Mecallians
LES INDUSTRIES MÉCANIQUES EN FRANCE

GUIDE PRATIQUE

Décarbonation dans l'Industrie Mécanique

Méthode, parcours et retours d'expériences

REMERCIEMENTS

Groupe de travail
François Barnabé, Alexis Dequidt, Viet-Long Duong, Julien Dréan, Clément Ouine, Philippe Schiesser, Gilles Selle, Eric Sénéchal, Arthur Vandenberghe.

Relecteurs
Industriels de la mécanique

Maquette
Clarus Communication

Suivi éditorial
Cetim

Mise en page
Clarus Communication

Graphisme
Clarus Communication, ÉcoeffLab

Crédit :
©Cetim | ©Adobestock_ industrieblick | ©AdobeStock_VeremeeV_1980
©MS bureaux

Titre original :
GUIDE PRATIQUE, Décarbonation dans l'Industrie Mécanique
Méthode, parcours et retours d'expériences

Date de publication :
Juin 2024

© Cetim, 2024
ISBN 978-2-36894-300-7
OL04 - Imprimé en France

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction par un art ou un procédé quelconque.

SOMMAIRE

4. Préface (ADEME)
5. Enjeux environnementaux
6. Enjeux pour l'industrie mécanique - FIM

01.
La méthode
11. Une méthode pour la décarbonation
13. Étapes détaillées : liste des actions et des livrables

02.
Le parcours
20. Logigramme décisionnel suivant réglementation, DO et secteurs
21. Exemples de 2 parcours

03.
Les fiches
26. Introduction lien méthode et parcours
29. 33 fiches

101. Sources, bibliographie, glossaire

PRÉFACE

Représentant environ 20 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) de la France, l'industrie manufacturière a un rôle significatif à jouer dans l'atteinte des objectifs climatiques. En France, la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) définit pour l'industrie un objectif ambitieux de réduction de 81 % des émissions de GES entre 2015 et 2050 avec un objectif intermédiaire de 35% en 2030.

Pour répondre à ce défi, l'Ademe participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable et se met au service de tous les acteurs (État, entreprises, collectivités et citoyens) qui contribuent à la transition écologique. Elle met ses capacités de conseil et d'expertise au service des différents acteurs qui appliquent des actions permettant de concourir à cet objectif.

Les manifestations du changement climatique, de plus en plus visibles, renforcent le besoin d'un engagement collectif et ambitieux de transformation des comportements, dans tous les aspects de nos modes de vie, de consommation et de production. Convaincre et inciter chacun à passer à l'action, en démontrant les bénéfices que ces changements peuvent apporter à l'échelle collective et individuelle sont des enjeux majeurs.

La transition écologique à l'œuvre présente des opportunités de création de valeur pour les entreprises et constitue une condition de leur existence dans la durée. La mécanique est au cœur du développement de nombreux secteurs économiques, en particulier de l'industrie, et offre de nombreuses solutions pour contribuer à la réduction des émissions de GES et favoriser le déploiement d'une industrie verte. Son anticipation et la capacité à relever les défis industriels, démographiques, écologiques, sanitaire et sociétaux qui se présentent, au premier rang desquels la transition écologique et énergétique, constituent de fait une nécessité.

À ce titre, la Fédération des industries mécaniques, le Cetim, l'UNM et Sofitech-Cemeca, rassemblés sous la bannière Mecallians, s'engagent à accompagner les industries mécaniques, accélérer leur force d'innovation, développer la qualité de leurs solutions et leur compétitivité en France et à l'international.

C'est en gardant en ligne de mire cet objectif stratégique que Mecallians a initié la réalisation de ce guide d'aide à la mise en œuvre d'une démarche de décarbonation. Ce document a pour ambition de permettre à une entreprise de la mécanique, et notamment les nombreuses PME du secteur, de réaliser en autonomie les premiers pas d'une démarche (volontaire, réglementaire ou contractuelle.) de décarbonation de ses activités, produits et services et de communiquer sur ses résultats.

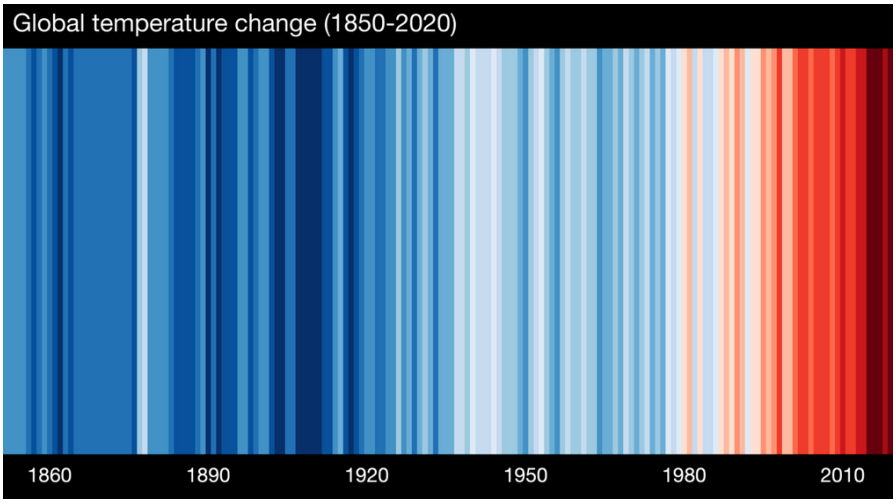
Nous saluons cette démarche visant à accompagner les industriels dans leurs projets de décarbonation et à valoriser les offres mieux-disantes dans les chaînes de valeur, en mettant à disposition du secteur des outils pour faire face aux enjeux économiques et environnementaux, aux évolutions réglementaires et normatives et aux attentes de l'ensemble des acteurs (pouvoirs publics, donneurs d'ordres, salariés, collectivités, etc.).

Anne-Cécile SIGWALT
Directrice Entreprises et Transitions Industrielles (DETI)
ADEME

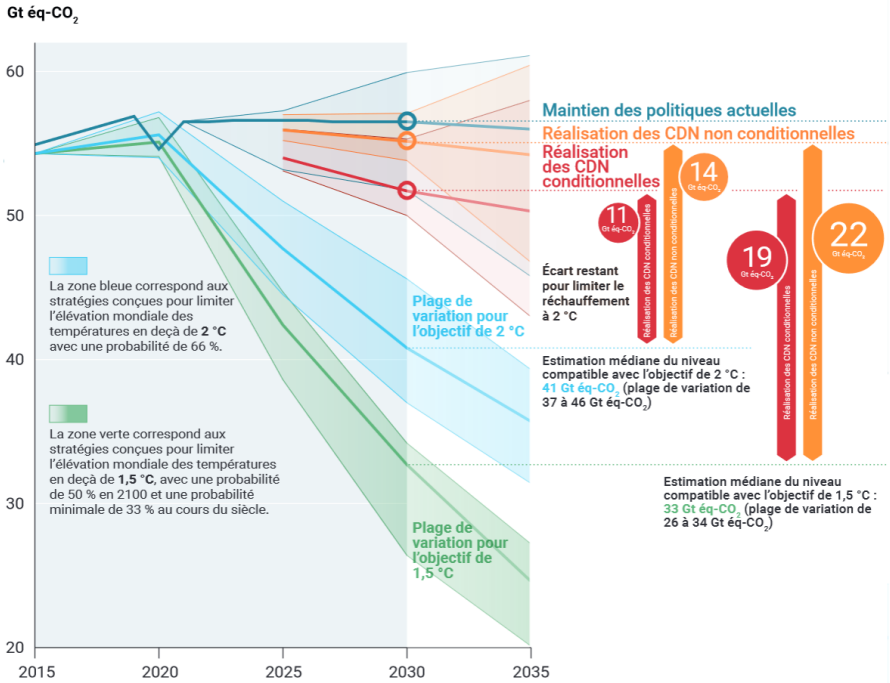
ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DE LA DÉCARBONATION
(SOURCE ADEME)

La lutte contre le changement climatique est devenue un enjeu prégnant, sur lequel se positionnent de plus en plus d'acteurs, aussi bien publics que privés. **L'augmentation des émissions de GES (Gaz à effet de serre) anthropiques, c'est-à-dire d'origine humaine, est la principale cause du changement climatique**. Le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) dont la mission est d'évaluer et synthétiser les informations scientifiques, techniques et socio-économiques relatives au changement climatique, a de nouveau confirmé le rôle des activités humaines dans cette augmentation non maîtrisée des émissions dans son 6ème rapport.

Un exemple de représentation graphique de l'augmentation de la température : les stripes.



La figure suivante met en évidence que les engagements actuels de l'ensemble des États sont loin d'être suffisants pour permettre de respecter l'engagement pris dans l'Accord de Paris de contenir la hausse des températures bien en-dessous de 2 °C tout en poursuivant les efforts pour la maintenir à 1,5 °C.



Émissions mondiales de GES selon différents scénarios et écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions en 2030 et 2035 (*Rapport 2023 sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions, ONU).*

CDN = contribution/engagement des États à réduire leurs émissions

ENJEUX POUR L'INDUSTRIE MÉCANIQUE(FIM)

La décarbonation des produits et activités des entreprises de tout secteur est désormais un enjeu incontournable. L'évaluation et la réduction des émissions de gaz à effet de serre et du contenu carbone des produits constituent un enjeu croissant pour les entreprises, que ce soit pour répondre aux demandes des donneurs d'ordres ou des investisseurs, à des appels d'offre, satisfaire à des exigences réglementaires ou valoriser des offres mieux-disantes. En effet, les entreprises sont de plus en plus nombreuses à s'assurer que leurs fournisseurs ont lancé des démarches de décarbonation et à devoir évaluer les incidences de leurs activités et produits sur l'environnement.

La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), qui constitue la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique, a inscrit dans la loi l'ambition d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 et définit des objectifs à court et moyen termes. Ces objectifs irriguent de plus en plus les politiques publiques et contribuent à orienter les décisions de nombreux acteurs privés.

L'industrie représente 18% des émissions de gaz à effet de serre de la France[1], principalement produites par les quatre secteurs suivants : la chimie (26%), les matériaux de construction (24%), la métallurgie/sidérurgie (23%) et l'agroalimentaire (11%). Le reste de l'industrie représente 15% des émissions. En complément, plusieurs technologies de rupture nécessaires à la décarbonation font l'objet d'un soutien fort dans le cadre du plan d'investissement « France 2030 » ; notamment l'hydrogène bas carbone et l'électrification des procédés. Au niveau européen, de nombreuses initiatives menées dans le cadre du Pacte Vert visent à réduire l'empreinte carbone des produits, à intégrer cette dimension dans les stratégies des entreprises et à orienter les financements vers les produits et procédés les plus vertueux.

Le secteur de la mécanique a un rôle essentiel à jouer dans la transition vers une économie décarbonée. Les innovations à l'œuvre en faveur de la production d'intrants métalliques moins carbonés et la demande croissante pour des équipements et procédés de production moins émetteurs de gaz à effet de serre ou pour des produits à faible empreinte carbone constituent autant d'opportunités pour valoriser les offres des industries mécaniques.

Alors que les coûts de l'énergie ont connu une très forte hausse en 2022 et 2023 et que la sensibilité aux problématiques environnementales se développe, le moment est opportun pour engager les actions menant vers la réduction de l'empreinte carbone de votre entreprise. La mise en place d'une stratégie de décarbonation représente un levier de compétitivité et un facteur de performance, notamment pour les entreprises dont la facture énergétique pèse sur le coût de production des produits ou services.

L'ouverture d'un projet « décarbonation » au sein de l'entreprise, la réalisation d'un point de situation via un bilan énergétique, l'évaluation de l'empreinte carbone de ses produits et le lancement d'un plan d'actions constitueront les bases indispensables permettant à l'entreprise de montrer à ses clients, à ses collaborateurs, à son écosystème, sa prise en compte des enjeux environnementaux et sa contribution à la décarbonation de l'industrie.

Il n'existe pas un chemin unique de transition, chaque entreprise crée le sien en fonction de son ADN et de son secteur.

Panorama réglementaire

Le cadre règlementaire, français comme européen, applicable aux émissions de gaz à effet de serre des entreprises, aux stratégies de décarbonation et aux allégations de réduction des émissions de gaz à effet de serre s'est considérablement renforcé ces dernières années. En particulier, les mesures suivantes s'appliquent directement ou indirectement aux industriels du secteur de la mécanique.

[1] *Total des émissions de GES françaises (2019)*

AU NIVEAU NATIONAL

Évaluation des émissions de gaz à effet de serre des sites industriels

Depuis juillet 2011, les entreprises de plus de 500 salariés ayant leur siège social en France métropolitaine ont l'obligation de réaliser un bilan des émissions de gaz à effet de serre (BEGES) tous les 4 ans. Un décret en 2022 a étendu le périmètre de l'obligation au scope 3 (le plus large des trois scopes) qui inclut toutes les émissions indirectes qui n'ont pas lieu au sein de l'usine dès janvier 2023. Cette évolution est destinée à aider les entreprises à avoir une vision plus complète de leur empreinte environnementale afin de pouvoir agir avec une plus grande efficacité. Sont concernées par cette obligation réglementaire :

- Les sociétés cotées sur un marché réglementé (par exemple les entreprises cotées en bourse), dès lors que le total de leur bilan est supérieur à 20 M€ ou le montant net de leur chiffre d'affaires supérieur à 40 M€ et si par ailleurs elles emploient plus de 500 salariés.
- Les autres sociétés dès lors que le total de leur bilan est supérieur à 100 M€ ou le montant net du chiffre d'affaires supérieur à 100 M€ et si par ailleurs elles emploient plus de 500 salariés. Également, l'État, les régions, les départements, les EPCI de plus de 50 000 habitants, les personnes morales de droit public employant plus de 250 personnes (hôpitaux…).

Le scope 3 apporte une vision de la répartition des émissions de CO_2 hors énergie. Son analyse permet d'identifier des pistes complémentaires de réduction des GES, par exemple en lien avec les matériaux utilisés, la provenance des matières premières, le transport en amont et en aval des marchandises, l'impact des produits vendus à l'utilisation, la gestion des déchets générés par les activités de l'entreprise, les déplacements des clients et collaborateurs, etc.

Les entreprises directement concernées par cette réglementation doivent donc intégrer les performances en matière d'émissions de gaz à effet de serre de leurs fournisseurs / sous-traitants. Cette obligation va impacter les relations contractuelles entre ces grandes entreprises et leurs fournisseurs, en particulier les PME.

La Loi Industrie verte d'octobre 2023 prévoit des mécanismes d'exclusion de certains candidats aux marchés publics. Les acheteurs publics pourront exclure de leurs marchés les candidats n'ayant pas satisfait leur obligation d'établir un bilan de leurs émissions de gaz à effet de serre (BEGES ou BEGES simplifié). Cette même loi rendra obligatoire, pour pouvoir bénéficier d'aides publiques à la transition écologique et énergétique, la publication d'un BEGES pour les entreprises de plus de 500 salariés ou d'un bilan simplifié des émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre pour les entreprises employant entre 50 et 500 salariés. Cette mesure est entrée en vigueur depuis le 1er Juin 2024.

Feuilles de route de décarbonation

L'article 301 de la loi Climat et résilience impose aux secteurs fortement émetteurs de GES d'établir une feuille de route en associant les représentants des filières économiques, le Gouvernement et les représentants des collectivités territoriales pour les secteurs dans lesquels ils exercent une compétence.

Ces feuilles de route assemblent les actions mises en œuvre par chacune des parties pour atteindre les objectifs de baisse des émissions de GES fixés par la stratégie nationale bas-carbone (SNBC).
Des feuilles de route de décarbonation ont notamment été élaborés pour les secteurs de l'automobile, du bâtiment, des véhicules lourds et de l'aérien.

