

NOTE

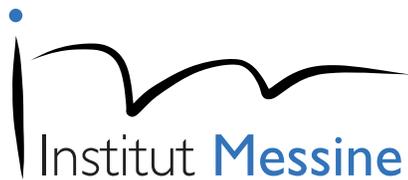


La comptabilité carbone généralisée

*Un décompte carbone
fait au niveau des produits*

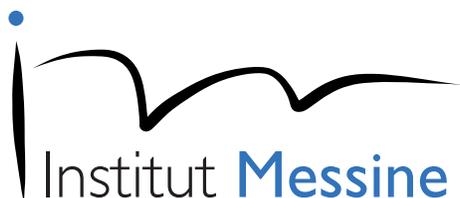
François Meunier

Juin 2023



Institut **Messine**

www.institutmessine.fr



Présentation

Think tank fondé en 2014 avec le soutien de la Compagnie Nationale des Commissaires aux Comptes, l'Institut Messine rassemble des représentants de la société civile et de la profession qui se sont donnés pour mission de réfléchir aux grands enjeux économiques et sociétaux. S'attachant plus particulièrement aux questions de transparence et de confiance, il formule puis soumet au débat des idées et des solutions susceptibles de nourrir la réflexion et l'action des décideurs publics.

L'Institut Messine s'efforce de créer les conditions de travail les plus propices au traitement d'un sujet, notamment par la composition de groupes de travail qui réunissent les meilleures compétences pour chacun des thèmes abordés, la diversité du recrutement garantissant une réelle diversité d'analyses. Dès lors, les opinions exprimées dans les *Rapports* sont celles de la collectivité du groupe, mais elles ne sauraient engager chacun de ses membres en particulier. *A fortiori*, les *Notes*, *Recueils* et *Rapports* publiés sous l'égide de l'Institut ne l'engagent ni lui-même, ni ses organes de gouvernance, ni la CNCC.

Institut Messine
Confiance et transparence
au service de la société

Remerciements

L'Institut Messine remercie particulièrement les personnes suivantes pour leur contribution.

L'auteur

François Meunier, Économiste, auteur et chroniqueur.

Ancien cadre dirigeant d'un groupe d'assurances, professeur affilié en finance d'entreprise à l'ENSAE - Institut Polytechnique de Paris, François Meunier est également auteur de chroniques et d'ouvrages, dont *Comprendre et évaluer les entreprises du numérique*, édité par l'Institut Messine et Eyrolles, en 2017.

Il est par ailleurs responsable de la revue internet Vox-Fi, éditée par la DFCG, Association des directeurs financiers et de contrôle de gestion, dont il est un ancien président.

L'idée de comptabilité carbone généralisée est née pour l'auteur de ses discussions répétées avec Jérôme Cazes et Alain Minczeles, du collectif Carbones sur Factures, ainsi qu'avec Antoine Paille.

L'auteur tient à remercier pour leurs commentaires, remarques et encouragements sur le projet et sur la présente *Note* toutes les personnes qui en ont lu des versions successives, parmi lesquels : Philippe Audouin, Vincent Aussilloux, Daniel Bacqueroët, François Bastard, Olivier Blanchard, Jean Boissinot, Fabrice Demarigny, Christian Gollier, Alain Grandjean, Vivien Levy-Garboua, Emmanuel Millard, Bertrand Piens, Pascal Quiry, Jean-Florent Rerolle, Katheline Schubert, Alain Trannoy, Gilles Wallis et, pour la version anglaise de la *Note*, Bridget Taxy.

L'Institut Messine tient également à remercier Vae Solis Communications pour sa participation à l'élaboration de cette Note.

Les opinions ici exprimées n'engagent ni les personnes citées, ni les institutions qu'elles représentent.

Sommaire

Présentation de l’Institut Messine	2 couv.
Remerciements	1
Introduction	5
I. La circulation du carbone dans l’économie	9
II. Le principe de base de la comptabilité carbone	11
III. Le GHG protocole et les trois scopes	15
IV. La détermination des contenus carbone	21
V. Comment additionner les émissions directes et les empreintes	25
VI. La mise en œuvre pratique de la méthode	29
A – Les importations	29
B – La confidentialité	30
C – L’importance des entreprises de distribution	31
D – Un rôle amplifié pour les comptables et les contrôleurs de gestion	31
VII. Faire entrer la logique carbone dans l’entreprise	33
VIII. La normalisation comptable et la communication extra-financière	37
A – Les biens d’équipement, l’immobilier et le leasing	37
B – Les écarts temporels entre achats des intrants et produits finis	38

C – Les émissions aval	38
D – Le recyclage et l'économie circulaire	40
E – Le transport des salariés	40
F – Carbones réels, carbones financiers	41
G – La mesure de la performance et les rapports de durabilité	43
IX. La comptabilité carbone au secours de la taxe carbone ?	45
Conclusion	47
Annexe	49
Les autres publications de l'Institut Messine	55
Gouvernance de l'Institut Messine	3 couv.

Introduction

La prise de conscience s'est faite. Si l'on veut, face au chaos climatique, réduire les Gaz à Effet de Serre (GES), il faut un système précis et fiable de mesure de leurs émissions. Il n'y a pas d'initiative de politique publique en faveur du climat qui ne requière, à un niveau ou un autre, un véritable comptage des GES, ramenés en équivalent carbone. Par exemple, les réglementations spécifiques, comme le sont les quotas d'émission imposés aux constructeurs automobiles, supposent pour être efficaces des mesures d'impact à un niveau économique fin pour guider le régulateur. Les subventions ciblées, qui aident à orienter les entreprises vers des innovations « vertes », nécessitent un suivi au niveau microéconomique. Il en va de même si l'on veut donner un prix au carbone, que ce soit par un mécanisme de taxe, d'échange de permis d'émission ou par le choix d'un prix notionnel du carbone dans la comptabilité des entreprises.

À ces trois grandes classes d'instruments, bien décrites par Blanchard, Gollier et Tirole¹, il faut en ajouter une quatrième, qui émerge progressivement et qui, de façon notoire, ne dépend pas directement des gouvernements. Il s'agit de la diffusion progressive d'une culture de la sobriété par laquelle, dit simplement, « certaines choses ne se font pas ». Il est heureux que les économistes commencent à la juger importante (par exemple Pisani-Ferry et Mahfouz)². Elle joue à beaucoup de niveau dans les efforts ESG des entreprises, mais le fait particulièrement s'agissant des GES³. Ici, les acteurs de l'économie ne sont pas simplement en position réactive à une taxe, à une incitation financière externe ou à la menace d'une pénalité pour infraction. Ils s'impliquent de leur propre chef dans le combat climatique par leurs décisions de tous les jours consistant à économiser le carbone dont le décompte est mis sous leurs yeux, sans oublier pour autant l'avantage commercial ou de réputation qu'ils peuvent en tirer.

1. Blanchard, Olivier, Christian Gollier, et Jean Tirole, 2022, *The Portfolio of Economic Policies Needed to Fight Climate Change*, Peterson Institute for International Economics, 2022.

2. Pisani-Ferry, Jean et Selma Mahfouz, 2022, *L'action climatique : un enjeu macroéconomique*, France Stratégie, La Note d'analyse, nov., n° 114.

3. On n'entend surtout pas par cette Note que l'action climatique puisse se limiter à la seule réduction des GES. La biodiversité par exemple est un défi immense, rétive à des mesures uniformes quantifiées comme c'est le cas pour les GES, et qui pourtant fait partie des préoccupations environnementales des entreprises, dans le cadre de leur démarche ESG. Sur cette question, voir : Dominique Bureau, Jean-Christophe Bureau et Katheline Schubert, 2020, *Biodiversité en danger : quelle réponse économique ?*, Notes du Conseil d'analyse économique, n° 59.

Là encore, il faut que l'entreprise dispose de bonnes données sur le carbone émis. Cela permet de chiffrer des objectifs sur lesquels les équipes se mobilisent pour leurs plans d'achat et d'investissement et en assurent le suivi. Les données sont soumises à l'attention des tiers, que ce soit par choix spontané de l'entreprise, par obligation légale ou sous la pression de ses investisseurs, de ses salariés et de ses clients. Les performances en matière de carbone économisé sont suivies dans le temps (c'est la *trajectoire carbone*) ; elles sont jugées en comparaison à d'autres entreprises du même secteur. Disposant à leur tour de cette information, les ménages peuvent orienter leurs achats selon leurs choix en matière de sobriété ; le régulateur affine ses interventions en matière de tarifs, de quotas ou de subventions.

Le mouvement est largement lancé : des protocoles de mesure des émissions sont élaborés depuis une vingtaine d'années. Des cabinets d'experts se sont créés pour aider les entreprises dans ce décompte ; des logiciels circulent qui aident dans cette tâche. Les législations suivent. En France, un décret de juillet 2022⁴ recommande l'établissement d'un *Bilan d'Émissions de Gaz à Effet de Serre* (« BEGES ») ou *bilan carbone* pour les entreprises d'une certaine taille. Voici que la directive européenne CSRD, votée au début 2023, va plus loin puisqu'elle élargit le champ des entreprises appelées à le rendre public, mais surtout rend l'exercice obligatoire (à compter de 2025 pour l'exercice 2024, sous la forme d'un *Rapport de durabilité*).

Dans ce débat immense, le présent document a une double ambition. Il soutient d'abord qu'il ne faut pas se limiter, pour la mesure des émissions, au seul niveau des entités émettrices, principalement les entreprises. Le décompte du carbone doit, et peut tout à fait se faire, au niveau de chaque bien ou service. On permet ainsi à l'entreprise de contrôler ses émissions dans ses décisions les plus fines d'achat ou de production. Par agrégation, on obtient facilement les émissions directes au niveau de l'entité, de la région, de la branche d'industrie, etc. La *comptabilité carbone généralisée* que nous proposons consiste d'abord en ceci qu'elle retient le bien et service plutôt que l'entreprise comme niveau pertinent pour compter les carbones. C'est déjà partiellement le cas lorsqu'une entreprise établit son bilan carbone, car elle est tenue de mesurer d'abord le contenu carbone individuel des biens et services achetés. La logique doit aller un pas plus loin pour permettre le suivi du contenu carbone d'un bien le long de la chaîne de valeur entre fournisseurs et clients. Et pour cela, il faut que l'entreprise informe ses clients du contenu carbone des produits qu'elle leur vend. Le récent *Rapport sur les « Incidences économiques de l'action pour le climat »* rédigé par Jean Pisani-Ferry et Selma Mahfouz (France Stratégie, mai 2023) y fait référence⁵.

4. Décret n° 2022-982 du 1^{er} juillet 2022 relatif aux Bilans d'Émissions de Gaz à Effet de Serre.

5. Voir p. 51 de ce Rapport.

Le second apport de cette *Note* résulte du premier : si le produit est effectivement le niveau pertinent, il est possible de calquer très largement la comptabilité carbone sur la comptabilité financière des achats et des ventes. Pour cela, le système d'information carbone doit reposer sur la pièce juridique et comptable de base de toute comptabilité, à savoir la facture. C'est sur la facture que peut figurer commodément l'information sur le contenu carbone du bien ou du service faisant l'objet d'un échange. De la sorte, la mesure du carbone s'inscrit naturellement dans les outils logiciels et les dispositifs déjà en place dans l'entreprise. Elle s'appuie sur le réseau de comptables, de contrôleurs de gestion et d'auditeurs internes et externes existant d'ores et déjà, capable de produire les chiffres et d'en assurer la probité (Cazes *et alii*, 2023)⁶. Les entreprises plus petites sont aidées par leur expert-comptable. L'initiative carbone, le « E » du ESG qui figure désormais dans les objectifs de soutenabilité de toute entreprise, gagne en efficacité car elle est organisée conjointement par les directions financières et RSE. Les décomptes carbone ont ainsi vocation à devenir une simple « comptabilité auxiliaire » des comptes financiers. C'est pour ces deux raisons, focus sur le produit pour accéder à l'entreprise et lien étroit avec les comptes financiers, qu'ils sont appelés *Comptabilité Carbone Généralisée* ou CCG.

Notre proposition reprend des initiatives émergentes, comme celle, en France, du collectif Carbone sur Factures (2023)⁷ ou de la DFCG (2023)⁸, avec qui l'auteur a échangé dans l'élaboration de cette *Note*. Elle examine l'opportunité, les avantages et les coûts du projet. Elle conserve la cohérence d'ensemble des normes de divulgation (disclosure) des GES que retiennent aujourd'hui les législations qui se mettent en place. Une des plus connues parmi ces normes, le Protocole GES ou GHG Protocol⁹, a inspiré la base normative de la directive CSRD de l'UE ou les travaux actuels de la SEC, Autorité des marchés financiers aux États-Unis. Nous l'examinons ci-après plus en détail dans sa relation avec la CCG. Mais ces normes ont été conçues historiquement pour le niveau entreprise, et non le niveau produit. Elles ne s'imposent pas la discipline des règles comptables classiques sur

6. Cazes Jérôme, Alain Grandjean, François Meunier, Emmanuel Millard et Katheline Schubert, 2023, *L'entreprise doit indiquer à ses clients le contenu carbone des produits qu'elle leur vend*, Les Échos, 4 janvier.

7. Voir Carbones-factures.org, *Principes et bonnes pratiques de la comptabilité des carbonnes*. Consulté le 23 avril 2023.

8. DFCG, 2023, *Accounting for Climate & Sustainability: what CFOs & CSOs think*, avec Boston Consulting Group, Avril.

9. VGHG Protocol, *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*, Supplement to the Corporate Accounting and Reporting Standard, consulté le 23 février 2023.

les transactions telles qu'elles ressortent des factures, alors que c'est ce passage qui rendra plus aisé et fiable l'exercice de divulgation très bientôt obligatoire.

La logique ici n'est pas d'alourdir les obligations déclaratives qui s'imposent déjà ou s'imposeront bientôt aux entreprises mais au contraire de proposer un mécanisme vertueux, moins coûteux à terme et plus fiable pour l'ensemble des acteurs.

