GUIDE

ANNEXE DU GUIDE POUR DÉMONTRER LES IMPACTS POUR LES SERVICES ECOSISTÉMIQUES

FSC-GUI-30-006a V2-0 FR

FSC DES FORÊTS™ POUR TOUS POUR TOUJOURS

MÉTHODOLOGIES APPLICABLES À LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ (SE1)

Les descriptions méthodologiques couvrent les impacts SE et les exemples d'indicateurs de résultats qui conviennent, suivis d'une brève description de la méthodologie, des contextes locaux appropriés, des avantages et des inconvénients, et de l'endroit où vous pouvez trouver le manuel complet de la méthodologie et/ou toute autre information contextuelle.

Impact SE		
Type d'indicateur de résultat	**Exemple d'indicateur de résultat**	**Méthodologies proposées**
SE1.1	**Amélioration du couvert forestier naturel**	
Surface du couvert forestier naturel résultant des activités de restauration	Superficie du couvert forestier naturel résultant du reboisement	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Superficie de forêt restaurée par rapport à la superficie totale	*Mesure ou calcul simple*
Qualité du couvert forestier naturel résultant des activités de reboisement/restauration	Densité de la forêt	SE1-B LiDAR SE1-J Indice de biodiversité potentielle ✓
	Taux de survie des espèces indigènes plantées	*Mesure ou calcul simple*
	Variété de la composition des espèces végétales	
	Diversité de la structure forestière	SE1-K Outil d'évaluation de l'intégrité forestière ✓ SE1-B LiDAR
SE1.2	**Maintien des paysages forestiers intacts**	
Étendue des paysages forestiers intacts au sein de l'UG	Superficie des paysages forestiers intacts	SE1-C Évaluation de la superficie des paysages forestiers intacts ✓
	Superficie des zones centrales des paysages forestiers intacts	*Mesure ou calcul simple*
	Superficie des paysages forestiers intacts protégés	*Mesure ou calcul simple*
SE1.3	**Maintien d'un réseau d'aires de conservation suffisant du point de vue écologique**	
SE1.4	**Amélioration d'un réseau d'aires de conservation suffisant du point de vue environnemental**	
Connectivité du réseau d'aires de conservation	Connectivité du réseau d'aires de conservation	SE1-D Calcul de la connectivité des habitats SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Connectivité des aires de conservation à l'extérieur de l'Unité de gestion	SE1-D Calcul de la connectivité des habitats SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Connectivité avec l'habitat naturel à l'extérieur du réseau d'aires de conservation	SE1-D Calcul de la connectivité des habitats SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Taille du corridor écologique	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
Qualité de l'habitat du réseau d'aires de conservation	Superficie du réseau d'aires de conservation situé à l'intérieur et hors de l'Unité de gestion (comprenant les aires-échantillons représentatives, les aires de conservation, les aires de protection, les zones de connectivité et les zones à haute valeur de conservation)	Zone : Mesurée dans le cadre de FSC-GF Qualité de l'habitat : SE1-J, ✓ SE1-K ✓
	Zone contenant des hautes valeurs de conservation (HVC)	Zone : Mesurée dans le cadre de FSC-GF Qualité de l'habitat : SE1-J ✓, SE1-K ✓
	Proportion des zones HVC dans le réseau d'aires de conservation	% de la zone : Mesurée dans le cadre de FSC-GF Qualité de l'habitat : SE1-J ✓, SE1-K ✓

Impact SE		
Type d'indicateur de résultat	**Exemple d'indicateur de résultat**	**Méthodologies proposées**
Qualité de l'habitat du réseau d'aires de conservation	Zone d'habitats importants pour la conservation	Zone : Mesurée dans le cadre de FSC-GF Qualité de l'habitat : SE1-J ✓, SE1-K ✓
	Superficie des habitats appropriés pour les espèces ayant une valeur de conservation	Superficie : Mesurée dans le cadre de FSC-GF Qualité de l'habitat : SE1-J ✓, SE1-K ✓
	Superficie des grands écosystèmes et mosaïques à l'échelle du paysage (HCV2)	Superficie : Mesurée dans le cadre de FSC-GF Qualité de l'habitat : SE1-L
	REMARQUE : outre la mesure de la superficie, vous pouvez mesurer la qualité de l'habitat de cette zone à l'aide des méthodologies proposées.	
SE1.5	**Maintien de la structure de la forêt naturelle**	
SE1.6	**Amélioration de la structure de la forêt naturelle**	
Structure de la forêt	Distribution des classes d'âge dans la forêt	
	Structure de l'écosystème forestier	SE1-K Outil d'évaluation de l'intégrité forestière ✓ SE1-B LiDAR
	Indice de l'état de la structure de la forêt	
	Structure verticale et/ou horizontale de la forêt	SE1-K Outil d'évaluation de l'intégrité forestière ✓ SE1-B LiDAR SE1-J Indice de biodiversité potentielle ✓
	Quantité de bois mort au sol et sur pied et/ou autres micro-habitats naturels importants	SE1-K Outil d'évaluation de l'intégrité forestière ✓ SE1-B LiDAR SE1-J Indice de biodiversité potentielle ✓
SE1.7	**Maintien de la diversité des espèces indigènes**	
SE1.8	**Amélioraticon de la diversité des espèces indigènes**	
Diversité des espèces indigènes	Indices d'assemblage ou de composition des espèces indigènes (par exemple, indice de diversité de Shannon)	SE1-E ADN environnemental SE1-F Techniques de recensement des espèces fauniques SE1-G Inventaires à l'aide des pièges photographiques SE1-H Suivi acoustique SE1-L Indice d'intégrité forestière
	Proportion d'espèces indigènes classées « à risque »	
Abondance ou viabilité des espèces prioritaires, endémiques ou d'espèces rares et en voie de disparition	Abondance d'espèces sélectionnées	SE1-F Techniques de recensement des espèces fauniques SE1-G Inventaires à l'aide des pièges photographiques SE1-H Suivi acoustique
	Disponibilité des espèces sélectionnées pour un usage traditionnel durable (par exemple, plantes médicinales)	
Disponibilité de l'habitat au sein de l'Unité de gestion pour les espèces prioritaires, endémiques ou les espèces rares, menacées et en voie de disparition	Superficie de l'habitat disponible	*Mesure ou calcul simple*
	Adéquation de l'habitat	SE1-K Outil d'évaluation de l'intégrité forestière ✓ SE1-L Indice d'intégrité forestière
	Connectivité de l'habitat	SE1-D Calcul de la connectivité des habitats
	Zone protégée contre la chasse illégale	SE1-H Suivi acoustique

SE1.9	**Maintien de la biodiversité fonctionnelle**	
SE1.10	**Amélioration de la biodiversité fonctionnelle**	
Fonction écologique	Taux de pollinisation	SE1-I Méthode de pollinisation TESSA 5 : Taux de visite des fleurs comme indicateur
	Dispersion des semences	
	Lutte contre les nuisibles	
	Production primaire brute ou nette	
	Dynamique des populations	
Biodiversité fonctionnelle	Richesse spécifique des pollinisateurs indigènes	SE1-E ADN environnemental
	Abondance d'ennemis naturels (par exemple les chauves-souris) qui limitent les nuisibles	SE1-F Techniques de recensement des espèces fauniques SE1-G Inventaires à l'aide des pièges photographiques SE1-H Suivi acoustique
	Variété de groupes d'espèces fonctionnelles	SE1-E ADN environnemental
	Diversité des caractéristiques morphologiques des espèces	
	Diversité du microbiome du sol	SE1-E ADN environnemental
Disponibilité de l'habitat au sein de l'unité de gestion pour la biodiversité fonctionnelle	Preuve de l'utilisation de perchoirs et d'abris par des espèces fonctionnelles	SE1-K Outil d'évaluation de l'intégrité forestière ✓
	Zone d'habitat disponible pour les espèces de biodiversité fonctionnelle	*Mesure ou calcul simple*
	Adéquation de l'habitat à la biodiversité fonctionnelle	SE1-K Outil d'évaluation de l'intégrité forestière ✓
	Quantité de bois mort au sol et sur pied et/ou autres micro-habitats naturels importants	SE1-K Outil d'évaluation de l'intégrité forestière ✓ SE1-B LiDAR SE1-J Indice de biodiversité potentielle ✓
SE1.11	**Maintien d'habitats ou d'écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition**	
SE1.12	**Amélioration des habitats ou des écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition**	
Superficie d'habitats ou d'écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition	Superficie des habitats ou des écosystèmes endémiques	*Mesure ou calcul simple*
	Superficie des écosystèmes menacés ou en voie de disparition	*Mesure ou calcul simple*
	Superficie des écosystèmes ou des habitats classés comme menacés dans les systèmes nationaux ou internationaux	*Mesure ou calcul simple*
	Superficie des habitats et des écosystèmes prioritaires pour la conservation aux niveaux mondial, régional, national et/ou local	*Mesure ou calcul simple*
État des habitats ou des écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition	Indice d'intégrité écologique	
	Proportion de zones forestières intactes	SE1-L Indice d'intégrité forestière
	Niveau de perturbation	SE1-K Outil d'évaluation de l'intégrité forestière ✓
	Présence des espèces indicatrices de la bonne qualité de l'habitat/écosystème	SE1-E ADN environnemental
	Proportion des habitats dégradés par rapport au total	SE1-L Indice d'intégrité forestière

SE1-A IMAGERIE SATELLITAIRE ET SIG

Impacts

- SE1.1 : Restauration du couvert forestier naturel
- SE3.3 : Maintien de la régulation du volume d'eau
- SE3.4 : Amélioration de la régulation du volume d'eau
- SE4.1 : Maintien de l'état du sol
- SE4.2 : Amélioration de l'état des sols
- SE4.3 : Maintien de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols
- SE4.4 : Amélioration de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols

Indicateurs de résultats

- Superficie du couvert forestier naturel résultant du reboisement
- Couvert forestier naturel de l'Unité de gestion se superposant avec le(s) basin(s) versant(s) concerné(s)
- Proportion/pourcentage de terres dégradées par rapport à la superficie totale des terres/forêts
- Pourcentage de rivages de plans d'eau présentant un couvert forestier
- Étendue de terres couverte par la canopée ou la végétation
- Forêt de protection sur les pentes abruptes
- Couvert forestier protecteur pour les zones humides et/ou côtières
- Couvert forestier naturel dans les zones vulnérables

Description

La télédétection et les systèmes d'information géographique (SIG) sont des outils inestimables pour quantifier et suivre les services écosystémiques liés aux forêts. Il convient de noter que la télédétection basée sur l'imagerie satellitaire pour mesurer la séquestration et le stockage du carbone, la qualité de l'eau et la qualité de l'air est ajoutée en tant que méthodologie dans le cadre de ces modules spécifiques à aux SE. Pour les données sur les paysages forestiers intacts, voir SE1-C.

La télédétection comprend, à la fois, des images satellites brutes et des ensembles de données dérivées (produits à valeur ajoutée). L'imagerie satellitaire brute nécessite généralement un pré-traitement et peut être utilisée pour calculer la couverture forestière, les indices de végétation ou l'évaluation des habitats. Les ensembles de données dérivées comprennent les cartes du couvert terrestre, les modèles de hauteur de la canopée et les indices de végétation. Il est possible de calculer les indices de végétation à partir de la différence de réflexion des différentes longueurs d'onde de la bande spectrale. Chaque indice a sa propre formule et les logiciels SIG peuvent généralement aider à effectuer ces calculs. Par exemple, l'indice de végétation par différence normalisée (IVDN) est fréquemment utilisé pour déterminer le couvert terrestre et la modification du couvert terrestre, ainsi que le Rapport de brûlure normalisé, qui permet d'identifier les zones brûlées et de mesurer la gravité des brûlures.

Plusieurs éléments doivent être pris en compte lors de la sélection des images satellitaires. Premièrement, en tant que gestionnaire forestier, votre observation porte à l'échelle d'une unité de gestion, nous vous recommandons d'utiliser des données de télédétection ayant **une résolution spatiale moyenne à élevée,** c'est-à-dire au moins 30 mètres. Deuxièmement, la couverture nuageuse est un problème courant avec les données de télédétection. Nous vous recommandons d'utiliser une image de télédétection avec **peu ou pas de couverture nuageuse.** Troisièmement, lorsque vous comparez deux ou plusieurs images satellitaires, pensez à la façon dont la **saisonnalité** peut affecter la qualité et la comparabilité des images. En dernier lieu, la couverture temporelle garantit la possibilité d'analyser des séries temporelles et de détecter des tendances.

Certaines images satellitaires peuvent être téléchargées gratuitement ; l'accès à d'autres données peut être payant ou limité à certains types d'utilisateurs. Le tableau ci-dessous donne une vue d'ensemble **des images satellitaires utiles en libre accès**, de leurs caractéristiques et de la manière dont on peut y accéder.

Source de données d'imagerie satellitaire	Caractéristiques	Données d'accès
Séries Landsat (Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace – en anglais National Aeronautics and Space Administration - NASA) / Institut d'études géologiques des États-Unis (en anglais, United States Geological Survey - USGS)) Landsat-7 : lancé en avril 1999 Landsat-8 : lancé en février 2013 Landsat-9 : lancé en septembre 2021	Le capteur Enhanced Thematic Mapper Plus de Landsat-7 possède 8 bandes spectrales, l'imageur terrestre opérationnel de Landsat-8 et -9 en possède 9 et le capteur infrarouge thermique possède 2 bandes spectrales, Toutes les bandes sauf 1 ont une résolution de 30 m (certaines sont rééchantillonnées à 60 m ou 100 m), 1 bande à 15m. Couverture répétée tous les 16 jours Largeur de la fauchée (angle de prise de vue) 185 km	Google Earth Engine NASA's Earth data QGIS Semi-Automatic classification plugin
Sentinel-2 (Agence spatiale européenne) 2A : lancé en juin 2015 2B : lancé en mars 2017 2C : lancé en septembre 2024 (remplacera le 2A)	13 bandes spectrales, 4 bandes à 10m, 6 bandes à 20m et 3 bandes à 60m de résolution, Temps de revisite tous les 5 jours, Largeur de la fauchée (angle de prise de vue) 290 km	Copernicus data browser Google Earth Engine NASA's Earth data QGIS Semi-Automatic classification plugin

L'interprétation visuelle peut être une méthode appropriée d'analyse de la déforestation ou de la fragmentation des forêts. Cela sera plus facile pour des personnes expérimentées dans l'analyse visuelle des images de télédétection. L'Observatoire de la Terre de la NASA fournit quelques astuces générales pour l'interprétation d'une image satellitaire (Riebeek, 2013), ainsi que des explications sur l'interprétation des images en fausses couleurs (Riebeek, 2014).

Certains ensembles de données de télédétection peuvent être visualisés via des tableaux de bord, tels que Global Forest Watch (voir SE1-C), bien qu'un abonnement soit souvent nécessaire pour bénéficier des fonctions avancées. **Les logiciels SIG** peuvent être utilisés pour des analyses de données plus avancées. Par exemple, QGIS est un logiciel libre et convivial, tandis que Esri's ArcGIS est également convivial et dispose de certaines fonctions supplémentaires, mais il est payant, et que R et Python nécessitent des connaissances avancées en matière de codage.

Si l'utilisation de l'imagerie satellitaire peut faciliter le suivi ou le rendre moins coûteux, il est important de procéder à un **échantillonnage in situ/à des mesures sur le terrain** pour compléter les données de l'imagerie satellitaire. En d'autres termes, il faut faire le lien entre l'image et les valeurs mesurées sur le terrain, par exemple, sur la base des données d'un inventaire forestier ou de parcelles d'échantillonnage. Les données de terrain incluent les limites de l'unité de gestion/du projet SE et la présence d'espèces, la biomasse, l'état du sol ou la densité de la canopée sur le terrain. Il est préférable que les parcelles d'échantillonnage soient carrées et de la même taille que la résolution spatiale de l'image satellitaire (par exemple, 10x10 m ou 30x30 m), bien que des corrections puissent être appliquées dans le logiciel SIG.

Contextes appropriés

Toutes les forêts du monde.

Avantages

- Coûts faibles pour les grandes superficies.
- Mesures cohérentes et reproductibles.
- Analyses évolutives.
- Évaluation rapide.

Inconvénients

- Couverture nuageuse et interférences atmosphériques.
- Mesures directes limitées.
- Requiert un niveau d'expertise ou d'intérêt moyen à élevé.
- Gestion des données de l'imagerie lourde.

Accès

Voir les liens dans le tableau ci-dessus pour les bases de données, voir les liens dans le texte pour l'analyse des données et les logiciels SIG.

