



Les outils de la finance climat appliqués au biochar

Projet CIV2200111

Mai 2025

Julia Artigas-Sancho, Léo Godard, Dorgeles Gomeu, Etienne Perrier,
Matthieu Tiberghien, Ruy Korscha

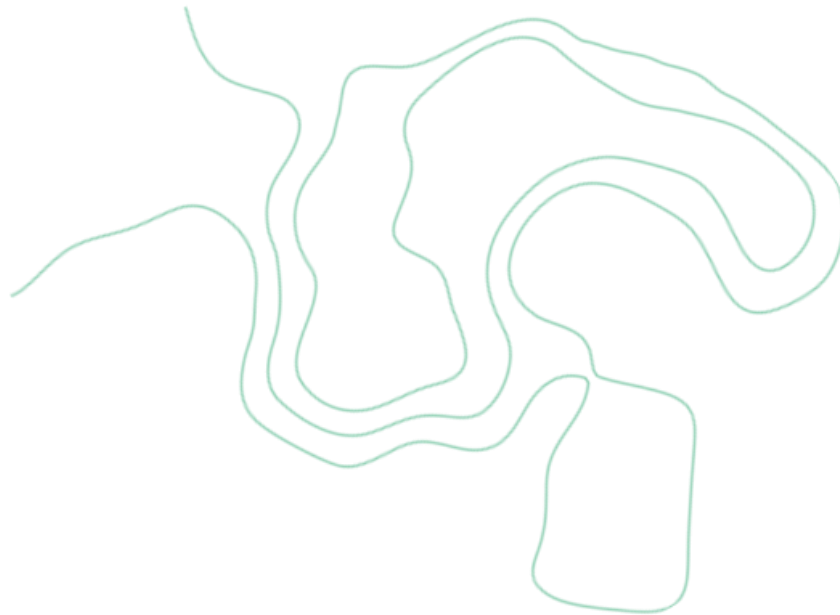




Table des matières

1.	Contexte et objectifs de la mission.....	4
2.	Méthodologie.....	4
3.	Acteurs de la finance climat associés au biochar	6
3.1	Acteurs de la chaîne de valeur carbone du biochar.....	6
3.2	Les standards carbone et leurs schémas de certification.....	7
4.	Historique du marché carbone	9
4.1	Cadres et structuration des marchés carbone	9
4.2	Fongibilité entre marchés de conformité et marchés volontaires	10
4.3	Typologie de projets carbone et quantités de crédits échangés.....	10
4.4	Evolution des prix pratiqués par les différents marchés.....	12
5.	Place du biochar dans ces marchés du carbone.....	13
5.1	Le biochar est considéré comme une méthode de CDR stable	14
5.2	Parmi les CDR stables, le biochar est la technologie la plus mature	14
5.3	Les CDR sont de plus en plus demandés par les groupes privés.....	15
5.4	Les arguments complémentaires (co-bénéfiques) des crédits carbone biochar	15
5.5	Prix associés aux crédits carbone issus de CDR stables.....	16
6.	Perspectives du marché des crédits carbone biochar	17
6.1	Etat de la demande de crédits carbone biochar (issus de projets BCR)	17
6.2	Profils et attentes des acheteurs de crédits biochar	18
6.3	Evolutions du prix des crédits carbone biochar	19
6.4	Potentiels risques et opportunités influençant l'évolution des prix.....	20
7.	Clefs de succès du volet carbone pour les projets biochar.....	23
	Bibliographie.....	24
	Annexe 1 : Carte mondiale des systèmes ETS et taxes carbone en 2021.....	25

Table des illustrations et tableaux

Figure 1 : Cartographie des acteurs de la chaîne de valeur du biochar	4
Figure 3: Volume, valeurs et prix des crédits carbone échangés sur le marché volontaire en fonction de leur typologie. Source : Ecosystem Marketplace 2024	11
Figure 4: Evolution de la quantité annuelle de crédits carbone échangés sur le marché volontaire. Source : Ecosystem Marketplace 2024.....	12
Figure 5 : Evolution des prix sur le marché de conformité Européen EU-ETS. Source : MSCI 2022 ..	12
Figure 6: Comparaison du niveau de maturité technologique des différentes méthodes de CDR ..	15
Figure 7: Fourchette des prix des crédits issus de CDR – Source : CDR.fyi.....	16
Figure 8 : Evolution des achats de crédits carbone biochar	17
Figure 9: Répartition des achats de CC biochar par acheteur	18
Figure 10: Evolution du prix des crédits carbone biochar du standard Puro depuis 2021.....	20



Table 1 : Liste des acteurs consultés pour l'étude	5
Table 2 : Matrice des typologies de projets carbone	11
Table 3: Estimations de la demande en crédits carbone générée par le mécanisme CORSIA.	21

Table des acronymes

BCR : Biochar Carbon Removal
BECCS : Bioenergy with Carbon Capture and Storage
CAPEX : Capital Expenditure
CC : Crédit Carbone
CDR : Carbon Dioxide Removal
CER : Certified Emission Reduction
CND : Contributions Nationales Désignées
CO ₂ : Dioxyde de Carbone
tCO _{2e} : Equivalent 1 tonne de Dioxyde de Carbone
CORSIA : Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation
DACCS : Direct Air Capture with Carbon Storage
DFI : Development Finance Institution
dMRV : Digital Monitoring Reporting and Verification
EBC : European Biochar Certificate
ERW : Enhanced Rock Weathering
ESG : Environmental Social and Governance
ETS : Emissions Trading System = Système d'échange de quotas d'émission
GAFAM : Google Apple Facebook Amazon Microsoft
GES : Gaz à Effet de Serre
GHG : Greenhouse Gas
MDP / CDM : Mécanisme pour un Développement Propre / Clean Development Mechanism
MSR : Market Stability Reserve
NBS : Nature-Based Solutions
REDD+ : Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation
RGGI : Regional Greenhouse Gas Initiative
SBT : Science-Based Targets
SDGs : Sustainable Development Goals
VCS : Verified Carbon Standard
WCI : Western Climate Initiative



1. Contexte et objectifs de la mission

L'étude de la demande internationale et nationale et de l'offre du biochar commanditée par ENABEL rentre dans le cadre de l'implémentation du projet VABICUI dont l'objectif principal est de renforcer les secteurs de la valorisation des déchets organiques et de la cuisson propre et ainsi de diminuer les émissions de GES de la Côte d'Ivoire. Il existe diverses possibilités pour valoriser les déchets et sous-produits des filières agricoles et industrielles (et déchets urbains). Parmi ces options, le biochar est une solution intéressante et qui suscite beaucoup d'intérêt ces dernières années, notamment grâce à la consolidation apparente de la finance climat.

Le travail demandé est assez vaste et peut se résumer en une analyse à 360° de la thématique biochar, avec un focus particulier sur les évolutions de ce marché naissant au niveau mondial (offre et demande). Etant donné le périmètre d'action du projet VABICUI, la Côte d'Ivoire, cette étude de marché aura aussi pour but de situer la filière ivoirienne de biochar dans ce contexte mondial.

De façon plus détaillée, les objectifs de l'étude sont : évaluer et caractériser la production de biochar dans le monde, ainsi que les pôles de consommation, les contextes et évolutions réglementaires, les différentes technologies impliquées et innovations récentes, et enfin comment la Côte d'Ivoire se place dans ce paysage, avec quelle compétitivité et quelles opportunités. Des recommandations pour orienter l'appui de VABICUI à la filière biochar ivoirienne seront aussi présentées.

2. Méthodologie

La méthodologie utilisée pour cette étude repose essentiellement sur une consultation étendue des acteurs du secteur du biochar mondial. Un listing et une catégorisation de ces acteurs a permis de fixer un agenda de consultations avec l'organisation d'une série d'interviews auprès des entreprises principales représentant chaque maillon de la chaîne de valeur. Une attention particulière a été apportée à la sélection des acteurs afin de couvrir un maximum de situations et modèles différents et ainsi recueillir des points de vue complémentaire sur l'évolution du secteur biochar.

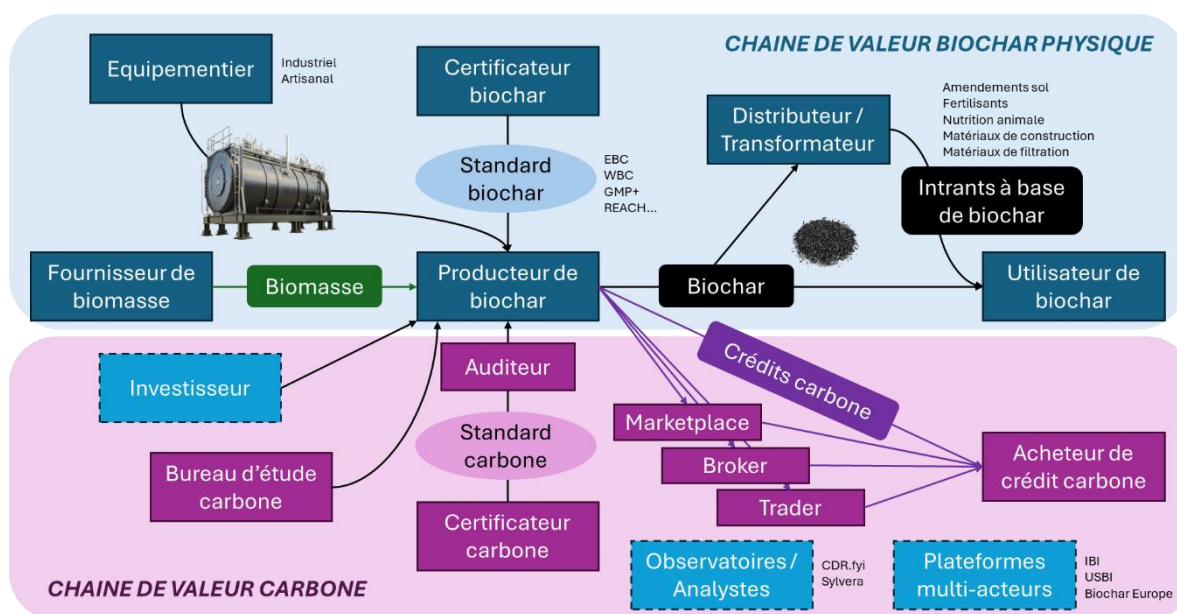


Figure 1 : Cartographie des acteurs de la chaîne de valeur du biochar



Une des complexités du secteur du biochar est qu'il recoupe deux chaînes de valeurs différentes : le biochar physique et les crédits carbone (Figure 1). Cela multiplie donc le nombre de catégories d'acteurs qui ont tous un rôle à jouer dans le bon développement du secteur.