I. La circulation du carbone dans l'économie

L'émission dans l'atmosphère de CO₂ ou gaz assimilés¹⁰ résulte de la transformation chimique d'un ou plusieurs produits dans l'acte de production ou de consommation. Sa principale source provient de la transformation en énergie des produits carbonés (pétrole, gaz et charbon) par combustion ou fuite directe. Ces émissions concernent à des degrés divers toutes les entités de l'économie : l'entreprise dont les locaux sont chauffés au gaz, le producteur d'électricité à partir de fuel, la personne qui se sert de sa voiture à moteur thermique... Mais d'autres combinaisons productives occasionnent des émissions, comme c'est le cas pour la cimenterie, l'élevage, les rizières, une partie de la chimie, etc. Chaque bien et service produit et vendu par les entreprises émettrices contient alors aussi sa part d'émissions, émissions qui peuvent être négatives s'il y a capture de carbone lors de la production.

On mesure ces émissions en unités physiques, kilo ou tonne d'équivalent carbone. Dans la suite de cette *Note*, on parlera d'*émission directe* de carbone ou d'*émission en propre* associée à la production d'un bien ou d'un service. Et, par simple addition, on parlera de l'*émission directe de l'entreprise* comme la somme des émissions liées directement au total de sa production. On emploie aussi le terme d'*émissions scope 1* par référence à la nomenclature du GHG Protocol mentionné plus haut et que nous commentons plus loin (voir §III).

Au niveau de l'entreprise, l'émission directe se matérialise dans le produit fini. Mais ce dernier nécessite d'autres biens et services pour sa production, chacun d'eux ayant occasionné des émissions directes. La plaque de verre nécessite le gaz qui brûle dans le four, mais aussi le silice, le papier d'emballage, les services de nettoyage des locaux, le four lui-même, etc., autant de produits ayant eux aussi occasionné en amont des émissions directes de carbone pour leur production. L'entreprise qui fabrique des portes vitrées utilise des plaques de verre qui « contiennent » du carbone, celui qui a été « incorporé » dans le verre lors de sa fusion, même s'il y a longtemps que le carbone a été rejeté dans l'atmosphère. Par cascade, tous les

10. Suite au Protocole de Tokyo en 1997, les six gaz recensés comme ayant un effet de serre sont le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitreux, l'hexafluorure de soufre, le trifluorure d'azote, les hydrofluorocarbures et perfluorocarbures.

produits de l'économie incorporent du carbone de façon directe, mais aussi indirecte, *via* les intrants requis pour leur production, c'est-à-dire venus des *chaînes de valeur* (*corporate value chains*). On parle ici d'*émissions indirectes*.

Au total, tout bien ou service de l'économie, qu'il soit produit final, produit intermédiaire ou bien d'investissement, contient une quantité de carbone émis à la fois directement et indirectement. Le terme retenu pour désigner cette quantité physique, en général et pour cette *Note*, est : *empreinte carbone* (*carbon footprint*) ou simplement *empreinte du produit*. On emploie aussi indifféremment le terme de poids carbone ou encore de *facteur d'émission* du produit. C'est la somme, faite au niveau du produit, des quantités de carbone émises, directement et indirectement, pour le fabriquer. Il ne comporte évidemment pas les émissions futures que l'usage du produit entraînera.

Pour résumer, trois notions et trois seulement sont utilisées dans cette *Note* : les *émissions directes*, les *émissions indirectes* et leur *somme*, à savoir *l'empreinte*, chacune d'elles pouvant avoir plusieurs synonymes. Elles se déclinent, comme on va le voir, à différents niveaux d'agrégation, mais au niveau du produit en premier lieu.

II. Le principe de base de la comptabilité carbone

Ce qui a été développé précédemment au niveau d'un produit vaut aussi au niveau de toute entité qui le produit ou le consomme. On parlera de *l'empreinte d'une entreprise* ou *d'un ménage* comme étant la somme des émissions directes et indirectes associées à la production de l'entreprise ou à la consommation du ménage. On utilise aussi le terme de *bilan d'émissions de gaz à effet de serre* (ou *BEGES*) que retient aujourd'hui la législation française, ou plus simplement, *bilan carbone*, popularisé par Jean-Marc Jancovici et l'ADEME, qui ont été les premiers en France à proposer aux entreprises un tel calcul.

Comment l'empreinte est-elle calculée ? S'agissant des émissions directes, l'évaluation requiert un savoir-faire technique pour auditer le process industriel en cause. On saura par expérience ce que telle technologie, telle transformation chimique émet comme carbone. Mais les choses sont plus compliquées s'agissant des biens venant de la chaîne de valeur.

En effet, la plupart des informations requises échappe aujourd'hui à la connaissance des acteurs. L'entreprise reçoit encore rarement les données carbone de la part de ses fournisseurs. Le ménage ne connaît pas le contenu CO₂ de son budget essence, ni des yaourts ou des biscuits consommés alors qu'il sait désormais, il faut le noter, leur contenu en sucre ou en matières grasses.

Pour connaître ses émissions indirectes, l'entreprise recourt le plus souvent à des cabinets d'experts qui font une analyse monographique des processus de production et des intrants achetés. Ils procèdent de façon ascendante, regardant d'abord les fournisseurs de rang 1, par exemple le fabricant de verre qui livre à l'entreprise de portes vitrées. Que consomme ce fabricant en gaz pour ses fours, en carburant pour le transport ? Puis il faut estimer le contenu carbone des autres intrants du fabricant de verre lui-même, ce qui oblige à remonter aux fournisseurs de rang 2, et ainsi de suite sur la chaîne de valeur. Cela est très difficile sachant l'infinie complexité des flux interentreprises - voire leur circularité : l'entreprise qui vend des bobines de fil métallique à un producteur de trombones utilisera ces mêmes trombones pour son service administratif. Un calcul précis est donc impossible par la méthode monographique. L'expert pallie cette complexité en usant de *facteurs*

d'émission forfaitaires, additionnant les consommations directes et indirectes de CO₂ par unité de produit, qu'il peut connaître par ses enquêtes chez d'autres clients ou par usage de base de données comme celle qu'alimente utilement l'ADEME en France sous le nom de Base Carbone¹¹. Mais celles-ci sont imprécises, statiques et loin d'être exhaustives. Et un facteur d'émission est par nature instable, justement parce que les entreprises, à la recherche de solutions moins carbonées, modifient pour l'optimiser la structure de leurs achats, et donc le contenu carbone des produits achetés.

À cette imprécision et à cette instabilité s'ajoutent le manque d'harmonisation, la duplication des études, la non-exhaustivité et le coût qu'engendre tout processus reposant sur l'identification carbone de la chaîne de valeur.

La question vient alors : pourquoi cette information dont a besoin l'entreprise ne lui viendrait-elle pas simplement, hors éventuelles émissions directes, de ses fournisseurs et, pour être simple, au travers des factures qu'elle reçoit d'eux ? À son tour, pourquoi l'entreprise, surtout si elle dispose déjà de son empreinte, ne « pousse »-t-elle pas cette information vers ses clients par l'intermédiaire des factures qu'elle leur envoie ? Généralisée, une telle pratique conduit à un système capable d'évaluer les contenus carbone à la fois exhaustif, homogène et peu coûteux à terme. En pratique, les comptables et les contrôleurs de gestion des entreprises prennent le relais des ingénieurs et techniciens, ne se reposant sur eux, le cas échéant, que pour le calcul des émissions directes et, comme on va le voir, pour l'amorçage du système et pour les biens issus d'innovations ou importés.

On peut voir ici un système d'intelligence distribuée, proche dans son efficacité du mécanisme qui permet de calculer la TVA. Dans les deux cas, la collecte des données – et de l'argent dans le cas de la TVA – se fait de façon décentralisée par les entreprises elles-mêmes sans qu'aucun organisme central n'intervienne. Nous revenons d'ailleurs plus tard (voir §IX) sur la similitude des deux mécanismes qui peut trouver une application importante.

La *Comptabilité Carbone Généralisée* (CCG) consiste donc, en son principe, à indiquer sur les factures, à côté des données en euros, les contenus carbone de chaque produit qui y figure. Par une transmission en cascade, la plupart des entreprises peuvent largement se passer d'études techniques et se contenter de transmettre le contenu carbone des biens et services achetés. Au fond, on peut voir la CCG comme un large algorithme de génération de données carbone.

11. La Base Carbone[®] de l'ADEME est publique et peut être enrichie par les utilisateurs s'ils fournissent leurs propres données.

Ce qui est proposé ici, notons-le, existe déjà sous forme d'embryon. C'est le cas quand certaines banques indiquent à leurs clients le bilan carbone mensuel des achats effectués au moyen de leur carte de crédit ; quand le restaurant indique le poids carbone du menu retenu ; ou, pour les compagnies aériennes, celui du billet d'avion. Les opérateurs téléphoniques ont l'obligation de faire figurer sur la facture du client le contenu direct en carbone de l'utilisation d'internet. Mais cela concerne peu encore les émissions indirectes et le commerce interentreprises. C'est cette démarche qu'il faut généraliser.

Comment se présente la facture ?

La facture fait figurer habituellement la quantité et le prix unitaire en euros, hors et avec TVA, du ou des biens achetés, et le total en euros par produit. Dans le cadre de la CCG, l'entreprise ajoute les montants unitaires de l'empreinte des produits, et leur total. Ce sont ces données qui sont reprises, automatiquement si la facture est électronique, dans les systèmes d'information de l'entreprise cliente. Pour les biens de consommation ne faisant pas l'objet de facture, l'information figure, quand c'est possible, sur l'étiquetage du distributeur à côté de son prix de vente ou sur le dépliant technique associé.

Le fait comptable générateur, pour les flux en carbone comme en euros, c'est la facture, carbone « acheté » ou carbone « vendu ». On ne s'écarte donc pas de la comptabilité classique en unités monétaires, ce qui restera un principe général de la CCG. On ne fait que lui accoler les contenus carbone. Dans le cas d'un intrant incorporé dans plusieurs biens, le contrôleur de gestion aide à faire le partage, selon les principes habituels de la comptabilité analytique.

On a donc l'*égalité comptable de base* suivante, valant à l'échelle du produit, d'un groupe de produits ou à l'échelle de l'entreprise. Dans le diagramme qui suit, elle est montrée à l'échelle de l'entreprise.

$$\begin{aligned} & \text{Total des empreintes des produits figurant dans les factures-fournisseur} \\ & \quad + \text{émissions directes (nettes)} \\ & = \text{Total des empreintes des produits figurant dans les factures-client} \end{aligned}$$

Chaque terme de l'égalité n'est autre que l'empreinte de l'entreprise qu'on peut calculer en continu selon l'arrivée des factures et les émissions directes. L'arrimage à la comptabilité habituelle de l'entreprise donne comme sous-produit, en unités

de carbone, le grand livre et les postes clients et fournisseurs ventilés par nature économique. Il peut y avoir des décalages temporels dans l'imputation comptable : un intrant acheté lors d'un exercice est consommé lors de l'exercice suivant, l'usage d'un bien d'équipement s'étale sur une longue période. Cette discussion est reportée ci-après, en §VIII.

Il faut insister sur l'universalité de ce mécanisme : c'est bien la totalité des factures entrantes (pour le carbone contenu dans les achats) et sortantes (pour celui transmis dans les ventes) qui est prise en compte, quel que soit le fournisseur, y compris par exemple les banques et assurances puisque leurs prestations de service consomment également du carbone - on verra ultérieurement ce qu'il en est de leurs prêts. Et c'est la totalité des entreprises du pays qui, dans l'idéal, est soumise à ce mécanisme - on verra ce qu'il en est des importations. Pour toutes les entreprises ou presque, le seul décompte des factures remplace l'immersion technique dans des nomenclatures complexes. C'est un temps qu'elles libèrent pour se concentrer sur le seul point qui vaille : réduire leur empreinte carbone.

III. Le GHG Protocole et les trois scopes

Avant d'examiner la mise en œuvre pratique de la méthode, on se penche ici sur l'importante normalisation en cours s'agissant de la mesure des empreintes des entreprises, d'autant qu'elle sert aujourd'hui de base aux législations environnementales. La comptabilité CCG se doit d'être en cohérence avec ce corpus de textes.

Il faut comprendre qu'à l'origine, par exemple dès le protocole de Tokyo en 1998, il s'agissait de mesurer les GES sur des ensembles tels que les pays et les secteurs d'activité. Rapidement, on en est venu à faire cette mesure au niveau d'entités juridiques, dont principalement les entreprises. La normalisation n'était pas conçue à l'origine pour être poussée au niveau des biens et services produits¹². Ce choix de la « maille » entreprise plutôt que la « maille » produit explique largement la construction conceptuelle retenue et la relative lourdeur qui l'accompagne, par contraste avec la CCG.

Le premier jeu de normes est paru en 2001 sous le nom de GHG Protocol. C'était le résultat de l'effort conjoint entrepris en 1998 par le *World Resources Institute* et le *World Business Council for Sustainable Development*. C'est ce « protocole », séparé en exigences (*requirements*) et orientations (*guidances*), qui le premier a analysé les émissions d'une entité selon trois *catégories* ou *scopes*, le *scope 1* couvrant les émissions directes comme on l'a vu, le *scope 2* les seules émissions indirectes liées à la production d'électricité achetée par l'entité, le *scope 3* le reste des émissions indirectes venant de, et allant à, la chaîne de valeur.

D'autres institutions privées ont emboîté le pas. Ainsi, le *Carbon Disclosure Project* (CDP, 2022)¹³, né au Royaume-Uni en 2002, s'est fixé comme objectif d'aider les entreprises à divulguer leurs émissions de GES en reprenant très largement les concepts élaborés par le GHG Protocol. En France, l'ADEME publie sa propre

¹² Dans le chapitre 8 de son document sur le scope 3, GHG Protocol Scope 3 (2021) mentionne la question de l'allocation de l'empreinte de l'entreprise entre ses différents produits vendus, sans toutefois décliner complètement le concept.

¹³ Carbon Disclosure Project (CDP), 2022, Technical Note: Relevance of Scope 3 Categories by Sector, consulté le 20 janv. 2023.

méthodologie qui s'écarte assez peu de celle du GHG Protocol¹⁴. Beaucoup d'autres organismes établissent leur méthodologie, ce qui appelle à une clarification.

En revanche, la CCG ne tente pas de le faire à l'égal de Carbone sur Factures, puisqu'elle reste avant tout un mécanisme de collecte de données carbone. S'attachant à la maille la plus fine, le produit, elle est compatible avec toute norme correctement bâtie.