SE1-B LIDAR

Impacts

- SE1.1 : Amélioration du couvert forestier naturel
- SE1.5 : Maintien de la structure de la forêt naturelle
- SE1.6 : Amélioration de la structure de la forêt naturelle
- SE4.3 : Maintien de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols
- SE4.4 : Amélioration de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols
- SE7.1 : Maintien de la qualité de l'air
- SE7.2 : Amélioration de la qualité de l'air

Indicateurs de résultats

- Superficie du couvert forestier naturel résultant du reboisement
- Diversité de la structure forestière
- Structure de l'écosystème forestier
- Structure verticale et/ou horizontale de la forêt
- Indice de surface foliaire (ISF)

Description

Le LiDAR utilise un laser qui mesure les distances et permet de créer une image en 3D des objets scannés. Le scanner laser est souvent monté sur un avion ou un drone pour les données LiDAR aériennes, mais parfois sur un véhicule ou un trépied pour les données terrestres et certains satellites sont équipés d'un scanner laser.

Les données LiDAR ont de multiples applications, notamment la structure des forêts et l'indice de surface foliaire. Compte tenu de son haut niveau de précision (5-15 cm), il n'est pas nécessaire de procéder à une vérification au sol.

Le WWF a élaboré des lignes directrices sur le LiDAR pour l'écologie et la conservation (Melin et al., 2017). Ces lignes directrices expliquent comment fonctionne le LiDAR, quelles sont ses applications dans les forêts et où accéder aux données LiDAR existantes.

Contextes appropriés

Toutes les forêts du monde, à l'exception des forêts tropicales denses que le LiDAR ne peut pas pénétrer.

Avantages

- Précis.

Inconvénients

- Coûteux.
- Requiert une expertise ou un intérêt de haut élevé.

Accès

Guidelines on LiDAR for ecology and conservation (Melin et al., 2017) :
https://www.wwf.org.uk/project/conservationtechnology/lidar.

Source en ligne expliquant ce qu'est le LiDAR et comment il peut être utilisé dans un contexte forestier :
https://www.neonscience.org/resources/learning-hub/tutorials/lidar-basics

SE1-C ÉVALUATION DE LA SUPERFICIE DES PAYSAGES FORESTIERS INTACTS

Impacts

SE1.2 : Maintien des paysages forestiers intacts

Indicateurs de résultats

- Superficie de paysages forestiers intacts

Description

Global Forest Watch propose une carte interactive en ligne qui permet aux utilisateurs d'explorer et d'analyser les données sur l'évolution du couvert forestier à l'échelle mondiale, nationale ou juridictionnelle. Global Forest Watch intègre des données sur les paysages forestiers intacts (PFI). L'ensemble de données IFL identifie des zones ininterrompues d'écosystèmes forestiers naturels, ne présentant aucun signe d'activité humaine significative et suffisamment grande pour que toute la diversité biologique indigène, y compris des populations viables d'espèces à large répartition, puisse être maintenue.

Pour cartographier des PFI, des paysages non fragmentés d'une superficie de 50 000 ha, au moins, et d'une largeur minimale de 10 kilomètres ont été cartographiés à partir d'images satellite Landsat pour l'année 2000. La carte mondiale des PFI a été créée par des experts grâce à l'interprétation visuelle des images Landsat. Par la suite, des réévaluations des zones à PFI ont été effectuées en 2013[1], 2016 et en 2020. Par conséquent, les zones à PFI, ainsi que leurs réductions sont indiquées sur la carte de Global Forest Watch.

La carte des PFI de l'année 2016 peut être utilisée comme référence (l'annexe B requiert l'étendue des PFI pour le 1er janvier 2017), de sorte que pour la comparaison, vous rechercherez toute « réduction de la superficie 2016-2020 » dans votre UG.

Contextes appropriés

Toutes les forêts du monde entier qui comprennent ou font partie des PFI.

Avantages

- Moins coûteux.
- Convivial.

Inconvénients

- Débat sur le niveau de précision et l'intégrité sur le terrain.
- Une grande partie de la forêt peut être classée comme PFI.

Accès

Accédez à la carte interactive via https://globalforestwatch.org/map/ (onglet « Land Cover »).

Accédez aux ensembles de données directement via https://glad.umd.edu/dataset.

1 Potapov, P., M. C. Hansen, L. Laestadius, S. Turubanova, A. Yaroshenko, C. Thies, W. Smith, I. Zhuravleva, A. Komarova, S. Minnemeyer, and E. Esipova. 2017. « Les dernières frontières de la nature sauvage : suivi de la perte de paysages forestiers intacts de 2000 à 2013. Science Advances 3 : e1600821. (En anglais)

SE1-D CALCUL DE LA CONNECTIVITÉ DES HABITATS

Impacts

- SE1.3 : Maintien d'un réseau d'aires de conservation suffisant du point de vue écologique
- SE1.4 : Amélioration d'un réseau d'aires de conservation suffisant du point de vue environnemental
- SE1.7 : Maintien de la diversité des espèces
- SE1.8 : Amélioration de la diversité des espèces indigènes

Indicateurs de résultats

- Connectivité du réseau d'aires de conservation
- Connectivité des aires de conservation à l'extérieur de l'Unité de gestion
- Connectivité avec l'habitat naturel à l'extérieur du réseau d'aires de conservation
- Connectivité de l'habitat

Description

CONNECTIVITÉ DES HABITATS

Pour déterminer le niveau de connectivité des habitats, il faut examiner **les parcelles forestières qui fonctionnent comme des corridors ou des tremplins** dans le paysage. Un corridor relie deux unités forestières principales, l'une à l'autre (pont), ou se raccorde à la même unité forestière principale (boucle), tandis que les tremplins sont des îlots de forêt.

Ce processus comprend les étapes suivantes :

1. Calculer le nombre d'unités de connectivité (c'est-à-dire, le nombre de corridors et de tremplins) et la superficie de chaque unité de connectivité, ainsi que la superficie totale des unités de connectivité.
2. Ajouter une description qualitative de la force de chaque unité de connectivité, en précisant s'il s'agit d'un tremplin ou d'un corridor et de quel type (pont ou boucle).
3. Décrire l'importance des unités de connectivité, les deux parcelles forestières (centrales) qui sont connectées (et le potentiel de dispersion des espèces focales qu'elles affectent).
4. Démontrer que les unités de connectivité ne sont pas apparues à la suite d'une perte permanente de la zone forestière (centrale) (par exemple en calculant la fragmentation de l'habitat).

FRAGMENTATION DES HABITATS

Pour calculer le niveau de fragmentation des habitats, vous avez besoin d'une **carte sur la couverture terrestre de la forêt** qui soit suffisamment détaillée pour inclure les routes, **les villages et les autres structures de développement humain** (pépinière, parcs à grumes, etc.) à l'intérieur ou dans les environs directs de la forêt. Il peut s'agir de données de télédétection spatialement continues, telles que des images Landsat à haute résolution (voir SE1-A), combinées à une carte de l'unité de gestion décrivant les routes, les villages et les autres structures de développement humain. Si cette dernière n'est pas facilement disponible, un exercice de cartographie constituera une première étape. Un GPS permet de collecter des données de terrain, ensuite téléchargez-les dans un logiciel de système d'information géographique (SIG) pour créer une telle carte.

Toutes les forêts situées à moins de 100 mètres des structures de développement humain ou du couvert terrestre non forestier seront classées comme **« forêt de bordure »** ou lisières ; toutes les autres forêts seront classées comme **« forêt centrale ».** À l'aide d'un logiciel SIG, il est désormais possible de calculer la superficie totale des forêts centrales et des forêts de bordure. En outre, il est possible d'obtenir une vue d'ensemble du nombre total de parcelles de forêt centrale et de leur superficie (taille des parcelles).

Pour un calcul plus avancé, il est possible de déterminer l'indice de taille moyenne des parcelles forestières pondérées par la superficie (AWACFS - acronyme anglais). Cet indice est basé sur l'identification des parcelles de forêt centrales et tient compte de leur nombre et de leur taille. Plus la parcelle est grande, plus sa contribution au calcul est élevée. La formule de l'indice est la suivante :

$$AWACFS = \sqrt{[\sum(ci)^2 / \sum ci]}$$

où ci est la superficie de l'unité centrale i, i = 1 à n (n est le nombre total de parcelles de forêt centrale).

Contextes appropriés

Convient à tous les types de forêts. Plus facile pour les organisations qui disposent d'une expertise interne en matière de SIG et de cartographie.

Avantages

- Peut être utilisé par un non-expert ayant des compétences de base en SIG (et en cartographie).
- Nécessite peu de temps et d'investissement financier (en supposant qu'une carte de l'infrastructure forestière soit facilement disponible).

Inconvénients

- Nécessité de parcourir un document volumineux.

Accès

Estreguil and Mouton (2009) https://core.ac.uk/download/pdf/38615393.pdf

© FSC China / Feiyue Liu

SE1-E ADN ENVIRONNEMENTAL (ADNe)

Impacts

- SE1.7 : Maintien de la diversité des espèces
- SE1.8 : Amélioration de la diversité des espèces indigènes
- SE1.9 : Conservation de la biodiversité fonctionnelle
- SE1.10 : Restauration de la biodiversité fonctionnelle
- SE1.11 : Maintien d'habitats ou d'écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition
- SE1.12 : Amélioration des habitats ou des écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition
- SE6.3 : Maintien des populations ou espèces à valeurs culturelles
- SE6.4 : Amélioration des populations ou espèces à valeurs culturelles

Indicateurs de résultats

- Indices d'assemblage ou de composition des espèces indigènes (par exemple, indice de diversité de Shannon)
- Richesse spécifique des pollinisateurs indigènes
- Variété de groupes d'espèces fonctionnelles
- Diversité du microbiome du sol
- Présence des espèces indicatrices de la bonne qualité de l'habitat/écosystème
- Indicateurs de résultats du type « Espèces ou populations ayant une valeur culturelle ».

Description

L'ADN environnemental (ADNe) est l'ADN rejeté par un organisme dans l'environnement. La technique de séquençage de l'ADNe consiste **à prélever des échantillons dans l'environnement**, par exemple, de l'eau ou du sol, puis à **effectuer des analyses en laboratoire** pour extraire l'ADN et le comparer à une banque de données d'ADNe afin d'identifier les espèces présentes dans les échantillons.

Bruce et al. (2021) ont élaboré un guide pratique des méthodes basées sur l'ADN pour l'évaluation de la biodiversité pour les types d'échantillons suivants : ADN environnemental aquatique, invertébrés en vrac, diatomées benthiques périphériques et sols/sédiments. Ce guide comprend des considérations clés sur la manipulation de l'ADN environnemental sur le terrain (lors de la collecte des échantillons) et en laboratoire, ainsi que des orientations sur l'échantillonnage. Les organisations proposant des services d'analyse de l'ADN environnemental peuvent également fournir des instructions utiles sur la manière de collecter et de transporter les échantillons.

Contextes appropriés

Forêts pour lesquelles des données génétiques de référence sont disponibles pour les espèces cibles.

Avantages

- Méthode non invasive.
- Les espèces insaisissables ou cryptiques peuvent être plus faciles à détecter qu'avec les méthodes traditionnelles.
- Pas besoin d'experts dans le domaine, moins coûteux.

Inconvénients

- Pas de données solides sur l'abondance des espèces (seulement l'abondance relative), la répartition par âge ou par taille.
- Nombre limité d'espèces incluses dans les banques d'ADN environnemental en tant que données génétiques de référence.

Accès

Exemples d'organisations proposant des services d'analyse de l'ADN environnemental : NatureMetrics (R-U/ Canada), CD Genomics (É-U), SGS (laboratoire au Portugal)

Guide pratique sur les méthodes basées sur l'ADN dans le cadre de l'évaluation de biodiversité (Bruce et al., 2021) (en anglais) : https://ab.pensoft.net/article/68634/.

SE1-F TECHNIQUES DE RECENSEMENT DES ESPÈCES FAUNIQUES

Impacts

- SE1.7 : Maintien de la diversité des espèces
- SE1.8 : Amélioration de la diversité des espèces indigènes
- SE5.3 : Maintien/conservation des populations d'espèces ayant un intérêt pour le tourisme vert
- SE5.4 : Amélioration des populations d'espèces ayant un intérêt pour le tourisme vert
- SE6.3 : Maintien des populations ou espèces à valeurs culturelles
- SE6.4 : Amélioration des populations ou espèces à valeurs culturelles

Indicateurs de résultats

- Indices d'assemblage ou de composition des espèces indigènes (par exemple, indice de diversité de Shannon)
- Abondance des espèces sélectionnées (d'intérêt récréatif)
- Diversité d'espèces ou de populations culturelles, historiques ou emblématiques qui sont utilisées comme emblèmes ou signifiants culturels dans une certaine mesure
- Richesse des espèces considérées comme ayant une importance culturelle, sacrée ou spirituelle pour les populations, y compris pour les valeurs et le sentiment d'appartenance des peuples autochtones ou traditionnels

Description

Il existe différentes techniques de recensement de la faune qui dépendent du type d'espèce et de l'objectif spécifique de l'étude, entre autres considérations. Pour l'estimation des populations d'espèces dans les forêts certifiées FSC, les transects linéaires sont recommandés pour les mammifères et les comptages ponctuels (ou transects ponctuels) sont recommandés pour les oiseaux, car ils permettent de couvrir de plus grandes surfaces tout en utilisant efficacement le temps. Pour s'assurer que les techniques de recensement sont adaptées aux autres types d'animaux (reptiles, amphibiens, poissons, invertébrés), nous vous recommandons de contacter un expert pour connaître la technique d'échantillonnage la plus adaptée à votre contexte local.

Il est recommandé de diviser la zone forestière, à partir de 2 à 6 strates différentes en fonction de l'habitat, du climat, de l'altitude, de l'utilisation des terres, de l'abondance des espèces, de l'accessibilité des sites d'étude, des limites administratives ou géopolitiques, etc. (Sutherland et al., 2004).

Les aspects généraux à prendre en compte dans les **recensements fauniques** sont :

- la saison et l'heure de la journée (à quel moment une espèce particulière est active ?),
- la taille des parcelles de recensement/longueur du transect (par exemple, ligne de transect de 1 km),
- le protocole général de comptage, et
- les unités d'enregistrement (identifiées par la vue, l'ouïe ou autre).

Dans le cas des **transects linéaires**, il est important de tenir compte des éléments suivants :

- la vitesse de marche recommandée (par exemple, 1 km/h)
- l'estimation des distances perpendiculaires.

Pour le **décompte des points,** il est important d'utiliser :

- le temps de stabilisation d'une minute après avoir atteint le point de comptage,
- les périodes de comptage de 5 ou 10 minutes,
- deux ou trois bandes de distance estimée (0-30 m et plus de 30 m ; ou 0-30 m, 30-100 m et plus de 100 m), et
- un minimum de 200 m entre deux stations de comptage.

Nous vous recommandons de faire appel à un expert, au moins, (par exemple, en provenance d'une université ou d'un institut de recherche proche, ou un consultant) pour la conception de la collecte des données et l'analyse des données, ainsi qu'à un expert local pour l'identification des espèces.

Contextes appropriés

Convient à tous les types de forêts peuplées de faune.

Avantages

- Mesure directe des populations d'espèces.

Inconvénients

- Nécessité d'impliquer un ou plusieurs expert(s).
- Requiert beaucoup de temps.
- Coûteux.

Accès

Basé sur :

Sutherland, W.J. (2000) *The Conservation Handbook – Research, Management and Policy. Blackwell Science, Oxford, 296 pp.*

Sutherland, W.J., Newton, I., and Green, R.E. (2004) *Bird Ecology and Conservation – A Handbook of Techniques. Oxford Biology, Oxford.*

© FSC / M&A Creative Agency

SE1-G INVENTAIRES À L'AIDE DES PIÈGES PHOTOGRAPHIQUES

© FSC / Emilio White

Impacts

- SE1.6 : Conservation de la diversité des espèces
- SE1.7 : Restauration de la diversité des espèces
- SE5.3 : Maintien/conservation des populations d'espèces ayant un intérêt pour le tourisme vert
- SE5.4 : Restauration ou augmentation des populations d'espèces ayant un intérêt particulier pour le tourisme vert
- SE6.3 : Maintien des populations ou espèces à valeurs culturelles
- SE6.4 : Amélioration des populations ou espèces à valeurs culturelles

Indicateurs de résultats

- Abondance des espèces sélectionnées (d'intérêt récréatif)
- Indicateurs de résultats du type « Espèces ou populations ayant une valeur culturelle »

Description

Un piège photographique est un appareil photo qui déclenche une prise de vue lorsqu'il est déclenché par un animal qui entre dans le champ de vision de l'appareil (par exemple, à l'aide d'un capteur infrarouge passif qui détecte le rayonnement infrarouge d'un animal à sang chaud). Il fonctionne le mieux pour les mammifères de taille moyenne à grande, mais aussi pour les petits mammifères (>100 g) et les oiseaux, et dans une certaine mesure pour les reptiles. Les pièges photographiques fournissent des données sur la localisation des espèces, la taille des populations, la diversité des espèces et la manière dont les espèces interagissent. Ils sont particulièrement **efficaces pour suivre l'abondance des espèces**.