Si elles ne s'appliquent pas directement au secteur de la mécanique, les entreprises mécaniciennes qui interviennent dans la chaîne de valeur des secteurs ayant réalisé une feuille de route, peuvent être amenées à réaliser des évaluations de l'empreinte carbone de leurs produits.

Encadrement des allégations de neutralité carbone

La loi Climat et résilience du 22 août 2021 a introduit une interdiction d'alléguer la neutralité carbone d'un produit ou d'un service dans la publicité, ou d'employer toute formulation équivalente, à moins que l'annonceur rende les éléments suivants accessibles au public :

- Le bilan d'émissions des GES du produit ou service concerné ;
- La démarche par laquelle les émissions de GES ont été prioritairement évitées, réduites et compensées. La trajectoire de réduction des émissions de GES est décrite à l'aide d'objectifs de progrès annuels quantifiés ;
- Les modalités de compensation des émissions de GES résiduelles.

Deux décrets du 13 avril 2022 ont précisé les modalités d'application de cette interdiction ainsi que les sanctions en cas de non-respect. Selon le décret, cette mesure s'applique à la correspondance publicitaire, imprimés publicitaires, affichage publicitaire, publicités figurant dans la presse, diffusées au cinéma, émises par les services de télévision ou de radiodiffusion et par voie de services de communication en ligne, ainsi qu'aux allégations apposées sur les emballages des produits. Par ailleurs, le bilan d'émissions des GES doit être réalisé conformément aux exigences de la norme NF EN ISO 14067 ou tout autre standard équivalent. La démarche relative à l'évitement, la réduction et la compensation des émissions de GES doit être présentée dans un rapport de synthèse décrivant l'empreinte carbone du produit ou service et la démarche mise en œuvre.

Cette obligation est entrée en vigueur le 1er janvier 2023. En cas de non-respect, le ministère de l'environnement peut mettre en demeure l'annonceur de se conformer à ces obligations, après lui avoir préalablement envoyé un courrier lui indiquant qu'il dispose d'un délai d'un mois pour présenter ses observations. Si l'annonceur ne s'est pas conformé à ces obligations dans les délais déterminés par la mise en demeure, celui-ci s'expose à une amende de 100 000 euros, pouvant être portée jusqu'à la totalité du montant des dépenses consacrées à l'opération de publicité concernée.

AU NIVEAU EUROPÉEN :

Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières

Le mécanisme d'ajustement carbone [2] aux frontières, introduit par règlement, vise à appliquer aux produits importés sur le territoire européen une tarification en fonction de leur contenu carbone. Son objectif est d'appliquer aux produits importés une tarification équivalente à celle appliquée aux industriels européens fabricant ces mêmes produits et de prévenir ainsi le phénomène de « fuite de carbone » du fait de délocalisations. Ce mécanisme est la contrepartie de la fin progressive des quotas carbone gratuits pour les producteurs européens de ces mêmes produits, dans un contexte de renforcement de l'ambition climatique de l'Union européenne.

Ce dispositif repose sur un mécanisme de quotas miroir du mécanisme ETS, système d'échange de quotas d'émission créé en 2005 au sein de l'UE. En pratique, le Règlement MACF met en place un mécanisme qui vise à intégrer le coût du contenu carbone dans le prix de certains produits importés dans l'Union européenne, notamment l'acier et l'aluminium.

Le Règlement s'applique aux catégories de produits suivants :

- Acier
- Aluminium
- Engrais
- Hydrogène
- Ciment
- Électricité

[2] *Règlement (UE) 2023/956 du Parlement européen et du Conseil du 10 mai 2023 établissant un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF)*

Il s'appliquera également à certains produits faiblement transformés composés de ces matières premières, dont la liste est fixée en annexe du règlement.
Le texte sera mis en œuvre selon le calendrier suivant :

- Entre le 1er octobre 2023 et le 31 décembre 2025 : période transitoire pendant laquelle seul le contenu carbone des produits importés sera déclaré (pas de paiement du MACF)
- Entre le 1er janvier 2026 et 31 décembre 2033 : paiement partiel et croissant du MACF pendant la période de diminution progressive des quotas gratuits des secteurs soumis à la Directive ETS
- À partir du 1er janvier 2034 : paiement complet du MACF

Publication d'informations extra-financières
La directive européenne CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) est appliquée depuis le 1er Janvier 2024.
La CSRD couvrira progressivement de nombreuses entreprises, selon le calendrier d'application suivant :

- Depuis le 1er janvier 2024 (reporting publié en 2025), les entreprises dans le champ d'application de l'actuelle directive européenne relative au reporting extra-financiers et qui publient déjà une déclaration de performance extra-financière (DPEF). Il s'agit des entreprises cotées qui ont plus de 500 salariés, et plus de 40 M€ de chiffres d'affaires et/ou 20 M€ de total de bilan ;
- à partir du 1er janvier 2025, toutes les autres grandes entreprises européennes, c'est-à-dire qui remplissent 2 des 3 critères suivants : au moins 250 salariés, 40 M€ de chiffre d'affaires ou 20 M€ de total de bilan ;
- à partir du 1er janvier 2026, les PME cotées sur un marché règlementé, à l'exception des microentreprises. Les PME appliqueront des normes de reporting allégées et auront la possibilité de différer leurs obligations deux années supplémentaires ;
- à partir du 1er janvier 2028, certaines grandes entreprises non européennes ayant un chiffre d'affaires européen supérieur à 150 M€ et une filiale ou succursale basée dans l'Union européenne.

Des normes européennes de reporting de durabilité détaillée, dites normes ESRS (*European Sustainability Reporting Standards*) ont été publiées, avec pour objectif d'encadrer et d'harmoniser les publications des entreprises. Plusieurs types de normes seront adoptées ultérieurement par voie d'actes délégués de la Commission Européenne : des normes sectorielles puis des normes spécifiques pour les PME sur les marchés réglementés. Les normes thématiques couvrent plusieurs critères environnementaux, notamment le climat. Ces normes thématiques précisent les informations spécifiques à fournir sur les impacts, risques et opportunités liés à chaque thématique de durabilité.

Règlement sur l'écoconception des produits durables [3]
Dans le cadre de son initiative relative aux produits durables, la Commission européenne a présenté une proposition de règlement relative à l'écoconception des produits durables. Ce règlement viendra remplacer la directive existante sur l'écoconception des produits liés à l'énergie en élargissant son champ d'action de manière significative, tant s'agissant des types de produits concernés que concernant les critères d'écoconception. Ce règlement a pour vocation de s'appliquer, à terme, à l'ensemble des biens commercialisés sur le territoire européen.

[3] *Proposition de règlement du Parlement européen et du Conseil établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits durables et abrogeant la directive 2009/125/CE. À la date de publication de ce guide, ce règlement a été adopté et sa publication est imminente.*

Il prévoit que des mesures sectorielles pourront être adoptées pour introduire des exigences de performance ou d'information sur plusieurs caractéristiques environnementales d'un produit telles que son empreinte carbone, sa durabilité, sa teneur en contenu recyclé ou encore la présence de substances chimiques. Ce règlement vise également à mettre en place un passeport de produit numérique et à mieux encadrer les pratiques de destruction des produits neufs invendus.

Taxonomie verte [4]

La taxonomie verte de l'UE est un système de classification des activités économiques permettant d'identifier celles qui sont durables sur le plan environnemental, c'est-à-dire qui sont favorables ou qui n'aggravent pas le changement climatique. Elle est entrée en application en 2023.

Concrètement, les entreprises doivent indiquer la part de leur chiffre d'affaires, ainsi que celles de leurs investissements et de leurs dépenses d'exploitation, qui correspondent à des activités durables telles que définies dans la taxonomie verte européenne. Cette réglementation concerne les entreprises entrant dans le champ de la CSRD. En complément, les acteurs des marchés financiers (les gestionnaires d'actifs, établissements bancaires, compagnies d'assurance et investisseurs institutionnels) devront également évaluer la part d'investissements verts dans leurs portefeuilles d'actifs, et préciser à leurs clients l'alignement ou non de leurs produits financiers sur la taxonomie verte.

La taxonomie distingue, et identifie, trois types d'activités devant être considérées ou non comme durables :

- Les activités contribuant substantiellement à la transition environnementale
- Les activités dites « habilitantes » : activités qui permettent directement à d'autres activités d'apporter une contribution substantielle à l'un des six objectifs environnementaux
- Les activités dites « transitoires » : activités qui permettent de réduire l'impact environnemental dans des secteurs pour lesquels il n'existe pas encore de solution de remplacement sobre et/ou réalisable techniquement et économiquement.

Règlement pour une industrie « Nette Zero » [5]

La nouvelle législation européenne relative à l'industrie zéro émission nette (*Net Zero Industry Act*) vise à intensifier la fabrication de technologies propres dans l'UE. Son objectif est d'accroître la capacité de fabrication de l'UE de technologies qui soutiennent la transition vers une énergie propre et qui génèrent des émissions de GES faibles, nulles ou négatives.

Cette initiative simplifie également le cadre réglementaire pour la fabrication de ces technologies. Elle aborde les technologies qui apporteront une contribution significative à la décarbonation. Elle soutient, en particulier, les technologies stratégiques zéro émission nette qui sont disponibles dans le commerce et présentent un bon potentiel de déploiement rapide.

Projet de directive sur les allégations environnementales [6]

Un projet de directive sur les allégations environnementales est en cours d'élaboration au niveau européen. Ce projet de texte a vocation à s'appliquer aux allégations environnementales explicites formulées par des professionnels au sujet de produits ou de professionnels dans le cadre de pratiques commerciales des entreprises vis-à-vis des consommateurs.

Ce projet de texte prévoit notamment que les professionnels procèdent à une évaluation visant à étayer les allégations environnementales explicites. Cette évaluation devra distinguer les éventuelles compensations des émissions de GES, préciser si ces compensations sont liées à des réductions ou à des absorptions d'émissions et décrire la manière dont les compensations alléguées sont prises en compte afin de refléter l'incidence du produit sur le climat.

[4] *Règlement (UE) 2020/852 du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2020 sur l'établissement d'un cadre visant à favoriser les investissements durables et modifiant le règlement (UE) 2019/2088*

[5] *Proposition de Règlement du Parlement européen et du Conseil relatif à l'établissement d'un cadre de mesures en vue de renforcer l'écosystème européen de la fabrication de produits de technologie «zéro net» (règlement pour une industrie «zéro net»). À la date de publication de ce guide, ce règlement a été adopté et sa publication est imminente*

[6] *Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil relative à la justification et à la communication des allégations environnementales explicites (dite directive sur les allégations environnementales)*

Partie 01.

Une méthode pour la décarbonation

Ce guide de décarbonation dans l'industrie mécanique a pour objectif d'accompagner les industriels dans leur quotidien, depuis la compréhension des enjeux à la mise en place d'une démarche pérenne de décarbonation de leur entreprise.
Cette démarche est structurée selon le principe de l'amélioration continue (PDCA).

Nous proposons ainsi 5 grandes étapes dans ce guide :

Le guide a été conçu pour permettre à une entreprise industrielle, quelle que soit sa taille et quel que soit son niveau de maturité dans le domaine de la décarbonation de pouvoir trouver des conseils pragmatiques pour mettre en œuvre opérationnellement des actions de décarbonation :

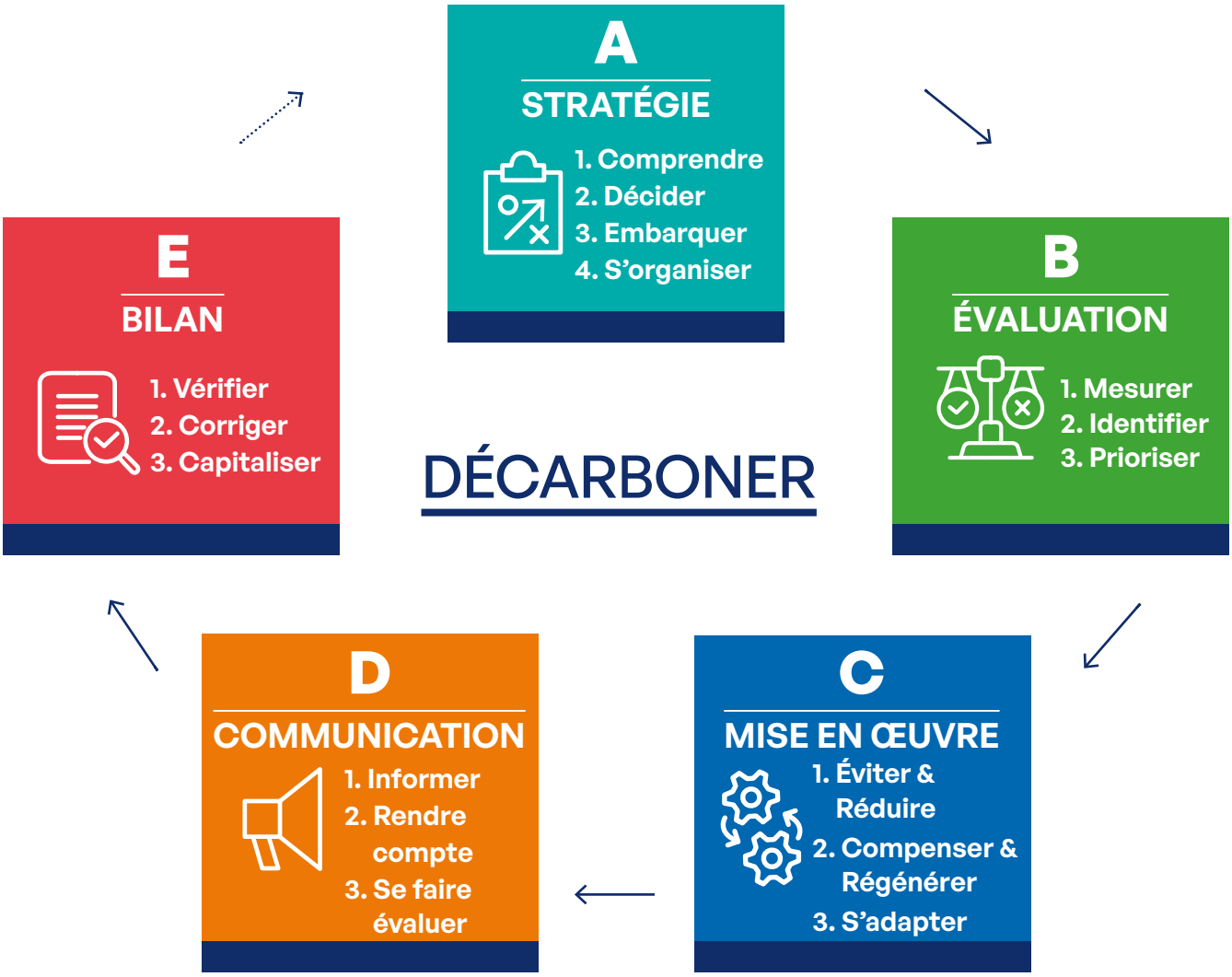
- Des actions simples nécessitant peu d'investissements avec des résultats mesurables rapides (« quick wins ») ou avec des retours sur investissement rapides sont présentées,
- Des actions plus engageantes sont également proposées pour une transformation plus profonde de l'entreprise (stratégie, modèle d'affaires, investissements plus lourds) mais pour des effets plus conséquents (utilités, outil de production, site, produit, chaîne de valeur...) à moyen voire long terme.