Dans la suite de l'Accord de Paris de 2015, la *Task Force on Climate Related Financial Disclosures* (TCFD, 2021)¹⁵ a été créée, sous l'égide du *Financial Stability Board*. Elle propose une méthode que peuvent suivre les entreprises pour gérer les risques et opportunités en matière de climat et comment elles doivent les rendre publiques. Ceci sous quatre volets : de gouvernance, à savoir comment le conseil et le management se saisissent de ces questions ; de stratégie, ou quel est l'impact de ces risques sur la marche de l'entreprise ; de suivi des risques, ou quel dispositif l'entreprise a-t-elle adopté en ce sens ; enfin de mesure, à savoir les « métriques » retenues par l'entreprise, selon des recommandations qui reprennent la méthodologie en trois scores du GHG Protocol.

Les législations suivent. Par sa *Corporate Sustainability Reporting Directive* (CSRD), entrée en vigueur au début 2023, l'UE actualise un jeu de législations sur le reporting extra-financier. Le volet environnemental de la directive impose, à compter de 2025 pour l'exercice 2024, des obligations de divulgation selon des normes en cours de publication. On a déjà mentionné l'important décret du 1^{er} juillet 2022¹⁶ et sa recommandation de publication d'un BEGES, associé à un plan de transition. La législation va très probablement aller vers une obligation lors de la transposition en droit français de la directive européenne annoncée pour la fin 2023. L'Autorité des marchés financiers aux États-Unis, la SEC (2022)¹⁷ vient de faire paraître un document de référence, encore à l'état de discussion, sur des bases conceptuelles proches.

14. ADEME, 2020, Méthode pour la réalisation des Bilans d'Émissions de Gaz à Effet de Serre conformément à l'article L. 229-25 du code de l'environnement, Version, 5, 2020.

15. TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures), 2021, Implementing the Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures.

16. Voir note 4.

17. SEC (Securities and Exchange Commission), 2022, The Enhancement and Standardization of Climate-Related Disclosures for Investors, disponible sur le site de la SEC.

Or, toute législation doit s'appuyer sur des définitions claires. D'où une normalisation comptable environnementale prise en charge par divers organismes de normalisation déjà existants en matière de comptabilité financière. Ainsi, la *Fondation IFRS*, qui édicte les normes comptables IFRS, a regroupé au sein de l'*International Sustainability Standards Board* (ISSB, 2022)¹⁸ la normalisation dite extra-financière, dont celle ayant trait au carbone. Du côté de l'UE, c'est l'EFRAG, organisme chargé de la mise en œuvre dans l'Union des normes comptables IFRS, qui voit son rôle étendu à l'extra-financier via l'*European Sustainability Reporting Standard* (EFRAG, ESRS 2021)¹⁹ et c'est à ce dernier jeu de normes que l'UE fait référence dans sa directive CSRD. Il en va de même aux États-Unis. C'est un développement heureux dans la perspective de la proposition que porte cette *Note*, à savoir harmoniser les règles concernant le reporting financier et le reporting environnemental.

La vérité est toutefois qu'on se perd dans toutes ces initiatives et tous ces sigles. Le GHG Protocol est un ensemble touffu de textes détaillés à l'extrême, avec pour objectif d'unifier les méthodologies. En partant du produit plutôt que de l'entreprise, on soutient ici que la CCG les rend beaucoup plus compréhensibles et, au total, simplifie grandement la mesure.

La logique des trois scopes

Si le scope 1, à savoir les émissions directes, est sans ambiguïté, le scope 2 a un statut hybride. Il représente les émissions indirectes de GES liées aux achats d'électricité. « Indirectes », donc ayant la même nature, au regard du carbone, que tout autre achat venant de la chaîne de valeur. Un producteur électrique comptera en scope 1 les émissions de carbone de sa centrale thermique ; son client comptera l'électricité consommée en scope 2. Mais on ferait double compte à additionner le scope 1 de l'un et le scope 2 de l'autre.

Pourquoi alors retient-on une catégorie spécifique pour l'électricité plutôt que mettre les émissions liées à sa production dans le reste des émissions indirectes ? C'est un choix pragmatique. À l'origine, on n'envisageait pas de compter l'ensemble des émissions indirectes, car la tâche apparaissait insurmontable. Mais il était de

18. ISSB, 2022, Project Exposure Draft S2 Climate-related Disclosures Topic Scope 3 greenhouse gas emissions, October.

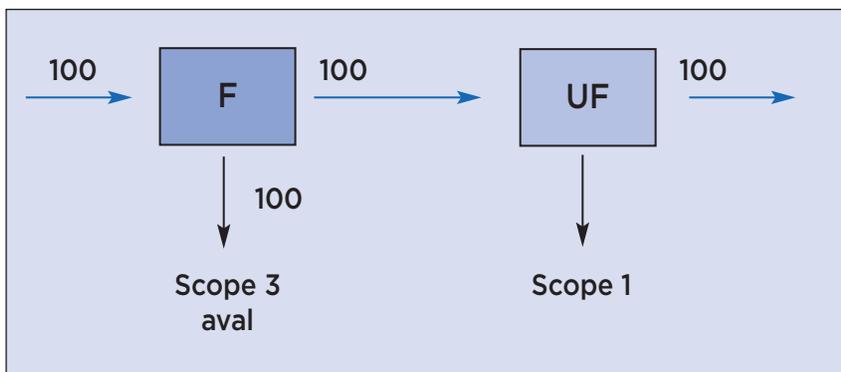
19. EFRAG, 2021, Final Report Proposals for a Relevant and Dynamic EU Sustainability Reporting Standard Setting, February.

bon sens de faire une exception pour l'électricité achetée, qui représente l'une des plus grandes sources d'émissions de GES et un gros poste d'achat pour les entreprises, qui plus est facile à identifier. C'est aussi un poste qui se prête à des actions d'économie, en recourant à l'autogénération ou en retenant un opérateur livrant une électricité plus verte. Mais, dès lors qu'on généralise la mesure du carbone émis en se plaçant au niveau des produits, l'électricité devient un produit comme un autre, certes majeur, et ce concept de scope 2 perd de son importance. Il est possible d'identifier et agréger les produits selon tel ou tel classement, à l'égal d'un compte de résultat ventilé par nature.

Le scope 3 traite des autres produits venus de, et partant vers, la chaîne de valeur, c'est-à-dire du reste des émissions indirectes. Cette norme est riche, témoin les trois ans que le GHG Protocol a mis à l'élaborer. Elle regroupe en quinze catégories les émissions indirectes (hors celles de l'électricité consommée, qui pourrait en constituer une seizième catégorie). Huit d'entre elles concernant les émissions amont, c'est-à-dire venues des livraisons des fournisseurs, sept les émissions aval, celles que les clients vont produire par l'utilisation ou la consommation du bien livré. Ainsi, pour un lave-linge, le scope 3 amont additionne les émissions indirectes attachées aux biens ayant servi à la production de la machine, le scope 3 aval celles liées à l'utilisation du lave-linge, électricité, pièces détachées, coût carbone de la mise au rebut, etc. On pourrait s'étonner que deux concepts aussi différents que l'amont et l'aval soient mis sous le même chapeau du scope 3 et qu'on n'ait pas distingué un scope 4 dédié à l'aval. Cela relève de l'histoire de cette élaboration normative.

Mais ce choix est l'occasion d'énoncer un amendement à la règle de base postulée pour la CCG, à savoir que le lieu d'enregistrement d'une émission carbone est le lieu de son émission. Cette règle dit que le gaz brûlé par l'entreprise de panneaux de verre (émission directe donc) est mesuré et déclaré chez cette entreprise. Expliquons la raison de cette exception.

Prenons une entreprise qui *fournit le gaz*, c'est-à-dire qui est à la fois importatrice et distributrice de gaz (*F* sur le graphique qui suit). Elle livre 100 tonnes de carbone à une autre entreprise, *utilisatrice finale du gaz*, *UF* sur le graphique. S'il n'y a pas de pertes de gaz dans la distribution, les 100 tonnes seront intégralement utilisées par *UF* qui doit les compter en émissions directes, c'est-à-dire en scope 1. La norme GHG Protocol requiert que le fournisseur en fasse aussi la comptabilisation, mais cette fois non pas en émissions directes mais en émissions indirectes, en quelque sorte par anticipation, c'est-à-dire en *scope 3 aval*, dans une catégorie particulière (la n° 9) de ce qu'il déclare en scope 3.



Il en ira de même pour la CCG, et ceci tout autant par pragmatisme. *F* inscrira 100 tonnes sur sa facture, et son client *UF* n'aura qu'à reporter ce montant en aval dans ses propres factures clients, sans se soucier d'avoir à faire le calcul lui-même. Le lieu où se produit l'émission directe reste bien centré sur *UF* qui est toujours l'émetteur. Mais il est commode que le montant d'émission soit reporté en amont par le fournisseur. En effet, pour ce type de produit, c'est plutôt le fournisseur que le client qui a la compétence pour mesurer l'émission directe qui adviendra en aval ; de plus, les importateurs et fournisseurs de produits d'énergie fossile sont peu nombreux alors que leurs clients, en particulier les ménages, sont très nombreux et dispersés. Il est de bon sens que les acheteurs de produits issus des énergies fossiles n'aient qu'à lire dans leurs factures entrantes un calcul fait en amont. Mais le carbone reste bien « le leur ».

Tirons la conclusion : dans la plupart des cas, le décompte des émissions directes est réalisé par quelques fournisseurs équipés pour le faire aisément. Par conséquent, la quasi-totalité des entreprises, même si elles sont émettrices en propre de GES, n'ont pas à mobiliser d'expertise spécifique : elles reprennent l'empreinte carbone déclarée sur la totalité de leurs factures et la répercutent en aval sur chacune de leurs factures client. Si, pour des raisons de divulgation, il importe que l'entreprise cliente (*UF* sur le graphique) reporte séparément ses émissions directes au titre du scope 1, son fournisseur de gaz ou de carburant lui rendra le service de l'indiquer en complément sur sa facture.

IV. La détermination des contenus carbone

On a décrit le principe comptable, il faut à présent examiner comment s'obtient l'information sur l'ensemble des entreprises. Car il y a un problème de poule et d'œuf. Si l'entreprise connaît, après audit, ses émissions directes de CO₂, elle ne peut pas savoir les contenus carbone de ses autres intrants si ses fournisseurs ne les lui communiquent pas, d'autant que ces derniers ne les connaissent pas forcément. Un bien en bout de chaîne de production peut être l'intrant d'un producteur en son tout début, comme on l'a vu plus haut sur l'exemple du producteur de fil de métal achetant des trombones. Comment procéder, sachant que l'économie regorge de ces flux circulaires ?

On montre dans l'Annexe deux résultats, davantage pour le confort théorique du lecteur intéressé que pour leur application pratique :

1. Les empreintes carbone de tous les biens et services sont en théorie calculables dans l'immédiat²⁰.
2. Ces mêmes empreintes peuvent aussi s'obtenir au terme d'un processus itératif. Les produits ayant un potentiel d'émission en aval, comme le sont les énergies fossiles, ou sur le lieu même de leur production, comme le ciment, se diffusent en effet progressivement dans l'économie. Cette seule diffusion, au terme de multiples échanges et de multiples périodes, accumule progressivement les émissions directes et permet d'obtenir les contenus indirects des biens en carbone, et donc au total leurs empreintes. Usant d'une image comparant les flux interentreprises à des tuyaux, ces tuyaux se remplissent progressivement de carbone.

Ces résultats se heurtent cependant à la réalité pratique que l'entreprise doit en premier lieu disposer des données sur le poids carbone de ce qu'elle achète. Il lui faut même un décompte exhaustif pour que la déclaration sur les factures sortantes soit utilisable par ses clients. Si par exemple le fournisseur indique sur sa facture-

20. On note la similitude de ce problème de recherche du contenu direct et indirect des biens en carbone avec celui de la recherche de la « valeur travail » des mêmes biens, à savoir de leur contenu direct et indirect en heures de travail, question qui passionnait les économistes du 19^e siècle, dont Ricardo et Marx.

client qu'il n'a pu recenser que 70 % des carbones émis lors de la production du bien, son client restera désorienté, sans trop savoir que faire de l'information. Il ne la passera pas en aval.

La démarche retenue

Nous préconisons la démarche suivante, consistant à prendre acte d'une pratique déjà en cours : beaucoup de grandes entreprises, et même de taille moyenne ou petite, sont déjà en état de calculer leur empreinte et beaucoup la rendent même publique. Elles le font sur base estimative selon les modalités indiquées plus haut. Bien que peu nombreuses aujourd'hui par rapport à la population totale des entreprises, elles représentent une grande part des flux économiques.

L'effort, pour ces précurseurs, quelle que soit leur taille, consiste alors simplement à ventiler en aval sur leurs factures client cette empreinte déjà calculée. Elles le font pour gagner en réputation, par contrainte de leur écosystème, pour anticiper une obligation légale ou par simple bienveillance. Le législateur, une fois le mouvement enclenché, peut souhaiter l'accélérer et le normaliser.

Les trois étapes sont alors :

1. Dès que l'entreprise dispose de son empreinte par les méthodologies en place, elle en éclate le montant sur chacune de ses ventes, par un travail de comptabilité analytique classique qui échoit à ses équipes financières.
2. Ce faisant, les clients, dans la confection de leur propre bilan carbone, disposent « gratuitement » des contenus carbone pour une partie de leurs achats. Pour le reste de leur empreinte, ils continuent à procéder par expertise technique et utilisation de facteurs d'émission forfaitaires.

Mais, au fil du temps, les calculs de bilan carbone se généralisent, de sorte que :

3. La part de l'empreinte des entreprises calculée par expertise et facteurs d'émission diminue et celle venant des données fournisseur croît.

Une sorte de discipline créatrice se met en place : l'entreprise tend à faire pression à son tour sur ses propres fournisseurs pour qu'ils indiquent les poids carbone de leurs livraisons. De la sorte, les données circulent de plus en plus par les factures et les entreprises retiennent, plutôt que leurs estimations, les contenus déclarés par leurs fournisseurs. De la même façon qu'on connaît le prix des produits en euros, se diffuse progressivement leur « coût » carbone.

Les experts techniques, internes ou externes à l'entreprise, jouent un rôle important dans cette montée en régime du système : ils continuent de combler le déficit de données et peuvent profiter des données collectées chez un client pour en aider d'autres. Cette information externe au système de facturation restera de toute façon nécessaire s'agissant des importations ou des nouveaux produits qui apparaissent au fil des innovations dans l'économie.