Table 1 : Liste des acteurs consultés pour l'étude

Catégorie	Zone	Entreprise	Pays
Producteurs de biochar	Pays du Sud	WeAct (artisanal)	Inde, Madagascar
		Planboo (artisanal)	Thaïlande, Ghana, Namibie
		Recycoal (artisanal)	Rwanda, Ouganda
		PyroCCS (industriel & artisanal PRO)	Namibie, Inde
	UE	NetZero (industriel)	Cameroun, Brésil
		Interholco (industriel)	République du Congo
		HUSK (industriel)	Cambodge, Vietnam
		IED (industriel)	Sénégal, Cambodge
	USA	Carbon Emergente (industriel)	Espagne
		Athena recherche et innovation (industriel)	France
	Sonnenerde (industriel)	Autriche	
	Circularity2 (industriel & négoce)	Midwest	
Equipementier	UE	NGE Stiesdal	Autriche Danemark
Certification	Mondial	Puro CSI	
Fournisseur engrais et intrants	Mondial	Elephant vert Bayer	
Bureau d'étude	Pays du Sud	DSS+ Koko networks	
	USA	Ithaka Institute	
	Mondial	Cula	
DD & assurances	Mondial	Artio	
Investisseurs	Mondial	ISF	
Plateforme multiacteurs	Mondial	International Biochar Initiative (IBI)	
	USA	US Biochar Initiative (USBI)	

Pour réaliser cette étude de marché, 26 acteurs ont été consultés sur la période de février à avril 2025, couvrant différentes géographies (Table 1).

En plus de cette consultation, un travail de bibliographie scientifique et sectorielle a été réalisé afin de collecter les dernières informations disponibles (la liste des documents les plus pertinents est présentée dans la Bibliographie).

Les conclusions de l'étude sont présentées dans 4 rapports complémentaires :

1. Revue des pratiques de production du biochar
2. Etude de marché mondiale du biochar (offre et demande)
3. **Analyse des outils de la finance climat appliqués au biochar**– le présent document
4. Opportunités et défis du secteur biochar en Côte d'Ivoire



3. Acteurs de la finance climat associés au biochar

Le secteur du biochar est complexe car il recoupe deux chaînes de valeur différentes : celle du biochar physique et celle des crédits carbone (Figure 1). On pourrait même élargir et citer aussi celles de la bioénergie et de l'assainissement. Ainsi, 16 catégories d'acteur différentes ont été identifiées, dont 7 sont spécifiques à la finance climat.

3.1 Acteurs de la chaîne de valeur carbone du biochar

- Développeur de projet : Il s'agit d'entreprises qui mettent en place le projet biochar, soit dans son entièreté, soit en déléguant la partie production du biochar physique à un opérateur et en se chargeant que du montage du projet carbone, ainsi que la vente des crédits. Ex : NetZero, Wonghphai, Biodiversal, Warmheart, WeAct...
- Certificateur : Ces entités mettent en place des standards, soit de « qualité » (EBC, WBC), soit de crédits carbone (Puro, CSI, Verra, Reverse, Isometric). Pour cela elles publient des méthodologies affichant les exigences auxquelles il faut répondre (voir partie 3.2), ainsi que les lignes directrices suivies par les auditeurs (voir les références dans la Bibliographie)
- Auditeur : Ces entreprises réalisent les audits des projets de biochar selon un cahier des charges et des lignes directrices publiées par les certificateurs. La plupart du temps, les certificateurs font appel à des tiers pour la partie audit afin d'assurer un jugement neutre. Ex : CERES-CERT...
- Bureau d'étude / prestataire : Prestataires de services qui se chargent de monter tout le modèle du projet de biochar, de A à Z pour certains. Ils cumulent de l'expertise en ce qui concerne la technologie, les opérations, le schéma de certification carbone, le système dMRV, et parfois même la commercialisation du biochar (physique et crédits carbone) et la recherche d'investisseurs. Ce sont donc des partenaires qui peuvent être pertinents pour des nouveaux entrants dans le secteur du biochar. Ces entreprises peuvent aussi être sollicitées pour réaliser les Due Diligences des acheteurs de crédits carbone et des investisseurs. Ex : DSS+, Artio (compagnie d'assurance spécialisée en crédits carbone), Grain Ecosystem, CULA, PyroCCS, NetZero (peut proposer un montage de projet type « franchise »).
- Marketplace / broker / trader carbone : Les marketplace sont des plateformes qui mettent en lien les producteurs de crédits carbone et les acheteurs. On peut parfois même acheter directement les CC sur la plateforme. Ces entreprises ont des experts qui analysent le besoin d'un acheteur et lui recommande un développeur de projets ou un projet en particulier. Le broker est un acteur qui met en lien un projet de CC avec un acheteur. Le trader achète directement des CC pour les revendre aux acheteurs. Beaucoup d'entreprises cumulent ces 3 catégories. Ex : Carbonfuture, Supercritical, Patch, Ceezer, Cloverly...
- Acheteur de crédits carbone : Entreprise ou groupe qui souhaite compenser son empreinte carbone en achetant des crédits carbone. Les acheteurs de CC biochar sont aujourd'hui surtout représentés par de grands groupes du secteur de la Tech. Ils préfèrent signer des contrats long-terme (offtake) sur de gros volumes de CC selon des critères spécifiques, et réalisent des Due Diligences afin de sélectionner des projets capables de délivrer des CC conformes à leurs attentes. On peut cependant aussi noter que de grands groupes de trading peuvent être intéressés de



financer des projets biochar dans leurs chaînes de valeur, soit pour compenser leur empreinte carbone scope 3, soit pour augmenter la valeur ajoutée de leurs produits en communiquant sur leur aspect net zero (ex : *ECOM pour le café, le cacao et le coton*).

- Observatoire / analyste : Entité en charge de l'analyse du marché du carbone et des évolutions des projets biochar. Certaines publient des bases de données (ex : *CDR.fyi*) et d'autres proposent des méthodologies d'évaluation comme des agences de notation (ex : *Sylvera*). On retrouve dans cette catégorie des acteurs de type marketplace/broker/trader qui publient aussi régulièrement des bulletins d'analyse et animent des conférences (Ex : *Supercritical, Carbonfuture...*).
- Investisseurs : Les investisseurs qui s'intéressent aux projets biochar ont des profils multiples. Il peut s'agir de fonds ou d'investisseurs privés spécialisés dans le secteur de l'énergie ou des infrastructures (Ex : *le fonds STOA qui a investi chez NetZero*), des fonds ESG orientés sur les solutions climatiques et/ou l'agriculture (Ex : *Carbon Removal Partners*), ou alors des DFIs (Ex : *Bio-invest, Proparco...*).

3.2 Les standards carbone et leurs schémas de certification

Les standards de certification carbone sont des acteurs très importants dans la chaîne de valeur carbone du biochar, voici donc un zoom sur certains éléments de leurs activités. Les standards ont leurs interprétations et méthodes pour chacun des points présentés ci-dessous et il est nécessaire de consulter leurs cahiers des charges (voir la [Bibliographie](#)) pour les connaître avec précision.

➤ Le calcul des crédits carbone selon la méthode de l'ACV

Une des clefs de voûte de la certification carbone est d'assurer un calcul fiable et rigoureux des quantités de carbone réellement évitées ou séquestrées par le projet dans sa totalité. Il faut donc d'une part calculer la quantité de carbone séquestrée et d'autre part y retirer les émissions de carbone associées au projet lui-même. Pour y parvenir on utilise la méthode de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) qui quantifie les émissions de toutes les étapes du cycle de vie d'un produit, dans le cas présent le biochar. Il s'agit donc de recenser toutes ces étapes : production (si la biomasse est « cultivée » par le projet), collecte et transport de la biomasse à l'unité de pyrolyse, construction d'équipements, production du biochar, transport du biochar jusqu'à l'utilisateur et utilisation/application du biochar, autres activités liées au projet (administration, commercial, etc.).

Toutes ces émissions seront ensuite retirées au total de crédits carbone attribués pour chaque tonne de biochar produite. Une des clefs de rentabilité d'un projet biochar avec composante carbone est donc d'optimiser l'ACV avec des circuits courts d'approvisionnement et de distribution ainsi que des technologies de pyrolyse modernes.

Puro.earth	<ul style="list-style-type: none"> • $CORC = E_{\text{stored}} - E_{\text{biomass}} - E_{\text{production}} - E_{\text{use}}$ • $E_{\text{stored}} = Q_{\text{biochar}} \times C_{\text{org}} \times F_p^{TH, Ts} \times 44/12$ • Q_{biochar} is the amount of biochar produced over the reporting period; C_{org} is the organic C content of the biochar produced; $F_p^{TH, Ts} = c + m \times H/C_{\text{org}}$ is the permanence factor of biochar organic C over a given time horizon TH in a given soil at temperature T_s, where the coefficients c and m are a function of TH and T_s 	<ul style="list-style-type: none"> • E_{stored}: CO₂ sequestered over 100 years • E_{biomass}, $E_{\text{production}}$, E_{use}: Life cycle GHG during each stage
------------	--	---

Figure 2: Exemple de formule de calcul par le standard Puro - Source : Han et al 2023



➤ Biomasses acceptées

Selon les standards, toutes les biomasses ne sont pas acceptées comme matière première à la production de biochar. Il faut consulter les listes de biomasses autorisées par chaque standard. Par exemple, le standard biochar de Verra n'autorise pas les biomasses issues de plantations réalisées exprès pour l'approvisionnement d'un projet biochar, alors qu'elles sont autorisées par le standard Reverse. De même, les déchets municipaux ne sont acceptés par les standards de CSI : EBC C-sink et WBC C-sink que s'ils contiennent moins de 10% de plastique alors qu'ils ne sont pas du tout acceptés pour Artisan C-sink, ou alors pour le standard de Puro.

