur 2 944 valeurs issues de 365 études.

Une régression en coupe de la valeur (USD par hectare-an) des écosystèmes ( $Y$  - en logarithme) sur le type d'écosystème (biome) ( $B$  - 10 catégories) et le type de service ( $SE$  - 16 catégories), est estimée en contrôlant par d'autres variables pouvant expliquer les différences entre observations : l'approche méthodologique ( $M$  - 3 catégories) et le continent de l'étude ( $C$  - 6 catégories).

$$\text{Log}(Y_{ie}) = \beta_0 + \beta_1 B_{ie} + \beta_2 SE_{ie} + \beta_3 M_{ie} + \beta_4 C_{ie} + \varepsilon_{ie}$$

où  $i$  représente une observation et  $e$  une étude.

## Estimation des coefficients des différents modèles

Le tableau qui suit présente les estimations des paramètres de la régression dans 4 configurations différentes :

- Modèle 1 à une variable explicative : Type d'écosystème.
- Modèle 2 à 2 variables : Type d'écosystème, Type de services.
- Modèle 3 à 3 variables : Type d'écosystème, Type de services, Approche méthodologique.
- Modèle 4 à 4 variables : Type d'écosystème, Type de services, Approche méthodologique, Géographie.

---

<sup>1</sup> Le G8+5 était un groupe composé des chefs de gouvernement des pays du G8 (Canada, France, Allemagne, Italie, Japon, Russie, Royaume-Uni et États-Unis), ainsi que des cinq principaux pays émergents (Brésil, Chine, Inde, Mexique et Afrique du Sud).