La décarbonation impacte positivement :

- La performance économique : la décarbonation devient un facteur de rentabilité
- La performance commerciale : innovation et différenciation permettent de distancer la concurrence
- La performance financière : la RSE, et la décarbonation, deviennent des éléments de créations de valeur et permettent de réduire ou d'éviter de potentielles taxes
- La performance globale notamment par l'amélioration de la marque employeur et de la marque commerciale.

Il sera évidemment nécessaire de s'assurer que les éventuels effets rebonds sur les émissions de GES et/ou d'autres indicateurs soient bien maîtrisés. Cela implique de suivre par exemple un indicateur de GES par tonne de produit et un indicateur de GES au global, et de compléter par des indicateurs sur la biodiversité.

MÉTHODE DU MANAGEMENT DE LA DÉCARBONATION



Détail des objectifs de chaque étape

NB : un pré-requis peut être la réalisation d'un bilan carbone ou GES, même simplifié, pour connaître les ordres de grandeur liés aux périmètres et aux principaux postes contributeurs. Vous pouvez aussi, tout simplement, consulter les bilans de vos confrères pour disposer de ces ordres de grandeur. Pour se faire, vous pouvez vous connecter sur le site suivant :

https://bilans-ges.ademe.fr/bilans

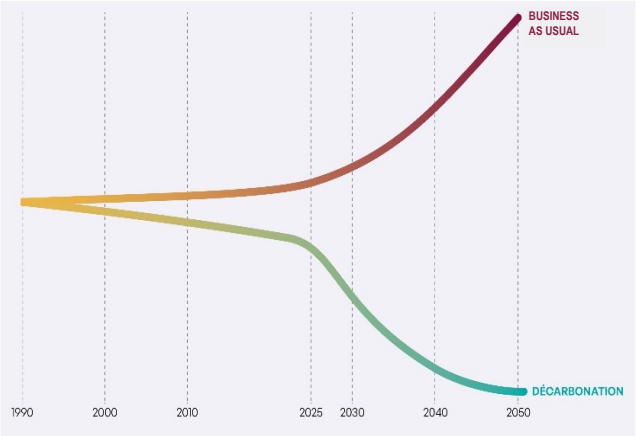
I. STRATÉGIE

1.Comprendre

Pour comprendre l'impact de son entreprise sur le changement climatique, il est nécessaire de **réaliser une analyse stratégique.**
Celle-ci peut débuter par un prédiagnostic du type « Climatomètre » de la BPI.
Ce prédiagnostic permettra à l'entreprise de se sensibiliser aux enjeux climatiques et d'évaluer sa maturité sur ce sujet.
Une fois cette première étape de sensibilisation réalisée, il s'agit d'analyser l'impact sur le Business Model (voir ci-dessous), de réaliser une matrice SWOT (menaces et opportunités, forces et faiblesses), et construire un parcours de décarbonation adapté à l'entreprise, La pertinence de l'analyse stratégique est fortement liée au niveau de maturité de l'entreprise vis-à-vis des questions environnementales.

2.Décider

Une fois cette analyse réalisée, il est nécessaire de **rédiger une stratégie bas-carbone**, stratégie qui permettra de définir l'ambition de l'entreprise sur sa trajectoire de décarbonation (objectifs finaux, délais, jalons intermédiaires) et de la comparer à la trajectoire « business as usual » ou à la trajectoire préconisée par les scientifiques ou les réglementations.
Différentes méthodes peuvent être intégrées à ce stade pour définir cette trajectoire.



Cette stratégie de décarbonation formalisée permettra :

- De communiquer sur les engagements de l'entreprise en termes de décarbonation : tant en interne qu'en externe
- D'évaluer les décisions (investissement, développement, organisation…) en cohérence avec la trajectoire définie.

3.Embarquer

Mobiliser une équipe-projet est l'action la plus pertinente à cette étape. Celle-ci aura la responsabilité de rassembler les éléments nécessaires à la déclinaison opérationnelle de la stratégie définie et d'affirmer la volonté et l'implication de la direction.
L'équipe-projet aura également pour rôle d'embarquer les salariés, d'identifier les attentes des parties prenantes et de préparer le plan de communication interne / externe.

La taille de l'équipe-projet dépendra de la taille de l'entreprise et doit permettre de fédérer l'ensemble des services de l'entreprise.

4.S'organiser

Dans certains cas, il sera nécessaire d'acquérir des compétences spécifiques à la démarche de décarbonation.
Pour cela, plusieurs actions sont possibles :

- Former des collaborateurs
- Recruter une compétence
- Recourir à un expert pour l'accompagnement sur tout ou partie de la démarche.

Ce choix peut s'avérer nécessaire pour pouvoir justifier du respect de méthodologies, d'utilisation d'outils, d'objectivité des résultats ou pour accéder à certaines aides à l'accompagnement.

II. ÉVALUATION

1.Mesurer

Pour mettre en place une trajectoire pertinente de décarbonation, encore faut-il savoir d'où on part.
Et pour savoir d'où on part, il est nécessaire de passer par une étape de mesure.
La **comptabilité carbone** est un éclairage « climatique » du modèle d'affaires de l'entreprise, basée sur des **facteurs d'émissions (conversion activités et produits en tonnes équivalents CO_2)**.
Deux méthodes de comptabilité carbone coexistent :

- Comptabilité carbone du site ou de l'entreprise : On parlera alors de Bilan des émissions de GES. Le terme « Bilan carbone® » est une marque déposée en France par l'Association pour la transition Bas Carbone ABC.
- Comptabilité carbone des produits et services fournis par l'entreprise à ses clients : On parlera alors plutôt d'Empreinte Carbone.

Ces deux méthodes permettent d'évaluer l'impact global sur le changement climatique, de répondre à une exigence (réglementaire, contractuelle), d'identifier les postes d'émissions les plus impactants, de définir des actions en vue de réduire les émissions, de mesurer les gains réalisés ou envisageables et de communiquer sur les résultats.
Le tableau ci-dessous permet de distinguer les différentes caractéristiques et finalités des deux méthodes

COMPTABILITÉ CARBONE

Méthode	Champ de l'étude	Périmètre	Temporalité	Impact mesuré	Normes/Méthodologies de référence	Communication publique	Délai moyen pour une PME	Coût moyen pour une PME
BILAN DES ÉMISSIONS DE GES	Entreprise ou Établissement, parfois utilisé pour un produit	Scope 1, 2, 3 Émissions directes et indirectes	Sur une période limitée : souvent 1 an (exercice fiscal)	Changement climatique	BEGES GHG Protocol ISO 14064 ISO/TR14069	Oui (parfois obligatoire)	3 mois	5-10 k€
EMPREINTE CARBONE	Produit ou Service	De l'extraction à l'élimination (cradle-to-grave) avec possibilité de restreindre les étapes couvertes (cradle-to-gate)	Ensemble du cycle de vie d'un produit, procédé ou d'un service : sur une période correspondant généralement à la durée de vie / d'utilisation du produit	Changement climatique avec possibilité de mesurer d'autres critères d'impacts environnementaux (eutrophisation...)	ISO 14067 ISO 14040/44	Oui (via revue critique dans certains cas)	6 mois	20-30 k€ par produit, voire moins suivant le type de données mobilisées (génériques ou spécifiques)

Ces deux méthodes sont complémentaires. Le choix de commencer par l'une ou l'autre méthode pour identifier les postes les plus impactants en vue de les réduire dépendra en général de l'origine du besoin :

- Demande réglementaire,
- Demande contractuelle,
- Besoin de réduire ses émissions site,
- Besoin d'innover sur son produit…

L'ADEME a publiée un guide pour l'évaluation de l'empreinte environnementale d'un projet : https://librairie.ademe.fr/produire-autrement/5040-empreinte-projet-evaluer-l-empreinte-environnementale-d-un-projet.html

Cette méthodologie est requise lors de la réponse à certains appels à projets de l'ADEME.

Les principaux postes émetteurs de gaz à effet de serre dans l'industrie mécanique sont généralement liés aux énergies utilisées ou aux matériaux employés.

Deux démarches peuvent venir compléter cette comptabilité carbone sur ces deux postes :

- Le Bilan Matières
- Le Bilan Énergétique

2.Identifier
À partir des résultats des mesures réalisées avec les différentes méthodes présentées, l'entreprise va pouvoir identifier les postes d'émissions à cibler prioritairement et les actions à mettre en œuvre pour réduire l'impact carbone en cohérence avec la trajectoire carbone définie (processus itératif entre la stratégie et le potentiel de décarbonation)
Les actions de décarbonation doivent être envisagées dans l'ordre de priorité décroissante parmi les familles d'actions suivantes :

1. Sobriété : supprimer les gaspillages, les impacts évitables (par exemple : éteindre les appareils en cas de non-utilisation)
2. Efficacité énergétique ou matière : améliorer l'efficacité à service rendu équivalent (par exemple : utilisation de moteurs munis de variateurs, abaissement de la pression du circuit d'air comprimé, réduction du taux de chutes)
3. Décarboner : substituer une énergie ou un matériau issu de ressources d'origine fossile par une ressource moins carbonée ou décarbonée
4. Hybridation : substituer partiellement une énergie d'origine fossile par une énergie moins carbonée ou décarbonée
5. Recours aux ressources renouvelables : recourir à un approvisionnement (partiel ou total) en énergie ou matériau d'origine naturelle ou renouvelable via la souscription de contrats de fournitures ou l'autoproduction

3.Prioriser
Une fois les postes d'actions de réduction identifiés, il sera nécessaire de les prioriser selon des critères à définir (et à pondérer) tels que :

- Potentiel de réduction des émissions
- Délai de mise en œuvre et d'obtention des résultats,
- Coût de mise en œuvre ou temps de retour sur investissement,
- Complexité de la mise en œuvre,
- Cohérence avec la trajectoire de décarbonation définie,
- Embarquement de toutes les équipes,

Une priorité devra être donnée sur les actions visant la sobriété et l'efficacité.

III. MISE EN ŒUVRE

1.Éviter et réduire
Il est nécessaire de détailler les **postes d'actions de réduction** dans une **feuille de route de décarbonation** en listant de manière détaillée les actions identifiées précédemment, des pilotes d'actions, des indicateurs de suivi et des objectifs de réduction à atteindre, un planning de mise en œuvre.

Certaines actions pourront être réalisées sur une partie de l'entreprise (ateliers, produits,…) avant généralisation. L'identification d'actions techniques de réduction des postes identifiés pourra être réalisée en utilisant les **fiches spécifiques à certains métiers** de ce guide.

À cette étape, il est important d'identifier les dispositifs existants d'aides au conseil et à l'investissement mobilisables préalablement au lancement des actions.
Un portail internet permet d'identifier les dispositifs activables pour une PME : https://mission-transition-ecologique.beta.gouv.fr/

Gérer l'exécution des actions de réduction implique également un pilotage adéquat et des compétences de chiffrage précis, de rédaction de cahiers des charges, de suivi technique et de réception des travaux.
Le suivi de l'efficacité des actions de réduction peut impliquer quant à lui l'usage d'outils digitaux dédiés, des tableaux de bord personnalisés pour suivre les métriques (indicateurs de suivi ou KPI) et des outils prédictifs.

Un budget (ou tarification) carbone pourrait être, à l'image de la Stratégie Nationale Bas Carbone, mis en œuvre dans chaque entreprise pour améliorer le retour sur investissement et donc favoriser les actions ayant les potentiels de réduction des émissions de CO_2 les plus importants. Il suffit de donner un prix à la tonne de carbone, soit en lien avec le prix en cours sur le marché européen, soit, de façon plus incitative, sur un barème propre à l'entreprise.

2.Compenser et régénérer - Atténuer l'impact carbone par la compensation
nécessite de :

- Définir les critères des projets et les options à considérer
- Calculer les besoins en élimination de carbone
- Vérifier les programmes de compensation carbone (évitement, séquestration ou réduction).
- Fournir une synthèse

Le Ministère de la Transition Écologique a réalisé une synthèse des dispositifs (extrait ci-dessous).

Standards performants — remplissant presque tous les critères	Climate Action Reserve, Gold Standard, Label Bas Carbone, Verified Carbon Standard (A VERRA STANDARD)
Standards moyennement performants — remplissant une majorité de critères	Peatland Code, American Carbon Registry (at Winrock International), Plan Vivo (For nature, climate and communities), Woodland Carbon CO_2de, ONU MDP, ART (Architecture for REDD+ Transactions)

Source : ecologie.gouv.fr › sites › default › files › Santards-compensation_MTE.pdf

La compensation ne doit être utilisée qu'en complément d'actions de réduction des émissions de CO_2, on parlera alors de compensation des émissions résiduelles.

Régénérer consiste à aller au-delà de la compensation totale des émissions de CO_2, c'est-à-dire de mener des actions permettant d'aboutir à une réduction des émissions de CO_2 supérieure aux émissions de l'entreprise, grâce à des actions permettant d'éviter des émissions chez d'autres acteurs (acteurs de la même chaîne de valeur ou en dehors).

La régénération implique également d'ouvrir le champ de l'analyse environnementale plus largement. Planter un arbre permet de stocker 25 kg de CO_2… mais apporte des bienfaits en termes de biodiversité ou d'impacts sur la santé (réduction des îlots de chaleur) !

Remarque : On désigne la réduction des émissions évitées permise par l'entreprise (via ses activités, produits et/ou services) en dehors de son périmètre d'activité par scope 4. Ce scope 4 est abordé dans la méthode internationale de mesures des émissions de GES « GHG Protocol ».

L'Ademe a publié une fiche technique pour décrire cette notion d'émissions évitées : https://librairie.ademe.fr/air-et-bruit/404-emissions-evitees-de-quoi-parle-t-on-.html

3.S'adapter
En parallèle des actions de réduction (atténuation) des émissions de CO_2, il est nécessaire pour les entreprises de mener des actions d'adaptation au changement climatique dans la mesure où les résultats sur l'environnement liés à la réduction des émissions de CO_2, c'est-à-dire la baisse des températures globales, ne seront pas visibles avant des décennies.
L'entreprise doit évaluer sa capacité d'adaptation au changement climatique :

- Adaptation aux risques physiques (pluie, inondation, sécheresse, canicule…) du site de production, de la supply-chain
- Adaptation du modèle d'affaires aux impacts du changement climatique (menaces ou opportunités pour le modèle d'affaires).

Il est important de veiller à la cohérence entre les politiques de réduction des émissions et d'adaptation au changement climatique.

IV. COMMUNICATION

1.Informer
Il est nécessaire de communiquer régulièrement en interne par notamment la publication d'un tableau de suivi des actions et des résultats obtenus et la mise en avant des acteurs de ces actions pour générer un effet d'embarquement des équipes.

2.Rendre compte
Communiquer des résultats à l'externe implique :

- Des résultats traçables, visibles et fiables (site internet de l'entreprise…)
- Une conformité réglementaire (documents administratifs, site du gouvernement…)
- Une diffusion sous forme adaptée (suivant la taille de l'entreprise)

Échanger des informations avec la chaîne de valeur est un autre axe important pour disposer d'informations nécessaires au reporting et pour mobiliser également les fournisseurs.
Parmi les obligations de reporting, on peut citer des :

- Informations nécessaires et demandées par les clients (Fiches de données environnementales et sanitaires, Profil Environnemental Produit, Déclaration Environnementale Produit, Empreinte Environnementale Produit ou Organisationnelle, Affichage Environnemental…)
- Informations à transmettre aux tiers : commissaires aux comptes, comptables… (Directive européenne sur la RSE : CSRD).