➤ Pratiques et technologies de production

Certains standards appliquent des limites concernant le type de technologie de production, en fonction notamment des émissions de GES des réacteurs de pyrolyse. On peut citer que les technologies de pyrolyseurs artisanaux *open flame* (flammes nues, à ciel ouvert) ne sont pas acceptées par la plupart des standards mais qu'elles sont autorisées par Artisan C-sink et C-Capsule.

➤ Test du biochar en laboratoire

Tous les standards demandent l'analyse du biochar produit par le projet en laboratoire et vérifient leur liste de seuils autorisés pour les contaminants ainsi que d'autres items comme la stabilité du carbone. Le type de laboratoire auquel il faut envoyer les échantillons, ainsi que la méthodologie d'échantillonnage dépend du standard.

➤ Introduction dans une matrice finale

Tous les standards exigent que le biochar soient utilisés de manière à assurer que le carbone qu'il contient ne soit pas émis dans l'atmosphère, et donc éviter sa combustion. On parle d'introduction du biochar dans sa « matrice finale ». Chaque standard a une liste de matrices finales autorisées.

➤ Digital Monitoring, Reporting and Verification (dMRV)

Une des exigences les plus importantes des standards est la mise en place d'un outil de collecte de données et suivi appelé dMRV. Cet outil est la base fondamentale de traçabilité du biochar produit et des crédits carbone générés. Il s'agit la plupart du temps d'une solution de collecte de données, sous la forme qui s'adapte le mieux au projet (fiche manuscrite, feuillet Excel, photos, capteurs...) associée à une plateforme numérique d'agrégation, analyse et visualisation de ces données. Le dMRV sera la clef de voûte de l'audit par les certificateurs. Selon les standards, certaines entreprises sont accréditées pour son installation ou alors la solution doit suivre un cahier des charges particulier.

➤ Exigences d'audit et frais associés

Enfin une des caractéristiques importantes selon le standard est la méthodologie de l'audit, c'est-à-dire les exigences du type d'entreprise de certification (accréditée / ou non), la fréquence des audits et les éventuelles lignes directrices à suivre concernant les échantillonnages et l'analyse de biochar au laboratoire, visites terrain et entretiens des équipes du projet. Tout cela, ainsi que les exigences concernant le type de dMRV nécessaire influencera le total des frais de certification carbone.

A l'heure actuelle, le biochar est encore un marché émergent et seules 2 certifications représentent la quasi-totalité des crédits carbone émis, il s'agit de Puro et des standards C-sink de CSI (Global et Artisan). Cela dit, l'état de la demande qui se spécialise de plus en plus, ainsi que l'arrivée sur le



marché d'une offre de plus en plus importante alimente la volonté des certificateurs de mettre au point de nouveaux standards (potentiellement une dizaine d'ici quelques années). Nous sommes donc sur le point d'assister à une concurrence importante entre standards qui souhaitent se différencier – notamment en mettant en avant la rigueur et l'exhaustivité de leur méthodologie, en plus des critères classiques de coûts qualité de service (réactivité, flexibilité...).

Cette multitude de standards apportera de la complexité au marché des crédits carbone biochar, et rendra plus difficile l'analyse et le choix de projets par les acheteurs. Cet état des choses renforcera les intermédiaires de type marketplace ou brokers auxquels les acheteurs feront appel.

4. Historique du marché carbone

4.1 Cadres et structuration des marchés carbone

Les certifications carbone ont commencé à émerger dans les années 1990, en réponse à la croissance des préoccupations environnementales et à la nécessité de mesurer et de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES). La première certification carbone a été mise en place en 1997 en tant que « mécanisme de flexibilité » du Protocole de Kyoto, avec le lancement du Mécanisme pour un développement propre (MDP), qui permettait aux pays industrialisés (soumis à des engagements contraignants) d'avoir recours à des crédits carbone – autrement dit des réductions d'émissions de GES, ou de la séquestration de carbone, générées par la mise en place d'un projet – en lieu et place de limitations de leurs propres émissions de GES.

Le crédit carbone est une unité d'échange représentant l'évitement, ou la séquestration d'1 tonne métrique de CO₂ ou d'un GES équivalent¹ (= CO_{2e}). Pour information, 1 tCO_{2e} représente ce qu'émettent 5 pleins (350L de diesel), la combustion de 2 barils de pétrole ou 1 aller-retour Paris-New York par passer. Il existe 2 typologies de marché « carbone » :

1. Les **marchés de conformité**, créés à la suite d'une politique ou exigence réglementaire nationale, régionale et/ou internationale. Les entreprises ou les gouvernements sont tenus de réduire leurs émissions de GES à un certain niveau prédéterminé. S'ils ne peuvent pas atteindre cet objectif en réduisant leurs émissions, ils peuvent acheter des crédits carbone auprès d'autres entreprises qui ont réduit leurs émissions au-delà de leur quota, ou auprès de l'Etat. Ces transactions sont réalisées grâce à des systèmes d'échanges nationaux appelés *Regional Emissions Trading Systems* (ETS) reposant sur des taxes carbone et des systèmes de plafonnement (voir [Annexe 1](#): Carte mondiale des systèmes ETS et taxes carbone en 2021). Aujourd'hui, seulement 16% des émissions de CO_{2e} sont concernées par ce type de mesures contraignantes². On peut notamment citer les marchés suivants :

- Système de l'Union Européenne (ETS-UE) : Le plus grand marché de conformité au monde.
- Marchés aux USA et au Canada : le RGGI (Nord-Est des États-Unis) et la *Western Climate Initiative* (WCI).
- Système chinois d'échange de quotas d'émission : En pleine expansion.

¹ Vapeur d'eau, Dioxyde de carbone, Méthane, Protoxyde d'azote, Ozone, Chlorofluorocarbures, Hydrofluorocarbures, Perfluorocarbures

² ICAP (2023). Emissions Trading Worldwide: Status Report 2023, UNFCCC



2. Le **marché du carbone volontaire**, quant à lui, est un système dans lequel les entreprises ou les individus peuvent choisir de compenser volontairement leurs émissions de GES en achetant des crédits carbone. Ce marché volontaire est encadré par des certifications / labels privés (VCS, Gold Standard, Plan Vivo, etc.), dont les cadres méthodologiques sont inspirés par le MDP, et par des normes internationales (GHG Protocol, Carbon Disclosure Project, Science Based Targets Initiative...).

Il est important de bien différencier les crédits carbone qui sont échangés sur les marchés de conformité, qui ne représentent en fait que le respect de quotas nationaux, et ceux du marché volontaire qui sont issus de différents types de projets carbone (voir section 4.3) développés par des tiers.

4.2 Fongibilité entre marchés de conformité et marchés volontaires

Jusqu'à récemment³, la fongibilité entre marchés de conformité et les marchés volontaires était très limitée : les crédits carbone certifiés par des labels privés n'étaient pas éligibles pour les acteurs soumis à contrainte dans un marché de conformité. Ainsi, les systèmes d'échanges type ETS étaient considérés comme des marchés « fermés » où l'on ne pouvait pas vendre de crédits carbone issus de projets carbone.

Récemment, le système CORSIA (acronyme de l'anglais *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*), qui est un régime mondial de mesures destinées à compenser la fraction des émissions de CO_{2e} des vols internationaux excédant leur niveau de 2020, permet aux entreprises soumises à contrainte d'avoir recours à certains labels / typologies de projet volontaires pour remplir leurs obligations, et pas seulement des crédits des marchés de conformité.

Plus globalement, la finance carbone est reconnue comme essentielle pour la mise en œuvre des Contributions Déterminées au niveau National (CDN) des Pays signataires de l'Accord de Paris en 2015, qui prévoit l'utilisation de mécanismes permettant le lien entre les marchés de conformité et volontaires dans le cadre de [l'article 6](#). Cet article est régulièrement révisé afin de mettre à jour les règles générales et cadres mondiaux des marchés carbone. **Une révision de l'article 6.4 pourrait permettre aux entreprises régies par les marchés de conformité d'acheter des crédits carbone issus de méthodologies « approuvées ».** Il semblerait que le biochar soit bien placé pour en faire partie, ce qui serait une opportunité importante (voir section 6.3).

4.3 Typologie de projets carbone et quantités de crédits échangés

Les projets carbone sont divisés en 2 grandes typologies : ceux qui évitent (*avoidance*) des émissions et ceux qui retirent (*removal*) du CO₂ de l'atmosphère, on les appelle aussi CDR (*Carbon Dioxide Removal*). On classe aussi les projets selon s'ils reposent sur des processus naturels, on parle alors de solutions basées sur la nature (*Nature-based Solutions = NbS*), ou sur l'utilisation de technologies.

³ Les Certified Emission Reductions (CERs), issus du CDM (MDP en Français), ont été utilisables dans l'EU ETS pendant la phase 2 (2008–2012) et en partie pendant la phase 3 (2013–2020). Depuis la phase 4 (à partir de 2021), les CERs ne sont plus acceptés dans l'EU ETS notamment dû aux préoccupations concernant l'intégrité environnementale de certains projets, la volonté de favoriser les réductions d'émissions domestiques au sein de l'UE et l'effondrement du prix des CERs, qui avait réduit les incitations à l'innovation bas-carbone en Europe.



