

MARCHES CARBONE ET LIENS AVEC L'ACV : LIMITES, METHODES DE CALCUL ET UTILISATION EN ACV

RAPPORT FINAL
Avril 2024

Responsables scientifiques

Laurine LANUIT - EVEA
Jeanne SERRE - EVEA
Aurélie PERRIN - EVEA
Pauline ROIGNANT - EVEA
François DANIC - EVEA



L'association SCORE LCA est une structure d'étude et de recherche dédiée aux travaux relatifs à l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) et à la quantification environnementale. Elle vise à promouvoir et à organiser la collaboration entre entreprises, institutionnels et scientifiques afin de favoriser une évolution partagée et reconnue, aux niveaux européen et international, de la méthode d'Analyse du Cycle de Vie et de sa mise en pratique.

- ✓ En Bibliographie, ce document sera cité sous la référence :
SCORE LCA, Marchés carbone et liens avec l'ACV : limites, méthodes de calcul et utilisation en ACV, 2023, 69 pages, n°04-2022.
- ✓ Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)
www.ademe.fr
- ✓ Les points de vue et recommandations exprimés dans ce document n'engagent que les auteurs et ne traduisent pas nécessairement, sauf mention contraire, l'opinion de l'ensemble des membres de SCORE LCA.
- ✓ Les informations et les conclusions présentées dans le présent document ont été établies au vu des données scientifiques et techniques et d'un cadre réglementaire et normatif en vigueur à la date de l'édition des documents.

SCORE LCA is an association that has been created to financially support collaborative research on LCA and related topics. It aims to promote and organize cooperation between companies, institutional and scientists in order to support the evolution of LCA methods and its practical implementation at European and international level.

- ✓ This work has been supported by ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) www.ademe.fr
- ✓ The views and recommendations expressed in this publication are those of the authors and do not necessarily reflect, unless otherwise stated, the views of all members of SCORE LCA.
- ✓ The information and conclusions presented in this document were established on the basis of scientific and technical data and regulatory and normative framework in force at the date of the publication of documents.



RESUME

Les marchés mondiaux du carbone, qu'il s'agisse des marchés carbone réglementaires ou du marché carbone volontaire, existent et sont considérés depuis plusieurs décennies comme une partie intégrante de la lutte contre le dérèglement climatique. Leur objectif est d'accélérer le rythme de la décarbonation et de l'adaptation des territoires, organisations et individus.

Les premiers marchés réglementaires créés à l'issue de la signature du Protocole de Kyoto ont permis de lancer une dynamique à l'échelle des pays signataires pour réduire leurs émissions de GES grâce à des allocations de « quotas carbone » basés sur des reporting de comptabilité carbone au sein des chaînes de valeur. Une dynamique similaire s'est organisée en parallèle de manière volontaire, à l'échelle d'organisations, avec le financement de projets d'évitement et de séquestration, dans ce cas en dehors des chaînes de valeur les mettant en œuvre.

L'état de l'art des marchés carbone montre des manquements méthodologiques au regard des enjeux globaux auxquels l'humanité fait face et qui en questionnent les principes existants. Le concept des limites planétaires devient une dimension indispensable à intégrer dans les méthodologies environnementales. L'analyse réalisée en 2023¹ montre que 6 limites sur 9 ont déjà été franchies, dont 2 présentant des seuils critiques pouvant faire basculer le système Terre : le changement climatique et la perte de la biodiversité.

Cette étude, portant sur l'analyse du cycle de vie (ACV), plus particulièrement sur l'ACV organisationnelle et les liens potentiels avec les marchés carbone, identifie en quoi ces méthodologies d'ACV, reconnues comme étant objectives, pourraient, d'une part fournir des éléments dans le but d'améliorer la robustesse et la crédibilité de ces marchés et, d'autre part guider les organisations souhaitant utiliser l'ACV et/ou les marchés carbone dans leur stratégie de décarbonation.

SUMMARY

Global carbon markets, whether regulatory or voluntary, have existed and been seen for several decades as an integral part of the fight against climate change. Their aim is to accelerate the pace of decarbonisation and adaptation by territories, organisations and individuals.

In fact, the first regulatory markets created following the signing of the Kyoto Protocol enabled a dynamic to be launched across the signatory countries to reduce their GHG emissions through the allocation of "carbon quotas" based on carbon accounting reporting. At the same time, a similar process has been organised on a voluntary basis at the level of organisations, with the funding of avoidance and sequestration projects.

However, the state of the art of carbon markets reveals methodological shortcomings in relation to the global challenges facing humanity, which call into question existing principles. The concept of planetary boundaries is becoming an essential dimension to be integrated into environmental assessment methodologies. The assessment carried out in 2023 shows that 6 out of 9 limits have already been crossed, including 2 with critical thresholds that could tip the Earth system over the edge: climate change and the loss of biodiversity.

The aim of this study, which focuses on life cycle assessment (LCA), and more specifically on organisational LCA and the potential links with carbon markets, is to identify how these methodologies, which are recognised as being objective, could provide elements to improve the robustness and credibility of these markets, and also to guide organisations wishing to use LCA and/or carbon markets in their decarbonisation strategy.

¹ CGDD (2023) *La France face aux neuf limites planétaires. Rapport du commissariat général au développement durable*

TABLE DES MATIERES

ACRONYMES	6
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX.....	7
1. CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE	9
1.1 Objectifs de l'étude	9
1.2 Notions clés, définitions et terminologies.....	9
1.2.1 Le droit à émettre du CO ₂ eq, également appelé « quotas » carbone	9
1.2.2 La Contribution Déterminée au niveau National (CDN)	10
1.2.3 Notions de réduction, évitement, et compensation	10
1.2.4 La notion de « Net zéro » ou « zéro émission nette »	10
1.2.5 La notion de réserve de stabilité de marché	11
1.3 Méthodologie d'analyse	11
2. ETAT DE L'ART ET DEFINITIONS RELATIVES AUX MECANISMES DES MARCHES CARBONE ACTUELS	12
2.1 Contexte institutionnel des marchés carbone et leur place en 2023	12
2.2 Les marchés carbone de conformité (ou réglementaire)	15
2.2.1 Principes et fonctionnements	15
2.2.2 Exemples de marchés existants	16
2.2.3 Fondement méthodologique : calculs d'attribution et prix des « quotas » carbone	21
2.2.4 Synthèse des marchés carbone réglementaires	23
2.3 Le marché carbone volontaire	26
2.3.1 Contextualisation.....	26
2.3.2 Principe et fonctionnement.....	26
2.3.3 Fondement méthodologique dans une logique d'attribution de « crédits » carbone	27
2.3.4 La place des marchés carbone dans l'initiative Science Based Target (SBTi)	32
2.3.5 Cas de pratiques actuelles par les entreprises et contexte sociétal	34
2.3.6 Synthèse de l'état de l'art des marchés carbone	42
2.4 Autres modalités tarifaires du carbone	43
2.4.1 La taxe carbone ou « contribution climat-énergie »	43
2.4.2 Le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières – MACF	44
2.4.3 Le prix interne du carbone	45
3. LIENS ACTUELS AVEC LA PRATIQUE D'ACV	47
3.1 Principes et usages de l'ACV au sein des organisations et prise en main par les organisations	47
3.1.1 Historique de l'ACV et développement de l'ACV des organisations	47

3.1.2 Spécificités de l'ACV organisationnelle	49
3.1.3 Bilan comparatif des méthodologies :	59
Bilan GES versus ACV Organisationnelle et ACV produit	59
3.2 Liens entre les mécanismes des marchés carbone et les méthodes ACV	61
3.2.1 Articulations entre les mécanismes et méthodologies utilisés par les marchés carbone et l'ACV	62
4. EVOLUTIONS ET PROSPECTIVES	64
4.1 Etat des lieux des travaux en cours ou à venir au regard des marchés carbone	64
4.2 Les apports de l'ACV dans les mécanismes de marché carbone	69
4.3 ACV, mécanismes de marché carbone et trajectoires de réduction	71
4.4 Evolutions des normes au regard de la neutralité carbone	71
5. RECOMMANDATIONS	72
5.1 Améliorations méthodologiques	72
5.1.1 A destination des marchés carbone réglementaires	72
5.1.2 A destination du marché carbone volontaire	76
5.2 Recommandations pratiques pour les entreprises	78
5.2.1 L'objectif de Net zéro planétaire	78
5.2.2 Décloisonner les travaux d'experts, diffuser les apports de la méthode ACV	80
5.2.3 « Pour une Europe plus propre et plus compétitive »	81
ANNEXES	83
Annexe 1 : Liste des publications consultées pour la partie 1 de la présente étude	83
Le marché carbone de conformité	83
Le marché carbone volontaire	83
Autres modalités de tarification	84
Annexe 2 : Liste des publications consultées pour la partie 2 de la présente étude	84
Annexe 3 : Liste des personnes consultées	85
Annexe 4 : Exemples de projets positifs de contribution à la biodiversité	86
Annexe 5 : Publication pour aller plus loin sur le lien ACV et limites planétaires	87

ACRONYMES

ACV : Analyse du cycle de vie
ACVO : Analyse du cycle de vie Organisationnelle
ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie écologique
AFNOR : Association française de Normalisation
ANSI : American National Standard Institute
BDD : base de données
CARB : California Air Resource Board
CC : Changement climatique
CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
CCUS : Carbon Capture, Utilization and Storage)
CDP : Carbon Disclosure Project
COP : Conférence des Parties
DGEC : Direction Générale de l'Energie et du Climat
EEE : Espace Economique Européen
EEIO : Environmentally Extended Input-Output
EPA : Environmental Protection Agency
EU-ETS : European Union Emissions Trade Scheme
FLAG : Forest, Land and Agriculture
GES : Gaz à effet de serre
GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ICFVCM : Integrity Council For the Voluntary Carbon Market
ICROA : International Carbon Reduction and Offset Alliance
IPCC : Intergovernmental panel on climate change
LBC : Label Bas Carbone
LCA : Life Cycle Assessment
LCIA : Life Cycle Impact Assessment
MACF : Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières
MDP : Mécanisme pour le développement propre
PEF : Product Environmental Footprint
PNA : Plan National d'Allocation
REC : Réduction d'émissions certifiées
RED : Directive européenne sur les énergies renouvelables
REDD+ : Réduction des Emissions provenant du Déboisement et de la Dégradation des forêts
SBTi : Science Based Target initiative
SEQE-UE : Système d'échange de quotas d'émissions de l'Union européenne
TMG : Tokyo Metropolitan Government
URCE : Unité de réduction certifiée des émissions
WRI : World Resources Institute
WWF : Fonds Mondial pour la Nature

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 - Protocole de Kyoto : état des ratifications entre 1998 et 2014 - source : FNNSP	14
Figure 2 - Frise chronologique de la mise en œuvre du protocole de Kyoto en Europe - source : EVEA.....	16
Figure 3 - Emissions de GES des installations fixes couvertes par l'EU-ETS par type d'activité sur la période 2015-2022	17
Figure 4 - Evolution des émissions de GES dans l'UE (à 27) et trajectoire des objectifs 2020 et 2030	17
Figure 5 - Evolution du prix du quota de CO _{2eq} pour le marché EU ETS	18
Figure 6 - Répartition des émissions de GES de la Californie par secteur en 2008	18
Figure 7 - Panorama mondial des prix du carbone en août 2022 en US \$/t CO _{2eq}	21
Figure 8 - Le budget carbone mondial - source : FAQ du 6 ^e rapport du GIEC.....	22
Figure 9 - Calcul du système d'échange de "quotas" ou "crédits" en fonction des réductions excédentaires réalisées.....	23
Figure 10 - Des systèmes d'échange de quotas d'émission qui opèrent à toutes les échelles – source : ICAP	23
Figure 11 : Répartition du volume de crédits carbone émis par type de projet - source : Berkley Voluntary Registry Offset Database 2022	30
Figure 12 : Tableau de bord de la Net Zéro Initiative - source : Carbone 4	34
Figure 13 - Génération de crédits carbone dans le monde cumulés sur 2020-2022 - source : Verra, Gold Standard, ACR, CAR	35
Figure 14 : Des engagements en chiffres - source : South Pole.....	36
Figure 15 : Nombre d'entreprises engagée par région dans le monde – source : South Pole	36
Figure 16 : Exemples des types d'engagements d'organisations par secteurs d'activité - source : South Pole.....	37
Figure 17 : Résultante du potentiel carbone d'un projet en fonction du scénario de référence - source : Carbone4.....	40
Figure 18 : Carbone budget restant en 2023 - source : Global Carbon Project	42
Figure 19 : Données sur les bénéficiaires et émissions de GES des principales entreprises de la liste Forbes 2000 en 2020 - source : White paper - Guidance for setting an internal carbon fee	46
Figure 20 : recommandations pour chaque groupe étudié au sein de l'étude « Guidance for setting an internal carbone fee »	46
Figure 21 : chronologie du développement de l'ACV dans l'histoire	48
Figure : Phases d'une évaluation environnementale d'une organisation- Organisation Environmental Footprint (OEF) Guide, p.15.....	51
Figure : Activités directes et indirectes, utilisation des ressources et émissions, Guidance on Organizational Life Cycle Assessment, UNEP-SETAC, p.55.....	52
Figure Structure générale du cadre LCIA (adapté de Jolliet et al. 2003b)	53
Figure : approches produit et activité (EVEA 2021)	59
Figure 26 - Les 10 principes fondamentaux du carbone - source : The ICFVC	67
Figure 27 : Les niveaux d'approche de la méthode empreinte projet - source : EVEA	68
Figure 28. Limites planétaires selon le CGDD 2023	73
Figure 29 : L'ACV sociale en schéma - source : EVEA.....	74

Figure 30 : Cartographies de risques sociaux dans le secteur forestier, classés par pays et niveau d'impact - source : SHDB	74
Figure 31 : Exemple de hotspots identifiés par pays concerné pour le secteur forestier - source SHDB	75
Figure 31 : Extrait du final Report on Minimum Safeguards de la Taxonomie verte, octobre 2022 - source : Commission européenne	75
Figure 33 : Tableau de bord de la Net Zéro Initiative révisé - source Carbone 4 & EVEA.....	79
Tableau 1 - Périmètre, objectifs et phases du système californien	19
Tableau 2 - Modalités de l'allocation des quotas du système californien.....	22
Tableau 3 : Récapitulatif des grandes caractéristiques des marchés de conformité présentés dans le cadre cette étude	25
- Tableau 4 : Impact d'un MACF pour l'UE, selon différents choix de conception du mécanisme modélisés dans trois scénarios - Energy Economics.....	44
Tableau 5 : Exemple d'entreprise ayant fixé un prix interne du carbone	46
Tableau 6 : Présentation des 16 indicateurs de la méthode Environmental Footprint version 3.0 (EF3.0)	54
Tableau 7: liste des 16 indicateurs environnementaux et de leur méthode de calcul	55
Tableau 8 : Niveau de qualité globale des données de jeux de données en fonction de la note obtenue	56
Tableau 9 : Description comparative des 4 BDD phares utilisées dans le cadre de la réalisation des Bilan GES et/ou ACV.....	58
Tableau 10: Points communs et différences entre ACV, ACV-O et Bilan GES. (Inspiré de Guidance on Organizational Life Cycle Assessment, UNEP-SETAC,p.135).....	61
Tableau 11 : Evaluation des différents systèmes d'échange des quotas d'émissions pour l'agriculture - source : Commission européenne	66

1. Contexte et problématique

1.1 Objectifs de l'étude

L'étude SCORE LCA N° 2018-04 sur l'ACV et la Finance durable abordait les crédits carbone et l'empreinte carbone. Cette nouvelle étude a pour but de faire un état des lieux des mécanismes de marchés carbone, de tarification du carbone et de détailler les méthodes de calcul.

L'objectif est de fournir des éléments permettant à terme de mettre en cohérence les marchés carbone (réglementaires et volontaires) et l'analyse du cycle de vie (ACV) notamment sur les méthodes de calcul et les données à collecter pour chacun de ces deux systèmes de quantification. Il s'agit en outre d'évaluer la pertinence d'utiliser les principes de l'ACV pour évaluer les limites des méthodes de calcul existants dans le cadre des mécanismes des marchés carbonés, dans le but d'en améliorer la robustesse et la crédibilité.

- La première partie permet d'avoir une vision globale des mécanismes existants des marchés carbone afin de définir les différents emplois et les limites des marchés. Pour cet état de l'art le marché carbone volontaire et quatre marchés de conformité seront étudiés (UE, Californie, Chine et Tokyo).
- La seconde partie a pour but d'identifier la place de la méthodologie d'ACV organisationnelle (ACVO) dans les marchés et référentiels actuels, afin de mettre en exergue des attraits, des bénéfices ou encore des possibilités d'interaction et de fonctionnement.
- L'objectif étant, en troisième partie, d'évaluer sous un prisme sectoriel les évolutions de marché carbone (nouvelles technologiques, protection de l'environnement), et leurs perspectives. Un focus sera notamment réalisé sur les évolutions en cours de la normalisation en ACV (ISO) et du programme Product Environmental Footprint (PEF).
- Enfin la quatrième et dernière partie de cette étude fournit des recommandations pour :
 - a. Les entreprises,
 - b. La mise en œuvre et les modalités d'application des mécanismes des marchés carbone,
 - c. Proposer des pistes d'amélioration intégrant la dimension ACV, afin de construire un cadre plus efficace et robuste pour les marchés carbone.

1.2 Notions clés, définitions et terminologies

1.2.1 Le droit à émettre du CO_{2eq}, également appelé « quotas » carbone

Ce droit à émettre du CO_{2eq} est défini de manière générale par l'Etat et dépend directement du budget carbone restant à émettre par les activités humaines. Le terme « quotas » carbone est utilisé spécifiquement dans le cadre des marchés carbone réglementaires. Ce budget carbone correspond au niveau maximal de pollution admissible sur un territoire. Ce budget (ou plafond) est divisé en « quotas d'émissions » qui sont répartis au sein des différentes entreprises concernées (industries lourdes majoritairement).

En Europe 50% des émissions de gaz à effet de serre (GES) issues du secteur de l'industrie lourde sont plafonnées. Ce fonctionnement donne lieu à un marché du carbone qui fonctionne par un système d'échange. A titre d'exemple, une entreprise A émettant x kg CO_{2eq} alors qu'elle a le droit d'en émettre le double aura la possibilité de vendre le reste des quotas qui lui ont été attribués à une entreprise B qui a émis plus que ce qu'elle n'était autorisée à émettre. Par ailleurs, le budget alloué chaque année aux entreprises européennes baisse de 2,2%/an. En avril 2023, 1 t CO_{2eq} valait 70€.

1.2.2 La Contribution Déterminée au niveau National (CDN)

La CDN est un dispositif mis en place par chaque Etat membre de l'Accord de Paris, incarnant l'ensemble des efforts déployés par chaque pays pour réduire ses émissions nationales et s'adapter face aux effets du changement climatique. L'Art 4.2 de l'Accord de Paris exige que chaque partie établisse, communique et actualise les contributions prévisionnelles à l'effort de réduction au niveau national pour chaque année qu'elle prévoit.

Celles-ci doivent notamment prendre en considération le plafonnement mondial des émissions de GES résiduelles, présenté par les meilleures données scientifiques disponibles, de façon à parvenir à un équilibre entre les émissions anthropiques par les puits de séquestration au cours de la deuxième moitié du siècle.

Chaque plan climatique reflète l'ambition du pays concerné pour réduire les émissions et tient compte des circonstances et capacités internes. Les CDN successives devront présenter une progression par rapport à la précédente. Elles doivent être soumises tous les cinq ans au secrétariat de la CCNUCC.

1.2.3 Notions de réduction, évitement, et compensation

Lorsque l'on parle d'émissions de gaz à effet de serre (GES), le terme de « **réduction** » est utilisé à l'échelle d'une organisation, au sein de son périmètre opérationnel (son activité propre et l'ensemble de sa chaîne de valeur). Il est souvent associé au plan d'action de réduction orchestré par l'organisation concernée dans le but de réduire ses émissions de GES au regard d'un Bilan GES réalisé à un instant t.

Dès lors qu'une organisation finance des projets qui permettent la réduction d'émissions de GES en dehors de sa propre chaîne de valeur, on parle alors, d'émissions évitées². On retrouve notamment le terme d'« **évitement** » dans la dénomination des « crédits carbone » : il s'agit de « crédits d'évitement », également appelés « crédits de réduction ». Il s'agit de projets qui « empêchent » la production d'émissions de GES, comme par exemple la conservation ou protection de puits de carbone tels que les forêts (éviter la déforestation), l'utilisation d'énergie renouvelable plutôt que fossile, l'amélioration d'appareils ménagers, etc. Dans la suite de ce rapport, les mentions de **réduction** s'appliquent donc à l'échelle de l'**organisation**, et celles de **crédit** (que ce soit d'évitement ou de réduction) s'appliquent **en dehors de la chaîne de valeur**.

Le terme de « **compensation** » est quant à lui utilisé lorsqu'une organisation oriente des flux financiers vers des projets de séquestration de carbone³, pour « compenser » ses émissions de GES dites « résiduelles ». Les émissions résiduelles correspondent aux émissions de GES restantes, lorsque l'organisation a mis en œuvre l'ensemble des actions qui lui ont permis de réduire drastiquement ses émissions, sans lesquelles l'activité de l'organisation ne pourrait pas fonctionner. L'équilibre recherché par cette compensation est appelé le « Net zéro » ou « zéro émissions nette ».

1.2.4 La notion de « Net zéro » ou « zéro émission nette »

Les parties ayant signé l'Accord de Paris en 2015 lors de la COP 21 se sont engagées à réduire leurs émissions afin de limiter l'augmentation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de +2°C par rapport au niveau préindustriel en s'efforçant de ne pas dépasser +1,5°C.

² L'étude n°2018-03 commandité par Score LCA portant sur les « impacts environnementaux & émissions environnementales évitées » apportent des éléments complémentaires à la présente étude : <https://scorelca.org/scorelca/etudes-acv.php>

³ Ce terme, et les exigences associées pour l'utiliser, est défini dans ISO 14068 sur le réchauffement climatique et la neutralité carbone

Elles ont également missionné le GIEC⁴ pour préparer un rapport spécial pour 2018 sur les conséquences d'un réchauffement planétaire supérieur à +1,5°C par rapport au niveau préindustriel. Les conclusions de ce rapport indiquent un réchauffement climatique d'origine humaine constaté de +1,1°C par rapport au niveau préindustriel et d'une augmentation moyenne comprise entre 0,1°C et 0,2°C par décennie en raison des émissions accumulées et du rythme actuel des activités anthropiques. Au vu des résultats constatés, le GIEC explique que pour atteindre cet objectif de limiter le réchauffement à +1,5°C à horizon 2100⁵, il faut réduire drastiquement les émissions mondiales de GES avec une réduction de 45% d'ici 2030 par rapport à 2010 et atteindre des émissions nettes nulles autour de 2050, impliquant la nécessité d'augmenter la capacité de séquestration de ces émissions à travers des puits de carbone (système qui absorbe plus de carbone qu'il n'en émet ; un puit peut être biologique, comme certaines forêts, ou technologique comme les technologies de capture et stockage du carbone). Naît ainsi le concept d'un objectif de zéro émission nette à l'échelle d'une organisation ou d'un territoire, apparaissant alors comme indispensable pour atteindre cet objectif de réduction globale.

Plusieurs standards reprendront cette terminologie dans le cadre de référentiels pour accompagner les organisations à définir leur trajectoire de décarbonation tel que la Science Based Target Initiative (SBTI) ou la Net Zéro Initiative (NZI).

1.2.5 La notion de réserve de stabilité de marché

La réserve de stabilité de marché est un système mis en place en 2015 par le Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne. Il est « destiné à éviter la constitution d'un important excédent structurel de quotas d'émissions sur le marché du carbone de l'Union, qui risquerait en outre d'empêcher le système d'échange de « quotas » d'émission (SEQUE) de l'UE de remplir sa fonction d'incitation à l'investissement en vue de la réalisation de l'objectif de réduction des émissions de l'UE dans des conditions économiquement efficaces. Cette réserve vise également à rendre le SEQUE de l'UE plus résilient face aux déséquilibres entre l'offre et la demande, de manière à permettre le bon fonctionnement du marché carbone de l'Union. »⁶.

Grâce à cette réserve, l'UE peut réguler le nombre de quotas émis sur le marché. Elle est devenue opérationnelle en janvier 2019 et a participé à l'importante augmentation du prix de la tonne CO₂eq. (Cf. Figure 5).

1.3 Méthodologie d'analyse

Les éléments présentés pour l'état de l'art des marchés carbone reposent sur la recherche et l'analyse bibliographique d'un ensemble d'études, articles, publications, issues de sources reconnues et listées en Annexe 2.

Afin de compléter ce travail bibliographique, un ensemble d'interviews ont été réalisées auprès d'un panel représentatif de parties prenantes des mécanismes des marchés carbone :

- Opérateurs de compensation carbone,
- Experts et chercheurs de différents horizons (économie, politique, marchés et compensation carbone, fiscalité écologique associées aux systèmes de certification, etc.) et différents organismes (CIRAD, Chambre d'agriculture, I4CE, INFCC, etc.),
- ONG, associations, organismes indépendants,

⁴ Groupe d'experts Intergouvernemental de l'Evolution du Climat qui étudie l'impact de l'activité humaine sur les changements climatiques. Il rassemble et synthétise l'ensemble des informations scientifiques, techniques et socio-économiques réalisées dans le monde entier sur ce sujet.

⁵ D'après le 6ème rapport du GIEC publié en mars 2023, quels que soient les scénarios d'émission il estime que le réchauffement de la planète atteindra les +1,5°C dès le début de la décennie 2030

⁶ Issu de l'introduction la communication de la commission du 15.05.2023 paru dans le journal officiel de l'Union européenne. Publication du nombre total de quotas en circulation en 2022 aux fins de la réserve de stabilité du marché relevant du système d'échange de quotas d'émission de l'UE établi par la directive 2003/87/CE

- Organismes de certifications dans la mesure du possible (Verra, The Gold Standard, Label bas-carbone, Plan Vivio, REDD+, Climate Action Reserve, MDP),
- Acteurs des nouvelles technologies (contactés pour la partie évolutions et prospectives de l'étude).

La liste récapitulative des personnes interviewées se trouve en Annexe 3.

2. Etat de l'art et définitions relatives aux mécanismes des marchés carbone actuels

2.1 Contexte institutionnel des marchés carbone et leur place en 2023

Tout commence le 3 juin 1992 lors de la conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (Sommet de la Terre de Rio), réunissant 189 pays dont 120 chefs d'Etat et de gouvernements. Cette conférence fut l'un des événements prépondérants dans le cadre de la lutte contre le changement climatique (CC) notamment pour l'adoption de la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), qui affirme dès lors, la nécessité de réduire les émissions de GES. Elle constitue le premier accord cadre de coopération internationale important, reconnaissant l'existence et les impacts du dérèglement climatique.

C'est en 1997, lors de la 3^{ème} Convention des Nations unies sur les changements climatiques, qu'un accord international, dont l'objectif est de réduire les émissions de GES, voit le jour. Il s'agit du protocole de Kyoto. Il a pour objectif de réduire de 5% par rapport à 1990 entre 2008 et 2012 les émissions de six gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O et trois catégories de composés fluorés HFC, PFC et SF₆). Plusieurs années s'écoulent avant l'obtention d'un consensus entre les parties et la définition de règles de mise en œuvre du Protocole précisant les engagements à respecter et les sanctions à appliquer en cas de non-respect des dits engagements. L'entrée en vigueur du protocole de Kyoto aura lieu lors de la Conférence des parties en 2005 à Montréal (COP 11).

Dans le cadre du protocole de Kyoto, la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques a déployé trois types de mécanismes dits de « flexibilité » pour permettre aux nations d'atteindre leurs objectifs :

- **Le système International d'Échange (SIE)** offre aux pays (les Parties) avec un objectif Kyoto la possibilité de vendre et d'acheter, entre eux, une partie de leurs « **émissions allouées** » (« quantité d'unités attribuées » ou « **quotas** »). Une Partie qui réalise un plus grand effort de réduction par rapport à ce qui était prévu peut donc vendre le surplus. *A contrario*, les Parties qui émettent plus que leur part négociée, parce que leurs efforts nationaux ne sont pas suffisants, peuvent acheter des droits supplémentaires. Le SIE s'inscrit davantage comme un marché de conformité, réglementaire à l'échelle d'un territoire national.
- **Le Mécanisme de mise en Œuvre Conjointe (MOC)** permet aux pays industrialisés avec un objectif Kyoto d'acheter des **crédits carbone** provenant de projets de réductions d'émissions d'autres pays industrialisés ayant un objectif Kyoto.
- **Le Mécanisme pour le Développement Propre (MDP)** permet la mise en place de projets de réduction des émissions contribuant au développement durable dans les pays en développement, et générant des « unités de réduction certifiées des émissions » (URCE ou REC⁷) indépendantes qui peuvent ensuite être revendues à d'autres pays ayant un objectif Kyoto.

A savoir qu'il existe quelques différences importantes entre les trois mécanismes de flexibilité :

- a) Au niveau des parties concernées

⁷ Réduction d'émissions certifiées

Le SIE (échanges d'émissions / **de quotas**) et la Mise en œuvre conjointe (MOC) (**échanges de crédits**) sont deux mécanismes qui régissent les échanges de droits d'émissions entre pays industrialisés (pays de l'Annexe 1 de la CCNUCC), mais qui ne modifient pas les quantités totales attribuées aux nations.

Le Mécanisme de développement propre (MDP) quant à lui régit un transfert de droits d'émissions d'un pays en développement vers un pays industrialisé. Cela génère dans ce pays en développement de nouveaux droits d'émissions, augmentant ainsi la quantité attribuée totale au niveau mondial. Ce mécanisme incite donc les pays en développement à réaliser des réductions d'émissions sans qu'ils y soient réellement obligés et aux pays industriels de financer des projets d'évitement ou de contribution au sein des pays en voie de développement qui sont les premiers touchés par les conséquences du dérèglement climatique.

b) Au niveau de la méthode

La MOC et le MDP sont deux mécanismes liés à des projets. Les droits d'émissions qu'ils génèrent proviennent en fait de projets qui doivent engendrer localement des réductions des émissions de GES. Les émissions de GES qui ont ainsi été "évitées" (par rapport à un niveau de référence préétabli) donnent droit à un certain nombre correspondant de droits d'émissions qui peuvent être transférés vers une autre Partie.

Un certain nombre de conditions sont cependant liées à ces mécanismes :

- Les pays concernés doivent avoir ratifié⁸ le protocole de Kyoto,
- Ils doivent avoir satisfait à toutes leurs obligations en matière de rapportage,
- Ils doivent disposer d'un registre national dans lequel toutes les transactions concernant les droits d'émissions doivent être enregistrées.

De plus, le "principe de complémentarité" est d'application : les mécanismes de flexibilité ne peuvent être utilisés que pour "compléter" la politique menée dans le pays même. Aucun consensus n'a cependant été atteint en ce qui concerne l'équilibre à maintenir entre les mesures de réductions "internes" et les échanges "externes" de droits d'émissions.

Il est à noter l'existence, dans la première phase du protocole de Kyoto, d'un quatrième type de mécanisme de flexibilité : le projet domestique. Ce mécanisme permettait aux pays avec un objectif de Kyoto de développer sur son territoire ses propres projets générant des réductions d'émissions. A l'instar des autres mécanismes orientés projet (MDP et MOC), ces projets domestiques (qui n'existent plus aujourd'hui), et les méthodologies correspondantes, étaient vérifiées par le Bureau Exécutif de la CCNUCC pour valider des Unités de Réduction Certifiée des Émissions (URCE). Ceux-ci étaient portés par un « Designated National Authority » (DNA) auprès de la CCNUCC.

Dès l'entrée en vigueur du protocole de Kyoto, un ensemble d'associations et d'organisations indépendantes s'inspirent du dispositif du MDP (article 12 du protocole de Kyoto) pour faire émerger de nouveaux standards à l'origine d'un marché carbone dit « volontaire ». Également, depuis la fin de l'existence des projets domestiques, certains pays s'en sont inspirés, notamment en reprenant les méthodologies déjà validées et diffusées par la CCNUCC, pour développer de nouveaux mécanismes afin d'initier des projets sur leur territoire (sans avoir à rendre compte auprès de la CCNUCC pour validation). C'est le cas par exemple pour le Label Bas Carbone (LBC) en France, créé en 2018. C'est la naissance d'un nouveau marché pour que toute organisation quelle qu'elle soit puisse participer à cet effort de réduction.

La Figure 1 montre l'évolution de la ratification⁹ du protocole de Kyoto par les Etats entre 1998 et 2014.

⁸ Entériner ce qui a été conclu, rendre juridiquement valable

⁹ Action de ratifier, de rendre juridiquement valable – « La ratification d'un traité »

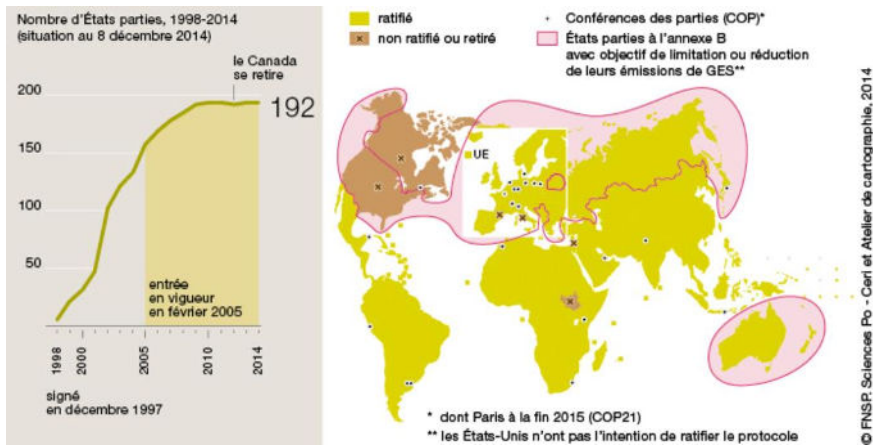
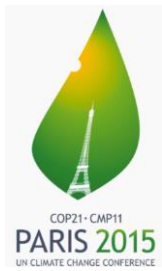


Figure 1 - Protocole de Kyoto : état des ratifications entre 1998 et 2014 - source : FNISP

Elle montre notamment que les USA, le plus gros émetteur de GES (à l'époque) et potentiellement le plus gros acheteur de « crédits carbone » n'a pas conclu à cet accord en raison de sa nature juridiquement contraignante. Ils l'avaient pourtant signé en 1997. Toutefois, plus de 28 États membres des USA ont développé des plans climat et se sont fixés des objectifs de réduction de leurs émissions, à l'instar de la Californie. Hormis les USA et le Canada qui décident de sortir du protocole en 2011 pour une sortie effective en 2012, le reste du monde souhaite s'investir et porter les objectifs de réduction jusqu'au bout, représentant au moins 55% des émissions de GES en 1990. A noter qu'à cette époque, l'Inde et la Chine sont encore considérés comme pays en développement. Les pays industrialisés historiquement responsables ont le devoir d'agir en priorité.

Le protocole de Kyoto sera prolongé le 8 décembre 2012 jusqu'en 2020 avec la conférence de Doha¹⁰ sur le changement climatique avec un objectif de réduction de 13% pour la période 2013-2020 par rapport à 1990. Cette prolongation concerne uniquement l'Union européenne, la Croatie, l'Islande, la Norvège, la Suisse et huit autres pays industrialisés dont l'Australie, soit 15% des émissions de GES dans le monde. De nouvelles négociations sont alors en discussion pour l'adoption d'un nouvel instrument juridique portant sur les mesures d'atténuation du changement climatique à partir de 2020, d'autant plus que le cinquième rapport du GIEC, paru en 2014 prévoit une hausse des températures de 0,3 à 4,8°C d'ici 2100.



C'est lors de la COP 21 qui s'est tenue à Paris du 30 novembre au 12 décembre 2015 que 191 parties dont l'Union européenne ratifient et/ou adhèrent à l'Accord de Paris. Il s'agit d'un accord contraignant qui cherche à améliorer la mise en œuvre de la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques. L'ensemble des signataires totalisent plus de 95% des émissions de GES mondiales en 2015.