Variable	Log (Valeur du service écosystémique)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
<b>Biome Forêts tempérées</b>	<b>2.22<sup>***</sup> (0.76)</b>	<b>3.01<sup>***</sup> (0.94)</b>	<b>3.03<sup>***</sup> (0.94)</b>	<b>3.29<sup>***</sup> (0.83)</b>
<b>Biome Hautes Montagnes</b>	<b>0.84 (0.76)</b>	<b>1.77<sup>**</sup> (0.86)</b>	<b>1.83<sup>**</sup> (0.84)</b>	<b>2.05<sup>***</sup> (0.78)</b>
<b>Biome Littoraux</b>	<b>1.97<sup>***</sup> (0.74)</b>	<b>2.51<sup>***</sup> (0.82)</b>	<b>2.72<sup>***</sup> (0.76)</b>	<b>2.24<sup>***</sup> (0.62)</b>
<b>Biome Océan</b>	<b>1.64<sup>**</sup> (0.80)</b>	<b>1.98<sup>**</sup> (0.87)</b>	<b>2.14<sup>***</sup> (0.83)</b>	<b>1.72<sup>**</sup> (0.69)</b>
<b>Biome Rivières et lacs</b>	<b>2.29<sup>***</sup> (0.81)</b>	<b>2.59<sup>***</sup> (0.86)</b>	<b>2.85<sup>***</sup> (0.79)</b>	<b>2.34<sup>***</sup> (0.68)</b>
<b>Biome Zones urbaines</b>	<b>3.88<sup>***</sup> (1.32)</b>	<b>4.66<sup>***</sup> (1.29)</b>	<b>4.63<sup>***</sup> (1.33)</b>	<b>4.92<sup>***</sup> (1.23)</b>
Biome Forêts tropicales	-0.99 (1.03)	0.34 (0.75)	0.34 (0.73)	-0.28 (0.60)
Biome Prairies et zones boisées	-0.51 (0.83)	0.32 (0.84)	0.42 (0.87)	0.20 (0.85)
Biome Zones humides	0.48 (0.74)	1.19 (0.84)	1.37 <sup>*</sup> (0.82)	1.27 <sup>*</sup> (0.69)
<b>SE Alimentation</b>		<b>1.08<sup>***</sup> (0.42)</b>	<b>1.17<sup>***</sup> (0.37)</b>	<b>1.23<sup>***</sup> (0.34)</b>
<b>SE Eau</b>		<b>2.23<sup>***</sup> (0.43)</b>	<b>2.14<sup>***</sup> (0.45)</b>	<b>1.95<sup>***</sup> (0.48)</b>
<b>Approvisionnement</b> SE Cognition		0.12 (0.68)	0.05 (0.74)	0.27 (0.73)
SE Médecine		-0.99 (1.30)	-0.71 (1.24)	-0.80 (1.25)
SE Ressources génétiques		0.61 (1.05)	0.58 (1.05)	1.09 (0.93)
<b>SE Pollinisation</b>		<b>3.01<sup>***</sup> (1.13)</b>	<b>3.29<sup>***</sup> (1.03)</b>	<b>3.77<sup>***</sup> (0.95)</b>
<b>SE Modération évènements extrêmes</b>		<b>1.49<sup>**</sup> (0.62)</b>	<b>1.06 (0.69)</b>	<b>1.18<sup>**</sup> (0.60)</b>
<b>SE Prévention de l'érosion</b>		<b>2.55<sup>***</sup> (0.64)</b>	<b>2.18<sup>***</sup> (0.71)</b>	<b>1.99<sup>***</sup> (0.66)</b>
<b>Régulation</b> SE Contrôle biologique		2.15 (1.56)	2.15 (1.47)	2.12 (1.50)
SE Traitement des déchets		1.75 <sup>**</sup> (0.77)	1.27 (0.81)	1.35 <sup>*</sup> (0.69)
SE Qualité de l'air		0.75 (0.95)	0.22 (0.96)	0.46 (0.83)
SE Régulation climat		0.69 (0.54)	0.42 (0.56)	0.53 (0.48)
SE Régulation de l'eau		0.77 (0.76)	0.70 (0.80)	0.88 (0.68)
<b>SE Récréation et tourisme</b>		<b>1.28<sup>***</sup> (0.49)</b>	<b>1.37<sup>***</sup> (0.51)</b>	<b>1.65<sup>***</sup> (0.43)</b>
<b>SE Spirituel</b>		<b>-1.99<sup>**</sup> (1.01)</b>	<b>-1.92<sup>**</sup> (0.96)</b>	<b>-2.34<sup>**</sup> (1.09)</b>
<b>Socioculturel</b> SE Esthétique		0.51 (0.72)	0.65 (0.71)	0.56 (0.64)
SE Existence		0.810 (0.764)	0.93 (0.82)	0.80 (0.77)
SE Inspiration		0.571 (0.639)	0.66 (0.60)	1.01 <sup>*</sup> (0.52)
SE Ornemental		-2.09 <sup>*</sup> (1.09)	-1.92 <sup>*</sup> (1.07)	-1.65 (1.05)
<b>SE Maintenance de la diversité génétique</b>		<b>2.51<sup>***</sup> (0.796)</b>	<b>2.50<sup>***</sup> (0.79)</b>	<b>2.60<sup>***</sup> (0.84)</b>
<b>Maintenance</b> SE Maintenance des cycles de vie		1.10 (0.82)	1.12 (0.80)	0.96 (0.82)
SE Maintenance du sol fertile		0.16 (0.77)	-0.28 (0.81)	-0.13 (0.68)
<b>M Approche par les coûts</b>			<b>0.80<sup>*</sup> (0.49)</b>	<b>0.85<sup>**</sup> (0.41)</b>
M Approche par les préférences			0.01 (0.43)	0.36 (0.41)
<b>Continent Asie</b>				<b>1.29<sup>***</sup> (0.38)</b>
Continent Afrique				0.16 (0.63)
Continent Amérique du Nord				0.91 (0.57)
Continent Océanie				0.38 (0.45)
Continent Amérique du sud				1.50 <sup>*</sup> (0.87)
Observations	2,381	2,381	2,381	2,381
Adjusted R <sup>2</sup>	0.14	0.19	0.19	0.21
Residual Std. Error	2.73 (df = 2370)	2.66 (df = 2347)	2.65 (df = 2345)	2.62 (df = 2340)
F Statistic	3.84 <sup>***</sup> (df = 10; 2370)	64.17 <sup>***</sup> (df = 33; 2347)	63.15 <sup>***</sup> (df = 35; 2345)	68.98 <sup>***</sup> (df = 40; 2340)

Notes de lecture:

<sup>\*</sup>p<0.1; <sup>\*\*</sup>p<0.05; <sup>\*\*\*</sup>p<0.01

$$(1) \text{Log}(Y_{ie}) = \beta_0 + \beta_1 B_{ie} + \varepsilon_{ie}$$

$$(2) \text{Log}(Y_{ie}) = \beta_0 + \beta_1 B_{ie} + \beta_2 SE_{ie} + \varepsilon_{ie}$$

$$(3) \text{Log}(Y_{ie}) = \beta_0 + \beta_1 B_{ie} + \beta_2 SE_{ie} + \beta_3 M_{ie} + \varepsilon_{ie}$$

$$(4) \text{Log}(Y_{ie}) = \beta_0 + \beta_1 B_{ie} + \beta_2 SE_{ie} + \beta_3 M_{ie} + \beta_4 C_{ie} + \varepsilon_{ie}$$

Les écarts-types des paramètres sont corrigés (clustered standard errors) par l'étude de référence.

Modalités de référence pour les catégories

- Biomes (B) : zones cultivées
- Services écosystémiques (SE) : Matières premières
- Méthode (M) : Approche par la production
- Continent : Europe

## Estimation des coefficients pour les modalités des catégories « Biomes » et « Type de service écosystémique »

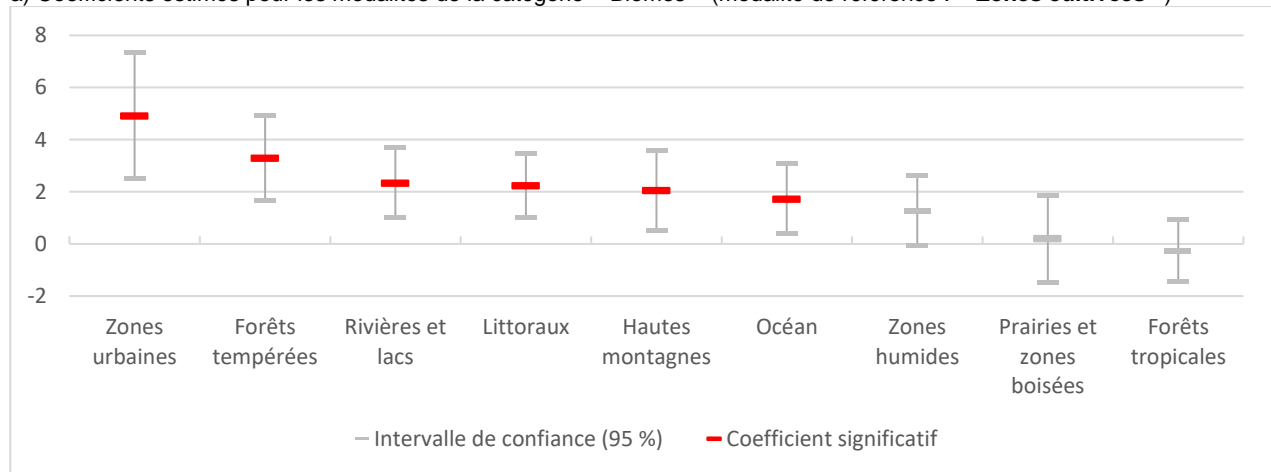
Les graphiques ci-dessous représentent, sur l'axe vertical, les **estimateurs des coefficients** «  $\beta$  » associés aux différentes modalités (axe horizontal) des quatre variables catégorielles B (biomes), SE (services écosystémiques), M (méthode), et C (continent) du modèle suivant :  
 $(4) \text{Log}(Y_{ie}) = \beta_0 + \beta_1 B_{ie} + \beta_2 SE_{ie} + \beta_3 M_{ie} + \beta_4 C_{ie} + \varepsilon_{ie}$  où  $i$  représente une observation et  $e$  une étude.

Pour chaque modalité, le coefficient «  $\beta$  » représente, toutes choses égales par ailleurs, la différence de valeur du service écosystémique par rapport à une **modalité dite « de référence » pour chaque variable catégorielle**. Les modalités de référence sont les suivantes : biomes (B) - *zones cultivées* ; services écosystémiques (SE) - *matières premières* ; méthode (M) - *approche par la production* ; continent (C) – *Europe*.

La variable dépendante (valeur du service écosystémique) étant exprimée en logarithme, les coefficients «  $\beta$  », représentés ci-dessous, doivent être interprétés comme une **différence de ( $\beta$  \*100) % entre la valeur du service écosystémique moyenne de la modalité étudiée et celle de la modalité de référence**. Toutes choses égales par ailleurs (c'est-à-dire en considérant des services écosystémiques, des méthodes et des continents identiques), la valeur des services rendus par les « forêts tempérées » est par exemple en moyenne plus de trois fois supérieure (329 %) à celle des « zones cultivées ».