Le WWF-R-U a créé un manuel pour le piège photographique. Il convient de relever que ce manuel a été publié en 2017, et surtout que le développement de l'intelligence artificielle et des logiciels de traitement des données a progressé depuis ce temps. Deux autres manuels de piège photographique sont ajoutés ci-dessous.

Contextes appropriés

Forêts avec biodiversité faunistique.

Avantages

- Peu ou pas de perturbations pour la faune.
- Efficace pour les espèces nocturnes.
- Obtenir des images de la faune et de la flore qui peuvent être utilisées dans le cadre d'une concertation avec des éventuels partenaires financiers et/ou d'autres parties prenantes.

Inconvénients

- Le traitement et l'analyse des données sont exigeants en temps (et sont coûteux) s'ils ne sont pas partiellement automatisés (bien que le recours à la science citoyenne puisse être utile).
- Coûteux (équipement photographique).
- Interférence par l'homme ou la faune.
- Risque de dysfonctionnement dans des environnements extrêmes (par exemple, fortes précipitations, humidité).

Accès

Accédez au manuel du WWF sur le piège photographique : https://www.wwf.org.uk/project/conservationtechnology/camera-trap.

Autre manuel sur le piège photographique 1

Autre manuel sur le piège photographique 2

SE1-H SUIVI ACOUSTIQUE

Impacts

- SE1.6 : Conservation de la diversité des espèces
- SE1.7 : Restauration de la diversité des espèces
- SE1.11 : Maintien d'habitats ou d'écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition
- SE1.12 : Amélioration des habitats ou des écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition
- SE5.3 : Maintien/conservation des populations d'espèces ayant un intérêt pour le tourisme vert
- SE5.4 : Restauration ou augmentation des populations d'espèces ayant un intérêt particulier pour le tourisme vert
- SE6.3 : Maintien des populations ou espèces à valeurs culturelles
- SE6.4 : Amélioration des populations ou espèces à valeurs culturelles

Indicateurs de résultats

- Abondance des espèces sélectionnées (d'intérêt récréatif)
- Présence des espèces indicatrices de la bonne qualité de l'habitat/écosystème
- Indicateurs de résultats du type « Espèces ou populations ayant une valeur culturelle »

Description

Les animaux utilisent les sons pour la communication, l'écholocation, la parade sexuelle et la défense de leur territoire. Lors du suivi (bio-)acoustique, ces sons sont enregistrés, afin d'estimer la distribution, l'état physiologique, l'abondance et le comportement de la faune. Selon l'espèce, les sons peuvent se situer dans le spectre audible (oiseaux, singes, grenouilles), les ultrasons (chauves-souris) ou les infrasons (grondements d'éléphants).

Outre, la collecte de données sur **une espèce vocale intéressante** et sur l'utilisation de son habitat, le suivi acoustique est également utilisé pour **surveiller les activités illégales**, telles que la chasse illégale (coups de feu) et l'exploitation forestière illégale (bruit des tronçonneuses).

Le WWF-R-U a créé un manuel sur le suivi acoustique et le traitement des données. Il convient de relever que ce manuel a été publié en 2017, et surtout que le développement de l'intelligence artificielle et des logiciels de traitement des données a progressé depuis ce temps.

Contextes appropriés

Forêts dont la biodiversité faunistique produit des sons, sans que l'environnement soit très bruyant (par exemple, si vous cherchez des oiseaux mais que les singes ne cessent d'appeler et que vous n'entendez pas les oiseaux).

Avantages

- Non invasif ; peu ou pas de perturbations pour la faune et la flore.
- Obtenir des enregistrements audio de la faune et de la flore sauvages qui peuvent être utilisés dans le cadre d'une concertation éventuels partenaires financiers et/ou d'autres parties prenantes.

Inconvénients

- Nécessité de la participation d'experts pour la reconnaissance des vocalisations de la faune.
- Le traitement et l'analyse des données prennent beaucoup de temps (et sont coûteux) s'ils ne sont pas (partiellement) automatisés.

Accès

Accédez au manuel du WWF sur le suivi acoustique :
https://www.wwf.org.uk/project/conservationtechnology/acoustic-monitoring

SE1-I MÉTHODE DE POLLINISATION TESSA 5 : TAUX DE VISITE DES FLEURS COMME INDICATEUR

© FSC / Milan Reška

Impacts

- SE1.9 : Conservation de la biodiversité fonctionnelle
- SE1.10 : Restauration de la biodiversité fonctionnelle

Indicateurs de résultats

- Taux de pollinisation

Description

Les animaux pollinisateurs communs qui vivent dans les forêts sont les abeilles, les papillons, les papillons de nuit, les coléoptères, les chauves-souris, les mouches et les guêpes. La plupart sont actifs le jour, certains la nuit (papillons de nuit, chauves-souris). Résumé des étapes pour enregistrer le taux de visite des fleurs :

1. Identifiez les plantes à pollinisation animale à l'intérieur et à moins d'un kilomètre de l'UG (voir TESSA p.388 pour savoir comment distinguer les fleurs pollinisées par le vent des fleurs pollinisées par les animaux), et cartographiez leur emplacement.
2. Pour chaque plante pollinisée par un animal, délimitez 3 zones à partir de l'UG : proche (par ex. <150m), moyenne (par ex. 150-500m), éloignée (par ex. 500m-1km).
3. Pendant la saison de floraison, établissez, au moins, trois parcelles d'échantillonnage dans chacune des trois zones, en veillant à ce que chaque parcelle comprenne un nombre spécifique de fleurs pouvant être observées en même temps.
4. Dans chaque parcelle d'échantillonnage, comptez le nombre de visites de fleurs par un pollinisateur pendant 15 minutes et notez-le sur une feuille d'enregistrement des données de terrain (voir p.386 pour un modèle de feuille de données sur la fréquence des visites des pollinisateurs). Vous pouvez également spécifier le type de pollinisateur, voir le guide d'identification des pollinisateurs (p.390).
5. Pour chaque parcelle, notez le nombre total de fleurs observées. Divisez le nombre total de visites par le nombre total de fleurs observées, afin d'obtenir un taux moyen de visites de fleurs par 15 minutes. Divisez par 15 pour obtenir le taux moyen de visites de fleurs par minute.
6. Pour chacune des trois zones, calculez la fréquence moyenne de visite des fleurs et la distance moyenne par rapport à l'UG.
7. Vous pouvez vous arrêter à l'étape 7, il n'est pas nécessaire de calculer la valeur économique des services de pollinisation (sauf si vous le souhaitez).

Assurez-vous que les conditions météorologiques sont favorables au butinage des pollinisateurs (température de 13° C ou plus, peu ou pas de vent, sec), voir le protocole d'observation sur le terrain (p.384). Enfin, veillez à ce que les conditions météorologiques soient similaires lorsque vous comparez la valeur passée et la valeur présente.

Contextes appropriés

Forêts où les animaux pollinisent les produits sauvages cultivés et récoltés dans l'UG ou dans un rayon d'un kilomètre autour de l'UG.

Avantages

- Relativement facile.

Inconvénients

- Les conditions météorologiques jouent un rôle important ; elles doivent être favorables aux pollinisateurs, tant pour la valeur actuelle que pour la valeur de référence.

Accès

Accédez à la méthode de pollinisation 5 de TESSA (p.369) : https://www.birdlife.org/tessa-tools/

SE1-J INDICE DE BIODIVERSITÉ POTENTIELLE

Impacts

- SE1.1 : Amélioration du couvert forestier naturel
- SE1.5 : Maintien de la structure de la forêt naturelle
- SE1.6 : Amélioration de la structure de la forêt naturelle
- SE1.9 : Conservation de la biodiversité fonctionnelle
- SE1.10 : Restauration de la biodiversité fonctionnelle
- SE3.3 : Maintien de la régulation du volume d'eau
- SE3.4 : Amélioration de la régulation du volume d'eau

Indicateurs de résultats

- Densité du peuplement forestier
- Structure verticale et/ou horizontale de la forêt
- Quantité de bois mort au sol et sur pied et/ou autres micro-habitats naturels importants

Description

L'indice de biodiversité potentielle est basé sur **une évaluation rapide de dix caractéristiques** (ou facteurs) qui influencent la capacité des peuplements forestiers à accueillir des espèces animales, végétales et fongiques : diversité des essences indigènes (facteur A), structure verticale de la végétation (B), densité des grands bois morts sur pied et couchés (C et D), densité des très grands arbres vivants (E), densité des arbres vivants porteurs de microhabitats (F), présence de zones ouvertes riches en fleurs (G), continuité de la forêt dans le temps (H), diversité des habitats aquatiques (I), et diversité des habitats rocheux (J).

Mesuré au niveau du peuplement ou du type de peuplement, chaque facteur se voit attribuer une note comprise entre 0 et 5 en comparant les observations de terrain à une échelle de seuils, reflétant des conditions défavorables (note = 0) à favorables (note = 5) pour la biodiversité.

Contextes appropriés

Développé pour les forêts européennes ayant une supérficie supérieure à 0,5 ha. Des adaptations nationales/régionales et des formulaires de terrain sont disponibles pour :

- la France (français)
- l'Italie (italien)
- l'Espagne (espagnol)
- la Catalogne (catalan)
- l'Europe tempérée et bassin méditerranéen (anglais, français).

Avantages

- Protocole détaillé de recensement sur le terrain pour une variété de contextes forestiers.
- Peut être utilisé par les forestiers professionnels et, après une formation, par les non-professionnels également.

Inconvénients

- Limité géographiquement.

Accès

La documentation de l'IBP peut être téléchargée à l'adresse suivante : https://www.cnpf.fr/nos-actions-nos-outils/outils-et-techniques/ibp-indice-de-biodiversite-potentielle

SE1-K OUTIL D'ÉVALUATION DE L'INTÉGRITÉ FORESTIÈRE

Impacts

- SE1.1 : Amélioration du couvert forestier naturel
- SE1.5 : Maintien de la structure de la forêt naturelle
- SE1.6 : Amélioration de la structure de la forêt naturelle
- SE1.7 : Maintien de la diversité des espèces
- SE1.8 : Amélioration de la diversité des espèces indigènes
- SE1.9 : Maintien de la biodiversité fonctionnelle
- SE1.10 : Amélioration de la biodiversité fonctionnelle
- SE1.11 : Maintien d'habitats ou d'écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition
- SE1.12 : Amélioration des habitats ou des écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition
- SE5.3 : Maintien/conservation des populations d'espèces ayant un intérêt pour le tourisme vert
- SE5.4 : Amélioration des populations d'espèces ayant un intérêt pour le tourisme vert

Indicateurs de résultats

- Diversité de la structure forestière
- Structure de l'écosystème forestier
- Structure verticale et/ou horizontale de la forêt
- Quantité de bois mort au sol et sur pied et/ou autres micro-habitats naturels importants
- Adéquation de l'habitat (pour la biodiversité fonctionnelle/les espèces sélectionnées)
- Preuve de l'utilisation de perchoirs et d'abris par des espèces fonctionnelles
- Niveau de perturbation

Description

L'outil d'évaluation de l'intégrité forestière (Forest Integrity Assessment - FIA) est une liste de contrôle simple et conviviale développée par HVC Resource Network, avec le soutien du WWF. Les évaluations se concentrent sur **les habitats en tant qu'indicateurs indirects de la biodiversité** plutôt que sur les espèces, en utilisant comme référence les types de forêts naturelles peu affectées par les activités humaines à grande échelle.

Des formulaires de terrain adaptés à la région et comportant des séries de questions à réponse positive ou négative guident et normalisent les évaluations, qui aboutissent à une valeur numérique de l'intégrité de la forêt. Les questions sont formulées de manière à aborder les éléments et les caractéristiques de la forêt, tels qu'ils se présentent dans une zone d'évaluation relativement limitée, généralement des parcelles de 0,25 à 1 hectare (la taille réelle dépend de la visibilité dans la forêt en question). La stratégie d'échantillonnage proposée est basée sur la stratification de la forêt et la sélection ultérieure de parcelles le long des lignes de transect

Les formulaires de terrain divisent les questions de notation en quatre parties :

1. la structure et la composition (taille des arbres, régénération, arbres importants pour la biodiversité, débris ligneux grossiers, feu, autres éléments) ;
2. les impacts et les menaces (arbres commerciaux, visibilité, espèces invasives, chasse illégale/braconnage, exploitation forestière, défrichement de la forêt par l'Homme, accessibilité) ;
3. les habitats emblématiques ;
4. les espèces emblématiques (endémiques de la région, rares, menacées ou en voie de disparition, ou récoltées à des fins traditionnelles ou médicinales).

Le manuel FIA contient également une partie sur l'évaluation des résultats et le calcul des notes, y compris la présentation des tendances dans le temps. L'analyse des données peut être effectuée à l'aide de Microsoft Excel.

Des résultats raisonnablement cohérents sont obtenus après une formation de base. Les petits exploitants peuvent apprendre à évaluer et à surveiller leurs parcelles forestières au cours d'une journée de formation sur le terrain. Deux jours peuvent être nécessaires pour former des personnes à l'échantillonnage et au suivi cohérents de forêts plus importantes.

Contextes appropriés

L'approche est applicable, à la fois, aux grandes forêts et aux parcelles de forêts résiduelles, dispersées dans les paysages agricoles et forestiers.

Le manuel FIA est disponible en anglais, français, espagnol, portugais et indonésien.

L'adaptation régionale ou nationale vise à modifier davantage un modèle générique ou à adapter une version existante pour l'utiliser dans une autre région ou un autre pays présentant des types de forêts semblables.

Des adaptations régionales/nationales (formulaires de terrain) sont disponibles pour :

- Chili (forêt tempérée humide de Valdivia - en anglais)
- Région du Grand Mékong (forêts à feuilles persistantes, forêts sèches et à feuilles caduques)
- Panama (forêt tropicale humide dans la région de Darién)
- Scandinavie (générique)

Avantages

- Peut être utilisé par des non-experts après une formation de base.
- La collecte et l'analyse des données sont relativement faciles.

Inconvénients

- Pas de données précises sur la population, en raison du caractère présent/absent de la méthodologie.

Accès

Manuel : https://www.hcvnetwork.org/library/forest-integrity-assessment-tool-fiat-manual

Formulaires de terrain :

- Chili : Forêt tempérée humide de Valdivia (espagnol)
- Région du Grand Mékong : forêt sèche et forêt décidueuse (anglais, indonésien)
- Région du Grand Mékong : forêt sempervirente (anglais, indonésien)
- Panama : forêt tropicale humide dans la région de Darién (anglais, espagnol)
- Scandinavie : générique (anglais, suédois)

SE1-L INDICE D'INTÉGRITÉ FORESTIÈRE

Impacts

- SE1.7 : Maintien de la diversité des espèces
- SE1.8 : Amélioration de la diversité des espèces indigènes
- SE1.11 : Maintien d'habitats ou d'écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition
- SE1.12 : Amélioration des habitats ou des écosystèmes rares, endémiques, menacés ou en voie de disparition
- SE3.3 : Maintien de la régulation du volume d'eau
- SE3.4 : Amélioration de la régulation du volume d'eau
- SE4.1 : Maintien de l'état du sol
- SE4.2 : Amélioration de l'état des sols

Indicateurs de résultats

- Indices d'assemblage ou de composition des espèces (arbres)
- Adéquation de l'habitat
- Proportion de zones forestières intactes
- Proportion/pourcentage de forêts/habitats dégradés par rapport à la superficie forestière totale
- Pourcentage du couvert forestier intact (dans le bassin versant) dans un état non perturbé

Description

L'indice d'intégrité forestière (IIF) est un indice quantitatif simple qui indique le stock de carbone en surface et le degré d'intégrité ou de dégradation d'un peuplement donné, en termes de similarité ou de dissimilarité avec la forêt la plus vierge d'une unité de gestion donnée. La méthodologie est basée sur le principe écologique selon lequel l'exploitation forestière influence directement les assemblages d'espèces d'arbres (genre). Combiné à l'analyse de la télédétection, l'IIF peut être extrapolé à l'ensemble du paysage de l'unité de gestion en tant que carte de « l'intégrité » de la forêt.