Cet accord a pour objectif long terme de maintenir l'augmentation de la température moyenne globale bien en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels et de préférence limiter l'augmentation à 1,5°C. Il prévoit également l'atteinte de la neutralité carbone ou le « zéro émission nette » après réduction drastique des émissions de GES. En vertu de cet accord, chaque pays, développé et en développement, doit déterminer et planifier ses contributions en fixant des objectifs

de réduction qui doivent aller au-delà des précédents.

L'article 6 de ce nouvel accord vise à mettre en place et à encadrer des mécanismes de coopérations entre les différentes parties signataires. Le but ultime étant de faciliter l'atteinte des engagements volontaires des pays, autrement appelées Contribution Déterminées Nationales (CDN). L'article 6 est composé de sept paragraphes dont les trois premiers (6.1 à 6.3) ont une approche collaborative

¹⁰ Conférence ayant eu lieu à Doha qui se tient à quelques jours de la fin de la 1^{ère} période d'engagement du protocole de Kyoto dont l'échéance était pour le 31 décembre 2012

permettant aux pays de pouvoir échanger leurs résultats d'atténuation entre eux afin d'atteindre leur CDN respectifs. Cela signifie qu'un pays pourra décider de renoncer à une part de ses efforts d'atténuation pour les céder à un autre pays : on parle de « résultats d'atténuation transférés au niveau international » (RATI ou ITMO en anglais). Les articles 6.4 à 6.7 ont une approche de contribution à l'atténuation des émissions. L'Art 6.4 prévoit l'intégration d'un nouveau mécanisme qui prendra le relais du dispositif des mécanismes pour le développement propre : les mécanismes de développement durable (MDD). Il doit contribuer aux efforts d'atténuation et à promouvoir le développement durable. Il aboutira comme les MDP, à des réductions d'émissions certifiées (REC) sous la supervision de la CCNUCC.

Le Conseil exécutif a d'ailleurs pris la décision de suspendre l'enregistrement des projets des MDP pour la période post-2020. Cette décision prend effet en raison de l'absence d'un consensus entre les Parties lors de la COP21 concernant les modalités techniques très complexes. Deux questions à forts enjeux restent en suspens :

- Quelle méthode de comptabilisation des réductions obtenues par la mise en œuvre de projets pour éviter le double-comptage de ces réductions (pays financeur ou pays bénéficiaire) ?
- Quelle transition pour les projets issus des MDP vers les MDD et crédits qui en découlent ?

Le traitement des demandes d'enregistrement des projets se poursuit durant la période post-2020, toutefois l'approbation de ces projets reste provisoire. L'approbation formelle des projets et l'attribution des crédits URCE ne sera effective que lorsque les parties à l'Accord de Paris se mettront d'accord. La finalisation de ce volet reste encore en suspens en raison de profondes divergences entre les parties.

Les débats des négociateurs de la COP28 ne sont, une nouvelle fois, pas parvenus à s'accorder sur les règles qui doivent régir les marchés carbone, particulièrement au regard des Art. 6.2 et Art. 6.4. Les règles à mettre en place sont complexes en raison des conflits d'intérêts des négociateurs internationaux mais surtout au regard de la complexité des dimensions spécifiques du « carbone du vivant » (forêts, sols) caractérisées par la variabilité, la non-permanence, la question des fuites (ex : déplacement de la déforestation), procédure de vérification qui ont un impact considérable en termes d'intégrité environnementale et donc de crédibilité.

Le marché carbone volontaire quant à lui a pris un envol considérable depuis une dizaine d'années et plus particulièrement depuis l'engagement international d'atteindre le « zéro émission nette » lors de la COP 21. De nombreux dispositifs se sont développés pour permettre aux entreprises de contribuer, compenser leurs émissions résiduelles pour atteindre ce « zéro émission nette ». Cependant la crédibilité de ces dispositifs est souvent remise en question au vu du faible prix des transactions de crédits carbone, de la qualité des crédits accordés, de leur mode d'utilisation (avant la mise en place d'actions de réduction) et de la mise en application des projets parfois douteuse. La rubrique **Cas de pratiques actuelles par les entreprises et contexte sociétal** aborde l'aspect sociétal et la mise en pratique de ces dispositifs par les entreprises.

2.2 Les marchés carbone de conformité (ou règlementaire)

2.2.1 Principes et fonctionnements

Le principe du marché de conformité repose sur le droit d'émettre une certaine quantité d'émissions de GES, définie par l'attribution de « quotas » d'émissions aux émetteurs concernés. La quantité de « quotas » à distribuer, dépend du plafond fixé par l'Etat, ou groupement d'Etats, mettant en place le marché. L'établissement du plafond d'émissions de GES à ne pas dépasser est basé sur les résultats d'une évaluation des émissions de GES du territoire en question sur une année donnée. La quantité de « quotas » d'émissions attribuables, doit correspondre à un niveau d'émissions inférieur à celui calculé en tant que plafond et retenu comme année de référence. Pour accompagner cette réduction progressive, le plafond d'émissions doit diminuer chaque année.

Ce droit à émettre est attribué par période (1 an de manière générale) et fonctionne à travers un système d'échange de ces « quotas » qui sont prévus pour s'effectuer sur une période donnée. L'unité de compte et d'échange appelée « quota », représente 1 tonne de CO₂eq.

A l'issue de cette période, les émetteurs doivent prouver qu'ils ont respecté leurs obligations en rendant compte à l'autorité publique en charge de ces échanges, d'un volume de quotas équivalent à leur

volume d'émissions sur la période donnée. C'est à cet instant que les entreprises ayant émis plus que ce qu'elles n'étaient autorisées à émettre vont chercher à acheter des « quotas » auprès d'entreprises ayant diminuées leurs émissions. En revanche, les entreprises ayant réduit leurs émissions ne sont pas obligées de vendre leurs « quotas » : elles ont la possibilité de les réserver pour les prochaines années si elles le souhaitent.

Les transactions peuvent se faire de deux manières : sur un marché organisé ou bien de gré à gré entre acheteur et vendeur. Elles doivent être réalisées dans le temps imparti défini par le marché de conformité dont elles dépendent. A titre d'exemple, pour le marché EU-ETS les organisations ont 4 mois pour se mettre en conformité.

2.2.2 Exemples de marchés existants

A la suite de l'application du protocole de Kyoto, l'Union Européenne, pionnière, instaure en 2005 le premier grand marché de « quotas » carbone au monde, porté par la directive européenne de 2003 : un « Système d'échange de quotas d'émission » (SEQE-UE ou EU-ETS en anglais) dans le cadre du SIE¹¹, également appelé « Cap and trade ». Par exemple le périmètre d'application du SEQE-UE est précisément défini par l'Annexe I de la Directive ETS¹² et couvre dès 2005 certaines installations industrielles et depuis 2013 les compagnies aériennes.

Il est instauré dans le but de répondre aux objectifs du protocole de Kyoto qui s'étendent sur 3 périodes (Figure 2), et ouvre la voie à des systèmes similaires dans d'autres pays (Nouvelle-Zélande, groupes d'Etats américains et canadiens).

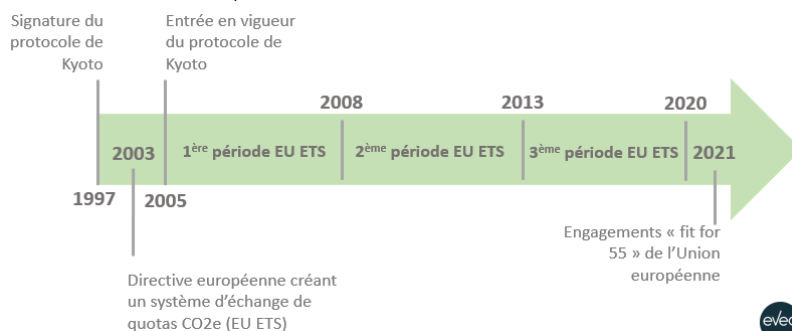


Figure 2 - Frise chronologique de la mise en œuvre du protocole de Kyoto en Europe - source : ENEC

Le plafond d'émission est quant à lui défini par la Commission européenne pour une période donnée. Il est partagé entre les différents acteurs du marché sous forme de « quotas¹³ » échangeables. Ce SEQE-UE concerne dix secteurs d'activité présentés avec la Figure 3.

A la fin de chaque période, les pays industrialisés signataires du protocole de Kyoto doivent soumettre un inventaire de leurs émissions de GES auprès de l'ONU dans le cadre la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), notamment dans le cadre de l'EU-ETS. Les organisations concernées doivent justifier d'un équilibre entre les quotas qu'elles possèdent et les émissions dont elles sont responsables. Si au terme de la période, l'organisation a émis plus qu'elle n'était autorisée, elle dispose de 4 mois pour acheter le nombre de « quotas » ou de « crédits » de compensation correspondant, disponible sur les marchés. Ces « crédits » dits de « compensation » ou « contribution » correspondent à des réductions d'émissions réalisés dans d'autres zones géographiques ou dans d'autres secteurs d'activités, provenant essentiellement du dispositif des MDP

¹¹ Système International d'Echange, dispositif mis en œuvre par le protocole de Kyoto

¹² https://climate.ec.europa.eu/system/files/2016-11/guidance_interpretation_en.pdf

¹³ 1 quotas correspond pour une entreprise industrielle à l'autorisation d'émettre 1 tonne de CO₂eq

(2.1). Au-delà de ces 4 mois, si l'entreprise n'est pas en conformité elle devra payer une amende et fournir le nombre de quotas manquants.

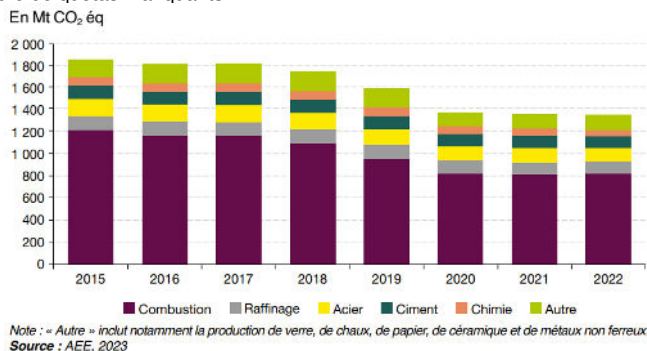


Figure 3 - Emissions de GES des installations fixes couvertes par l'EU-ETS par type d'activité sur la période 2015-2022

Le plafond d'émissions pour les deux premières phases de l'EU-ETS a été établi de manière décentralisée et ascendante. Chaque Etat membre a établi un plan national d'allocation (PNA) pour répartir les « quotas » entre les organisations concernées, et la somme de ces PNA a constitué le plafond global.

Le plafond à définir pour la troisième phase qui a débuté en 2013 a été établi par l'Union européenne. Les allocations de « quotas » ne sont plus totalement distribuées gratuitement mais sont désormais en partie mises aux enchères pour inciter davantage les organisations à réduire leurs émissions.

La diminution annuelle de ce plafond était de 1,74% durant les 3 périodes de manière à atteindre une réduction d'environ 38 millions de tonnes CO_{2eq}. Pour la 4^{ème} phase ayant débutée en 2021, le taux de diminution du plafond est passé à 2,2% par an, soit une réduction de 48 millions de tonnes CO_{2eq}.

De plus, dans le cadre du pacte vert pour l'Europe (Green Deal) signé le 18 avril 2023, l'UE s'est fixée l'objectif d'atteindre la neutralité carbone en 2050 avec notamment une réévaluation des objectifs de réduction de ses « émissions nettes » d'au moins 55% en 2030 par rapport à 1990, le fameux « fit for 55 », avec des objectifs sectoriels plus ambitieux que ceux définis précédemment. Une nouvelle baisse du plafond de 4,2% est prévue pour 2024.

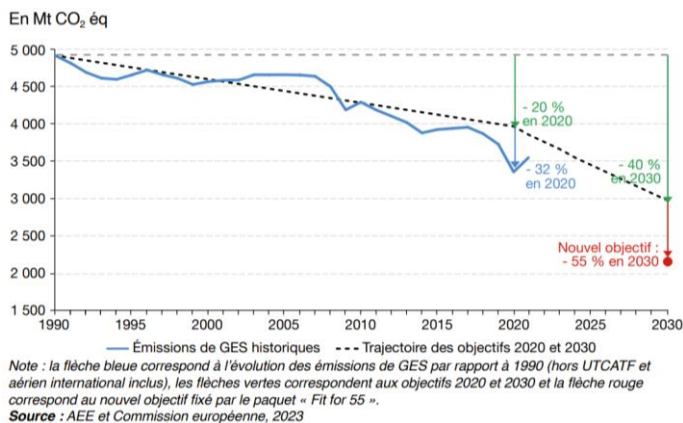


Figure 4 - Evolution des émissions de GES dans l'UE (à 27) et trajectoire des objectifs 2020 et 2030

La diminution des émissions de GES observée sur la Figure 4 et la diminution d'allocation de quotas gratuits s'explique notamment par la crise économique de 2008-2012 à l'origine d'une délocalisation importante de l'industrie, notamment française, vers l'Asie qui a beaucoup influencé l'activité du marché du carbone. Cet événement a fortement contribué à la dépréciation du prix de la t CO_{2eq} des « crédits »

carbone et « quotas » pendant plusieurs années consécutives, en raison d'une offre trop importante par rapport à la demande du marché et au désengagement des industriels à réduire leurs émissions de GES.



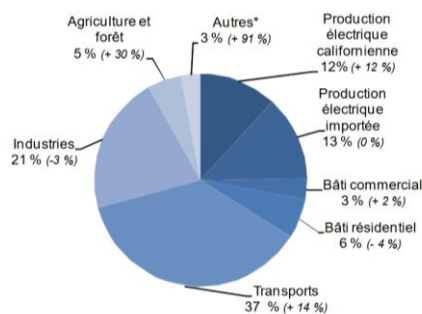
Figure 5 - Evolution du prix du quota de CO_{2eq} pour le marché EU ETS

C'est à partir de 2017 que le prix augmente (Figure 5) et reprend de la valeur grâce à la mise en place d'une réforme « backloading » où le Conseil exécutif décide de reporter la mise en circulation de plus 900 millions de « quotas » du SEQUE prévue initialement sur la période 2014-2016 à la période 2019-2020 afin de résorber le surplus de « quotas » accumulés lors des deux premières phases. Ces « quotas » n'auront cependant jamais été mis sur le marché mais ont été transférés dans la réserve de stabilité de marché (RSM, cf. 1.2.5). Toutefois, certains industriels bénéficient toujours d'allocation de « quotas » gratuits pour éviter le risque de « fuite de carbone » (délocalisation industrielle qui nous fait importer des émissions de GES par nos achats sans favoriser l'activité économique du pays).

En parallèle du marché EU-ETS, d'autres Etats ont également mis en place un projet de système d'échange de « quotas ». Parmi eux, figure **la Californie**.

Malgré la non-ratification des USA au protocole de Kyoto (entré en vigueur en 2005), la Californie vote dès 2006, une loi visant à réduire les émissions de GES de l'ensemble de son économie de manière à retrouver en 2020 leur niveau d'émission de 1990.

L'Etat constitue alors son propre système d'échange de « quotas », dont le marché débute officiellement le 1^{er} janvier 2013 avec l'adoption de la réglementation encadrant le dispositif par l'organisme public California Air Resources Board (CARB), le 20 octobre 2011.



* Emissions fugitives et substances destructrices de la couche d'ozone.

Source : CDC Climat Recherche d'après CARB (2010).

Figure 6 - Répartition des émissions de GES de la Californie par secteur en 2008

A cette époque, l'Etat californien est la 8^{ème} puissance économique mondiale et le 15^{ème} plus gros émetteur de GES au monde, juste derrière le Texas avec notamment la progression rapide des émissions de deux secteurs responsables de plus de 60% de ses émissions (Figure 6, production d'électricité et transports). Ce nouveau marché carbone de conformité permet de couvrir 85% des émissions de GES de la Californie.

Contrairement à l'EU-ETS où les industriels couverts doivent restituer la totalité des « quotas » chaque année, le marché californien prévoit la restitution annuelle des « quotas » correspondant à 30% de leurs

émissions de l'année précédente à partir de 2014. Le reste des émissions doit alors être compensé par la restitution de « quotas » tous les 3 ans uniquement. Le plafond d'attribution des « quotas » auprès des industriels, est défini la première année du système à environ 98% de leurs émissions de 2012 et sera ensuite diminué de 2% (en 2014) puis de 3% pour les années suivantes.

Tableau 1 - Périmètre, objectifs et phases du système californien

Périmètre	<ul style="list-style-type: none"> * 6 GES inclus dans le protocole de Kyoto + NF3 * 600 sites industriels émettant plus de 25 000 tCO₂e/an (dont les raffineries, comptables pour les émissions liées à l'utilisation de leurs produits pétroliers) = 85 % des émissions de l'Etat
Objectifs de réduction	<ul style="list-style-type: none"> * 0 % en 2020 par rapport à 1990 = -9 % en 2020 par rapport à 2005
Organisation en trois phases	<ul style="list-style-type: none"> * Phase 1 : 1^{er} jan. 2013 - 31 déc. 2014 : principales installations industrielles, production et distribution d'électricité et de chaleur, importateurs d'électricité. * Phase 2 : 1^{er} jan. 2015 – 31 déc. 2017 : inclusion des fournisseurs de gaz naturel, des fournisseurs et importateurs de carburants. * Phase 3 : 1^{er} jan. 2018 – 31 déc. 2019 : inclusions volontaires possibles.

Source : CDC Climat Recherche d'après CARB (2010).

De plus, le système californien intègre dans son périmètre le secteur des transports (Tableau 1), principale source d'émissions qui constitue un moyen complémentaire de réduire les émissions de ce secteur, en plus des normes mises en place par le gouvernement qui permettent la réduction de l'intensité carbone des transports (mais pas en valeur absolue). Ce périmètre élargi au secteur du transport est inhabituel et précurseur.

Les « crédits » issus des MDP et projets domestiques peuvent aussi être utilisés dans les systèmes d'échange de « quotas » pour assurer une plus grande flexibilité dans l'atteinte des objectifs. Toutefois, pour assurer la part significative des efforts de réduction à fournir, l'Etat californien a posé des limites d'utilisation de ces « crédits » carbone. Ils sont autorisés à hauteur de 8% des émissions, soit 218 millions de tonnes de CO₂eq sur la période 2013-2020 et doivent venir de projets ayant débuté après 2006, situés sur le territoire américain, mexicain ou canadien. En revanche, le CARB peut être amené à accepter des « crédits » issus de projets sectoriels y compris dans les pays en développement et contrairement au système européen, le système californien accepte les « crédits » issus de projets forestiers REDD+¹⁴ (cf. Figure 6). L'ensemble des « crédits » carbone issus du marché carbone volontaire, à destination du marché de conformité doit demander validation pour qu'ils puissent être utilisables sur le marché d'échange californien.

Parmi les autres marchés de conformité, celui lancé officiellement en 2010 par la plus grande juridiction municipale au monde : **Tokyo**, est l'un des rares systèmes de quotas à inclure des émissions de CO₂eq directes et indirectes (Tableau 2). En 2012, les émissions de GES de Tokyo représentaient 5,2% des émissions du Japon avec 69,6 millions de tonnes de CO₂eq. Les trois principaux postes d'émissions de GES de Tokyo sont : les activités commerciales (37%), le secteur résidentiel (30%) et le transport (17%). Tokyo a été la première ville à créer son propre système d'échange, pour notamment répondre à son objectif de réduction des émissions de 25% d'ici 2020 par rapport à 2000 annoncé en 2006.

¹⁴ Réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en développement (programme ONU-REDD)

Tableau 2 - Programme du système d'échange de Tokyo - source : I4CE

Second Compliance Period (2015)	
Target	-25% by 2020 relative to 2000 level
Cap (million tCO ₂ e)	10.8
Carbon price av	\$95 (2014)
Greenhouse gases covered	Carbon dioxide (CO ₂)
Number of Entities Covered	1232
Sectors Covered	office, commercial and public buildings, district heating and cooling plants
Threshold	1500 kl in crude oil equivalent
% total emissions covered	20%
Compliance tools & Flexibility Mechanisms	Free allowances, offsets, banking

Le système tokyoïte se décompose également en trois phases avec des objectifs distincts et sectoriels couvrant 40% du secteur industriel, résidentiel et commercial ce qui représente 20% des émissions totales de Tokyo. Chaque cycle de conformité dure cinq ans. Les entreprises concernées par ce marché sont celles qui au sein des secteurs mentionnés ci-avant ont une consommation annuelle supérieure ou égale à 1500 kL de pétrole brut, soit près de 9 500 barils de pétrole.

A noter que contrairement aux autres marchés, les entreprises peuvent se retirer du système si elles répondent à l'une des trois conditions suivantes :

- Leur consommation sur l'exercice précédent était inférieure à 1 000 kL de pétrole brut ;
- Leur consommation au cours des trois derniers exercices fiscaux était inférieure à 1 500 kL de pétrole brut ;
- Les opérations de l'organisation cessent ou sont suspendues.

Alors que le Tokyo Metropolitan Government (TMG) demande aux participants de ce dispositif d'échanger principalement des crédits d'émission entre eux, ce SEQE prévoit également des crédits issus du marché carbone volontaire. Trois possibilités :

- Achat de crédits auprès d'installations petites et moyennes de Tokyo qui ont volontairement réduits leurs émissions ;
- Achat de crédits en dehors de Tokyo : application de crédits provenant de grandes installations en dehors de Tokyo (achat limité à un maximum d'un tiers des émissions de l'année de référence) ;
- Achat de crédits d'énergie renouvelable (EnR) à partir de certification d'électricité verte (installation d'une production d'EnR ou changement de la source d'énergie actuelle pour l'EnR) ou auprès de la banque de crédits d'énergie renouvelables résidentielle (City Solar Energy Bank). Ils doivent tous être certifié par le TMG.

Plus récemment, **la Chine** a annoncé l'ouverture du plus grand marché national de carbone au monde à Shangaï le 16 juillet 2021, dans le but d'agir sur la réduction des émissions de GES à l'échelle du pays, premier émetteur mondial de gaz à effet de serre. Des systèmes d'échanges existent depuis 2011 à l'échelle des provinces. Le nouveau SEQE chinois s'appuie sur l'expérience acquise dans la mise en œuvre de plusieurs marchés pilotes au niveau infranational à l'échelle de 5 villes : Pékin (2013), Shangaï (2013), Shenzhen (2013), Tianjin (2013), Chongqing (2014) et dans 3 provinces : Guandong (2013), Hubei (2014) et Fujian (2016).

L'émergence de ce nouveau SEQE à l'échelle nationale, repose sur l'accord de la « déclaration conjointe et l'annexe sur le changement climatique et les énergies propres », à l'occasion du sommet UE-Chine le 14 septembre 2020. L'objectif étant pour la Chine de s'appuyer également sur l'expérience de l'UE dans la mise en œuvre de son SEQE et de renforcer davantage les activités de coopération bilatérales en matière d'échange de droits d'émissions entre l'UE et la Chine. Celle-ci s'est également donné pour ambition d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2060.

En termes de fonctionnement, le principe reste le même que pour l'UE, toutefois, le marché chinois est le 1^{er} marché à autoriser les autorités provinciales à fixer elles-mêmes des quotas pour le secteur de la

production d'électricité, responsables à 30% des émissions de GES du pays. Ce sont les autorités locales qui délivrent un certificat pour chaque tonne de CO_{2eq} qu'une entreprise est autorisée à émettre. Comme pour tout autre marché en cas de non-respect, les organisations devront payer des amendes. Toutefois, contrairement au marché européen, californien et tokyoïte, le SEQE chinois ne prévoit pas de mettre les « quotas » aux enchères.

La carte (Figure 7) montre le panorama de l'évolution des prix du carbone entre 2021 et 2022 à l'échelle internationale. Un grand nombre de pays ont adopté la mise en place d'un système d'échange de « quotas » carbone tandis que d'autres privilégient la taxe carbone (cf.2.4.1). Plusieurs provinces du Canada et pays européens ont mis en place ces deux systèmes. On observe également une forte hétérogénéité dans le niveau du prix de la tonne de CO_{2eq} qui varie de moins de 1\$ (Pologne, Basse Californie et Zacatecas) à plus de 120 \$ (Suède et Uruguay).

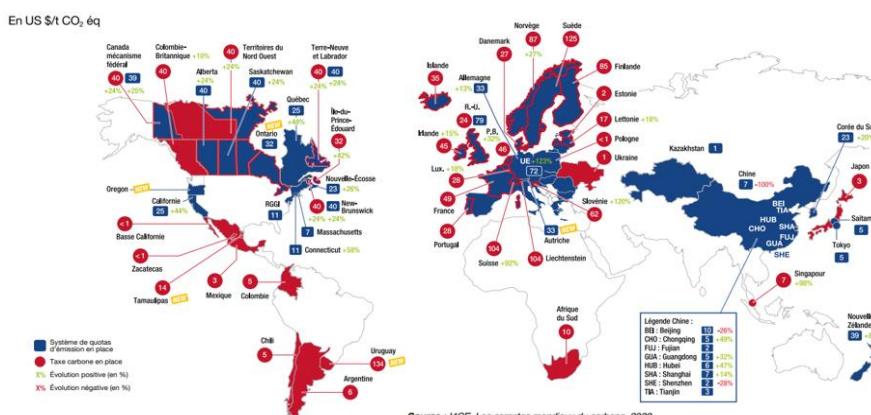


Figure 7 - Panorama mondial des prix du carbone en août 2022 en US \$/t CO_{2eq}

2.2.3 Fondement méthodologique : calculs d'attribution et prix des « quotas » carbone

Pour bien comprendre comment la distribution des « quotas » se fait, il faut dans un premier temps introduire la notion de « budget carbone ». Le « budget carbone » constitue le plafond ou la quantité maximale d'émissions de CO_{2eq} à ne pas dépasser à l'échelle mondiale pour pouvoir rester en dessous d'une température mondiale donnée.

Il est notamment calculé en fonction de l'accumulation des émissions de GES produites depuis 1750 jusqu'à aujourd'hui issues de la combustion des énergies fossiles, des procédés industriels et du changement d'affectation des sols (*scope 1 et 2 si ramené à l'échelle d'un Bilan GES*). Il varie ainsi en fonction de l'objectif de température moyenne globale retenue et de la probabilité de rester en dessous de cet objectif. La Figure 8 présente le budget carbone mondial restant, à partir des données d'émissions historiques et actuelles, sur les réserves de combustibles fossiles connues.

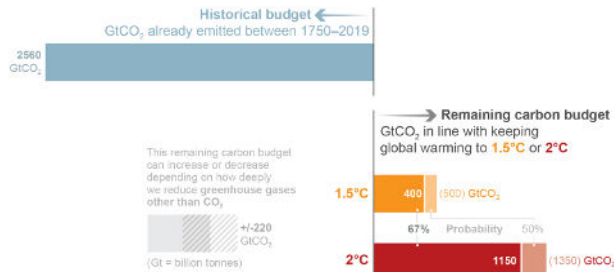


Figure 8 - Le budget carbone mondial - source : FAQ du 6^e rapport du GIEC

Les résultats observés montrent que l'humanité a émis plus de 2 560 milliards de t CO_{2eq} depuis 1750 par rapport à 2019 et afin d'être en capacité de répondre à l'objectif de limiter la température moyenne globale bien en dessous des +2°C, à +1,5°C, il ne faudrait pas émettre plus de 500 milliards de t CO_{2eq}. Ce budget carbone mondial restant, peut être divisé en budget carbone nationaux pour permettre aux Etats de se fixer des objectifs de réduction spécifiques. Malgré le fait que le niveau des émissions de GES ne soit pas égal, ce budget carbone mondial reste un indicateur primordial pour suivre l'évolution des efforts globaux réalisés. A noter que ce budget n'intègre pas la dimension de séquestration par les puits de carbone.

Ainsi, chaque pays ou groupement d'Etats, a la responsabilité de se fixer ses propres objectifs de réduction en accord avec les objectifs de l'accord de Paris. Ils peuvent utiliser ce budget carbone mondial restant pour définir le plafond des émissions de GES à ne pas dépasser pour l'attribution des « quotas » carbone dans leur système d'échange pour leur marché de conformité.

L'UE a dans un premier temps laissé les Etats établir leur propre plan national d'allocation (PNA) des « quotas » qui ont été consolidés en un plafond global (cf Figure 3 et description). C'est en 2013, qu'un plafond est décidé à l'échelle de l'Union européenne avec la mise aux enchères d'un certain nombre de « quotas » pour réhausser la dynamique de réduction attendue.

Le plafond des émissions retenu par la Californie est également défini à partir des inventaires des émissions de l'Etat et met en place en 2015 au début de sa deuxième période, des modalités spécifiques de distribution des « quotas » par des enchères trimestrielles (Tableau 2) pour faire émerger un prix économiquement efficient. Le prix est néanmoins cadré pour limiter de fortes fluctuations conjoncturelles avec un prix minimal, dit de « réserve » de 10\$/quota pour lancer les enchères. Le 1^{er} tiers de « quotas » est vendu à 40\$, le 2^{ème} à 45\$ et le dernier à 50\$. Les prix sont augmentés de 5% chaque année et intègre en plus l'inflation. Pour rappel, à cette même époque, l'UE est en crise et se retrouve avec un surplus de « quotas » vendu à des prix très faibles peu contraignants pour les entreprises.

Tableau 2 - Modalités de l'allocation des quotas du système californien

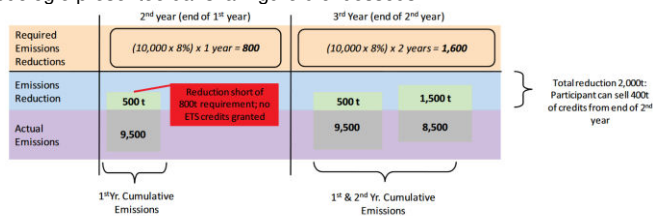
Enchères	<ul style="list-style-type: none"> • Enchères trimestrielles à compter de 2013 de quotas de l'année N (reliquat de quotas après distribution primaire) et N+3 (10 %) • Prix de réserve croissant : <ul style="list-style-type: none"> - 10 USD/quota 2013 et 11,58 \$/quota 2015 pour les enchères de 2013 - puis prix moyen de vente des quotas du fond de réserve en N-1 + 5 % + inflation • Limite d'emprise* = 10 % (quotas de l'année N) et 25 % (quotas des années suivantes), sauf pour les distributeurs d'électricité.
Allocation gratuite	<ul style="list-style-type: none"> • Forfaitaire pour les distributeurs d'électricité = 24 % des quotas entre 2013 et 2020. • Sur la base de facteurs de référence (<i>benchmarks</i>) pour les secteurs industriels : <ul style="list-style-type: none"> - Phase 1 : 100 % de la référence - Phase 2 : 50 % à 100 % selon le risque de fuite de carbone de chaque secteur - Phase 3 : 30 % à 100 % selon le risque de fuite de carbone de chaque secteur.

* Part maximale des volumes de quotas mis aux enchères que peut détenir un acteur à l'issue de la vente.
Source : CDC Climat Recherche d'après CARB (2010).

Le système d'échange de Tokyo dispose d'un fonctionnement différent pour l'attribution des « quotas » gratuits. Celle-ci est basée sur les émissions de l'année de référence et calculé par rapport à la période de conformité qui est de 5 ans. Le total des « quotas » attribués sur la période donnée est calculé selon la formule suivante :

$$[\text{Emissions de l'Année de référence} - \text{Réduction imposée (6 ou 8\%)}] \times \text{période de conformité}$$

Le Tokyo Metropolitan Government (TMG) exige notamment la réalisation d'un audit de vérification auprès des entreprises par des tiers indépendants qui doivent être enregistrés auprès du TMG. Si une installation dépasse les exigences de réduction attendues elle a la possibilité de vendre ses crédits selon la méthodologie présentée dans la Figure 9 ci-dessous.



Source: Adapted from Tokyo Metropolitan Government, 2009.

Figure 9 - Calcul du système d'échange de "quotas" ou "crédits" en fonction des réductions excédentaires réalisées

Pour la Chine, la manière d'allouer les « quotas » est l'élément qui suscite le plus de controverses¹⁵ dans la conception du système d'échange de « quotas », notamment au regard du fait qu'aucun objectif de réduction globale des émissions n'est fixé. Seuls des objectifs de réduction au vu de ratios sectoriels (en intensité) sont fixés : « émissions/productions », aucun objectif de réduction des émissions en valeur absolue.

Ainsi, l'allocation se fait pour chaque installation en début de période en appliquant le benchmark sectoriel adapté, aux productions passées. Une rallonge en fin de période est ajustée sur la production réalisée. Ce mécanisme d'allocation n'encourage pas les modifications structurelles de consommations interindustrielles ou finales, qui seraient plus efficaces comme ce que fait un mécanisme de « cap and trade » ou une fiscalité carbone.

2.2.4 Synthèse des marchés carbone réglementaires

La signature du protocole de Kyoto aura été l'élément déclencheur d'une réaction en chaîne positive pour engager l'ensemble des Etats à réduire leurs émissions de GES d'origine fossile. L'Union européenne aura été pionnière à travers la rapide mise en œuvre d'un système d'échanges de « quotas » d'émissions carbone dès 2005 qui sera ensuite dupliqué et adapté à d'autres nations telle que la Californie, la Chine, ou à l'échelle d'une juridiction municipale comme Tokyo. La Figure 10 montre le panorama des marchés de conformité existants dans le monde à différentes échelles institutionnelles.



*Pékin, Chongqing, Shanghai et Tianjin sont des municipalités de niveau provincial dans le système administratif chinois.

Figure 10 - Des systèmes d'échange de quotas d'émission qui opèrent à toutes les échelles – source : ICAP

¹⁵ Cf. Pizer et Zhang « China's New National Carbon Market » Duke NIEPS, 2018 ou Goulder et Mortensen « China's Rate-Based Approach to Reducing CO₂ Emissions », AER- AEA papers and p., 2018.

La méthodologie de calcul et d'attribution des quotas reste globalement la même, à travers la définition d'un plafond d'émissions et l'utilisation de l'évaluation des émissions de GES du pays (installations, ou groupement de pays) de l'année précédente.

Les divergences observées s'orientent principalement au niveau du périmètre de couverture des systèmes, des modalités attributionnelles des quotas au fur et à mesure des périodes de conformité, de la valeur accordée pour l'équivalent d'une tonne de CO_{2eq} (un quota) et des ambitions politiques des différents Etats. Parmi les 4 exemples de marché de conformité présentés, le marché chinois semble être le moins contraignant pour les organisations.

Tableau 3 : Récapitulatif des grandes caractéristiques des marchés de conformité présentés dans le cadre cette étude

Caractéristique	Union européenne	Californie	Chine	Tokyo
Date de lancement	2005	2013	Provinces à partir de 2011 et national 2021	2008
Type de marché	Système d'échange de « quotas »	Système d'échange de « quotas »	Système d'échange de « quotas »	Système d'échange de « quotas »
Périmètre de couverture	Secteurs industriels (acier, ciment, chimie, verre, chaux, métaux non ferreux) et production d'énergie à combustion, aviation (vols dans l'Espace Economique Européen)	Secteurs de l'électricité et des transports qui couvre 85% des émissions de GES	Secteur de la production d'électricité qui couvre 30% des émissions de GES	40% des secteurs industriels et commercial, représentant 20% des émissions de GES totales
Attribution des « quotas »	<ul style="list-style-type: none"> • Plafond d'émissions • Allocations gratuites jusque 2013. • Mise aux enchères à partir de 2013 • Restitution de 100% des « quotas » alloués chaque année 	<ul style="list-style-type: none"> • Plafond d'émissions • Enchères trimestrielles dès 2013. 10% année N et 25% pour les autres années sauf secteur de l'électricité (forfaitaire de 24% entre 2013 et 2020). • Restitution de 30% des « quotas » chaque année et le reste étalé jusqu'à N+3 	<ul style="list-style-type: none"> • Allocations gratuites sur la base de benchmarks sectoriels • Pas de mise aux enchères. 	<ul style="list-style-type: none"> • Allocation des « quotas » gratuite basée sur la formule explicitée dans la rubrique 0 • Restitution des « quotas » alloués au bout de 5 ans maximum
Instance décisive	Commission européenne	California Air Ressource Board (CARB)	<ul style="list-style-type: none"> • Autorités locales pour l'attribution des « quotas » • Conseil d'Etat pour le marché global 	Tokyo Metropolitan Government (TMG)
Prix de la t CO _{2eq} en 2022	72\$	25\$	7\$	5\$

2.3 Le marché carbone volontaire

2.3.1 Contextualisation

Le 6^{ème} rapport du GIEC publié en mars 2023 met en évidence un besoin sans précédent de réduire drastiquement et rapidement de 1.5 Gt CO_{2eq} par an jusqu'à 2050 pour atteindre l'objectif de maintenir la température de +1.5°C d'ici 2100. Au-delà d'une réduction profonde, le GIEC voit également le besoin de retirer des émissions de l'atmosphère grâce aux mécanismes naturels de stockage de carbone (photosynthèse, absorption par les océans, etc.) et de nouvelles solutions technologiques. Le volume de stockage du carbone requis pour respecter la trajectoire des +1.5°C serait compris entre 5 Gt CO_{2eq} par an (estimation basse) et 40 Gt CO_{2eq} par an (estimation haute). Il indique toutefois que la part contributive de l'absorption ne peut remplacer le fort besoin de réduction qui doit représenter la majorité des projets pour permettre d'atteindre cet objectif planétaire.