Table 2 : Matrice des typologies de projets carbone

Typologie de projets carbone	Emissions évitées <i>AVOIDANCE</i>	Elimination de CO2 de l'atmosphère <i>REMOVAL ou CDR</i>
Solutions basées sur la nature <i>NATURE-BASED</i>	Déforestation évitée (REDD+) Conservation des tourbières Protection mangroves et prairies Agriculture bas carbone	Afforestation / reforestation / agroforesterie Restauration de zones humides Agriculture régénérative
Solutions basées sur la technologie <i>TECH-BASED</i>	Efficacité énergétique : foyers améliorés ou amélioration d'équipements industriels Energies renouvelables Substitution charbon --> gaz (hydrogène)	<i>Aussi appelée CDR stables</i> DACCS (capture dans l'air) BECCS (bioénergie avec stockage dans le sol) ERW (minéralisation améliorée) Biochar

On peut noter que certains types de projets sont à la frontière entre plusieurs catégories comme le biochar qui peut être considéré comme CDR *nature-based* ou bien *tech-based* selon le point de vue, et peut aussi être considéré comme *avoidance* (voir section 6.4).

On peut aussi classer les projets carbone selon leurs secteurs (Figure 3) :

CATEGORY	2022			2023			Percent Change		
	Volume (MtCO ₂ e)	Value (USD)	Price (USD)	Volume (MtCO ₂ e)	Value (USD)	Price (USD)	Volume	Value	Price
Forestry & Land Use	113.0	\$1.1 B	\$10.14	36.2	\$351.3 M	\$9.72	-68%	-69%	-4%
Renewable Energy	92.7	\$386.1 M	\$4.16	28.6	\$111.1 M	\$3.88	-69%	-71%	-7%
Chemical Processes/ Industrial Manufacturing	13.3	\$68.5 M	\$5.14	12.2	\$50.2 M	\$4.10	-8%	-27%	-20%
Household/ Community Devices	9.1	\$77.6 M	\$8.55	9.9	\$76.6 M	\$7.70	+10%	-1%	-10%
Energy Efficiency/ Fuel Switching	6.6	\$35.6 M	\$5.39	9.4	\$34.4 M	\$3.65	+43%	-3%	-32%
Agriculture	3.8	\$41.7 M	\$11.02	4.7	\$30.6 M	\$6.51	+24%	-26%	-41%
Waste Disposal	6.2	\$44.9 M	\$7.23	1.5	\$10.9 M	\$7.48	-77%	-76%	+3%
Transportation	0.18	\$770 K	\$4.37	-	-	-	-	-	-

Figure 3: Volume, valeurs et prix des crédits carbone échangés sur le marché volontaire en fonction de leur typologie.
Source : Ecosystem Marketplace 2024

Le secteur forestier (REDD+, reforestation, carbone bleu) est historiquement majoritaire au niveau des projets carbone, représentant 45% des crédits échangés en 2022 et 32% en 2023. Les critiques ont fusé ces derniers temps concernant la fiabilité des projets forestiers et la réalité des crédits carbone associés. En effet, le marché volontaire, porté par ces crédits forestiers a atteint un pic en 2021 (516 millions de crédits échangés représentant plus de 2 milliards de dollars) mais a fortement chuté depuis atteignant 111 millions de crédits en 2023 (723 millions de dollars), c'est-à-dire une perte de 62% de leur valeur – voir Figure 4.

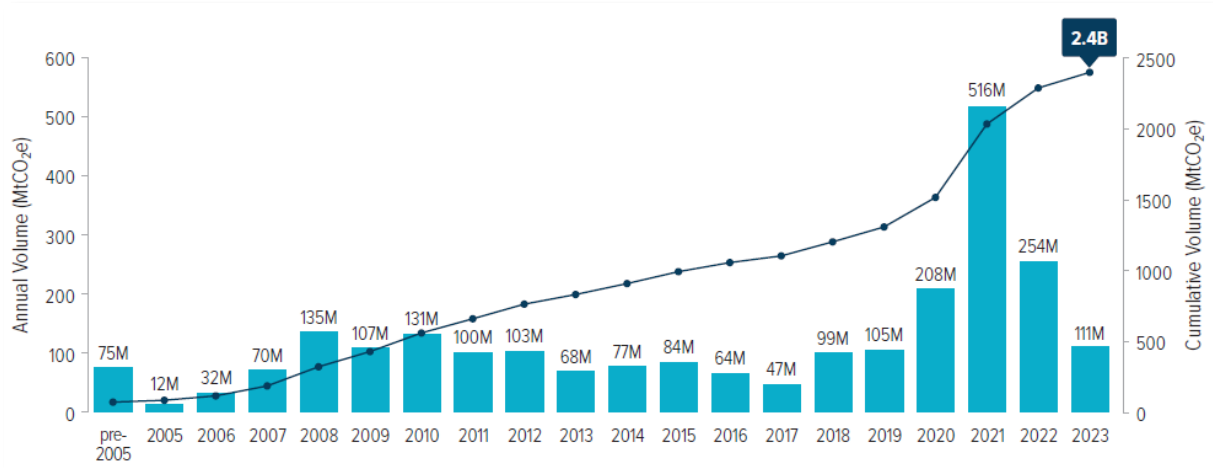


Figure 4: Evolution de la quantité annuelle de crédits carbone échangés sur le marché volontaire. Source : Ecosystem Marketplace 2024

4.4 Evolution des prix pratiqués par les différents marchés

Les prix de vente des crédits carbone ont pour particularité d'être très hétérogènes (de quelques euros à une dizaine d'euros en moyenne – voir Figure 3, à plus de 500€ pour certaines micro-niches comme les CDR rémanents – voir section 4). Tout d'abord parce qu'il existe plusieurs marchés, avec des prix différents : les marchés de conformité qui sont cotés, et donc dont la valeur du crédit est fixée, et connue de tous, et les marchés volontaires, où les prix ne sont pas fixes et dépendent de la négociation entre le vendeur et l'acheteur. Plusieurs facteurs influencent les prix des marchés.

Pour les marchés de conformité

Pour les marchés de conformité, la conjoncture économique (crise des dettes de 2011, COVID-19), les crises internationales (guerre en Ukraine), les décisions politiques (abaissement des plafonds d'émissions, taxe carbone) et l'évolution des mécanismes/règles régissant ce marché (mise en place de la Market Stability Reserve – MSR afin d'éviter la suroffre) ont un fort impact, comme on peut le voir sur la Figure 3.

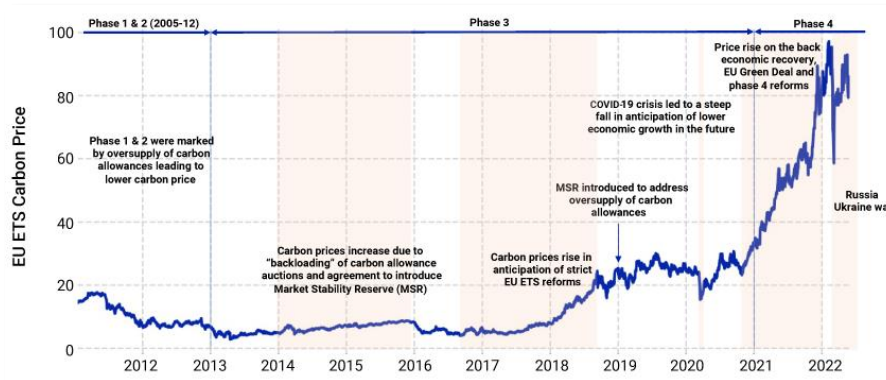


Figure 5 : Evolution des prix sur le marché de conformité Européen EU-ETS. Source : MSCI 2022

Ce prix varie donc énormément en fonction des pays et régions : en 2024 le prix sur le marché Européen était de 61\$, de 58\$ au Canada, de 45\$ au Royaume-Uni (UK-ETS), de 38\$ en Californie, de 25\$ à Washington et de 12\$ en Chine. La tendance est cependant à la hausse au niveau mondial.



Pour le marché volontaire

Pour le marché volontaire, c'est la loi de l'offre et de la demande qui prime. Ainsi les crédits carbone vont se comporter sur ce marché comme tout type de produits, avec des éléments différenciants caractérisant la « qualité » des crédits, et donc leur prix : le type de projet (cuisson propre, énergie renouvelable, foresterie), le type de standard (VCS, Gold Standard, CDM, Puro...), le millésime (année où le crédit était généré), la liquidité (éligibilité sur plusieurs marchés – par exemple CORSIA, voir section 4.2), la géographie, les organisations impliquées, les risques, les co-bénéfices, la pression sociale...

Ainsi, bien que des prix de marché soient publiés par des observatoires, le prix de chaque transaction résulte d'une opération commerciale et d'une négociation. Un projet carbone essaiera donc de vendre ses crédits au meilleur prix possible en employant tous les arguments possibles, notamment la crédibilité (rigueur de la méthodologie de certification) et la différenciation (*storytelling* qui rend le projet unique). Comme on peut le constater sur la Figure 3, en 2023 les prix allaient en moyenne de 3,65\$ à 7,70\$ et fluctuent énormément d'une année sur l'autre.

Il faut retenir que les marchés du carbone (conformité et volontaire) ont connu une volatilité significative au cours des 15 dernières années, influencée par divers facteurs économiques, sociaux, politiques et réglementaires. On peut citer comme éléments de volatilité récents les scandales et perte de confiance dans les méthodologies REDD+ mais qui a aussi terni l'image des crédits carbone, ainsi que le changement de gouvernement aux USA. D'autres évolutions peuvent positivement affecter le marché tel que la fongibilité entre les marchés de conformité et volontaire. **Les marchés du carbone sont extrêmement volatiles par nature, et leur prix est complexe et difficile à anticiper, surtout à long terme.**

5. Place du biochar dans ces marchés du carbone

Dans ce paysage des marchés du carbone, le biochar représente un très petit segment de niche mais qui a le vent en poupe pour des raisons exposées ci-dessous. Seuls 473'000 CC issus de la méthode biochar ont été émis depuis 2019⁴, date à laquelle Puro a commencé l'émission de ce type de crédits. C'est donc très peu comparé aux 4,1 milliards de CC qui ont été émis : en 2023, **le biochar ne représente que 0,001% des crédits carbone**⁵.