PEP ECOPASSPORT®	FDES INIES	EPD SYSTEM®	PEF/OEF Commission Européenne
Déclaration dédiée Produits Électriques, Électroniques et Génie climatique	Déclaration dédiée Produits du Bâtiment — matériaux de construction	Déclaration Produit Tout type de catégorie	Affichage environnemental européen
Normes NF EN 50693 + NF E-38500	Norme NF EN 15804+A2/CN	Norme EN 15804+A2	Normes ISO 14040/44 et Lignes directrices ILCD

3.Se faire évaluer (par tierce partie)
Échanger des informations pour la reconnaissance ou la certification de la démarche implique d'identifier le système visé (il peut être une obligation des donneurs d'ordre ou une demande des autorités). Plusieurs dispositifs coexistent. Citons un des plus faciles d'accès : ECOVADIS qui vous permet de vous positionner sur une échelle de valeurs, et également en comparaison de votre secteur et vos concurrents.

La reconnaissance ou la certification peuvent concerner un produit, un procédé ou l'entreprise. Au-delà de la norme ISO 50 001 sur le managemenet de l'énergie, les normes ISO 14 068 sur la neutralité carbone.

V. BILAN

1.Vérifier

Identifier la performance de la stratégie bas carbone (objectifs, KPIs…) implique un travail sur les éléments suivants :

- Comparaison des résultats par rapport à l'ambition initiale (en intégrant la question de l'effet rebond)
- Identification des écarts par rapport aux engagements
- Mettre en perspective les visions à court, moyen et long termes
- Valider le temps de retour par rapport au plan d'investissements

2.Corriger

En fonction des résultats obtenus et du retour d'expériences sur la mise en œuvre des actions (difficultés rencontrées, compétences acquises…).
Exemple ci-dessous de la méthode et du score ACT de l'ADEME.

3.Capitaliser

Réaliser un atelier d'échange avec les parties prenantes implique ces moyens :

- Partage de la démarche
- Écoute de l'attente des parties prenantes
- Regard extérieur éventuel (évaluation de tierce partie)
- Identification des éléments hors carbone pouvant être impactés, et mesures d'atténuations

Partie 02.

Parcours

Critères de sélectivité

Ce guide propose de construire son parcours de décarbonation à partir des thèmes exposés par la méthode, déclinés par fiches indépendantes et complémentaires à la fois. L'entreprise peut bâtir ainsi un parcours à la fois commun (« Générique ») et différenciant en se référant aux différents métiers de la mécanique :

- *Usinage*
- *Forge – fonderie*
- *Traitement de surface (TTS)*
- *Traitement thermique (TTH)*
- *Assemblage*
- *Découpage soudage*
- *Transformation des matières plastiques*

Différentes fiches, telles décrites ci-après s'adressent plus particulièrement aux entreprises concevant leurs propres produits (« Conception »).

Chaque entreprise peut s'identifier dans son métier et ses spécificités dans les tableaux suivants, ou se retrouver dans les thèmes « Générique » qui concernent l'ensemble des industriels de la mécanique.

Critères de sélectivité /I

Numéro Fiche	ÉTAPE MÉTHODE		TITRE FICHE	CRITÈRES SÉLECTIVITÉ FICHES			
A1.01	Stratégie	Comprendre	Identifier son niveau de maturité (autodiagnostic)	Générique	—	—	—
A1.02			Comprendre les principes de la comptabilisation Carbone	Générique	—	—	—
A1.02		Décider	Rédiger une Stratégie Bas Carbone	Générique	—	—	—
A3.01		Embarquer	Mobiliser une équipe projet	Générique	—	—	—
A3.02			Organiser un atelier pédagogique Carbone	Générique	—	—	—
A4.02			Identifier des ressources externes	Générique	—	—	—
B1.02	Évaluation	Mesurer	Réaliser un Bilan Climat simplifié (Bilan GES Site Scope 1 : Postes 1.1 et 1.2)	Générique	—	—	—
B1.04			Réaliser un Bilan Climat (Bilan GES site Scope 1 : Poste 1.4)	Générique	—	—	—
B1.05			Bilan GES Réaliser son scope 2.1	Générique	—	—	—
B1.06			Bilan GES Réaliser son scope 2.2	Générique	—	—	—
B1.09			Réaliser un bilan d'air comprimé	Générique	—	—	—
B1.10			Réaliser un Bilan énergétique des bâtiments industriels	Générique	—	—	—
B1.11			Réaliser un Bilan d'un équipement thermique	Fonderie	Forge	TTS	TTH
B1.13			Fourniture des consommations énergétiques	Générique	—	—	—
B2.04		Identifier	Identifier les émissions évitées par les actions de maintenance	Générique	—	—	—
B3.01		Prioriser	Décarbonation acier	Générique	Fonderie	—	—
B3.04			Diminuer son talon de consommation	Générique	—	—	—

Critères de sélectivité /II

Numéro Fiche	ÉTAPE MÉTHODE		TITRE FICHE	CRITÈRES SÉLECTIVITÉ FICHES			
C1.02	Mise en œuvre	Éviter & réduire	Bonnes pratiques machines d'usinage	Usinage	—	—	—
C1.03			Mise en veille des machines-outils	Usinage	—	—	—
C1.14			Limiter la consommation d'énergie consacrée à l'aspiration des bains de traitement de surface	TTS	—	—	—
C1.15			Limiter la consommation d'énergie consacrée au chauffage des bains de traitement de surface	TTS	—	—	—
C1.16			Récupérer la chaleur fatale d'un four	Fonderie	Forge	TTH	—
C1.18			Mettre en œuvre l'éco-conception	Conception	—	—	—
C1.19			Améliorer la consommation énergétique d'un équipement thermique (fours, étuves)	Fonderie	Forge	TTH	—
C2.02		Compenser, régénérer	Verdir son mix énergétique	Générique	—	—	—
D1.01	Communication	Informer	Communiquer ses résultats en externe	Générique	—	—	—
D2.01		Rendre compte	Mettre en place un système de Reporting interne	Générique	—	—	—
D2.02			Échanger des informations avec la chaîne de valeurs	Générique	—	—	—
D3.01		Se faire évaluer	Identifier les systèmes de reconnaissance Carbone	Générique	—	—	—
E1.01	Bilan	Vérifier	Identifier la performance de sa Stratégie Carbone	Générique	—	—	—
E2.01		Corriger	Corriger sa trajectoire Carbone	Conception	—	—	—
E3.01		Capitaliser	Réaliser un atelier d'échange avec les parties prenantes	Générique	—	—	—

Exemples de parcours

Le tableau suivant décrit deux exemples d'entreprises mécaniciennes, telles que définies précédemment par métiers et technologies présents dans l'entreprise.

Exemples de parcours

EXEMPLES D'ENTREPRISES	MÉTIER 1	MÉTIER 2	MÉTIER 3	BUREAU D'ÉTUDES CONCEPTION	AUTRES MOYENS
A Traitement de surface moyennes séries	Traitement de surface	—	—	OUI	Peinture
B Forge de de pièces d'usure petites dimensions grande série	Forge	—	—	NON	—

Exemple entreprise A

Prenons l'exemple de l'entreprise A, réalisant du traitement de surface sur des moyennes série.
Je sélectionne dans le tableau des fiches les appellations clé "Générique", "traitement de surface", "Conception" et j'obtiens la liste des fiches suivantes du parcours, pour la Stratégie et l'Evaluation :

Exemple Entreprise A-I

Numéro Fiche	ÉTAPE MÉTHODE		TITRE FICHE	CRITÈRES SÉLECTIVITÉ FICHES			
A1.01	Stratégie	Comprendre	Identifier son niveau de maturité (autodiagnostic)	Générique	—	—	—
A1.02			Comprendre les principes de la comptabilisation Carbone	Générique	—	—	—
A1.02		Décider	Rédiger une Stratégie Bas Carbone	Générique	—	—	—
A3.01		Embarquer	Mobiliser une équipe projet	Générique	—	—	—
A3.02			Organiser un atelier pédagogique Carbone	Générique	—	—	—
A4.02			Identifier des ressources externes	Générique	—	—	—
B1.02	Évaluation	Mesurer	Réaliser un Bilan Climat simplifié (Bilan GES Site Scope 1 : Postes 1.1 et 1.2)	Générique	—	—	—
B1.04			Réaliser un Bilan Climat (Bilan GES site Scope 1 : Poste 1.4)	Générique	—	—	—
B1.05			Bilan GES Réaliser son scope 2.1	Générique	—	—	—
B1.06			Bilan GES Réaliser son scope 2.2	Générique	—	—	—
B1.09			Réaliser un bilan d'air comprimé	Générique	—	—	—
B1.10			Réaliser un Bilan énergétique des bâtiments industriels	Générique	—	—	—
B1.11			Réaliser un Bilan d'un équipement thermique	Fonderie	Forge	TTS	TTH
B1.13			Fourniture des consommations énergétiques	Générique	—	—	—
B2.04		Identifier	Identifier les émissions évitées par les actions de maintenance	Générique	—	—	—
B3.01		Prioriser	Décarbonation acier	Générique	Fonderie	—	—
B3.04			Diminuer son talon de consommation	Générique	—	—	—

J'obtiens la liste des fiches suivantes du parcours, pour la Mise en œuvre, la Communication et le Bilan :

Exemple Entreprise A-II

Numéro Fiche	ÉTAPE MÉTHODE		TITRE FICHE	CRITÈRES SÉLECTIVITÉ FICHES			
C1.14	Mise en œuvre	Éviter & réduire	Limiter la consommation d'énergie consacrée à l'aspiration des bains de traitement de surface	TTS	—	—	—
C1.15			Limiter la consommation d'énergie consacrée au chauffage des bains de traitement de surface	TTS	—	—	—
C1.18			Mettre en œuvre l'éco-conception	Conception	—	—	—
C2.02		Compenser, régénérer	Verdir son mix énergétique	Générique	—	—	—
D1.01	Communication	Informer	Communiquer ses résultats en externe	Générique	—	—	—
D2.01		Rendre compte	Mettre en place un système de Reporting interne	Générique	—	—	—
D2.02			Échanger des informations avec la chaîne de valeurs	Générique	—	—	—
D3.01		Se faire évaluer	Identifier les systèmes de reconnaissance Carbone	Générique	—	—	—
E1.01	Bilan	Vérifier	Identifier la performance de sa Stratégie Carbone	Générique	—	—	—
E2.01		Corriger	Corriger sa trajectoire Carbone	Conception	—	—	—
E3.01		Capitaliser	Réaliser un atelier d'échange avec les parties prenantes	Générique	—	—	—

Exemple Entreprise B

Prenons l'exemple de l'entreprise B, réalisant la forge de pièces d'usure de petites dimensions en grande série.

Je sélectionne dans le tableau des fiches les appellations clé "Générique", "Forge", et j'obtiens la liste des fiches suivantes du parcours, pour la Stratégie et l'Évaluation :

Exemple Entreprise B-I

Numéro Fiche	ÉTAPE MÉTHODE		TITRE FICHE	CRITÈRES SÉLECTIVITÉ FICHES			
A1.01	Stratégie	Comprendre	Identifier son niveau de maturité (autodiagnostic)	Générique	—	—	—
A1.02			Comprendre les principes de la comptabilisation Carbone	Générique	—	—	—
A1.02		Décider	Rédiger une Stratégie Bas Carbone	Générique	—	—	—
A3.01		Embarquer	Mobiliser une équipe projet	Générique	—	—	—
A3.02			Organiser un atelier pédagogique Carbone	Générique	—	—	—
A4.02			Identifier des ressources externes	Générique	—	—	—
B1.02	Évaluation	Mesurer	Réaliser un Bilan Climat simplifié (Bilan GES Site Scope 1 : Postes 1.1 et 1.2)	Générique	—	—	—
B1.04			Réaliser un Bilan Climat (Bilan GES site Scope 1 : Poste 1.4)	Générique	—	—	—
B1.05			Bilan GES Réaliser son scope 2.1	Générique	—	—	—
B1.06			Bilan GES Réaliser son scope 2.2	Générique	—	—	—
B1.09			Réaliser un bilan d'air comprimé	Générique	—	—	—
B1.10			Réaliser un Bilan énergétique des bâtiments industriels	Générique	—	—	—
B1.11			Réaliser un Bilan d'un équipement thermique	Fonderie	Forge	TTS	TTH
B1.13			Fourniture des consommations énergétiques	Générique	—	—	—
B2.04		Identifier	Identifier les émissions évitées par les actions de maintenance	Générique	—	—	—
B3.01		Prioriser	Décarbonation acier	Générique	Fonderie	—	—
B3.04			Diminuer son talon de consommation	Générique	—	—	—

J'obtiens la liste des fiches suivantes du parcours, pour la Mise en œuvre, la Communication et le Bilan :

Exemple Entreprise B-II

Numéro Fiche	ÉTAPE MÉTHODE		TITRE FICHE	CRITÈRES SÉLECTIVITÉ FICHES			
C1.16	Mise en œuvre	Éviter & réduire	Récupérer la chaleur fatale d'un four	Fonderie	Forge	TTH	—
C1.19			Améliorer la consommation énergétique d'un équipement thermique (fours, étuves)	Fonderie	Forge	TTH	—
C2.02		Compenser, régénérer	Verdir son mix énergétique	Générique	—	—	—
D1.01	Communication	Informer	Communiquer ses résultats en externe	Générique	—	—	—
D2.01		Rendre compte	Mettre en place un système de Reporting interne	Générique	—	—	—
D2.02			Échanger des informations avec la chaîne de valeurs	Générique	—	—	—
D3.01		Se faire évaluer	Identifier les systèmes de reconnaissance Carbone	Générique	—	—	—
E1.01	Bilan	Vérifier	Identifier la performance de sa Stratégie Carbone	Générique	—	—	—
E3.01		Capitaliser	Réaliser un atelier d'échange avec les parties prenantes	Générique	—	—	—

PARCOURS : Exemples de parcours – parcours par fonctions dans l'entreprise
L'entreprise va impliquer différemment certains services ou fonctions dans les projets et la conduite de la démarche de décarbonation.
Après la sélection des fiches, la grille suivante permet d'orienter ses les actions par services ou fonctions dans l'entreprise.

Exemple entreprise A
Reprenons les exemples des entreprises précédentes, l'entreprise A Thèmes Stratégie et Évaluation.