La méthodologie de l'IIF est appelée Biodiversity Observation for Land and Ecosystem Health - BOLEH (Observation de la biodiversité pour la santé des terres et des écosystèmes), développée par le laboratoire d'écologie forestière de l'université de Kyoto. La méthode inclut le **travail de terrain, l'analyse et l'extrapolation spatiale.** Au total, 50 parcelles circulaires (d'un rayon de 20 m chacune) sont placées sur l'ensemble d'une unité de gestion selon un plan aléatoire stratifié. Les genres d'arbres (pas nécessairement les espèces) sont identifiés et les diamètres à hauteur de poitrine (DHP) sont mesurés pour tous les arbres de DHP > 10 cm. Une analyse arithmétique est appliquée aux données obtenues pour calculer l'IIF de chaque parcelle. Ensuite, les IIF en dehors des 50 parcelles sont estimés à l'aide de l'imagerie satellite Landsat et d'une technique d'extrapolation spéciale. Il est ainsi possible de représenter les IIF de l'ensemble de la zone d'une unité de gestion, où l'intégrité de la forêt est exprimée sous forme de notes nMDS (échelle multidimensionnelle non métrique) de l'axe 1.

L'utilisation de cette méthodologie a montré qu'une équipe de cinq personnes peut généralement terminer tout le travail sur le terrain en un mois, sans l'aide d'un expert. L'application répétée de cette méthode à la même unité de gestion à un intervalle de temps prolongé (par exemple cinq ans) permet d'évaluer les changements spatio-temporels de l'état d'intégrité ou de dégradation forestière due à la gestion forestière.

L'un des avantages de cette méthode est que les forestiers responsables peuvent vérifier quantitativement l'amélioration de la biodiversité, en tant qu'augmentation des valeurs moyennes de l'IIF dans leurs unités de gestion. En outre, il est possible de dériver le stock de carbone à partir du même ensemble de données grâce à une analyse supplémentaire. Cette méthode peut être utilisée pour évaluer l'ensemble des services liés à la biodiversité et au stock de carbone.

Le manuel de l'IIF comporte des sections consacrées à l'échantillonnage adéquat sur le terrain, aux analyses numériques et aux analyses par télédétection.

Contextes appropriés

La méthodologie IIF (BOLEH) a été développée principalement pour les forêts de production de diptérocarpes des basses terres de Bornéo, en Asie du Sud-Est, mais pas pour les forêts de plantation. L'auteur principal indique qu'elle peut s'appliquer à toutes les forêts naturelles de production dans toutes les zones climatiques, où l'exploitation forestière est le principal facteur de conversion de la composition des espèces d'arbres.

Avantages

- Les données relatives au genre peuvent donner la même précision que les données relatives à l'espèce, ce qui évite d'avoir recours à une expertise taxonomique.
- Des comparaisons statistiques entre des unités de gestion et à l'intérieur de celles-ci sont possibles et peuvent démontrer l'amélioration de la biodiversité.

Inconvénients

- L'extrapolation nécessite des techniques de télédétection et de l'expertise.
- Il convient mieux aux terrains plats ou vallonnés, mais pas aux montagnes.
- Cette méthodologie implique un travail de terrain qui nécessite un investissement en temps.

Accès

Manuel de 2017 : http://www.rfecol.kais.kyoto-u.ac.jp/index%20(ratah%20index).html en cas de problèmes, contactez FSC International via ecosystemservices@fsc.org

Manuel mis à jour en 2024 : pas encore disponible en ligne, contactez FSC International via ecosystemservices@fsc.org

Document scientifique de référence : Kitayama K., Fujiki S., Aoyagi R., Imai N., Sugau J., Titin J., Nilus R., Lagan P., Sawada Y., Ong R., Kugan F., Mannan S. (2018) Biodiversity observation for land and ecosystem health (BOLEH) (en anglais) : A robust method to evaluate the management impacts on the bundle of carbon and biodiversity ecosystem services in tropical production forests (Une méthode robuste pour évaluer les impacts de la gestion sur les services écosystémiques liés au carbone et à la biodiversité dans les forêts tropicales de production). Sustainability, sustainability-343711; doi:10.3390/su10114224.

MÉTHODOLOGIES APPLICABLES À LA SÉQUESTRATION ET AU STOCKAGE DU CARBONE (SE2)

Impact SE		
Type d'indicateur de résultat	**Exemple d'indicateur de résultat**	**Méthodologies proposées**
SE2.1	**Maintien des stocks de carbone forestier par la protection ou la conservation des forêts**	SE2-A Outil de suivi du carbone du FSC ✓ SE2-B Suivi participatif du carbone ✓ SE2-C Méthodologies du Verified Carbon Standard (VCS) de Verra SE2-F Télédétection optique applicable au carbone
Stocks de carbone forestier	Stocks de carbone dans la zone du projet SE	
SE2.2	**Maintien des stocks de carbone forestier grâce à une gestion responsable des forêts**	SE2-A Outil de suivi du carbone du FSC ✓ SE2- B B Suivi participatif du carbone ✓ SE2-F Télédétection optique applicable au carbone
Stocks de carbone forestier	Stocks de carbone dans l'ensemble de l'unité de gestion	
SE2.3	**Augmentation des stocks de carbone forestier par l'afforestation, le reboisement et la restauration**	SE2-A Outil de suivi du carbone du FSC ✓ SE2-B Suivi participatif du carbone ✓ SE2-C Méthodologies applicables au Verified Carbon Standard (VCS) de Verra SE2-D Méthodologie applicable à l'afforestation et au reboisement du Gold Standard SE2-E Méthodologies applicable à la norme carbone de Plan-Vivo ✓ SE2-F Télédétection optique applicable au carbone
Stocks de carbone forestier	Stocks de carbone dans la zone du projet SE	
SE2.4	**Amélioration de l'élimination du carbone forestier grâce à une gestion responsable des forêts**	SE2-C Méthodologies du Verified Carbon Standard (VCS) de Verra SE2-D Méthodologie applicable à l'afforestation et au reboisement du Gold Standard SE2-E Méthodologies de la norme carbone de Plan-Vivo ✓ SE2-F Télédétection optique applicable au carbone
Stocks de carbone forestier	Stocks de carbone dans la zone du projet SE	
Émissions de GES	Émissions de GES liées aux opérations forestières dans la zone du projet SE	
SE2.5	**Renforcement des avantages climatiques de la forêt grâce à l'augmentation du stock de carbone ou à la réduction des émissions de gaz à effet de serre**	SE2-C Méthodologies applicables Verified Carbon Standard (VCS) de Verra SE2-D Méthodologie applicable à l'afforestation et au reboisement du Gold Standard SE2-E Méthodologies de la norme carbone de Plan-Vivo ✓ SE2-F Télédétection optique applicable au carbone
Stocks de carbone forestier	Stocks de carbone dans la zone du projet SE	
Émissions de GES	Émissions de GSE liées aux opérations forestières dans la zone du projet SE	

SE2-A OUTIL DE SUIVI DU CARBONE DU FSC

Impacts

- SE2.1 : Maintien des stocks de carbone forestier par la protection ou la conservation des forêts
- SE2.2 : Maintien des stocks de carbone forestier grâce à une gestion responsable des forêts
- SE2.3 : Augmentation des stocks de carbone forestier par l'afforestation, le reboisement et la restauration

Indicateurs de résultats

- Stocks de carbone dans la zone du projet SE
- Stocks de carbone forestier estimés dans l'ensemble de l'Unité de gestion
- Émissions de GES liées aux opérations forestières (dans la zone du projet SE)

Description

L'Outil de suivi du carbone de FSC a été développé pour évaluer, suivre et (si souhaité) simuler les stocks de carbone, les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre provenant des opérations forestières. Il se compose d'un classeur Microsoft Excel et d'un manuel d'utilisation.

Le classeur Excel comprend les éléments suivants :

1. Informations générales
2. Outil de suivi
3. Outil de simulation

Le pool de carbone standard visé dans l'évaluation est la densité de carbone des arbres (biomasse aérienne et biomasse souterraine). Il appartient à l'utilisateur de décider d'inclure ou non les éléments suivants dans l'évaluation :

- le carbone provenant des arbustes (valeur par défaut du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [GIEC])
- le carbone provenant du bois mort (valeur par défaut du GIEC)
- le carbone provenant de la litière (valeur par défaut du GIEC)
- le carbone stocké dans les produits du bois
- les émissions de gaz à effet de serre provenant des carburants et des engrais
- la simulation.

L'outil vous permet d'utiliser vos propres données ou les valeurs par défaut fournies par le GIEC. Pour démontrer l'impact positif de la gestion forestière sur les stocks de carbone, nous vous recommandons d'inclure trois réservoirs de carbone supplémentaires (arbustes, bois mort, litière). Il n'est pas nécessaire d'inclure le carbone stocké dans les produits de bois récoltés, les émissions de gaz à effet de serre provenant des combustibles et des engrais, ou une simulation dans le futur.

Les résultats montrent la densité de carbone par hectare pour chaque réservoir de carbone, le carbone stocké dans les produits de bois récoltés, le stock total de carbone forestier, les émissions par élément et le bilan carbone total. Dans un tableau séparé (ou une partie), la variation du stock de carbone est indiquée entre deux années sélectionnées.

Contextes appropriés

Conçu pour fonctionner avec Microsoft Excel 2010.

Convient aux écosystèmes des forêts tropicales, tempérées et boréales.

Fonctionne mieux si des données d'inventaire forestier sont disponibles.

Avantages

- Développé spécifiquement pour le FSC, il s'adapte donc parfaitement.
- Facile - peut être utilisé par un non-expert.
- Les valeurs par défaut du GIEC peuvent être utilisées en l'absence de données.

Inconvénients

- Dans une forêt riche en biodiversité, il faudra saisir de nombreuses données, ce qui peut prendre beaucoup de temps.
- La matière organique du sol n'est pas incluse dans le calcul.
- La fiabilité réduite avec des données moins détaillées (c'est-à-dire plus d'utilisation de valeurs par défaut prédéfinies).

Accès

Accédez à l'outil Excel et au manuel (en anglais) via : https://fsc.org/en/ecosystem-services-for-forest-managers

© FSC/ Jonathan Perugia

SE2-B SUIVI PARTICIPATIF DU CARBONE

Impacts

- SE2.1 : Maintien des stocks de carbone forestier par la protection ou la conservation des forêts
- SE2.2 : Maintien des stocks de carbone forestier grâce à une gestion responsable des forêts
- SE2.3 : Augmentation des stocks de carbone forestier par l'afforestation, le reboisement et la restauration

Indicateurs de résultats

- Stocks de carbone dans la zone du projet SE
- Stocks de carbone forestier estimés dans l'ensemble de l'Unité de gestion

Description

Ce guide présente deux méthodologies de suivi participatif du carbone : celle développée par SNV pour le Vietnam et celle développée par le Réseau asiatique pour l'agriculture durable et les bio-ressources pour le Népal.

La méthode SNV Participatory Carbon Monitoring est une série de trois manuels : un manuel destiné aux populations locales, un manuel destiné au personnel technique local et un manuel de référence pour le terrain.

Le **Manuel destiné aux populations locales** (Bao Huy et al., 2013a) (en anglais) porte sur la mesure des changements dans la zone forestière et l'état de la forêt, ainsi que sur la mesure des réservoirs de carbone aérien et d'autres attributs dans les parcelles d'échantillonnage. Les arbres dont le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) est égal ou supérieur à 6 cm sont mesurés, les arbres de régénération sont comptés lorsqu'ils ont un DHP inférieur à 6 cm et une hauteur d'au moins 1,3 m, et les bambous (âge et DHP moyen) peuvent être inclus dans la collecte de données. Ce manuel décrit, en outre, le matériel nécessaire à l'exercice de surveillance, comment utiliser un GPS, comment établir des placettes d'échantillonnage permanentes circulaires, emboîtées, et comment mesurer le DHP. Enfin, il comprend diverses fiches de données.

Le **Manuel destiné aux personnel technique local** (Bao Huy et al., 2013b) (en anglais) est le plus complet des trois. Outre, les informations fournies dans le Manuel destiné aux populations locales, il inclut des activités préparatoires à la collecte de données, telles que la cartographie, la stratification et l'état de la forêt, la détermination du nombre de parcelles d'échantillonnage, la distribution aléatoire des parcelles d'échantillonnage par strate sur une carte, et leur saisie dans un GPS. En outre, il couvre les activités qui se déroulent après la collecte des données sur le terrain, notamment le contrôle de la qualité, la synthèse des données et l'analyse.

Le **Manuel de référence de terrain** (Bao Huy et al., 2013c) (en anglais) est conçu pour être utilisé comme un guide de référence rapide lors du suivi des changements de superficie et d'état des forêts, de la détermination de la position d'une placette d'échantillonnage, de la mise en place d'une placette d'échantillonnage permanente, ainsi que de la mesure de la biomasse et du carbone forestiers dans une placette d'échantillonnage.

Le réseau Asian Network for Sustainable Agriculture and Bioresources (Réseau asiatique pour l'agriculture durable et les bioressources) et un certain nombre d'autres organisations ont élaboré des lignes directrices applicables au contexte népalais, afin de mesurer les stocks de carbone dans les forêts gérées par les communautés (Subedi et al., 2010). Cette méthode couvre plusieurs réservoirs de carbone (biomasse aérienne, biomasse souterraine, bois mort, litière et matière organique du sol), de sorte que les lignes directrices sont plus longues et plus complexes que les manuels de la SNV.

Contextes appropriés

Les manuels de la SNV sont rédigés pour le Vietnam, mais les auteurs indiquent que les groupes cibles de ce manuel sont les institutions, les organisations et les individus responsables de la gestion forestière qui sont, également, des facilitateurs de la mise en œuvre du programme REDD+, ce qui implique qu'il peut être appliqué à plus grande échelle.

Avantages

- Des manuels simples et conviviaux.

Inconvénients

- Seule la biomasse aérienne est incluse dans le manuel SNV.

Accès

Bao Huy et al. (2013a) disponible à l'adresse : https://www.researchgate.net/publication/323144419_Participatory_Carbon_Monitoring_Manual_for_Local_People

Bao Huy et al. (2013b) disponible à l'adresse : https://www.researchgate.net/publication/317380319_Participatory_Carbon_Monitoring_Manual_for_Local_Technical_Staff

Bao Huy et al. (2013c) disponible à l'adresse : https://www.researchgate.net/publication/332187277_Participatory_Carbon_Monitoring_Manual_for_Field_Reference

Subedi et al. (2010) disponible à l'adresse : https://ansab.org.np/publication/guidelines-for-measuring-carbon-stocks-in-community-managed-forests/

© FSC / Ivan Castro

SE2-C MÉTHODOLOGIES APPLICABLES AU VERIFIED CARBON STANDARD (VCS) DE VERRA

Impacts

- SE2.1 : Maintien des stocks de carbone forestier par la protection ou la conservation des forêts
- SE2.3 : Augmentation des stocks de carbone forestier par l'afforestation, le reboisement et la restauration
- SE2.4 : Amélioration de l'élimination du carbone forestier grâce à une gestion responsable des forêts
- SE2.5 : Renforcement des avantages climatiques de la forêt grâce à l'augmentation du stock de carbone ou à la réduction des émissions de gaz à effet de serre

Description

Il existe plusieurs méthodologies dans le cadre du programme Verra's Verified Carbon Standard. Le tableau ci-dessous énumère celles qui s'appliquent aux forêts et plus particulièrement à la démonstration des impacts carbone inclus dans la procédure SE du FSC.

Vous ne tenez pas compte de l'aspect de la méthodologie qui porte sur la conversion des tonnes de carbone en unités de carbone vérifiées.

Méthodologies	Impact SE	Accès
VM0003 Méthodologie applicable à l'amélioration de la gestion forestière par l'extension de l'âge de rotation	SE2.4 : Amélioration de l'élimination du carbone forestier grâce à une gestion responsable des forêts	https://verra.org/methodologies/vm0003-methodology-for-improved-forest-management-through-extension-of-rotation-age-v1-3/
VM0005 pour la conversion de forêts peu productives en forêts hautement productives	SE2.4 : Amélioration de l'absorption du carbone par les forêts grâce à une gestion forestière responsable / SE2.5 : Renforcement des avantages climatiques de la forêt grâce à l'augmentation du stock de carbone ou à la réduction des émissions de gaz à effet de serre	https://verra.org/methodologies/vm0005-methodology-for-conversion-of-low-productive-forest-to-high-productive-forest-v1-2/
VM0010 Méthodologie applicable à l'amélioration de la gestion forestière : conversion de forêts exploitées en forêts protégées	SE2.1 : Maintien des stocks de carbone forestier par la protection ou la conservation des forêts	https://verra.org/methodologies/vm0010-methodology-for-improved-forest-management-conversion-from-logged-to-protected-forest-v1-4/
VM0012 Amélioration de la gestion des forêts tempérées et boréales (LtPF)	SE2.1 : Maintien des stocks de carbone forestier par la protection ou la conservation des forêts	https://verra.org/methodologies/vm0012-improved-forest-management-in-temperate-and-boreal-forests-ltpf-v1-2/
VM0035 Méthodologie applicable à l'amélioration de la gestion forestière par le biais d'un système de gestion des forêts. Exploitation forestière à impact réduit (EFIR-C)	SE2.5 : Renforcement des avantages climatiques de la forêt grâce à l'augmentation du stock de carbone ou à la réduction des émissions de gaz à effet de serre	https://verra.org/methodologies/vm0035-methodology-for-improved-forest-management-through-reduced-impact-logging-v1-0/ Module Kalimantan de l'Est et du Nord, Indonésie, dans une forêt à diptérocarpes de Bornéo (en anglais) : https://verra.org/methodologies/vmd0047-performance-method-for-reduced-impact-logging-in-east-and-north-kalimantan-v1-0/ Module Yucatan, Mexique : https://verra.org/wp-content/uploads/Performance-Method-for-Reduced-Impact-Logging-in-Tropical-Moist-Forest-of-the-Yucatan-Peninsula-27Jul21.pdf

Méthodologies	Impact SE	Accès
VM0045 Méthodologie applicable à l'amélioration de la gestion forestière à l'aide de données de référence dynamiques issues des inventaires forestiers nationaux.	SE2.3 : Augmentation des stocks de carbone forestier par l'afforestation, le reboisement et la restauration/ SE2.4 : Amélioration de l'élimination du carbone forestier grâce à une gestion responsable des forêts/ SE 2.5 : Renforcement des avantages climatiques de la forêt grâce à l'augmentation du stock de carbone ou à la réduction des émissions de gaz à effet de serre	https://verra.org/methodologies/methodology-for-improved-forest-management/
VM0047 Afforestation, reboisement et revégétalisation (ARR)	SE2.3 : Augmentation des stocks de carbone forestier par l'afforetation, le reboisement et la restauration	https://verra.org/methodologies/vm0047-afforestation-reforestation-and-revegetation-v1-0/

Contextes appropriés

Voir la description de chaque méthodologie.