Techniquement, le marché carbone volontaire répond aux sollicitations d'organisations publiques et privées de vouloir « compenser » leurs émissions ou « contribuer » à la neutralité climatique de manière volontaire sur la base de projets réalisés dans les pays en développement ou localement.

Le GIEC reconnaît le rôle primordial que va jouer le secteur privé à la fois dans la réduction des émissions et dans le financement de projets d'évitement ou de séquestration. Il représenterait près du ¼ des émissions totales en intégrant les scope 1,2 et 3.

Le marché du carbone volontaire représente un levier d'action non négligeable pour toute entreprise qui souhaite financer des projets de réduction ou d'absorption, en dehors de sa chaîne de valeur.

Les projets financés par les entreprises sont à l'heure actuelle majoritairement réalisés en dehors de leur chaîne de valeur, on parle de projet « off setting » ; toutefois de plus en plus d'entreprises souhaitent avoir un impact au plus proche de leur activité et agir au sein de leur chaîne de valeur, on parle alors de projets « in setting ».

2.3.2 Principe et fonctionnement

C'est à l'issue de la signature du protocole de Kyoto en 1997 qu'est sanctuarisé le principe de la compensation carbone volontaire. Il s'accroît au fur et à mesure avec une explosion de la demande depuis la fameuse annonce d'un objectif de « zéro émission nette » après la signature de l'Accord de Paris lors de la COP 21 et le lancement de l'initiative Sciences Based Target (SBTi)¹⁶.

Ce marché volontaire n'agit pas sur la réduction des émissions de GES directes des organisations soumises réglementairement comme peut le faire le marché de conformité avec l'attribution de « quotas » carbone attirés ; il se concentre sur le développement de projets d'évitement ou de séquestration d'émissions de GES. Le principe de fonctionnement reste globalement le même, une entreprise cherche à « compenser » ses émissions résiduelles¹⁷, qui d'après le GIEC ne devraient représenter qu'entre 5% à 10% des émissions de GES totales de l'organisme financeur. Ce deuxième marché carbone vient compléter les efforts de réduction des émissions de GES encouragées par les systèmes d'échange de « quotas » carbone réglementaires. Dans le cas présent il s'agit bien d'une démarche volontaire d'organisations qui souhaitent investir dans le développement de projets de réduction pour contribuer à leur stratégie de décarbonation.

L'émergence de ce nouveau marché est à l'origine de nouveaux métiers, standards et nouvelles structures pour l'orchestrer.

¹⁶ La place des marchés carbone dans les SBTi est détaillée à la rubrique 2.3.4

¹⁷ Les émissions résiduelles correspondent aux émissions dites « incompressibles » lorsqu'une entreprise a mis en œuvre toutes les actions possibles pour réduire ses émissions de GES au plus bas niveau. D'après les recommandations du GIEC, cela représente une diminution des émissions d'environ 90% à 95%.

2.3.3 Fondement méthodologique dans une logique d'attribution de « crédits » carbone

Pour chaque organisme de certification se trouve une multitude de méthodologies associées à une diversité de projets. Lorsqu'un porteur de projet souhaite certifier et mettre en œuvre son projet, il se doit d'utiliser les méthodologies existantes ou de présenter une nouvelle méthodologie répondant aux exigences demandées qui devra être validée par l'organisme de certification, à savoir par le bureau exécutif de la CCNUCC dans le cadre des MDP, ou par des structures de certification internationale telles que Verra, Gold Standard, Plan Vivio, etc.

Les exigences, communes à tout organisme de certification pour l'attribution de crédits carbone, portent à minima sur 4 grands critères :

- **L'additionnalité** : Il faut démontrer que le projet ne pourrait pas avoir lieu sans la vente de ces crédits carbone et que sans lui, le scénario dit « de référence » aurait donné lieu à des émissions de GES ou à l'absence de séquestration de carbone.
Tout développement d'activité volontaire menant à un marché rentable par la suite ne peut prétendre à l'utilisation de crédits carbone. Selon le protocole de Kyoto, cela se traduit par une politique de financement ou une défaillance de marché provoquant la mise en place d'une activité qui autrement ne pourrait pas être améliorée, résolue de quelque manière que ce soit ou traité sans les revenus associés de la finance carbone et de la vente des crédits carbone de cette activité. C'est un principe intrinsèque et indispensable dès qu'on parle d'intégrité. Cela touche également les changements sociétaux que cela peut apporter. Finalement lorsqu'on revient au principe de la théorie économique de la valeur, c'est ce qui va dissocier les activités qui sont mises œuvre de celles qui ne le sont pas et le coût financier de cette activité financière est retranscrit pour être vendu à travers le nombre de crédits carbone qui en ressort. Ce qui amène à se poser la question de la comptabilité de ces crédits carbone autrement dit « mesurabilité ».
- **La mesurabilité & vérifiabilité ou « carbon accounting »** : Il s'agit d'un des quatre piliers pour évaluer la qualité des projets de compensation carbone développés. Il doit être possible de quantifier la quantité de CO_{2eq} évitée ou séquestrée sur la base d'une méthodologie reconnue où l'évitement ou la séquestration de CO_{2eq} doit pouvoir être vérifiée et comptabilisée chaque année pour s'assurer de l'attribution de la quantité de crédits carbone délivrée (pour rappel 1 t CO_{2eq} évitée ou séquestrée = 1 crédit carbone). Une vérification doit être faite par un tiers indépendant.
- **La permanence** : à l'heure actuelle, un projet doit permettre de justifier l'évitement ou la séquestration de x t CO_{2e} sur une durée minimum de 7¹⁸ ans (dépend du type de projet mis en œuvre et de l'organisme certificateur). Le critère de permanence diffère en fonction des méthodologies de certification des projets. La notion de permanence est difficilement égale au temps de résidence des gaz dans l'atmosphère, au regard de sa difficulté d'application dans la mise en œuvre d'un projet (ex : disponibilité du foncier sur plusieurs décennies). Les échelles de temps ne sont pas les mêmes. Pour pallier ce biais, certaines méthodologies comme celle du Label Bas Carbone établissent des contrats permettant de justifier une permanence sur 30 ans avec un suivi ponctuel et l'application d'un « taux de rabais » (ou « buffer ») de 10% des t CO_{2e} évitées ou séquestrées calculées.
- **L'unicité** : chaque crédit carbone délivré fait l'objet d'une inscription sur un registre unique dans le but d'éviter les doubles comptabilités de crédits carbone

Cette partie porte sur la description de typologies de projets, mécanismes, méthodologies et standards existants. Les méthodologies sont essentielles pour quantifier précisément les bénéfices d'un projet en termes d'émissions de GES. Ce sont ces méthodologies qui garantissent l'attribution quantitative des crédits carbone délivrés aux demandeurs. Il a été fait le choix de développer le mécanisme de projet REDD+, associé à quelques exemples dans la suite de cette étude.

¹⁸ D'après la plateforme de sensibilisation aux bonnes pratiques de la compensation carbone « Info compensation carbone » - <https://www.info-compensation-carbone.com/ecosysteme/les-projets/>

LES PROJETS DE SEQUESTRATION (OU DIT D'ELIMINATION)

Il existe deux manières de pouvoir séquestrer du carbone :

- **La séquestration naturelle du carbone**

Elle consiste à retirer les molécules de CO₂ de l'atmosphère en utilisant la capacité d'absorption d'un écosystème tel que les forêts, océans, et sols.

Grâce ces écosystèmes, le dioxyde de carbone (CO₂) extrait de l'atmosphère pour être stocké dans la biosphère ou l'écosystème marin, grâce à des procédés naturels tels que la photosynthèse par les forêts ou dissolution dans l'océan et photosynthèse des phytoplanctons.

Ci-après quelques exemples de projets de séquestration naturelle :

- Projets de restauration des mangroves qui sont menacées. Elles représentent un des écosystèmes qui : stocke le plus de carbone, sert d'habitat à la biodiversité marine littoral et protège de l'érosion des côtes pour les populations locales.
- Projets de séquestration carbone dans les sols qui représentent un réservoir de carbone actuel important et possèdent un fort potentiel de stockage additionnel au niveau des sols agricoles.
- Projets de séquestration carbone par la plantation de forêt, on parle d'afforestation/reforestation en fonction du contexte du projet. Ce type de projet répond notamment aux besoins de renouvellement des forêts et de réparation au vu des dommages causés par la déforestation.

- **La séquestration ou captage par des technologies spécifiques**

Elle consiste à absorber, capturer, retirer des molécules de CO₂ de l'atmosphère grâce à des solutions technologiques qui permettent de capter et de stocker de manière permanente le carbone. Il existe notamment les technologies dites de « postcombustion » qui consistent à installer une unité de captage sur un site existant pour capter les molécules de CO₂ des fumées de combustion avant qu'elles ne soient relâchées dans l'atmosphère tandis que les technologies dites « d'oxycombustion » vont quant à elles permettre d'éviter des émissions grâce en enrichissant l'air avec de l'oxygène pour augmenter l'efficacité de la combustion et ainsi diminuer la quantité de combustible et réduire les émissions polluantes

Autrement, lorsqu'on parle de solutions technologiques le terme CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage) est souvent utilisé. Il s'agit d'un dispositif qui consiste à capter le CO₂ (d'une manière ou d'une autre), d'avoir la capacité à le stocker puis le convertir en un produit utilisable ayant une valeur monétaire (ex : le méthanol). Il existe une base de données des projets existants ou en développement tenue par l'agence internationale de l'énergie (IEA).

Ci-après quelques exemples de projets de séquestration et captage réalisés par des processus technologiques :

- Projet de séquestration à travers la minéralisation du CO₂ par réaction avec du basalte (roche volcanique riche en calcium). L'injection sous pression du CO₂ sous sa forme liquide dans le sous-sol volcanique subit une réaction chimique au contact du basalte qui se minéralise par carbonatation.
- Projet de séquestration à travers l'épandage d'olivine sur les côtes littorales qui a la capacité d'absorber le CO₂ gazeux pour le minéralier en coraux ou en roches calcaires.
- Projet d'absorption des émissions « postcombustion » qui consiste à capter les molécules de CO₂ directement en sortie d'usine par les fumées issues de combustion par le biais d'un solvant organique aminé (molécules dérivées de l'ammoniac).

LES PROJETS D'ÉVITEMENT

Il existe cinq typologies principales de projets d'évitement :

- Les énergies renouvelables avec l'installation de sources de production d'énergie renouvelables

- L'efficacité énergétique avec la réduction de la consommation d'énergie liée au bâtiment ;
- Les forêts et l'usage des terres avec l'évitement de déforestation, la mise en place d'une gestion durable des forêts et des sols, etc. ;
- Les équipements domestiques avec la distribution de dispositifs réduisant les besoins énergétiques, tels que les appareils de cuisson (essentiellement dans les pays en développement, économies émergentes) ;
- Gestion des déchets avec notamment la réduction des émissions des émissions de méthane des décharges d'enfouissement.

Qu'il s'agisse de projets de séquestration ou d'évitement, il existe plusieurs mécanismes de développement. Le fonctionnement de deux de ces mécanismes est détaillé ci-après.

LE MECANISME POUR LE DEVELOPPEMENT PROPRE – MDP

Il s'agit d'un des mécanismes de financement de projets de réduction d'émissions de GES utilisé dans le cadre du protocole de Kyoto pour encourager les organisations à financer le développement de projets d'évitement ou de séquestration carbone en dehors de leur chaîne de valeur (majoritairement), dans des pays sans engagement chiffré (en développement, économies émergentes), en plus des réductions à apporter à l'échelle de leur activité. En échange de ces financements, les entreprises reçoivent en contrepartie des « crédits carbone » appelés unités de réduction certifiée des émissions (URCE) et sont garantis par l'ONU.



Ce mécanisme existe officiellement depuis 2005 et a permis l'émergence de plus de 250 méthodologies vérifiées par la CCNUCC et reprises par la majorité des standards internationaux, également appelés organismes de certification privés tels que VERRA ou Gold Standard, pour une diversité de projets sectoriels (énergie, forêt, transport, etc.).

Les méthodologies utilisées à l'époque ne sont plus toutes d'actualité, et nécessitent donc une mise à jour pour répondre à des critères d'intégrité environnementale plus exigeants. En effet beaucoup des crédits émis par ce mécanisme sont remis en cause par rapport au respect du critère d'additionnalité environnementale. L'administration du MDP chargée de vérifier la faisabilité des objectifs déclarés étant en sous-effectif, elle se fonde sur l'avis de parties tierces missionnées pour le faire (qui reçoivent de fortes pressions de la part du pays hôte et du pays financeur pour approuver le dossier). Il n'y a en effet aucun règlement prévoyant une quelconque sanction pour ce type de « comportement ». Le conseil exécutif du MDP valide environ un projet par jour en moyenne, il lui est donc difficile d'analyser la viabilité financière, les promesses de dossiers complexes et attirer une vérification précise pour chaque projet.

LE MECANISME DES PROJETS REDD+

Ce mécanisme de projet a été introduit pour la première fois lors de la COP11 à Montréal en 2005, notamment au regard du rôle important que joue la déforestation dans les pays en développement sur les émissions de GES globales. Le secteur de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF) représente près de 23% des émissions de GES dans le monde¹⁹ avec un bilan évalué à l'émission de +5,5 GtCO_{2eq}/an pour les activités anthropiques en raison de la déforestation, soit plus de 15% des émissions humaines. Il s'agit pourtant d'un secteur déterminant ayant le pouvoir contribuer à deux niveaux : réduire ses émissions et augmenter sa capacité d'absorption.



L'objectif de ce dispositif REDD+, en plus de lutter contre le réchauffement climatique et la préservation de la biodiversité, est d'encourager les pays en développement à intégrer les préoccupations environnementales dans leur politique de développement. Son principe est de rémunérer les pays en développement et émergents à travers l'utilisation de contributions financières de la part des pays industrialisés dans le but de :

- Réduire le taux de déforestation, de dégradation des forêts en favorisant la gestion durable des forêts,

¹⁹ D'après le résumé technique du dernier rapport spécial « Climate Change and Land » du GIECC : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2022/11/SRCCCL_Technical-Summary.pdf

- Contribuer à la conservation et à l'amélioration des stocks carbone forestiers.

Cette contribution financière peut se faire par le biais du marché carbone volontaire avec l'achat de « crédits carbone » ou bien par un fonds d'investissement.

Les premiers projets REDD+ ont été lancés en 2008 et représentent près de 25% des crédits carbone issus du marché de compensation carbone volontaire occupant près de 250 000 km², soit environ la surface du Royaume Uni. Ce mécanisme a pour but de s'inscrire dans une perspective territoriale de protection et d'utilisation durable des ressources naturelles en générant des co-bénéfices environnementaux et socio-économiques afin d'aller au-delà des simples gains carbone.

Ces projets jouent un rôle déterminant pour développer et expérimenter des approches de conservation et outils sur le terrain en intégrant les questions sociales, économiques, légales et démographiques.

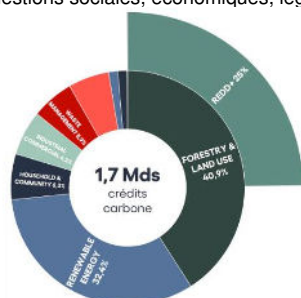


Figure 11 : Répartition du volume de crédits carbone émis par type de projet - source : Berkley Voluntary Registry Offset Database 2022

Les projets de foresterie et usage des terres représentent près de 41% du volume de crédits émis historiquement dont 25% correspondent aux projets REDD+ (Figure 11).

LES PRINCIPAUX STANDARDS INTERNATIONAUX

Le Gold Standard

Initialement créé par le WWF en collaboration avec un large panel d'ONG, d'universitaires et de représentants du secteur privé, le Gold Standard est une instance ayant initialement délivré des crédits issus du MDP, c'est-à-dire des URCE. Il s'est rapidement orienté vers le marché du carbone volontaire. Au-delà de l'attribution de « crédits carbone », il fixe les exigences en matière de bénéfices socio-économiques et de l'implication de la population locale des projets de « compensation ». On parle de co-bénéfices.

Gold standard ne couvre pas les projets REDD+ depuis la mise en place de ce mécanisme, d'une part au regard de la complexité méthodologique que cela pouvait impliquer et d'autre part car l'instance part du principe que la protection des forêts devrait être gérée par le gouvernement à travers des seuils et règles de différents niveaux.

VERRA

VERRA a été fondé en 2006 sous le nom de Verified Carbon Standard (VCS) et regroupe désormais plusieurs programmes de certification directement connectés avec le développement durable et le changement climatique. Il est d'ailleurs, dans le cadre du marché de la compensation carbone volontaire, le standard le plus utilisé au monde dans le cadre de la certification de crédits carbone.

Gold Standard et VERRA ont tous deux repris la plupart des méthodologies déposées par le MDP au vu de leurs robustesses et reconnaissances par la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Ils utilisent également d'autres méthodologies développées par des développeurs de projets ou organismes privés qui répondent à minima aux critères présentés ci-avant au sein de la rubrique 0.

VERRA est un des standards ayant labellisé le plus de projet REDD+

L'ACR

ACR a été approuvé par l'ICROA (International Carbon Reduction and Offset Alliance) comme étant un standard des marchés de la compensation carbone (volontaire et de conformité) depuis 2011. Fondé en 1996 ACR a été le premier registre privé volontaire des émissions de GES au monde. Les projets validés correspondent à des domaines prédéfinis par l'ANSI (American National Standard Institute) principalement orientés autour de projets forestiers et industriels. Les versions actuelles des méthodologies publiées par un processus de consultation publique et d'examen par pairs sont approuvées sans réserve. En revanche pour des typologies de projets particulières, les porteurs de projet sont autorisés à déposer de nouvelles méthodologies (ou modifiées) qui seront revues pour approbation.



Plan vivo

Plan Vivo a été créé pour accompagner des petits exploitants du Chiapas, au Mexique, à planter des arbres. Il s'agit désormais d'un des standards les plus répandus qui continue de bénéficier aux communautés et petits exploitants. Plan Vivo délivre ses propres « certificats » (PVC) qui peuvent être vendus par le projet développé en garantissant au moins 60% de l'argent versé directement auprès des communautés et petits exploitants pour le soutien d'une gestion des terres plus durable.



Un PVC représente la séquestration ou l'atténuation à long terme d'une tonne de CO_{2eq} par un projet certifié Plan Vivo.

Il est important de noter que les paramètres pris en compte à l'époque de l'élaboration des premières méthodologies ne sont plus nécessairement adaptés aujourd'hui. Il s'agit d'un point en discussion à travers l'ensemble des standards pour retrouver une intégrité environnementale et une méthodologie scientifique robuste.

LE STANDARD NATIONAL DE LA FRANCE

Le LBC – Label bas-carbone

Le Label bas carbone est un dispositif de certification de projets de séquestration ou d'évitement réalisés sur le territoire français, délivrant des « crédits carbone » pour chaque t CO_{2eq} évitée ou séquestrée.



Ce dispositif vise à susciter le développement de projets dans tous les secteurs diffus : forêt, agriculture, transport, bâtiment, espaces naturels, etc.

Un projet ne peut être labellisé que s'il est mis en œuvre conformément à une méthode approuvée permettant :

- D'évaluer les réductions d'émissions qui en découlent,
- De déterminer les conditions d'éligibilité et de vérification du projet.

L'ensemble des méthodes doivent être approuvées par la Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC). Il existe aujourd'hui 3 méthodologies approuvées dans le domaine de la forêt, 6 dans le domaine de l'agriculture, 2 dans le domaine du bâtiment, 1 dans le domaine des transports et 1 dans le domaine marin. De nombreuses autres méthodes sont en cours de développement.

Synthèse

- 2 typologies de projet de crédits carbone : séquestration & évitement.
- L'une des plus grandes divergences avec le marché carbone de conformité volontaire est l'absence d'une instance de régulation et de vérification d'attribution de ces « crédits carbone ».
- Il existe une diversité d'acteurs régissant le marché volontaire qui rend la transparence et les transactions plus complexes.
- Les projets les plus développés sur le marché de la compensation carbone volontaire sont des projets de séquestration liés à la forêt, dont les résultats sont des plus incertains (vérifiabilité, mise en œuvre, permanence, etc.)
- Les méthodologies n'évoluent pas à la même vitesse que les politiques publiques, le marché, l'économie, à l'origine de discordances et de surestimations de gains de réduction/séquestration.

2.3.4 La place des marchés carbone dans l'initiative Science Based Target (SBTi)

La signature de l'Accord de Paris lors de la COP21 par 195 pays (dont 175 en une seule journée) marque un basculement profond et volontaire de l'économie mondiale à travers l'initiation d'une dynamique vers un monde bas carbone. Cet accord démontre une volonté politique mondiale de répondre à la menace des dérèglements climatiques constatés et avérés par un consensus scientifique international : le GIEC.

C'est dans ce contexte scientifique et géopolitique que l'initiative Science Based Targets (SBTi) voit le jour. Fondée en 2015 par un groupement d'instances internationales (CDP, Pacte mondial des Nations unies, WRI et WWF), l'initiative SBT s'adresse aux entreprises et à leur capacité à s'engager pour participer à cet effort international.

L'objectif est de proposer un cadre de référence aux entreprises, pour les aider à se fixer des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) avec pour cible la limitation de l'augmentation de la température mondiale bien en dessous de 2°C d'ici la fin du siècle par rapport au niveau préindustriel, conformément aux objectifs de l'Accord de Paris.

Jusqu'à présent, les SBTi ont largement été utilisées comme un outil de communication et comme un argumentaire visant à donner un avantage compétitif. Toutefois, depuis 2021, la SBTi lance le premier cadre scientifique permettant aux entreprises de se fixer des objectifs de « Zéro émission nette », la norme Net-Zero (ou Corporate Net Zero Standard). Ces travaux ont paru nécessaires tant depuis la naissance des SBT jusqu'à la sortie de ce « standard » les engagements en faveur de la neutralité carbone manquent de cohérences et de robustesses. À ce sujet, il convient de mentionner la démonstration faite au sein d'une récente thèse réalisée par Desmoitier²⁰, mettant en lien les SBTi et les émissions de GES avec un prisme centré sur la forte variabilité potentielle des objectifs climat en fonction du choix de l'année de référence.

Le Net Zero Standard se veut ambitieux, conforme à la science du climat, et émanant de l'ensemble des organisations pour tendre vers la neutralité carbone d'ici 2050. Il s'agit d'un horizon long terme qui ne peut être atteint qu'au prix de réductions drastiques des émissions de GES dans toute la chaîne de valeur de l'entreprise (ou au sein de son propre périmètre opérationnelle). Les trajectoires de décarbonation retenues doivent être compatibles avec un réchauffement bien en dessous de +2°C et dans la mesure du possible des +1,5°C. Dans ce cadre, la norme Corporate Net-Zero Standard incite les entreprises à fixer des objectifs de décarbonation prenant en compte a minima les Scopes 1 et 2 du GHG Protocol, voire du Scope 3 si celui-ci représente plus de 40% du total des émissions de l'organisation déclarante.

²⁰ Cf. Chap 5. Exploring the links between corporate "Science-based Targets" and corporate GHG emissions : focus on base year.

Une fois les entreprises engagées, celles-ci ont la possibilité de communiquer ouvertement leur ambition auprès de l'ensemble des parties prenantes

Cette initiative différencie la réduction, l'évitement, et la séquestration des émissions. Elle ne retient toutefois que deux leviers d'actions pour atteindre cette neutralité carbone d'ici 2050 : la réduction drastique des émissions de GES et la séquestration par l'augmentation des puits de carbone.

Les engagements du Net Zero Standard (zéro émission nette) des entreprises devront être fondées sur des données scientifiques et nécessiteront :

- c) Des réductions conformes à l'effort de limitation de la température mondiale à +1,5°C d'ici 2050 ;
- d) La mise en place d'objectifs à court terme avec un plan d'action rapide pour réduire ses émissions sur les 5 à 10 prochaines années en étant aligné avec les objectifs de l'accord de Paris ;
- e) Une décarbonation profonde à long terme de 90 à 95% sur tous les périmètres de l'entreprise d'ici 2050 ;
- f) L'utilisation de puits de séquestration carbone pour « neutraliser » les émissions résiduelles de l'entreprise à hauteur 5 à 10% de celles-ci ;
- g) La vérification des objectifs de net zéro émission de l'entreprise par un tiers ainsi que l'établissement de rapports d'avancement annuels.

L'initiative SBT considère qu'une entreprise est « net zéro » lorsqu'elle atteint un équilibre entre ses émissions de GES (ayant préalablement baissées) et la séquestration d'émissions à travers ses puits de carbone.

Il s'agit d'une vision à prisme fermé ayant pour objectif d'atteindre « sa » neutralité avec un ratio d'atteinte de « un pour un » sur les émissions résiduelles à long terme. Il s'agit bien de proposer un cadre aux entreprises pour ÊTRE net zéro et non pas pour CONTRIBUER à l'atteinte du net zéro scientifique et planétaire. On parle alors de compensation à l'échelle d'une entreprise.

Comme présenté précédemment, le référentiel SBT distingue trois types d'émissions ; réduites, évitées et séquestrées. Toutefois l'importance de cette typologie n'est pas la même et va jouer sur le champ d'application des entreprises en termes de contribution à la neutralité carbone planétaire. Ramené à l'échelle d'une entreprise et au sujet de la finance carbone, le financement de projets de séquestration carbone (removal) est particulièrement encouragé à contrario de projets d'évitement (contribution). Cependant, la méthodologie ne propose aucune trajectoire pour la séquestration carbone. Cela interroge sur l'objectif à court terme de ce volet et l'approche de comptabilisation qui ne semble pas être explicitée.

Le financement de projets de séquestration carbone demandé par SBTi s'inscrit directement dans le cadre des marchés carbone volontaires.

Ainsi, des projets de financement, de développement d'une offre de produits bas carbone, ou d'amélioration de la performance carbone (et/ou environnementale) d'une offre de produits/services permettant de réduire directement les émissions des destinataires (achats, usages, fin de vie, etc.) mais également indirectement celles de l'entreprise, ne sont pas intégrés dans le référentiel SBT (ils restent optionnels). Cela s'explique notamment par le fait que ramener le Net Zero à l'échelle de l'entreprise rend par définition la notion d'évitement moins attractive que la captation directe d'émissions par des puits de stockage. A titre d'exemple, un fabricant de vélo développant davantage son activité augmentera nécessairement son impact carbone et sera donc pénalisé alors que le service rendu par son activité aura un effet positif par rapport à l'utilisation d'un véhicule ou scooter proposant le même service avec un produit plus impactant.

Aujourd'hui, le référentiel SBTi ne permet pas de valoriser le travail réalisé sur les émissions évitées par les organisations proposant une offre de produits et/ou services décarbonée, en tant que contribution à la neutralité carbone (Figure 12). En revanche il encourage fortement les entreprises à agir sur la réduction des émissions en finançant des projets de contribution en dehors de la chaîne de valeur des organisations.

Enfin, la récente sortie du dernier rapport « SBTi's FLAG Guidance » montre une avancée positive pour les secteurs forestiers agricoles et des terres. Il s'agit du premier cadre permettant aux entreprises de ces différents secteurs de se fixer des objectifs fondés sur les connaissances scientifiques intégrant à la fois les réductions d'émissions ainsi que les absorptions (d'origine naturelle) orchestrées par les différentes activités au sein de la chaîne de valeur des organisations. Ce guide contraint également toutes les organisations des

secteurs concernés souhaitant s'engager auprès de l'initiative SBT, à se fixer un objectif de zéro déforestation au plus tard pour 2025²¹.

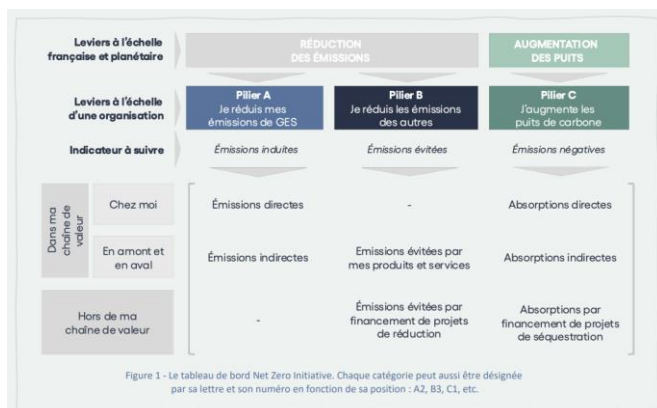


Figure 12 : Tableau de bord de la Net Zéro Initiative - source : Carbone 4

Synthèse

- Grâce à ce standard, SBTi permet aux entreprises de démontrer à l'ensemble de ses parties prenantes qu'elles se sont officiellement engagées sur des objectifs robustes et ambitieux, tels que la « Net zéro ».
- La création de ce standard a permis de lancer un mouvement international auprès des entreprises en faveur du climat.
- La validation des objectifs ne garantit aucunement la performance climat réelle de l'entreprise, ni les moyens mis en œuvre pour atteindre ces objectifs, ni le respect des trajectoires année après année.
- SBTi a fait le choix de garder le terme « compensation » pour atteindre cet équilibre « Net zéro » tout en proposant des trajectoires indiquant qu'il est impossible d'être « Net zéro » immédiatement. La terminologie choisie porte encore à confusion pour les utilisateurs.
- Réduire les besoins financiers pour la diminution des émissions chez les tiers en faveur des projets de séquestration pourrait avoir des conséquences néfastes, voire inefficaces, en risquant d'entraver le financement des projets visant à réduire les émissions.
- Ce dispositif propose de faire de cet engagement un avantage compétitif parfois à l'origine de polémique de greenwashing.
- Rappporter le « Net zéro » à l'échelle de l'entreprise écarte le sujet fondamental de la typologie des produits et services vendus qui joue un rôle capital pour atteindre la neutralité carbone planétaire.
- Il est le seul cadre international ambitieux et robuste qui repose sur des données scientifiques fondées
- Il propose une déclinaison spécifique pour les secteurs : forestiers, agricoles et des terres, avec une obligation des entreprises qui s'engagent à respecter l'objectif de zéro déforestation d'ici 2025.

2.3.5 Cas de pratiques actuelles par les entreprises et contexte sociétal

²¹<https://sciencebasedtargets.org/blog/forest-land-and-agriculture-pathways-will-require-action-on-deforestation>

La signature de l'Accord de Paris lors de la COP 21 en 2015 a lancé une dynamique envers les organisations du secteur privé, dont les engagements ont été démultipliés. Ce mouvement positif en faveur du climat a permis de renouveler l'intérêt du marché carbone volontaire, notamment afin d'atteindre l'objectif « ultime » du *Net zero emission* d'ici 2050. En 2021, d'après les données du MSCI carbon market²² plus de 1000 entreprises se seraient engagées, de façon indicative ou concrète pour aligner leurs émissions avec les objectifs de l'Accord de Paris.

L'atteinte d'un tel objectif nécessitera à un moment donné pour les entreprises de recourir au financement de projet de compensation/contribution carbone pour leurs émissions dites « résiduelles »²³. Les entreprises ont également la possibilité de financer ce type de projet en parallèle de leurs engagements de réduction, pour accélérer les financements liés à cette transition. Toutefois, ces engagements multiples représentent des coûts importants que toute entreprise n'est pas en mesure de prendre en charge.

D'après l'étude de South Pole réalisée en septembre 2022²⁴, les montants générés dans le cadre du marché carbone volontaire n'ont cessés d'augmenter depuis les cinq dernières années avec un pic en 2021 (cf. Figure 13), poussés par la multiplication des engagements climatiques des entreprises et organisations internationales d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Une hausse sans précédent du prix de la t CO_{2eq} a notamment été observée en 2021.

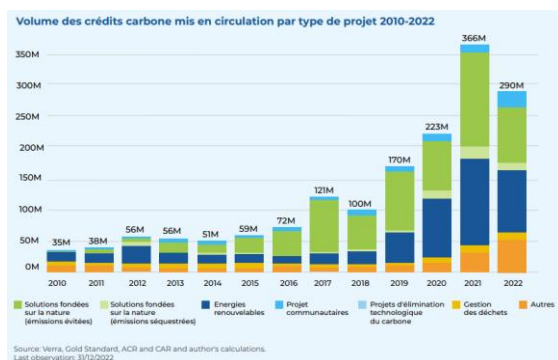


Figure 13 - Génération de crédits carbone dans le monde cumulés sur 2010-2022 - source : Verra, Gold Standard, ACR, CAR

On observe un ralentissement du volume généré pour 2022 qui s'explique par plusieurs raisons :

- Ralentissement de l'offre des crédits carbone dû à leur délai d'émission (traitement de la demande, nouvelles méthodologies à analyser, manque de ressources par rapport à la quantité de projets devant être évalués et suivis qui ne cesse d'augmenter) ;
- Le prix de la t CO_{2eq} qui a battu des records en 2021 qui se stabilise et semble baisser ;
- La pression des actionnaires autour de la performance ESG²⁵ et à la communication d'objectifs climatiques ambitieux ;
- Le mouvement de « greenwashing ».

Le marché carbone volontaire rencontre plusieurs problématiques à travers son utilisation par les organisations du secteur privé telles que celles présentées ci-après :

- Le manque de transparence des entreprises engagées dans la compensation carbone et l'utilisation de ce dispositif comme un outil marketing à des fins purement communicationnelles et commerciales ;
- La crédibilité méthodologique de calcul, d'attribution des crédits carbone et la fiabilité des co-bénéfices associés.

²² <https://www.msci.com/www/blog-posts/introducing-the-carbon-market/03227158119>

²³ 1.2.3 Notions de réduction, évitement, et compensation

²⁴ <https://www.southpole.com/fr/publications/voluntary-carbon-market-mid-year-update-2022>

²⁵ Également appelé critère environnementaux, sociaux et de gouvernance prenant en compte la performance extra-financière d'une entreprise, intégrant une démarche de développement durable.

L'ENGAGEMENT VERS LA NEUTRALITE CARBONE PAR LES ORGANISATIONS

Aujourd'hui, 23% des 500 entreprises les plus fortunées ont revendiqué atteindre la neutralité climatique. Toutefois, peu sont en capacité de justifier leurs revendications ou de publier un plan de transition pour atteindre leurs objectifs.

Sur 1075 entreprises de différentes tailles, de secteurs différents et de régions différentes, ayant déclaré un objectif de neutralité carbone²⁶, 40% revendiquent être déjà neutre en carbone et seulement, 1/5 se sont engagées ou ont défini des objectifs selon l'*initiative Science Based Target*.

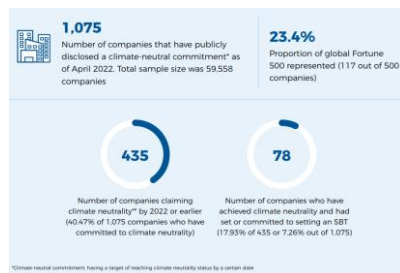


Figure 14 : Des engagements en chiffres - source : South Pole

Claims of climate neutrality vary by region. Just 21.46% of the companies surveyed in the North American region had claims that could be described as 'robust', while in FRABELUX, where greenwashing can result in serious government fines, around 50% of claims could be verified.

Region	No. of companies with climate-neutral commitments	No. of companies with SBT commitment*	% of companies committed to an SBT
APAC†	214	57	26.64
DACH‡	152	64	42.11
FRABELUX§	56	29	51.79
LATAM¶	30	11	36.67
NAM‡	233	50	21.46
Nordics	83	26	31.33
UNITE¶	307	93	30.29
Grand total	1,075	330	30.70

The sectors with the lowest ratio of SBTs to climate-neutral commitments are highlighted in light blue. The leading sectors, which have the highest ratio of SBTs to climate-neutral commitments, are highlighted in dark blue.