Exemple Entreprise A / Parcours par services I								
Numéro Fiche	TITRE FICHE	Dirigeant	QSE / RSE Référent décarbonation	BE / Méthodes	Prod / Indus / Maintenance	Commerce / Market / Communication	Compta / Daf / Achats	Support (RH, SI...)
A1.01	Identifier son niveau de maturité (autodiagnostic)	X						
A1.02	Comprendre les principes de la comptabilisation Carbone		X		X			
A2.01	Rédiger une Stratégie Bas Carbone	X						
A3.01	Mobiliser une équipe projet	X		X	X			
A3.02	Organiser un atelier pédagogique Carbone		X					
A4.02	Identifier des ressources externes universitaires	X						X
B1.02	Réaliser un Bilan Climat simplifié (Bilan GES Site Scope 1 : Postes 1.1 et 1.2)	X	X				X	
B1.04	Réaliser un Bilan Climat (Bilan GES site Scope 1 : Poste 1.4)	X	X				X	
B1.05	Bilan GES Réaliser son scope 2.1	X	X				X	
B1.06	Bilan GES Réaliser son scope 2.2	X	X				X	
B1.09	Réaliser un bilan d'air comprimé		X		X			
B1.10	Réaliser un Bilan énergétique des bâtiments industriels		X		X			
B1.11	Réaliser un Bilan d'un équipement thermique		X		X			
B1.13	Fourniture des consommations énergétiques		X		X			
B2.04	Identifier les émissions évitées par les actions de maintenance		X		X			
B3.01	Décarbonation acier						X	
B3.04	Diminuer son talon de consommation		X		X			

L'entreprise A, Thèmes Mise en œuvre, Communication et Bilan

Exemple Entreprise A / Parcours par services II								
Numéro Fiche	TITRE FICHE	Dirigeant	QSE / RSE Référent décarbonation	BE / Méthodes	Prod / Indus / Maintenance	Commerce / Market / Communication	Compta / Daf / Achats	Support (RH, SI...)
C1.02	Bonnes pratiques machines d'usinage			X	X			
C1.03	Mise en veille des machines-outils			X	X			
C1.14	Limiter la consommation d'énergie consacrée à l'aspiration des bains de traitement de surface		X		X			
C1.15	Limiter la consommation d'énergie consacrée au chauffage des bains de traitement de surface		X		X			
C1.16	Récupérer la chaleur fatale d'un four		X		X			
C1.18	Mettre en œuvre l'éco-conception		X		X			
C1.19	Améliorer la consommation énergétique d'un équipement thermique (fours, étuves)		X					
C2.02	Verdir son mix énergétique						X	
D1.01	Communiquer ses résultats en externe	X				X		
D2.01	Mettre en place un système de Reporting interne		X					
D2.02	Échanger des informations avec la chaîne de valeurs		X			X	X	
D3.01	Identifier les systèmes de reconnaissance Carbone		X				X	
E1.01	Identifier la performance de sa Stratégie Carbone	X	X					
E2.01	Corriger sa trajectoire Carbone	X	X					
E3.01	Réaliser un atelier d'échange avec les parties prenantes	X	X					

Exemple entreprise B, Stratégie et Évaluation

Exemple Entreprise B / Parcours par services I								
Numéro Fiche	TITRE FICHE	Dirigeant	QSE / RSE Référent décarbonation	BE / Méthodes	Prod / Indus / Maintenance	Commerce / Market / Communication	Compta / Daf / Achats	Support (RH, SI...)
A1.01	Identifier son niveau de maturité (autodiagnostic)	X						
A1.02	Comprendre les principes de la comptabilisation Carbone		X		X			
A2.01	Rédiger une Stratégie Bas Carbone	X						
A3.01	Mobiliser une équipe projet	X		X	X			
A3.02	Organiser un atelier pédagogique Carbone		X					
A4.02	Identifier des ressources externes universitaires	X						X
B1.02	Réaliser un Bilan Climat simplifié (Bilan GES Site Scope 1 : Postes 1.1 et 1.2)	X	X				X	
B1.04	Réaliser un Bilan Climat (Bilan GES site Scope 1 : Poste 1.4)	X	X				X	
B1.05	Bilan GES Réaliser son scope 2.1	X	X				X	
B1.06	Bilan GES Réaliser son scope 2.2	X	X				X	
B1.09	Réaliser un bilan d'air comprimé		X		X			
B1.10	Réaliser un Bilan énergétique des bâtiments industriels		X		X			
B1.11	Réaliser un Bilan d'un équipement thermique		X		X			
B1.13	Fourniture des consommations énergétiques		X		X			

Exemple Entreprise B , Mise en œuvre, Communication et bilan

Exemple Entreprise B / Parcours par services II								
Numéro Fiche	TITRE FICHE	Dirigeant	QSE / RSE Référent décarbonation	BE / Méthodes	Prod / Indus / Maintenance	Commerce / Market / Communication	Compta / Daf / Achats	Support (RH, SI...)
C1.16	Récupérer la chaleur fatale d'un four		X		X			
C1.19	Améliorer la consommation énergétique d'un équipement thermique (fours, étuves)		X		X			
C2.02	Verdir son mix énergétique						X	
D1.01	Communiquer ses résultats en externe	X				X		
D2.01	Mettre en place un système de Reporting interne		X					
D2.02	Échanger des informations avec la chaîne de valeurs		X			X	X	
D3.01	Identifier les systèmes de reconnaissance Carbone		X					
E1.01	Identifier la performance de sa Stratégie Carbone	X	X					
E3.01	Réaliser un atelier d'échange avec les parties prenantes	X	X					

Partie 03.

Fiches

Ces fiches sont à exploiter non dans un sens linéaire mais bien en suivant l'un des parcours types proposé ou le parcours que vous aurez construit au préalable, qui peut être issu d'un pré diagnostic ou d'une analyse stratégique.

Chaque fiche est identifiée dans le cadre de notre méthode et le sera dans le cadre de votre parcours également.

Plusieurs fonctions de l'entreprise seront sollicitées pour participer à la mise en œuvre du parcours. Nous avons également listé sur chaque fiche les fonctions pouvant être impliquées.

Nous vous proposons ci-dessous une toute première ébauche de répartition des fiches par fonction.

Répartition des fiches par fonction I

Numéro Fiche	TITRE FICHE	Dirigeant	QSE / RSE Référent décarbonation	BE / Méthodes	Prod / Indus / Maintenance	Commerce / Market / Communication	Compta / Daf / Achats	Support (RH, SI...)
A1.01	Identifier son niveau de maturité (autodiagnostic)	X						
A1.02	Comprendre les principes de la comptabilisation Carbone		X		X			
A2.01	Rédiger une Stratégie Bas Carbone	X						
A3.01	Mobiliser une équipe projet	X		X	X			
A3.02	Organiser un atelier pédagogique Carbone		X					
A4.02	Identifier des ressources externes universitaires	X						X
B1.02	Réaliser un Bilan Climat simplifié (Bilan GES Site Scope 1 : Postes 1.1 et 1.2)	X	X				X	
B1.04	Réaliser un Bilan Climat (Bilan GES site Scope 1 : Poste 1.4)	X	X				X	
B1.05	Bilan GES Réaliser son scope 2.1	X	X				X	
B1.06	Bilan GES Réaliser son scope 2.2	X	X				X	
B1.09	Réaliser un bilan d'air comprimé		X		X			
B1.10	Réaliser un Bilan énergétique des bâtiments industriels		X		X			
B1.11	Réaliser un Bilan d'un équipement thermique		X		X			
B1.13	Fourniture des consommations énergétiques		X		X			
B2.03	Évaluer un produit (et les gains GES associés)		X	X				
B2.04	Identifier les émissions évitées par les actions de maintenance		X		X			
B3.01	Décarbonation acier						X	
B3.04	Diminuer son talon de consommation		X		X			

Répartition des fiches par fonction II

Numéro Fiche	TITRE FICHE	Dirigeant	QSE / RSE Référent décarbonation	BE / Méthodes	Prod / Indus / Maintenance	Commerce / Market / Communication	Compta / Daf / Achats	Support (RH, SI...)
C1.02	Bonnes pratiques machines d'usinage		X		X			
C1.03	Mise en veille des machines-outils		X		X			
C1.14	Limiter la consommation d'énergie consacrée à l'aspiration des bains de traitement de surface		X		X			
C1.15	Limiter la consommation d'énergie consacrée au chauffage des bains de traitement de surface		X		X			
C1.16	Récupérer la chaleur fatale d'un four		X		X			
C1.18	Mettre en œuvre l'éco-conception		X					
C1.19	Améliorer la consommation énergétique d'un équipement thermique (fours, étuves)		X		X			
C2.02	Verdir son mix énergétique						X	
D1.01	Communiquer ses résultats en externe	X				X		
D2.01	Mettre en place un système de Reporting interne		X					
D2.02	Échanger des informations avec la chaîne de valeurs		X			X	X	
D3.01	Identifier les systèmes de reconnaissance Carbone		X					
E1.01	Identifier la performance de sa Stratégie Carbone	X	X					
E2.01	Corriger sa trajectoire Carbone	X	X					
E3.01	Réaliser un atelier d'échange avec les parties prenantes	X	X					

MÉTHODE DU MANAGEMENT DE LA DÉCARBONATION

A
STRATÉGIE

1. Comprendre
2. Décider
3. Embarquer
4. S'organiser

B
ÉVALUATION

1. Mesurer
2. Identifier
3. Prioriser

C
MISE EN ŒUVRE

1. Éviter & Réduire
2. Compenser & Régénérer
3. S'adapter

D
COMMUNICATION

1. Informer
2. Rendre compte
3. Se faire évaluer

E
BILAN

1. Vérifier
2. Corriger
3. Capitaliser

DÉCARBONER

LISTE DES FICHES POUR MANAGER LA DÉCARBONATION

INVENTAIRE DES FICHES CLASSÉES PAR ÉTAPES DE LA MÉTHODE

A.	Stratégie	1.	Comprendre	01	Identifier son niveau de maturité (autodiagnostic)
A.	Stratégie	1.	Comprendre	02	Comprendre les principes de la comptabilisation Carbone
A.	Stratégie	2.	Décider	01	Rédiger une Stratégie Bas Carbone
A.	Stratégie	3.	Embarquer	01	Mobiliser une équipe projet
A.	Stratégie	3.	S'organiser	02	Organiser un atelier pédagogique carbone
A.	Stratégie	4.	Comprendre	02	Identifier des ressources externes universitaires
B.	Évaluation	1.	Mesurer	02	Réaliser un Bilan Climat simplifié (Bilan GES Site Scope 1 : Postes 1.1 et 1.2)
B.	Évaluation	1.	Mesurer	04	Réaliser un Bilan Climat (Bilan GES site Scope 1 : Poste 1.4)
B.	Évaluation	1.	Mesurer	05	Bilan GES réaliser son scope 2.1
B.	Évaluation	1.	Mesurer	06	Bilan GES réaliser son scope 2.2
B.	Évaluation	1.	Mesurer	09	Réaliser un bilan d'air comprimé
B.	Évaluation	1.	Mesurer	10	Réaliser un Bilan énergétique des bâtiments industriels
B.	Évaluation	1.	Mesurer	11	Réaliser un Bilan d'un équipement thermique
B.	Évaluation	1.	Mesurer	13	Fourniture des consommations énergétiques
B.	Évaluation	2.	Identifier	03	Évaluer un produit (et les gains GES associés)
B.	Évaluation	2.	Identifier	04	Identifier les émissions évitées par les actions de maintenance
B.	Évaluation	3.	Prioriser	01	Décarbonation de l'acier
B.	Évaluation	3.	Prioriser	04	Diminuer son talon de consommation

LISTE DES FICHES POUR MANAGER LA DÉCARBONATION

INVENTAIRE DES FICHES CLASSÉES PAR ÉTAPES DE LA MÉTHODE

C.	Mise en œuvre	1.	Éviter & Réduire	02	Bonnes pratiques machines d'usinages
C.	Mise en œuvre	1.	Éviter & Réduire	03	Mise en veille des machines-outils
C.	Mise en œuvre	1.	Éviter & Réduire	14	Limiter la consommation d'énergie consacrée à l'aspiration des bains de traitement de surface
C.	Mise en œuvre	1.	Éviter & Réduire	15	Limiter la consommation d'énergie consacrée au chauffage des bains de traitements de surface
C.	Mise en œuvre	1.	Éviter & Réduire	16	Récupérer la chaleur fatale d'un four
C.	Mise en œuvre	1.	Éviter & Réduire	18	Mettre en œuvre l'éco-conception
C.	Mise en œuvre	1.	Éviter & Réduire	19	Améliorer la consommation énergétique d'un équipement thermique
C.	Mise en œuvre	2.	Éviter & Réduire	02	Verdir son mix énergétique
D.	Communication	1.	Informer	01	Communiquer ses résultats en externe
D.	Communication	2.	Rendre compte	01	Mettre en place un système de Reporting interne
D.	Communication	2.	Rendre compte	02	Échanger des informations avec la chaîne de valeurs
D.	Communication	3.	Se faire évaluer	01	Identifier les systèmes de reconnaissance carbone
E.	Bilan	1.	Vérifier	01	Identifier la performance de sa Stratégie Carbone
E.	Bilan	2.	Corriger	01	Corriger sa trajectoire carbone
E.	Bilan	3.	Capitaliser	01	Réaliser un atelier d'échange avec les parties prenantes

Identifier son niveau de maturité (autodiagnostic)

Fiche A1.01

1. QUOI

Au lancement de chaque démarche de changement (RSE, écoconception…), il est toujours utile de réaliser un autodiagnostic pour se positionner sur une échelle avec des niveaux de maturité. Celle-ci, dans le meilleur des cas, peut également vous donner une indication de votre positionnement dans votre secteur et vous recommander des actions à prioriser (et dans ce guide, également des fiches spécifiques).
Plusieurs autodiagnostics sont disponibles gratuitement en ligne, nous présentons ici plus spécifiquement celui de BPI appelé « Climatomètre ».

2. POURQUOI

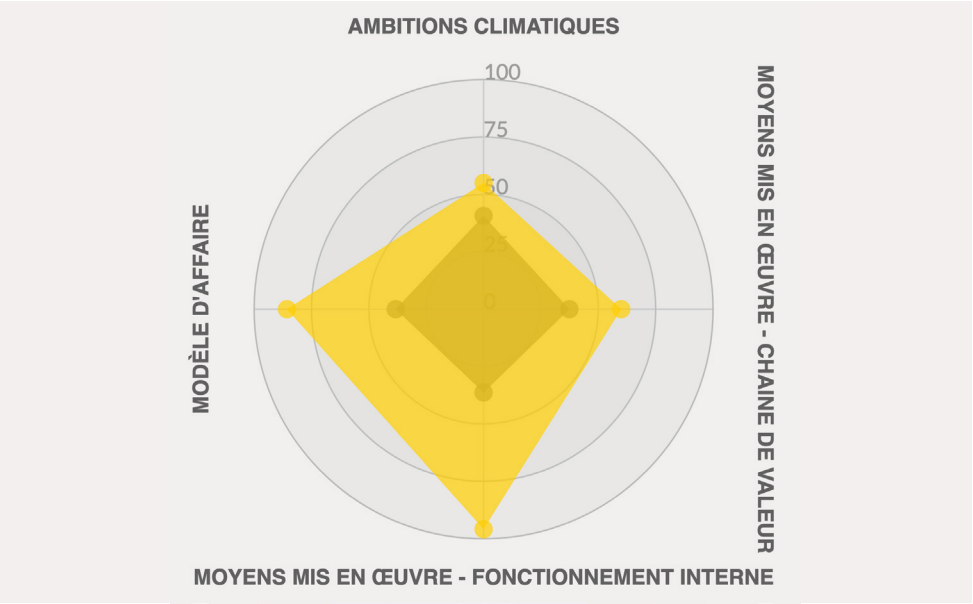
Réaliser cet autodiagnostic de BPI France permet de disposer en 30 questions (réparties en général sur 4 niveaux de maturité) de 4 notes sur 4 chapitres et également d'une comparaison avec tous les répondants de son secteur. Ces chapitres sont les suivants (nous citons à chaque chapitre deux questions issues du site dédié Climatomètre) :

- Ambitions climatiques
  - Avez-vous évalué les émissions carbone de votre entreprise (bilan carbone) ?
  - Avez-vous établi un plan stratégique d'entreprise en lien avec la transition écologique et énergétique ?

- Moyens mis en œuvre sur la chaîne de valeur
  - Incluez-vous des critères environnementaux dans la sélection de vos fournisseurs/prestataires (par ex. transporteurs le cas échéant) ?
  - Êtes-vous dans une démarche de remplacement ou d'investissement dans de nouveaux équipements dont l'efficacité énergétique est plus élevée ?

- Moyens mis en œuvre sur le fonctionnement interne
  - Avez-vous déjà réalisé des audits énergétiques ?
  - Avez-vous instauré un plan de gestion des déplacements professionnels ?