Le contrôle de la qualité des chiffres transmis importe aussi. Il consiste d'abord à vérifier l'*égalité comptable de base* vue en §II, entre ce qui entre et ce qui sort en matière de carbone. Cela met une première contrainte sur l'entreprise car, à respecter cette égalité, verdir fallacieusement un produit pour aider à sa vente oblige à brunir un autre produit du catalogue. Cela fiabilise le système, renforce la confiance et, lorsque les données carbone feront véritablement l'objet d'une attention des parties prenantes, évite que la concurrence soit faussée par des divulgations inexactes. Or, justement, l'infrastructure de contrôle est déjà largement en place s'agissant de la comptabilité carbone. Elle est assurée aujourd'hui par les auditeurs financiers externes et internes pour les données en euros. Leurs audits incluront demain les données en tonnes de carbone. En France, comme l'a indiqué le garde des sceaux en décembre 2022, il est prévu qu'à l'occasion de la mise en droit français de la directive CSRD, le *Haut Conseil du Commissariat aux Comptes* (H3C) soit proposé comme autorité de contrôle de l'ensemble des acteurs de l'audit non-financier. Le rôle de l'ANC, *Autorité des Normes Comptables*, s'affirmera dans ce processus. C'est à nouveau une bonne chose afin que la comptabilité environnementale devienne au final une simple adjonction à la comptabilité financière, ce qui permet de capitaliser sur sa robustesse et sur l'expérience accumulée.

La mise en place du système est coûteuse : mises à jour des logiciels comptables et de facturation, formation du personnel, coût de l'expert-comptable ou de logiciels d'aide s'agissant des petites entreprises. Ces dernières seront soutenues dans la transition par des aides publiques. Le coût assumé en un premier temps bénéficie à toutes les entreprises en leur épargnant les coûts répétés d'une analyse ponctuelle de leur empreinte carbone. Et il bénéficie bien sûr à la collectivité confrontée à l'enjeu climat. Il y a dans le projet un aspect collaboratif important.

V. Comment additionner les émissions directes et les empreintes

La notion centrale pour la comptabilité carbone, on l'a vu, est celle d'empreinte, davantage que celle d'émission directe, car elle n'oublie pas les émissions indirectes. On pourra par exemple accepter un projet qui émet directement plus de CO₂ qu'un autre dès lors que ses émissions indirectes, et donc au final son empreinte, compensent au-delà ce désavantage.

Mais il faut prendre garde quand on cherche à additionner les empreintes de plusieurs entreprises. Pour visualiser le problème posé, il suffit de constater que l'empreinte de l'entreprise évolue avec son activité et donc son chiffre d'affaires – et les chiffres d'affaires de deux entreprises ne s'additionnent pas *en général* si l'une livre des produits à l'autre – tandis que les émissions directes, ajout net de carbone par l'entreprise, sont plutôt homogènes au résultat d'exploitation – qui s'additionne entre entreprises – ou plus exactement aux valeurs ajoutées, dont on sait qu'elles donnent par simple addition le PIB de la comptabilité nationale.

Voyons la chose plus précisément. Il est de bon sens que le CO₂ que laisse s'échapper une entreprise se cumule avec celui qui s'échappe d'une autre : l'atmosphère a bien dû absorber les deux. Par conséquent, on obtient aisément par simple addition les émissions directes de plusieurs produits, de plusieurs entreprises et au niveau de tout regroupement, géographique ou sectoriel.

Soit le produit *A* qui sert à fabriquer le produit *B*. Si le produit *A* émet directement 5 kg de CO₂ et *B* directement 3 kg, alors le total de la production des deux biens occasionne 8 kg de carbone qui partent dans l'atmosphère.

Les empreintes, elles, ne respectent pas en général cette belle propriété. Sur l'exemple précédent, supposons que le produit *A* ne nécessite aucune consommation intermédiaire autre que ses achats d'énergie fossile. Son empreinte sera égale à son émission directe, soit 5 kg. Mais la production de *B* ajoute à son émission directe de 3 kg, l'empreinte venu du produit *A*, soit encore 5 kg. On pourra dire que l'empreinte du produit *B* est de 8 kg, mais il y aurait double compte à affirmer que leur production conjointe implique une empreinte de $5 + 8 = 13$ kg.

En bref, il n'est pas toujours possible d'additionner les empreintes entre produits, et par conséquent entre entités. C'est le cas, assez fréquent, où l'un d'eux nécessite un autre produit pour sa production, c'est-à-dire dès qu'il y a une relation fournisseur - client, ce qui advient par définition dans toute chaîne de valeur et donc dans l'économie en son entier. Cela n'a dès lors plus de sens de parler de l'empreinte d'un groupe d'entreprises, d'une région, d'un secteur d'activité ou, on le verra, d'un portefeuille financier s'il cherche à additionner les empreintes de chacune des entreprises détenues. L'addition des émissions directes, elle, a un sens.

Quels sont les cas où l'on retrouve l'additivité ? Il suffit pour cela qu'il n'y ait pas de relation verticale dans l'échange, du type un bien *A* servant à produire un bien *B*. C'est toujours le cas lorsqu'on fait référence à une demande finale, comme le sont les dépenses de consommation d'un ménage. Le ménage consomme du carbone suite à ses achats de produits alimentaires et de vêtements. Mais voici deux classes de produits qui sont des biens finals, ne servant pas chez le ménage à leur production réciproque. On peut donc parfaitement additionner leurs empreintes sans crainte de double compte, de la même manière qu'on additionne les budgets en euros dévolus à ces achats. Il n'y a pas non plus de double compte quand on considère une maison mère qui *consolide* ses filiales. En effet, tout flux interne (de type produit *A* vers produit *B*) est éliminé par consolidation dans le cumul des empreintes. Dès lors, l'empreinte d'une entité est la somme, outre ses émissions propres, des empreintes des biens et services produits ou consommés par cette entité. On retrouve l'*égalité comptable de base*, selon laquelle les carbones « entrants » plus les émissions directes sont égaux aux carbones « sortants » (voir §II).

Concluons : c'est bien l'empreinte que l'entreprise doit suivre et communiquer en aval. C'est à partir de cet indicateur et de ses dérivés que ses progrès en décarbonation doivent être suivis. C'est l'information qui est utile à ses clients qui veulent connaître leurs émissions indirectes. Mais quand on cherche à estimer les émissions en CO₂ d'un secteur d'activité, d'une région ou d'un pays, il faut partir des émissions directes. C'est une donnée dont l'entreprise dispose lorsqu'elle fait son bilan carbone et qu'elle rend publique dans son rapport de durabilité, sans avoir nécessairement à en faire figurer le montant sur ses factures. On montre, dans l'encadré ci-après, qu'il est néanmoins possible de relier empreintes et émissions directes si l'on se place au niveau de l'économie en son ensemble.

Encadré : La relation de base entre empreintes et émissions directes au niveau macro

Empreintes et émissions directes restent en cohérence au niveau de l'économie dans son ensemble. Cela s'exprime sous la forme d'une égalité macroéconomique de base pour la cohérence du système et qui vaut tant pour une économie fermée que pour une économie ouverte aux échanges extérieurs : *la somme des empreintes au niveau de la demande finale est égale à la somme des émissions directes au niveau de la production*. C'est ce qu'illustre le graphique suivant, qui fait figurer une économie ultra-simplifiée²¹.

Elle se compose du secteur des ménages, qui achète des biens de consommation et de deux entreprises, l'entreprise 1 qui produit des biens d'équipement et l'entreprise 2 qui produit des biens de consommation et des biens intermédiaires. On lit sur la première ligne du tableau ci-dessous ce que produit l'entreprise 1 en matière d'émissions directes et d'émissions indirectes, soit directement 5 gigatonnes de CO₂. Elle utilise aussi des consommations intermédiaires (c'est-à-dire des émissions indirectes) achetées à l'entreprise 2 à hauteur de 2 Gt. Son empreinte s'élève donc à 7 Gt.

	Émissions directes	Émissions indirectes	Total empreinte
Entreprise 1 (biens d'équipement)	5 Gt	2 Gt	7 Gt
Entreprise 2 (biens intermédiaires et de consommation)	1 Gt	7 Gt = 5 + 2	8 Gt
Demande finale des ménages	3 Gt	6 Gt	9 Gt
Total des émissions directes	9 Gt		

Diagramme illustrant les flux économiques et les émissions indirectes (2 Gt) transférées de l'entreprise 1 à l'entreprise 2.

Il en va de même pour la seconde entreprise : elle émet directement 1 Gt et reçoit les 7 Gt achetés auprès de l'entreprise 1. Son empreinte est donc de 8 Gt. Les ménages ont des émissions directes à hauteur de 3 Gt et des émissions indirectes par leurs achats de biens de consommation à la branche 2, soit 6 Gt (1 + 5), en

21. La présentation sous cette forme des flux économiques de l'économie est celle que retiennent les comptes nationaux sous le nom de Tableau Entrées-Sorties ou TES. Ils font l'objet de publication à rythme annuel, par l'INSEE en France.

n'oubliant pas qu'une partie des émissions de l'entreprise 2 partent vers l'entreprise 1. L'empreinte des ménages est donc la somme de leurs émissions directes et indirectes, soit 9 Gt.

L'égalité de base évoquée plus haut se vérifie : le total de 9 Gt d'émissions directes (en bas de la première colonne) est égal à l'empreinte mesurée au niveau de la demande finale (troisième ligne). Et l'on voit qu'ajouter sans précaution les empreintes de tous les secteurs donnerait un total de $7 + 8 + 9$, soit 24 Gt, un chiffre qui comporterait des doubles comptes à hauteur de 15 Gt.

Cette propriété est démontrée dans un cadre plus général dans l'Annexe à cette note. Elle permettra de dire par exemple qu'on peut légitimement parler de l'empreinte des importations (qui est une demande finale de la part du pays qui importe) et de l'empreinte des exportations (une demande finale du pays client). Dans une belle étude qui va donner lieu à publication régulière, l'INSEE (2022)²² reprend cette méthodologie pour calculer les émissions directes de la France, en distinguant bien ce que sont les émissions directes faites dans le pays, des émissions « nationales » qui doivent ajouter l'empreinte des biens et services que la France importe (c'est-à-dire le carbone qu'elle délocalise à l'étranger) et retrancher ce qu'elle exporte.

Ainsi, la consommation annuelle de carbone par habitant en 2018 en France a été de 6,9 tonnes de CO₂ si l'on se base sur la production faite sur le sol national, mais de 9,2 tonnes si on ajoute le montant du carbone qui figure dans les importations nettes des exportations. Le premier montant est à ce jour celui qui est retenu dans les engagements internationaux des pays ; le second répond au concept d'empreinte carbone. La différence entre les deux montants illustre qu'un pays peut délocaliser la production de biens intenses en carbone vers des pays tiers, comme peut le faire une entreprise vers des entreprises tierces. C'est un des atouts de la notion d'empreinte de corriger ce biais par lequel la soustraction ou la délocalisation réduisent faiblement le bilan carbone. Avec la CCG, le vêtement et l'outillage produits en Asie, éventuellement moins coûteux que ceux produits en UE, pourraient apparaître beaucoup plus lourds en carbone, à la fois en raison de coûts logistiques élevés, par usage d'une électricité moins propre ou parce que la technologie utilisée est moins efficiente²³.

22. INSEE, 2022, Un tiers de l'empreinte carbone de l'Union européenne est dû à ses importations, Insee Analyses, n° 74, 20/07/2022.

23. Il est estimé que l'empreinte carbone d'un vêtement fabriqué en France est deux fois moins élevée qu'en Chine (20,7 contre 43,3 kg de CO₂). Voir Cann, Yves-Marie, 2022, *Relocalisons pour réduire notre empreinte carbone*, Les Échos, 19 août.

VI. La mise en œuvre pratique de la méthode

On traite ici de certaines questions de méthode qui se posent dans la collecte des données et dans leur utilisation : le sujet des importations, la question de la confidentialité, le rôle important des entreprises de distribution et celui des équipes financières de l'entreprise.

A – Les importations

La comptabilité carbone est une excellente chose, entend-on, mais elle a le défaut de ne pas s'appliquer aux entreprises étrangères qui exportent chez nous, en France ou plus largement en UE. Or, l'importation recouvre une part majeure des chaînes de valeur. On obligerait ainsi les entreprises à piloter à l'aveugle pour une grosse partie de leurs achats. Plusieurs réponses à cela. Pour noter d'abord que le « problème » des importations est général et s'applique à tout instrument de politique publique en usage dans la lutte pour le climat : les permis d'émission négociables nécessitent, s'ils cessent d'être attribués gratuitement, des mécanismes d'ajustement aux frontières qui protègent les entreprises du pays, et on sait la difficulté de les mettre en place²⁴. Même problème concurrentiel pour la taxe carbone. Quant aux subventions ou réglementations vertes, elles sont souvent passibles de contestation devant l'OMC.

Par ailleurs, cette critique ne s'applique pas à la CCG spécifiquement, mais à tout projet consistant à calculer une empreinte d'entreprise, comme pourtant la législation y oblige. Le propre de la CCG n'est que d'ajouter le processus collaboratif dont on a parlé.

Surtout, on aurait tort de surestimer la difficulté. Rappelons que la démarche CCG est volontaire en un premier temps, puis imposée par une législation qui suivra des pratiques qui se seront généralisées plutôt que de les devancer. Par conséquent,

²⁴. Ils sont limités aujourd'hui aux émissions directes (scope 1) dans la législation européenne récemment votée.

les entreprises étrangères exportant en France ou en UE pourront tout aussi bien être « précurseurs » et se plier à cette pratique pour différents motifs, dont celui de se rendre à l'amical pression de leurs clients européens. Si l'on passe à une obligation légale, on sait que la plupart des exportateurs étrangers passent par des maisons de commerce qui sont soumises, en tant qu'entités résidentes, au droit national. Et de toute façon, il sera plus facile d'imposer à une entreprise qui souhaite exporter dans l'UE de faire figurer les contenus carbone de ses ventes que de forcer son pays de résidence à mettre en place une taxe carbone intérieure ou à accepter une taxe correctrice à la frontière.

Le mieux serait bien sûr l'adhésion progressive d'autres pays à ce type de comptabilité, comme cela a été le cas dans le domaine fiscal pour la TVA²⁵. En attendant, il sera nécessaire de garder sur les biens importés des facteurs d'émission à dire d'expert, qui seront progressivement affinés par l'information autogénérée par la CCG sur les biens intérieurs.