* Commitment/commitment means the company had set or committed to setting an SBT.

† Asia-Pacific.

‡ Germany, Austria and Switzerland.

§ France, Belgium and Luxembourg.

¶ Latin America.

‡ North America.

¶ UK, Netherlands, Italy, Spain, Portugal and Eastern Europe.

Figure 15 : Nombre d'entreprises engagée par région dans le monde – source : South Pole

Le problème des déclarations de neutralité carbone vient du fait de justifier l'utilisation de la compensation carbone volontaire de toute ou partie des émissions de GES de l'entreprise déclarante afin de promouvoir un engagement climatique. Cependant, peu d'entreprises couvrent l'ensemble des émissions (tel que défini dans les méthodologies²⁷) de leurs Scopes 1, 2 et 3 dans leurs objectifs, allant ainsi à l'encontre des recommandations, littératures scientifiques sur le sujet.

Cette manière de fonctionner, encourage fortement à la déresponsabilisation des entreprises ayant un pouvoir d'action à l'égard de leur activité et au sein de leur chaîne de valeur. Pour nombre d'entreprises, il est plus facile de continuer leur activité en finançant des projets en dehors de leur chaîne de valeur (autrement appelé off setting) plutôt que d'opérer à des changements structurels dans le mode de fonctionnement et comportements de l'entreprise. Certaines profitent également de cette opportunité pour communiquer auprès du grand public à travers des actions de marketing en utilisant leur engagement climatique pour gagner des parts de marché à travers une meilleure acceptabilité sociale, détournant l'attention de leur activité polluante. Cela pose un vrai problème d'éthique et leurre le grand public.

L'absence d'un référentiel commun et une d'instance de juridiction sur ce marché volontaire pour contrôler les flux financiers et engagements de réduction des entreprises ne lui permet pas de s'autoréguler.

²⁶ Data analysis based on South Pole's market insights database, containing 59 558 compagnies and publicly disclosed sustainability commitments data – April 2022

²⁷ Méthodologie pour les bilans d'émissions de GES : GHG Protocol, Bilan carbone®, ISO 14064

La mise en avant d'un tel système compensatoire laisse à penser à un recul de l'engagement des organisations dans la réduction des émissions de GES liées à leur activité. De nouveaux engagements en ce sens sont pris chaque semaine pour répondre à la demande des citoyens et des consommateurs favorables à une action climatique. Toutefois, si certains de ces engagements visent à promouvoir de véritables actions climatiques synonymes de changement, beaucoup ne servent qu'à se donner une image positive tout en poursuivant les activités habituelles. Ce manque de transparence et/ou de bonne volonté de la part des organisations décrédibilise le système existant.

Sector	No. of companies with climate-neutral commitments	No. of companies with SBT commitment*	% of companies committed to an SBT
Communication services	67	25	34.33
Consumer discretionary	144	57	39.58
Consumer staples	129	39	30.23
Energy	28	7	25.00
Financials	117	34	29.06
Government	12	3	25.00
Healthcare	42	20	47.62
Industrials	89	37	41.57
Information technology	66	29	43.94
Materials	63	18	28.57
Other	138	19	13.77
Transportation	137	29	21.17
Utilities	45	15	34.88
Grand total	1,075	330	30.70

The sectors with the lowest ratio of SBTs to climate-neutral commitments are highlighted in light blue. The leading sectors, which have the highest ratio of SBTs to climate-neutral commitments, are highlighted in dark blue.
* Commitment/committed means the company had set or committed to setting an SBT.
* The SBT is yet to finalise guidance on target setting for the oil and gas sector.

Figure 16 : Exemples des types d'engagements d'organisations par secteurs d'activité - source : South Pole

Il est important de noter que les émissions évitées ne produisent pas un effet net d'atténuation sur le budget carbone mondial. Un besoin de réduire les émissions de GES liées à une activité existante sont nécessaires de manière immédiate, substantielle et irréversible pour contribuer à l'atteinte de cette neutralité climatique planétaire. En effet, chaque tonne de CO_{2eq} émise dans l'atmosphère est vouée à rester une certaine d'année dans l'atmosphère. C'est au regard de cette accumulation qu'il est nécessaire de prendre des mesures drastiques de réduction dès à présent afin d'inverser la tendance pour les générations futures. Bien que l'Accord de Paris stipule la nécessité de prendre en compte l'équité dans les objectifs de réduction des émissions, seuls 10 % des entités le font²⁸.

QUELQUES EXEMPLES D'ENGAGEMENTS PUBLICS D'ORGANISATIONS SUR LA NEUTRALITE CARBONE

Sustainable aviation

Déclaration en février 2020 : Objectif d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, grâce à des projets d'avion « moins polluants²⁹ » et aux mécanismes de compensation carbone, malgré la forte croissance de 70% attendue d'ici 2050 :

- Organisations concernées par cet engagement : l'aéroport Heathrow, les compagnies aériennes : British Airways, Easyjet et les constructeurs Airbus, Boeing et le motoriste Rolls-Royce ;
- Il est prévu d'utiliser la compensation carbone pour 1/3 des émissions de réduction nécessaires à l'atteinte de l'objectif.

²⁸ Source : Energy & Climate Intelligence Unit (ECIU) et Oxford Net Zero. (2021), Taking Stock: A global assessment of net zero targets. https://ca1-eci.edcdn.com/reports/ECIU-Oxford_Taking_Stock.pdf?mtime=20210323005817&focal=none

²⁹ Le secteur mise sur l'utilisation de moteurs moins énergivores et plus efficient avec un recours à des carburants utilisant moins de pétrole. Technologie non existante à l'heure actuelle.

Unilever

Multinationale anglo-néerlandaise qui possède plus de 400 marques dont le chiffre d'affaires s'élevait à 60 milliards d'€ en 2022 :

- Présentation sur son site internet que « L'innovation et la collaboration seront essentielles pour permettre à Unilever d'atteindre le niveau zéro d'ici 2039 » ;
- L'organisation présente son plan de lutte « contre les émissions tout au long de [leur] chaîne de valeur » selon 10 axes³⁰ ;
- Le 31 août 2022, l'ASA³¹ la diffusion d'une publicité pour la lessive Persil déclarant un produit « plus respectueux de la planète », à caractère trompeur considéré comme pouvant induire les consommateurs en erreur.

Shell

- Objectif de réduire d'ici 2030 de 50% leurs émissions absolues par rapport à 2016, couvrant les émissions des Scopes 1 et 2 ;
- Réduction de la production de pétrole de 1 à 2% par an jusqu'en 2030 par rapport à 2019. Engagement indiqué sur son site internet, or le PDG a annoncé le 9 juin 2023 que Shell maintiendra sa production de pétrole à « un niveau stable ou légèrement supérieur jusqu'en 2030 » : paradoxe au regard des éléments présentés au sein du dernier rapport du GIEC indiquant la nécessité de réduire drastiquement le recours aux énergies fossiles et le financement de nouveaux projets d'exploitation afin de pouvoir limiter réchauffement à +1,5°C. ;
- Investissement de 1 milliard de \$ / an, (soit 2,5% des bénéfices pour 2022) dans les « énergies à faible émission de carbone » - recharge des véhicules électriques, hydrogène, biocarburant, énergies renouvelables ;
- Objectif de capture de séquestration carbone de 25 Mt / an d'ici 2035 ;
- D'ici 2025, maintien de l'intensité des émissions de méthane (CH₄) des actifs exploités par Shell à moins de 0,2%.



Au regard du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (l'UNEP) 'Global Climate Litigation Report 2020 Status Review', le nombre de poursuites judiciaires associées à des litiges sur les déclarations des organisations a presque doublé, passant de 884 à 1 550 entre 2017 et 2020. Cette étude intègre environ 1 200 poursuites aux USA.

Ces trois exemples n'ont pas vocation à être exhaustif ni à représenter la majorité des déclarations et engagements communiqués. L'objectif est d'éveiller le regard critique à apporter sur chaque déclaration pour s'assurer d'une cohérence entre les engagements annoncés par les organisations et les actions officiellement mises en œuvre.

³⁰ <https://www.unilever.fr/news/2023/decouvrez-comment-nous-luttons-contre-les-emissions-tout-au-long-de-notre-chaîne-de-valeur/>

³¹ Association Syndicales Autorisées – Etablissement public administratif créé et contrôlé par l'Etat. <https://www.yvelines.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Amenagement-du-territoire-et-urbanisme/Association-syndicale-de-propriteaires/Associations-syndicales-autorisees-Asa>

LES CONTROVERSES METHODOLOGIQUES

Outre l'aspect marketing et transparence de la part des entreprises en termes de communication, les projets financés dans le cadre de la compensation carbone volontaire donnant lieu à des crédits carbone revendiqués par les organisations financeuses sont parfois remis en question et critiqués sur leur réel bénéfice. Cela touche particulièrement les projets liés à la forêt et utilisation des terres.

En 2022, les projets développés les plus répandus concernent le secteur de la forêt et de l'utilisation des terres, pour autant, il s'agit du plus incertain en termes de comptabilité carbone et d'impact sur la biodiversité et les communautés locales.

La quantité de crédits carbone délivrée est directement dépendante de la quantité de CO_{2eq} qui aura été estimée à travers la méthodologie associée au projet. Plusieurs facteurs doivent être pris en considération dans la quantification de cette séquestration et faisabilité du projet :

- La notion de permanence : comment s'assurer que les t CO_{2eq} séquestrées à un instant t le seront pour les dizaines de décennies qui suivent ?
- Comment s'assurer d'une mise en œuvre conforme et toujours bénéfique pour la biodiversité et les communautés locales ? Quelles garanties ?
- La disponibilité du foncier.

Le sujet de la permanence questionne d'une part au regard d'un décalage temporel incompressible, entre le moment où la pollution est effectuée et le temps nécessaire à la séquestration de ces émissions à travers la croissance des arbres. Cela signifie que l'attribution des crédits carbone associés seront distribués avant même que les arbres concernés par le projet aient pu séquestrer leur première tonne de CO_{2eq}. De plus, l'augmentation de l'occurrence et de l'intensité des incendies menacent directement les peuplements plantés tout comme les ravageurs ou maladies causées par des agents biotiques qui agissent en tant que parasite (bactéries, champignons, virus).

En parallèle le mécanisme des projets REDD+ a récemment³² été remis en question avec une surestimation des potentiels de séquestration carbone donnant lieu à une quantité de crédits carbone qui n'aurait pas dû être mis sur le marché, remettant en question l'intégrité environnementale même de ces crédits carbone et des organismes de certification les délivrant. Il semblerait que 89 Mt CO_{2eq} alias 89 millions de crédits carbone se seraient retrouvés sur le marché volontaire par Verra, appelé « crédits fantômes ». Cette quantité de CO_{2eq} représente les émissions annuelles de la Suisse et de la Grèce réunies. Plusieurs entreprises sont concernées par ce scandale : Gucci, Shell, Disney, Bayer, ou encore Boeing.

Des limites inhérentes subsistent à ces méthodologies d'évaluation au regard de l'utilisation d'un scénario dit de « référence » (cf. Figure 17), qui, par principe, reste invérifiable pour des prédictions futures. Le scénario de référence représente un élément fondamental du potentiel et donc de la viabilité financière d'un projet carbone étant donné que ce potentiel résulte directement de la différence entre le scénario de référence et celui du projet. Le scénario de référence doit prendre en considération ce qui se serait passé au sein et à l'extérieure de la surface de projet concernée, le stock de carbone déjà présent, les politiques territoriales d'occupation des terres, le taux de déforestation enregistré, etc. Il est extrêmement compliqué de construire des scénarios de référence adaptés à chaque projet, qui par définition ne rencontrent pas nécessairement les mêmes paramètres, problématiques, etc. Il existe une grande latitude dans l'évaluation du nombre de crédits générés où, plus le scénario de référence sera défavorable, plus le potentiel carbone d'un projet sera élevé, offrant ainsi un financement plus important.

A titre d'exemple, le taux de déforestation pour l'Amazonie du Brésil et l'Amérique du Sud a fortement évolué entre 2000 et 2022 avec un taux équivalent à près de 25 000 km² de déforestation par an entre 2000 et 2008 contre 10 000 km² de déforestation en 2022 au Brésil (diminution principalement due à la mise en œuvre de la politique Lula). Ainsi, l'utilisation d'un taux de déforestation ancien dans le cadre d'un projet actuel présenterait un potentiel carbone bien supérieur à la réalité.

³² Lien vers l'article The Guardian et les études correspondantes

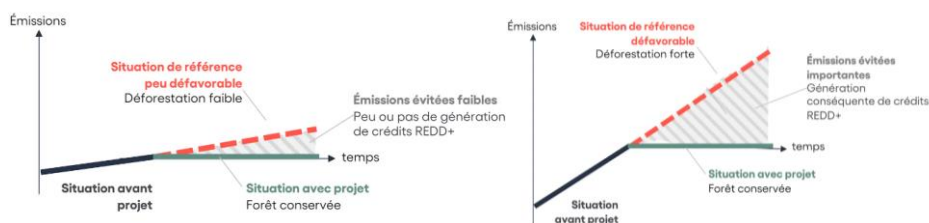


Figure 17 : Résultante du potentiel carbone d'un projet en fonction du scénario de référence - source : Carbone4

Ainsi ce mécanisme introduit un biais méthodologique structurel en faveur d'une utilisation de scénarios de référence défavorables dans l'intérêt des acteurs concernés : développeurs (augmente la rentabilité des projets), standards (augmente leur rémunération, proportionnelle au nombre de crédits) et pour les acheteurs (réduits le coût à la t CO_{2eq} achetée).

Outre ce biais méthodologique, il y a également :

- La notion de la permanence de séquestration de ce potentiel carbone, intrinsèquement dépendante des conditions climatiques, sanitaires et anthropiques;
- Ou encore la dimension sociale qui peut également engendrer des impacts négatifs (expropriations, sécurité alimentaire, destruction d'un héritage culturel/naturel et des savoirs des populations locales) si celle-ci est mal gérée.

Outre cet aspect méthodologique, il a été démontré que certains projets de compensation carbone peuvent entraîner des conséquences négatives avec des risques importants d'appauvrissement de la biodiversité, lorsqu'il y a modification d'un écosystème existant en une plantation d'arbre (souvent en monoculture), et sur les droits humains. Selon le rapport « PAS SI NET » d'Oxfam publié en août 2021, l'utilisation des terres pour la séquestration carbone à grande échelle aurait des répercussions néfastes sur les communautés locales telles que l'expropriation, l'insécurité alimentaire, l'absence de consultation locale du fait d'un accaparement de larges étendues de terres. Les méthodologies actuelles n'intègrent pas la dimension sociale comme critère d'attribution indispensable de crédits carbone, ni lors d'audits de vérification de la bonne mise en œuvre des projets. Un élargissement des critères d'attribution pourrait permettre de déceler plus rapidement les projets avec de potentiels impacts négatifs.

En guise d'exemple, un projet de plantation d'une nouvelle forêt d'acacias en République du Congo est questionné, d'un point de vue social et environnemental. Cette étendue de terre, utilisée par la population locale pour s'alimenter et vivre, abrite toute une biodiversité qui est aujourd'hui menacée par cette nouvelle plantation. De plus, l'acacia est un arbre non endémique mais à croissance rapide, permettant de réaliser une plantation industrielle. Le risque de non-permanence est élevé et les communautés locales seraient privées de leurs moyens de subsistance et de leurs terres ancestrales.

Autre exemple, d'après une autre étude³³ d'Oxfam, des communautés locales indiennes exploitant légalement des terres traditionnelles ont été expulsées de force et laissées sans abri à des fins de boisement. Ces conflits affectent près d'un demi-million de personnes parmi les populations tribales et forestières.

Si l'arrêt de la déforestation, la réhabilitation, et la gestion durable des terres et l'afforestation sont évidemment une bonne chose et apportent d'énormes avantages sociaux et environnementaux, il est mathématiquement impossible de planter suffisamment d'arbres pour atteindre les objectifs zéro émission nette cumulés annoncés par les gouvernements et les entreprises, en raison d'un manque de foncier. La terre reste une ressource limitée et vitale pour la culture vivrière. Elle occupe une place centrale dans les moyens de subsistance de millions de petits agriculteurs et des communautés locales à travers le monde.

D'ailleurs, d'après les calculs d'Oxfam³⁴, la superficie totale nécessaire pour la séquestration de carbone pourrait être cinq fois supérieure à la superficie de l'Inde, soit l'équivalent de la totalité des terres cultivées sur Terre. L'analyse d'Oxfam montre que plusieurs pays et entreprises misent sur les terres et les puits de carbone

³³ T. Worsdell et K. Sambhav (2020), *Locating the Breach: Mapping the nature of land conflicts in India*. Land Conflict Watch, Rights and Resources Initiative, et Oxfam Inde. <https://www.oxfamindia.org/knowledgehub/workingpaper/locating-breach-mapping-nature-land-conflicts-india>

³⁴<https://oxfamlibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/621205/bp-net-zero-land-food-equity-030821-fr.pdf>

naturels pour atteindre les objectifs zéro émission nette. Les plans de l'UE s'appuient sur les forêts et la nature pour absorber 225 millions de t CO₂eq, ce qui nécessiterait jusqu'à 90 millions d'hectares si les pays de l'Union s'en remettaient uniquement à la reforestation pour atteindre cet objectif.

Enfin, après analyse des objectifs zéro émission nette des quatre plus grandes entreprises productrices de pétrole et de gaz, à savoir Shell, BP, TotalEnergies et Eni³⁵, Oxfam estime qu'à eux seuls, ils pourraient nécessiter une superficie deux fois supérieure à celle du Royaume-Uni. Si l'ensemble du secteur du pétrole et du gaz adoptait des objectifs similaires, cela nécessiterait des terres d'une superficie avoisinant la moitié de celle des États-Unis, soit un tiers des terres arables dans le monde³⁶.

Cette demande en terres pour atteindre les engagements du Zéro émission nette, particulièrement localisée dans les pays à revenus faibles et intermédiaires, risque de mettre en péril le droit foncier, le droit à l'alimentation et la diminution voire destruction de l'héritage culturel & naturel des espaces et savoir-faire des populations locales dont les moyens de subsistance dépendent de la terre.

Ainsi, il semblerait qu'une réflexion méthodologique à l'échelle du choix d'attribution de crédits carbone au regard des types de projets puisse être pertinente afin d'encourager une plus grande diversité de projets de compensation/contribution à la neutralité carbone pour une meilleure répartition du volume de crédits carbone émis par type de projet.

Des exemples de projets aux multiples impacts positifs pour la biodiversité (restauration d'habitats dégradés, revitalisation des sols, protection d'espaces naturels, préservation et restauration de services écosystémiques, mode de gestion durable) et/ou pour les communautés locales (nouvelle économie, amélioration de sources d'eau, d'améliorer les revenus et la nutrition, autonomisation de petits agriculteurs vers des modes d'exploitation durables) sont présentés en Annexe 4.

Synthèse

Ces engagements et allégations ont renvoyé une image négative du marché de la compensation carbone volontaire, notamment par les ONG, associations, médias, qui alertent le grand public en dénonçant le manque de transparence, de sincérité, de désresponsabilisation par la pratique du « greenwashing ». L'absence d'une instance pour arbitrer et réguler ce marché avec des méthodologies robustes et révisées régulièrement le rend complexe pour les organisations, particulièrement par le besoin de quantifier des éléments très complexes du carbone « vivant », notamment au regard des fonctions écosystémiques.

A noter qu'il devient de plus en plus difficile pour les entreprises de s'adonner à des pratiques de greenwashing au regard de la place qu'a pris ce sujet depuis ces dernières années dans les médias et la société.

Il est clair que la valeur du concept de compensation carbone repose sur deux piliers majeurs :

- La rigueur environnementale des crédits carbone calculés, autrement dit leur intégrité environnementale (méthodologies de calcul, impacts positifs et négatifs sur la biodiversité, l'environnement et le social) ;*
- L'utilisation de cet outil pour contribuer à l'atteinte de la neutralité carbone.*

Il existe une multitude de projets ayant des impacts bénéfiques sur l'environnement, la biodiversité, les communautés locales et l'économie, et les crédits carbone ne représentent finalement qu'un des volets parmi les projets de terrain. Toutefois il convient de garder à l'esprit que ce type de projet peut également avoir des impacts néfastes en fonction de sa conception et de sa gestion, particulièrement lorsqu'il s'agit de les utiliser comme un outil marketing et premier levier d'action, pour promouvoir un engagement de la part des organisations, plutôt que d'agir sur une transformation profonde et réfléchie comme le recommande le GIEC.

³⁵ Oxfam estime que Shell, TotalEnergies, Eni et BP auraient besoin de 50 362 000 à 69 400 000 hectares de terres pour stocker le carbone, soit deux fois la superficie du Royaume-Uni (24 millions d'hectares).

³⁶ L'ensemble du secteur du pétrole et du gaz aurait besoin d'environ 500 millions d'hectares, soit la moitié de la superficie des États-Unis (983 millions d'hectares) ou un tiers des terres arables dans le monde (1,62 milliard d'hectares)

2.3.6 Synthèse de l'état de l'art des marchés carbone

L'une des dernières publications réalisées par l'équipe internationale de chercheurs du Global Carbon Project³⁷ publiée le 5 décembre 2023 : « Global Carbon Budget 2023 », montrent que les émissions mondiales de CO_{2eq} restent à des niveaux records, avec une augmentation de 1.1% par rapport à 2022, sans aucun signe de la diminution nécessaire et urgente pour limiter le réchauffement à un niveau bien inférieur à 2°C (comme définit lors de l'accord de Paris). Cela pose question de l'efficacité des systèmes existants utilisés.

En 2023, d'après les scientifiques ce sont 36.8 milliards de tonnes de CO_{2eq} (Gt CO_{2eq}) qui ont été émises par l'utilisation des énergies fossiles et 4,1 Gt CO_{2eq} émises à cause d'un changement d'usage des terres, principalement dû à la déforestation. En mettant ces chiffres en parallèle au budget carbone mondial restant, il y a désormais 50% de chances que le réchauffement planétaire de 1.5°C soit dépassé dans 7 ans. Pour respecter les objectifs de l'Accord de Paris avec une limitation de l'augmentation de la température à 1,5°C d'ici 2100 cela implique d'atteindre l'équilibre entre les émissions anthropiques et les puits de séquestration carbone avant 2040 (Figure 18).

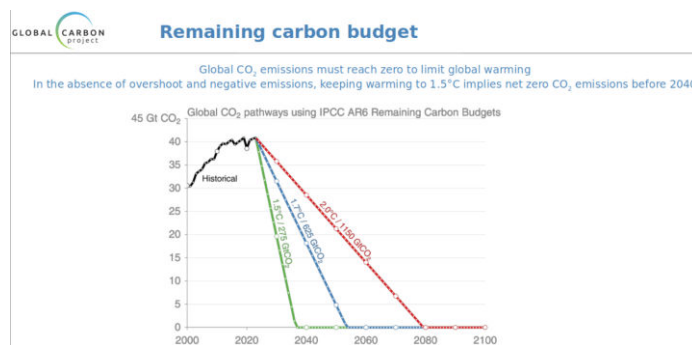


Figure 18 : Carbone budget restant en 2023 - source : Global Carbon Project

Au vu de l'ampleur des efforts à fournir pour atteindre lesdits objectifs et les flux financiers que les marchés carbone représentent, ils restent des outils avec un fort potentiel de contribution pour la transition. A titre d'exemple, le marché carbone volontaire représentait 1,2 milliard de \$ en 2022, équivalant à « l'atténuation » de 161 Mt CO_{2eq} et près de 60 milliards de \$ pour les marchés de conformité ETS³⁸. Si l'on met en regard ces chiffres avec le total des émissions de 2023³⁹, qui représentent près de 41 Gt CO_{2eq}, l'atténuation de ces 161 Mt CO_{2eq} aura permis d'éviter ou séquestrés 0,39% de ce qui aura été émis de l'année 2023, ce qui représente bien trop peu.

Au vu des résultats présentés, il paraît indispensable de remettre en cause les systèmes existants pour gagner en efficacité et intégrité environnementale. Plusieurs problématiques ont été soulevées :

- Un manque de transparence de la part des acheteurs de crédits et une utilisation détournée du concept initial de la compensation carbone, pour un attrait commercial à l'origine d'une déresponsabilisation de l'organisation émettrice et d'un leurre auprès du grand public sur les intentions de l'engagement de l'entreprise ;
- Le manque de considération d'autres indicateurs intrinsèques à un projet carbone à l'origine d'impacts sociaux et environnementaux positifs et/ou négatifs que le projet peut avoir sur le territoire de mise en œuvre ;
- Les failles méthodologiques qui nécessitent un travail de mise à jour pour augmenter la qualité intrinsèque des crédits carbone.

³⁷ Publication du Global Carbon Budget 2023 par Earth System Science Data : https://reporterre.net/IMG/pdf/essd-2023-409-type-set_manuscript-version6.pdf

³⁸ <file:///C:/Users/Utilisateur/Downloads/9781464818950.pdf>

³⁹ Les chiffres financiers ne sont pas encore disponibles mais le calcul reste représentatif en termes d'ordre de grandeur

- La gestion des crédits excédentaires dans tous les registres de compensation carbone volontaires (issus du MDP dans le cadre de la clôture du protocole de Kyoto) équivalant à 306 Mt CO₂eq⁴⁰, soit 2,6 fois le niveau actuel de demandes combinées volontaires et conformes de compensation carbone de 138 Mt CO₂eq en 2020⁴¹ ;
- Le manque de régulation, de cadre de référence, de règles régissant le marché du carbone volontaire pour harmoniser les pratiques.

Enfin, outre les points de vigilance présentés précédemment, il est important de retenir que les puits naturels permettent aujourd'hui l'absorption de près de 53% des émissions anthropiques de CO₂eq, notamment grâce à la biosphère (31%) et aux océans (26%). En revanche, leur capacité d'absorption se voit menacée par les multiples impacts du changement climatique. Les projections pour 2024 semblent déjà en présenter les signes avec notamment le phénomène El Niño qui apporterait une forte sécheresse en Amazonie. Ainsi, il semble primordial d'élargir le prisme du carbone à la prise en compte d'autres paramètres à mettre au même niveau d'importance, pour répondre aux enjeux du changement climatique et réussir à atteindre les objectifs de l'Accord de Paris. De manière certaine, depuis les cinq dernières années, on observe un changement de discours de la part des organisations privées qui prennent conscience de leur responsabilité, du rôle fondamental qu'elles ont à jouer dans la société au regard de la protection environnementale et social.

- *Mais alors comment intégrer davantage les bienfaits rendus par les services écosystémiques dans les projets de compensation carbone ?*
- *Comment améliorer l'intégrité environnementale qui joue un rôle crucial sur l'envol de l'utilisation de ces crédits carbone et leur notoriété ?*
- *Quelles garanties pour une véritable équité sociale pour les projets réalisés dans les pays du sud ?*
- *Comment limiter cet excédent de crédits carbone ? Comment garantir et justifier leur existence ?*

2.4 Autres modalités tarifaires du carbone

Il y existe 2 autres façons explicites de donner un prix au carbone en dehors des crédits carbone issus des marchés carbone :

- Une taxe carbone ;
- Fixer un prix interne du carbone à l'entreprise.

2.4.1 La taxe carbone ou « contribution climat-énergie »

Cette taxe carbone est un instrument de lutte contre la pollution, mis en place en France en 2014 dans le but de financer la transition énergétique avec les recettes du dispositif. Il ne s'agit pas d'une taxe à proprement parler mais d'une « composante carbone » des taxes intérieures de consommation (TIC) sur les combustibles fossiles, proportionnelle à leur contenu carbone. Sa répercussion sur les prix finaux augmente leur prix proportionnellement aux émissions de GES engendrées par leur production et/ou utilisation dans le but de favoriser les produits à moindre émissions. Le niveau initial de cette taxe avait été fixé à 7€ / tonne CO₂eq émise, exonérant toutefois les secteurs du transport (routier & aérien) et de l'agriculture. Le montant de cette taxe est réévalué chaque année avec un objectif d'atteindre 100€ la tonne en 2030. Cette augmentation a toutefois été gelée depuis 2018 avec la création du mouvement des gilets jaunes. Le montant se situe ainsi actuellement autour de 45€. Dans les pays de l'Europe du nord, le montant de cet « impôt » est actuellement autour de 120€.

⁴⁰ Crédits cumulés émis moins le volume retiré et annulé à des fins de conformité dans le système de plafonnement et d'échange de Californie

⁴¹ L'excédent continue d'augmenter. En 2020, un peu plus de 200 Mt de crédits ont été émis, contre seulement 138 Mt retirées et annulées, ajoutant 60Mt CO₂eq au surplus.

L'objectif était d'utiliser cette augmentation progressive pour orienter les investissements sur le long terme, permettant aux consommateurs et entreprises de s'adapter. Ce dispositif doit contribuer à l'atteinte des objectifs de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC).

2.4.2 Le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières – MACF

Un nouveau « mécanisme d'ajustement carbone aux frontières » MACF, adopté depuis août 2023. Il s'agit d'une politique visant à réduire les risques de fuites carbone et à promouvoir la compétitivité des industries soumises à des normes environnementales strictes dans un contexte de commerce international. L'objectif principal est bien de protéger les industries de l'Union Européenne, soumises à des normes environnementales élevées, en évitant que les importations de pays moins contraignants sur le plan environnemental ne les désavantagent économiquement.

Le MACF fonctionne avec deux éléments :

- Le calcul des émissions dites « incorporées » : les émissions de GES associées à la production de biens importés sont estimées. Cela peut inclure les émissions directes (provenant des processus de production) et les émissions indirectes (telles que celles liées à la production d'électricité utilisée dans la fabrication) ;
- La tarification des émissions : les biens importés sont soumis à un tarif supplémentaire basé sur les émissions de carbone estimées. Ce tarif vise à compenser le coût des émissions de carbone non payé par le producteur étranger, s'il est soumis à des normes environnementales moins strictes que celles du pays importateur.

A titre d'exemple, nous citerons le sujet des engrais : en effet, la modélisation de différents scénarios à l'horizon 2040 réalisés par Energy Economics (Tableau 4), montre que le remplacement des quotas d'émissions gratuits – accordés jusqu'alors aux producteurs européens pour préserver leur compétitivité – par le MACF, réduirait les fuites de carbone de 34 % à 42 % selon les scénarios. Ce nouveau dispositif renforcera les entreprises européennes au sein du marché unique, mais elles perdront en compétitivité sur les marchés extérieurs, en raison du coût supplémentaire du carbone. L'augmentation du coût des intrants couverts par le MACF impactera négativement les secteurs en aval, tel que la production agricole utilisant des engrais.

Tableau 4 : Impact d'un MACF pour l'UE, selon différents choix de conception du mécanisme modélisés dans trois scénarios - Energy Economics

	CBAM (1)	+ ref. exp. (2)	+ ref. exp & rebate (3)
GDP	-1.2	-1.3	-1.3
Imports			
Imports int. goods	-3.6	-8.3	-7.4
Imports final goods	-2.7	-3.0	-1.5
Exports			
Exports int. goods	-6.3	-8.6	-6.6
Exports final goods	-2.6	-6.0	-6.4
Carbon price ETS	5.2	10.4	14.1

Source : Energy Economics

Le MACF peut également être considéré comme un outil d'incitation pour les producteurs étrangers à réduire leurs émissions de carbone afin d'éviter les tarifs supplémentaires et de rester compétitifs sur le marché international.

En revanche, la mise en œuvre de ce dispositif s'avère complexe en raison de questions méthodologiques telles que le calcul précis des émissions incorporées et la détermination des tarifs appropriés. Il pourrait également entraîner des préoccupations liées à la conformité aux règles de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) et nécessiter une coopération internationale pour être efficace.

En résumé, le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières vise à aligner les incitations économiques avec les objectifs de réduction des émissions de carbone, en protégeant la compétitivité des industries nationales tout en encourageant la réduction des émissions à l'échelle mondiale.

2.4.3 Le prix interne du carbone

Une des manières de générer des fonds pour des projets en faveur du climat chez une entreprise est de se fixer un prix interne. Cela signifie que l'entreprise va taxer ses propres émissions pour des financements de projets en dehors de sa chaîne de valeur (en plus de ses actions de réduction). Les objectifs sont multiples :

- Accélérer les investissements bas-carbone ;
- Encourager le changement de comportement en interne à travers la pédagogie vers des solutions bas-carbone ;
- Sortir du dispositif de « compensation » avec des achats de « crédits » carbone où le prix de la t CO_{2eq} est bien trop faible, pour proposer des projets d'évitement ou de séquestration de qualité ;
- Anticiper le risque d'une évolution des taxes carbone ou du prix du marché, qui pourraient affecter les bénéfices de l'entreprise ;
- Contribuer à l'atteinte des objectifs de décarbonation de l'entreprise et du « Net zéro » international ;
- Mieux identifier les risques liés à son secteur d'activité.

Il s'agit d'un outil flexible et volontaire qui peut prendre plusieurs formes selon les objectifs de l'entreprise. Il existe trois formes principales de prix interne du carbone :

- Le prix directeur ou shadow price, qui attribue en interne une valeur économique aux décisions d'investissement. La valeur est théorique et n'engendre pas de flux financier ;
- La taxe carbone interne dont l'objectif est de lier coûts opérationnels et émissions de GES ;
- Le prix implicite ou coût réel de la décarbonation, calculé à posteriori permettant à l'entreprise d'évaluer l'efficacité et la cohérence de leurs investissements.

Toute entreprise n'est pas en mesure de se fixer le même niveau de prix interne du carbone. Pour le définir, elle doit pouvoir déterminer sa capacité à le faire qui se matérialise par le bénéfice réalisé/tonne de CO_{2eq} émise, en prenant en compte ses besoins d'investissement pour réduire ses propres émissions de GES. Cela se traduit par un indicateur en intensité des émissions de GES ramené au bénéfice de l'entreprise : kgCO_{2eq}/profit.

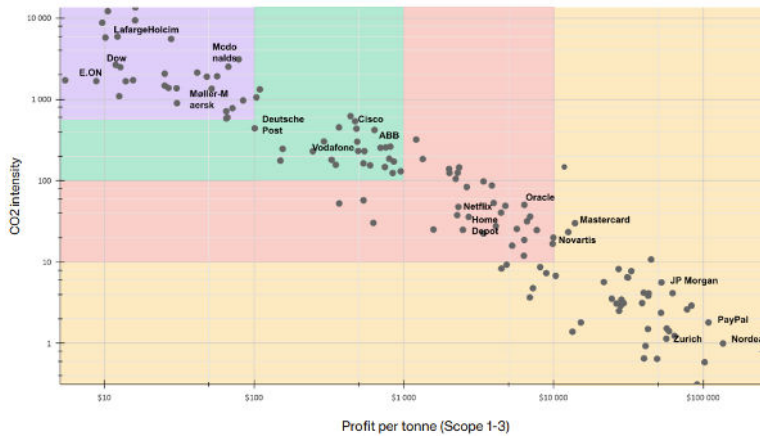


Figure 19 : Données sur les bénéfices et émissions de GES des principales entreprises de la liste Forbes 2000 en 2020 - source : White paper - Guidance for setting an internal carbon fee

Le graphique ci-dessus montre quatre groupes d'entreprises séparés en fonction de leur indicateur $\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{profit}$. Il montre que les entreprises dont l'activité est de fabriquer des produits physiques ont tendance à se situer autour de la moyenne mondiale qui est d'environ $0,3 \text{ kgCO}_{2\text{eq}}/\text{\$}$ (300g de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ émis pour $1\text{\$}$ dépensé), tandis que les entreprises proposant des services technologiques ou financiers présentent des intensités bien plus faibles. Si on prend l'exemple de Netflix, ils réalisent un bénéfice de $2\,300\text{\$/t CO}_{2\text{eq}}$ émise avec une intensité de $48 \text{ g CO}_{2\text{eq}}/\text{\$}$ dépensé alors que E.ON⁴² fait $9\text{\$}$ de bénéfice et présente une intensité carbone de $1678 \text{ g CO}_{2\text{eq}}/\text{\$}$ dépensé.