- Modèle d'affaires
  - Évaluez-vous l'impact environnemental de vos produits/services ?
  - Proposez-vous des produits/services innovants qui permettent de mesurer, de prévenir ou de limiter les impacts environnementaux ?



Source : BPI, Résultats fictifs (en orange la moyenne du secteur)

Identifier son niveau de maturité (autodiagnostic)

Fiche A1.01

3. COMMENT

Créer un compte sur BPI France et/ou connectez-vous directement sur le site

https://climatometre.bpifrance.fr/#/home

Réaliser l'autodiagnostic et identifier votre niveau de performance
Il est recommandé d'être le plus factuel possible dans les réponses, et d'identifier à chaque question les éventuels documents et modes de preuve afférents (ou non disponibles).

Identifier les actions prioritaires à mener
Les résultats vous permettront de voir les actions à mener. Celles-ci sont pour la plupart décrites dans ce guide. Un lien peut donc être fait entre votre niveau de maturité et le parcours le plus adapté à votre entreprise. Le CETIM peut vous accompagner dans cette démarche.

4. QUI

Dirigeant, avec l'appui au besoin du CETIM.

5. QUAND

Au démarrage de la démarche.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Plusieurs autres autodiagnostics existent, certains allant plus loin dans l'analyse liée au risque climatique pour l'entreprise.

Un référentiel environnemental a été développé par le Cetim (https://t2e.cetim.fr/cetim). Il permet de comprendre tous les enjeux de la Transformation Environnementale et Énergétique et de s'auto-évaluer pour obtenir sa maturité T2E.

L'ADEME a réalisé un guide dédié :
https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/4049-diagnostic-des-impacts-du-changement-climatique-sur-une-entreprise.html

Nous avons extrait un outil normé, utilisable également pour les entreprises de niveau plus avancé, la norme ISO 14090 :

ANNEXE B NORME NF EN ISO 14090

Porteur
Afnor

Cible
Tout acteur privé, public

Description : L'annexe B de la Norme ISO détaille les étapes à suivre pour réaliser une analyse des seuils et fournit des exemples illustratifs.

Aléas	Secteur	Accès	Langue
			FR

Méthode
RISQUES
VULNÉRABILITÉS
SEUILS

Moyens
Humains ●●
Techniques ●●

https://www.iso.org/fr/standard/68507.html

Météo France propose également un autodiagnostic lié à l'adaptation au changement climatique :
https://meteofrance.com/climadiag-entreprise

Comprendre les principes de la comptabilisation Carbone

Fiche A1.02

1. QUOI

Il s'agit d'utiliser une méthodologie permettant de quantifier les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) s'appuyant sur des données scientifiques, qui permet de rendre compte de la contribution des activités de l'entreprise mais aussi de celle émise par le ou les produits.
Ainsi, les émissions directes de l'établissement seront prises en compte mais également celles, indirectes, générées par l'achat de matières premières, de consommables et celles émises pendant la durée de vie du produit.

2. POURQUOI

Pour pouvoir réduire ses émissions de GES, une entreprise doit, comme dans tout processus d'amélioration connaître sa situation de départ et doit pouvoir mesurer sa progression. Pour les émissions de GES, elle doit donc être capable de quantifier la quantité d'équivalents CO_2 de son périmètre d'étude ou du produit étudié. Il faut donc pouvoir convertir les activités et les matières en quantité de GES émise.

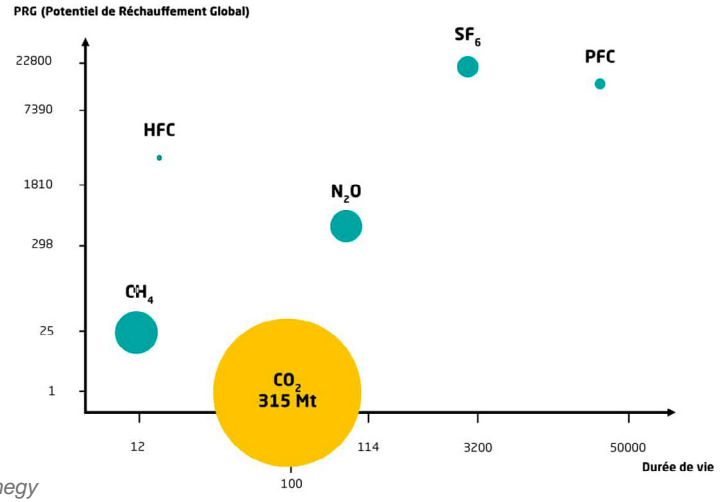
3. COMMENT

1. Identifier les GES présents dans son périmètre

Les principaux GES sont :

- Le dioxyde carbone (CO_2),
- Le méthane (CH_4),
- Le protoxyde d'azote (N_2O) liés souvent aux engrais azotés,
- Les hydrocarbures fluorés (HFC, qui sont des fluides frigorigènes pour la plupart),
- Les hydrocarbures perfluorés (PFC) qui sont utilisés dans des processus industriels : fabrication de semi-conducteurs, fusion de l'aluminium, applications diverses en diélectrique ou en fluide de transfert de chaleur,
- L'hexafluorure de soufre (SF_6) qui intervient notamment dans la fabrication d'équipements électriques.

Chacun de ces composés a une durée de vie différente dans l'atmosphère et un impact différent sur le climat. Aussi il a été décidé de prendre comme unité le pouvoir de réchauffement global (PRG) d'une tonne de CO_2 restant 100 ans dans l'atmosphère. Ainsi le CO_2 a un PRG de 1, le méthane de 28, celui du N_2O de 300 environ… Le CO_2 représente ¾ des GES (voir ci-dessous où le diamètre des disques représente le volume des émissions des différents gaz).



Source : Omnegy

Il a été décidé de traduire tous les PRG et les quantités de GES en kg équivalent CO_2 pour pouvoir comptabiliser correctement ces émissions.
Ainsi chaque matériau acheté par l'entreprise, chaque énergie consommée et chaque opération industrielle va se caractériser par une donnée appelée Facteur d'Émission (FE) qui va traduire son impact en kg éq.CO_2 ou en t éq.CO_2.

Comprendre les principes de la comptabilisation Carbone

Fiche A1.02

Source : Omnegy

2. Identifier les ordres de grandeur des données existantes
Quelques exemples tirés de la Base Empreinte de l'ADEME :

Données	Facteur d'émission	Source
Combustibles		
Gaz naturel	2,32 kg éqCO2/m3	Base empreinte
Propane	3,46 kg éqCO2/kg	
Fioul	3,24 kg éqCO2/litre	
Electricité		
Electricité mix moyen	0,052 kg éqCO2/KkWh	Base empreinte
Electricité photovoltaïque moyen France (Production du panneau en Chine	0,0429 kg éqCO2/kWh	
Matériaux métalliques		
Acier neuf	2,21 kg éqCO2/kg	Base empreinte
Acier recyclé	0,938 kg éqCO2/kg	
Aluminium neuf	5,19 kg éqCO2/kg	
Aluminium recyclé	0,562 kg éqCO2/kg	
Cuivre neuf France	1,45 kg éqCO2/kg	
Zinc neuf France	2,93 kg éqCO2/kg	
Produits chimiques		
Base empreinte	Base empreinte	Base empreinte

Ces FE notamment pour les matériaux, tiennent compte des émissions de GES émis lors de l'extraction de la matière première (ou sa production), de sa transformation en matériau utilisable. Ainsi un même acier acheté en tôle ou en fil n'aura pas le même FE car les procédés de transformation ne seront pas les mêmes.

On trouvera également des FE liés :

- Au transport des personnes ou des biens souvent exprimés en kg éq.CO_2/t.km
- Aux déchets ou à leur traitement
- Aux matériaux, produits chimiques de déchets achetés, transportés ou générés dans le périmètre de l'étude

Les principaux FE sont regroupés dans les bases de données comme la Base Empreinte de l'ADEME accessible gratuitement. D'autres FE sont comptabilisés dans des bases de données payantes souvent associées aux logiciels d'Analyse de Cycle de Vie.

Chaque FE est connu avec un pourcentage d'erreur différent résultant des incertitudes rencontrées dans la quantification des émissions dans les différentes étapes de calcul. Les FE des énergies sont connus avec un taux d'incertitude faible au contraire de certaines matières premières.

3. Identifier les éléments à compléter
Comment faire s'il n'existe pas de FE pour le matériau, le procédé ou le service que vous souhaitez intégrer dans votre comptabilisation Carbone ?

Pour calculer un FE, il faut tenir compte des facteurs amont (exemple : les émissions liées à l'extraction, au transport à la combustion pour le gaz naturel) et des facteurs aval (ex : les déchets en fin de vie pour un produit).

On peut également essayer de faire des règles de trois ou des ratios en partant des composants d'un matériau si l'on connait leurs FE (ex. pour les aciers alliés). Ce calcul présentera alors un grand taux d'incertitude mais est parfois une solution indispensable pour avancer dans la comptabilisation carbone. Il sera très important dans ce cas d'enregistrer les hypothèses prises et la source des données.

4. QUI

Référent décarbonation, QSE/RSE, Responsable maintenance.

5. QUAND

- Au moins au démarrage de la démarche de décarbonation.
- Mise à jour à prévoir tous les 3 ans.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

- La base Empreinte de l'ADEME
- Les bases payantes adossées aux logiciels d'ACV
- L'outil Bilan Carbone

Rédiger une Stratégie Bas Carbone

Fiche A2.01

1. QUOI

À l'image de l'État, qui a publié sa stratégie nationale bas carbone (SNBC), il est très utile que votre entreprise se positionne également sur cette approche avec un document adapté et diffusable à vos parties prenantes.

Une stratégie carbone est avant tout une stratégie d'entreprise.

Introduite par la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) est la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique.

Elle donne des orientations pour mettre en œuvre, dans tous les secteurs d'activité, la transition vers une économie bas-carbone, circulaire et durable. Elle définit une trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à 2050 et fixe des objectifs à court-moyen termes : les budgets carbone.

Elle a deux ambitions : atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 et réduire l'empreinte carbone de la consommation des Français. Les décideurs publics, à l'échelle nationale comme territoriale, doivent la prendre en compte.

INDUSTRIE

OBJECTIFS de RÉDUCTION des ÉMISSIONS de GES PAR RAPPORT À 2015

2030 : -35 %
2050 : -81 %

COMMENT ?

- Accompagner les entreprises dans leur transition vers des systèmes de production bas-carbone (développemer de feuilles de route de décarbonation, outils de financement). Soutenir l'émergence, en France, de moyens de production de technologies clés dans la transition.
- Intensifier la recherche et le développement de procédés de fabrication bas-carbone.
- Améliorer fortement l'efficacité énergétique et recourir à des énergies décarbonées.
- Maîtriser la demande en matière, en développant l'économie circulaire .

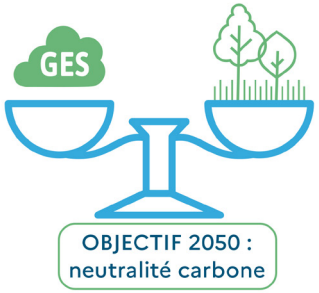
Source : CGDD

Qu'est-ce que c'est ?

La stratégie nationale bas-carbone (SNBC) est la feuille de route de la France pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre. Elle comprend :

- un objectif de long terme : la neutralité carbone ;
- une trajectoire pour y parvenir ;
- 45 orientations couvrant la gouvernance aux échelles nationale et territoriale, tous les secteurs d'activité et des sujets transversaux (empreinte carbone, investissements, aménagement du territoire, R&D, éducation et formation).

Elle définit le cadre pour engager la transition bas-carbone en France dès aujourd'hui. Les décideurs publics doivent la prendre en compte.



Rédiger une Stratégie Bas Carbone

Fiche A2.01

2. POURQUOI

- Pour disposer d'une feuille de route avec des objectifs à court, moyen et long termes
- Pour identifier les investissements à faire
- Pour réduire de façon significative l'empreinte carbone de l'entreprise

3. COMMENT

Pour disposer d'éléments de contexte :

- Identifier les éléments transposables de la SNBC pour votre secteur
- Identifier les éléments utilisables dans le benchmark du CETIM
- Réunir des acteurs diversifiés au sein et en dehors de votre entreprise
- Identifier les 10 postes les plus intensifs en CO_2 utilisés dans votre entreprise et dans la chaîne de valeur
- Définir des objectifs de réduction réalistes et ambitieux (tous les postes n'ont pas besoin d'atteindre – 35 % d'ici 2030 comme dans la SNBC, il s'agit ici d'adapter l'effort aux possibilités techniques)

4. QUI

Dirigeant

5. QUAND

- Chaque année pour une mise à jour
- Pour le court terme, se projeter sur une durée de 3 ans

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Le site du Ministère
https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc

Le plan climat d'Eiffage
https://licence.publishpaper.com/publications/aed7305e-99e4-4a4d-8d61-02d1e8c42425/?ts=ZnVuY3Rpb24gcmFuZG9tKCkgeyBbbmF0aXZlIGNvZGVdIH0=#page-16

La stratégie de Thales
https://www.thalesgroup.com/fr/global/responsabilite-dentreprise/environnement/strategie-futur-bas-carbone

Source : La stratégie de Thales

Mobiliser une équipe projet

Fiche A3.01

1. QUOI

Mobiliser signifie « rassembler, motiver en vue d'une chose à accomplir ». Appliquée à la décarbonation, cette notion implique donc d'avoir dépassé la connaissance des impacts liés aux postes contributeurs (niveau cognitif) et s'intégrer dans les actions des salariés qui auront soin de suivre le dossier (niveau affectif). Mobiliser implique donc de motiver avant tout, pour passer du diagnostic à l'action.

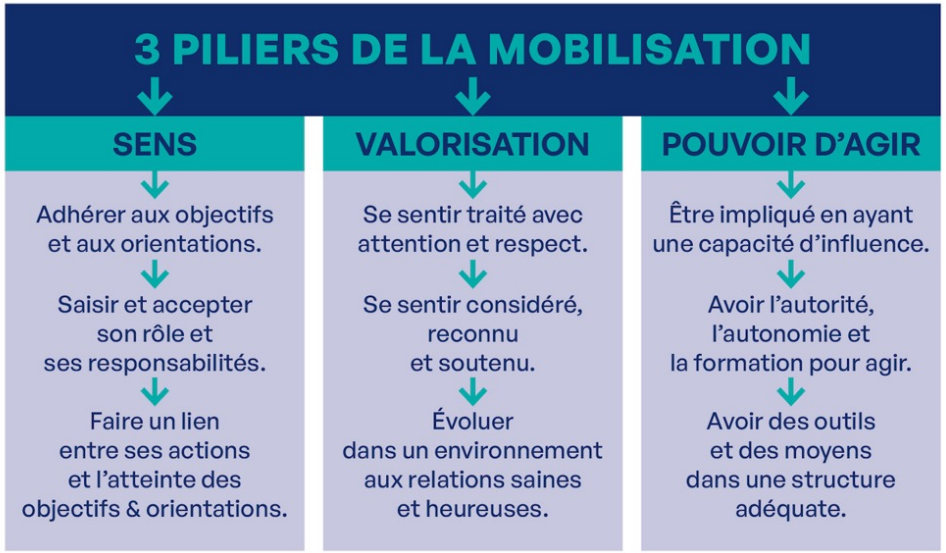
2. POURQUOI

Des salariés plus motivés car conscients des enjeux et disposant d'une feuille de route claire (grâce entre autres à ce guide) pourront être plus efficaces aussi bien dans le temps de collecte des informations que dans celui de la recherche et la mise en œuvre des actions. Au-delà de la décarbonation en elle-même, une équipe projet portée par un sujet noble est toujours un élément favorisant le bien-être au travail, et s'intègre plus largement dans une démarche RSE. Ceci implique donc, au-delà su sens, la valorisation et le pouvoir d'agir.