B – La confidentialité

Certaines entreprises indiquent être réticentes à divulguer le poids carbone de leurs produits, par crainte d'être pénalisées lors des appels d'offre ou parce que ces données, une fois entre les mains de concurrents, peuvent révéler des techniques qu'elles protègent. La première réaction serait de s'en féliciter, car ce serait la preuve que ce contrôle ascendant sur les poids carbone commence à mordre. De simple information, l'empreinte devient une norme d'action. D'un point de vue pratique, on peut répondre aussi que cette divulgation est *a priori* limitée aux clients directs. Et les données fournies le sont sous la forme synthétique de l'empreinte carbone²⁶. Il ne faut pas exclure enfin que certaines entreprises reconnaissent la nature de bien public de ces données et acceptent, par émulation, de les divulguer plus largement, voire de nourrir des bases de données publiques comme celle de l'ADEME.

25. La France pouvant être ici pionnière, comme elle l'a été pour la TVA.

26. Nous avons signalé plus haut que le fournisseur pourrait à la demande de son client faire la distinction sur la facture entre les émissions directes et les émissions indirectes, c'est-à-dire entre le scope 1 et le total des scopes 2 et 3 aval.

C – L'importance des entreprises de distribution

Les biens et services arrivent en général à leurs acheteurs par l'intermédiaire du secteur de la distribution. Ayant la propriété juridique des biens distribués, un commerce comptabilise leurs empreintes dans la sienne propre, leur ajoutant le coût carbone de la logistique et de la distribution, souvent importante pour les biens importés. C'est donc plus sur le distributeur que sur le producteur que pèse l'obligation d'information au client final, à savoir le consommateur le plus souvent. Par exemple, si la donnée carbone doit figurer sur une étiquette, ce ne peut être fait par le producteur mais par le distributeur, comme c'est le cas pour l'affichage du prix de vente qui diffère du prix producteur. Ainsi, la même fourniture scolaire, le même vêtement n'aura pas le même contenu carbone selon qu'il vient du Pas-de-Calais, de Roumanie ou de Chine.

D – Un rôle amplifié pour les comptables et les contrôleurs de gestion

Le pas en avant fait par la CCG, on l'a dit, consiste à mettre l'empreinte carbone de l'entreprise sur les factures sortantes, avec la dynamique que cela entraîne. Dans les entreprises, cette affectation des carbones relève naturellement du contrôle de gestion, puisque l'une de ses fonctions est d'affecter les coûts matière aux différents produits pour aider à établir leur prix de vente.

Certaines entreprises hésitent aujourd'hui à franchir cette étape alors qu'elles calculent déjà leur empreinte, alléguant la difficulté de l'exercice. Mais c'est ne pas voir qu'elles disposent déjà des moyens d'initier l'exercice. La pratique courante du contrôle de gestion consiste en effet à partir des flux physiques pour affecter un coût matière : une entreprise de plasturgie ou de sanitaires affecte ce coût selon la quantité physique de celle-ci, mesurée en poids, unité ou volume, qui est incorporé dans le produit. Il n'y a guère de différence s'il s'agit de ventiler la « matière première » carbone.

Et quand l'entreprise ne dispose pas de cette mesure physique, une solution palliative est possible, à savoir partir directement des facteurs d'émission monétaires et non pas physiques. C'est à nouveau suivre ce que fait le contrôleur de gestion pour certaines charges qu'il a du mal à répartir sur base de critères physiques, par exemple les frais de siège et autres charges fixes.

Les petites entreprises ont moins de facilité à faire l'exercice. Mais d'une part, elles achètent en général à des entreprises de taille plus grande, qui entreront plus tôt qu'elles dans cette logique carbone et les aideront dans l'exercice ; de l'autre, leur éventail de produits est plus restreint, ce qui facilite l'exercice d'affectation dont on parle. Certains logiciels sont déjà disponibles pour les aider dans cette fonction, par exemple dans le cas de Carbones sur Factures (2023)²⁷.

27. Carbones sur Factures, 2023, *Calculateurs carbonés gratuits CSF*, disponible sur le site <https://carbones-factures.org>.

VII. Faire entrer la logique carbone dans l'entreprise

Dans une économie de marché, l'entreprise organise ses ressources internes pour, le plus possible, accroître la valeur monétaire de ce qu'elle vend et réduire ce qui lui en coûte. Ce qui donne par différence son profit. Toutes les équipes de l'entreprise y participent. De la qualité de cette coopération dépend la réussite de l'entreprise. Mais l'exercice est fortement contraint, à la fois par la technologie et le marché, et par la présence d'« intérêts » que l'entreprise doit respecter : ceux des salariés, des partenaires commerciaux et de l'environnement social et naturel, pour citer les trois plus importants. Ces « contraintes » sont décrites alternativement comme des « objectifs » à part entière, portées par les parties prenantes à la vie de l'entreprise, en parallèle donc à l'objectif du profit porté par l'actionnaire. C'est ce qu'on appelle l'approche *stakeholder* de l'entreprise.

Mais il reste que l'entreprise prend ses décisions sur la base du système des prix, surtout quand elle le contrôle partiellement. S'agissant des autres « contraintes » ou « objectifs », le bien-être des salariés pour donner un exemple, le problème est qu'ils sont souvent difficiles à quantifier, de sorte que d'autres procédures sont de mise : concertation, administration, décision politique au sein de l'entreprise opérée de façon plus ou moins « démocratique ».

Or voici qu'est en train d'émerger, sur l'objectif ou contrainte majeure qu'est le défi climatique, un système rigoureux de mesure, à savoir le poids en carbone de toutes les transactions sur biens et services de l'entreprise. On ne peut sous-estimer l'importance de cette novation. L'entreprise dispose du système de prix pour ces décisions de gestion financière ; et bientôt du système des poids carbone unitaires pour (une partie de) sa gestion environnementale. Comment opérer sur ces deux tableaux en même temps ?

Si l'objectif est simplement « minimiser le carbone émis » de la même façon qu'on dit « maximiser le profit », il se vide de son sens à peine énoncé. Car, pour émettre le moins possible, il suffit... de ne rien produire. Il faut donc l'un et l'autre.

Il y a deux approches à cet égard :

1 - Donner un prix notionnel au carbone : chaque tonne de carbone porterait un prix, ceci pour reconnaître que le carbone émis fait porter un coût qu'aucun système de marché ne peut spontanément exprimer. Cette solution a l'avantage de réconcilier immédiatement l'objectif profit et l'objectif carbone, puisque le coût carbone, exprimé en euros, est implicitement contenu dans tous les prix et rentre silencieusement dans le calcul du profit. Faite au niveau collectif, cette solution s'appelle la taxe carbone et suppose une intervention administrative dont on a pu mesurer le coût politique. Il est notoire - et désolant - que le gigantesque plan climat, l'IRA, voté par le Congrès des États-Unis en 2022, ne comporte aucun volet sur la tarification du carbone.

Rien n'empêche toutefois l'entreprise, pour sa gestion interne, d'adopter un tel prix notionnel. Cette solution a fait l'objet de nombreux exposés (voir à ce sujet : CDP (2021)²⁸, The Conference Board (2021)²⁹, Meunier (2020)³⁰, Grandjean et alii (2023)³¹). Ce système fournit aux acteurs internes de l'entreprise un jeu d'incitations par les prix, utilisables pour des facturations internes entre services ou entités du groupe. On en tire un autre argument en faveur d'un prix notionnel du carbone : l'entreprise se prépare de cette façon à une possible évolution législative donnant une place plus large à la taxe carbone.

Société Générale a été l'une des premières banques au monde à introduire une taxe carbone interne (Addicott *et alii* - 2019)³². D'autres entreprises, comme Danone en France, le font de façon partielle, en calculant ex post ce qu'aurait été le profit opérationnel de l'année si l'on avait pris en compte, de façon monétaire, le coût du carbone émis. C'est ce qu'on appelle la *marge décarbonée*. Ainsi, Getlink, ex-Euro-tunnel, calcule le coût carbone de tous ses intrants et ses émissions propres et leur affecte un prix, en retenant d'ailleurs celui assez élevé de 197 euros la tonne que préconise l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (voir le site de l'entreprise ou Fay, 2023³³). L'article cité indique que l'économiste Christian Gollier,

28. Carbon Disclosure Project (CDP), 2021, *Putting A Price on Carbon: The state of internal carbon pricing by corporates globally*, April.

29. Conference Board (The), 2021, *Internal Carbon Pricing: A Key Element of Climate Strategy*, January.

30. Meunier, François, *Mettre les engagements carbone dans les bilans d'entreprise*, revue Vox-Fi, 29 sept, 2022.

31. Grandjean, Alain et Patrick Criqui, *Transition énergétique : « La comptabilité des entreprises oublie le carbone »*, tribune collective publiée dans *Le Monde* du 28 avril 2023.

32. Addicott, Ethan et alii, 2019, *Internal Carbon Pricing: Policy Framework and Case Studies*, Yale University, May-June.

33. Fay, Sophie, 2023, *Le tunnel sous la Manche calcule sa marge décarbonée*, *Le Monde*, 14 avril. Voir aussi le site internet de Netlink.

avocat reconnu de la taxe carbone et qui a tenu la chaire « Avenir Commun Durable » au Collège de France en 2021-22, a participé à l'élaboration de cet indicateur pour le compte de Getlink. C'est reconnaître que la tarification du carbone, par le biais de ce prix notionnel, a également besoin de mesures physiques du carbone au niveau des produits.

Mais aucune entreprise, à la connaissance de l'auteur, ne se risque à le faire pour ses décisions commerciales produit par produit tant que ses concurrents n'adoptent pas la même règle. On retrouve ici à un échelon inférieur le sujet de l'ajustement à la frontière pour les permis d'émission de carbone à l'échelle de l'UE, faute duquel la concurrence est faussée.

2 - Entrecroiser l'objectif carbone et les décisions qui ont un impact sur le profit. Le « coût » en carbone n'est plus en euros, mais reste libellé en unités physiques. Ce mode de gestion est diffus et hétérogène. On dira tantôt : à prix égal, j'achète ou je vends le produit qui contient le moins de carbone, donnant ainsi un rang junior au carbone par rapport au profit ; ou bien : à empreinte identique, je veux le produit qui rapporte le plus monétairement. Cela jouerait sur les achats, en retenant des intrants les moins lourds en carbone ; au niveau de la production, en retenant par innovation les combinaisons productives les moins lourdes ; au niveau des ventes, en mettant en avant les produits les moins lourds.

Cette démarche dédoublée est plus complexe mais elle a un avantage, déjà souligné en introduction : le décisionnaire sur le terrain ne réagit pas implicitement, sans s'en rendre compte, à une incitation externe, qui lui est donnée par le prix ; il est tenu d'objectiver sa décision, il est motivé davantage par ses valeurs intrinsèques. On est sur un registre différent, presque moral, qui participe à l'efficacité de la lutte climatique. On note le contraste : la taxe carbone se heurte à un certain rejet au niveau collectif, essentiellement parce qu'il s'agit d'une taxe. Mais, mise en place, elle agit silencieusement sur les décisions microéconomiques. Le décompte physique des carbones rencontre une adhésion de principe assez large au niveau collectif. Il est en revanche bien plus exigeant au niveau de l'engagement personnel des décideurs. Dans les deux cas, la CCG fournit les données nécessaires.

VIII. La normalisation comptable et la communication extra-financière

On interroge ici certains principes de comptabilisation du carbone propres à l'approche produit plutôt qu'à l'approche entité retenue d'ordinaire. Et pour cela, en tenant compte d'une double contrainte : demeurer le plus proche possible de la comptabilité financière « en euros », dont la CCG cherche à être le décalque ; mais ne pas s'écarter indûment des normes déjà proposées au niveau international, en raison du travail technique réalisé et du crédit que leur confèrent les législations en cours.

Il est entendu que certaines questions font encore débat et se régleront au fil du temps. Mais on simplifie beaucoup les choses dès qu'on revendique l'ancrage de la comptabilité carbone dans la comptabilité financière. Cette discussion conduira au sujet de la communication extra-financière.

A – Les biens d'équipement, l'immobilier et le leasing

Le cas des biens d'équipement, et plus généralement des biens durables faisant l'objet d'amortissement, peut être vu de deux façons. Soit l'exemple d'une entreprise qui livre une machine qui a incorporé cinq tonnes de carbone pour sa production. Que doit faire son client qui amortit comptablement cette machine sur cinq ans ? En prendre d'un coup la totalité dans son empreinte, ou bien suivre le cadencement comptable avec le mécanisme de l'amortissement, et donc retenir une tonne par an pendant cinq ans ?

Le gros argument à l'appui de l'« amortissement » du carbone est de permettre un lissage dans le profit des empreintes. À défaut, l'acheteur régulier d'images IRM verrait une grosse bosse dans sa consommation de carbone le jour où le laboratoire renouvelle son équipement, et plus rien les années qui suivent. Même « bosse » dans l'affichage carbone des billets d'avion, si jamais la compagnie aérienne renouvèle d'un coup sa flotte³⁴. Le signal qu'envoie la facture devient moins intuitif. Et la

³⁴. Aujourd'hui, le poids carbone des billets d'avion ne contient que les scopes 1 et 2, ce qui est une limitation fâcheuse.

compagnie aérienne qui prend ses avions en leasing étalerait leur coût carbone à l'inverse de celle qui les achèterait, introduisant une distorsion d'affichage³⁵.

Mais, argument inverse, l'effet bosse qui fausse le signal de la facture existe beaucoup moins pour les grandes entreprises, qui ont en général un flux régulier d'investissement. Et, ne pas oublier, amortir aplanit certes la bosse chez le client, mais la laisse entière chez le fournisseur, avec le curieux effet, pour la cohérence dans la chaîne de valeur, de voir une empreinte chez ce dernier plus élevée que celle de son client, alors qu'il y a en principe un cumul des empreintes. Par ailleurs, on reste en cohérence tant avec le traitement comptable de la TVA, qui est prise « en une fois », qu'avec les recommandations du GHG Protocol et celles émises provisoirement par l'ISSB. Enfin, on évite le relatif arbitraire de la période d'amortissement retenue, calée en général sur l'amortissement fiscal. Comme on le voit, il y a à ce sujet un débat sur la norme, l'auteur étant ici enclin à recommander l'imputation immédiate.