La figure 20 propose un exemple de recommandations émises au sein de l'étude « Guidance for setting an internal carbon fee », pour que chaque entreprise de ces quatre groupes étudiés puisse se fixer un prix interne du carbone. Enfin, pour que celui-ci soit juste et robuste elle doit, en plus de prendre en compte le niveau du prix de la $\text{t CO}_{2\text{eq}}/\text{\$}$, considérer deux autres dimensions fondamentales dans sa définition qui sont : le périmètre des émissions couvert par ce dispositif et l'influence de ce prix interne sur la prise de décision.

Plusieurs entreprises se sont fixé un prix interne du carbone. On retrouve notamment : Microsoft, Klarna, et Swiss RE par exemple.

- D) Very high CO_2 intensity ($>500 \text{ gram/USD}$) or low profits (<100) per tonne. Typically utilities, chemical companies, and companies in oil & gas, mining, construction, and cement.
- C) Average to high CO_2 intensity ($100-500 \text{ gram/USD}$) or medium profits ($100-1,000$) per tonne. Typically in retail, food & drinks, fast moving consumer goods, and durable consumer goods.
- B) Low CO_2 intensity ($<100 \text{ gram/USD}$) or high profits ($>1k$) per tonne. Typically in media, software, pharma, high-value electronics, upscale fashion, etc.
- A) Very low CO_2 intensity ($<10 \text{ gram/USD}$) or very high profits

Figure 20 : recommandations pour chaque groupe étudié au sein de l'étude « Guidance for setting an internal carbon fee »

Tableau 5 : Exemple d'entreprise ayant fixé un prix interne du carbone

Caractéristique	Microsoft	Klarna	Swiss RE
Prix de la $\text{t CO}_{2\text{eq}}$	$15\text{\$/t CO}_{2\text{eq}}$ pour le scope 1 et 2 $100\text{\$/t CO}_{2\text{eq}}$ pour les voyages d'affaires (scope 3) et $8\text{\$/t CO}_{2\text{eq}}$ pour le reste du scope 3	$100\text{\$/t CO}_{2\text{eq}}$ pour les Scope 1 et 2 $10\text{\$/t CO}_{2\text{eq}}$ pour le scope 3	$100\text{\$/t CO}_{2\text{eq}}$ pour les scopes 1,2 et 3. Volonté d'augmenter à $200\text{\$/t CO}_{2\text{eq}}$ en 2030. $112\text{\$/t CO}_{2\text{eq}}$ en 2022
Périmètre couvert	Scope 1,2 et 3	Scope 1, 2 et 3	Scope 1, 2 et 3

⁴² E.ON est une société européenne du secteur de l'énergie ¹¹

Utilisation du financement	Pour des actions de réduction des émissions internes et pour des projets externes de séquestration carbone	Pour les solutions climatiques sélectionnées pour le fond Milkywire Climate Transformation	Achat de crédits carbone Accord de 10 millions de \$ sur 10 ans signé avec Climeworks
Montant récolté sur une période donnée	/	2,7 millions de \$ sur 2021-2022	1 millions de \$/an pendant 10 ans

Synthèse

Il existe plusieurs mécanismes de tarification du carbone en dehors des marchés carbone qui permettent de diversifier les investissements dans la finance carbone pour contribuer à la décarbonation de la société. Les entreprises ont donc plusieurs leviers à actionner en fonction de leur niveau d'ambition pour la décarbonation de leur activité, le prix interne du carbone étant un des paramètres clés pour accélérer la transition bas-carbone.

3. Liens actuels avec la pratique d'ACV

3.1 Principes et usages de l'ACV au sein des organisations et prise en main par les organisations

3.1.1 Historique de l'ACV et développement de l'ACV des organisations

La méthode ACV (Analyse du Cycle de Vie) telle qu'on la connaît et qui est appliquée aujourd'hui prend ses sources dans les années 1960 (Figure 21), avec les premiers bilans énergétiques de matériaux et modes de transports qui s'apparentaient alors aux inventaires de cycle de vie de produits. Dans les décennies suivantes, l'ACV se formalise peu à peu et se voit devenir un outil d'analyse utile pour les décideurs. C'est dans les années 1990, en parallèle de la signature du protocole du Kyoto, des développements méthodologiques et des travaux de recherches, et du lancement de logiciels d'ACV, que l'ACV gagne en importance. La normalisation internationale de la méthode ACV appliquée aux produits et aux services se fait dans les années 2000 avec les ISO 14040 et 14044 qui intègrent la famille de normes ISO 14 000 de Management environnemental. **En 2014 paraît la norme dédiée à l'ACV des organisations : la norme ISO 14072⁴³.**

⁴³ Norme ISO/TS 14072 : Management environnemental — Analyse du cycle de la vie — Exigences et lignes directrices pour l'analyse du cycle de vie organisationnelle, ISO, 2014

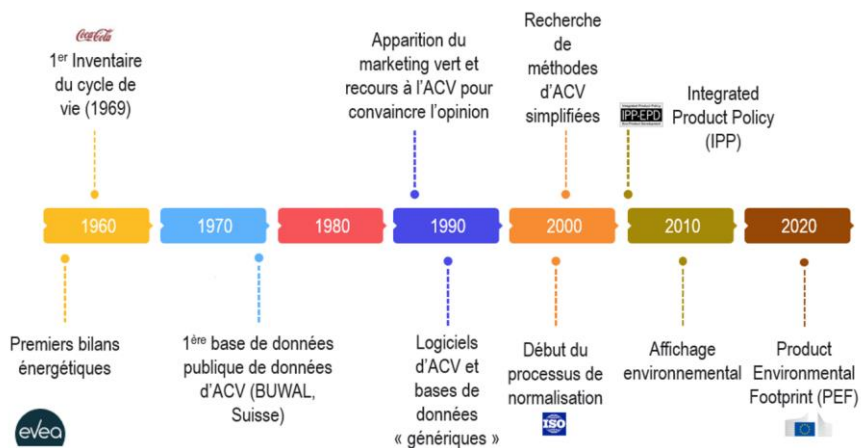


Figure 21 : chronologie du développement de l'ACV dans l'histoire

En parallèle du processus de normalisation, la Commission Européenne a adopté en 2013 la Recommandation 2013/179/UE sur l'utilisation de méthodes communes et harmonisées pour mesurer et communiquer sur les performances environnementales du cycle de vie des produits et des organisations, dont l'une des annexes était le Guide sur l'Empreinte Environnementale des Organisations (OEF)⁴⁴. Ce guide a été mis à jour en 2019 par le JRC à travers un rapport technique afin d'améliorer la méthodologie selon les secteurs d'activité et de s'aligner avec les normes ISO.

En complément de la norme ISO/TS 14072, la Life Cycle Initiative de l'UNEP SETAC a produit en 2015 des recommandations et lignes directrices pour l'Analyse de Cycle de Vie Organisationnelle⁴⁵ qui approfondissent et rendent la démarche plus opérationnelle. Ce travail a bénéficié du retour d'expérience de 70 contributeurs et présente 11 cas d'études.

L'appropriation de l'ACV organisationnelle s'est effectuée en premier lieu par les organisations ayant déjà réalisé des ACV de produits et services et souhaitant consolider leurs exercices et intégrer la performance environnementale de leurs produits dans une stratégie d'entreprise plus globale, incluant le déploiement d'une stratégie climat. Certaines d'entre elles avaient déjà réalisé un bilan d'émissions GES avant d'opter pour l'ACV-O afin d'être en adéquation méthodologique avec leurs ACV produits.

Si aujourd'hui, la méthodologie de l'Analyse de Cycle de Vie est reconnue et couramment utilisée dans les évaluations environnementales des produits et services, elle reste marginalement déployée au niveau des organisations par rapport à des approches d'analyse environnementale organisationnelle bien utilisées telles que l'empreinte carbone des entreprises proposée dans le cadre de l'initiative Greenhouse Gas Protocol (WRI et WBCSD, 2004), dans la norme ISO/TR 14069 (ISO, 2013) ou encore le Carbon Disclosure Project (CDP, 2014), le Bilan Carbone® (ADEME, 2010) et DEFRA (2013). Ces approches monocritères de quantification des émissions de GES sont de manière consensuelle nommées en France ; Bilan GES. C'est également ce même cadre méthodologique qui régit les modèles d'attribution des quotas carbone dans le cadre des marchés carbone réglementaires.

⁴⁴ Organisation Environmental Footprint (OEF) Guide: EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTER, Institute for Environment and Sustainability H08 Sustainability Assessment Unit, 2012

⁴⁵ Guidance on Organizational Life Cycle Assessment » : UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, Technische Universität Berlin and Kogakuin University, 2015

3.1.2 Spécificités de l'ACV organisationnelle

La méthodologie ACV de quantification des impacts environnementaux appliquée aux organisations repose sur les mêmes principes que ceux des ACV dédiées aux produits et services. **Ce sont des analyses multi-indicateurs, multi-étapes et multi-systèmes.** Les principales distinctions d'exigence entre les normes des ACV produits et des ACV organisationnelles sont relatives aux définitions des objectifs et des systèmes étudiés. Ensuite, malgré le fait que les collectes des données d'inventaires soient plus conséquentes pour les ACV organisationnelles, les exigences concernant les étapes de réalisation des inventaires, d'analyses des impacts et d'interprétations sont transférables entre ces deux types d'ACV^{46,47}. Des divergences existent également entre la qualification des données et les bases de données utilisées dans le cadre de la méthodologie ACV et celle du Bilan des émissions de GES. Ces éléments seront présentés ci-après.

DEFINITION DU PERIMETRE ET SYSTEME D'UNE ACV ORGANISATIONNELLE

Cette section se focalise sur les spécificités en termes de périmètre et de champ d'étude des ACV des organisations, encadrées par la norme ISO 14 072.

Les ACV de produits et services (encadrées par la norme ISO 14 040 & 14 044) se focalisent sur la chaîne de valeur et les impacts environnementaux associés en restreignant l'analyse à une unité de produit créée et utilisée. **Les fonctions** (caractéristiques de performances) et **l'unité fonctionnelle** sont définies lors de la définition des objectifs et du champ d'étude. Les fonctions décrivent les caractéristiques de performance du produit ou service tandis que l'UF représente la quantification de sa ou ses fonctions. La clarification de l'UF permet de comparer de manière la plus cohérente possible plusieurs alternatives fournissant un produit ou service équivalent. L'unité fonctionnelle va ainsi servir de base de comparaison et tous les résultats d'impacts environnementaux obtenus sur l'ensemble de la chaîne de valeur sont rapportés à cette grandeur d'UF.

Pour une ACV organisationnelle, l'unité d'analyse (qui est le pendant de la description des fonctions et de la formalisation de l'UF) correspond à l'organisation étudiée, ou **l'organisation déclarante (reporting organization)**. La description de l'organisation en termes d'activité et de localisation géographique est primordiale car elle va fixer le périmètre des activités pour lesquelles seront affectées des impacts environnementaux à l'organisation. Selon l'ISO/TS 14072, le concept d'organisation⁴⁸ reste vaste et peut correspondre à un travailleur indépendant, un groupe de personnes, une compagnie, une société, entreprise, un partenariat d'entreprise, une division commerciale, une organisation caritative ou une institution, une partie ou une combinaison des entités précédentes (sans être limitée à celles-ci), à responsabilité limitée ou d'un autre statut, de droit public ou privé.

Dans le cas d'organisation de petite échelle, la définition de l'organisation déclarante est relativement simple. En revanche, dans le cas d'organisation de grande taille, la prise en compte des impacts environnementaux de certaines parties de l'organisation peut être plus complexe. Pour guider les praticiens ACV, l'ISO et l'UNEP SETAC décrivent des « méthodologies de consolidation » qui vont permettre de clarifier si des unités ou parties de l'organisation (division commerciale, marques, installations industrielles...) doivent être incluses dans le périmètre de l'analyse. La méthode de consolidation choisie doit être définie dans le rapport d'ACV organisationnelle.

Les 3 méthodologies de consolidation sont :

⁴⁶ Finkbeiner, M., & König, P. (2013). Carbon footprint and life cycle assessment of organizations. *Journal of Environmental Accounting and Management*, 1(1), 55–63. <https://doi.org/10.5890/JEAM.2012.01.005>

⁴⁷ Martínez-Blanco, J., Inaba, A., & Finkbeiner, M. (2015). Scoping organizational LCA—challenges and solutions. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(6), 829–841. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0883-x>

⁴⁸ <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:ts:14072:ed-1:v1:fr> (3.1 organisation note 1)

- Le contrôle financier : l'organisation exerce un contrôle financier sur une unité et ses activités si elle a la capacité d'orienter les politiques financières et opérationnelles ;
- Le contrôle opérationnel : l'organisation exerce un contrôle opérationnel sur une unité et ses activités si elle-même ou l'une de ses filiales à l'autorité de mettre en œuvre ses politiques opérationnelles ;
- La quote-part : l'organisation englobe les unités en fonction de sa part d'intérêt en capitaux propres (c'est-à-dire en fonction de sa participation en pourcentage de l'organisation dans chacune des unités).

Ces trois méthodologies de consolidation, qui définissent également les limites organisationnelles au sein du GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (initiative mondiale de mesure des émissions de GES), vont déterminer les parties et unités de l'organisation qui doivent être prises en compte dans le périmètre de l'analyse environnementale. Ces méthodologies s'apparentent aux méthodes d'affectation des co-produits à l'échelle des ACV produits qui intègrent ou excluent au périmètre d'analyse des parties de la chaîne de valeur du produit. Les contrôles financiers et opérationnels peuvent exclure des activités du périmètre d'analyse de l'organisation comme les règles d'affectation par subdivision des processus de l'ACV produit. La méthode par quote-part intègre dans le périmètre d'analyse de l'organisation les activités selon leur part au capital de l'organisation analysée. Dans le cadre des ACV produit, cette méthode s'apparente à l'affectation selon la valeur économique entre produit et co-produit.

Comme il est observé que le choix des règles d'affectations pour les ACV produits peut avoir de fortes répercussions sur les résultats d'impacts environnementaux, le choix de la méthodologie de consolidation peut aussi avoir de fortes répercussions sur les résultats d'impacts de l'ACV organisationnelle. Par ailleurs, contrairement à l'ACV produit qui dispose d'une unité fonctionnelle permettant de comparer des produits entre eux, l'ACV organisationnelle n'a pas vocation à être utilisée comme un outil de comparaison, notamment au regard de la diversité des choix et paramètres à définir dans le cadre de l'évaluation (période de référence, méthode de consolidation, périmètre d'évaluation, etc.)

La définition de l'organisation déclarante doit aussi être associée à la description du **portfolio de produits** issus de l'activité de cette organisation. L'ISO précise ainsi que pour l'organisation déclarante, le portefeuille fonctionnel (ou l'unité de la déclaration) remplace l'unité fonctionnelle. Il s'agit bien de l'expression quantifiée de la performance de l'organisation. La **période d'évaluation (ou de déclaration)** doit être définie afin de cadrer le périmètre temporel des activités qui seront prises en compte pour la quantification des impacts environnementaux. Il est recommandé par l'UNEP SETAC de se baser sur un cycle d'exploitation complet de l'organisation, en adéquation avec les schémas de rapports et exercices financiers, où l'année est l'option privilégiée. Ce critère de temporalité est également commun avec les différents cadres méthodologiques utilisés dans la comptabilisation des émissions de GES des organisations (ISO 14064-14069, Bilan Carbone®, GHG Protocol®).

Les ACV produits et les ACV organisationnelles définissent le principal flux analysé du produit ou de l'organisation qui sont analysés. Il s'agit des **flux de référence** pour les ACV produit et des **flux de déclaration** pour les ACV organisationnelles.

Le **flux de référence** d'une ACV produit correspond au flux final de la chaîne de valeur étudiée qui permet d'accomplir l'UF du système analysé. C'est ainsi le nombre de produits nécessaires pour remplir la fonction quantifiée par l'UF. Le flux de référence rattache les données d'inventaire à l'UF. Lors de comparaison d'alternatives de production, le flux de référence peut être différent entre les alternatives mais chacun des flux de référence doit remplir l'unité fonctionnelle. Généralement ne sont pris en compte que des flux physiques entrants et sortants (matières, énergie, émissions de substances) du système d'analyse en lien avec l'UF, et les services supports tels que les déplacements des salariés, les consommations en énergie des bureaux etc. ne sont pas pris en compte dans les ACV produit.

Le **flux de déclaration** d'une ACV organisationnelle consiste le plus souvent en un ensemble de produits différents. Il quantifie le nombre de produits spécifiques à l'entreprise et est donc directement lié au portfolio de produits. Contrairement à l'ACV produit, le flux de déclaration et le portfolio de produits sont directement liés. L'objectif premier des ACV organisationnelles étant de quantifier et promouvoir les améliorations d'année

en année d'une même organisation, la distinction entre le portfolio de produits et le flux de déclaration est moins nette dans une ACV organisationnelle que la distinction entre l'UF et le flux de référence définis pour les ACV produit.

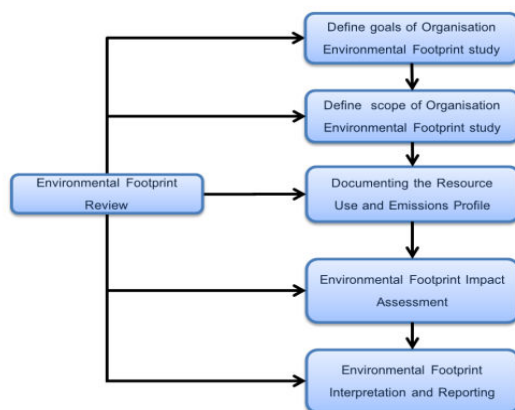


Figure 22: Phases d'une évaluation environnementale d'une organisation- Organisation Environmental Footprint (OEF) Guide, p.15

Finalement, dans le cadre de la définition du champ d'étude des ACV, le **périmètre d'analyse** doit être clairement décrit. Ce périmètre et sa définition est potentiellement plus complexe et plus étendu pour une ACV organisationnelle puisqu'il ne se situe plus à l'échelle d'un produit ou d'un service, mais à l'échelle des activités de l'organisation. Ce périmètre est donc directement lié à la méthodologie de consolidation qui a été sélectionnée par le praticien. **L'ACV-O n'a d'ailleurs pas pour objectif la comparaison entre différentes organisations**, notamment en raison des divergences du périmètre d'analyse retenu d'une organisation à une autre.

Au sein de ce périmètre, et contrairement aux ACV produits, les activités de l'entreprise non directement liées à la production du portfolio de produits mais qui sont nécessaires au fonctionnement de l'organisation, sont incluses dans le périmètre de l'ACV organisationnelle. Ces activités peuvent concerner la prise en compte des déplacements d'affaires, des déplacements domicile travail, des restaurants d'entreprise et des frais de restauration, le chauffage des bâtiments, les services support (administratif, financier, marketing, usage d'un parc informatique, fournitures de bureau, services de nettoyage...). L'intégration de ces données d'activités liées aux supports métier se retrouve également au sein cadres méthodologiques utilisés dans la comptabilisation des émissions de GES des organisations.

Aussi, tout comme la comptabilité carbone des organisations selon le GHG Protocol et contrairement à l'ACV produit, l'ACV organisationnelle distingue les activités directes et indirectes de l'organisation. Les activités directes correspondent aux activités (et ressources et émissions associées) qui sont détenues et contrôlées par l'organisation déclarante. Les activités indirectes sont les activités (et ressources et émissions associées) qui sont générées par les conséquences des activités directes de l'organisation déclarantes. L'UNEP SETAC précise ainsi (page 50 du Guidance on Organizational Life Cycle Assessment) que les émissions et l'utilisation de ressources directes correspondent au Scope 1 du GHG Protocol tandis que les indirectes correspondent au Scope 2 et 3. Aussi, l'UNEP SETAC distingue les activités en amont et en aval (distribution des produits, les phases d'usage, leur fin de vie...) de l'organisation déclarante. Afin de réaliser une ACV-O, il est donc attendu de réaliser un inventaire des activités et flux selon cette double logique : direct/indirect (scope) d'une part et amont aval d'autre part.

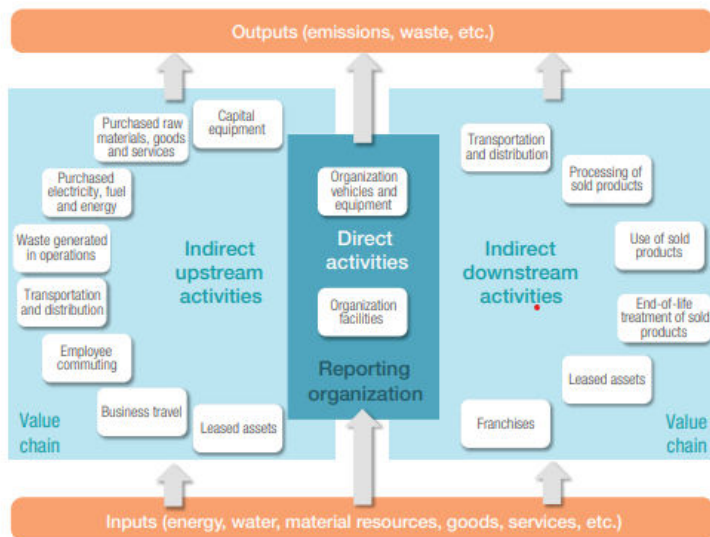


Figure 23 : Activités directes et indirectes, utilisation des ressources et émissions, Guidance on Organizational Life Cycle Assessment, UNEP-SETAC, p.55

L'ANALYSE MULTI-INDICATEURS

En matière d'analyse de cycle de vie, produit ou organisationnelle, les méthodes d'évaluation de l'impact du cycle de vie visent à relier, dans la mesure du possible, les émissions et les extractions des inventaires du cycle de vie (résultats inventaire) sur la base des voies d'impact à leurs dommages environnementaux potentiels. Les voies d'impact sont constituées de processus environnementaux liés et expriment la chaîne de causalité des effets ultérieurs découlant d'une émission ou d'une extraction. Selon l'ISO (2000), les résultats de l'inventaire sont d'abord classés en catégories d'impact. Sur la base de ce format, deux grandes écoles de méthodes se sont développées :

- Les méthodes classiques d'évaluation d'impact (*par exemple The Dutch Hand-book : Guinée et al. 2002, EDIP : Hauschild et Wenzel 1998 et adaptations ultérieures, TRACI : Bare et al. 2003*) qui arrêtent la modélisation quantitative avant la fin des voies d'impact et relient les résultats de l'inventaire à des catégories intermédiaires définies, par exemple l'appauvrissement de la couche d'ozone ou l'acidification ;
- Les méthodes axées sur les dommages (*par exemple Ecoindicator 99 : Goedkoop et Spriensma 2000, EPS : Steen 1999*) qui visent à obtenir des résultats d'ACV plus faciles à interpréter pour une pondération ultérieure, en modélisant la chaîne des causes et des effets jusqu'aux dommages environnementaux, aux dommages causés à la santé humaine, à l'environnement naturel et aux ressources naturelles.

Les premiers travaux de développement d'un cadre méthodologique harmonisé pour l'évaluation des impacts environnementaux ont été conduits dans le cadre du Life Cycle Initiative projet en 2004⁴⁹ puis poursuivis jusqu'en 2016 avec la publication du dernier rapport d'orientation globale sur les indicateurs d'évaluation de

49 Jolliet, O., Müller-Wenk, R., Bare, J., Brent, A., Goedkoop, M., Heijungs, R., ... & Weidema, B. (2004). The LCIA midpoint-damage framework of the UNEP/SETAC life cycle initiative. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 9, 394-404

l'impact du cycle de vie⁵⁰. L'objectif était d'établir un cadre harmonisé (Figure 24), établissant un lien entre les flux de l'inventaire et les dommages environnementaux (l'environnement est pris ici au sens large, incluant l'environnement biotique et abiotique, l'humanité et l'environnement créé par l'homme). Les flux d'inventaire ayant des chaînes de causalité similaires (par exemple, tous les flux de substances réduisant la concentration d'ozone stratosphérique) sont classés dans des catégories d'impact au niveau du point médian (également appelées « catégories mid-point ».) Pour chaque flux d'inventaire, une valeur indicatrice est calculée par catégorie midpoint, caractérisant le flux en fonction de sa contribution spécifique à l'impact commun. Le terme "mid-point" indique que ce point est situé sur la chaîne de causalité de l'impact, à une position intermédiaire entre les flux d'inventaire et les dommages environnementaux finaux (souvent appelés "end-point"). Par conséquent, une étape supplémentaire permet d'attribuer ces catégories intermédiaires à une ou plusieurs catégories de dommages, ces dernières représentant les changements de qualité de l'environnement qui sont l'objet ultime des préoccupations de la société. Un indicateur de dommage est la représentation quantifiée de ces dommages. Dans la pratique, un indicateur de dommage est toujours un modèle simplifié d'une réalité très complexe, qui ne donne qu'une approximation de l'état qualitatif de l'entité endommagée.

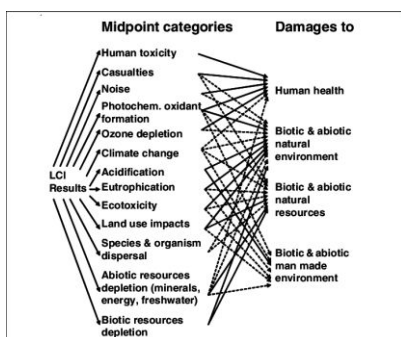


Figure 24 Structure générale du cadre LCIA (adapté de Jolliet et al. 2003b)

Aujourd'hui, les méthodes de calculs d'impacts sont multiples et couvrent plus ou moins de thématiques environnementales et de substances, elles peuvent couvrir des dimensions spatiales ou sectorielles différentes également. L'ACV évalue des impacts environnementaux potentiels et non réels. S'ils s'avèrent très pertinents pour des impacts globaux, ils le sont moins sur des impacts régionaux et locaux. Les efforts récents de régionalisation des flux en ACV (ex : émissions acidifiantes ou flux d'eau) tendent à améliorer la pertinence de ces indicateurs et se rapprocher de l'impact réels. La régionalisation consiste à attribuer des facteurs de caractérisation différents à des substances émises dans l'environnement selon la localisation de l'émissions. Ce facteur d'émission reflète la sensibilité du milieu récepteur. Le flux le plus couramment régionalisé est l'eau grâce à la méthode AWARE⁵¹ proposant des facteurs de stress hydrique à l'échelle du bassin versant (implémenté à l'échelle nationale dans les outils et bases de données (BDD) ACV).

Parmi les méthodes de caractérisation des impacts disponibles dans les logiciels ACV, on peut citer par exemple les méthodes Impactworld+ (méthode régionalisée sur plusieurs indicateurs⁵²), ReCiPe ou encore la méthode Environnemental Footprint de la commission européenne recommandé pour les acteurs européens. Cette dernière méthode propose l'emploi de 16 indicateurs d'impact issus d'autres méthodes. Le tableau ci-dessous les présente.

⁵⁰ Frischknecht, R., Fantke, P., Tschümpelrin, L., Niero, M., Antón, A., Bare, J., ... & Jolliet, O. (2016). Global guidance on environmental life cycle impact assessment indicators: progress and case study. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21, 429-442.

⁵¹ Boulay A-M, Bare J, Benini L, Berger M, Lathuillière M, Manzardo A, Margni M, Motoshita M, Núñez M, Pastor AV, Ridoutt B, Oki T, Worbe S, Pfister S (2018) The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available WATER REMaining (AWARE). *Int J Life Cycle Assess* 23(2):368–378

⁵² Bulle, C., Margni, M., Patouillard, L. et al. IMPACT World+: a globally regionalized life cycle impact assessment method. *Int J Life Cycle Assess* 24, 1653–1674 (2019).

Tableau 6 : Présentation des 16 indicateurs de la méthode Environmental Footprint version 3.0 (EF3.0)

Indicateur	Unité	Description	Méthode de calcul	Robustesse (I robuste, III peu robuste)
Changement climatique	Kg CO ₂ eq.	Capacité d'influencer les changements de la température moyenne globale et leurs effets, tels que la fréquence et l'intensité des tempêtes, l'intensité des précipitations et la fréquence des inondations, etc. dus aux activités humaines, y compris l'utilisation des combustibles fossiles.	Baseline model of 100 years of the IPCC (based on IPCC 2021)	I
Destruction de la couche d'ozone	Kg CFC11 eq.	Destruction de l'ozone stratosphérique due aux émissions de substances appauvrissant la couche d'ozone, par exemple les gaz contenant du chlore et du brome à longue durée de vie (CFC, HCFC, halons...).	Steady-state ODPs as in (WMO 1999)	I
Radiations ionisantes	kBq U-235 eq.	Effets sur la santé humaine causés par les rejets radioactifs.	Human health effect model as developed by Dreicer et al. 1995 (Frischknecht et al., 2000)	II
Oxydation photochimique	kg NMVOC eq.	Formation d'ozone au niveau du sol de la troposphère causée par l'oxydation photochimique des composés organiques volatils (COV) et du monoxyde de carbone (CO) en présence d'oxydes d'azote (NOx) et de la lumière du soleil. Des concentrations élevées d'ozone troposphérique au niveau du sol endommagent la végétation, les voies respiratoires humaines et les matériaux artificiels par réaction avec les matériaux organiques.	LOTOS-EUROS (Van Zelm et al., 2008) as applied in ReCiPe 2008	II
Particules	Disease inc.	Effets sur la santé humaine causés par les émissions de particules (PM) et de ses précurseurs (NOx, SOx, NH3)	PM model recommended by UNEP (UNEP 2016)	I
Toxicité humaine non-cancer	CTUh	Indicateur de toxicité via la contamination de l'environnement	USEtox 2.1. (Rosenbaum et al., 2008)	III
Toxicité humaine cancer	CTUh	Indicateur de toxicité via la contamination de l'environnement	USEtox 2.1. (Rosenbaum et al., 2008)	III
Acidification	molc H+ eq.	Impacts dus aux substances acidifiantes dans l'environnement. Les émissions de NOx, NH3 et SOx entraînent des dégagements d'ions hydrogène (H+) lors de la minéralisation des gaz. Les protons contribuent à l'acidification des sols et de l'eau lorsqu'ils sont libérés dans des zones où la capacité tampon est faible, entraînant le dépérissement des forêts et l'acidification des lacs.	Accumulated Exceedance (Seppälä et al., 2006, Posch et al., 2008)	II
Eutrophisation terrestre	mol N eq.	Les apports excessifs de nutriments, tels que l'azote, le phosphore ou le potassium, provoquent un déséquilibre écologique dans le développement des plantes terrestres.	Accumulated Exceedance (Seppälä et al., 2006; Posch et al., 2008)	II

Indicateur	Unité	Description	Méthode de calcul	Robustesse (I robuste, III peu robuste)
Eutrophisation eau douce	kg P eq.	L'introduction de nutriments sous forme de composés phosphatés ou azotés perturbe les écosystèmes en favorisant la prolifération de certaines espèces (microalgues, plancton, etc.). Cet effet peut entraîner une baisse de la teneur en oxygène du milieu aquatique, avec des répercussions importantes sur la faune et la flore aquatiques.	Struijs et al., 2009 as implemented in ReCiPe	III
Eutrophisation marine	kg N eq.			
Écotoxicité aquatique	CTUe	L'écotoxicité est le résultat d'une variété de mécanismes toxicologiques différents provoqués par la libération de substances ayant un effet direct effet sur la santé de l'écosystème.	USEtox 2.1. (Rosenbaum et al, 2008)	III
Occupation des sols	kg (déficit)	Impact sur la biodiversité dû aux bouleversements de l'utilisation des sols. Reflète l'impact d'une activité sur la dégradation des terres, en référence à « l'état naturel ».	Soil Organic Matter (SOM) model (Mià i Canals et al., 2007)	III
Utilisation d' eau	m³ eq.	Caractérise le potentiel d'épuisement des ressources en eau douce disponibles, en tenant compte de sa rareté en fonction de la géographie.	Swiss Ecoscarcity Model (Frischknecht et al., 2008)	III
Ressources minérales et métalliques	kg Sb eq.	Utilisation des minéraux et des métaux. La pression sur ces ressources telles que : les minéraux, les métaux, etc. s'accroît, et la diminution des réserves crée des tensions économiques et géopolitiques. L'utilisation de ces ressources peut entraîner une diminution des réserves disponibles. Il est à noter que certains éléments comme le cérium ou encore les terres rares (pot catalytique, électronique) ne sont pas tous considérés	ADP for mineral and metal resources, based on van Oers et al. 2002 as implemented in CML, v. 4.8 (2016).	III
Ressources fossiles	MJ	Utilisation de l'énergie La production et la distribution d'énergie, quelle que soit sa forme (électricité, gaz, charbon ou autre), utilisent des ressources énergétiques, génèrent des émissions et nécessitent des moyens de transport et de distribution. La consommation d'énergie est donc responsable des impacts environnementaux.	ADP for energy carriers, based on van Oers et al. 2002 as implemented in CML, v. 4.8 (2016).	III

Tableau 7: liste des 16 indicateurs environnementaux et de leur méthode de calcul

La majorité de ces méthodologies de caractérisation d'impact permettent de calculer à la fois des indicateurs « mid-point » et des indicateurs « end-point », permettant d'aller plus loin dans la chaîne de causalité. L'analyse des end-points permet notamment d'évaluer la contribution des indicateurs « mid-point » aux indicateurs end-points. Des mécanismes de pondération et de normalisation peuvent être mobilisés pour la construction de score unique à l'instar de la méthodologie EF. Contrairement aux indicateurs end-points, le score unique correspond à une agrégation des indicateurs « mid-point » qui ne repose pas sur les chaînes de causalité. Les indicateurs sont agrégés selon un jeu de facteurs de pondération pouvant exprimer l'importance, la gravité et/ou la robustesse des enjeux environnementaux les uns par rapport aux autres. Le jeu de facteur

de pondération influence la prise de décision. Plusieurs approches peuvent être mobilisées pour établir un jeu de facteurs de pondération, certaines pouvant reposer sur des cadres globaux comme les limites planétaires⁵³.

LES BASES DE DONNEES ET QUALIFICATION DES DONNEES D'ACTIVITE

Aussi, lors de la réalisation d'ACV, la Commission européenne par l'intermédiaire de son programme d'empreinte environnementale des produits, le « Product Environmental Footprint », préconise d'évaluer la qualité des données primaires (données d'activités) et secondaires (facteurs de caractérisation). Cette approche inspirée de la matrice des pedigres⁵⁴ permet d'estimer le niveau de fiabilité sur les analyses et interprétations issues des résultats d'ACV. La qualité des données est alors évaluée avec une note, appelée : Data Quality Requirement (DQR). Le calcul de la DQR est fondé sur quatre critères de qualité des données :

- TeR est la représentativité technologique ;
- GeR est la représentativité géographique ;
- TiR est la représentativité temporelle, et
- P est la précision.

$$DQR = \frac{TeR + GeR + TiR + P}{4}$$

La représentativité (technologique, géographique et temporelle) caractérise la mesure dans laquelle les processus et produits choisis décrivent le système analysé, tandis que la précision indique la manière dont les données sont obtenues et le degré d'incertitude associé.

Cinq niveaux de qualité (d'excellente à médiocre) peuvent être atteints conformément à la DQR. Ils sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Niveau de qualité globale des données de jeux de données en fonction de la note obtenue

DQR globale	Niveau de qualité globale des données
DQR ≤ 1,5	« Excellente qualité »
1,5 < DQR ≤ 2	« Très bonne qualité »
2 < DQR ≤ 3	« Bonne qualité »
3 < DQR ≤ 4	« Qualité acceptable »
DQR > 4	« Qualité médiocre »

La base de données ecoinvent utilise une matrice de pedigree légèrement différente (plus ancienne que celle de la PEF) pour évaluer la qualité de ses données. Les sources de données sont évaluées en fonction de 5 critères : "fiabilité", "exhaustivité", "représentativité temporelle", "représentativité géographique" et "représentativité technologique". Les notes allant également de 1 (excellente qualité) à 5 (qualité médiocre). Ensuite, un facteur d'incertitude est attribué à chacun des scores pour chaque critère, afin de calculer une incertitude additionnelle liée à la qualité de la donnée.

L'analyse de la qualification des données dans les résultats des ACV réalisées permet de moduler les analyses et conclusions avec plus de recul et de précision. Elle peut également amenée à une remise en question de la qualité globale de l'étude qui nécessiterait de la réitérer en priorisant les flux élémentaires, process pour lesquels la qualité des données n'était pas suffisante. De manière générale, pour qu'une étude soit considérée comme représentative, la DQR doit être inférieur ou égale à 3. Si la donnée qui représente 80% de l'impact est mauvaise cela signifie qu'il est nécessaire de raffiner la qualité des données ou réviser les objectifs de l'étude. C'est en cela que l'on qualifie la méthode ACV comme itérative.