En 2023, 120'000 CC de biochar ont été émis, ce qui représente 0,1% de tous les CC émis sur le marché volontaire cette année-là. Cependant, diverses sources prédisent que ce secteur va croître intensément sur les prochaines années, par exemple Supercritical donne une estimation de 2,86 millions CC biochar pour 2026, et de 11 millions pour 2028⁶. Le nombre de crédits carbone générés par les projets biochar pourrait être multiplié par 12 d'ici fin 2025 et ainsi déjà représenter 0,8% du marché volontaire.

⁴ CDR.fyi

⁵ State of the voluntary carbon market in 2023, Ecosystem Marketplace 2024

⁶ Boom or Bust, 2024 Biochar Market Outlook, Supercritical 2024



En termes de prix, les CC de biochar sont actuellement échangés entre 100 et 300\$, ce qui est très élevé comparé aux autres typologies de projets du marché volontaire (Figure 3) mais dans la fourchette basse des méthodologies de la niche des CDR dits « stables » (voir 5.1 et Figure 7).

5.1 Le biochar est considéré comme une méthode de CDR stable

Les projets biochar (raccourcis par l'acronyme BCR – *Biochar Carbon Removal*) sont considérés par le marché carbone⁷ comme faisant partie de la typologie des projets qui **retiennent du carbone de l'atmosphère (CDR – Carbon Dioxide Removal)**. En 2023, les CC issus de CDR représentaient 35%⁵ de tous les crédits générés sur le marché volontaire.

Comme présenté dans la section 4.3, les CDR se divisent en 2 catégories : les « solutions basées sur la nature » (principalement séquestration dans les arbres) et les solutions technologiques (dont fait partie le biochar). **Ces solutions technologiques ont l'avantage d'être considérées comme plus durables dans le temps à la différence du carbone séquestré dans les arbres qui encourt le risque d'être réémis dans l'atmosphère.** Le carbone séquestré dans le biochar est considéré comme une séquestration stable / irréversible : lorsque le biochar est appliqué dans une matrice stable (le sol ou le béton par exemple), il ne peut pas être incinéré et il se dégrade très lentement dans le sol. On parle donc de **CDR stable**⁸.

Ces CDR stables suscitent beaucoup d'intérêt médiatique et de la part des investisseurs, mais ils représentent une part minuscule du marché des crédits carbone à ce jour.

5.2 Parmi les CDR stables, le biochar est la technologie la plus mature

A part le biochar, les CDR stables comprennent des technologies telles que la capture du CO₂ directement dans l'air – DACCS, la météorisation augmentée des roches – ERW, la bioénergie avec captage et stockage de dioxyde de carbone – BECCS, l'enterrement longue durée de biomasse, la captation par alcalinisation de l'océan, et d'autres encore.

Il faut cependant garder en tête que le biochar est la seule de ces technologies qui est aujourd'hui considérée comme « mature »⁹, c'est-à-dire opérationnelle et qui peut être mise en œuvre dans des projets commerciaux viables générant des crédits carbone (Figure 6). A ce jour, 76% des crédits carbone issus de CDR stables émis et vendus (« livrés ») sont issus de projets biochar¹⁰.

⁷ Certains chercheurs argumentent que les projets biochar, selon le modèle du projet devraient être considérés soit comme « émissions évitées », soit comme CDR voir Pirard, 2024.

⁸ Attention, le secteur a tendance à utiliser le terme CDR pour désigner les CDR stables. C'est un abus de langage car les projets forestiers font aussi partie des CDR. Dans ce rapport nous utiliserons donc CDR stables.

⁹ Un concept important dans le cadre des technologies climatiques est l'échelle TRL (*Technology readiness level*). Elle évalue le niveau de maturité d'une technologie jusqu'à son industrialisation. Elle compte 9 niveaux.

¹⁰ Données issues de CDR.fyi, somme des crédits dont le statut est *Delivered*, et *Retired*

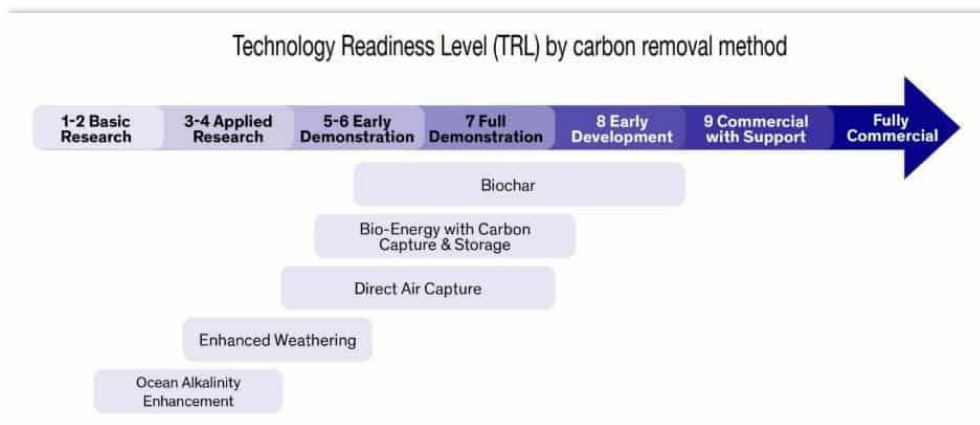


Figure 6: Comparaison du niveau de maturité technologique des différentes méthodes de CDR Source : carboncredits.com

5.3 Les CDR sont de plus en plus demandés par les groupes privés

Les projets de CDR sont de plus en plus demandés par les acheteurs de crédits carbone car ils représentent un impact plus concret sur le changement climatique (comparé aux émissions évitées). Les grandes entreprises commencent même à mettre en place dans leurs stratégies de compensation des objectifs séparés entre les achats de crédits de type évitement (*avoidance*) et de type CDR.

En effet, la promesse de devenir *net zero*, est devenue très impactante dans la communication des groupes privés ces dernières années. Il faut différencier les termes *net zero* et « neutre en carbone » : pour pouvoir prétendre au *net zero*, une fois que l'entreprise a diminué un maximum ses émissions, elle ne peut compenser le reste que par l'achat de crédits ayant effectivement retiré du carbone de l'atmosphère, c'est-à-dire les CDR¹¹, alors que pour être neutre en carbone on peut acheter n'importe quel type de CC. **Cela veut dire que les CDR deviennent un marché complémentaire et différencié par rapport aux autres crédits.**

5.4 Les arguments complémentaires (co-bénéfiques) des crédits carbone biochar

Au-delà des arguments cités plus haut, le biochar présente d'autres co-bénéfices :

- Au niveau environnemental, en plus de la séquestration du carbone, selon l'utilisation qu'on en fait le biochar peut répondre à des problématiques importantes telles que la baisse de fertilité des sols et l'adaptation des systèmes cultivés au changement climatique ; la bioremédiation (dépollution des sols, filtration de l'eau ou de l'air) ; remplacement de matériaux polluants (industrie des substrats, fertilisants, matériaux de construction...).
- Au niveau social, certains modèles de production de biochar, principalement les projets artisan, imposent une répartition de la valeur de la vente de crédits carbone avec des petits producteurs et des ménages ruraux, apportant des revenus additionnels significatifs pour les

¹¹ Understanding the Use of Carbon Credits by Companies: A Review of the Defining Elements of Corporate Climate Claims, D. Trouwloon et al., 2023



populations. De plus, dans le cadre où l'impact agronomique du biochar est important, il peut améliorer les performances, et donc les revenus agricoles des ménages.

- Au niveau économique, il peut faire du sens de récupérer l'énergie du processus de carbonisation pour alimenter un processus industriel (séchage, chauffage d'eau/air) ou la génération d'électricité, ce qui bénéficie non seulement le bilan énergétique de l'opération de carbonisation mais aussi celui d'autres activités complémentaires. Ceci est spécialement vrai dans les secteurs où la biomasse à carboniser est générée normalement par une unité agroindustrielle (exemple : décorticage et torréfaction du café, scierie bois).
- L'énergie produite, générée à partir d'une source renouvelable, pourrait en outre être à la source d'une réduction d'émissions de GES associées à l'opération qui consomme cette énergie (dont le bilan et l'éventuelle valorisation en crédits carbone doit être fait en parallèle à celle du biochar).

Ainsi le biochar coche plusieurs cases en même temps (*agriculture régénérative, production d'énergie renouvelable, AgTech, économie circulaire...*), ce qui en fait une solution intéressante pour certains acteurs tels que les bailleurs de fonds internationaux et les investisseurs d'impact.

5.5 Prix associés aux crédits carbone issus de CDR stables

Les CDR stables sont des méthodes d'extraction du CO₂ de l'atmosphère en utilisant des technologies poussées demandant une coûteuse et longue R&D, des investissements en CAPEX et des coûts d'opération importants. Cela impacte les prix de vente des crédits carbone, qui varient énormément selon la méthode mais sont en général largement supérieurs aux prix des CC issus des autres typologies de projet (entre 4 et 10\$ par crédit - [Figure 3](#), et 27\$ pour les CDR de type NBS).

En effet, le prix des CC issus de CDR stables sont tous bien au-dessus de 100\$ par crédit, allant même jusqu'à atteindre plus de 500\$ pour certaines méthodes très high-tech ([Figure 7](#)). Le biochar est la typologie de projet CDR stable la plus compétitive car les CC sont vendus entre 100 et 300\$.