B – Les écarts temporels entre achats des intrants et produits finis

Il y a des délais (de stockage, de production en cours) entre le moment où l'intrant est acheté et celui où il s'intègre dans le produit fini. Cette question échappe aux normalisations existantes qui en restent au calcul de l'empreinte de l'entreprise et non à sa transmission en aval. On peut ici répliquer pour la comptabilité carbone les règles de prise en compte des stocks dans la comptabilité financière ou, comme pour les biens durables, en rester à une imputation au fil de l'arrivée des biens.

C – Les émissions aval

En comptabilité carbone, il est d'usage de considérer le poids carbone tout au long de la vie du produit, ceci en deux étapes : du début de sa fabrication à sa vente (*from cradle to gate*, selon le terme anglais) ; puis une fois vendu, dans son utili-

³⁵. La norme IFRS 16 aligne le leasing opérationnel sur le leasing financier. Elle prescrit au locataire de capitaliser dans son bilan le droit d'usage du bien jusqu'à son terme (par exemple le droit à occuper les lieux jusqu'au terme du bail pour une location immobilière). De la sorte, les bilans du preneur du bail et de l'acheteur se rapprochent l'un de l'autre. Il y aurait ici un argument pour que le locataire prenne d'un coup la charge carbone du bien qu'il loue si son usage lui est exclusivement réservé au cours de la période couverte par le contrat.

sation jusqu'à sa mise au rebut, avec l'éventuel coût carbone de son déconditionnement final (*from gate to grave*). Dit autrement, il y a une comptabilité amont (*upstream*) dans la phase de production et aval (*downstream*) dans la phase d'utilisation. La presse hydraulique, par exemple, aura un contenu carbone amont, à savoir les émissions directes et indirectes pour sa production, et aval, principalement pour l'énergie que son usage entraîne.

Il faut être clairs ici : la CCG, centrée sur l'échange d'un produit fini et sur la facture associée, regarde le passé, à savoir le contenu carbone déjà intégré au produit. Elle repousse à plus tard la mesure du carbone aval, quand l'usage du bien fera effectivement l'objet de transactions (une facture d'électricité, une réparation). Dans les termes du GHG Protocol, elle couvre donc le scope 3 amont, pas le scope 3 aval.

Si l'entreprise est engagée contractuellement à des prestations futures, par exemple la maintenance d'un équipement ou la gestion des rebuts, le contenu carbone associé sera imputé lors de l'exécution de l'engagement. Pour prendre le langage du comptable, on en reste à une comptabilité de caisse (le carbone effectivement émis) et non une comptabilité d'engagement (le carbone à émettre en raison d'engagements pris aujourd'hui).

L'entreprise ne peut bien sûr pas se désintéresser de l'aval, à savoir l'émission future des produits qu'elle met sur le marché. On peut l'exiger d'elle lors d'un appel d'offres et il y a une indéniable logique à ce que cela fasse partie de son empreinte carbone définie plus largement. C'est plus évident encore pour une entreprise qui fait de gros efforts pour alléger indirectement l'empreinte carbone de ses clients, leur permettant par exemple d'opter pour une technologie plus économe, mais qui du coup aura alourdi sa propre empreinte. Ce point est traité ci-dessous, à propos de la communication extra-comptable. Mais on dépasse ici l'ambition de la CCG et on perdrait en qualité de la donnée à mélanger ce qu'on connaît au travers de transactions contractuelles enregistrées et ce qu'on estime être (qui ? le client, le producteur ?) l'usage futur du bien. La CCG s'en tient à produire des données fiables qui peuvent servir à l'analyse des projets d'investissement et à affiner les facteurs d'émission liés à l'usage futur des biens. De même, grâce à la CCG, on pourrait songer au sein d'une chaîne de valeur et avec collaboration de tous, que l'entreprise puisse créditer sur son empreinte propre les carbones dont on peut justifier qu'elle les a fait « gagner » en aval à ses clients.

Dans la même logique amont-aval, et à revers de l'exemple précédent, on aurait tort d'assimiler trop vite une faible empreinte carbone lors de la phase de production à une activité « verte » et une forte à une « brune ». La société d'ingénierie qui

conçoit des centrales à charbon et en vend les plans partout dans le monde émet très probablement très peu de carbone, alors qu'on juge extrêmement polluante la destination de son activité.

D – Le recyclage et l'économie circulaire

Une convention devra être retenue pour les produits de recyclage. Si j'achète un téléphone reconditionné, quelle charge en carbone va-t-on affecter à mon achat ? Quelle charge pour l'entreprise qui achète une grue d'occasion ?

Pour les biens non durables, le plus naturel est que l'achat neuf éteint le contenu carbone. Dit autrement, c'est l'acheteur de première main du téléphone qui en porte le poids carbone ; l'acheteur de seconde main ne subit rien, si ce n'est la charge en carbone du seul processus de reconditionnement. Procéder autrement pénaliserait une industrie dont un des avantages – et la raison d'être – est la sobriété dans l'usage des ressources.

Pour les biens durables, le traitement dépendra de l'option retenue en matière d'amortissement comme vu précédemment. Si le carbone est « amorti » sur la durée de vie fiscale du bien, alors son achat d'occasion oblige à comptabiliser l'amortissement résiduel.

E – Le transport des salariés

Le salarié qui prend son véhicule personnel pour aller à son travail doit-il compter à son niveau le poids carbone de son transport ou est-ce à l'entreprise de le faire ? Cette question pourrait paraître secondaire, mais elle fait l'objet de forts débats, sans doute parce que le GHG Protocol prend à ce sujet une option assez radicale. Il prévoit que de tels frais de transport (frais d'essence et d'électricité notamment) soient pris en compte dans l'empreinte de l'entreprise (dans son scope 3, catégorie n° 6³⁶). Avec l'extension du télétravail et des coûts qui en résultent pour le salarié (par exemple, le chauffage de son logement), on devine que la question grandira en importance.

36. Et bien sûr dans les émissions directes, pour le carburant, du salarié qui prend sa voiture.

En pratique, le sujet est traité aisément en comptabilité carbone, sur la base d'un seul critère : que dit ou dira demain le contrat salarial ? Si les parties admettent que ces frais sont à la charge de l'entreprise, ils prennent le statut de « notes de frais », c'est-à-dire de factures que le salarié transmet à son entreprise.

À défaut, le salarié est regardé comme l'émetteur de GES et garde par devers lui les factures afférentes. Les décomptes d'empreinte doivent rester factuels. Cela permet – et c'est un enseignement général pour la comptabilité carbone – d'ôter tout jugement de valeur ou de « responsabilité » dans l'imputation d'une charge carbone à un agent ou un autre.

F – Carbones réels, carbones financiers

On veut idéalement connaître – c'est un thème récurrent dans le débat public – l'empreinte carbone du portefeuille de prêts d'une banque, du portefeuille de participations d'un fonds d'investissement ou simplement, pour un ménage, l'empreinte carbone de sa propre épargne financière. La finalité est ici encore la sobriété carbone. L'institution financière aurait alors à collecter les empreintes carbone de ses cibles d'investissement, les additionner et en faire une communication publique. La comptabilité carbone quitterait ici la mesure de ce qu'on peut appeler les « carbones réels », ceux qu'on trace lors des échanges de biens et services, et mesurerait des « carbones financiers », à savoir l'empreinte portée par un droit financier, action ou titre de dette, sur une entité émettrice de carbone.

Cette question quitte à nouveau le champ strict de la CCG, mais il est utile d'en dire quelques mots. Une telle mesure, s'agissant des institutions financières, soulève trois questions concrètes, l'une d'agrégation de données, l'autre de consolidation entre entités, la troisième de nature des titres financiers.

Agrégation d'abord. Comme indiqué plus haut (voir §VI), on doit être prudent et conscient des limites du concept d'empreinte quand on l'applique à un portefeuille de participations, si comme souvent les entreprises du portefeuille sont dans des relations client-fournisseur, directes ou indirectes. Ceci vaut tant pour les prêts que pour les parts de capital. L'institution peut en revanche mesurer les émissions directes de son portefeuille financier par lecture des rapports extra-financiers de ses participations. L'agrégat empreinte peut tout au plus être utilisé comme guide grossier d'une évolution dans le temps.

Règles de consolidation ensuite. On distingue d'ordinaire les participations stratégiques, celles où une entreprise contrôle une filiale, et les participations financières,

celles où une entité, éventuellement une entreprise, détient une participation minoritaire et sans droits de contrôle sur une autre entité. Cette distinction ouvre la porte à une multitude de situations intermédiaires qui oblige à édicter des règles assez complexes de consolidation. On est loin aujourd'hui d'un consensus à ce propos. Celles que prône le GHG Protocol, par exemple, diffèrent de celles retenues par les IFRS pour la comptabilité financière. Pour aller vite, le GHG Protocol donne le choix entre l'intégration globale (je prends 100 % des carbones de la filiale pour laquelle le contrôle est présumé, par exemple plus de 50 % des actions) et l'intégration proportionnelle (deux actionnaires l'un à 60 %, l'autre à 40 %, retiennent dans leurs comptes le carbone à due proportion). Les normes IFRS excluent par contre l'intégration proportionnelle. Il s'ensuit que les carbones que retiendrait un fonds d'investissement sur ses participations minoritaires pourraient déjà être comptés dans l'empreinte des actionnaires majoritaires des entreprises en question. Là encore, cela n'empêche pas de bâtir un indicateur de suivi, mais il resterait parfois incohérent.

Enfin, le financement se fait autant par dette que par titres de capital. On a dit que l'entreprise consolidante prendrait 100 % du carbone de sa filiale en participation. Mais cette filiale est aussi financée par dette. Est-ce à dire que le prêt ou l'obligation émise ne porterait pas les carbones que pourtant il aide à financer ? Deux solutions à cet égard : ou bien l'on admet compter deux fois les carbones, une fois côté fonds propres, une autre fois côté dette, ce qui semble être une pratique naissante de certains établissements financiers en France ; ou bien l'on fait un partage proportionnel de l'empreinte de l'entreprise sous participation, en retenant les proportions respectives des types de financement. Dans ce dernier cas, qui aurait la préférence de l'auteur, il conviendrait de partir du *bilan économique* de l'entreprise, séparant clairement capitaux propres et dette financière nette. Si le partage donne 60 % pour les capitaux propres et 40 % pour la dette financière nette, les actionnaires prendraient donc à leur charge les 60 % de l'empreinte, les créanciers les 40 % restants³⁷.

Le lecteur lit bien ici que les modalités de calcul des carbones « financiers » restent encore un sujet en exploration, sur lequel doivent se confronter les pratiques des institutions financières. La comptabilité CCG, qui est en amont de cette question, aidera en tout état de cause à disposer de données de base plus fiables pour la construction des indicateurs pertinents.

³⁷. Par bilan économique, on entend le bilan comptable, mais avec deux retraitements : la trésorerie à l'actif vient en réduction de la dette financière ; et la dette des fournisseurs est reclassée négativement en tant qu'élément du besoin en fonds de roulement.

G – La mesure de la performance et les rapports de durabilité

On revient ici à la finalité première de la comptabilité carbone : aider l'entreprise et le particulier à décarboner leurs achats. En insistant à nouveau sur la notion d'empreinte, et secondairement de celle d'émission directe, comme métriques pour juger de l'effort de décarbonation. Ces deux métriques permettent de bâtir toutes sortes d'indicateurs en les reliant à des agrégats de la comptabilité financière, soit pour suivre l'évolution dans le temps (la trajectoire carbone), soit pour mettre l'entreprise en perspective avec des entreprises comparables. Il faut distinguer ici la gestion interne et la communication externe.

S'agissant de la gestion interne, l'approche que promeut la CCG met entre les mains du comptable et du contrôleur de gestion des chiffres au niveau détaillé des produits, permettant toutes les compositions possibles. Il devient aisé de construire des *QPI*, indicateurs de performance, un peu comme dans un jeu de Lego.

Cela permet à chaque entreprise d'adapter ses indicateurs à son modèle économique pour mettre en lumière tel ou tel aspect de sa politique bas-carbone. Le cas cité plus haut de Getlink est éclairant. L'entreprise gagne des parts de marché sur le ferry pour le transport des voitures vers et depuis l'Angleterre. Elle fait donc passer un nombre croissant de véhicules. Le coût carbone de ce mode de transport, 1 kg de carbone par voiture selon la communication de l'entreprise, est immensément plus faible que si la voiture embarquait sur un ferry, car alors, dit l'entreprise, le poids carbone s'élèverait à 74 kg. (Getlink oublie dans ce calcul le coût carbone de la percée du tunnel, à vrai dire en bonne rigueur financière puisque l'investissement est derrière elle.) Mais ce report du ferry vers le train augmente l'activité de Getlink et donc son empreinte carbone, et diminue celle du ferry. Se satisfaire de l'empreinte agrégée comme seul indicateur de gestion serait ici non seulement insuffisant mais trompeur. Le gain social en décarbonation n'est certes pas oublié, mais ce sont les seuls clients utilisateurs de Getlink qui en « profitent » dans leur bilan carbone en passant du ferry à Getlink. Il faut donc adjoindre à l'empreinte un autre indicateur, par exemple une empreinte par véhicule transporté qui mesurerait au demeurant le véritable effort de la société, au-delà de la tendance de report de la clientèle vers le train. Un autre indicateur, celui de marge décarbonée, est pertinent aussi. On voit sur cet exemple la tension qui doit toujours exister, à des degrés divers, entre l'objectif de vente et de profit, et celui de carbone. Pareillement pour l'entreprise dont l'aide à ses clients pour leurs économies carbone a l'effet négatif d'alourdir sa propre empreinte. Elle ne peut s'exonérer de l'obligation de publier son

empreinte, mais est libre de construire d'autres indicateurs, plus prospectifs, mettant en avant sa contribution au climat.

Là encore, la CCG fournit à ces calculs de performance toutes les données nécessaires.

La CCG aide en second lieu au Rapport de durabilité que la réglementation européenne imposera pour les grandes entreprises. Ce que doit faire figurer ce rapport est encore en discussion. Un projet des *European Sustainability Reporting Standards* élaboré par l'EFRAG a été adressé en novembre 2022³⁸ à la Commission européenne, qui devrait lui donner force contraignante avant la fin de l'année 2023 pour les comptes publiés à compter de l'exercice comptable 2024. L'auteur ne cache pas sa perplexité et laisse le lecteur former son jugement : la masse des informations qui sont requises, classées sous dix-sept initialement, réduites à douze « exigences de divulgation » (*disclosure requirements*), couvre bien sûr d'autres aspects que les seuls dommages environnementaux par le carbone mais elle est imposante. Certaines requièrent une collecte abondante de données et des reclassements importants. Le normalisateur entend couvrir toutes les configurations possibles, ce qui est souvent illusoire et donne visuellement un curieux aspect aux tableaux d'analyse présentés : un nombre très important de cases restent vides faute que l'entreprise réponde au critère visé.