3. COMMENT

Mettre en place un projet de décarbonation permet d'enrichir les fiches de poste et les instructions de travail de plusieurs salariés. Cette valorisation passe par une équipe projet disposant d'un leader décarbonation.
Des outils digitaux peuvent permettre d'embarquer un plus grand nombre de participants, avec 3 points de vigilance sur lesquels constamment s'évaluer : l'ambition climatique, les moyens mis en œuvre et le modèle d'affaire.

Identifier un leader décarbonation :
Il ou elle sera chargé(e) de mettre en place une équipe projet rassemblant les divers métiers nécessaires à toutes les étapes du pilotage de la décarbonation (de l'application de la stratégie à son bilan).



Constituer une équipe cohérente :
Tant en termes de compétences que de personnalités, l'équipe projet doit être diversifiée pour couvrir le champ large des sujets mais également homogène en termes de dynamique.

Identifier clairement les tâches à réaliser :
Ce guide doit vous permettre de suivre un plan de management de type PDCA mais également de classifier les tâches à réaliser en priorité, pour ne pas se noyer dans le processus qui évoque plusieurs périmètres, moyens d'actions et temporalités.

Nous proposons ici d'utiliser entre autres la méthode MOSCOW (voir ci-après).

Mobiliser une équipe projet

Fiche A3.01

Gamifier les réunions et digitaliser l'information :
Il est important de disposer d'outils d'on-boarding (un diagnostic au départ est à réaliser) et d'un suivi informatique (par des plateformes éventuelles). BPI France propose des outils adaptés dont le e-parcours climat.

La méthode MoSCoW pour prioriser les tâches à effectuer dans une équipe projet.
Couramment utilisée dans les processus de gestion de projets agiles, elle permet de classifier les tâches à effectuer et d'attribuer par le groupe des porteurs de projets.

MUST have this	**SHOULD** have this if at all possible
Les « Must » sont définis comme des initiatives qui sont essentielles à la réussite du projet de décarbonation. Le bilan carbone/GES de l'entreprise est évidemment un incontournable.	Les tâches « Should have » peuvent apporter une vraie valeur ajoutée au projet, même si elles peuvent être décalées dans le temps. Le calcul des émissions évitées en fait partie par exemple.
COULD have this if it does not affect anything else	**WON'T** have this time but would like in the future
Suivant l'avancement du projet de décarbonation, le groupe projet peut décider de réaffecter une urgence à un projet non prioritaire. Exemple : ombrières solaires pour le parking, plantation d'arbres autour du site...	Les tâches non prioritaires sont clairement à ranger dans cette catégorie mais cette priorisation doit tenir compte de l'avis des parties prenantes.

4. QUI

Référent décarbonation et représentants des métiers de l'entreprise.

5. QUAND

Prévoir une année.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Le site de BPI France : https://climatometre.bpifrance.fr/#/home
(voir en annexe le questionnaire de diagnostic)

Le site d'ASANA : https://asana.com/fr/resources/what-is-moscow-method

Organiser un atelier pédagogique carbone

Fiche
A3.02

1. QUOI

Plus de 1,5 million de personnes en France et dans 156 autres pays ont déjà suivi un atelier pédagogique carbone dont la désormais très célèbre « Fresque du Climat ». Ces ateliers sont tout à fait adaptés pour en peu de temps, accroître les connaissances de vos collaborateurs et sensibiliser à l'intérêt d'une démarche de décarbonation de votre entreprise.

2. POURQUOI

Sensibiliser ses collaborateurs lors d'un moment convivial permet d'acquérir plus facilement et rapidement une vision globale des enjeux climatiques, des causes aux conséquences, à partir des travaux du GIEC.

L'idée est également de dépasser la complexité du phénomène climatique étudié pour entreprendre et explorer des actions de réduction des émissions de GES.
L'intérêt essentiel de ces ateliers est surtout de projeter une action positive pour l'entreprise et de recueillir le soutien des collaborateurs.

Le déroulé d'une Fresque du Climat est le suivant :

1h30
Comprendre les enjeux

0h30
Ancrer la connaissance

1h00
Se projeter vers l'action

3. COMMENT

Identifier toutes les solutions d'animations pédagogiques en présentiel : Au-delà de la Fresque du Climat, d'autres solutions ont émergé, citons par exemple l'atelier 2tonnes ou la Balance carbone. Ci-dessous le fonctionnement de l'atelier 2tonnes en termes de méthodes et moyens pédagogiques.

Méthodes et moyens pédagogiques :
L'atelier 2tonnes est une expérience pédagogique, basée sur un outil de simulation de scénarios de transition. Cette simulation permet notamment :

- Un cadre pédagogique simplifié mais scientifique fiable permettant la mise en œuvre de principes d'essais-erreurs
- Une appréhension thématique des leviers de la transition
- Une progression chronologique
- Une personnalisation de l'expérience
- Une expérience ludique
- Une implication émotionnelle

L'atelier s'articule autour de cette simulation mais ne s'y résume pas, il met en œuvre de nombreux principes pédagogiques permettant de maximiser les impacts pédagogiques de l'expérience, pour des publics divers et variés :

- Pédagogie active
- Intelligence collective
- Diversité des approches pédagogiques (expositives, déductives et inductives)
- Diversité des approches psychologiques (cognitives, sociales, émotionnelles, introspectives et créatives)

Construire un scénario d'usage de l'atelier
Il est nécessaire de définir l'attendu de l'approche. Au-delà du fait qu'il peut être utile d'avoir déjà un animateur formé en interne, la vision de l'entreprise doit transparaître dans l'atelier, tout comme la trajectoire envisagée.

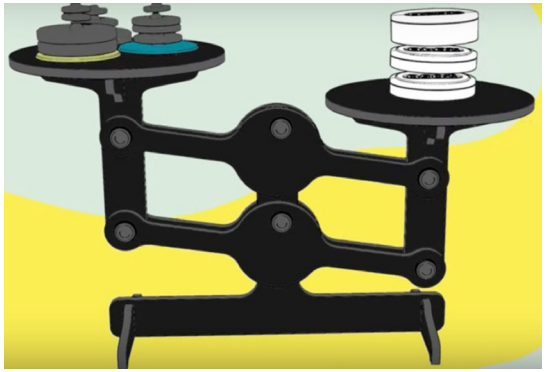
L'atelier Balance Carbone du studio Enjeux permet en 1 heure d'identifier les actions les plus décarbonantes par rapport à la trajectoire évoquée par le GIEC. Le caractère visuel d'un objectif atteint sur une balance réelle rend visible ce qui ne pourrait rester que du calcul abstrait.

Organiser un atelier pédagogique carbone

Fiche A3.02

Déployer l'atelier à plus grande échelle

Il est nécessaire de former un maximum de personnes au sein de votre entreprise, l'idéal étant de former tous les salariés avec des groupes dédiés. Un atelier d'une heure représente évidement le meilleur compromis possible, la sensibilisation passant également désormais beaucoup par l'extérieur et malheureusement l'actualité.



Source : Studio EnJeux

L'association « Nos vies bas carbone » propose également des ateliers clefs en main ou un déploiement plus personnalisé pour les entreprises.
Il peut être très utile de coacher dans un premier temps son référent carbone pour qu'il puisse déployer au mieux un ou plusieurs de ces ateliers.

Ateliers clé en main

Nous animons des ateliers dans vos locaux ou en ligne.
Les ateliers se déroulent en groupes (idéalement 15-20 personnes).
Nous nous adaptons au contexte d'intervention (séminaire, conférence, team building..)

Déployer l'atelier en autonomie

Nous formons à l'animation vos collaborateur-rices pour vous offrir une totale autonomie dans le déploiement des ateliers et une meilleure appropriation des enjeux

Accompagnement personnalisé

C'est une offre à construire ensemble, selon vos ambitions en matière de transition écologiques.

Coaching d'animateur-rice internes, formation de formateur-rices, accompagnement dans la stratégie de déploiement

Nos vies bas carbone

4. QUI

Référent décarbonation.

5. QUAND

Pour tous les salariés, suivant le rythme des embauches.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

La Fresque du Climat
https://fresqueduclimat.org/entreprises/

L'atelier 2tonnes
https://www.2tonnes.org/entreprises

La Balance Carbone
https://www.studio-enjeux.com/

Association Nos Vies Bas Carbone
https://www.nosviesbascarbone.org/vous-etes-une-organisation/entreprises/

Introduction aux enjeux climatiques en entreprise
https://www.cetim.fr/formation/formation/industrie-du-futur/transformation-energetique-et-environnementale/management/introduction-aux-enjeux-climatiques-en-entreprise-clim01

Identifier des ressources externes universitaires

Fiche
A4.02

1. QUOI

Défricher les thématiques associées à un programme de décarbonation à l'échelle de toute l'entreprise implique, pour un bon démarrage, de faire appel à un stagiaire ou alternant du milieu universitaire. Diverses formations sur tout le territoire forme des responsables RSE, énergie ou QSE qui pourraient prendre comme mission la décarbonation. Les formations plus pointues restent pour l'instant plutôt des formations courtes et destinées à un public de personnes déjà formé.

2. POURQUOI

Embaucher un stagiaire ou un alternant, même pour une mission courte (6 mois à un an), permet de rendre présente et visible la démarche de décarbonation.

Plusieurs tâches pourront être réalisées. Parmi elles :
1. Analyser l'empreinte carbone actuelle de l'entreprise (scope 1, scope 2 et scope 3).
2. Identifier les sources principales d'émissions de gaz à effet de serre et proposer des solutions pour les réduire voire les éviter sur la chaîne de valeur (scope 4).
3. Effectuer une veille technologique sur les innovations et les meilleures pratiques en matière de décarbonation dans l'industrie mécanique.
4. Participer à la conception et à la mise en œuvre de projets visant à optimiser l'efficacité énergétique et à réduire les émissions de CO_2.
5. Collaborer avec les équipes opérationnelles pour mettre en place des actions et suivre leur impact sur le terrain.
6. Préparer des rapports réguliers sur l'avancement des projets et les résultats obtenus.
7. Assister à des réunions et des formations liées à la décarbonation et aux pratiques durables.
8. Décliner ce guide dans toutes ces dimensions.

3. COMMENT

Il est nécessaire d'identifier sur votre bassin d'emploi, ou au-delà, les formations pouvant rentrer dans le cadre d'une mission de décarbonation, ainsi que les conditions spécifiques (engagement, périodes de présence, coût complet…).

Identifier votre besoin
Suivant le parcours à construire, grâce à ce guide, vous disposez d'éléments tangibles d'objectifs à atteindre.

Identifier le profil le plus adapté
La thématique de la décarbonation implique plutôt un recrutement en BAC+5 en fonction des éléments de contexte :

- Étudiant en dernière année d'université ou en cycle d'ingénierie avec une spécialisation en génie mécanique, génie énergétique, ou domaine connexe.
- Connaissance des principes de la mécanique, des systèmes énergétiques et des technologies de décarbonation.
- Capacité à travailler de manière autonome, à analyser des données et à proposer des solutions innovantes.
- Compétences en communication et en travail d'équipe.
- Motivation pour les projets environnementaux et à acquérir de l'expérience dans le domaine de la décarbonation.

Des compétences plus transversales sur toute la chaîne de valeur (éco-conception et achats responsables) peuvent également représenter un plus stratégique.

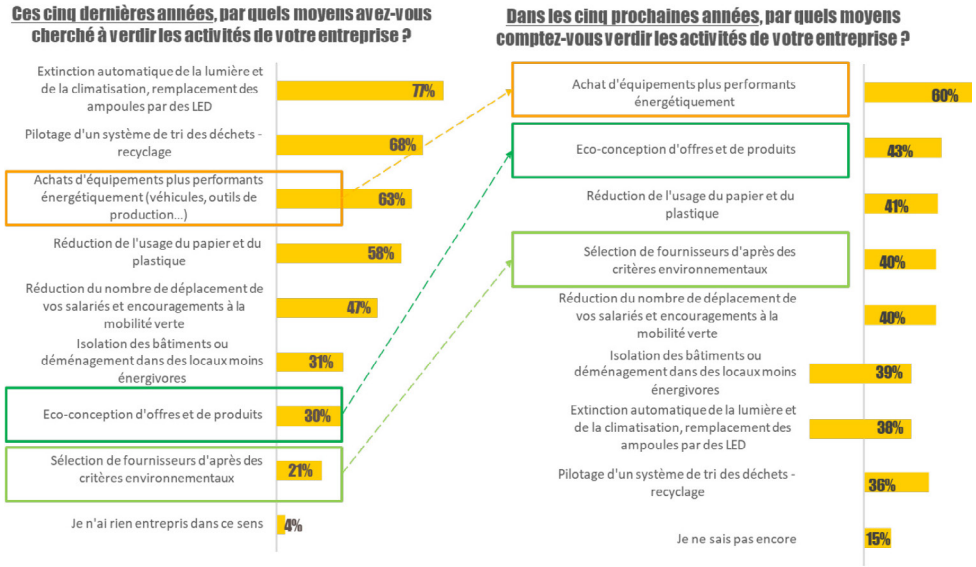
Identifier des ressources externes universitaires

Fiche
A4.02

Procéder au recrutement

À l'image d'un recrutement classique, vous devrez suivre les étapes suivantes :

- Diffusion de l'offre : Publier l'annonce sur les plateformes de recrutement universitaires, les réseaux sociaux professionnels et le site web de l'entreprise.



- Sélection des candidats : Examiner les candidatures reçues en vérifiant leur adéquation avec le profil recherché.
- Entretiens : Conduire des entretiens individuels pour évaluer les compétences techniques, la motivation et la compatibilité avec l'équipe.
- Décision finale : Sélectionner le candidat le plus qualifié et lui faire une proposition d'embauche.

4. QUI

Dirigeant, service RH.