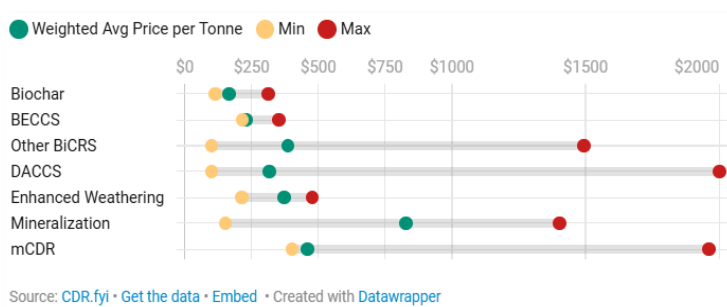


Figure 7: Fourchette des prix des crédits issus de CDR – Source : CDR.fyi

Le biochar, bien que faisant office de niche dans le marché du carbone volontaire (0,1% des crédits émis en 2023), présente un potentiel important en termes de demande par rapport aux autres méthodes de génération de crédits carbone pour plusieurs raisons :

- (i) il fait partie des CDR, c'est-à-dire qu'il retire du carbone de l'atmosphère, considéré donc comme plus impactant sur le changement climatique que les réductions d'émissions ;
- (ii) il permet de stocker le carbone sur de très longues durées (>1000 ans), ce qui n'est pas le cas des projets forestiers sensibles aux incendies et à l'exploitation du bois : c'est un CDR « stable » ;
- (iii) c'est la méthode de CDR stable la plus mature, opérationnelle et compétitive à ce jour ;



(iv) son utilisation génère des co-bénéfices sociaux, économiques et environnementaux.

Ces différents arguments alimentent donc la thèse de la croissance de la demande de crédits carbone biochar dans le futur. Cependant, bien que ces arguments soient efficaces, si les prix des CC biochar restent élevés, cela risque de freiner cette demande.

6. Perspectives du marché des crédits carbone biochar

6.1 Etat de la demande de crédits carbone biochar (issus de projets BCR)

A ce jour, et selon la base de données de [CDR.fyi](https://cdr.fyi), à peu près 1,77M de CC biochar ont été vendus. Cela ne représente que 6% des CDR stables vendus, ce qui fait que le biochar est la 3^e méthode en termes de vente de CC (loin derrière les BECCS avec 21,8M de CC vendus et les DACCS avec 2,5M).

Cependant, comme expliqué en la section 5.2, le biochar est la technologie la plus mature, ainsi les CC achetés pour les autres méthodes sont des « investissements pour le futur » plutôt que des CC déjà générés et « retirables »¹². Ce qui fait que sur la totalité des CC retirables issus des CDR stables, la quasi-totalité (76%) proviennent du biochar. En termes d'évolution, les achats de CC biochar présentent une croissance bondissante, multipliées par 4 depuis 2 ans, atteignant presque 1 M en 2024 (Figure 8).

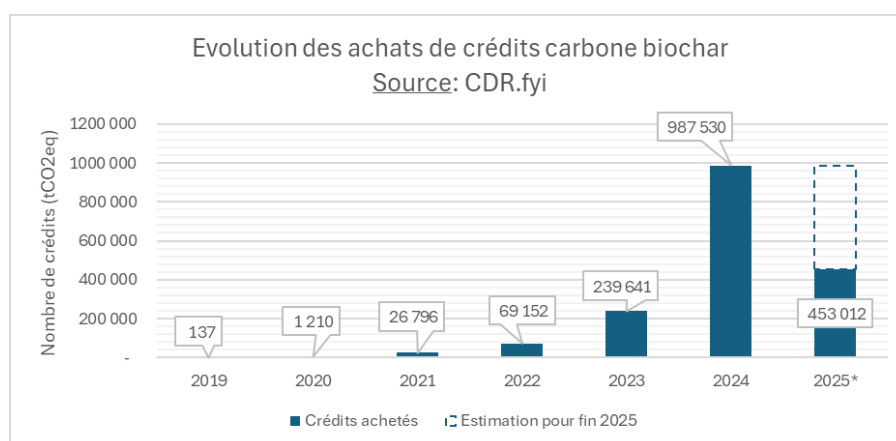


Figure 8 : Evolution des achats de crédits carbone biochar

Une des raisons qui a boosté la demande en CDR stables (et donc en CC biochar) en 2023 et 2024, outre les arguments avancés dans la section 5, est la baisse de confiance des acheteurs dans les crédits issus de programmes REDD+ (réduction de la déforestation) qui représentent une part importante des crédits du marché volontaire du carbone. Des scandales liés à des erreurs de comptabilité carbone ont été relayés par les médias et ont entaché la réputation de ces programmes, redirigeant en partie la demande de CC vers les CDR.

¹² On parle de crédits carbone « retirés » quand une entreprise déclare officiellement qu'elle a utilisé ces crédits carbone pour compenser son empreinte carbone. Ces CC sont alors retirés du registre du standard, et ne sont plus disponibles pour la mise en vente.



6.2 Profils et attentes des acheteurs de crédits biochar

Bien que la demande semble prometteuse, seulement une poignée de grands groupes privés concentre toute la demande. Le top 5 des acheteurs représente 40% des achats totaux (Figure 9).

Ces entreprises qui dominent très largement les achats de CC biochar sont principalement des groupes du secteur de la Tech (Microsoft, Google, Shopify, Stripe, Autodesk) qui ont une importante empreinte carbone mais reposent sur une base d'employés sensibilisés au changement climatique qui pousse leurs objectifs environnementaux.

Parmi les autres secteurs qui forment la demande concentrée en CC biochar, on retrouve aussi des groupes du conseil (JP Morgan Chase, TD Securities, Morgan Stanley, BCG, McKinsey).

Etant donné que l'offre de CC issus de CDR stables est encore très faible, et qu'il existe peu de projets, quasiment tous en phase de développement, les acheteurs ont tendance à sécuriser leur compensation carbone sous forme de contrats d'achat en avance (*offtake*) de très grande envergure (souvent >50.000 crédits). Ainsi on peut considérer que les acheteurs de crédits carbone CDR stables sont en réalité en même temps des investisseurs. Cette stratégie entraîne une prise de risque qui pousse ces acheteurs/investisseurs à miser sur les projets les plus exemplaires et ambitieux, et pouvant démontrer un potentiel de mise à l'échelle (*scalability*). Cela implique aussi la tenue de contre-expertises préinvestissement (*Due Diligence*) dont le but est d'analyser les projets et d'évaluer le niveau de risque de non-réalisation des objectifs de génération de crédits carbone. Des assurances commencent même à voir le jour sur les *offtake* de crédits carbone.

Les autres secteurs susceptibles d'acheter des CC biochar / ou bien de financer un projet contre une part des crédits carbone générés pourront être :

- **Les fonds d'impact et bailleurs publics** avec des objectifs de développement durable (SDGs), comme Oikocredit. Ce type d'acheteur est plus sensible au narratif (*storytelling*) et aux potentiels co-bénéfiques environnementaux et sociaux du projet. Ils peuvent être par exemple des financeurs pour les projets de type artisan (certifiés par le standard Artisan C-sink ou C-Capsule).
- **Les traders de commodités** qui cherchent à compenser l'empreinte carbone de leurs fournisseurs (scope 3) et dont les chaînes de valeur génèrent des résidus agricoles comme la coque d'anacarde, la tige de coton, la parche de café, les cabosses de cacao (ECOM, ETG, OFI...). Ces acteurs mettent déjà en œuvre des programmes de compensation carbone au sein de leur chaîne de valeur (*insetting*) grâce à d'autres leviers tels que l'agroforesterie ou le stockage du carbone dans les *sols*. Le biochar peut être ajouté comme levier supplémentaire et ainsi renforcer le programme. Pour ce type d'acteur la complexité réside dans l'articulation des divers leviers et leur comptabilisation carbone par des standards crédibles capables de tous les évaluer, pour le moment il n'existe pas de standard biochar permettant de l'inclure dans un schéma d'*insetting*.

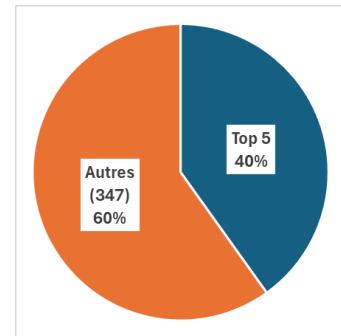


Figure 9: Répartition des achats de CC biochar par acheteur



- Les secteurs dont l’empreinte carbone est difficile à réduire (*hard-to-abate sectors*) comme le transport maritime ou l’aviation notamment grâce à la fongibilité de certains standards biochar avec le système CORSIA – voir sections [4.2](#) et [6.3](#).
- **Les utilisateurs potentiels du biochar dont l’empreinte carbone est importante** tels que les producteurs de fertilisants ou de matériaux de construction. Ces acteurs peuvent financer les projets biochar afin de sécuriser leur approvisionnement en biochar.

Par ailleurs, étant donné que le marché des CC biochar est complexe (sujet très technique, plusieurs types de projets et de standards, etc.), les acheteurs ont du mal à analyser seuls le risque de chaque projet et à les comparer entre eux. C’est pour cela que les intermédiaires de type brokers et marketplaces revêtent une importance de plus en plus importante, en agissant comme des « filtres » ou des « agences de notation » garantissant la qualité des projets et leur adéquation avec les attentes de chaque acheteur.

6.3 Evolutions du prix des crédits carbone biochar

Comme expliqué dans la section [5.5](#), les prix des crédits carbone de biochar se situent aujourd’hui dans la fourchette de 100 à 300\$. Ces prix sont négociés de façon libre entre acheteur et vendeur à chaque contrat, et varient beaucoup en fonction des projets et quantité des crédits à vendre. Les facteurs influençant le prix sont les suivants :

- Type de projet : Les projets de type industriel sont considérés comme plus fiables que ceux de type artisan et obtiennent donc de meilleurs prix pour leurs crédits carbone, surtout si l’acheteur ne valorise pas les co-bénéfices.
- Rigueur du monitoring : Les acheteurs de crédits carbone redoutent que le projet sur lequel ils ont investi fasse l’objet d’un scandale ou d’une révision du nombre de crédits carbone générés dû à une mauvaise méthodologie de comptabilité carbone. Ainsi un projet avec un système de monitoring (*dMRV*) rigoureux et facile d’accès est avantagé.
- Type de technologie de pyrolyse : Au-delà du fait que les technologies les plus avancées émettent moins de CH₄ pour la production de biochar, et génèrent donc plus de crédits, il y a une « prime à l’innovation » et à la modernité des réacteurs de pyrolyse. Certains standards ne permettent pas le recours à certaines technologies de pyrolyse, obligeant les opérateurs à en sélectionner une dans leur « liste positive de technologies ».
- Crédibilité du standard : Le standard de certification carbone est le garant de tous les éléments cités ci-dessus, le choix du standard compte donc beaucoup dans le prix des crédits carbone.
- Narratif et co-bénéfices : Plus le projet présente d’impacts positifs et de logique d’économie circulaire (utilisation du biochar en circuit court) plus les crédits peuvent être valorisés.
- Géographie : Les pays où il existe beaucoup de projets carbone sont mieux valorisés. Les acheteurs de crédits ont tendance à choisir des projets situés dans le même pays que le leur.
- Type de contrat d’achat : Un des facteurs les plus importants influençant le prix est le fait d’acheter le crédit *upfront* (à terme), c’est-à-dire en format d’*offtake*, ou *issued* (déjà généré).