Une approche plus parcimonieuse en données recueillies et centrée sur les notions d'empreinte et d'émission directe aiderait probablement à une meilleure comparabilité des entreprises. Il faut trouver ici un juste équilibre entre les exigences de transparence des investisseurs qui cherchent, justement, la comparabilité, et le besoin de laisser aux entreprises suffisamment de latitude pour mettre en avant des indicateurs adaptés à leur modèle économique, sans chercher à toute force une uniformisation forcément chimérique³⁹. Cette uniformisation des indicateurs publiés n'est pas encore requise s'agissant de leur communication financière et l'amélioration est progressive. La seule exigence sur laquelle il ne faut pas transiger est celle d'une mesure des émissions rigoureuse, homogène et soumise à contrôle.

38. ESRS (European Sustainability Reporting Standards), 2022, November. Voir notamment l'Explanatory Note.

39. Voir Demarigny, Fabrice, 2023, *Sustainability information and financial market efficiency*, Association Europe Finance Regulations, Debate Paper Issue n° 1/2023 - January.

IX. La comptabilité carbone au secours de la taxe carbone ?

On a évoqué plus haut la similitude entre le mécanisme de la TVA et celui de la CCG. Il est utile de l'expliciter pour relever à cette occasion qu'il serait possible de définir une autre assiette pour la taxe carbone.

Un rappel tout d'abord du mécanisme de la TVA. L'entreprise applique un taux d'impôt, de 20 % en général, sur les facturations faites à ses clients. C'est le client qui paie l'impôt, mais c'est l'entreprise qui le perçoit pour le compte de l'État. Elle retranche de ce montant la taxe qu'elle a acquittée sur ses factures entrantes, de sorte qu'au final l'impôt ne pèse pas sur ses comptes. Ainsi, pour des ventes de 100 et des achats de 60 hors TVA, elle facture à ses clients un montant de 20 en TVA (20 % x 100) qu'elle verse pour leur compte à l'État, mais retranche 12 (20 % x 60) déjà acquitté sur ses achats. Au final, le montant levé par l'État est de 8, qui est l'application d'un taux de 20 % sur la « valeur ajoutée » de l'entreprise, c'est-à-dire, comptablement, la différence entre les factures sortantes et entrantes. L'entreprise ici n'a que le rôle de perception d'un impôt qui est acquitté par ses clients, eux-mêmes le reportant en aval. Au terme de la cascade, c'est le consommateur final, lui qui n'a personne sur qui reporter l'impôt, qui acquitte cette taxe. On dit correctement que la TVA est un impôt sur la consommation, même si le consommateur ne le verse pas directement à l'État.

Le mécanisme est identique si l'on voit les choses en termes de carbone : les émissions directes de l'entreprise, ajoutées au carbone des factures entrantes, donnent le total du carbone des factures sortantes, selon l'égalité comptable de base présentée au §II. Elles sont donc l'écart, mesuré en carbone, entre factures sortantes et entrantes, et homogènes, en carbone, à la valeur ajoutée en euros. On pourrait les désigner tout autant comme « carbones ajoutés ».

Pourrait-on, forts de ce parallèle, donner une autre assiette à la taxe carbone, à savoir celle des émissions directes de l'entreprise ? Aujourd'hui, la taxe frappe très en amont les gros émetteurs de GES sous la forme d'une taxe sur leurs ventes, dont l'effet se répand dans le reste de l'économie. Elle pourrait demain être assise sur toutes les factures, mais avec le même système de crédit sur les achats qui carac-

térise la TVA. C'est ce que suggère Lequien (2022)⁴⁰, lui donnant le nom de TCA, *taxe sur le carbone ajoutée*. Celle-ci suivrait les règles de la CCG, notamment dans l'exception qu'elle retient pour les raisons de commodité évoquées plus haut, à savoir une perception au niveau des distributeurs d'énergie plutôt qu'à celui des clients finals.

L'idée mérite examen. À son actif, elle serait pour les entreprises un stimulant, désagréable sans doute, à faire le calcul des émissions directes et à mettre le contenu carbone sur les factures. Elle mettrait ainsi sous les yeux des décideurs de l'entreprise le carbone direct et indirect émis, avec l'effet incitatif déjà relevé. En revanche, à caler la fiscalité carbone sur la TVA, il est possible que l'entreprise voie cette taxe comme un impôt largement indolore puisqu'elle peut, comme pour la TVA, la reporter en aval sur ses clients⁴¹. L'effort d'ajustement serait moindre à son niveau alors que les économies carbone sont plus faciles à réaliser chez les entreprises que chez les ménages.

Le sujet est prospectif et matière à débat empirique. Si l'idée devait avoir un futur, il reste qu'elle aurait besoin de données opposables, ce que justement permet la mise en place de la CCG.

40. Lequien, Matthieu, 2022, *Taxe sur le carbone ajoutée*, présentation faite à France Stratégie le 7 décembre 2022.

41. À la connaissance de l'auteur, il n'y a pas d'étude sur la taxe carbone cherchant dans quelle mesure cette taxe serait elle aussi, comme pour la TVA, reportée assez automatiquement en aval, donc avec un effet incitatif moindre sur les entreprises au sein de la chaîne de valeur.

Conclusion

La comptabilité carbone généralisée est le moyen le plus réaliste à terme pour disposer de données fiables et précises sur le coût carbone de la production et de la consommation. Ce sont ces données, systématisées, qui aideront à faire évoluer les comportements et qui rendront plus efficaces les divers instruments que la politique publique utilise dans la lutte climatique.

Aller vers cette cible prendra du temps. D'où, en guise de conclusion, ces quelques recommandations qui reprennent en résumé le message de cette *Note* :

1 - Pour les entreprises qui calculent déjà leurs empreintes ou bilan carbone, le pas suivant est qu'elles fassent profiter leurs clients de cette information. L'enjeu pour elles est donc de faire, en comptabilité analytique, l'affectation de leur empreinte sur leurs factures clients. C'est cela qui amorce la démarche et qui justifie pour elles de demander la pareille à leurs fournisseurs, y compris les fournisseurs étrangers.

2 - Il faut rapidement, pour ces entreprises, que le travail soit industrialisé. La seule façon de le faire est de « brancher » au plus vite la comptabilité carbone sur les systèmes d'information qu'utilisent les départements financiers de l'entreprise, en lien avec la direction achats, avec les directions techniques pour l'estimation des émissions en propre et avec la direction commerciale et marketing. L'impulsion est donnée par l'équipe responsable ESG, si cette unité est présente dans l'entreprise.

3 - Pour les entreprises qui ne disposent pas de leur empreinte carbone, il s'agit bien sûr de le faire au plus tôt et devancer ainsi la réglementation. La recommandation n° 2 s'applique : les données sur les intrants doivent de préférence être prises en charge par les équipes financières et possiblement intégrées dans les systèmes de gestion.

4 - Très vite, les données produites doivent faire l'objet de processus organisés de vérification et contrôle. Les auditeurs internes et externes sont pour cela sollicités, répliquant dans les meilleures conditions le travail qu'ils font déjà sur les comptes financiers.

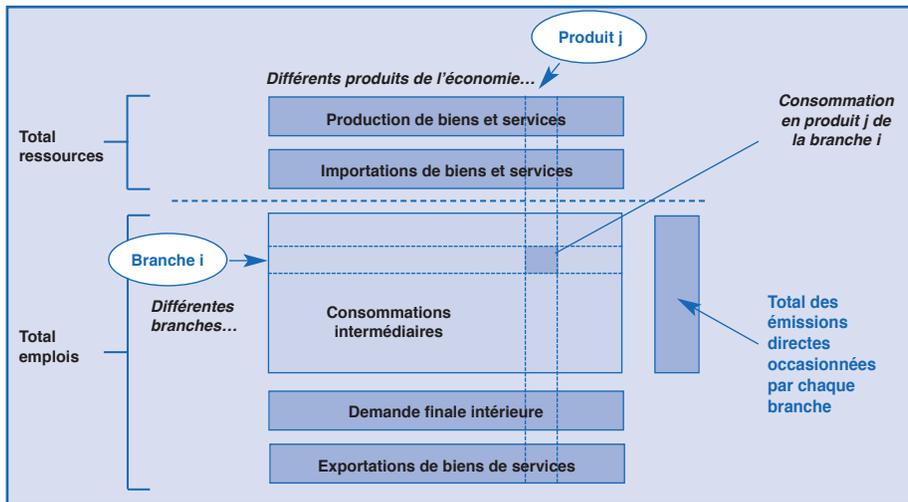
5 - Les cabinets experts aident à la mise en place du système et dans la fourniture des informations palliatives qui fiabilisent les contenus en carbone, dans l'attente d'une généralisation du système.

6 – Les pouvoirs publics encouragent les initiatives, y compris par des aides à l'équipement ou à l'assistance technique aux PME. Ils poussent au nécessaire travail de normalisation comptable et agissent au niveau international pour la diffusion de ces techniques de mesure du carbone.

Mesurée au regard de l'immensité de l'enjeu, la solution apparaît simple et plaide pour que les entreprises s'en saisissent au plus vite.

Annexe : L'économie du carbone. Un cadre théorique

1 - On cherche à représenter l'ensemble des flux carbone liés aux échanges commerciaux parallèlement aux flux monétaires, ceci pour la totalité de l'économie. On quitte la seule comptabilité d'entreprise pour passer à la comptabilité nationale qui reprend exhaustivement les flux commerciaux. L'INSEE est en charge de ce travail pour la France et le synthétise par un tableau de la comptabilité nationale, appelé tableau entrées-sorties ou TES. Il se présente ainsi :

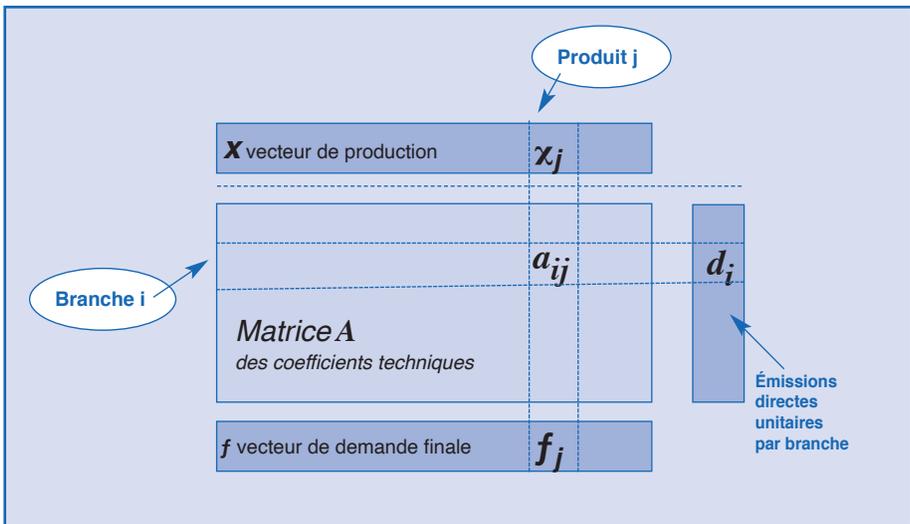


Les données sont en euros constants rapportés à une période de référence. On lit en colonne les ressources pour chacun des n produits de l'économie sur une période, par exemple l'année. Ces ressources sont la production intérieure et les importations (les deux premières lignes du tableau). Les emplois sont ventilés entre consommations intermédiaires, demande finale intérieure et extérieure⁴². On ne ventile pas la demande intérieure entre consommation et investissement.

42. Le graphique s'écarte légèrement du format habituel du TES : il met les branches en ligne et les produits en colonne. La matrice est donc « transposée ».

On lit en ligne les différentes branches de l'économie. Par commodité, on peut assimiler la branche à une entreprise. La différence avec le TES est l'absence de valeur ajoutée, à savoir de rémunération en euros du travail et du capital. En revanche, figurée par le rectangle de couleur pâle du graphique, on met l'émission directe de chacune des branches en unités physiques, par exemple en tonnes de carbone. Il y a autant de branches, soit n , que de produits, sachant par simplification qu'on ne considère pas les produits joints au sein d'une branche. Au total, chaque branche utilise des consommations intermédiaires, porteuses de leurs empreintes, et produit des émissions directes.

2 – Pour les besoins de l'analyse, il est d'usage de présenter le tableau des consommations intermédiaires (de couleur pâle dans le schéma plus haut) sous la forme de *coefficients techniques*, définis comme la quantité du bien j nécessaire à la production d'une unité de la branche i . Ils sont notés par a_{ij} , et, regroupés, donnent la matrice A , appelée aussi matrice de Leontief. De la même façon, on notera d_i l'émission directe unitaire de la branche i , c'est-à-dire la quantité physique de carbone directement nécessaire à la production d'une unité (en euros d'une période de référence) de la branche. Cela donne, regroupé pour toutes les branches, le vecteur d . Par simplicité, on omet les importations et les exportations, sans perte de généralité à ce stade. Ainsi, le TES se simplifie en :



3 – L'empreinte d'une unité produite par la branche i , notée e_i , s'écrit donc comme la somme des empreintes des consommations intermédiaires unitaires et de l'émission directe unitaire, soit :

(1) $e_i = a_{i1} \times e_1 + \dots + a_{in} \times e_n + d_i$, ceci pour les n branches de l'économie.

On a donc n équations de la sorte, qu'on peut écrire plus commodément sous forme matricielle, soit :

(1 bis) $e = Ae + d$ ou encore : $d = (I - A)e$, I étant la matrice unité.

On établit ainsi une relation entre empreintes et émissions directes pour l'ensemble des produits de l'économie.

La matrice A est naturellement à coefficients positifs ou nuls. De plus, l'économie est « productive », ce qui veut dire intuitivement que l'économie arrive à produire plus que ses propres consommations intermédiaires. Elle permet qu'il existe une demande finale positive (Gale, 1960)⁴³. Si la matrice A est productive, alors, quelle que soit la valeur positive ou nulle du vecteur d des émissions directes, on montre qu'il existe un vecteur d'empreinte non nul. On suppose ici que si une branche capte pour partie du carbone (émission directe négative par retrait de carbone), alors ceci ne vient pas compenser ses émissions positives. On montre aussi que la matrice $(I - A)$ est inversible et à coefficients positifs ou nuls. De la sorte, on établit le passage en sens inverse entre empreintes et émissions directes :

(2) $e = (I - A)^{-1}d$.