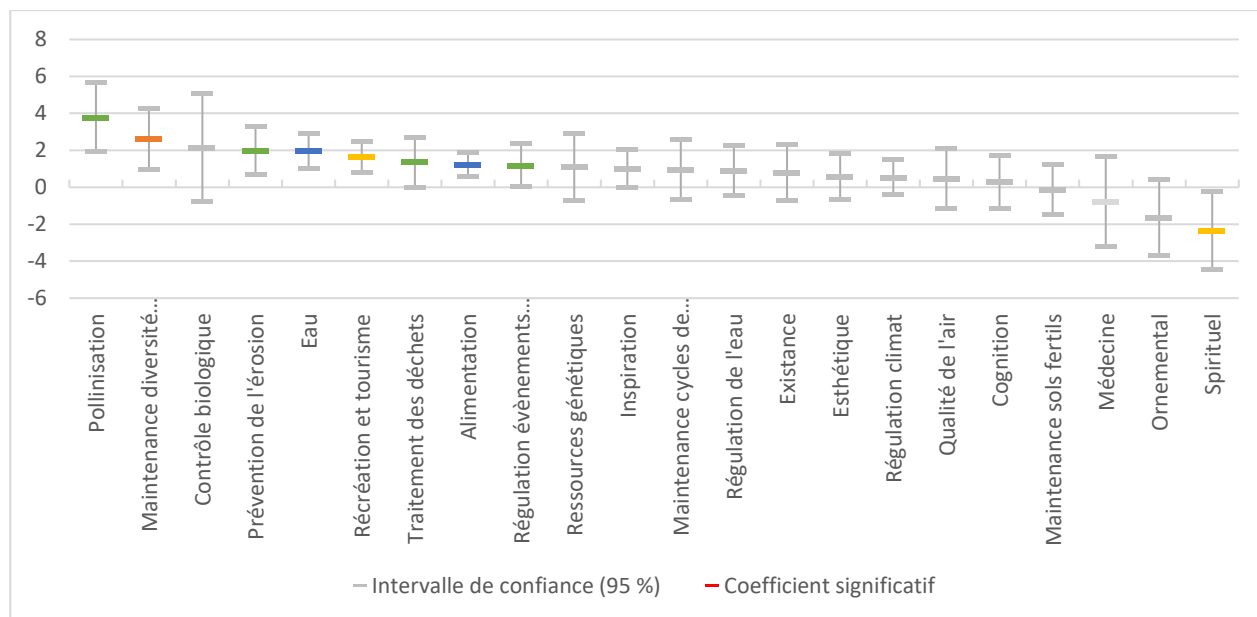
L'intervalle de confiance, représenté par les bornes grises inférieures et supérieures, permet d'évaluer la **fiabilité de l'estimation du coefficient**. On peut les interpréter en disant que le coefficient associé à chaque modalité et compris entre ces deux bornes au seuil de confiance de 95 %. Pour les forêts tempérées par exemple, le coefficient est ainsi compris entre 1,7 et 4,9 au seuil de confiance de 95 %. Lorsque les bornes d'un intervalle de confiance ne sont pas strictement négatives ou positives (graphiquement lorsque le trait vertical matérialisant l'intervalle de confiance traverse l'axe horizontal correspondant à « zéro »), on ne peut pas conclure que le coefficient est significatif (ex. cas des prairies et zones boisées ci-dessous).

a) Coefficients estimés pour les modalités de la catégorie « Biomes » (modalité de référence : « Zones cultivées »)<sup>2</sup>



<sup>2</sup> Les coefficients estimés sont ceux du Modèle 4, leur valeur se retrouve dans la dernière colonne du tableau.

b) Coefficients estimés pour les modalités de la catégorie « Services écosystémiques » (modalité de référence : «**Matières premières** »)<sup>3</sup>



Code couleur : services d'approvisionnement, de régulation, socio-culturels et de maintenance.

<sup>3</sup> Les coefficients estimés sont ceux du Modèle 4, leur valeur se retrouve dans la dernière colonne du tableau.