⁵³ Vargas-Gonzalez, M., Witte, F., Martz, P., Gilbert, L., Humbert, S., Jolliet, O., ... & L'Haridon, J. (2019). Operational life cycle impact assessment weighting factors based on planetary boundaries: applied to cosmetic products. *Ecological Indicators*, 107, 105498.

⁵⁴ Weidema, B. P., & Wesnæs, M. S. (1996). Data quality management for life cycle inventories—an example of using data quality indicators. *Journal of cleaner production*, 4(3-4), 167-174.

Notons que cette méthode de caractérisation quantitative des données d'activités utilisées n'existe pas dans les cadres méthodologiques de comptabilité carbone. Seule une caractérisation qualitative est proposée pour les données d'activité, à titre déclaratif pour apporter un niveau d'incertitude sur les données d'entrées.

Outre la caractérisation du niveau de fiabilité des données d'activités utilisées, l'utilisation de facteurs de caractérisation ou d'émissions influence fortement la qualité des résultats obtenus. La mise en œuvre d'une analyse de Monte-Carlo combinant l'incertitude liée aux données (pouvant être estimée à partir de l'approche qualitative présentée ci-dessus) à l'incertitude liées aux méthodes d'estimation permet d'identifier, indicateur par indicateur, si la différence entre deux scénarios peut être considérée comme significative. Cela dit, l'analyse de l'incertitude n'est pas couramment réalisée dans les ACV bien que de grands efforts aient été déployés pour la classification, la définition et les sources d'incertitude, ainsi que pour les aspects méthodologiques de l'expression de l'incertitude.

Il existe deux types d'inventaires de cycle de vie (ICV) utilisés lors d'une Analyse de Cycle de Vie :

- Les ICV issus de bases de données de rapports ou de publications scientifiques. Ces ICV constituent des briques de bases, à partir desquelles le praticien ACV peut ensuite construire l'ICV de son produit. Ils sont basés sur les normes ISO en vigueur (série des normes ISO 14000), et sont établis pour une quantité de produit donnée (par exemple 1 MJ d'électricité, 1 kg de soude, 1 tonne-km parcourue par un véhicule). Ces ICV sont dits **génériques ou secondaires** ;
- Lorsque l'objectif de l'étude le justifie et que les informations sont disponibles, des données spécifiques à l'entreprise et au produit modélisé peuvent être directement collectées par le praticien ACV ou une tierce personne. Ces données sont représentatives de l'objet d'étude, elles sont dites **spécifiques ou primaires**.

Quatre BDD largement reconnues et utilisées sont présentées ci-après :

- **La base Empreinte®** : base de données française publique de facteurs d'émission et de jeux de données d'inventaire nécessaires à la réalisation d'exercice de comptabilité carbone des organisations et d'affichage environnemental des produits et services de grandes consommations. Elle regroupe les Base Carbone® et Base IMPACTS®, et depuis fin 2023 les données historiques des deux bases sont fusionnées progressivement afin de créer in fine une seule base, qui centralisera les données d'impacts environnementaux, qu'ils soient employés en monocritères GES ou en multicritères. Les deux bases de données sont régulièrement mises à jour, notamment en 2024. La Base Empreinte® est administrée par l'ADEME et est la BDD de référence dans le cadre de la réalisation des Bilan GES en France selon la méthodologie définie à l'article L. 229-25 du code de l'environnement. Outils utilisés : Bilan Carbone®, Excel, solutions logicielles diverses ;
- **Defra** : base de données publiée par le Gouvernement du Royaume-Uni, repose sur les comptes des émissions atmosphériques émis par les activités humaines selon 64 activités de production telle que définies dans les comptes nationaux. Les données sont alignées sur les statistiques économiques et le PIB de chaque pays, ce qui les rendent exploitables pour des analyses, des modélisations environnementales et économiques intégrées (empreinte carbone, scénarios de modélisation du changement climatique) ;
- **ecoinvent** : base de données générique Suisse reconnue dans le monde entier, dont l'objectif est de promouvoir et soutenir la disponibilité de données environnementales de haute qualité dans le monde entier, afin de favoriser la prise de décision en matière d'environnement. Récente mise à jour (11/2023) pour divers secteurs d'activité : agriculture, bâtiment et construction, produits chimiques, électricité, sylviculture et le bois, combustibles, métaux, emballage, pâte à papier et déchets. Outils utilisés : SimaPro, OpenLCA, autres solutions logicielles sous licence ;
- **GHG Protocol Databases** : les outils de calculs fournis par le GHG Protocol s'appuient sur plusieurs BDD reconnues (DEFRA, ecoinvent, IPCC Software Inventory, EPA, etc.) et des données sectorielles construites en partenariat avec des représentants des secteurs (Industrie, Energie, etc.). Pour l'ACV Produit, ils mobilisent aussi le modèle EEIO LCA qui met à disposition des facteurs d'émissions monétaires (kgCO₂/\$), en croisant les données économiques et environnementales par secteurs dans des tables Entrées-Sorties (Inputs-Outputs). Ces outils de calculs sont utilisés mais le choix des BDD est laissé libre par le GHG Protocol tant qu'elles respectent leurs standards, par exemple les entreprises françaises pourront préférer la Base Empreinte®, pour être aussi conforme à la réglementation française.

Tableau 9 : Description comparative des BDD phares utilisées dans le cadre de la réalisation des Bilan GES et/ou ACV

	DEFRA	GHG Protocol databases	Base Empreinte*	Agribalyse® 3.1.1	ecoinvent	Agri-footprint	World Food LCA Database
Fournisseurs	AEA pour DECC et DEFRA	GHG Protocol (organisation)	ADEME	ADEME et INRAE	Swiss Centre for Life Cycle Inventories	Blonk	Quantis
Secteurs et taille	Energie, Transports, Logistique, Déchets	Industrie, Agriculture, Energie, Transports, etc.	Tous secteurs	Agriculture et alimentation, 2500 produits	Tous secteurs, 18000 données	Produits agricoles ; 5000 produits	Agro-alimentaire ; 120 produits
Disponibilité / accès	Publique et gratuite	Publique et gratuite*	Publique et gratuite	Publique et gratuite	Privée et payante	Privée et payante	Privée et payante
Autres BDD, modèles ou inventaires intégrés	IEA ; CENSA	IPCC Inventory Software ; DEFRA ; EPA ; Environmentally Extended Input-Output (EEIO) modèle pour FE monétaires ; autres	Base Carbone® et Base Impacts® (fusion) ; Agribalyse® (données GES) ; Boustead Model (outil modélisation informatique pour calculs d'ACV) ; Environmentally Extended Input-Output (EEIO) modèle pour FE monétaires ;	World Food Database ; Ecoinvent	Quatres systèmes de modélisation disponibles : "At the point of substitution" ; "Cut-off" ; "EN 15804 Cut-off" ; "Consequential".	Méthode LCA ReCiPe Midpoint H (version 1.07 , 2016) avec 3 méthodes d'allocation possible : par masse, énergie ou économie	-
Périmètre géographique	Royaume-Uni	Monde	France, Europe	France	Monde	Monde	Monde
Stades du Cycle de Vie considérés	Berceau à la Tombe (Cradle-to-grave)	Selon les BDD, Berceau à la Tombe (Cradle-to-grave) le plus souvent	Du Berceau à la Tombe (Cradle-to-grave)	Du Berceau à la Sortie du champ (Cradle-to-Farmgate) et du Berceau au consommateur (Cradle-to-plate) selon les produits	Berceau à la Tombe (Cradle-to-grave)	Du Berceau à la Porte (cradle-to-gate)	Du Berceau à la Porte (Cradle-to-gate) ou Porte à Porte (gate-to-gate) selon les produits
Compatibilité standards et normes	DEFRA/DECC ; GHG Protocol Standards ; Possible utilisation empreinte produit	GHG Protocol Standards + tous leurs autres Standards (Scope 2, Scope 3, product etc.)	ISO 14064 et 14069, GHG Protocol Standards, BEGES-réglementaire	ISO 14040 et 14044 standards	ISO 14040, 14044 et ISO/S 14048	ISO 14040 et 14044 standards	ISO 14040 et 14044 standards
Fréquence et dernière date de mise à jour	Tous les ans, en 2023	Révisions guidées et outils tous les 2-3 ans environ - dépend des BDD considérées	Tous les ans, en 2023	Tous les 2-3 ans, en 2022	Tous les ans, en	Tous les 2-3 ans, en 2023	Tous les 2-3 ans, en 2019
Transparence	Faible	Partielle	Partielle	Complète dans les logiciels SimaPro et openLCA	Complète	Complète dans les logiciels SimaPro et openLCA	Complète dans le logiciel SimaPro

*les outils de calculs sont publics et gratuits, mais ils sont construits à partir de plusieurs BDD qui sont privées

Faible : informations sur la méthodologie globale, la période de référence des données et les grandes sources de données (BDD)

Partielle : Informations détaillées sur les méthodologies et les hypothèses de calculs choisies, les périodes de référence, les sources des données et les incertitudes associées

Complète : toutes les informations sur les méthodologies, hypothèses de calculs choisies et leurs décompositions, les périodes de référence, les sources de données et incertitudes associées

Le choix de la base de données d'inventaire influence le résultat final et est à l'origine d'une part non négligeable de la variabilité qui peut exister entre études, en raison d'utilisation de sources ou de bases de données variées. Pour les données secondaires, il est conseillé de s'orienter vers des inventaires de cycle de vie de jeux de données provenant de sources reconnues (ecoinvent...) et dans la mesure du possible transparente.

La qualité des données génériques dépend de la base de données choisie et de sa pertinence vis-à-vis du système étudié en termes de cohérence technologique, temporelle et géographique. L'ACV étant orientée par l'objectif de chaque étude, la base de données choisie devra être en adéquation avec le contexte de son étude (périmètre temporel, géographique, technologique) et ses objectifs (exhaustivité des flux...). Autant que faire se peut, on choisira également la base de données la plus actualisée (mise à jour récente).

3.1.3 Bilan comparatif des méthodologies : Bilan GES versus ACV Organisationnelle et ACV produit

L'Analyse de Cycle de Vie des produits (ACV), l'Analyse de Cycle de Vie Organisationnelle (ACV-O) et le Bilan des Émissions de Gaz à Effet de Serre (Bilan GES) sont trois approches importantes pour évaluer les impacts environnementaux, si la première est dédiée aux produits, les deux autres sont focalisées sur les organisations (Figure 25).

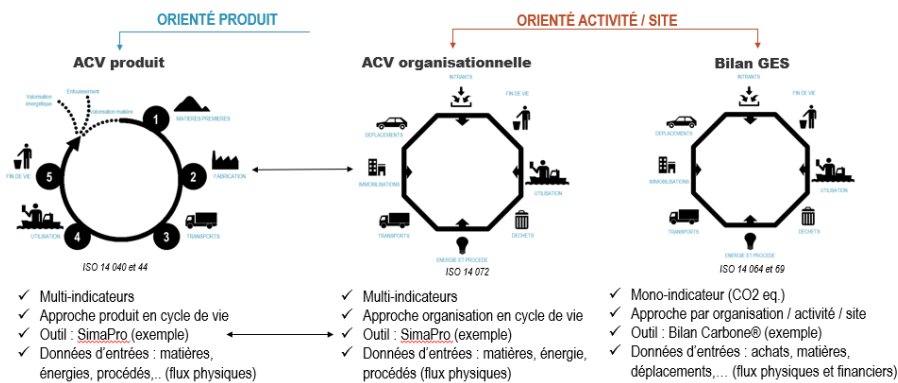


Figure 25: approches produit et activité (EVEA 2021)

Ces trois approches se concentrent sur des aspects différents et ont des points communs et des différences significatifs. En voici un aperçu :

	ACV produit	ACV organisationnelle	Bilan GES
Définition des objectifs et du champ d'étude			
Définition du système analysé	Fonction du produit et de ses caractéristiques	Organisation déclarante et méthodologie de consolidation (financier, opérationnel, quote-part)	
Quantification de la performance du système analysé	Unité Fonctionnelle	Portfolio de produits	Portfolio d'activités et de sites
Flux analysé	Flux de référence	Flux de déclaration (similaire au portfolio de produits)	Flux d'activités alloués aux sites
Cadre temporel pour l'analyse du système	Le plus souvent non concerné, ou pris en	Une période de référence est à définir, il est recommandé pour l'ACV-O et exigé pour le bilan GES	

	compte à travers la durée de vie du produit	de définir cette période à un an (en adéquation avec les schémas de rapports et exercices financiers, où l'année est l'option privilégiée)	
Frontières ou périmètre du système étudié	Etape du cycle de vie du produit sans distinction d'impacts directs et indirects.	Cycle de vie des activités inclus dans le périmètre déterminé par la méthodologie de consolidation. Les activités directes, indirectes amont, et indirectes aval sont différenciées	
Inventaire des flux et des activités			
Général	L'implication des parties prenantes est encouragée (au-delà des commanditaires) dans la tenue de l'évaluation.	Il est recommandé, dans la mesure du possible, d'impliquer les fournisseurs, notamment pour fournir des données spécifiques sur leurs opérations et leurs propres fournisseurs.	Bien que préconisé par les opérateurs de bilan GES, il n'y pas de recommandation officielle quant à l'implication des fournisseurs dans l'évaluation ou la collecte de données.
Collecte de données	Les résultats d'inventaire peuvent être mis à jour mais il n'est pas courant de le faire périodiquement	Une amélioration ultérieure des efforts de collecte et de la qualité des données est particulièrement recommandée. En raison de l'objectif de suivi des performances, l'ACV-O ou le bilan GES devrait être mené à nouveau.	
	L'utilisation de données spécifiques pour le produit évalué est attendue	L'utilisation de données plus génériques, ou extrapolées, est attendue, notamment pour les grandes entreprises fabriquant des produits complexes	L'utilisation de données génériques, ou extrapolées, est attendue, l'usage de ratios monétaires est fréquent
Activités de support	Les activités qui ne sont pas directement liées à la production ne sont pas prises en compte	L'ACV-O et le Bilan GES prennent en compte les activités généralement ignorées dans l'ACV d'un produit (par exemple, les voyages d'affaires, les biens loués, le chauffage, l'achat de services etc.)	
Situations multifonctionnelles	La gestion de la multifonctionnalité et des co-produits sont pris en compte selon les règles d'affectation. L'expansion du système est une option pour éviter l'allocation.	En général, l'extension du système n'est pas utilisée en raison du risque d'incohérence ou de scénario de substitution peu représentatif du système	
Evaluation des impacts			
Méthode	Une fois que l'inventaire a été dressé, les mêmes méthodes sont utilisées pour l'ACV et l'ACV-O. Dans l'ACV-O, l'utilisation d'indicateurs au niveau de l'inventaire, outre les catégories d'impact, est courante.		La méthode utilisée est celle du GIEC (100ans) qu'on retrouve pour la catégorie d'impact Changement Climatique des ACV et ACV-O
Bases de données (exemples)	Générique : ecoinvent, ELCD, Sphera, Base impact... Sectorielle : INIES, Agribalyse... Input/output ; Exiobase (plus largement utilisé pour l'ACV-O)		Base carbone ⁵⁵ (incluant des ratios monétaires), DEFRA, EPA...

⁵⁵ En 2023, l'ADEME a concaténé la base carbone et la base impact dans une plateforme unique nommée base empreinte, les deux bases de données y sont donc disponibles mais n'ont pas fusionnées au sens strict du terme.

Interprétation et incertitude		
Analyse de sensibilité	Pour une ACV ou une ACV-O, si des hypothèses sont émises (par exemple, sur l'importance d'une matière première), celles-ci peuvent être testées au cours de l'analyse de sensibilité, afin de déterminer s'il est nécessaire de travailler davantage sur une question donnée. Si une certaine matière première a été saisie en utilisant des données générales, mais qu'elle s'avère très importante pour les résultats, des données plus spécifiques pourraient être ajoutées.	Les normes et standards relatifs à la tenue des bilans GES, ne mentionnent pas d'exigences sur ce point.
Analyse d'incertitude	Les sources de données et l'évaluation de la qualité des données doivent être effectuées ainsi qu'il est recommandé de faire l'évaluation de l'incertitude. L'influence de la qualité des données sur l'interprétation doit être mentionnée. Par exemple, le niveau de granularité des données est-il adapté aux objectifs de l'étude ? Y a-t-il un équilibre approprié entre les données génériques et les données spécifiques ?	Des incertitudes sont allouées aux données primaires et secondaires. Elles interviennent ponctuellement dans l'interprétation des résultats. L'incertitude globale liée à l'évaluation est surtout consultée au titre de l'amélioration continue de l'évaluation
Reporting et communication		
Général	La comparaison entre les produits est possible et peut être communiquée	La communication externe d'affirmations comparatives n'est pas encouragée, mais le suivi de la performance et l'élaboration de rapports sont recherchés.
	La communication des résultats est principalement destinée aux consommateurs et clients.	Les rapports organisationnels (par exemple, les rapports sur le développement durable) visent principalement à communiquer les résultats aux consommateurs, aux institutions et à la société.

Tableau 10: Points communs et différences entre ACV, ACV-O et Bilan GES. (Inspiré de Guidance on Organizational Life Cycle Assessment, UNEP-SETAC, p.135)

Synthèse

En conclusion, l'ACV-O et les méthodes classiques de quantification des émissions de GES sont des outils complémentaires pour évaluer l'impact environnemental des organisations. L'ACV-O offre une perspective plus large du cycle de vie des produits au sein d'activités, tandis que le Bilan des GES se concentre spécifiquement sur les émissions de gaz à effet de serre. Les organisations peuvent choisir d'utiliser l'une ou l'autre méthode, voire les deux, en fonction de leurs besoins en matière de gestion de la durabilité environnementale.

L'ACV est utile pour une vision globale. L'ACV peut s'avérer être un outil clé pour la mise en place de mécanismes de marché, tels que les crédits carbone ou les garanties d'origine.

En termes de méthodes, l'ACV s'appuie sur ISO14040-44 mais peut également intégrer des méthodes spécifiques pour la quantification des émissions de GES, comme celles proposées dans les référentiels GHG Protocol et ISO 14067, ou des méthodes sectorielles pour cadrer l'application de l'ACV dans des contextes spécifiques comme la certification de projets bas carbone.

3.2 Liens entre les mécanismes des marchés carbone et les méthodes ACV

3.2.1 Articulations entre les mécanismes et méthodologies utilisés par les marchés carbone et l'ACV

L'Union européenne vise à être climatiquement neutre en 2050. Cette neutralité carbone est l'un des moyens évoqués dans l'Accord de Paris pour contenir le réchauffement climatique en dessous des 2°C par rapport aux niveaux préindustriels. La feuille de route est axée sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais aussi sur la transformation d'un certain nombre de secteurs (agriculture, industrie, finance...). C'est dans ce contexte qu'une série de directives et lois entrent en vigueur, fixant de nouvelles règles ambitieuses concernant l'efficacité énergétique des bâtiments, la décarbonation industrielle, l'essor des énergies renouvelables, la mobilité décarbonée, etc.

Les mécanismes de marché liés au carbone jouent un rôle essentiel pour encourager les porteurs de projets à créer des initiatives bas carbone et, en fin de compte, contribuer à l'atteinte des objectifs de l'Union européenne. Ils permettent notamment de financer des projets en générant notamment des crédits carbone dans le but de mesurer et suivre la réduction et séquestration des émissions anthropiques.

Pour être reconnus, ces projets doivent être certifiés ou labellisés (2.3.3), selon des référentiels ou des systèmes de certification tels que le Label Bas carbone pour des projets de réduction additionnelle d'émissions de GES, ou la certification ISCC pour le soutien à la production d'énergies décarbonées.

Globalement, ces référentiels et certifications consistent en l'évaluation d'un projet en suivant un standard défini par une tierce partie, et la garantie de l'atteinte d'objectifs chiffrés de durabilité et de réduction des émissions de GES. En fonction des typologies de projets (évitement ou séquestration) et des secteurs (énergies, eau, agriculture, reforestation, etc.) les méthodologies de quantification diffèrent. On retrouve ponctuellement des évaluations quantitatives qui reposent sur les principes de l'ACV, décrits partie 3.1, mais en étant « mono indicateur » sur le changement climatique et de manière générale des méthodologies spécifiques utilisant d'autres méthodes de quantification sont développées par le développeur de projet (et validées ensuite par les organismes de certification).

Par exemple, pour la Directive européenne sur les énergies renouvelables (RED II) dans le cadre du biométhane, l'article L. 281-6.⁵⁶ précise que : « la production de biogaz injecté dans un réseau de gaz naturel doit [...] présenter un potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'au moins 70 % par rapport aux émissions de gaz à effet de serre résultant de l'utilisation de combustibles d'origine fossile lorsque cette production a lieu dans des installations mises en service du 1^{er} janvier 2021 au 31 décembre 2025. Ce pourcentage minimal est porté à 80 % pour les installations mises en service à partir du 1^{er} janvier 2026. » Cependant, l'application de l'approche ACV dans ce contexte peut se révéler complexe car le choix du périmètre, les exclusions, les hypothèses, le choix des données, le choix de la méthode d'allocation des sous-produits ou coproduits, ou même le statut de la biomasse permettant de générer du biométhane etc., entraînent une variabilité potentielle importante dans les résultats, entraînant confusion et complexité des démarches de labellisation. La RED reste insuffisante en termes de lignes directrices sur les règles de calcul, et la méthodologie associée (décrivant un périmètre spécifique à prendre en compte par exemple) permettant de prouver ce pourcentage de réduction.

Par ailleurs, selon le cadre réglementaire, les exigences de modélisation différentes, entraînent des résultats considérablement différents en fonction du cadre appliqué et des hypothèses et interprétations faites lors de l'application des différents cadres.

Ainsi, dans le domaine des bioénergies, l'application des exigences selon la Directive européenne sur les énergies renouvelables (RED II), ou selon le cadre du PEF de l'Union européenne, entraîne des résultats très différents, notamment lorsque l'énergie est produite à partir de déchets, le cadre PEF étant particulièrement pénalisant par rapport au cadre RED⁵⁷. Cela est dû au fait que le PEF attribue au moins une partie de la production de matières premières et d'énergie à l'utilisation de matières recyclées et d'énergie récupérée.

⁵⁶ dans l' Ordonnance n° 2021-235 du 3 mars 2021 portant transposition du volet durabilité des bioénergies de la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables

⁵⁷ Brandao et al. (2022) On quantifying sources of uncertainty in the carbon footprint of biofuels: crop/feedstock, LCA modelling approach, land-use change, and GHG metrics

Comme indiqué au sein de la partie 2.3, il existe plusieurs types d'acteurs autour des marchés carbone : développeurs de projets générant les crédits carbone (ou pour le marché réglementaire l'organisation en dessous de son quota d'émission), organisme de standardisation, vérificateurs tierce, gestionnaire de portefeuille, et bien sûr, en bout de chaîne, les organisations faisant appel aux marchés.

Bien que l'approche ACV soit le socle méthodologique sur lequel se basent les exigences et seuils, un certain nombre d'initiatives et de projets manquent de précisions et d'exigences fines pour la quantification des émissions et des réductions d'émissions par rapport à des scénarios de références dit « baselines ».

Par exemple :

- Pour les développeurs de projets, avec l'intention de produire des crédits bas carbone pour le marché volontaire : afin de développer un projet de contribution, qu'il s'agisse de séquestration ou d'évitement, il est nécessaire d'élaborer un scénario de référence (baseline) et un scénario présentant le projet de contribution (monitoring). La soustraction des émissions des deux scénarios constitue le socle d'émissions évitées susceptibles de générer des crédits carbone. La quantification des émissions de GES est encore aujourd'hui majoritairement calculée par des méthodes validées dans le cadre des MDP ou déployées dans ce cadre. Le Label bas carbone, de plus en plus utilisé par les organisations françaises, apporte un cadre structuré avec des méthodes sectorielles basées sur l'ACV et fixant les principes et exigences méthodologiques par secteur ;
- Pour les projets d'évitements liés à la performance carbone d'un produit ou d'un procédé, le déploiement de l'ACV est croissant et des acteurs comme Reverse ont fait le choix de s'en servir comme méthode de référence pour leurs projets. Reverse est un standard récent de certification de crédit carbone pour les projets Greentech en Europe ;
- Les projets certifiés par cet acteur traitent de la bioénergie, des matériaux de construction, de recyclage ou encore de capture carbone. Une revue critique d'ACV comparative est ainsi réalisée avant validation du projet, fournissant ainsi un premier niveau de robustesse et de crédibilité dès l'entrée de chaîne de valeur du marché carbone ;
- Pour les projets de séquestration, ou d'évitement impliquant le déploiement d'infrastructures conséquentes, l'ACV-O pourrait être utilisée, afin d'intégrer l'ensemble des activités inhérentes à ces projets, mais il n'existe aujourd'hui pas de cas ayant débouché sur la génération de crédits carbone.

Les organisations adoptant une politique de décarbonation suivent de manière générale la séquence Evaluer/Réduire/Compenser (ERC). L'évaluation des émissions, et le suivi du plan d'action de réduction, s'effectuent par des méthodes telles que le Bilan carbone. Quant à la compensation, il s'agit pour l'organisation d'acheter des crédits carbone correspondant à des émissions évitées ou séquestrées par des projets développés selon des méthodes différentes, entraînant de fait une hétérogénéité méthodologique dans le cadre de l'ERC. Aussi, ces crédits sont générés aujourd'hui ailleurs que dans la chaîne de valeur de l'organisation acheteuse, on parle alors de « carbon off setting ». Il existe néanmoins de manière marginale des projets dit en « in setting », les projets de compensation sont alors dans la chaîne de valeur de l'organisation. Cette intégration dans la chaîne de valeur, plus en maîtrise par l'organisation, est de plus en plus plébiscitée. Dans ce contexte, l'adoption de l'ACV-O peut résoudre ce problème en intégrant directement les projets d'« in setting » dans la politique de décarbonation.

Les méthodes ACV pourraient compléter les méthodes de quantification des émissions de GES classiquement mises en œuvre et servir de cadre méthodologique de référence pour garantir que la comptabilité des crédits carbone intègre bien l'ensemble de la chaîne de valeur, dans le cadre de la délivrance de crédits de la part du développeur de projet à l'organisation « acheteuse ». Ce concept, sera plus étayé au sein de la partie 4.

En revanche, la méthodologie ACV présente également ses propres limites, notamment la prise en compte partielle des enjeux liés à la biodiversité au travers des indicateurs d'impact.

Synthèse

En conclusion, l'ACV joue un rôle majeur dans le contexte législatif de l'UE et l'application des diverses réglementations et marchés de carbone associés. Un élément incontournable de ces réglementations est la quantification des efforts environnementaux par les porteurs de projets. Bien que l'ACV soit l'approche méthodologique mise en avant pour évaluer la pertinence des projets, l'application reste complexe et confuse pour toutes les parties prenantes (porteurs de projets, organismes de certifications, etc.). Elle présente également ses propres limites, notamment la prise en compte partielle des enjeux liés à la biodiversité au travers des indicateurs d'impact.

La définition de méthodes sectorielles, fixant des règles précises pour chaque étape de la démarche d'évaluation, semble nécessaire pour aider à clarifier les ambiguïtés restantes selon les cadres d'application et permettre l'analyse de la pertinence des projets déposés par les porteurs de projets. Ainsi, par exemple pour le Label Bas Carbone, des méthodes sectorielles émergent, portées par des tierces parties rassemblées en consortium, sécurisant la mise en œuvre des démarches d'évaluation pour tous les porteurs de projets du fait de l'application de principes et exigences méthodologiques semblables.

4. Evolutions et prospectives

4.1 Etat des lieux des travaux en cours ou à venir au regard des marchés carbone

LES MARCHES CARBONE DE CONFORMITE

A l'échelle internationale, des éléments étaient attendus à l'issue de la COP 28, toutefois aucune mention n'a été faite au sujet des mécanismes de valorisation du carbone ni au regard d'une réglementation plus fine des marchés carbone qui d'après The Shift Project semble nécessaire⁵⁸.

De plus, l'établissement d'un mécanisme pour contribuer à l'atténuation des émissions de GES et à la promotion du développement durable, appelé MDD (qui faisait l'objet de l'article 6.4 de l'Accord de Paris), ainsi que le projet de décision sur les approches coopératives de l'article 6.2, sont encore en discussion et devraient être abordés lors de la prochaine COP climat⁵⁹.

Cependant, une nouvelle version de projet sur l'article 6.8 de l'Accord de Paris concernant les approches non fondées sur le marché a finalement été adoptée. Il a été décidé la mise en place d'un programme de travail⁶⁰ au titre des approches non fondées sur le marché contenant notamment :

- Des mentions relatives aux progrès faits dans le développement d'une plateforme web pour la gestion de cette approche non fondée sur le marché ;
- La demande au secrétariat de rendre cette plateforme complètement opérationnelle le plus tôt possible et avant le Glasgow Committee on Non-market Approaches, en juin 2024, pour y organiser un atelier de travail ;
- La demande aux Etats et toute autre structure de l'accord de Paris de fournir leurs informations sur cette approche pour la plateforme, encourageant les Etats à identifier des opportunités pour développer et implémenter cette approche non fondée sur le marché ;
- L'invitation à envoyer des avis d'ici le 31 mars 2024 sur des thèmes pour les sous-groupes, des approches non fondées sur le marché déjà existant.

A l'échelle européenne, une réforme majeure du marché carbone a été adoptée en mai 2023 incluant les évolutions ci-après :

⁵⁸ Gazette juridique du carbone de The Shift Project du 19/12/2023

⁵⁹ https://www.citepa.org/fr/2023_12_a15/

⁶⁰ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma5_auv_14c_art6.8.pdf

- **Renforcement de l'ambition climatique** avec un objectif de réduction des émissions de GES à horizon 2030 de -62% par rapport à 2005 sur les secteurs couverts par le SEQE-UE, contre -43% actuellement ;
- **Installations industrielles :**
 - ⇒ Extinction progressive des quotas gratuits pour certains secteurs industriels (acier, ciment, aluminium, engrais, hydrogène) en lien avec la mise en œuvre d'un Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières (MACF) ;
 - ⇒ Mise en œuvre de conditionnalités environnementales des quotas gratuits ;
 - ⇒ Modification du champ d'application visant à favoriser les technologies bas carbone ;
- **Aviation :**
 - ⇒ Extinction progressive entre 2024 et 2026 des quotas-gratuits historiques pour mettre l'intégralité des quotas aux enchères ;
 - ⇒ Introduction de quotas gratuits visant à soutenir l'utilisation de carburants d'aviation durables ;
 - ⇒ Articulation du SEQE-UE avec le mécanisme de compensation CORSIA de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) en appliquant CORSIA aux vols extra-UE et le SEQE-UE aux vols intra-européens ;
- **Intégration du transport maritime dès 2024 :**
 - ⇒ Intégration de l'intégralité des émissions des trajets entre deux ports de l'EEE, et 50% des émissions entre l'UE et le reste du monde ;
 - ⇒ Une montée en charge progressive des obligations imposées aux compagnies maritimes de restitution des quotas d'émissions : 40% pour les émissions de 2024, puis 70% en 2025 et 100% en 2026 ;
 - ⇒ Inclusion des émissions de CO₂ dès 2024 et des émissions de protoxyde d'azote (N₂O) et de méthane (CH₄) à partir de 2026.

Par ailleurs, une étude publiée en novembre 2023⁶¹ par un groupe de réflexion mandaté par la Commission européenne interroge la possibilité de mettre en place un SEQE pour le secteur agricole (AgETS). En effet au regard des mesures prévues à l'heure actuelle, le secteur ne réduirait que de 5% d'ici 2030. Un système de tarification constituerait une incitation plus forte via un signal prix.

L'étude propose cinq options d'AgETS associées à cinq modalités de rémunération des absorptions de carbone. Trois AgETS sont proposés à l'échelle de la ferme (All-GHGs, Livestock, Peatlands – cf. Tableau 11) :

- L'ensemble des émissions ;
- Émissions liées au bétail uniquement ;
- Émissions liées à l'usage agricole des tourbières drainées.

Deux autres AgETS sont proposés ; pour l'amont des filières (producteurs d'engrais et d'aliments pour animaux) et pour l'aval (transformateurs de viande et de produits laitiers).

La mise en place d'un tel système doit prendre en compte plusieurs défis importants, tels que : sa mise en œuvre dans les 9 millions d'exploitations de l'UE, arriver à une mesure et une collecte harmonisée des données, limiter les risques de fuites de carbone, ses impacts économiques et son acceptation sociale. Le Tableau 11, présenté ci-après expose les réflexions actuelles sur les différents systèmes d'échange des quotas d'émissions envisagés pour le secteur agricole.

⁶¹ <https://climate.ec.europa.eu/system/files/2023-11/Pricing%20agricultural%20emissions%20and%20rewarding%20climate%20action%20in%20the%20agri-food%20value%20chain.pdf>

Commenté [PF1]: Il manque une petite intro du tableau suivant

Tableau 11 : Evaluation des différents systèmes d'échange des quotas d'émissions pour l'agriculture
- source : Commission européenne

Criteria	Indicator	All-GHGs	Livestock	Peatlands	Upstream	Downstream
		ETS	ETS	ETS	ETS	ETS
Effectiveness	Incentivise actors along the value chain to mitigate agricultural emissions	Green	Green	Green	Green	Green
	Biodiversity co-benefits	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow
	Impacts on consumer budgets and welfare	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow
	Distributional impacts on Member States	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow
	Speed/ease of implementation	Red	Red	Red	Yellow	Green
	Distributional impacts on farms	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green
	Stakeholder acceptance	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green
Efficiency	Impacts on sectoral competitiveness and trade balance	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow
	Risk of carbon leakage	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow
	Administrative burden and costs	Red	Yellow	Yellow	Green	Green
Relevance	Incentivise responsible actors to innovate and change practices	Green	Green	Green	Green	Green
Coherence	Coherence with EU policies	Green	Green	Green	Green	Green
Added value	EU added value	Green	Green	Green	Green	Green

La couleur verte signifie que l'option a un impact positif sur l'indicateur tandis que le rouge aura un impact négatif alors que le jaune présentera des impacts à la fois positifs et négatifs.

Ci-après le résumé descriptif de l'étude, traduit de l'anglais : « L'objectif de la première partie de cette étude est d'analyser les applications potentielles du principe du pollueur-payeur aux émissions agricoles de gaz à effet de serre (GES) au niveau de l'UE. Cette première partie se concentre sur cinq options de système d'échange de quotas d'émission (SEQE) [...]. La première partie de cette étude décrit les aspects de la conception d'un SEQE couvrant les émissions agricoles qui sont communs aux cinq options, tels que les aspects administratifs et de gouvernance, ainsi que les aspects propres à chaque option, tels que le champ d'application, le point d'obligation et les besoins spécifiques en matière de surveillance, de déclaration et de vérification (MRV) des émissions. Les options du SEQE sont ensuite évaluées en fonction d'indicateurs relevant des catégories "efficacité", "efficacité", "pertinence", "cohérence" et "valeur ajoutée". Les résultats de cette étude sont basés sur une revue de la littérature théorique et empirique pertinente, ainsi que sur des entretiens avec des experts et des contributions provenant d'une enquête et d'un atelier avec les parties prenantes.

La deuxième partie de cette étude, "Linking carbon removals in the land sector to an agricultural Emissions Trading System (AgETS+Removals Study)", examine comment les options du système d'échange de quotas d'émissions analysées dans cette étude pourraient être étendues pour récompenser financièrement l'absorption du carbone liées au secteur de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF) ».

LE MARCHÉ CARBONE VOLONTAIRE

Au regard du marché carbone volontaire, de nombreuses réflexions sont en cours, notamment d'un point de vue méthodologique au regard de certaines problématiques identifiées dans les parties précédentes : méthodologies douteuses dans le cadre des projets REDD+, faible intégrité environnementale des crédits carbone, etc.

C'est une des raisons pour lesquelles un groupe de travail international pour le marché carbone volontaire a été mis en place en 2020 par l'ICFVCM. The Integrity Council For the Voluntary Carbon Market (ICFVCM) a

publié en mars 2023 « Les 10 principes fondamentaux du carbone » dont l'objectif principal est de fixer le cadre international de référence pour permettre aux acheteurs de bien identifier les crédits carbone à « haute intégrité environnementale ». Ces 10 principes sont énumérés sur la Figure 26 présentée ci-après. Chacun de ces principes est détaillé dans le rapport «The Core Carbon Principles, assessment framework and assessment procedure».