Ainsi l'acheteur peut obtenir un meilleur prix s'il paye en avance, mais il prend aussi un risque que le projet n'aboutisse pas.

Depuis les débuts récents du marché des crédits carbone biochar, le prix moyen a augmenté de façon constante et semble se stabiliser entre 100 et 150\$ par crédit, comme peut l'en attester l'index de suivi des prix des CC biochar du standard Puro (CORCCHAR), qui ne trace pas tous les projets biochar mais reste une bonne indication (Figure 10: Evolution du prix des crédits carbone biochar du standard Puro depuis 2021).

En mars 2025, le CORCCHAR était à 148\$.

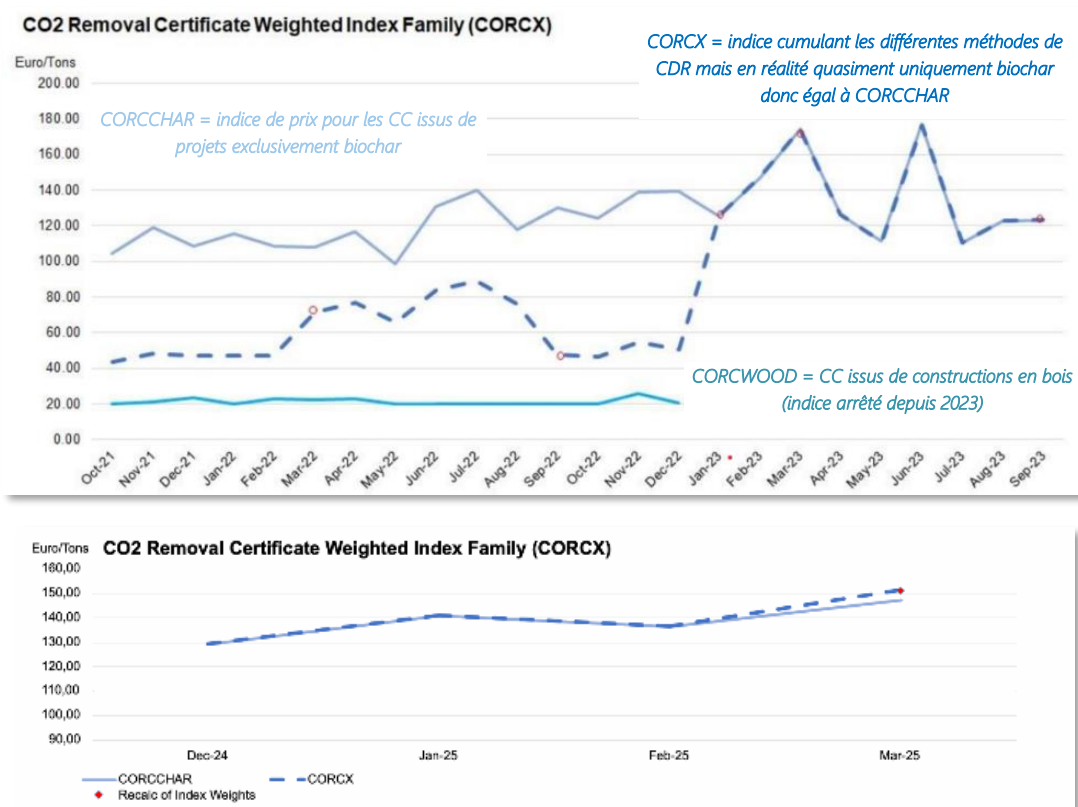


Figure 10: Evolution du prix des crédits carbone biochar du standard Puro depuis 2021.

6.4 Potentiels risques et opportunités influençant l'évolution des prix

Les risques qui peuvent avoir un effet négatif sur l'évolution des prix des CC biochar sont les suivants:

- ❖ Une baisse de la pression internationale sur les entreprises pour atteindre des objectifs climatiques. Comme avec une arrivée au pouvoir de gouvernements climatosceptiques (on peut citer les USA).
- ❖ Scandale médiatisé / remise en question des méthodes de comptabilité carbone et des certifications carbone de certains projets biochar, entachant tout le secteur. Cela a été le cas pour les projets REDD+. Ce risque est accentué par l'arrivée sur le marché de beaucoup de nouveaux projets biochar, portés par des promoteurs attirés par les opportunités de rentabilité offertes par le prix des crédits. Ce type de projet pourrait être moins qualitatif en



termes de rigueur du dMRV et mener à des dérives qui décrédibiliseraient le biochar comme méthode de génération de crédits carbone.

- ❖ **Remise en question du fait que les crédits biochar soient considérés comme des CDR (*removals*) mais plutôt comme une méthode d'émissions évitées (*avoidance*)** : selon Pirard (2024) (voir [Bibliographie](#)), si la biomasse utilisée provient d'un déchet (par exemple agricole) qui se serait dégradé à l'air libre sans transformation en biochar, alors il convient de classer le biochar comme méthode d'évitement d'émission plutôt que de retrait de CO₂. Si cet argument devenait accepté, cela remettrait en question l'attrait des crédits biochar par les clients (voir [5.3](#)).

Pour les opportunités qui permettraient une évolution positive on peut citer :

- Perte de confiance dans les autres typologies de projets et méthodologies associées du marché volontaire, c'est ce qu'il s'est passé ces 2 dernières années par suite de scandales sur des projets REDD+.
- L'application obligatoire de la compensation des compagnies aériennes par la phase 3 du mécanisme CORSIA (à partir de 2027) peut avoir un effet important sur la demande en CC biochar : il y a de fortes chances pour que les CDR soient acceptées, certains standards de biochar y ont déjà postulé comme Puro ou Verra pour la phase 2 (2024-2026). Il est estimé que la demande générée par CORSIA en phase 2 (base volontaire) pour 2024-2026 soit autour de 100 millions de CC et qu'elle excède les 500 millions pour la phase 3 (passage à la compensation obligatoire) pour 2027-2035. Une telle demande submergerait l'offre limitée en CDR, augmentant ainsi les prix (voir [Table 3](#)).

Table 3: Estimations de la demande en crédits carbone générée par les phases du mécanisme CORSIA.

Sources : estimations faites en agréant des prévisions S&P, MSCI, Reuters

Etapes CORSIA	Période	Participation	Demande en M de CC	Offre	Offre / Demande	Prix
Phase 1	2021 - 2023	volontaire	10 M de CC	7 M	faible déficit	11 - 23
Phase 2	2024 - 2026	volontaire	100 M de CC	90 M	déficit	18 - 50
Phase 3	2027 - 2035	obligatoire	>500 M de CC	variable	fort déficit	25 - 90

- Intégration des CDR « stables » (et notamment biochar) dans les marchés réglementaires grâce à l'application de l'article 6.4 de l'accord de Paris¹³. Ainsi les entreprises de certains pays (voir la [CDR meta-map de Puro.earth](#)) pourraient se conformer à leur réglementation et compenser leurs émissions en achetant des crédits carbone issus de projets biochar. D'autres typologies de projets pourraient aussi être approuvées via l'article 6.4. Cette évolution des règles des marchés carbone pourrait changer drastiquement la situation, ce qui rend difficile d'estimer l'impact réel sur les prix des CC biochar, même si on peut partir du principe que cela créerait plus de demande. L'échéance pour une mise en application de l'article 6.4 serait, à dire d'expert, autour de 2030. Par ailleurs, dans une logique d'achat de crédits pour une mise en conformité (marché réglementaire), la plupart des acheteurs ne cherchent pas des projets différenciés mais simplement les options les moins chères.

¹³ Plus d'informations dans ce document de The Nature Conservancy : [Article 6 explainer](#)



La concentration de la demande en crédits carbone biochar au niveau de quelques gros acheteurs avec un profil spécifique (type GAFAM) brouille la visibilité sur le potentiel réel de croissance de la demande et les niveaux de prix. En effet, le volume de crédits demandés et financés sont plus importants que l'offre aujourd'hui, mais cela dépend trop fortement de quelques acheteurs *leaders* qui peuvent du jour au lendemain décider de changer leur stratégie de compensation carbone (le changement d'administration aux USA est un exemple de risque). Beaucoup d'acteurs anticipent aussi une baisse (légère) des prix des CC biochar dû au fait que beaucoup de projets sont en cours de financement / construction, ce qui augmentera significativement l'offre dans un futur proche.

Par ailleurs, certains événements, comme l'inclusion du biochar comme méthode de compensation carbone du marché réglementaire via l'article 6.4 des accords de Paris, ou alors l'implémentation obligatoire du mécanisme CORSIA auront un effet important en décuplant la demande.

Il est très difficile de prévoir les évolutions des prix des CC biochar dans un marché historiquement volatile et, qui plus est, avec une demande trop concentrée et des évolutions réglementaires hypothétiques. Certains développeurs de projets biochar ont comme stratégie de tenter de baisser un maximum leurs coûts de production pour atteindre des prix unitaire autour de 100\$/CC, qui serait une estimation conservatrice à court terme mais sujet aussi à des enjeux de qualité cités en 6.3.