Si l'on connaît les émissions directes de chaque branche (ou plus largement de chaque entité) de l'économie, on est en théorie assurés, dans une économie *productive* émettrice de carbone, que les empreintes existent et sont calculables.

4 - Une seconde approche des empreintes consiste à faire la régression arrière mentionnée en §II plus haut, où l'on remonte de rang en rang dans la chaîne de valeur : pour produire un bien, il faut une émission directe plus l'empreinte des consommations intermédiaires, qui elles-mêmes exigent à leur tour des émissions directes et des consommations intermédiaires, etc. Initialement, l'empreinte de chaque branche est égale à d . Au premier tour, il faut additionner les émissions indirectes venues des fournisseurs de rang 1, soit $d + Ad$. Au tour suivant, pour les fournisseurs de rang 2, on a pareillement par cumul : $d + Ad + A^2d$.

L'empreinte des branches est donc finalement :

(2bis) $e = d + Ad + A^2d + \dots + A^n d + \dots$, ce qui tend vers : $(I - A)^{-1}d$.

43. Gale, David, 1960, The Theory of Linear Economic Models, McGraw Hill, ch. 9.

Cette seconde relation est importante parce qu'elle montre qu'on peut calculer les empreintes par le jeu naturel des échanges économiques, un peu comme pour la TVA, chaque branche ne déclarant que ses émissions directes, les branches aval les ajoutant à leurs propres émissions, et ainsi de suite.

5 - Une dernière caractérisation des empreintes oblige à introduire les niveaux de production et de demande finale dans l'économie.

En effet, l'équation (1) caractérise la décomposition en carbone de la production faite par chaque branche (les lignes de la matrice). Mais on peut s'intéresser à la relation duale qui est l'affectation de chaque produit en consommation intermédiaire et en demande finale, c'est-à-dire les colonnes de la matrice. On appelle x_i la production du bien i et f_j sa demande finale.

On a donc l'équilibre emplois - ressources du produit j :

$$(3) \quad x_j = a_{1j}x_1 + a_{2j}x_2 + \dots + a_{nj}x_n + f_j.$$

Ceci donne un ensemble d'équations qu'on écrit plus commodément ainsi (le signe « ' » indique que le vecteur ou la matrice sont transposés) :

$$(3bis) \quad x' = x'A + f'.$$

Pour calculer l'empreinte d'un produit, il faut alors raisonner en marginal : que faudrait-il comme émissions directes supplémentaires dans l'ensemble de l'économie s'il fallait produire uniquement une unité finale du produit 1. On réécrit alors l'équation (3bis) en faisant l'hypothèse que la production finale du produit 1 est égale à 1, et que celle de tous les autres produits est égale à zéro. Au total :

$$(4) \quad x^{1'} = \begin{bmatrix} x_1^1 \\ x_2^1 \\ \vdots \\ x_n^1 \end{bmatrix}' = \begin{bmatrix} x_1^1 \\ x_2^1 \\ \vdots \\ x_n^1 \end{bmatrix}' \times A + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}'$$

On obtient alors l'empreinte du produit 1 en associant les émissions directes de chaque produit aux productions marginales qui conviennent pour produire une unité du produit 1. L'empreinte du produit 1, dans ce troisième sens, s'écrit :

$$(4bis) \quad \varepsilon_1 = x^{1'}d = \sum_{k=1}^n (x_k^1 \times d_k).$$

On ferait pareillement pour le produit 2, puis 3, puis n . On a donc $n - 1$ autres équations similaires à (4) pour les produits 2 à n , qu'on peut mettre en masse dans une seule matrice X associant les n vecteurs x^1, x^2, \dots, x^n , de sorte qu'on écrit :

$$(5) \quad X' = X'A + I.$$

Les empreintes des n produits s'écrivent alors, en post-multipliant cette équation par le vecteur d des émissions directes :

$$(6) \quad \boldsymbol{\varepsilon}' = \boldsymbol{X}'d.$$

On montre aisément que les deux définitions sont égales, c'est-à-dire $\boldsymbol{\varepsilon} = \boldsymbol{e}$. En pré-multipliant (1bis) par la matrice X , il vient : $\boldsymbol{X}'\boldsymbol{e} = \boldsymbol{X}'\boldsymbol{A}\boldsymbol{e} + \boldsymbol{X}'d$, c'est-à-dire : $(\boldsymbol{X}' - \boldsymbol{X}'\boldsymbol{A})\boldsymbol{e} = \boldsymbol{X}'d$. Le terme entre parenthèses est égal à I , matrice unité, selon l'équation (5), de sorte que : $\boldsymbol{e} = \boldsymbol{X}'d = \boldsymbol{\varepsilon}$.

Cette dernière approche de l'empreinte, malgré le formalisme pesant, donne une intuition simple : on additionne étape par étape par régression amont le surcroît d'émission, directe et indirecte, qu'il faut pour produire une seule unité de chaque produit. Et l'on retrouve une fois de plus la dualité entre empreinte et émission directe de carbone. Ou encore, allant de l'amont vers l'aval, chaque unité d'émission directe dans la production d'un bien s'éparpille à l'infini dans tous les autres biens de l'économie. Tous les biens de l'économie sont mesurés et agrégés selon leur contenu direct et indirect en carbone, de la même façon que les économistes du 19^e siècle, dont Ricardo et Marx avec la théorie de la valeur-travail, recherchaient comme agrégateur le contenu direct et indirect en travail⁴⁴.

6 - On se tourne à présent vers le bouclage macroéconomique de l'économie carbone. Il s'agit de montrer de façon générale la proposition de base énoncée intuitivement en section §VI ci-dessus : *la somme des empreintes de la demande finale est égale à la somme des émissions directes de chaque branche d'activité*. En clair, les carbonés générés au niveau des branches, malgré leur dispersion complexe dans toute l'économie, se retrouvent tous dans la demande finale.

Avec les notations prises ci-dessus, le total des émissions directes des branches s'écrit :

$$(7) \quad \boldsymbol{x}'d = \sum_{i=1}^n x_i d_i.$$

Le total des empreintes de la demande finale, dont on rappelle qu'elles sont additives, s'écrit quant à lui :

$$(8) \quad \boldsymbol{f}'\boldsymbol{e} = \sum_{j=1}^n f_j e d_j.$$

⁴⁴ Cette dernière approche utilise la formalisation de la théorie de la valeur-travail faite par Mishio Morishima. Voir Morishima, Michio, *Marx's Economics. A Dual Theory of Value and Growth*, Cambridge Un. Press, 1973.

Par l'équation (1bis), on a : $d = (I - A)e$, d'où :

$x'd = x'(I - A)e = f'(I - A)^{-1}(I - A)e = f'e$. L'égalité est prouvée.

7 – Introduire le commerce extérieur ne change nullement cette relation d'équilibre entre empreintes et émissions directes déjà montrée pour l'économie intérieure. Les importations s'additionnent à la production intérieure pour donner la ressource intérieure (assimilée au vecteur x utilisé plus haut). Les exportations font partie de la demande finale et, à ce titre, leurs empreintes sont additives. On peut calculer aisément l'empreinte du commerce extérieur et ainsi distinguer une empreinte intérieure (l'empreinte carbone des agents intérieurs dans leurs émissions de carbone) et une empreinte nationale (en ajoutant l'empreinte des importations et en soustrayant l'empreinte des exportations).

Les autres publications de l'Institut Messine

- **Aux origines de l'évaluation financière : une histoire de l'évaluation avant la finance moderne**
Novembre 2022, *Note* – par David Le Bris (Enseignant chercheur en finance), Sébastien Pouget (Chercheur et professeur de Finance) et Ronan Tallec (Docteur en histoire moderne)
- **Quelles réformes engager en priorité ?**
Octobre 2022, *Contribution au débat public*
- **La confiance à l'ère du numérique : cinq problématiques, six regards**
Mars 2022, *Recueil* – sous la direction de Marianne Fougère (Maître de conférences, Plume)
- **Éclipse ou crépuscule ? Pourquoi les Bourses n'ont plus la cote**
Février 2021, *Note* – par Catherine Lubochinsky (Économiste), avec Philippe Manière
- **Comment l'État se défait-il sur les entreprises : Neuf regards**
Juin 2020, *Recueil* – sous la direction d'Anne de Guigné
- **Les patrons des PME et d'ETI françaises vendent-ils trop tôt et pourquoi ?**
Mars 2019, *Rapport* – sous la présidence de Baudouin d'Hérouville (Capital Investisseur)
- **Le lanceur d'alerte dans tous ses états – Guide pratique et théorique**
Novembre 2018, *Rapport* – sous la présidence de Pascale Lagesse (Avocat, spécialiste du droit social, Associée, cabinet Bredin Prat)
- **Repenser le travail et faire converger les protections pour réconcilier tous les actifs**
Novembre 2017, *Rapport* – sous la présidence d'Emmanuelle Barbara (Avocat, Associé-Gérant d'August Debouzy, Spécialiste en droit du travail, de la sécurité sociale et de la protection sociale)
- **Comprendre et évaluer les entreprises du numérique**
Octobre 2017, *Livre* co-édité avec Eyrolles – par François Meunier
- **Les chiffres dans le débat public : vérités et mensonges**
Décembre 2016, *Note* – par Jean-Marc Daniel (Statisticien, Professeur d'économie à ESCP-Europe-Paris)
- **Taux d'intérêt négatifs – Douze regards**
Janvier 2016, *Recueil* – sous la direction de Natacha Valla
- **Norme et Jugement sont-ils compatibles ?**
Juillet 2015, *Note* – par Sophie Chassat
- **L'excès d'information financière nuit-il à l'information financière ?**
Juin 2015, *Rapport* – sous la présidence d'Hervé Philippe (Directeur Financier et membre du Directoire de Vivendi)
- **Fiscalité et politiques publiques : Peut-on vraiment orienter le comportement des entreprises par l'impôt ?**
Mars 2015, *Rapport* – sous la présidence de Gauthier Blanluet (Avocat associé de Sullivan & Cromwell)

Retrouvez toutes nos publications sur notre site internet : www.institutmessine.fr

Gouvernance

Les opinions exprimées dans le présent Recueil n'engagent ni les personnes citées, ni les organisations qu'elles représentent.

Président

Michel LÉGER

Commissaire aux comptes, ancien Président du Conseil de surveillance de BDO France

Comité Directeur

Philippe AUDOUIN

Ex-Directeur Général Finances et Ex-Membre du Directoire d'Eurazeo.
Directrice Générale de REDEX Group ; Vice-Présidente du Mouvement des Entreprises de Taille Intermédiaire (METI).

Sylvie BERNARD-GRANDJEAN

Directeur général Finance et Systèmes d'Information de Thalès ;
Ex-Directeur Général Adjoint et Directeur Financier du Groupe Rhodia.

Pascal BOUCHIAT

Commissaire aux comptes, ancien Président de la CNCC.

Jean BOUQUOT

Président et Fondateur de l'Union des Auto-Entrepreneurs.

François HUREL

Commissaire aux comptes, Associé fondateur d'AEC ; ancien Président de la CNCC.

Denis LESPRIT

Commissaire aux comptes, Expert-comptable, Associée chez Anaxis ;
Membre du bureau national et Présidente de la Commission Prospectives et Innovation de la CNCC ; Présidente de la Compagnie des Experts de Justice près la Cour d'Appel de Bordeaux.

Nathalie MALICET

Monique MILLOT-PERNIN

Commissaire aux comptes, Dirigeante et fondatrice du Cabinet Millot-Pernin.

Yves NICOLAS

Commissaire aux comptes, ancien Associé de PwC ;
ancien Président de la CNCC.

Roland NINO

Commissaire aux comptes, Expert-comptable, Président du Conseil de Gouvernance de BDO France ; Membre fondateur et permanent du Conseil d'Orientation Scientifique de l'Institut de la Protection Sociale.

Yannick OLLIVIER

Commissaire aux comptes, Directeur général FITECO ; Président de la CNCC.

Pascale PARQUET

Directeur au sein du Secrétariat Général du Groupe BPCE ;
Membre de la Commission nationale des sanctions.

Helman LE PAS DE SÉCHEVAL

Secrétaire général et Membre du Comité exécutif de Veolia ;
Membre du Collège de l'Autorité des marchés financiers.

Conseil d'Orientation

Gauthier BLANLUET

Avocat, Managing Partner de Sullivan & Cromwell en France ;
Professeur de droit fiscal des affaires à l'Université de Paris II.

Dominique CARLAC'H

Présidente de D&C ; Vice-Présidente et Porte-parole du MEDEF.

Francis CHARHON

Directeur général de Scala Mécénat ; ancien Directeur Général de la Fondation de France.

Jean-Marc ESPALIOUX

Associé de Montefiore Investment ; Ancien Président de Financière Agache Private Equity.

Geneviève FÉRONE-CREUZET

Fondatrice et Présidente de Casabee ; Cofondatrice et Associée de Prophil.

Yves GÉRARD

Médiateur auprès de Société Générale et du groupe Crédit du Nord ;
Président du Cercle des médiateurs bancaires.

Anne-Marie IDRAC

Présidente de France Logistique ; ancienne Secrétaire d'État au Commerce extérieur et aux Transports ; Administratrice de sociétés.

Henri NALLET

Président de la Fondation Jean-Jaurès ; ancien ministre de la Justice.

Marie-Pierre PEILLON

Directrice de la Recherche et de la Stratégie ESG et membre du comité de direction chez Groupama AM ; Présidente de la commission Finance durable de l'Association Française de la Gestion financière ;
Membre du Comité du Label ISR.

Didier-Yves RACAPÉ

Commissaire aux comptes, Associé fondateur du Groupe Volentis ;
Ancien Président de la Compagnie Régionale des Commissaires aux Comptes de Paris.

Natacha VALLA

Doyenne de l'École du Management et de l'Innovation de Sciences-Po ;
ancienne Directrice Générale Adjointe de la politique monétaire à la Banque centrale européenne.

Jean-Marc VITTORI

Éditorialiste, *Les Échos*.



www.institutmessine.fr