Figure 26 - Les 10 principes fondamentaux du carbone - source : The ICFVC

En parallèle, Verra travaille depuis plusieurs années sur la mise à jour de la méthodologie pour les projets REDD+ afin d'intégrer des exigences plus strictes et de garantir un processus de développement robuste. Verra dirigera et gèrera désormais le processus d'établissement de référence, en utilisant des données au niveau juridique pour répondre à ces nouvelles exigences. Le programme utilisera des technologies avancées de télédétection associées à une évaluation approfondie des risques, permettant de fiabiliser davantage les scénarios de référence utilisés.

Cela permettra de déterminer le niveau de déforestation attendue pour la zone de projet retenu afin de garantir un nombre de réductions d'émissions vérifiées pour tous les projets qui soit cohérent avec la comptabilité à l'échelle juridique.

Verra Publishes Draft of New Consolidated REDD Methodology, Initiates Jurisdictional Data Development

19 APRIL 2023



Cette nouvelle approche doit garantir la cohérence et réduire le risque de conflits d'intérêts, tout en ajoutant un meilleur contrôle de la qualité du projet en étant aligné au mieux sur l'action gouvernementale et en la soutenant. Cette évolution méthodologique devrait garantir une haute intégrité environnementale des crédits carbone issus des projets REDD+ et permettre aux entreprises de reprendre confiance dans la mise en œuvre de cette typologie de projet, en s'assurant d'avoir des projets avec des impacts positifs sur la biodiversité, les communautés locales et en apportant ainsi une haute valeur ajoutée pour chacun de ces projets.

En parallèle une réflexion se dessine vers l'émergence de certifications alternatives avec des garanties additionnelles palliant certaines limites identifiées dans les méthodologies validées par les standards historiques de la finance carbone (Verra, Gold Standard et dans une moindre mesure Clean Development Mechanism). Les méthodologies utilisées sont pour la plupart vérifiées par un bureau d'étude tiers qui ne répondent cependant pas aux critères de définition des unités des crédits carbone tels qu'ils sont définis par l'International Carbon Reduction and Offsetting Accreditation (ICROA). De nombreux labels, ou nouveaux standards, se développent proposant leur propre méthodologie d'évaluation et de certification (ex : Reverse, cf. 3.2.1).

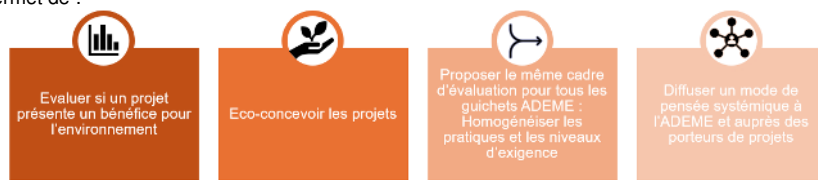
Si l'on se place du côté des projets de capture dans l'atmosphère ou autre projets technologiques, la plupart de ces projets ne sont pas éprouvés, peu viables à grande échelle, très coûteux, et donc assez rares. Cette typologie de projet représentait moins de 600 000 crédits de séquestration délivrés sur l'ensemble du marché en 2022. Ils suscitent pourtant un intérêt croissant de la part du secteur financier, notamment pour les banques,

fonds souverains et fonds de capital-investissement ayant le potentiel de concentrer des capitaux importants vers des projets climatiques d'envergure. Un des objectifs principaux à long terme de ce type de projets est de pouvoir augmenter davantage la fiabilité et qualité de l'élimination du carbone avec un prix de la t CO₂eq plus attractif. Plusieurs méthodologies de quantifications d'absorptions sont en cours de développement. Une des plus récentes approuvées (par Verra) est celle du Biochar⁶².

Enfin, des discussions sont en cours au sein du Groupe de travail international mis en place par le MSCI sur la mise à l'échelle des marchés volontaires du carbone et sur la création d'un organisme indépendant qui superviserait l'intégrité du marché. Une partie du rôle de cette organisation pourrait consister à décider de la manière de restreindre l'utilisation des crédits excédentaires et nettoyer les crédits des projets plus anciens et de mauvaise qualité, ce qui nécessiteraient de travailler avec les parties prenantes pour convenir de règles relatives au traitement. Cette nouvelle instance devrait fournir des lignes directrices, voire des règles, tant aux registres qu'aux acheteurs de crédits et mettre en place le mécanisme administratif chargé de contrôler le respect des règles. Une initiative axée sur l'achat pourrait également s'avérer très efficace pour imposer des normes exigeant des ambitions élevées et l'utilisation de compensations carbone de haute qualité.

Par ailleurs, à l'échelle française, l'ADEME a récemment développé la méthode Empreinte Projet (EP), permettant d'évaluer l'empreinte environnementale de projets (issu notamment de la méthodologie QuantiGES) avec une approche multicritère selon le cadre méthodologique des normes ACV (ISO 14040 & 14044).

Elle permet de :



Cette méthode présente 5 niveaux d'approches pour sa mise en application tel que présenté sur la Figure 27 ci-après.

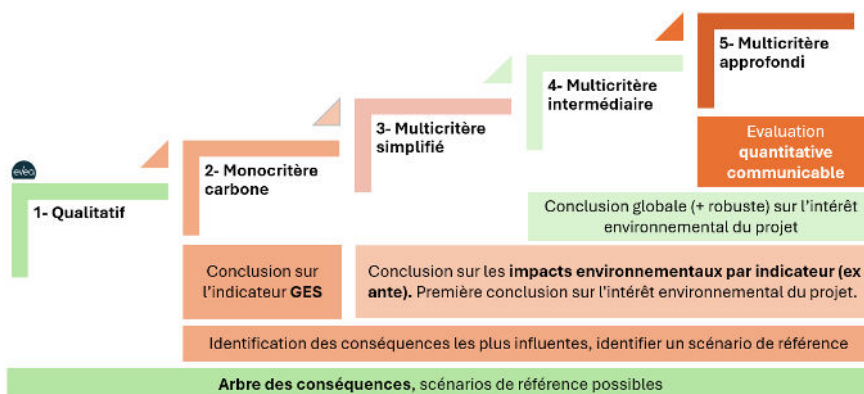


Figure 27 : Les niveaux d'approche de la méthode empreinte projet - source : EVEA

La méthode EP caractérise les impacts environnementaux d'une action ou d'un projet par rapport à un scénario de référence. Une entreprise réalisant le niveau 5 de la méthodologie lui apporterait les justifications nécessaires pour communiquer à l'externe. Les conclusions de cette évaluation doivent informer sur l'intérêt environnemental du projet et sur des valeurs d'impacts quantifiées communicables et justifiées en ayant fait

⁶² Produit qui accélère les réactions chimiques souterraines à l'origine d'une meilleure activité des micro-organismes. Il est obtenu par un processus de pyrolyse de biomasse dans le but d'obtenir un carbone stable.

l'objet d'une revue critique. En termes d'exigence, la méthode EP est comparable à une ACV attributionnelle comparative avec revue critique.

Si l'on met en parallèle les méthodologies développées et utilisées pour la délivrance des crédits carbone des projets d'évitement et/ou de contribution sur le marché carbone volontaire avec cette méthode EP environnemental, ses grands principes d'application pourraient tout à fait permettre d'évaluer et rendre compte des impacts bénéfiques et à risques du projet envisagé. Cette approche permettrait d'éviter les transferts d'impact. L'ADEME réfléchit actuellement à élargir le périmètre d'évaluation de cette méthodologie Empreinte Projet pour intégrer les impacts sociaux. La dimension sociale est de plus en plus prépondérante dans le contexte sociétal actuel et les cadres méthodologiques évoluent dans ce sens afin d'avoir une vision globale des projets en évitant les transferts d'impacts.

Il s'agit cependant d'une méthodologie française récente développée par l'ADEME dans un cadre spécifique, qui n'a pour l'instant pas vocation à être déployée à une échelle plus importante tel que l'Europe ou à l'international.

SYNTHESE

En conclusion de cette partie concernant les évolutions et perspectives actuelles, les marchés carbone de conformité cherchent à se renforcer à certaines échelles, particulièrement à l'échelle européenne afin de proposer un cadre plus ambitieux dans le but d'atteindre les objectifs que l'UE s'est fixée. Toutefois, l'inertie de changement et d'amélioration est de mise à l'échelle internationale avec notamment des organisations indépendantes qui alimentent les réflexions et proposent leur développement dans d'autres secteurs, études poussées à l'appui. Il reste à voir si cela sera repris par les politiques publiques et les cadres réglementaires.

A l'échelle du marché carbone volontaire, de nombreuses initiatives tendent vers l'élaboration d'un référentiel commun, afin d'améliorer les cadres méthodologiques et processus d'accréditation pour garantir une haute intégrité environnementale. La mise en place d'une plateforme numérique internationale gérée par organisme indépendant pour suivre la création et la distribution de ces crédits carbone permettrait d'harmoniser les pratiques à l'échelle internationale.

En France, l'ADEME poursuit ses développements méthodologiques et a notamment développé la méthode Empreinte Projet (EP) qui permet d'évaluer l'impact environnemental d'un projet. Les cadres méthodologiques de développement de projet d'évitement ou de contribution pourraient s'inspirer de cette EP, particulièrement le niveau 5, et conviendraient en termes de justifications pour communiquer auprès du grand public et de processus d'accréditation de crédits carbone.

4.2 Les apports de l'ACV dans les mécanismes de marché carbone

Plusieurs travaux, existants (et en devenir), intègrent (ou peuvent intégrer), les atouts de l'ACV dans une logique globale de contribution à la neutralité.

➤ **Tout d'abord de manière législative.** Comme évoqué en page 51, la directive (UE) 2018/2001, relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables⁶³, également connue sous le nom de RED II, établit des normes rigoureuses en matière d'évaluation environnementale, mettant en avant la notion de "durabilité des bioénergies" pour diverses sources renouvelables telles que biocarburants, bioliquides, biogaz, électricité, chaleur ou froid issus de la biomasse. Cette directive succède à celle de 2009 et renforce l'importance d'une approche en cycle de vie pour évaluer la performance environnementale, allant de la production de biomasse à la génération d'énergie.

Parmi les critères environnementaux énoncés dans la RED II, la réduction des émissions de GES doit être mesurée avec une approche ACV : les réductions doivent être comparées à un combustible fossile de référence, conformément aux articles L.281-5 et L.281-6 du code de l'énergie.

⁶³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001>

L'ACV joue donc un rôle majeur dans la mise en application opérationnelle de la RED II. En cas de non-respect du critère de réduction (-70% par rapport au combustible fossile de référence), l'octroi d'aides publiques peut même être refusé ou suspendu.

Aussi, les standards visant à valider les projets générateurs de crédits carbone évoluent. Ainsi, le Standard Reverse⁶⁴ propose une norme, à l'échelle européenne, d'attribution de crédits carbone pour les projets industriels de technologies vertes. Des méthodologies sont ainsi proposées selon le type de technologies déployées : « Bioénergie avec captage et stockage de carbone », « matériaux de construction biosourcés », « Biogaz issu de la digestion anaérobie », « Reconditionnement d'appareils électroniques et électroniques ». Le calcul des émissions évitées ou stockées, servant de référence pour l'attribution des crédits carbone, est réalisé par la méthode ACV.

Le standard met en avant un panel de critères d'éligibilité plus ambitieux que les standards de compensation volontaire décrits en partie 2. Ces critères sont ici au nombre de **14** : mesurabilité, réalité, additionnalité (réglementaire, financière, technologique et de la prévalence), permanence, unicité, co-bénéfices, substitution, garanties environnementales et sociales, fuites, effets rebonds, niveau de maturité technologique, alignement des objectifs, impact minimum, et, vérification indépendante.

Il est à noter que l'application de ce standard aux projets bioénergétiques répond aux exigences de la directive RED II décrite ci-dessus.

➤ **Ensuite de nombreuses initiatives sectorielle portées par des groupes d'acteurs institutionnels, privés ou associatifs émergent dans le cadre ou en marge des lignes directrices européennes : Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) et Product Category Rules (PCR).**

Ces lignes directrices visent à normaliser l'évaluation de l'impact environnemental d'un produit et diffèrent par leur portée et leur application. Les PEFCR sont spécifiques à l'initiative de l'Union européenne sur l'empreinte environnementale (EF) et fournissent des règles détaillées pour la réalisation d'une étude de l'empreinte environnementale d'un produit (PEF) au sein d'une catégorie de produits particulière. Ils sont conçus pour compléter les orientations méthodologiques générales pour les études PEF, en garantissant la cohérence et la comparabilité entre les différents produits et secteurs au sein de l'UE. D'autre part, les PCR sont davantage orientées vers le monde entier et peuvent varier d'un programme de déclaration environnementale à l'autre. Ils permettent de créer des déclarations environnementales de produits (EPD) qui peuvent être utilisées au niveau international. Alors que les PEFCR sont adaptés à la méthode PEF, les PCR peuvent être utilisés dans différents programmes (comme les FDES) et ne sont pas limités à l'initiative EF de l'UE. Il est important de noter que les PEFCR doivent, dans la mesure du possible, s'aligner sur les PCR existants afin de maintenir la cohérence entre les différents contextes d'application. **Ces lignes directrices offrent un cadre aux acteurs privés notamment pour discuter et s'accorder sur les sujets méthodologiques saillants et promouvoir des pratiques d'évaluation harmonisées.** Sur la dimension carbone spécifiquement on retrouve notamment Catena X dans le secteur automobile qui publie et met à jour un Rulebook au niveau Européen ou Together for Sustainability, une initiative menée par des spécialistes en approvisionnement chimique qui développent un guide sectoriel et des outils pour l'évaluation environnementale. Sur la dimension multicritère, nous pouvons citer le Pharmaceutical Environment Group (PEG), une initiative de collaboration entre des entreprises de soins de santé de premier plan qui pilote un consortium pour harmoniser une approche d'évaluation de l'impact environnemental des produits pharmaceutiques (PCR).

➤ **Enfin, certains outils existants permettraient de renforcer la légitimité et la crédibilité des projets en résolvant ou en apportant un niveau de confiance aux critères d'éligibilité des standards.**

Par exemple, afin de pallier la mauvaise intégration de la temporalité (permanence) dans le développement et la validation de projets générateurs de crédits carbone, l'outil empreinte carbone dynamique DynCO₂⁶⁵ développé par le CIRAIQ, permet de calculer une empreinte carbone temporelle. Cette approche dynamique permet de **prendre en compte la distribution temporelle des émissions** à l'aide d'un inventaire dynamique. Généralement, dans les méthodes de comptabilisation ou d'empreinte carbone, l'horizon temporel est choisi

⁶⁴ <https://www.riverse.io/standard-documentation>

<https://app.hubspot.com/documents/20406207/view/698712837?accessId=128f19>

⁶⁵ <https://ciraiq.org/index.php/fr/projet/dynco2-calculateur-dempreinte-carbone-dynamique>

avant même la réalisation du calcul. L'ACV dynamique permet de connaître l'évolution de l'impact sur le changement climatique dans le temps, ce qui permet au développeur de projet de tester les résultats de différents scénarios où les caractéristiques temporelles sont importantes comme le stockage temporaire de carbone, la séquestration graduelle de carbone par la biomasse et le fait de repousser des émissions de GES de quelques années. En fournissant des résultats, projetés dans le temps, l'outil permet donc d'analyser les conséquences de ce choix temporel⁶⁶.

4.3 ACV, mécanismes de marché carbone et trajectoires de réduction

A l'instar de programmes tel que Reverse, d'autres organisations vérificatrices de standards du marché carbone volontaire, souhaitent apporter de la crédibilité dans l'action climatique. C'est le cas de SustainCERT, fondé par la Gold Standard Foundation en 2018 en tant qu'organisation indépendante. Il s'agit d'un vérificateur d'impact climatique aligné sur les principaux cadres internationaux, notamment sur l'initiative Science Based Target. De manière différenciante, au regard des autres acteurs de ce type, l'organisation associe la vérification de projets de réductions à celle de la chaîne de valeur de l'entreprise souhaitant contribuer à la neutralité carbone, l'approche carbone adoptée est de ce fait dite en « in setting ».

SustainCERT propose une méthode et un outil de comptabilisation et de vérification de la traçabilité des réductions d'émissions effectuées en amont du scope 3 de l'organisation. Cela permet notamment d'éviter un double comptage : comme la comptabilisation est effectuée selon une analyse de cycle de vie, une approche par allocation est adoptée afin de légitimer cette traçabilité. La réduction d'émissions est ainsi transférable aux différents produits dérivés (et acteurs correspondants) de la chaîne de valeur. Cette approche s'affranchit donc de la notion de crédit carbone. Elle permet d'inciter l'investissement, ou le co-investissement, dans la décarbonation de sa chaîne de valeur.

L'adoption d'une telle approche, permet de suivre et piloter une stratégie climat globale, de l'évaluation à la contribution à la neutralité, et de s'appuyer légitimement sur les trajectoires de décarbonation définies par l'initiative SBT.

De manière pragmatique, si les bénéfices « carbone » excédaient ceux définis par l'organisation, ou qu'ils avaient lieu sans investissement en dehors de la chaîne de valeur, ceux-ci pourraient être proposés au marché carbone volontaire dans un cadre transparent et vérifiable.

Une étude est récemment parue⁶⁷, portant sur la question de la déclinaison des objectifs stratégiques climat globaux et nationaux à des « sous-échelles », en particulier à l'échelle des organisations.

Elle pose une double question : d'une part, comment décliner des objectifs globaux en objectifs nationaux, puis en objectifs à l'échelle des organisations (voire des citoyens), selon une approche top-down, et, d'autre part, comment s'assurer non seulement de la cohérence et de la complétude des différentes comptabilités carbone, mais aussi de la durabilité dans une perspective absolue, selon une approche bottom-up ? L'étude propose ainsi un cadre méthodologique pour la décliner des objectifs globaux carbone à l'échelle des entreprises. Il insiste notamment sur la nécessité d'aller au-delà de l'indicateur carbone pour s'assurer de la durabilité des décisions prises et actions réalisées, et fournit un exemple probant de la prise en compte d'indicateurs sociaux sur la base de la « théorie du donut⁶⁸ ».

4.4 Evolutions des normes au regard de la neutralité carbone

La norme ISO 14068-1 « Gestion du changement climatique : Transition vers le zéro émissions nette, Partie 1 : Neutralité carbone », publié en novembre 2023, fournit des principes, des exigences et des lignes directrices pour atteindre et démontrer la neutralité carbone. Elle se concentre sur la quantification, la réduction et la compensation de l'empreinte carbone, en utilisant une approche hiérarchique qui donne la priorité aux réductions directes et indirectes des émissions de GES et aux améliorations de l'élimination au sein de la chaîne de valeur plutôt qu'à la compensation.

⁶⁶ SCORE LCA n° 2020-01 - Indicateur ACV « Gaz à effet de serre », définition et application : l'enjeu temporel, 2021 - Yves Gérard, Samuel Causse, Pauline Roignant - EVEA; Pierre Collet, Helen Jund - IFPEN

⁶⁷ Nicolas Desmoitié. Bridging sustainability scales, from global frameworks to operational methods for sub-level actors : focus on climate change mitigation strategies for organizations. Thèse de doctorat, Ecole centrale de Nantes, 2023.

⁶⁸ La théorie du donut est une vision économique de Kate Raworth repensant l'économie afin de répondre aux besoins humains et la préservation de l'environnement - <https://bonpote.com/leconomie-du-donut-definition-et-analyse-critique/>

La France s'oppose à la norme ISO 14 068 car celle-ci n'est pas conforme à la définition de la neutralité carbone du GIEC (la neutralité carbone ne peut être atteinte qu'à l'échelle d'un territoire). La norme ISO 14 068 stipule que la neutralité carbone est applicable aux sujets, c'est-à-dire aux organisations et aux produits. Cela est scientifiquement impossible, conduit à de nombreuses dérives potentielles (comme le double comptage) et n'incitera pas à réduire collectivement les émissions de gaz à effet de serre.

Le fait que la norme ISO 14 068 donne des définitions de termes opposées à celles données par les institutions scientifiques est problématique et remet en cause l'ISO. Il existe donc un risque de décrédibilisation des travaux de l'ISO.

Aussi, les crédits carbone ne peuvent pas être soustraits de l'empreinte carbone, cela va à l'encontre des règles définies par la communauté scientifique en matière de comptabilité carbone.

5. Recommandations

5.1 Améliorations méthodologiques

5.1.1 A destination des marchés carbone réglementaires

La méthodologie d'attribution des quotas carbone dans le cadre des marchés carbone réglementaires est actuellement basé sur la déclaration des émissions de GES produites par les organisations concernées par ces marchés. Les 3 méthodes existantes sont : la norme ISO 14 064 et 14 069, le GHG Protocol et le BEGES-R avec une orientation focalisée spécifiquement sur le climat.

L'utilisation de la méthodologie ACV organisationnelle et plus largement des principes de l'analyse du cycle de vie, permettrait de prendre en compte une multitude d'enjeux à travers l'approche multicritère, l'intégration de la dimension sociale et de garantir une certaine fiabilité quant à l'analyse des résultats grâce à la méthode d'évaluation de la qualité des données d'entrées utilisées qui permet de qualifier la robustesse de l'évaluation. Cet élargissement augmenterait la qualité des quotas carbone attribués en apportant une vraie valeur ajoutée.

L'ASPECT MULTICRITERE, OUVERTURE SUR LE CONCEPT DE LIMITES PLANETAIRES

Le fait que l'approche ACV-O soit multicritères permet de responsabiliser davantage les entreprises concernées dans leur choix de réduction, et ce notamment afin d'éviter les transferts d'impacts.

En effet, l'ACV de par son aspect holistique, vise à prendre en compte l'ensemble des dommages des activités humaines sur les 3 principales aires de protection : la santé humaine, la qualité des écosystèmes et les ressources. Son cadre d'évaluation permet de regrouper les voies d'impact contribuant aux mêmes indicateurs et *in fine* aux mêmes dommages. Cela permet de replacer l'enjeu du changement climatique parmi l'ensemble des enjeux environnementaux.

Cette vision multi-enjeux est reprise par le concept de limites planétaires. Le concept des limites planétaires a été proposé par une équipe internationale de chercheurs en 2009 (Stockholm Resilience Centre) et permet d'identifier des bornes à ne pas dépasser pour garantir le maintien de l'écosystème Terre dans l'Holocène, son état actuel depuis environ 10 000 ans. Les limites planétaires ont récemment été mises à jour en 2023, en confirmant l'ensemble initial de limites, en adaptant certaines d'entre elles et en proposant de nouvelles valeurs plus robustes. En 2023, 6 limites sur 9 ont déjà été franchies : climat, biodiversité, usage des sols, nouvelles substances, cycles azote et phosphore, utilisation d'eau douce.

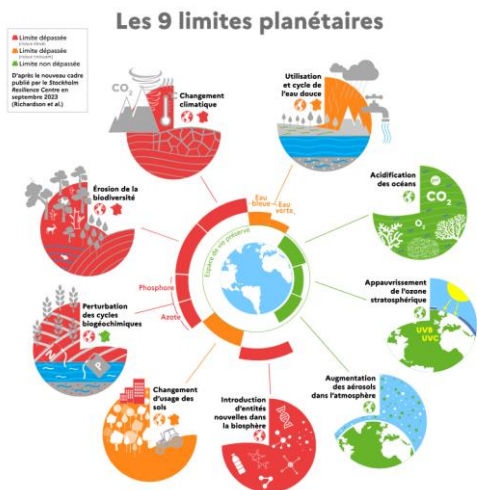


Figure 28. Limites planétaires selon le CGDD 2023⁶⁹

Le changement climatique et la perte de biodiversité sont les 2 limites les plus critiques car elles peuvent à elles seules faire basculer le système Terre vers la sortie de l'Holocène, car toutes les limites (enjeux) sont plus ou moins liées entre elles. Les méthodes d'évaluation de l'état actuel pour chaque limite et notamment du seuil à ne pas franchir (par exemple 350 ppm pour le CO₂ dans l'atmosphère pour la limite concernant le climat), entre autres paramètres, sont l'objet de nombreux travaux académiques de la part de la communauté scientifique.

De récents développement tendent à faire converger le cadre ACV à celui des limites planétaires. Un rapport technique du JRC⁷⁰, de 2016, traite de l'articulation possible entre la méthode ACV et le concept des limites planétaires (comme de nombreux travaux académiques depuis une dizaine d'années, cf. Annexe 5). En introduction, les auteurs rappellent que l'enjeu est de quantifier, au mieux, les impacts environnementaux au niveau mondial pour un développement durable (et ce malgré les incertitudes liées aux méthodes). Cela dans l'objectif d'orienter les politiques publiques et le système économique. Ils rappellent également le rôle de la normalisation en ACV, qui permet de ramener les impacts à une échelle nationale, continentale, mondiale et de comparer les catégories d'impact.

Une approche multicritère reposant sur le concept des limites planétaires appliquée dans un cadre ACV-O permettrait d'élargir le critère d'attribution des quotas en intégrant des contraintes reposant sur l'ensemble des enjeux environnementaux limitant ainsi les transferts d'impact.

LA DIMENSION SOCIALE

Comme l'a stipulé le GIEC à travers la publication de son 6^{ème} rapport, la société doit réduire dès à présent et drastiquement ses émissions de GES afin d'atteindre les objectifs de l'Accord de Paris, dont le but était bien de pouvoir limiter l'augmentation de la température à +1,5°C d'ici la fin du siècle. Les entreprises doivent se fixer des objectifs transparents qui opèrent une distinction claire entre la réduction de leurs émissions et la séquestration de carbone issue de financement de projets en dehors de la chaîne de valeur.

Les organisations financeuses ont pour responsabilité de s'assurer que les solutions basées sur la nature renforcent les droits et les moyens de subsistance des communautés locales, protègent les écosystèmes et

⁶⁹ CGDD (2023) *La France face aux neuf limites planétaires. Rapport du commissariat général au développement durable*

⁷⁰ Rapport JRC - *Global environmental impacts and planetary boundaries in LCA - 2016* : <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC105141>

soient soumises à de solides mesures de protections sociales et environnementales garantissant que les communautés locales, les peuples autochtones et les défenseurs et défenseuses qui œuvrent en première ligne soient respectés et puissent s'exprimer librement.

Afin d'avoir une vision plus complète des impacts des projets de compensation carbone, il conviendrait d'intégrer la question des impacts sociaux et donc d'ajouter une dimension sociale à cette évaluation. L'intégration de cette dimension pourrait repartir des principes de l'ACV sociale qui s'inspire elle-même des principes de l'ACV (produits & organisationnelle) rajoutant une approche multi-acteurs afin d'intégrer l'ensemble des parties prenantes telles que : les travailleurs, les communautés locales, la société, les fournisseurs, les consommateurs et les enfants (cf. Figure 29).

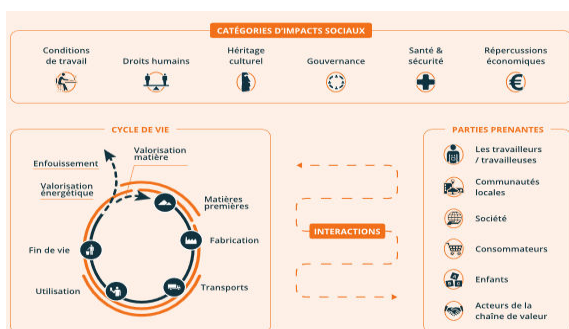


Figure 29 : L'ACV sociale en schéma - source : EVEA

Cette méthodologie se base essentiellement sur les recommandations du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP – United Nations Environment Program) recommandant une liste de 40 sous-catégories. Finalement, dans le cadre d'une évaluation d'un projet de compensation carbone, il conviendrait d'évaluer pour chacune des parties prenantes les catégories d'impacts sociaux et sous-catégories concernées.

Une première évaluation non exhaustive des risques sociaux est possible grâce à l'utilisation de bases de données comme la Social Hotspot Database (SHDB) Risks Mapping tool, qui permet d'identifier les « points chauds » des impacts sociaux. La carte présentée ci-après permet d'identifier, par pays et secteur (ici le secteur forestier) où se trouvent les risques sociaux et leurs niveaux d'impact.

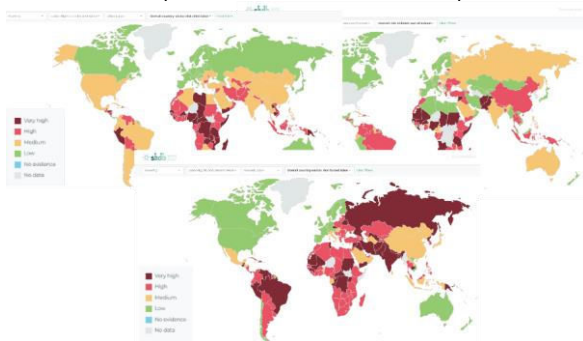


Figure 30 : Cartographies de risques sociaux dans le secteur forestier, classés par pays et niveau d'impact - source : SHDB

En utilisant cet outil, il est possible de comparer les risques sociaux du secteur par pays puis d'affiner l'interprétation des résultats au niveau de chaque catégorie d'impact, de chaque sous-catégorie et de chaque indicateur comme l'exemple présenté ci-après avec la Figure 31. Il pourrait également permettre de s'assurer de prendre en compte de potentiels impacts négatifs dans le cadre d'un projet, d'éviter un transfert d'impacts

social au sein du pays concerné par le projet et de servir d'aide à la décision dans la sélection de plusieurs projets de mêmes typologies.

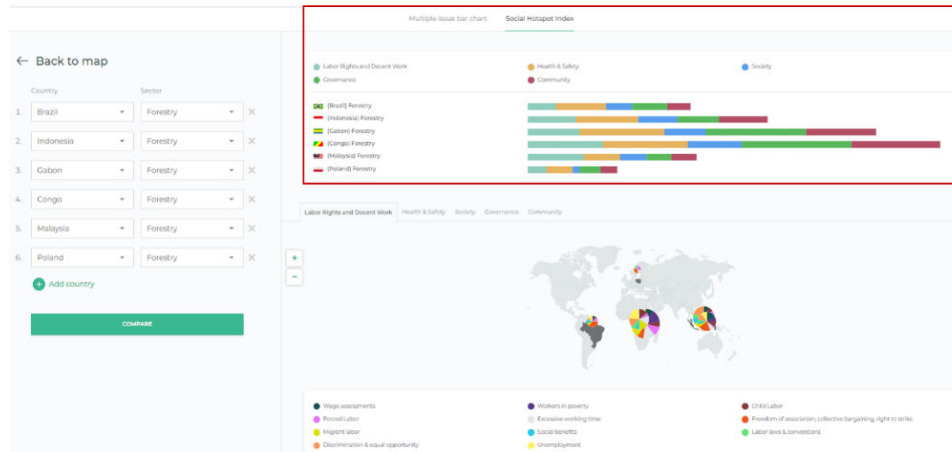


Figure 31 : Exemple de hotspots identifiés par pays concerné pour le secteur forestier - source SHDB

A défaut de pouvoir intégrer des indicateurs à proprement parler au sein des méthodes d'évaluation de projets en utilisant des outils comme présenté en amont, il serait intéressant d'intégrer une notice présentant à minima des garanties, ou « gardes fous » pour s'assurer que la mise en œuvre d'un projet présente le moins de conséquences néfastes sur les communautés locales. Cela permettrait éviter notamment de potentiels transfert d'impacts, en réduisant d'un côté ceux en lien avec le climat et créer ou aggraver la situation d'un point de vue social.

Cette notion de « garde fous » est d'ailleurs utilisée dans le cadre de la Taxonomie européenne, les « EU Taxonomy Minimum Safeguard » stipulés au sein de l'Article 18.

They are, for example, supported in the EU Communication COM(2022)66 of 23 February 2022 on decent work worldwide. The communication announces measures closely related to the assessment made in the report, including:

- 1) Promoting human rights and environmental due diligence by companies, to ensure identification, prevention, mitigation, and accountability for actual and potential adverse impacts on human rights along global supply chains.
- 2) Excluding activities that involve products resulting from forced labour.
- 3) Strengthening companies' disclosure of information on sustainability aspects, including on decent work in global supply chains, to enhance sustainable investments and transparency for other stakeholders.
- 4) Providing guidance and strong legal provisions on socially sustainable public procurement and making sustainable products the norm to enhance fair consumption.

Not all items in the Article 18 documents are mandatory for companies today, where governments have not enshrined them in their laws.

Some aspects of these documents are, however, mandatory in many countries, such as the prohibition of child and forced labour, tax fraud, corruption and bribery, and unfair competition. Some EU countries, and especially the EU Commission, are presently working out mandatory due diligence laws in line with the UNGPs, with the proposal for a Directive on Corporate Sustainability Due Diligence by the EU Commission published on 23rd February 2022,⁶ and related disclosure requirements being worked out by the European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG).

This advice on minimum safeguards was developed in the midst of ongoing drafting of these major legislations on due diligence and sustainability reporting. It therefore runs in parallel with other EU initiatives to harden soft law instruments such as the OECD guidelines for MNE and the UNGPs. This situation entails that a revision of this advice might become necessary once these legislative initiatives are finalised and implemented, and some practical experiences have accumulated. In this situation, where the distinction between mandatory and voluntary approaches to human rights including labour rights and governance aspects by businesses is dissolving, the report tries to find an answer to the question of compliance with Article 18 documents.

Figure 32 : Extrait du final Report on Minimum Safeguards de la Taxonomie verte, octobre 2022 - source : Commission européenne

Ci-après les enjeux importants qui pourraient être adressés dans l'évaluation d'un projet de compensation carbone :

- Pour les communautés locales :
 - La question de l'accès aux ressources matérielles et immatérielles ;
 - Le respect du patrimoine culturel et des droits des peuples autochtones ;
 - Les délocalisations et migrations ;
 - La garantie de conditions de vie saines et sûres ;
- Pour la partie prenante "travailleurs" (et en particulier pour les "petits exploitants") :
 - Travail des enfants ;
 - Travail forcé ;
 - Horaires excessifs de travail ;
 - Santé et sécurité ;
 - Rémunérations équitables ;
- Pour la partie prenante "société" :
 - Prévention et atténuation des conflits armés ;
 - Corruption ;
 - Contribution au développement économique ;
 - Développement technologique ;
 - Réduction de la pauvreté.

La prise en compte des critères sociaux comme condition permettrait également d'augmenter l'intégrité environnementale des crédits carbone délivrés, tout en diminuant l'impact des inégalités sociales. D'ailleurs, le GIEC affirme qu'il n'y aura pas de transition écologique réussie et durable sans justice sociale.

Il n'existe pas encore d'harmonisation entre les bases de données mobilisées par la méthodologie de l'ACV sociale qui présentent une approche très qualitative basée sur des statistiques et celles utilisées dans le cadre des ACV environnementales produits et organisationnelles, qui permettent la quantification des «hot spots». Toutefois cette approche reste complémentaire et peut être traitée en parallèle de l'approche environnementale plus quantitative présentée en amont pour les ACV-O et produits.

A noter qu'un projet de norme est en cours d'élaboration et devrait paraître courant 2024 proposant des guidelines pour le management environnemental en intégrant la dimension sociale. Il s'agit de la norme 14075 – Management environnemental – Principes et cadre pour l'analyse sociale du cycle de vie.

5.1.2 A destination du marché carbone volontaire

Le marché carbone volontaire fonctionne sur la base du développement de projets d'évitement et de contribution à la neutralité carbone régit par un ensemble d'acteurs qui en font un marché diversifié et complexe. La multiplicité et diversification des acteurs, ainsi que l'absence d'une instance de régulation à l'échelle de ce marché n'ont jusqu'à présent pas favorisé le développement d'un cadre méthodologique homogène à l'international.

L'utilisation des principes de l'analyse du cycle de vie dans l'élaboration des méthodologies adoptées pour les projets d'évitement et de contribution permettrait d'élargir l'évaluation des bénéfices environnementaux tout en limitant les dommages et transferts d'impact. Cela pourrait devenir un outil d'aide à la décision pour les organisations souhaitant financer ces projets d'évitement et/ou de contribution.