7. Clefs de succès du volet carbone pour les projets biochar

Monter un projet carbone pour une activité de production de biochar est une entreprise complexe qui nécessite une phase d'analyse de faisabilité importante afin d'assurer la viabilité du projet. En effet, les prix affichés pour les crédits carbone biochar sont actuellement très élevés et attirent l'intérêt des promoteurs de projet et bureaux d'études. Il faut cependant évaluer un tel projet avec circonspection afin d'anticiper les évolutions du marché du carbone et assurer son succès.

Une première clef de succès réside dans l'optimisation de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) de la production du biochar (voir la section 3.2). En effet, étant donné la forte valeur nominale de chaque crédit, il est impératif de maximiser le nombre de crédits générés par le projet, en réduisant un maximum l'empreinte des schémas de logistique d'approvisionnement (collecte de biomasse à proximité de l'unité de pyrolyse) et de distribution (commercialisation locale). Le biochar est un matériau avec une faible masse volumique c'est-à-dire qu'il occupe un grand volume et que chaque kilomètre parcouru sera d'autant plus coûteux car il faut un grand nombre de camions / containers.

Par ailleurs, le marché du carbone est une thématique controversée qui alimente des débats animés auprès des chercheurs et des médias. Cela augmente le risque d'exposition à de potentiels scandales et un phénomène de *bashing* ou de *boycott* comme l'a subi récemment les projets REDD+ qui ont du mal à regagner la confiance et l'estime des acheteurs de crédits carbone (voir la section 4.3). Pour se prémunir de telles menaces, il est impératif de cultiver une logique de transparence et de traçabilité afin de pouvoir d'une part prouver son exemplarité auprès des acheteurs lors de Due Diligence et d'autre part faciliter le processus d'audit par un standard. Cela passe notamment par la mise en place d'un système de dMRV robuste et rigoureux. L'adaptation du système de dMRV au projet est aussi importante, il faut qu'il soit pertinent et économe afin de ne pas surcharger l'équipe en collecte de données parfois superflues : il ne faut pas sous-estimer le temps et les coûts associés à la mesure et à l'entrée des données dans le dMRV. Les solutions complètement automatisées utilisant des capteurs semblent en ce sens prometteuses.

Le défi principal des projets carbone biochar reste toutefois la commercialisation des crédits. Les perspectives du marché, présentées en la section 6, restent floues et régies par une demande ultraconcentrée (petit nombre de gros acheteurs) et une offre en forte croissance. Certaines opportunités (fongibilité avec le marché réglementaire) pourraient permettre l'entrée d'acheteurs avec des profils plus variés mais ne sont pas assurées. Afin de tirer son épingle du jeu, il est nécessaire de réfléchir, d'adapter et d'investir dans sa stratégie de commercialisation :

- Stimuler les éventuels co-bénéfices sociaux et environnementaux du projet afin de renforcer le storytelling auprès d'acheteurs et investisseurs d'impact ;
- Choisir de façon éclairée un standard carbone convenant aux spécificités du projet, et en anticipant les attentes des acheteurs que l'on souhaite cibler ;
- Varier les canaux de commercialisation : en direct avec une personne expérimentée sur les marchés carbone en charge du démarchage – Due Diligence - vente, et en faisant appel à des intermédiaires (marketplace, brokers).

Enfin, face à un marché si volatile et dont les évolutions futures restent incertaines, il convient de rester conservateur dans les hypothèses de prix de vente des crédits afin de monter un business plan robuste. Un prix conservateur pourrait être autour de 100-150\$ par crédit.



Bibliographie

CARBON MARKETS

IN NETZERO STANDARDS WE TRUST : CDR MARKET SURVEY 2025 – CDR.FYI

BOOM OR BUST? 2024 BIOCHAR MARKET OUTLOOK – SUPERCRITICAL

2024 STATE OF THE VOLUNTARY CARBON MARKET – ECOSYSTEM MARKETPLACE

THE STATE OF CARBON CREDITS 2024 – SYLVERA

2024 CARBON MARKET TREND REPORT – PACHAMA

PIRARD, R., 2024. IS BIOCHAR A CARBON DIOXIDE REMOVAL? BOIS & FORETS DES TROPIQUES 361, PP.1-8. IS BIOCHAR A CARBON DIOXIDE REMOVAL – PIRARD 2024

BIOCHAR CARBON MARKETS: A MITIGATION DETERRENCE THREAT – C. PRICE ET AL. 2024

EUROPEAN BIOCHAR MARKET REPORT 2023 | 2024 – BIOCHAR EUROPE

A REVIEW ON INTERNATIONAL CARBON CREDIT CERTIFICATION METHODOLOGIES FOR BIOCHAR AS A SOIL AMENDMENT – HAN ET AL. 2023

GLOBAL BIOCHAR MARKET REPORT – IBI & USBI 2023

BIOCHAR MARKET ANALYSIS – BLUE FOREST 2022

STANDARDS AND METHODOLOGIES

(CSI) GUIDELINES EUROPEAN BIOCHAR CERTIFICATE (EBC) FOR BIOCHAR – DECEMBER 20, 2024

(ISOMETRIC) BIOCHAR PRODUCTION AND STORAGE PROTOCOL V1.0 – AUGUST 9, 2024

(CLIMATE ACTION RESERVE) U.S. AND CANADA BIOCHAR PROTOCOL | VERSION 1.0 - MARCH 19, 2024

(PURO) STANDARD BIOCHAR METHODOLOGY EDITION 2022 V3 – FEBRUARY 1, 2024

(RIVERSE) BECCS AND BIOCHAR METHODOLOGY V1.0 – SEPTEMBER 7, 2023

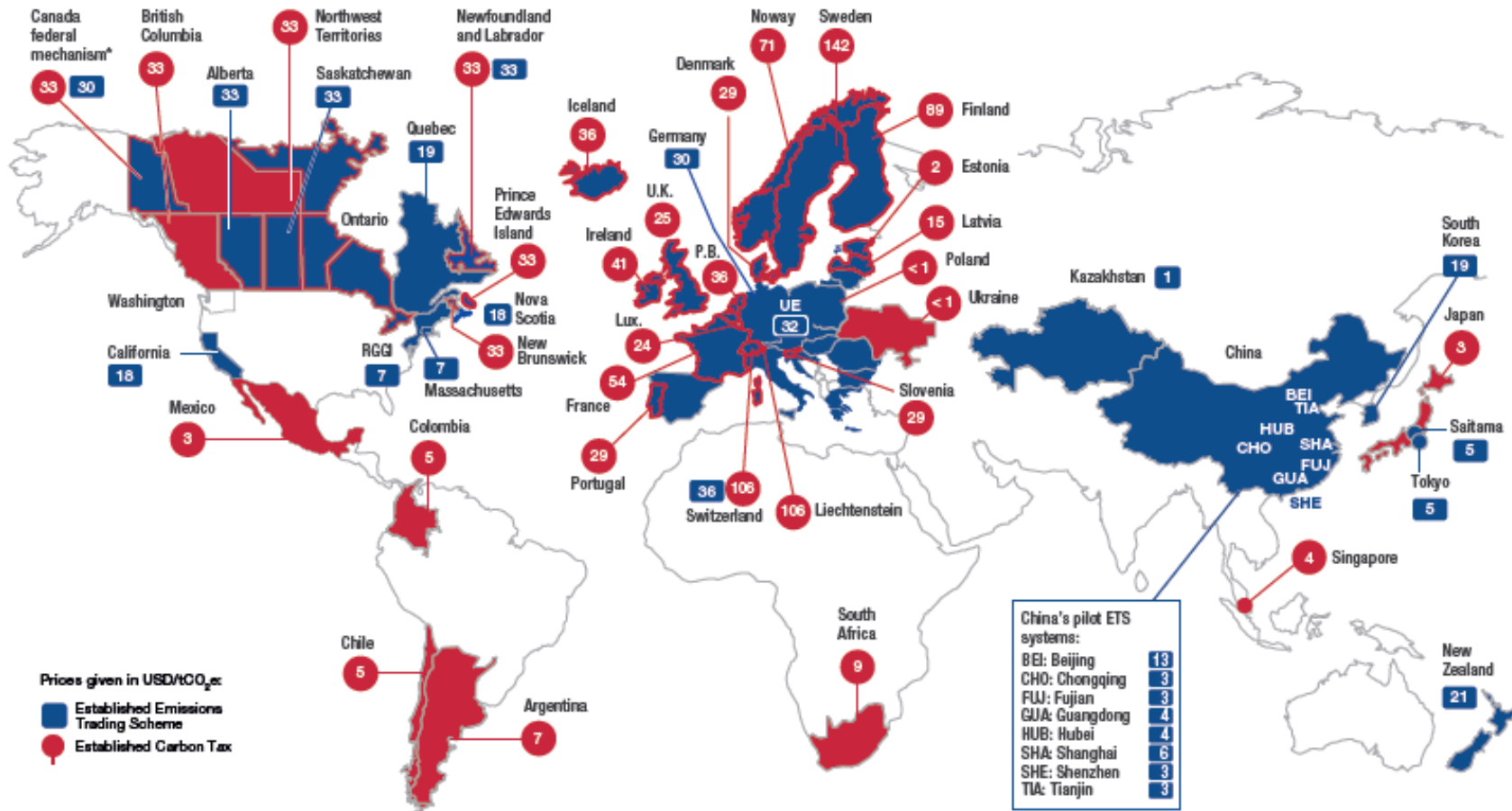
(VERRA) VM0044 METHODOLOGY FOR BIOCHAR UTILIZATION IN SOIL AND NON-SOIL V1.1 – JULY 5, 2023

(I-REC) C-CAPSULE CODE V1.0 – JANUARY 2023

Annexe 1 : Carte mondiale des systèmes ETS et taxes carbone en 2021



Map of explicit carbon prices around the world in 2021



Source: IACE – Institute for Climate Economics with data from ICAP, World Bank, government officials and public information, October 2021.