Avantages

- Méthodologie complète.

Inconvénients

- L'utilisation nécessite une expertise professionnelle.
- Références à d'autres normes et outils à prendre en compte.
- Certains aspects de la méthodologie ne sont pas applicables (par exemple, la conversion en unités de carbone vérifiées).

Accès

La liste complète des méthodologies, modules et outils actifs du Verified Carbon Standard (VCS) est disponible à l'adresse suivante : https://verra.org/methodologies-main/#vcs-program-methodologies.

Voir le tableau ci-dessus pour les liens spécifiques de chaque méthodologie.

SE2-D MÉTHODOLOGIE APPLICABLE À L'AFFORESTATION ET AU REBOISEMENT DU GOLD STANDARD

Impacts

SE2.3 : Augmentation des stocks de carbone forestier par l'afforestation, le reboisement et la restauration

Indicateurs de résultats

- Stocks de carbone dans la zone du projet SE
- Stocks de carbone forestier estimés dans l'ensemble de l'Unité de gestion

Description

La méthodologie Gold Standard applicable à la réduction et à la séquestration des GES par le biais de l'afforestation et du reboisement (2024) peut être utilisée pour quantifier la séquestration du carbone dans le cadre de projets d'afforestation et de reboisement dont les objectifs de gestion sont la conservation des forêts, l'exploitation forestière sélective et/ou l'exploitation forestière par rotation.

Étant donné qu'elle prend en compte les projets d'afforestation/reboisement dont l'objectif de gestion est l'exploitation (future), il inclut le calcul d'une base de référence moyenne, à long terme.

Contextes appropriés

Projets axés sur la plantation d'arbres, l'ensemencement et/ou la régénération naturelle assistée des forêts.

Avantages

- Méthodologie complète, faible nécessité pour d'autres outils ou modules.

Inconvénients

- L'utilisation nécessite une expertise professionnelle.

Accès

Accédez à la méthodologie ici : https://globalgoals.goldstandard.org/403-luf-ar-methodology-ghgs-emission-reduction-and-sequestration-methodology/

SE2-E MÉTHODOLOGIES APPLICABLE À LA NORME CARBONE DE PLAN-VIVO

Impacts

- SE2.3 : Augmentation des stocks de carbone forestier par l'afforestation, le reboisement et la restauration
- SE2.4 : Amélioration de l'élimination du carbone forestier grâce à une gestion responsable des forêts
- SE2.5 : Renforcement des avantages climatiques de la forêt grâce à l'augmentation du stock de carbone ou à la réduction des émissions de gaz à effet de serre

Indicateurs de résultats

- Stocks de carbone dans la zone du projet SE
- Stocks de carbone forestier estimés dans l'ensemble de l'Unité de gestion

Description

Plan Vivo dispose d'une liste de méthodologies, de modules et d'outils approuvés. Sa méthodologie d'évaluation des impacts carbone de l'agriculture et de la foresterie (PM001, V1.0) définit des procédures de comptabilisation du carbone qui peuvent être utilisées dans les projets de petite agriculture et de foresterie communautaire. La méthodologie fait référence à divers modules et outils pour exécuter les étapes de la méthodologie. Elle intègre le calcul des fuites et l'ajustement de l'incertitude (pour garantir la prudence).

Il convient de relever que l'étape 10.2 (certificats Plan Vivo) peut être omise lorsqu'elle est utilisée en combinaison avec la procédure FSC SE.

Contextes appropriés

Applicables de manière spécifique aux SLIMF et forêts communautaires.

Avantages

- Large applicabilité en termes d'activité et de biomes (tropical, tempéré, boréal).

Inconvénients

- Applicable uniquement aux petits exploitants et aux forêts communautaires.
- L'utilisation nécessite une expertise professionnelle.
- Références à d'autres normes et outils à prendre en compte.

Accès

Accédez à la méthodologie applicable à l'évaluation des impacts carbone de l'agriculture et de la sylviculture de Plan Vivo en cliquant ici : https://www.planvivo.org/pm001

La liste des méthodologies approuvées dans le cadre du Plan Vivo Carbon Standard peut être consultée ici : https://www.planvivo.org/pv-climate-methodologies.

SE2-F TÉLÉDÉTECTION OPTIQUE APPLICABLE AU CARBONE

Impacts

- SE2.1 : Maintien des stocks de carbone forestier par la protection ou la conservation des forêts
- SE2.2 : Maintien des stocks de carbone forestier grâce à une gestion responsable des forêts
- SE2.3 : Augmentation des stocks de carbone forestier par l'afforestation, le reboisement et la restauration
- SE2.4 : Amélioration de l'élimination du carbone forestier grâce à une gestion responsable des forêts
- SE2.5 : Renforcement des avantages climatiques de la forêt grâce à l'augmentation du stock de carbone ou à la réduction des émissions de gaz à effet de serre

Indicateurs de résultats

- Stocks de carbone dans la zone du projet SE
- Stocks de carbone forestier estimés dans l'ensemble de l'Unité de gestion

Description

Avec l'essor et les progrès de la technologie de télédétection, associés à la disponibilité de données satellitaires gratuites au fil du temps, la combinaison de données d'inventaire sur le terrain et d'approches basées sur la télédétection est devenue un choix courant pour l'estimation du carbone forestier.

Les variables clés dérivées des données de télédétection optique pour l'estimation du carbone forestier comprennent la réflectance spectrale, les indices de végétation, la texture spatiale et les propriétés de la canopée. La réflectance spectrale optique a été largement utilisée pour l'estimation du carbone forestier en raison de sa grande sensibilité aux propriétés de la canopée végétale. Les indices de végétation (indice de végétation par différence normalisée, indice de végétation amélioré, etc.) visent à réduire l'influence des facteurs externes (par exemple, le fond du sol, les conditions atmosphériques), ce qui permet d'obtenir des évaluations de végétation plus précises.

Lors de la sélection des images satellitaires à analyser, assurez-vous que la résolution est d'au moins 30 m, comme celles générées par Sentinel-2 et LandSat (voir SE1-A)

La télédétection doit être combinée à l'inventaire sur le terrain car le carbone forestier ne peut pas être mesuré directement depuis l'espace ou les airs ; par conséquent, l'estimation doit être effectuée en associant les informations dérivées des données de télédétection aux mesures au sol, sélectionnées pour un objectif spécifique. Pour l'échantillonnage sur le terrain, afin de compléter les données de télédétection, le manuel de Winrock peut être utile.

Contextes appropriés

Todos los bosques del mundo.

Avantages

- Coût faible, en particulier pour les grandes superficies forestières.
- Capacité à détecter des tendances dans le temps.

Inconvénients

- Susceptible d'être obstruée par la couverture nuageuse, ce qui est particulièrement un défi dans les forêts tropicales.
- Faible capacité de pénétration, saisissant principalement la structure horizontale tout en représentant mal la structure verticale.
- Sous-estimation dans les forêts à forte densité et surestimation dans les forêts à faible densité.

Accès

Manuel de Winrock sur l'échantillonnage de terrain : https://winrock.org/wp-content/uploads/2016/03/Winrock-BioCarbon_Fund_Sourcebook-compressed.pdf

MÉTHODOLOGIES APPLICABLES AUX SERVICES D'EAU (ES3)

Impact SE		
Type d'indicateur de résultat	**Exemple d'indicateur de résultat**	**Méthodologies proposées**
SE3.1	**Maintien de la qualité de l'eau**	
SE3.2	**Amélioration de la qualité de l'eau**	
Qualité de l'eau	Turbidité de l'eau	SE3-A Méthode applicable à l'eau de TESSA 5A : mesurer la contribution d'un site de zone humide à la qualité de l'eau ✓ SE3-B Télédétection pour la qualité de l'eau
	Température de l'eau	SE3-A Méthode applicable à l'eau de TESSA 5A : mesurer la contribution d'un site de zone humide à la qualité de l'eau ✓ SE3-B Télédétection pour la qualité de l'eau
	Oxygène dissous	SE3-A Méthode applicable à l'eau de TESSA 5A : mesurer la contribution d'un site de zone humide à la qualité de l'eau ✓
	pH de l'eau	SE3-A Méthode applicable à l'eau de TESSA 5A : mesurer la contribution d'un site de zone humide à la qualité de l'eau ✓
	Bio-indicateurs de la santé des cours d'eau (macro-invertébrés, poisson)	SE3-D Protocole d'évaluation visuelle des cours d'eau (SVAP) ✓
	Pathogènes (bactéries, par ex. *E. coli* ; virus) dans l'eau	SE3-A Méthode applicable à l'eau de TESSA 5A : mesurer la contribution d'un site de zone humide à la qualité de l'eau ✓
	Nutriments (phosphore, azote) dans l'eau	SE3-A Méthode applicable à l'eau de TESSA 5A : mesurer la contribution d'un site de zone humide à la qualité de l'eau ✓
	Total des matières solides en suspension	SE3-B Télédétection pour la qualité de l'eau
	Niveau de sédimentation/charge sédimentaire (grammes par litre)	SE3-A Méthode applicable à l'eau de TESSA 5A : mesurer la contribution d'un site de zone humide à la qualité de l'eau ✓ SE3-B Télédétection pour la qualité de l'eau
	Pollution organique : demande biochimique en oxygène (DBO) et/ou demande chimique en oxygène (DCO)	SE3-A Méthode applicable à l'eau de TESSA 5A : mesurer la contribution d'un site de zone humide à la qualité de l'eau ✓
	Niveau de contamination métallique (par exemple, mercure, arsenic, cadmium, plomb)	SE3-A Méthode applicable à l'eau de TESSA 5A : mesurer la contribution d'un site de zone humide à la qualité de l'eau ✓

SE3.3	**Maintien de la régulation du volume d'eau**	
SE3.4	**Amélioration de la régulation du volume d'eau**	
Couvert et densité de la forêt indigène	Couvert forestier naturel de l'Unité de gestion se superposant avec le(s) basin(s) versant(s) concerné(s)	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Densité de la forêt indigène	SE1-J Indice du potentiel de biodiversité ✓
	Proportion de terres dégradées par rapport à la superficie totale	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
État des bassins versants	Pourcentage de zones humides naturelles qui subsistent	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Pourcentage du couvert forestier intact dans le bassin versant	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Pourcentage de forêts dégradées par rapport à la superficie forestière totale	SE3-D Protocole d'évaluation visuelle des cours d'eau (SVAP) ✓
	Pourcentage de rivages de plans d'eau présentant un couvert forestier	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
Volume d'eau régulé	Volume d'infiltration et recharge des eaux souterraines	SE3-C Protocole d'évaluation des sols et de l'eau (SWAT - acronyme anglais)
	Volume de ruissellement évité ou réduit	SE3-C Protocole d'évaluation des sols et de l'eau (SWAT - acronyme anglais)
	Réduction des débits de pointe	
	Débit d'eau	
	Niveau de protection contre les inondations	

SE3-A MÉTHODE APPLICABLE À L'EAU DE TESSA 5A : MESURER LA CONTRIBUTION D'UN SITE DE ZONE HUMIDE À LA QUALITÉ DE L'EAU

Impacts

- SE3.1 : Maintien de la qualité de l'eau
- SE3.2 : Amélioration de la qualité de l'eau

Indicateurs de résultats

- Turbidité de l'eau
- Température de l'eau
- Oxygène dissous
- pH de l'eau
- Pathogènes (bactéries [par ex. virus *E. coli*]) dans l'eau
- Nutriments (phosphore, azote) dans l'eau
- Total des matières solides en suspension
- Niveau de sédimentation/charge sédimentaire (grammes par litre)
- Pollution organique : demande biochimique en oxygène (DBO) et/ou demande chimique en oxygène (DCO)
- Niveau de contamination métallique (par exemple, mercure, arsenic, cadmium, plomb)

Description

Cette méthode vous aide à sélectionner les paramètres de qualité de l'eau à mesurer. Elle fournit des liens vers des kits d'analyse de l'eau qu'il est possible de commander en ligne. Elle peut également vous aider à sélectionner des sites d'échantillonnage et décrit comment prélever des échantillons d'eau. Il est possible d'analyser, ensuite, les paramètres de terrain et/ou de les envoyer à un laboratoire pour une analyse plus approfondie.

Sachez que TESSA se réfère à un site de zone humide, mais la méthode peut également être utilisée pour mesurer la qualité de l'eau des masses d'eau à l'intérieur de la forêt. Cette méthode est décrite aux pages 247-250 de la méthode TESSA Water 5. Évaluation des services liés à la qualité de l'eau.

Contextes appropriés

Tous les types de forêts comportant des plans d'eau auxquels on peut accéder en toute sécurité pour prélever des échantillons d'eau.

Avantages

- Formulation conviviale.

Inconvénients

- Nécessité éventuelle d'une analyse en laboratoire.

Accès

Peh et al. (2017): téléchargeable à l'adresse : https://www.birdlife.org/tessa-tools/. Remplissez le formulaire de demande de téléchargement sur la page Web. Allez à la page 247.

SE3-B TÉLÉDÉTECTION POUR LA QUALITÉ DE L'EAU

Impacts

- SE3.1 : Maintien de la qualité de l'eau
- SE3.2 : Amélioration de la qualité de l'eau

Indicateurs de résultats

- Turbidité de l'eau
- Température de l'eau
- Total des matières solides en suspension
- Niveau de sédimentation/charge sédimentaire de l'eau

Description

Il existe plusieurs capteurs satellitaires en orbite qui, dès le traitement des images par l'algorithme ou l'indice approprié (par exemple, l'indice de chlorophylle de différence normalisée (NDCI), l'indice de turbidité de différence normalisée (NDTI) ou les modèles de matières en suspension totales (TSS)), ont la capacité de mesurer les paramètres de l'eau.

Source de données d'imagerie satellitaire	Caractéristiques	Mesures	Données d'accès
Série Landsat (NASA/USGS) Lancé Landsat-7 : avril 1999 Landsat-8 : février 2013 Landsat-9 : sept. 2021	Le capteur Enhanced Thematic Mapper Plus de Landsat-7 possède 8 bandes spectrales, l'imageur terrestre opérationnel de Landsat-8 et -9 en possède 9 et le capteur infrarouge thermique possède 2 bandes spectrales, Toutes les bandes sauf 1 ont une résolution de 30 m (certaines sont rééchantillonnées à 60 m ou 100 m), 1 bande à 15m. Couverture répétée tous les 16 jours Largeur de la fauchée (angle de prise de vue) 185 km	• la température de la surface de l'eau • la concentration de chlorophylle • turbidité	Google Earth Engine NASA's Earth data Plugin de clasificación semiautomática de QGIS
Sentinel-2 (Agence spatiale européenne) Lancé 2A : juin 2015 2B : mars 2017 2C : Sept. 2024 (en remplacement de 2A)	13 bandes spectrales, Résolution de 10m (20m et 60m), Temps de revisite tous les 5 jours, Largeur de la fauchée (angle de prise de vue) 290 km	• chlorophylle-a (des niveaux élevés indiquent une prolifération d'algues ou une eutrophisation, également utilisée pour mesurer les proliférations d'algues nuisibles) • turbidité • sédiments en suspension	Navegador de datos Copernicus Google Earth Engine NASA's Earth data Plugin de clasificación semiautomática de QGIS
PlanetScope (Planet Labs) 88 satellites Dove lancés en février 2017, renouvelés en août 2021	4 (avant le renouvellement) et 8 bandes spectrales (dont 6 sont interopérables avec Sentinel-2), Résolution de 3 m (très haute résolution), Temps de revisite tous les 1 jours, Largeur de la fauchée (angle de prise de vue) 25 km	Détection de petites caractéristiques dans les masses d'eau intérieures, telles que les panaches de polluants ou la croissance de la végétation	Agencia Espacial Europea, accès limité : • Sur présentation et évaluation réussie d'une proposition de projet. • Uniquement pour les États membres de l'UE, le Royaume-Uni et leurs territoires d'outre-mer, ainsi que le Canada.