LA METHODE ACV ET OUVERTURE SUR LA METHODE EMPREINTE PROJET

En plus des éléments mentionnés dans la section précédente, en lien avec l'aspect multicritère et les limites planétaires, les outils de la méthode ACV, et plus particulièrement les bases de données, pourraient alimenter les outils du marché du carbone volontaire.

Les bases de données d'ACV permettent de s'assurer d'un haut niveau de qualité des données, car elles reposent sur plusieurs principes que l'on pourrait résumer ainsi :

- D'abord **la transparence** ; les données d'ACV sont construites de manière à permettre une bonne compréhension des données. Ainsi les praticiens peuvent juger si la donnée est adaptée à son besoin et dispose de plusieurs sources de données et de critères de décision pour réaliser ce choix ;
- La **représentativité** géographique, temporelle et technique des données ACV sont caractérisées de manière qualitative (DQR) et quantitative permettant d'évaluer la représentativité du système étudié ;
- La **précision et l'adéquation** complètent l'analyse de la qualité sur le volet représentativité et permettent, combinés à l'incertitude des facteurs de caractérisation des impacts par une analyse de Monte Carlo, de propager cette incertitude aux résultats et ainsi estimer si les différences d'impact observées entre deux projets sont significatives ou pas par rapport aux incertitudes embarquées.

Ces principes permettent de prendre du recul sur la probabilité de réaliser les performances quantifiées par les méthodes d'évaluation de l'impact. L'ACV comme décrite dans ce rapport est dite **attributionnelle**, et correspond à une image à un temps t considéré comme un état statique. L'analyse des impacts consécutifs à un changement dans le cycle de vie d'un produit (bien ou service), par rapport à un scénario de référence, en tenant compte des dynamiques de marché est appelée **ACV conséquentielle**. Elle peut être utilisée pour aider à la prise de certaines décisions politiques par exemple, ou à des orientations stratégiques pour certains secteurs. **La temporalité des inventaires et des émissions de gaz à effet de serre, ainsi que de leur facteur de caractérisation**, aurait quant à elle son importance pour le marché carbone volontaire, étant donné qu'elle influe directement sur les résultats de modélisation des impacts sur le changement climatique. C'est ce que permet l'**ACV dite dynamique**, *a contrario* de l'ACV dite statique, comme détaillé dans la partie ci-avant.

L'empreinte projet (EP) est une méthode ADEME inspirée de l'ACV conséquentielle. Elle permet de quantifier les impacts potentiels d'un projet, d'une action ou d'un plan d'action mis en place par une organisation par rapport à un scénario de référence. Elle répond au besoin suivant : avoir la capacité d'évaluer (et donc de financer) des projets vertueux pour l'environnement. Si cette méthode est avant tout destinée à être utilisée dans les Appels à Projet (AAP) de l'ADEME pour déterminer si les projets financés contribuent à une société plus soutenable, ses objectifs sont plus largement :

- D'évaluer si un projet présente un bénéfice pour l'environnement ;
- D'éco-concevoir des projets, en questionnant ce qu'ils apportent au système ;
- D'homogénéiser les pratiques et niveaux d'exigence pour évaluer un projet.

Cette procédure pourrait alimenter le marché carbone volontaire dans le cadre du développement méthodologique des projets d'évitement et de contribution afin de garantir une contribution positive pour la société et l'environnement en évitant les transferts d'impact et les effets rebonds.

Cette approche proposée permettrait de développer une analyse plus poussée à déployer dans le cadre des critères d'attribution des quotas carbone ou lors du développement de projets générateurs de crédits carbone (notion de multi-additionnalité) ou encore dans le cadre de développement de stratégie d'entreprise souhaitant aller au-delà d'une simple volonté de contribution à la neutralité carbone (exemple : intégration de la thématique eau ou épuisement des ressources dans une même stratégie).

L'APPORT DE L'ACV DYNAMIQUE DANS LES PROJETS

La méthode d'ACV la plus utilisée, dans le cadre de l'impact des gaz à effet de serre sur le changement climatique, est celle dite « statique », c'est-à-dire sans tenir compte de la date d'émission ou d'absorption des gaz à effet de serre. Or, la dégradation des GES dans l'atmosphère s'effectue sur un temps donné, à l'exception du CO₂ pour lequel il ne s'agit pas de dégradation mais de l'absorption par des puits de carbone. Il existe des approches dynamiques tant au niveau de l'inventaire des émissions, que de leur caractérisation, mais qui ne sont pas encore démocratisées auprès des praticiens en ACV, ni dans les marchés carbone (ni dans les objectifs de net zéro).

La synthèse de l'étude SCORE LCA « SCORE LCA, indicateur ACV « gaz à effet de serre », définition et application : l'enjeu temporel »⁷¹ indique que les enjeux liés à la prise en compte des dynamiques temporelles

⁷¹ SCORE LCA, indicateur ACV « gaz à effet de serre », définition et application : l'enjeu temporel, 2021, 10p, n°2020-01

sont particulièrement importants dans le domaine du bâtiment (par exemple : consommation d'énergie en fonction des saisons et mix d'approvisionnement en fonction des années, dynamique d'émissions et de captation du carbone biogénique, évolution des facteurs de caractérisation dans le temps) et que de manière générale, les profils d'émissions en fonction du temps peuvent être importants à prendre en compte, notamment pour la comparaison de produits avec des profils différents.

Pour réaliser un inventaire dynamique, les flux élémentaires doivent suivre une distribution temporelle. Dans le cas de l'exemple du cycle de vie d'un bâtiment, l'évolution du mix électrique au cours des années, la variabilité de l'utilisation de certains produits ou services ou encore les modélisations prospectives sont des exemples d'inventorisation dynamique du cycle de vie.

Une fois l'inventaire réalisé, la caractérisation dynamique des impacts sur le changement climatique peut être menée. Les méthodes développées jusqu'à présent proposent de considérer un point fixe dans le temps pour définir l'horizon temporel de chaque GES en fonction de sa date d'émission, ce qui peut permettre, par exemple, d'estimer les délais de compensation pour l'atténuation des émissions liées à l'utilisation des terres, ou de calculer les effets des émissions de carbone biogénique de la biomasse à rotation longue. La synthèse indique également que l'approche dynamique est particulièrement pertinente pour les systèmes faisant intervenir le cycle du carbone biogénique, notamment pour mieux évaluer la réelle compensation des émissions obtenue par la séquestration de carbone sur un temps donné, tandis que l'approche statique limite la pertinence de cette évaluation. Cette approche dynamique serait donc pertinente pour le marché du carbone volontaire qui porte beaucoup de projets de compensation reposant sur la séquestration de carbone via le cycle du carbone biogénique.

Cependant il n'existe *a priori* encore aucun consensus quant à l'approche de modélisation des flux dynamiques à adopter et à leur intégration dans les méthodes d'évaluation environnementale actuelles. En effet, des méthodes plus ou moins complexes d'élaboration des profils d'émission-séquestration du carbone biogénique ont été proposées, qui tiennent compte de la dynamique de croissance de la biomasse mais peuvent aussi inclure celle du carbone organique du sol ou encore des modèles économiques.

Par ailleurs, le choix de l'ordre de modélisation du cycle du carbone (séquestration-émission ou émission-séquestration) a également un impact très important, en ACV attributionnelle, sur les résultats de la modélisation dynamique du changement climatique : une séquestration suivie d'une émission tend à diminuer les impacts par rapport à l'hypothèse de neutralité climatique, alors qu'une modélisation émission puis séquestration tend au contraire à accroître ces impacts. Ce choix aura aussi un impact dans une utilisation pour le marché carbone volontaire ; une approche conservatrice est d'adopter la séquence émission puis séquestration.

5.2 Recommandations pratiques pour les entreprises

5.2.1 L'objectif de Net zéro planétaire

L'ensemble de ces recommandations concernent uniquement le marché carbone volontaire sur lequel les organisations ont un levier d'action direct à travers leur engagement dans la transition bas-carbone.

L'engagement des organisations à l'égard du marché de compensation carbone volontaire doit perdurer et augmenter, mais dans le respect des autres enjeux environnementaux, ainsi que des enjeux sociaux et des consommateurs finaux. Le recours à la compensation carbone volontaire, à la séquestration du carbone ou à l'évitement d'émissions de CO_{2eq} n'est bénéfique et pertinent que lorsque des actions concrètes en faveur de la décarbonation de l'organisation concernée sont engagées, par des efforts d'atténuation et d'adaptation.

Une des premières recommandations qui peut être formulée serait d'imposer un prérequis d'engagement, réel et vérifiable, dans une stratégie de décarbonation pour toutes organisations souhaitant financer des projets d'évitement ou de contribution à la neutralité carbone. Cela pourrait correspondre à la réalisation d'un Bilan GES ou d'une ACV organisationnelle, associés à un plan d'actions piloté dans le temps. Si l'on remet en parallèle le référentiel de la NZI présenté ci-après (Figure 33) dont l'objectif est de transmettre des lignes directrices aux organisations pour prioriser leurs efforts, cela signifie agir en premier lieu sur le pilier A – « Je réduis mes émissions ».

Le pilier C porté sur la séquestration des émissions à travers l'augmentation des puits de carbone propose 2 typologies de projets à réaliser au sein ou en dehors de sa chaîne de valeur. La majorité des projets de

séquestration sur le marché de la compensation carbone volontaire sont des projets dit « *off setting* », c'est-à-dire en dehors de la chaîne de valeur. Développer davantage les projets dits « *in setting* » permettrait d'avoir un contrôle plus important de leur réalisation dans le périmètre de la chaîne de valeur de l'organisation financeuse.

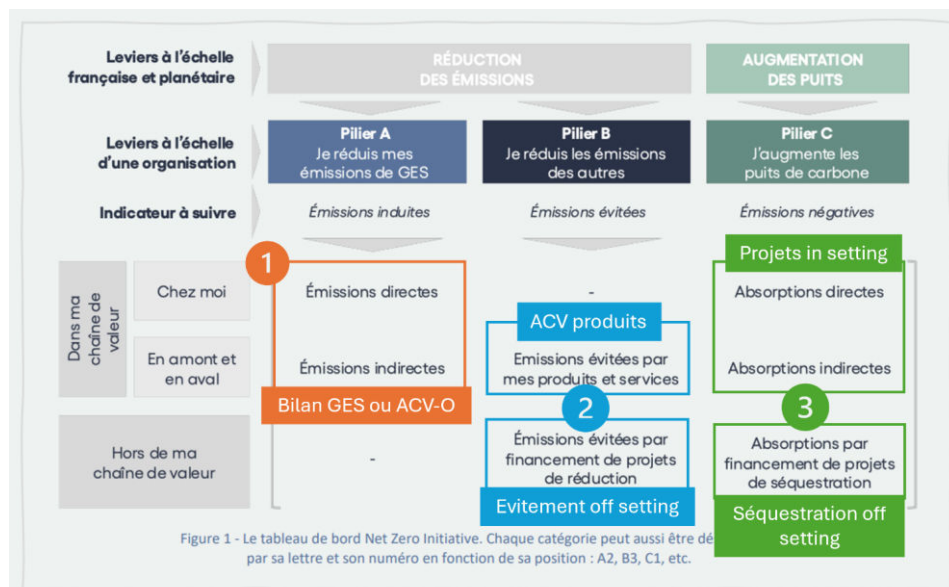


Figure 33 : Tableau de bord de la Net Zéro Initiative révisé - source Carbone 4 & EVEA

De manière générale, afin de s'assurer de la qualité des projets et notamment de leur performance environnementale et sociale, les organisations financeuses peuvent :

- Reprendre les principes fondamentaux du carbone (Figure 26) et la procédure d'évaluation publiés en mai 2023 par l'ICVCM (Integrity Council For the Voluntary Carbon Market) pour les aider à bien identifier la valeur d'un crédit à haute « intégrité environnementale » et ainsi choisir les projets en conséquence, sans oublier la dimension sociale et les quelques garde fous à maîtriser pour éviter les impacts significatifs ;
- Privilégier une rémunération des projets à leur juste valeur, en se renseignant sur les modalités de mise œuvre, les problématiques locales potentielles, etc. ;
- Challenger les porteurs de projet sur les méthodologies utilisées et favoriser les projets ayant fait l'objet d'une évaluation de l'impact environnemental et social.

D'un point de vue communicationnel et commercial, il serait judicieux de respecter quelques principes pour éviter d'être associé à toute forme de « greenwashing » et cela commence par :

- La **TRANSPARENCE** : expliquer les objectifs, les projets, la manière d'atteindre les objectifs et la place de la compensation/contribution carbone dans cette stratégie de décarbonation auprès du public ;
- La **RESPONSABILITE** : transmettre en toute transparence des éléments tangibles sur les avancées de l'organisation en matière de décarbonation (réduction + séquestration) pour garantir l'intégrité environnementale de toute organisation déclarante ;
- L'**IMPACT** : lancer des actions officielles vérifiables et robustes au lieu de campagnes de communication. Agir plutôt que communiquer ;
- L'**AUTHENTICITE** : toujours aligner sa stratégie de communication avec ses objectifs de décarbonation long terme accompagnée de son plan de transition. Se prémunir contre l'évolution des

terminologies floues, trop générales, ou non étayées autour des affirmations des organisations en matière d'action climatique. Utiliser des affirmations fidèles à leur marque et leur engagement.

D'un point de vue méthodologique, les approches ACV sont de plus en plus souvent évoquées dans la mise en place de politiques publiques, notamment au sein de l'Union européenne qui introduit l'approche dans de nombreuses réglementations environnementales depuis les années 90.

Celle-ci a en particulier introduit la pensée cycle de vie au cœur de nombreuses réglementations associées au Pacte Vert pour l'Europe (Green Deal), pour garantir la réduction des émissions de GES et l'atteinte de la neutralité carbone à horizon 2050. Ce déploiement de la pensée cycle de vie est toujours à l'œuvre avec deux textes en cours d'élaboration :

- Le projet de directive européenne « Green Claims » (relative aux allégations environnementales) exige que les allégations environnementales soient fondées sur une évaluation démontrant l'importance des incidences, des caractéristiques et des performances du point de vue du cycle de vie⁷² ;
- Fin 2022, la Commission européenne a proposé un règlement « écoconception » (règlement ESPR, **E**codesign for **S**ustainable **P**roducts **R**egulation) dont l'objectif est d'établir des exigences applicables aux produits du marché européen en matière d'écoconception, et ce en tenant compte de toutes les étapes du cycle de vie des produits, pour notamment réduire l'incidence négative du cycle de vie des produits sur l'environnement⁷³.

Par exemple, la taxonomie européenne, au cœur de l'écosystème de financement durable, propose une évaluation de la durabilité de plus de 100 activités économiques qui repose entre autres sur le potentiel de verdissement ou la réduction des émissions dans d'autres secteurs.

Par ailleurs, un élément clé du paquet "Fit for 55" (qui fait partie du Pacte Vert Européen également), est la révision de la directive sur les énergies renouvelables (RED II), afin d'aider l'UE à atteindre le nouvel objectif de 55 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Cependant, malgré une tendance croissante de l'intégration de la pensée cycle de vie dans les réglementations, des problèmes subsistent dans l'interface entre la science et les décideurs politiques afin d'assurer une mise en œuvre effective et efficace de l'ACV dans les équipes en entreprise chargées d'appliquer le cadre législatif pour démontrer le potentiel de réduction de leurs activités et briques technologiques.

5.2.2 Décloisonner les travaux d'experts, diffuser les apports de la méthode ACV

Des barrières subsistent entre les praticiens ACV et les spécialistes des questions climatiques dans les organisations. Afin de favoriser une vision holistique et intégrée de la gestion des enjeux environnementaux, il est impératif de briser les cloisonnements entre décideurs politiques et scientifiques experts en ACV, ainsi qu'entre spécialistes des questions climatiques et praticiens ACV.

Pour renforcer les liens entre les équipes scientifiques ACV et les instances décisionnelles d'une part, les spécialistes ACV et spécialistes du climat d'autre part, une recommandation serait que les praticiens ACV mettent davantage en avant leur rôle pédagogique que leur expertise en comptabilité environnementale.

Tout d'abord, les praticiens ACV jouent un rôle crucial dans la sensibilisation et l'éducation des entreprises sur les principes de l'ACV, ses avantages et limites, ainsi que pour la promotion des bonnes pratiques dans ce domaine. De cette manière, les scientifiques praticiens de l'ACV contribuent à rapprocher ces divers acteurs

⁷² Proposition du 22 mars 2023 de Directive du Parlement européen et du Conseil relative à la justification et à la communication des allégations environnementales explicites (directive sur les allégations écologiques) - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52023PC0166>

⁷³ Proposition du 30 mars 2022 de Règlement du Parlement européen et du Conseil établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits durables et abrogeant la directive 2009/125/CE - https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:bb8539b7-b1b5-11ec-9d96-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF

et à favoriser une meilleure compréhension mutuelle des enjeux liés à la stratégie carbone et environnementale.

De plus, les praticiens ACV jouent un rôle important pour expliquer et souligner l'impact significatif que des choix méthodologiques (ex : source des données et des facteurs d'émissions, méthodes d'allocation, règles de coupure, etc.), peuvent avoir sur les résultats des études ACV, tout en restant alignés avec les standards ISO relatifs à l'ACV ou la quantification des GES.

Dans ce contexte, leur rôle est de guider les parties prenantes dans la prise de décisions collaboratives, en favorisant des choix méthodologiques solides sur le plan scientifique, tout en respectant les socles méthodologiques ISO et inscrits dans les réglementations en lien avec le Green Deal européen.

Ainsi, une recommandation serait d'inciter les praticiens ACV à s'impliquer dans les groupes de travail de professionnels en consortium travaillant dans le cadre notamment des lignes directrice PCR ou PEFCR, en fournissant une expertise utile pour la conception de référentiels ACV sectoriels consensuels et robustes scientifiquement, en précisant des exigences et recommandations consensuelles standardisées, pour faciliter le déploiement des réglementations européennes.

Cela contribuerait à faciliter l'harmonisation des pratiques entre acteurs, la confiance dans les résultats, et la reconnaissance de la pratique ACV pour identifier les briques technologiques pertinentes pour l'atteinte des objectifs climatiques.

Cette collaboration entre les acteurs institutionnels, les responsables de l'élaboration et de la mise en œuvre de la stratégie carbone au sein des entreprises, renforcera l'uniformité des pratiques, la confiance dans les résultats et la reconnaissance de l'ACV comme outil fiable pour atteindre les objectifs climatiques en identifiant les meilleures solutions technologiques. En travaillant ensemble, ces experts joueront un rôle essentiel pour établir des normes partagées, promouvant ainsi une approche collective et efficace vers la durabilité environnementale.

5.2.3 « Pour une Europe plus propre et plus compétitive »

Dans sa communication intitulée « Un nouveau plan d'action pour une économie circulaire – Pour une Europe plus propre et circulaire »⁷⁴, en date du 11.03.20, la Commission européenne a fortement recommandé aux entreprises d'étayer leurs allégations environnementales en utilisant les méthodes de l'empreinte environnementale d'organisation et de produit. Elle s'est également engagée à intégrer ces méthodes dans l'Ecolabel de l'Union européenne.

Trois ans plus tôt l'UN Environnement (i.e. le Programme des Nations unies pour l'environnement) et Life Cycle Initiative ont lancé un « road test » auprès d'un panel de 12 entreprises dans le monde pour afin d'évaluer l'applicabilité de la méthode d'ACV organisationnelle⁷⁵.

Parmi l'échantillon d'entreprises ayant participé à cette enquête, les objectifs de réalisations et motivations étaient diverses, mêlant une vision analytique, managériale et sociétale. Il est néanmoins ressorti comme principale motivation la volonté de sensibiliser à l'environnement à des fins marketing. Le 2^{ème} objectif qui ressort le plus est d'identifier les « hotspots » des impacts environnementaux pour contribuer à réduire la pression sur l'environnement et de piloter par la suite les améliorations de la performance environnementale des organisations, objectif suivi de près par le fait de pouvoir d'utiliser l'ACV Organisationnelle comme un outil permettant d'améliorer les processus de décision au sein de la gouvernance.

Il ressort de cette volonté de mettre en application l'ACV organisationnelle des profils d'entreprises hétérogènes au regard de leur expérience respective en matière d'outils environnementaux. Celles ayant une expérience préalable des outils environnementaux ont déclaré que les évaluations existantes ont facilité la mise en œuvre de l'ACV-O, notamment en ce qui concerne la définition du périmètre, du flux de rapports, des processus impliqués dans chaque activité, de l'inventaire des personnes ressources à interviewer et la collecte des données primaires.

⁷⁴ https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1_0013_02/DOC_1&format=PDF

⁷⁵ <https://www.lifecycleinitiative.org/library/road-testing-organizational-life-cycle-assessment-around-the-world-applications-experiences-and-lessons-learned/Bibliographie/ACVorga/Biblio%20Jeanne%20ACV%20ORGA/O-LCA-roadtesting-1.9.17-1.pdf>

Commenté [LL2]: Commentaire de PO à prendre en compte par Aurélie

Commenté [LL3R2]: Aurélie Perin parle-t-on de PCR ou de PEFCR ici ? si oui, le dire (avec référence aux normes et au guide PEF). Si non, précisez de quoi on parle ?

pas trouvé d'ailleurs le mot "PCR" ni le mot "PEFCR" dans le document... cela aurait pu être (un peu) développé avant la conclusion

Il a également été mis en avant par la plupart des expérimentateurs que la familiarité avec la méthode ACV-O acquise au cours de l'expérimentation (par exemple, l'établissement d'une routine de collecte de données et la conception d'un outil approprié), réduirait de 10 à 50 % le temps nécessaire à une étude future.

A noter que la réalisation d'une telle étude nécessite des compétences spécifiques, du temps et des ressources financières. La durée estimée du projet est comprise entre 3 et 18 mois pour une médiane de 450h de travail sur l'ensemble de l'équipe projet. La durée varie bien évidemment en fonction de l'expérience de l'organisation en matière d'outils environnementaux et de la diversité de son portefeuille produit. De plus pour mener à bien les études d'ACV-O, les organisations devront :

- Se munir de logiciels et BDD spécifiques ;
- Réaliser une analyse critique des données et de leur qualité ;
- Mettre en forme l'inventaire pour préparer sa saisie dans le logiciel d'ACV ;
- Construire une structure adaptée au sein du logiciel pour répondre aux objectifs de l'étude ;
- Choisir la bonne méthode d'évaluation parmi celles qui existent (ReCiPe, EF, Tracy, etc.) ;
- Simuler des scénarios pour évaluer des améliorations potentielles.

Le recours à l'ACV, méthode normée et reconnue comme objective (à partir du moment où les travaux sont vérifiés), permet de disposer d'arguments objectifs pour communiquer auprès du grand public et de ses parties prenantes sur les différents efforts en matière de respect de l'environnement par la société.

Ainsi, la mise en œuvre de l'ACV Organisationnelle au sein de l'entreprise peut s'opérer de plusieurs manières :

- L'entreprise a déjà réalisé un Bilan GES et souhaite élargir son évaluation avec une approche multicritère et fiabiliser davantage l'exercice de comptabilité carbone à travers la méthodologie ACV. Il faudra alors s'approprier les grands principes de l'analyse du cycle de vie et reprendre l'ensemble des facteurs d'émissions utilisés et les compléter avec des « facteurs d'impact » pour d'autres indicateurs. La Base Empreinte est une BDD de facteurs d'impact. Pour les autres BDD, type Ecoinvent, Agribalyse, etc. il faut mobiliser des méthodes de caractérisation (PEF, ReCiPe) pour transformer les IVC (Inventaire du Cycle de Vie) en facteur d'impact par l'utilisation d'outil spécifique tel que SimaPro, GABI, ou OpenLCA ;
- L'entreprise a déjà réalisé une ACV produit et souhaite désormais évaluer la performance environnementale de son organisation. Dans ce cas-là l'entreprise est déjà familière avec les BDD et les principes de l'analyse du cycle de vie ;
- L'entreprise part de zéro et a pour objectif d'évaluer son impact environnemental.

Il existe aujourd'hui peu de retours d'expérience⁷⁶ et donc de recul sur l'utilisation et l'applicabilité de cette méthode d'évaluation, aujourd'hui l'évaluation la plus utilisée à l'échelle d'une organisation restant le Bilan des émissions de GES, centrée uniquement sur le changement climatique. Cependant, dès lors qu'une organisation souhaite *a minima* élargir son prisme d'évaluation afin d'avoir une vision plus complète de son empreinte environnementale en se rapprochant d'une prise en compte des limites planétaires, elle devra se tourner vers l'ACV Organisationnelle.

⁷⁶ Rapport LC initiative sur O-LCA - <https://www.lifecycleinitiative.org/tag/olca/>

ANNEXES

Annexe 1 : Liste des publications consultées pour la partie 1 de la présente étude

Les documents présentés ci-après ont été consultés et ont contribué à l'analyse de cette étude. Ils sont mis à disposition si le lecteur souhaite aller plus loin dans sa réflexion sur les sujets traités.

Le marché carbone de conformité

Chiffres clés du marché de conformité de l'Union européenne : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat-decembre-2022/22-le-systeme-europeen-dechange-de>

Le système d'échange de quotas d'émissions : <https://www.ecologie.gouv.fr/systeme-dechange-quotas-demission>

Uniated Nations Climate Change Secretariat (2014) : Handbook on MEASUREMENT REPORTING AND VERIFICATION for developing countries parties

Les engagements de l'Union européenne – graphiques : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat-2023/pdf/pages/partie6/18-engagements-de-lunion-europeenne.pdf>

Les engagements de l'Union européenne – chiffres : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat-2023/18-engagements-de-lunion-europeenne>

Conseil européen (2018) : Joint statment of the 20th EU-China Summit & EU-China leader's statement on climate change ans clean energy (2018) - <https://www.consilium.europa.eu/media/36165/final-eu-cn-joint-statement-consolidated-text-with-climate-change-clean-energy-annex.pdf>

Journal officiel de l'Union européenne (15.05.23) : Communication de la commission. Publication du nombre total de quotas en circulation en 2022 aux fins de la réserve de stabilité du marché relevant du système d'échange de quotas d'émission de l'UE établi par la directive 2003/87/CE - [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023XC0515\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023XC0515(01))

La réserve de stabilité de marché et le surplus de quotas : CITEPA, 2022 - https://www.citepa.org/fr/2022_06_a03/

Environmental Defense Fund, CDC Climat research, Caisse des dépôts group, IETA (2015) : TOKYO : An emission trading case study - https://www.i4ce.org/wp-content/uploads/2022/07/tokyo_case_study_may2015-2-1.pdf

Bureau of Environment Tokyo Metropolitan Government (2018) - <https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/en/climate/index.html>

I4CE (2017) : EU ETS last call before the doors close on the negotiations for the post-2020 reform - <https://www.i4ce.org/publication/eu-ets-dernier-appel-avant-la-fermeture-des-portes-des-negociations-pour-la-reforme-post-2020-3/>

I4CE (2017) : Allocation de quotas gratuits pour l'industrie dans l'EU ETS d'ici à 2030 : un outil de simulation - <https://www.i4ce.org/projet/allocation-de-quotas-gratuits-pour-lindustrie-dans-leu-ets-dici-a-2030-un-outil-de-simulation/>

Ministère de la transition écologique (2021) : Méthodologie de calcul de l'empreinte carbone de la France - https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2021-10/m%C3%A9thodologie_empreinte_carbone_octobre2021_0.pdf

Le marché carbone volontaire

WWF, BCG (2020) A blueprint for corporate action on climate and nature - https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/beyond_science_based_targets_a_blueprint_for_corporate_action_on_climate_and_nature.pdf

Site internet de la CCNUCC : Listing des méthodologies existantes pour le MDP - <https://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>

VERRA (2023) : Methodology Development and Review Process - <https://verra.org/wp-content/uploads/2023/08/Methodology-Development-and-Review-Process-v4.3-1.pdf>

SBT, COMPTA DURABLE, UN GLOBAL COMPACT (2017) : Guide pratique pour la définition d'objectif carbone alignés sur les connaissances scientifiques - https://sciencebasedtargets.org/resources/files/PUBLICATION_SBT_BD_web.pdf

L'objectif « Net zéro » - <https://sciencebasedtargets.org/blog/science-based-net-zero-targets-less-net-more-zero>

Définition du programme VCS, version 3.5 publiée en octobre 2013 : https://verra.org/wp-content/uploads/Program_Definition_v3.5_FR.pdf

La place des entreprises dans la neutralité carbone :

file:///C:/Users/Utilisateur/Downloads/220630_Claiming_your_business_is_climate_neutral_the_top_four_prioriti.pdf
<https://www.amisdelaterre.org/wp-content/uploads/2009/11/foe-uk-synthese-une-obsession-dangereuse-nov09.pdf>
<https://www.info-compensation-carbone.com/wp-content/uploads/2023/10/Etat-des-lieux-InfoCC-2023.pdf>

Les quelques exemples de projet de compensation carbone :

<https://www.goodplanet.org/fr/projet/preservation-restauration-de-biodiversite/aire-marine-protgee-sainte-marie-madagascar/>
<https://www.goodplanet.org/fr/projet/acces-a-lenergie/acces-a-leau-potable-par-lenergie-solaire-au-malawi/>
<https://onetreepanted.org/blogs/stories/reforestation-social-impact>

Autres modalités de tarification

Milkywire (2022) : White paper, Guidance for setting an internal carbon fee - https://assets.ctfassets.net/8dzj5s79iaus/23ccBFadsLIZWbA6tJEawe/8ebf3573a5486f9ec4084d7e57e04b41/White_paper_Guidance_for_setting_an_internal_carbon_fee_.pdf?trk=public_post_comment-text

Institut Montaigne (2021) : Rapport prix interne du carbone, une solution qui tombe à PIC pour les entreprises ? - <https://www.institutmontaigne.org/publications/prix-interne-du-carbone-une-solution-qui-tombe-pic-pour-les-entreprises>

Le mécanisme européen d'ajustement carbone aux frontières

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140988323001718>

La brève synthèse de blog de veille du ministère de l'agriculture :

<https://www.veillecep.fr/2023/09/impacts-du-mecanisme-europeen-dajustement-carbone-aux-frontieres/>

Annexe 2 : Liste des publications consultées pour la partie 2 de la présente étude

Norme ISO/TS 14072 : Management environnemental — Analyse du cycle de la vie — Exigences et lignes directrices pour l'analyse du cycle de vie organisationnelle, ISO, 2014

Organisation Environmental Footprint (OEF) Guide: EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTER, Institute for Environment and Sustainability H08 Sustainability Assessment Unit, 2012

Guidance on Organizational Life Cycle Assessment »: UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, Technische Universität Berlin and Kogakuin University, 2015

Brandao et al. (2022) *On quantifying sources of uncertainty in the carbon footprint of biofuels: crop/feedstock, LCA modelling approach, land-use change, and GHG metrics*

Finkbeiner, M., & König, P. (2013). Carbon footprint and life cycle assessment of organizations. *Journal of Environmental Accounting and Management*, 1(1), 55–63. <https://doi.org/10.5890/JEAM.2012.01.005>

Martínez-Blanco, J., Inaba, A., & Finkbeiner, M. (2015). Scoping organizational LCA—challenges and solutions. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(6), 829–841. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0883-x>

Martínez-Blanco, J., Inaba, A., Quiros, A., Valdivia, S., Milà-i-Canals, L., & Finkbeiner, M. (2015). Organizational LCA: the new member of the LCA family—introducing the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative guidance document. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(8), 1045–1047. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0912-9>

Rapport LC initiative sur O-LCA

<https://www.lifecycleinitiative.org/tag/olca/>

Annexe 3 : Liste des personnes consultées

Alain KARSENTY – Département « Environnement et Sociétés - CIRAD

Renaud BETTIN – VP of Climate Action - SWEEP

Charlotte MEYRUIS – Directrice de Cœur de forêt

Adeline FAVREL – Cheffe de projet certification carbone – I4CE

Océane LE PIRERRES – Chargée de recherche – Agriculture forêt – I4CE

Clément GEORGET – Co-fondateur de RIVERSE

Sébastien SOLLEILE – Responsable transition - Banque BNP Paribas

Charlotte PRADINAUD – pHd LCA Specialist (Methodologies and Standards) – SustainCERT

Charles TISSOT – Chargé de mission chez Label Bas Carbone – Label Bas Carbone

Annexe 4 : Exemples de projets positifs de contribution à la biodiversité

Mise en place d'une gouvernance locale d'une aire protégée à Sainte-Marie (Madagascar)

Celle-ci représente plus de 4 200 ha de forêt humide, accueille une soixantaine d'espèces menacées et dont les ressources halieutiques en déclin. L'objectif du projet est d'assurer la gestion et la reconnaissance de l'aire protégée afin de répondre aux enjeux sociaux, environnementaux et économiques auxquels les personnes de l'île sont confrontées.

Les résultats attendus sont :

- La création et reconnaissance d'une aire protégée
- Les 30 000 habitants considérés représentants les principales parties prenantes (services techniques, autorités et élus, secteurs privés) soient représentés dans les instances de gouvernance partagée et gestion de l'aire protégée.
- La protection directe de 182 ha de mangroves et de 800 ha de forêts littorales.

Les partenaires financiers sont : la fondation Maison du monde, la fondation Prince Albert II de Monaco, l'Agence Française de Développement, la fondation GoodPlanet

Accès à l'eau potable par l'énergie solaire au Malawi

Selon l'USAID, 4 millions de personnes n'ont toujours pas accès à l'eau potable au Malawi, où 23% des points d'eau ne sont pas fonctionnels, principalement dans les zones rurales. Une fois l'eau collectée les habitants s'occupent de bouillir l'eau, utilisant un mode de cuisson émetteur en GES. Les objectifs de ce projet ont pour but :

- D'améliorer les conditions sanitaires de la communauté et éviter la propagation de maladies hydriques,
- D'accroître la résilience de la communauté au changement climatique,
- Favoriser l'égalité des sexes et le développement socioéconomique (réduction du temps de collecte),
- Réduire la pression sur la ressource en bois et ainsi limiter la déforestation,
- Réduire la pollution de l'air intérieur engendré par la purification de l'eau,
- Favoriser la régénération des forêts et renforcer les capacités des membres de la communauté dans la gestion des ressources à travers la pépinière.

Des résultats clairs et précis sont attendus : 5 systèmes de pompes à eau solaires installés et opérationnels, 6 000 personnes ont accès à une eau potable quotidiennement, 1 pépinière créée au sein de la communauté et autogérée, 5 mécaniciens formés.

Restauration des forêts de haute altitude à travers les Andes – la forêt des Hauts Andes Polylepis

Dans le cadre du projet les communautés reçoivent un appui au développement de micro-entreprise pour le l'écotourisme, les aliments élevés en pépinière et des panneaux solaires.

Les objectifs de ce projet sont :

- Repeupler les zones initialement déminées pour l'agriculture et le bois de chauffe,
- Favoriser la captation et la filtration de l'eau par les forêts limitant les sécheresses saisonnières,
- Diminution de l'érosion des sols grâce à l'infiltration de l'eau.

Annexe 5 : Publication pour aller plus loin sur le lien ACV et limites planétaires

Bjørn, A., Chandrakumar, C., Boulay, A. M., Doka, G., Fang, K., Gondran, N., ... & Ryberg, M. (2020). Review of life-cycle based methods for absolute environmental sustainability assessment and their applications. *Environmental Research Letters*, 15(8), 083001. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab89d7/meta>

Roesch, A., Sala, S., & Jungbluth, N. (2020). Normalization and weighting: the open challenge in LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25(9), 1859-1865.

Vargas-Gonzalez, M., Witte, F., Martz, P., Gilbert, L., Humbert, S., Jolliet, O., ... & L'Haridon, J. (2019). Operational life cycle impact assessment weighting factors based on planetary boundaries: applied to cosmetic products. *Ecological Indicators*, 107, 105498.

Ryberg, M. W., Owsianiak, M., Richardson, K., & Hauschild, M. Z. (2018). Development of a life-cycle impact assessment methodology linked to the Planetary Boundaries framework. *Ecological Indicators*, 88, 250-262.

Ryberg, M. W., Owsianiak, M., Richardson, K., & Hauschild, M. Z. (2016). Challenges in implementing a planetary boundaries based life-cycle impact assessment methodology. *Journal of Cleaner Production*, 139, 450-459.

Bjørn, A., Diamond, M., Owsianiak, M., Verzat, B., & Hauschild, M. Z. (2015). Strengthening the link between life cycle assessment and indicators for absolute sustainability to support development within planetary boundaries.