Voir SE1-A pour l'utilisation de l'imagerie satellitaire pour mesurer les indicateurs de résultats du type « Couverture et densité des forêts indigènes » et « État des bassins versants » (Impacts SE3.3 et SE3.4).

Pour interpréter correctement les données de télédétection, il est nécessaire de disposer de données d'échantillonnage de terrain, afin d'interpréter et de valider les données d'imagerie satellitaire.

Contextes appropriés

Forêts contenant des masses d'eau qui peuvent être observées par imagerie satellitaire.

Avantages

- Accessibilité aux zones reculées.
- Facilité de suivi des changements dans le temps (observation d'une tendance).
- Moins coûteux.

Inconvénients

- Couverture nuageuse.

Accès

Voir le tableau ci-dessus pour l'accès aux ensembles de données.

Sources d'informations :

Research Trends in the Use of Remote Sensing for Inland Water Quality Science: Moving Towards Multidisciplinary Applications

Remote Sensing Handbook, Volume V Water, Hydrology, Floods, Snow and Ice, Wetlands, and Water Productivity

© FSC/ Ivan Castro

SE3-C OUTIL D'ÉVALUATION DES SOLS ET DE L'EAU (SWAT)

Impacts

- SE3.3 : Maintien de la régulation du volume d'eau
- SE3.4 : Amélioration de la régulation du volume d'eau
- SE4.1 : Maintien de l'état du sol
- SE4.2 : Amélioration de l'état des sols

Indicateurs de résultats

- Volume d'infiltration et recharge des eaux souterraines
- Volume de ruissellement évité ou réduit
- Ruissellement de l'eau

Description

L'Outil d'évaluation des sols et de l'eau (SWAT - acronyme anglais)[2] est un modèle qui permet de simuler **un certain nombre de processus physiques dans un bassin versant**. Il existe un environnement ArcSWAT et QSWAT pour exécuter les modèles. La partie 2 de la documentation théorique de l'outil SWAT, qui commence à la page 97 (120 en PDF), est consacrée à l'hydrologie. Elle comprend deux méthodes d'estimation du ruissellement des eaux de surface : la méthode des nombres courbes de SCS et la méthode d'infiltration de Green & Ampt. Elle comprend également des formules de **calcul de la recharge des nappes phréatiques**, à partir de la page 169 (192 en PDF).

La méthode du nombre de courbes SCS est incluse à l'annexe 1A de la méthode de comptabilisation des impacts hydriques volumétriques, en tant que méthode de calcul recommandée pour **quantifier le ruissellement évité et le ruissellement réduit** résultant de la conservation et de la restauration des terres. Elle inclut un exemple sur le reboisement et la protection des zones ripariennes au Ghana (page 29). Dans le tableau SWAT 1:2-1, vous pouvez trouver le numéro de courbe SCS pour les bois. La classification des états hydrologiques (médiocre, moyen, bon) se trouvent à la note de bas de page 3 et les classifications des groupes hydrologiques (A, B, C, D) des sols à la page suivante.

Contextes appropriés

Développée aux États-Unis, des mises à jour la rendent applicable au niveau international. Plus adaptée à l'utilisation des terres agricoles, la forêt (zones boisées) est incluse comme catégorie d'utilisation des terres.

Avantages

- Outil mature.

Inconvénients

- Nécessité de parcourir un document volumineux.
- Expérience requise avec des modèles.

Acceso

Documentación teórica de la herramienta de evaluación del suelo y el agua, versión 2009: https://swat.tamu.edu/media/99192/swat2009-theory.pdf , p.97 & p.169 (120 & 169 en PDF)

Volumetric Water Benefits Accounting, Appendix A1 Curve Number Method (en anglais) : https://www.wri.org/research/volumetric-water-benefit-accounting-vwba-method-implementing-and-valuing-water-stewardship

Modèle SWAT (Soil & Water Assessment Tool) : https://swat.tamu.edu/

2 Neitsch, S.L., J.G. Arnold, J.R. Kiniry, & J.R. Williams. 2011. « Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009. » (Documentation théorique sur les outils relatifs à l'étude des sols et des eaux - version 2009) Texas Water Resources Institute. http://hdl.handle.net /1969.1/128050.

SE3-D PROTOCOLE D'ÉVALUATION VISUELLE DES COURS D'EAU (SVAP)

Impacts

- SE3.1 : Maintien de la qualité de l'eau
- SE3.2 : Amélioration de la qualité de l'eau
- SE3.3 : Maintien de la régulation du volume d'eau
- SE3.4 : Amélioration de la régulation du volume d'eau

Indicateurs de résultats

- Bio-indicateurs de la santé des cours d'eau (macro-invertébrés, poisson)
- Pourcentage de rivages de plans d'eau présentant un couvert forestier

Description

Le protocole d'évaluation visuelle des cours d'eau (SVAP - acronyme anglais), version 2, permet d'évaluer et de noter différents aspects des cours d'eau. Les éléments inclus dans l'évaluation sont notamment :

- l'état du chenal et l'altération hydrologique (inondations, retraits),
- l'étendue et la qualité de la zone riparienne, ainsi que la stabilité des berges (signes d'érosion),
- le couvert végétal (pour les cours d'eau froids et chauds),
- l'aspect de l'eau (couleur, turbidité, odeur) et l'enrichissement en nutriments,
- la présence du fumier,
- les obstacles au déplacement des poissons, la couverture piscicole dans les cours d'eau, la présence de mares et de radiers,
- la présence d'habitats d'invertébrés et de macro-invertébrés observés (crustacés (par ex. écrevisses), mollusques (par ex. escargots, moules), araignées et insectes aquatiques),
- la salinité.

La notation se fait sur une échelle de 1 à 10 et est facilitée par la description de quatre états (équivalant aux notes 10, 7, 3 et 1). La note globale est le total divisé par le nombre d'éléments inclus dans le SVAP, mais il est également possible de suivre les notes pour chaque élément dans le temps.

Il est possible de se concentrer sur certains éléments du SVAP, en fonction des indicateurs de résultats à mesurer. Il est particulièrement utile de surveiller les « bio-indicateurs de la santé des cours d'eau » et d'entreprendre une vérification sur le terrain des données de télédétection sur le « pourcentage des rives de la masse d'eau avec un couvert forestier ». La canopée au-dessus des cours d'eau influe sur la température et la teneur en oxygène de l'eau.

Contextes appropriés

Développé initialement pour les États-Unis d'Amérique, les auteurs encouragent son adaptation au niveau de l'État et de la région. Peut éventuellement être utile pour d'autres pays, pour lesquels une adaptation spécifique peut être nécessaire, par exemple, pour l'évaluation des macro-invertébrés.

Avantages

- Simple et utilisable par des non-spécialistes.
- Peu coûteux.

Inconvénients

- Adaptation limitée en termes de contexte géographique.

Accès

Département d'agriculture des États-Unis d'Amérique, National Resources Conservation Service (2009) disponible à l'adresse https://www.wcc.nrcs.usda.gov/ftpref/wntsc/strmRest/SVAPver2.pdf

MÉTHODOLOGIES DE CONSERVATION DES SOLS (SE4)

Impact SE		
Type d'indicateur de résultat	**Exemple d'indicateur de résultat**	**Méthodologies proposées**
SE4.1	**Maintien de l'état du sol**	
SE4.2	**Amélioration de l'état des sols**	
Propriétés et qualité du sol	Profondeur du sol	SE4-F Évaluation visuelle des sols ✓
	Stabilité du sol (agrégat)	
	Épaisseur de la couche de matière organique du sol	
	Contenu de matières organiques (%)	
	pH du sol	SE4-B Kits d'analyse du sol ✓
	Teneur du sol en éléments nutritifs (par exemple, azote, phosphore, potassium)	SE4-B Kits d'analyse du sol ✓
	Concentration de sel dans le sol	SE4-B Kits d'analyse du sol ✓
	Humidité/moiteur du sol	SE4-C Capteurs et outils pour le sol
	Abondance de la macro-faune du sol	SE4-F Évaluation visuelle des sols ✓
État du sol	Étendue de terres couverte par la canopée ou la végétation	SE4-A Méthode d'évaluation du couvert forestier et de l'érosion par le biais des points-transects ✓
	Pourcentage de couvert forestier intact	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Proportion de terres dégradées par rapport à la superficie totale	SE4-D Calcul de la neutralité de la dégradation des terres en vertu de la CNULD
	Pourcentage de sols dégradés	
	Degré de compactage des sols dans les zones exploitées (routes et zones de récolte)	SE4-E Pénétromètre de sol
	Taux d'infiltration de l'eau	SE4-C Capteurs et outils pour le sol
	Ruissellement de l'eau	SE3-C Soil & Water Assessment Tool (Outil d'évaluation des sols et de l'eau)
	Fréquence des glissements de terrain	SE5-E Entretien avec un informateur clé ✓
	Productivité (forestière et agricole) par unité de surface	SE4-D Calcul de la neutralité de la dégradation des terres en vertu de la CNULD

Impact SE		
Type d'indicateur de résultat	**Exemple d'indicateur de résultat**	**Méthodologies proposées**
SE4.3	**Maintien de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols**	
ES4.4	**Amélioration de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols**	
Couvert forestier dans les zones vulnérables ou à haut risque	Couvert forestier protecteur sur les pentes abruptes	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Couvert forestier protecteur pour les zones humides et/ou côtières	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Couvert forestier naturel dans les zones vulnérables	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Superficie de forêt dégradée par rapport à la superficie totale	SE4-D Calcul de la neutralité de la dégradation des terres en vertu de la CNULD
Érosion du sol	Superficie touchée par l'érosion éolienne et/ou hydrique	SE4-A Méthode d'évaluation du couvert forestier et de l'érosion par le biais des points-transects ✓ SE4-F Évaluation visuelle des sols ✓
	Quantité d'érosion (mètres cubes, superficie touchée)	
	Érosion du sol et niveaux de sédimentation	
	Temps consacré à l'enlèvement des sédiments	SE5-E Entretien avec un informateur clé ✓
	Coûts liés à l'enlèvement des sédiments	SE5-E Entretien avec un informateur clé ✓
	Impacts des sédiments déposés par l'érosion éolienne et/ou hydrique sur les terres ou les masses d'eau avoisinantes.	SE5-E Entretien avec un informateur clé ✓
	Pourcentage de ménages au sein des communautés locales touchés par un glissement de terrain	SE5-E Entretien avec un informateur clé ✓ SE5-C Questionnaires destinés aux ménages ✓
Réussite des activités de reboisement/restauration	Superficie du couvert forestier naturel résultant de l'afforestation / du reboisement	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG
	Superficie de forêt restaurée par rapport à la superficie totale	*Mesure ou calcul simple*

SE4-A MÉTHODE D'ÉVALUATION DU COUVERT FORESTIER ET DE L'ÉROSION PAR LE BIAIS DES POINTS-TRANSECTS

Impacts

- SE4.1 : Maintien de l'état du sol
- SE4.2 : Amélioration de l'état des sols
- SE4.3 : Maintien de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols
- SE4.4 : Amélioration de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols

Indicateurs de résultats

- Étendue du couvert terrestre de la canopée ou de la végétation
- Superficie touchée par l'érosion éolienne et/ou hydrique.

Description

La méthode d'évaluation du couvert forestier et de l'érosion par points-transects a été développée par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), afin d'évaluer rapidement la fonction protectrice des forêts pour le sol et l'eau. Elle enregistre la canopée, la couverture du sol et les signes d'érosion à l'aide de 30 relevés le long de deux lignes dans une parcelle de 20 × 20 mètres.

- **La canopée** (ciel ou feuilles/végétation) est enregistré à l'aide d'un densitomètre.
- **La couverture du sol** est enregistrée en classant chacun des points de mesure dans les catégories suivantes : végétation, racines, litière forestière, pierres/rochers, bois mort ou sol nu.
- En ce qui concerne **l'érosion**, les éléments suivants sont enregistrés par site d'échantillonnage : le nombre de rigoles et de ravines, leur largeur et leur profondeur, ainsi que la pente générale.

Une équipe de trois personnes est recommandée pour effectuer ces mesures.

Contextes appropriés

Spécialement conçu pour les pays en développement, mais pas uniquement.

Avantages

- Peut être utilisé par des non-experts après une formation limitée.
- Peu coûteux.

Inconvénients

- Aucune indication n'est donnée quant au nombre de parcelles à mesurer.

Accès

Méthodologie : FAO (2015) disponible à l'adresse http://www.fao.org/3/a-i4498e.pdf

Recherche préliminaire : Adikari, Y., & MacDicken, K. (2015) disponible à l'adresse http://www.fao.org/3/a-i4509e.pdf

SE4-B KITS D'ANALYSE DU SOL

Impacts

- SE4.1 : Maintien de l'état du sol
- SE4.2 : Amélioration de l'état des sols

Indicateurs de résultats

- pH du sol
- Contenu des nutriments (azote et phosphate) du sol
- Concentration de sel dans le sol

Description

Il existe différents kits d'analyse du sol permettant d'effectuer de manière autonome des tests simples sur le terrain - par exemple, le pH, les éléments nutritifs et la texture du sol. La plupart sont destinés à l'agriculture ou au jardinage, certains kits sont spécifiques aux forêts. Il est recommandé d'effectuer une recherche en ligne en utilisant des termes dans la langue de votre pays.

Contextes appropriés

Avantages

- Facile à utiliser après une formation de base ou en tant que personne enthousiaste.

Inconvénients

- Plus le kit d'analyse du sol est perfectionné, plus il est coûteux.

Accès

Méthodologies applicables à un certain nombre d'analyses des sols (en anglais) : https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/WI/Soil_Quality_Test_Kit_Guide.pdf

Exemples de plateformes pour la commande des kits et du matériel d'analyse des sols :
É-U : https://www.forestry-suppliers.com/c/soil-test-kits-strips/15-131-705?page=1 ; https://www.forestry-suppliers.com/c/soil-management/15?page=1

Australia : https://www.forestrytools.com.au/collections/soil-testing?srsltid=AfmBOoqBpQyWZp77GZTng9aELDA4DJGsve_xBjG4IVYG8n6A9znoVf_O

UE : https://www.eugardencenter.com/en/milwaukee-mt6003-npk-soil-test-kit.html

SE4-C CAPTEURS ET OUTILS POUR LE SOL

Impacts

- SE4.1 : Maintien de l'état du sol
- SE4.2 : Amélioration de l'état des sols

Indicateurs de résultats

- Humidité/moiteur du sol
- Taux d'infiltration de l'eau

Description

Pour mesurer l'humidité/la moiteur du sol, on peut utiliser un capteur / condensateur de réflectométrie temporelle (TDR) ou de réflectométrie fréquentielle (FDR).

Pour mesurer la vitesse d'infiltration de l'eau (ou la conductivité hydraulique), on peut utiliser un infiltromètre à mini-disques.

Contextes appropriés

Les capteurs TDR ne doivent pas être utilisés dans les sols à forte salinité ou dans les sols présentant une conductivité électrique globale élevée ou une forte atténuation.

Avantages

- Mesure directe.

Inconvénients

- En fonction de la zone à couvrir, il peut être nécessaire d'acquérir plusieurs capteurs/outils.

Accès

Article expliquant les technologies des capteurs de sol (en anglais) : https://soilsensor.com/sensors/sensor-technologies/

Article expliquant la différence entre les capteurs TDR et FDR (en anglais) : https://www.niubol.com/Product-knowledge/Differences-between-FDR-and-TDR-sensors.html

Manuel d'utilisation de l'infiltromètre à mini-disque : https://www.labcell.com/media/24285/20421_mini_disk_manual_web.pdf

Achat d'un infiltromètre à mini-disque : par exemple, chez metergroup (Allemagne / É-U).

SE4-D CALCUL DE LA NEUTRALITÉ DE LA DÉGRADATION DES TERRES EN VERTU DE LA CNULD

Impacts

- SE3.3 : Maintien de la régulation du volume d'eau
- SE3.4 : Amélioration de la régulation du volume d'eau
- SE4.1 : Maintien de l'état du sol
- SE4.2 : Amélioration de l'état des sols
- SE4.3 : Maintien de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols
- SE4.4 : Amélioration de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols

Indicateurs de résultats

- Proportion de terres dégradées par rapport à la superficie totale
- Productivité (forestière et agricole) par unité de surface
- Superficie de forêt dégradée par rapport à la superficie totale

Description

Pour mesurer la dégradation des sols, il faut mesurer les sous-indicateurs suivants :

- le couvert terrestre et la modification du couvert terrestre (système de classification du couvert terrestre / méta-langage du couvert terrestre)
- la productivité des terres (productivité primaire nette/indice de végétation différentiel normalisé)
- les stocks de carbone en mettant l'accent sur le carbone organique du sol, conformément aux méthodologies stipulées par le GIEC (2006).

Une approche à plusieurs niveaux est adoptée en ce qui concerne la manière dont les mesures doivent être effectuées :

- le niveau 1 est celui de l'observation de la Terre et de l'information géospatiale
- le niveau 2 est statistique et basé sur des données estimées en fonction des frontières administratives ou naturelles
- le niveau 3 est fondé sur des données et s'appuie sur des enquêtes, des évaluations et des mesures au sol.

Notez que pour mesurer la valeur actuelle, le niveau 3 doit être utilisé. Seuls les PEFFFI et et les forêts communautaires peuvent utiliser le niveau 1 ou le niveau 2 pour mesurer leur valeur actuelle.

Pour parvenir à une conclusion sur les résultats, l'approche du principe déclassant « one-out, all-out » est utilisée. Cela signifie que si l'un des trois indicateurs présente une variation négative significative, on considère qu'il s'agit d'une perte, et si, au moins, un indicateur présente une variation positive significative et qu'aucun indicateur ne présente une variation négative significative, on considère qu'il s'agit d'un gain.

Contextes appropriés

Conçu à l'intention des Nations unies, c'est-à-dire pour les rapports au niveau national, avec des options permettant de calculer la dégradation des terres au niveau régional et mondial. Ne se limite pas à l'utilisation des terres forestières.

Disponible en anglais, français et espagnol.

Avantages

- Complet.
- Concordance directe avec l'Objectif de développement durable 15.3.1.

Inconvénients

- Des compétences avancées en SIG sont nécessaires.
- Document long et peu convivial.
- Non développé pour les mesures au niveau du site.

Accès

Orr et al. (2017) disponible à l'adresse : https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2019-06/LDN_CF_report_web-english.pdf

Le module E (chapitre 7) porte sur le suivi des trois sous-indicateurs et sur la manière de parvenir à une conclusion sur la neutralité en matière de dégradation des terres.

La page 117 (version française) présente un résumé de la méthodologie.

© FSC / Elettra Gallone

SE4-E PÉNÉTROMÈTRE DE SOL

Impacts

- SE4.1 : Maintien de l'état du sol
- SE4.2 : Amélioration de l'état des sols

Indicateurs de résultats

- Degré de compactage des sols dans les zones exploitées (routes et zones de récolte)

Description

Pour mesurer le compactage du sol, on peut utiliser un pénétromètre. Cet appareil imite la croissance d'une racine de plante et ses enregistrements sont appelés « indice de cône ». Lorsque la résistance du sol est supérieure à 300 psi (psi = résistance à la pénétration), les racines des plantes ne peuvent plus pénétrer dans le sol, qui est alors considéré comme compacté.

Contextes appropriés

Toutes les zones qui ne sont pas extrêmement sèches.

Avantages

- Peut être utilisé par des non-experts après une formation limitée.

Inconvénients

- Les opérateurs de pénétromètres aboutissent souvent à des notes différentes.
- En fonction de la zone à couvrir, il peut être nécessaire d'acquérir plusieurs pénétromètres.

Accès

Duiker (2002) disponible à l'adresse :
https://extension.psu.edu/diagnosing-soil-compaction-using-a-penetrometer-soil-compaction-tester

Exemple de lieu d'achat d'un pénétromètre pour sol : https://www.forestry-suppliers.com/c/soil-compaction-testers/15-131-706?page=1

SE4-F ÉVALUATION VISUELLE DES SOLS

Impacts

- SE4.1 : Maintien de l'état du sol
- SE4.2 : Amélioration de l'état des sols
- SE4.3 : Maintien de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols
- SE4.4 : Amélioration de la stabilité des sols et protection contre l'érosion des sols

Indicateurs de résultats

- Profondeur du sol (profondeur d'enracinement potentiel)
- Abondance de la macro-faune du sol (vers de terre)
- Superficie touchée par l'érosion éolienne et/ou hydrique

Description

L'Évaluation visuelle des sols (VSA - acronyme anglais) présente une variété d'indicateurs de sol qui correspondent à des notes : 0 (mauvais), 1 (moyen) ou 2 (bon). La notation est facilitée par la comparaison de la situation de terrain à l'aide des photos ou les figures contenus dans le Guide de terrain de l'évaluation visuelle des sols (en anglais). Outre, les exemples d'indicateurs de résultats susmentionnés énumérés à l'annexe B, le guide fournit des méthodes permettant de mesurer d'autres paramètres du sol, tels que la texture, la structure, la porosité et la couleur du sol.

Aucun guide VSA spécifique n'a encore été élaboré pour l'utilisation des terres forestières. Il existe un guide élaboré pour l'utilisation des terres forestières et pastorales (pour l'utilisation des terres forestières, seuls les indicateurs de sol sont pertinents - jusqu'à la page 33). Toutefois, l'auteur principal du VSA recommande d'utiliser son Guide sur la VSA applicable à la culture des vergers (en anglais), qui est le plus adapté à l'utilisation en forêt (T.G. Shepherd, communication personnelle, 2017).

Contextes appropriés

Le guide VSA applicable aux forêts et aux pâturages a été élaboré en Nouvelle-Zélande pour les régions montagneuses. Le Guide VSA applicable aux vergers ne mentionne pas de région particulière où il a été élaboré ni de champ d'application géographique.

Avantages

- Utilisable par des non-spécialistes.
- Peu coûteux.

Inconvénients

- N'est pas spécifiquement conçu pour les forêts.

Accès

Guide VSA à l'intention de la culture des vergers (en anglais) : Shepherd et al. (2008)
https://www.fao.org/4/i0007e/i0007e03.pdf

Shepherd and Janssen (2000) disponible via l'adresse http://www.landcareresearch.co.nz/publications/books/visual-soil-assessment-field-guide/download-field-guide

MÉTHODOLOGIES LIÉS AUX SERVICES DE LOISIRS (SE5)

Impact SE		
Type d'indicateur de résultat	**Exemple d'indicateur de résultat**	**Méthodologies proposées**
SE5.1	**Maintien des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt**	
SE5.2	**Amélioration des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt**	
Superficie des zones protégées et accessibles pour les loisirs dans la nature	Zone protégée et utilisée pour des activités récréatives basées sur la nature (par exemple, bain de forêt)	*Mesure ou calcul simple*
	Proportion de sites importants pour la biodiversité terrestre et d'eau douce couverts par des zones protégées et utilisés à des fins récréatives, par type d'écosystème	*Mesure ou calcul simple*
	Couverture par les zones protégées des sites importants pour la conservation de la biodiversité et utilisés pour la fréquentation touristique	*Mesure ou calcul simple*
Installations et services pour les visiteurs	Longueur (km) de pistes de randonnée avec une accessibilité adéquate	*Mesure ou calcul simple*
	Couverture des panneaux d'interprétation	*Mesure ou calcul simple*
	Abris/repos pour les visiteurs	*Mesure ou calcul simple*
	Adéquation des processus de gestion des déchets	*Mesure ou calcul simple*
	Signalisation des pistes et marquage des surfaces	*Mesure ou calcul simple*
Expérience des visiteurs	Niveau de satisfaction, de retour d'informations ou de commentaires des visiteurs	SE5-A Méthode récréative TESSA 1: Recensement du nombre de visites de sites ✓ SE5-B Questionnaires pour les visiteurs ✓
	Nombre de visites récurrentes par expérience récréative	SE5-B Questionnaires pour les visiteurs ✓
Impacts pour les communautés locales, les peuples autochtones et/ou les peuples traditionnels du tourisme de nature	Niveau de bien-être des communautés locales, des peuples autochtones et/ou des peuples traditionnels (en tenant compte de facteurs, tels que la santé, l'éducation, les revenus, les infrastructures de logement, etc.)	SE5-C Enquête auprès des ménages ✓ SE5-D Discussion en groupes témoins ✓
	Nombre de nouveaux emplois générés par les activités récréatives	SE5-D Discussion en groupes témoins ✓ SE5-E Entretien avec un informateur clé ✓
	Nombre de personnes/ménages participant à des activités récréatives	SE5-D Discussion en groupes témoins ✓ SE5-E Entretien avec un informateur clé ✓
	Niveau de revenu généré par les activités récréatives	SE5-C Enquête auprès des ménages ✓
	Amélioration des besoins sociaux (par exemple, soins de santé, éducation, sécurité alimentaire) générés par les activités récréatives	SE5-D Discussion en groupes témoins ✓

Impact SE		
Type d'indicateur de résultat	**Exemple d'indicateur de résultat**	**Méthodologies proposées**
SE5.3	**Maintien/conservation des populations d'espèces ayant un intérêt pour le tourisme vert**	
SE5.4	**Amélioration des populations d'espèces ayant un intérêt pour le tourisme vert**	
Pour certaines espèces importantes, indicateurs d'abondance	Abondance d'espèces sélectionnées ayant un intérêt récréatif	SE1-G Techniques de recensement des espèces de faune SE1-H Recensement à l'aide des pièges photo-graphiques SE1-I Suivi acoustique
	Nombre de sites remarquables pour l'observation des espèces (ex. observation ornithologique)	SE5-B Questionnaires pour les visiteurs ✓
Preuve que l'état de l'habitat est approprié	Superficie de l'habitat certaines espèces protégées	*Mesure ou calcul simple*
	Adéquation de l'habitat pour les espèces sélectionnées	SE1-K Outil d'évaluation de l'intégrité forestièr ✓
	Proportion de sites importants pour la diversité des espèces terrestres et d'eau douce couverts par des aires protégées, par type d'écosystème	*Mesure ou calcul simple*

© FSC / Wolf Eye Productions

SE5-A MÉTHODE RÉCRÉATIVE TESSA 1 : RECENSEMENT DU NOMBRE DE VISITES DE SITES

Impacts

- SE5.1 : Maintien des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt
- SE5.2 : Amélioration des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt

Indicateurs de résultats

- Niveau de satisfaction, d'observations ou de réaction des visiteurs (exprimé en nombre de visiteurs)

Description

Pour (compter ou) estimer le nombre annuel de visiteurs, la méthode récréative 1 du Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment - TESSA (Boîte à outils pour l'évaluation des services écosystémiques sur-site) donne quelques orientations utiles et inclut des exemples concrets. Nous vous recommandons d'ignorer le paragraphe concernant un état alternatif (qui est l'équivalent pour TESSA d'une base de référence à laquelle comparer la valeur actuelle).

Contextes appropriés

Tous les types de forêts, en particulier celles dont les points d'entrée sont clairs (mais qui ne disposent pas d'un système de comptage des visiteurs, par exemple, en raison de la nécessité de payer un droit d'entrée).

Avantages

- Simple et utilisable par des non-spécialistes.
- Peu coûteux.

Inconvénients

- La méthodologie fait partie d'un document complet, vous devrez donc rechercher les pages spécifiques qui vous intéressent (275-277).
- L'état alternatif et les autres informations peuvent être déroutants et/ou accablants.

Accès

Peh et al (2022)[3] : téléchargeable à l'adresse https://www.birdlife.org/tessa-tools/

Remplissez le formulaire de demande de téléchargement sur la page Web. Allez à la page 275.

3 Peh, K. S.-H., Balmford, A. P., Bradbury, R. B., Brown, C., Butchart, S. H. M., Hughes, F. M. R., Ingwall-King, L., MacDonald, M. A, Pellier, A.-S., Stattersfield, A. J., Thomas, D. H. L., Trevelyan, R. J., Walpole, M. & Merriman, J. C. (2022) Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment (TESSA). Version 3.0. Cambridge, UK. Disponible en: http://tessa.tools.

SE5-B QUESTIONNAIRES POUR LES VISITEURS

Impacts

- SE5.1 : Maintien des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt
- SE5.2 : Amélioration des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt

Indicateurs de résultats

- Niveau de satisfaction, de retour d'informations ou de commentaires des visiteurs
- Nombre de vues d'espèces emblématiques (ex. observation ornithologique)

Description

Un questionnaire peut être simple ou complexe, en fonction du niveau d'information que vous souhaitez recueillir. Veillez à inclure des questions sur la forêt, les installations récréatives et/ou l'expérience récréative des visiteurs.

Voici les éléments qui peuvent être inclus :

1. des informations générales (par exemple, la durée et l'objet de la visite, le fait qu'il s'agisse d'une première visite ou d'une visite récurrente),
2. les attributs de la forêt (par exemple, l'attrait visuel et le caractère naturel, la propreté/la nature vierge, le nombre de vues des espèces emblématiques),
3. la disponibilité et l'entretien des infrastructures de loisirs (par exemple, sentiers, panneaux de signalisation, bancs, tours de guet, disponibilité des informations),
4. la satisfaction générale,
5. la valeur/évaluation du prix (le cas échéant) ou volonté de payer pour les attributs de l'écotourisme.

Pour certains attributs (1-4), les visiteurs peuvent être invités à sélectionner le niveau d'appréciation sur une échelle de Likert, par exemple de 1 à 5 (1 = mauvais, 2 = passable, 3 = moyen, 4 = bon, 5 = excellent).

Pour le nombre de vues des espèces emblématiques et le consentement à payer pour les attributs de l'écotourisme, les visiteurs ou les voyagistes pourraient être invités à indiquer une quantification (ou, si c'est plus pratique, à sélectionner une fourchette, par exemple 0, 1-5, 6-10, 10-20, > 20 vues ou $$).

Il est possible d'ajouter des questions ouvertes (par exemple : Qu'avez-vous le plus apprécié lors de votre visite aujourd'hui ?, Comment pouvons-nous apporter des améliorations à nos visiteurs ?) ainsi que des informations socio-démographiques de base sur les visiteurs (d'où viennent-ils ?). Sachez que l'ajout de questions rend l'analyse des données plus complète (et prend plus de temps), il est donc utile de réfléchir aux informations dont vous aurez besoin.

Contextes appropriés

Tout type de forêts accessibles aux visiteurs.

Avantages

- Simple et utilisable par les non spécialistes après une formation de base.

Inconvénients

- Pour les zones touristiques, il peut être nécessaire de disposer de questionnaires en plusieurs langues.
- Il est possible que les visiteurs ne soient pas enclins à participer à un questionnaire (surtout s'il est long).

SE5-C ENQUÊTE AUPRÈS DES MÉNAGES (COMMUNAUTÉ LOCALE, PEUPLES AUTOCHTONES ET/OU PEUPLES TRADITIONNELS)

Impacts

- SE5.1 : Maintien des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt
- SE5.2 : Amélioration des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt
- SE6.1 : Maintien des connaissances, pratiques et langues culturelles et ancestrales
- SE6.2 : Renforcement des connaissances, des pratiques et des langues culturelles et ancestrales

Indicateurs de résultats

- Niveau de bien-être des communautés locales, des peuples autochtones et/ou des peuples traditionnels (en tenant compte de facteurs, tels que la santé, l'éducation, les revenus, les infrastructures de logement, etc.)
- Niveau de revenu généré par les activités récréatives

Description

Lors de la collecte de données sur les avantages du tourisme vert au profit des communautés locales, des Peuples autochtones et/ou des peuples traditionnels, vous devrez probablement combiner des enquêtes auprès des ménages avec des entretiens avec des informateurs clés et/ou des discussions avec des groupes cibles.

Pour l'enquête auprès des ménages, il faut s'assurer d'inclure dans votre échantillon des ménages de toutes les communautés environnantes et assurez une représentation des ménages reflétant la population de chaque communauté, par exemple en fonction du niveau de richesse/pauvreté, du niveau d'éducation, des migrants/des autochtones, etc.

TESSA v3 contient un guide sur les enquêtes auprès des ménages avec des astuces utiles et des lectures complémentaires.

Contextes appropriés

Tous les types de forêts où se déroulent des activités récréatives et où vivent des communautés locales, des peuples autochtones et/ou des peuples traditionnels.

Avantages

- Données quantitatives.

Inconvénients

- Il est possible que les peuples autochtones et traditionnels et les communautés locales ne soient pas disposés à participer à un questionnaire (surtout s'il est long).

Accès

Orientation 5 de TESSA - Enquête auprès des ménages (p.543): https://www.birdlife.org/tessa-tools/

SE5-D DISCUSSION EN GROUPES TÉMOINS

Impacts

- SE5.1 : Maintien des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt
- SE5.2 : Amélioration des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt
- SE6.1 : Maintien des connaissances, pratiques et langues culturelles et ancestrales
- SE6.2 : Renforcement des connaissances, des pratiques et des langues culturelles et ancestrales

Indicateurs de résultats

- Niveau de bien-être des communautés locales, des peuples autochtones et/ou des peuples traditionnels (en tenant compte de facteurs, tels que la santé, l'éducation, les revenus, les infrastructures de logement, etc.)
- Nombre de personnes/ménages participant à des activités récréatives
- Amélioration des besoins sociaux (par exemple, soins de santé, éducation, sécurité alimentaire) générés par les activités récréatives

Description

Un groupe de discussion prioritaire se compose de 8 à 10 participants qui discutent d'un certain sujet. Dans certains contextes culturels, il est préférable de créer des discussions de groupe différents pour les hommes et pour les femmes. Il s'agit d'une méthode qualitative qui permet d'identifier les installations et les services au niveau du village ou de la communauté, le niveau de bien-être collectif, ainsi que les améliorations apportées au niveau de la communauté par les activités de loisirs en forêt.

Contextes appropriés

Tous les types de forêts où se déroulent des activités récréatives et où vivent des communautés locales, des peuples autochtones et/ou des peuples traditionnels.

Avantages

- Moins coûteux.

Inconvénients

- Il est possible que les peuples autochtones et traditionnels et les communautés locales ne soient pas disposés à participer à un groupe de discussion prioritaire.

SE5-E ENTRETIEN AVEC UN INFORMATEUR CLÉ

Impacts

- SE5.1 : Maintien des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt
- SE5.2 : Amélioration des impacts socio-écologiques découlant des loisirs et/ou du tourisme en forêt
- SE6.1 : Maintien des connaissances, pratiques et langues culturelles et ancestrales
- SE6.2 : Renforcement des connaissances, des pratiques et des langues culturelles et ancestrales

Indicateurs de résultats

- Nombre de nouveaux emplois générés par les activités récréatives
- Nombre de personnes/ménages participant à des activités récréatives

Description

Un responsable de la communauté ou un directeur d'entreprise de loisirs peut être interrogé pour fournir des informations sur la participation et/ou l'emploi de la communauté locale dans les activités de loisirs.

Contextes appropriés

Tous les types de forêts où se déroulent des activités récréatives et où vivent des communautés locales, des peuples autochtones et/ou des peuples traditionnels.

Avantages

- Moins coûteux.

Inconvénients

- Difficulté d'obtenir des données quantitatives.

MÉTHODOLOGIES RELATIVES AUX PRATIQUES ET VALEURS CULTURELLES (SE6)

Impact SE		
Type d'indicateur de résultat	**Exemple d'indicateur de résultat**	**Méthodologies proposées**
SE6.1	**Maintien des connaissances, pratiques et langues culturelles et ancestrales**	
SE6.2	**Renforcement des connaissances, des pratiques et des langues culturelles et ancestrales**	
Étendue des aires protégées ou des sites forestiers importants pour les pratiques culturelles	Terres autochtones protégées ou zones protégées sur la base de preuves résultant d'activités culturelles, d'un patrimoine culturel, d'une identité ou d'un sentiment d'appartenance.	*Mesure ou calcul simple*
	Sites sacrés ou sites désignés ou reconnus au niveau national comme ayant une grande valeur culturelle.	*Mesure ou calcul simple*
	Zone couverte par un paysage culturel autochtone	*Mesure ou calcul simple*
	Étendue des sites présentant un intérêt intellectuel, scientifique ou archéologique particulier ou utilisés pour des activités éducatives	*Medición o cálculo sencillo*
	Sites utilisés pour la sensibilisation à la culture, les échanges culturels ou d'importance culturelle et spirituelle qui sont protégés	*Mesure ou calcul simple*
Avantages socioculturels et environnementaux résultant de leur lien avec la forêt	Activités et matériel éducatifs, de formation, de renforcement des capacités ou d'apprentissage développés pour révéler l'importance culturelle et historique des zones protégées, et les peuples impliqués.	SE5-C Enquête auprès des ménages ✓ SE5-D Discussion en groupes témoins ✓ SE5-E Entretien avec un informateur clé ✓
	Événements à haute signification spirituelle, intergénérationnelle, traditionnelle ou patrimoniale, organisés dans ces zones (par exemple, contes, folklore, danse, chants ou cérémonies et initiatives artistiques).	SE6-A Questionnaire ✓
	Transfert des connaissances et des langues autochtones ou traditionnelles d'une génération à l'autre (par exemple en reconnaissant et en utilisant des termes autochtones pour les sites et les pratiques).	SE6-A Questionnaire ✓ SE5-D Discussion en groupes témoins ✓
	Activités qui reconnaissent et valorisent la contribution des connaissances et des pratiques culturelles, autochtones et traditionnelles au bien-être social et à la conservation de l'environnement.	SE6-A Questionnaire ✓

Impact SE		
Type d'indicateur de résultat	**Exemple d'indicateur de résultat**	**Méthodologies proposées**
SE6.3	**Maintien des populations ou espèces à valeurs culturelles**	
SE6.4	**Amélioration des populations ou espèces à valeurs culturelles**	
Espèces ou populations à valeurs culturelles	Diversité d'espèces ou de populations culturelles, historiques ou emblématiques qui sont utilisées comme emblèmes ou signifiants culturels dans une certaine mesure	SE1-E ADN environnemental SE1-F Techniques de recensement des espèces fauniques SE1-G Inventaires à l'aide des pièges photographiques SE1-H Suivi acoustique
	Richesse des espèces considérées comme ayant une importance culturelle, sacrée ou spirituelle pour les populations, y compris pour les valeurs et le sentiment d'appartenance des peuples autochtones ou traditionnels	SE1-E ADN environnemental SE1-F Techniques de recensement des espèces fauniques SE1-G Inventaires à l'aide des pièges photographiques SE1-H Suivi acoustique
	Existence d'espèces menacées dont la préservation est nécessaire pour les valeurs patrimoniales ou identitaires ou pour les générations futures	SE1-F ADN environnemental SE1-F Techniques de recensement des espèces fauniques SE1-G Inventaires à l'aide des pièges photographiques SE1-H Suivi acoustique
	Espèces associées à l'alimentation ayant une importance spirituelle, traditionnelle ou culturelle, aux activités liés au savoir, à la thérapie et à la médecine	SE1-E ADN environnemental SE1-F Techniques de recensement des espèces fauniques SE1-G Inventaires à l'aide des pièges photographiques SE1-H Suivi acoustique
	Espèces importantes pour le maintien des modes de vie, de la subsistance et de la souveraineté alimentaire	SE1-F Techniques de recensement des espèces fauniques SE1-G Inventaires à l'aide des pièges photographiques SE1-H Suivi acoustique
Habitats protégés par des pratiques traditionnelles et autochtones	Zones des espèces protégées sélectionnées par des pratiques culturelles autochtones et traditionnelles	*Mesure ou calcul simple*
	Proportion de sites importants pour la diversité des espèces terrestres et d'eau douce qui font l'objet d'une gestion durable autochtone ou traditionnelle	*Mesure ou calcul simple*
	Habitat protégé des pressions extérieures, grâce aux connaissances autochtones et traditionnelles (par exemple, lutte contre les feux de forêt).	*Mesure ou calcul simple*

SE6-UN QUESTIONNAIRE

Impacts

- E6.1 : Maintien des connaissances, pratiques et langues culturelles et ancestrales
- SE6.2 : Renforcement des connaissances, des pratiques et des langues culturelles et ancestrales

Indicateurs de résultats

- Événements à haute signification spirituelle, intergénérationnelle, traditionnelle ou patrimoniale, organisés dans ces zones (par exemple, contes, folklore, danse, chants ou cérémonies et initiatives artistiques).
- Transfert des connaissances et des langues autochtones ou traditionnelles d'une génération à l'autre (par exemple en reconnaissant et en utilisant des termes autochtones pour les sites et les pratiques).
- Activités qui reconnaissent et valorisent la contribution des connaissances et des pratiques culturelles, autochtones et traditionnelles au bien-être social et à la conservation de l'environnement.

Description

TESSA offre un exemple de modèle de questionnaire pour les impacts des services culturels, y compris les impacts spirituels et religieux, le sens du lieu, l'identité, les relations sociales/les impacts pour la communauté, l'éducation et le savoir écologique.

Pour pouvoir analyser que le transfert de connaissances et de langues s'est fait au fil des générations, veillez inclure différentes générations dans la population échantillonnée.

Pour plus d'orientations sur les questionnaires, voir SE5-B/ SE5-C.

Contextes appropriés

Les contextes forestiers où il y a plusieurs générations de peuples autochtones et/ou de peuples traditionnels que l'on peut joindre pour administrer le questionnaire.

Avantages

- Données quantitatives.

Inconvénients

- Il est possible que les peuples autochtones et traditionnels ne soient pas disposer à participer à un questionnaire (surtout s'il est long).

Accès

Accès à la méthode culturelle 1C de TESSA (p.499-502) : https://www.birdlife.org/tessa-tools/

MÉTHODOLOGIES RELATIVES À LA QUALITÉ DE L'AIR (SE7)

Impact SE		
Type d'indicateur de résultat	**Exemple d'indicateur de résultat**	**Méthodologies proposées**
SE7.1	**Maintien de la qualité de l'air**	
SE7.2	**Amélioration de la qualité de l'air**	
Qualité de l'air	Charges critiques de dépôt atmosphérique d'azote et/ou de soufre	SE7-C Outils i-Tree SE7-B Déploiement de capteurs en forêt
	Concentration de NO_2 et/ou O_3	SE7-A Télédétection pour la qualité de l'air SE7-B Déploiement de capteurs en forêt
	$PM_{2.5}$ ou PM_{10}	SE7-C Outils i-Tree SE7-A Télédétection pour la qualité de l'air
	Bioindicateurs de la qualité de l'air, tels que les lichens, les mousses, etc.	SE7-D Recensement des bioindicateurs ✓
Structure de la forêt	Indice de surface foliaire (ISF)	SE1-A Imagerie satellitaire et SIG SE1-B LiDAR
	Structure verticale et/ou horizontale de la forêt	SE1-B LiDAR
	Indice de l'état de la structure de la forêt	

© FSC / M&A Creative Agency

SE7-A TÉLÉDÉTECTION POUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Impacts

- SE7.1 : Maintien de la qualité de l'air
- SE7.2 : Amélioration de la qualité de l'air

Indicateurs de résultats

- Charges critiques de dépôt atmosphérique d'azote et/ou de soufre
- Concentration de NO_2 et/ou O_3
- $PM_{2.5}$ ou PM_{10}
- Indice de surface foliaire (ISF)

Description

Le Service de surveillance atmosphérique Copernicus regroupe un ensemble de satellites axés sur la qualité de l'air, le forçage climatique, l'ozone et les rayonnements UV. Il effectue des mesures atmosphériques à haute résolution spatio-temporelle concernant la qualité de l'air, le forçage du climat, l'ozone et les rayonnements UV. La mission Sentinel-5 se compose d'un système de spectromètres à haute résolution fonctionnant dans la gamme de l'ultraviolet et de l'infrarouge à ondes courtes avec 7 bandes spectrales. Le temps de revisite maximal est de 4 jours. Parmi les données de qualité de l'air surveillées figurent les paramètres suivants : O_3, NO_2, SO_2 et aérosols (par exemple, $PM_{2.5}$, PM_{10}).

Il est également possible de calculer l'indice de surface foliaire (ISF), à partir d'images satellites, par exemple, celles de Sentinel-2. Outre, l'imagerie satellitaire, il est également possible d'obtenir l'indice de surface foliaire à partir de données LiDAR (voir SE1-B).

Contextes appropriés

Toutes les forêts du monde.

Avantages

- Moins coûteux.

Inconvénients

- Requiert un niveau d'expertise ou d'intérêt moyen.

Accès

Après inscription, vous pouvez accéder aux bases de données à l'adresse suivante : https://identity.dataspace.copernicus.eu/auth/realms/CDSE/protocol/openid-connect/auth?client_id=sh-a696e3be-b074-4baa-9e76-b10bee279c85&redirect_uri=https://shapps.dataspace.copernicus.eu/dashboard/#/&state=ab36f0ea-e837-40d8-8220-66f7927a

SE7-B DÉPLOIEMENT DE CAPTEURS EN FORÊT

Impacts

- SE7.1 : Maintien de la qualité de l'air
- SE7.2 : Amélioration de la qualité de l'air

Indicateurs de résultats

- Charges critiques de dépôt atmosphérique d'azote et/ou de soufre
- Concentration de NO_2 et/ou O_3
- $PM_{2.5}$ ou PM_{10}

Description

Si aucune donnée sur la qualité de l'air n'est disponible pour votre zone forestière, vous pouvez également décider de mettre en place un système de suivi à l'aide de capteurs. L'échantillonnage sec est effectué sur le terrain à l'aide de filtres/échantillonneurs d'air, tandis que l'échantillonnage humide consiste à collecter les précipitations. Les échantillons secs et humides sont généralement analysés en laboratoire.

Contextes appropriés

Forêts où les capteurs peuvent être installés avec un risque faible d'interférence (par exemple, conditions météorologiques, dommages causés par les animaux ou les humains).

Avantages

- Données précises au niveau du site.

Inconvénients

- Nécessité d'une expertise.
- Coûteux.

Accès

Capteur d'ozone : https://www.clarity.io/products/clarity-node-s

SE7-C OUTILS i-TREE

Impacts

- SE7.1 : Maintien de la qualité de l'air
- SE7.2 : Amélioration de la qualité de l'air

Indicateurs de résultats

- Charges critiques de dépôt atmosphérique d'azote et/ou de soufre
- Concentration de NO_2 et/ou O_3
- $PM_{2.5}$ ou PM_{10}

Description

Les outils i-Tree offrent un certain nombre d'instruments permettant d'estimer les avantages des arbres individuels, ainsi que les impacts au niveau du paysage. Certains outils doivent être téléchargés et installés, d'autres fonctionnent via un navigateur Web. i-Tree Landscape fournit des données sur divers paramètres de qualité de l'air (sous l'onglet Risque sanitaire (Health Risk), y compris O_3 et $PM_{2.5}$.

Contextes appropriés

États-Unis continental.

Avantages

- Données facilement disponibles.

Inconvénients

- Besoin en temps pour se familiariser avec l'application.
- Couverture géographique limitée.

Accès

Accédez aux outils i-Tree via : https://www.itreetools.org/

© FSC / Belgium Bart Holvoet

SE7-D RECENSEMENT DES BIOINDICATEURS

Impacts

- SE7.1 : Maintien de la qualité de l'air
- SE7.2 : Amélioration de la qualité de l'air

Indicateurs de résultats

- Espèces bioindicatrices

Description

Les bioindicateurs sont des êtres vivants qui indiquent la santé d'un écosystème. Voici quelques exemples de bioindicateurs liés à la qualité de l'air :

- Les lichens, pour mesurer les niveaux d'azote et de soufre
- Les mousses
- Les feuilles de plantes, pour étudier les dommages causés par l'ozone aux plantes
- Les toiles d'araignées

L'un des moyens de suivi des bioindicateurs consiste à mettre en place des parcelles de terrain et à procéder à un échantillonnage de la diversité des bioindicateurs. La présence/l'absence, la diversité et l'abondance indiqueront les niveaux de qualité de l'air dans la forêt.

Il est important de relever que la présence et la survie des bioindicateurs dépendent également d'autres facteurs, notamment de la disponibilité de l'habitat, de l'eau, des nutriments et de la lumière du soleil.

Une autre possibilité consiste à envoyer des échantillons de bioindicateurs à un laboratoire pour analyser les polluants absorbés par le biais d'une analyse de bioaccumulation (par exemple, des métaux lourds). Cela indiquera dans quelle mesure la forêt agit comme un filtre, absorbant les polluants présents dans l'air.

Contextes appropriés

Forêts situées dans des zones géographiques où des bioindicateurs de la qualité de l'air sont présents.

Avantages

- Possibilité de mesurer la fonction filtrante de la forêt.

Inconvénients

- Pour l'analyse de la bioaccumulation, il faut faire appel à un laboratoire.

Accès

Manuel de suivi des lichens en relation avec la qualité de l'air en azote (en anglais - R-U) : https://www.apis.ac.uk/nitrogen-lichen-field-manual.

Utilisation des lichens et des champignons des tâches de goudron comme bioindicateurs par OPAL Air Survey (en anglais - R-U) : https://www.imperial.ac.uk/opal/surveys/airsurvey/.

Les bioindicateurs étant géographiquement spécifiques, il est conseillé de rechercher des outils de suivi ou des directives applicables localement (dans la langue de votre pays).

DES FORÊTS®
POUR TOUS
POUR TOUJOURS

FSC International
Adenauerallee 134
53113 Bonn
Allemagne

Téléphone : +49 -(0)228 -36766 -0
E-mail : ecosystemservices@fsc.org