5. QUAND

Au lancement du projet.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

https://www.meilleurs-masters.com/
https://www.letudiant.fr/

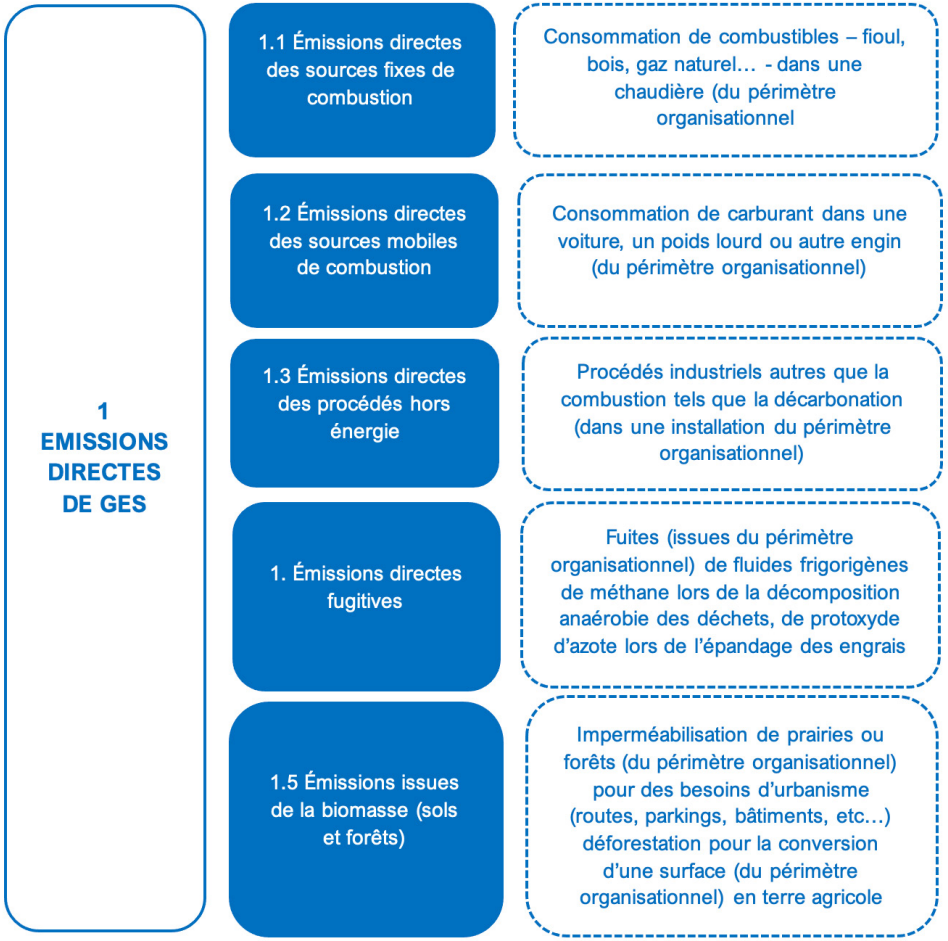
https://lelab.bpifrance.fr/Etudes/l-empreinte-carbone-des-pme-et-eti-le-long-chemin-de-la-transition-environnementale-des-entreprises?pk_vid=6a84f8d9ed5ad6f-7170772444805c57f

Réaliser un Bilan Climat simplifié
(Bilan GES Site Scope 1 : Postes 1.1 et 1.2)

Fiche **B1.02**

1. QUOI

Le Scope 1 du Bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES) consiste à évaluer les émissions directes émises depuis le site d'étude.



1. Emissions directes de GES > Procédés et émissions fugitives

Le poste 1.1 correspond aux **émissions directes de GES des sources fixes** contrôlées par votre entreprise et notamment les installations de combustion (chaudière, four, groupe électrogène, turbine,…) de gaz, fioul,… pour produire de la chaleur, un travail mécanique, de l'électricité,…

Le poste 1.2 correspond aux **émissions directes de GES des sources mobiles** contrôlées par votre entreprise : voiture, camion,…

Le poste 1.3 est applicable à l'industrie des produits et matériaux de construction (ciment, dolomie, chaux, tuiles et briques), à l'agriculture et au traitement des eaux usées. **Il ne sera donc pas étudié.**

Le poste **1.5** est applicable à des changements d'affectation des sols, **cas rares** dans l'industrie (agrandissement d'un bâtiment industriel). Se référer aux facteurs d'émissions suivants :

Réaliser un Bilan Climat simplifié
(Bilan GES Site Scope 1 : Postes 1.1 et 1.2)

Fiche
B1.02

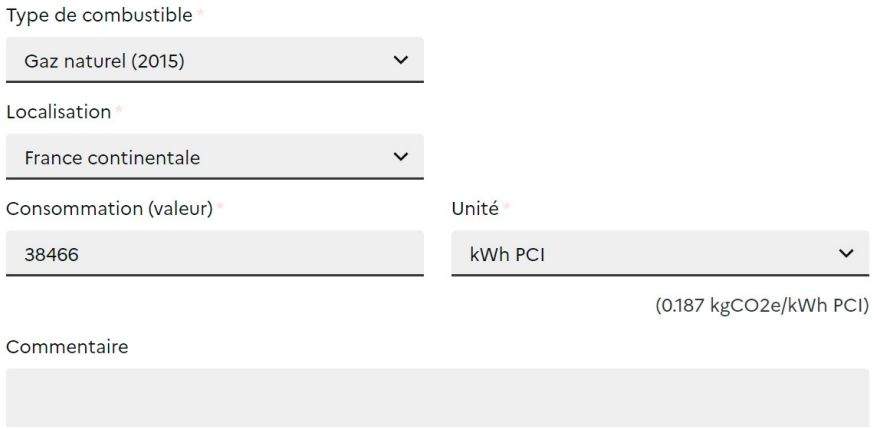
2. POURQUOI

- Pour les entreprises ayant bénéficié d'aides « plan de relance » : **Bilan Climat simplifié**.
- Pour répondre à une demande client.
- Pour comprendre ses postes d'**émissions directes** les plus significatifs et élaborer une trajectoire de décarbonation.

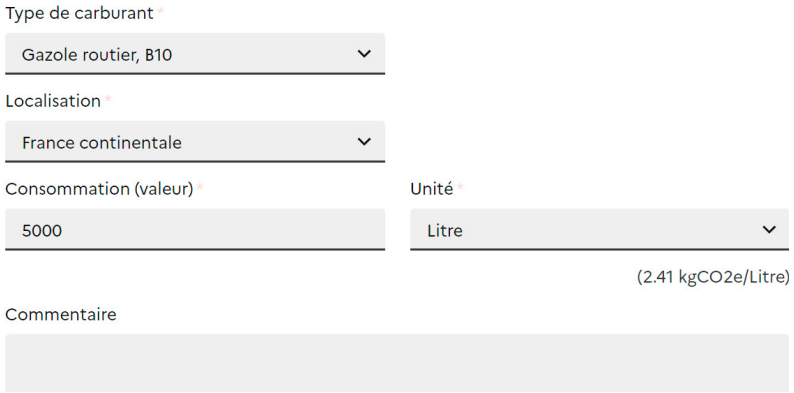
3. COMMENT

Pour mesurer les émissions des postes 1.1 et 1.2 :

- Aller sur le site https://www.bilans-climat-simplifies.ademe.fr/
- Créer son compte Entreprise.
- Éditer le poste 1 (correspond au poste 1.1).
- Renseigner les différentes sources d'émissions existantes sur votre site, le combustible utilisé et la consommation annuelle (factures d'achat ou de livraison, compteurs).



- Éditer le poste 2 (correspond au poste 1.2).
- Renseigner le véhicule ou le carburant utilisé.



Vous avez terminé le calcul de votre BEGES simplifié correspondant au Scope 1, postes 1.1 et 1.2

4. QUI

Référent Décarbonation, QSE/RSE, Compta / Daf/ Achats

5. QUAND

- < 31 décembre 2022 : entreprises de 250 personnes à 500 personnes
- < 31 décembre 2023 : entreprises de 50 à 250 personnes

Mise à jour tous les 3 ans pour le Bilan Climat simplifié (art 244 de la Loi 2020-1721 du 29/12/2020 et Décret du 24/12/2021)

6. POUR ALLER PLUS LOIN

- Le guide pour réaliser son BEGES complet : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/methodo_BEGES_decli_07.pdf
- Le site internet pour réaliser un BEGES complet : https://bilans-ges.ademe.fr/
- La base de données des facteurs d'émissions CO_2 : https://base-empreinte.ademe.fr/

Réaliser un bilan climat
(Bilan GES site Scope 1 : Poste 1.4)

Fiche
B1.04

1. QUOI

Le Scope 1 du Bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES) consiste à évaluer les **émissions directes émises depuis le site d'étude**.

1 EMISSIONS DIRECTES DE GES

- 1.1 Émissions directes des sources fixes de combustion — Consommation de combustibles – fioul, bois, gaz naturel… - dans une chaudière (du périmètre organisationnel
- 1.2 Émission directes des sources mobiles de combustion — Consommation de carburant dans une voiture, un poids lourd ou autre engin (du périmètre organisationnel)
- 1.3 Émission directes des procédés hors énergie — Procédés industriels autres que la combustion tels que la décarbonation (dans une installation du périmètre organisationnel)
- 1.Emissions directes fugitives — Fuites (issues du périmètre organisationnel) de fluides frigorigènes de méthane lors de la décomposition anaérobie des déchets, de protoxyde d'azote lors de l'épandage des engrais
- 1.5 Émissions issues de la biomasse (sols et forêts) — Imperméabilisation de prairies ou forêts (du périmètre organisationnel) pour des besoins d'urbanisme (routes, parkings, bâtiments, etc…) déforestation pour la conversion d'une surface (du périmètre organisationnel) en terre agricole

Le poste 1.4 correspond aux émissions directes fugitives : émissions de fluide frigorigène des installations (groupes froid, climatiseurs,…)

2. POURQUOI

- Pour bénéficier d'aides publiques à la transition écologique et énergétique (entreprises de 50 personnes à 500 personnes) : Bilan simplifié des émissions directes et indirectes de GES.
- Pour répondre à une demande client.
- Pour comprendre ses postes d'émissions directes les plus significatifs et élaborer une trajectoire de décarbonation.

3. COMMENT

Pour mesurer les émissions du poste 1.4 :

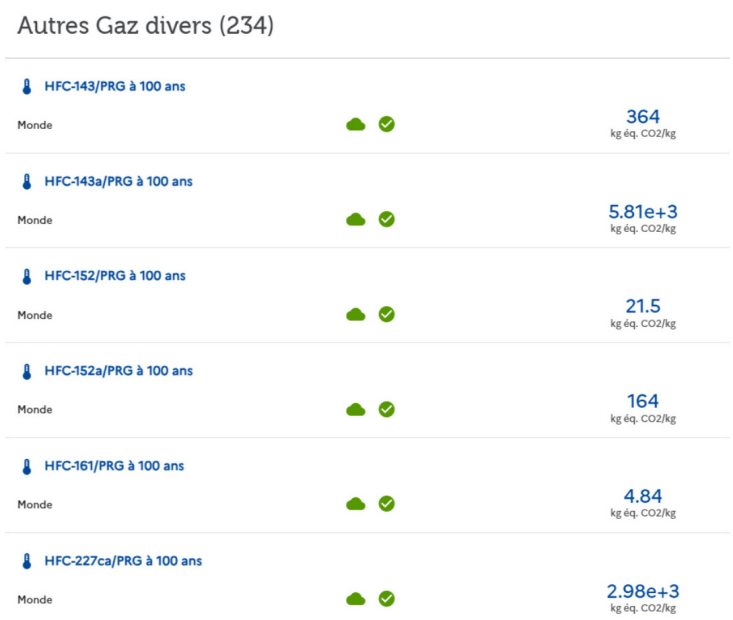
- Collecter sur les factures d'intervention la quantité de fluide frigorigène chargée dans les installations sur l'année d'étude.
- Aller sur le site https://base-empreinte.ademe.fr/
- Créer votre compte utilisateur.
- Aller sur :

Émissions directes de GES > Procédés et émissions fugitives > PRG à 100 ans issus du 6e rapport du GIEC > Autres Gaz divers

- Chercher le facteur d'émissions correspondant au fluide frigorigène consommé.

Réaliser un bilan climat
(Bilan GES site Scope 1 : Poste 1.4)

Fiche
B1.04



- Multiplier la quantité (en kg) de fluide frigorigène consommée par le facteur d'émission (en kg de CO_2 par kg de fluide frigorigène) pour avoir la quantité de CO_2 équivalente en kg.
- Collecter les quantités émises de CH_4, N_2O et SF_6 sur le site.
- Aller sur :

Émissions directes de GES > Procédés et émissions fugitives > PRG à 100 ans issus du 6e rapport du GIEC > Principaux gaz à effet de serre (CO_2, CH4, N2O, SF6)

- Chercher le facteur d'émissions correspondant au gaz à effet de serre émis.

- Multiplier la quantité (en kg) de gaz à effet de serre émis par le facteur d'émission (en kg de CO_2 par kg de GES) pour avoir la quantité de CO_2 équivalente en kg.
- Sommer toutes les émissions fugitives ainsi calculées.

Vous avez terminé le calcul de votre BEGES Scope 1 : poste 1.4.

4. QUI

Dirigeant, Référent Décarbonation, responsable QSE, Services Achats.

5. QUAND

Tous les 4 ans pour le BEGES complet réglementaire. Vous pouvez dès à présent consulter le décret publié le 1er Juin 2024 dernier concernant la nouvelle obligation (art 29 de la Loi 2023-973 du 23/10/2023 relative à l'Industrie Verte).

6. POUR ALLER PLUS LOIN

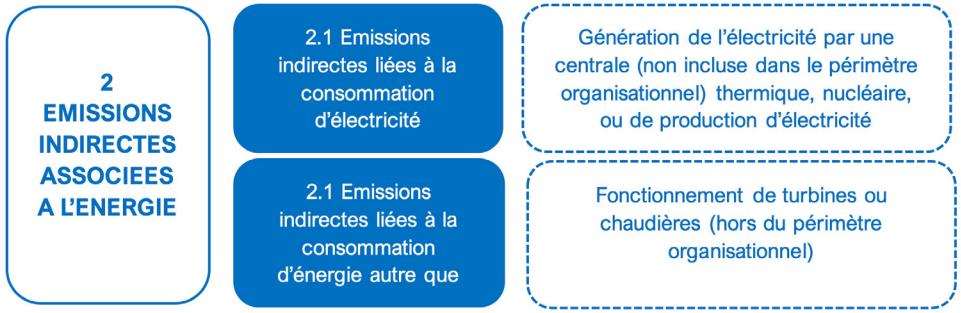
Le guide pour réaliser son BEGES complet est disponible ici :
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/methodo_BEGES_decli_07.pdf
Le site internet pour réaliser un BEGES complet : https://bilans-ges.ademe.fr/
La base de données des facteurs d'émissions CO_2 est disponible ici :
https://base-empreinte.ademe.fr/

Bilan GES réaliser son scope 2.1

Fiche **B1.05**

1. QUOI

Le Scope 2 du Bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES) consiste à évaluer les **émissions indirectes associées à l'énergie**.



Le poste 2.1 correspond aux émissions indirectes liées à la consommation d'énergie transformée : l'électricité.

2. POURQUOI

- Pour bénéficier d'aides publiques à la transition écologique et énergétique (entreprises de 50 personnes à 500 personnes) : **Bilan simplifié des émissions directes et indirectes de GES**.
- Pour répondre à une demande client.
- Pour comprendre ses postes d'émissions indirectes les plus significatifs et élaborer une trajectoire de décarbonation.

3. COMMENT

Pour mesurer les émissions du poste 2.1 :

- Collecter la facture d'électricité auprès de votre fournisseur.
- Demander à votre fournisseur l'empreinte carbone de l'électricité fournie.
- Ou aller sur le site https://base-empreinte.ademe.fr/
- Créer votre compte utilisateur.
- Aller sur :

Émissions indirectes associées à l'énergie > Énergie > Électricité

- Chercher le facteur d'émission correspondant à l'électricité consommée, soit par « mix réseau », soit par « moyen de production »
- Par exemple sur :

Émissions indirectes associées à l'énergie > Énergie > Électricité > Mix réseau électrique > France continentale > Moyen

- Multiplier la quantité d'électricité (en kWh) consommée par le facteur d'émission pour avoir la quantité de CO_2 équivalente en kg de CO_2.

Vous avez terminé le calcul de votre BEGES Scope 2 : poste 2.1.

Bilan GES réaliser son scope 2.1

Fiche
B1.05

4. QUI

Dirigeant, Référent Décarbonation, responsable QSE, Services Achats.

5. QUAND

Tous les 4 ans pour le BEGES complet réglementaire.

Vous pouvez dès à présent consulter le décret publié le 1er Juin 2024 dernier concernant la nouvelle obligation (art 29 de la Loi 2023-973 du 23/10/2023 relative à l'Industrie Verte).

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Le guide pour réaliser son BEGES complet est disponible ici :
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/methodo_BEGES_decli_07.pdf

Le site internet pour réaliser un BEGES complet :
https://bilans-ges.ademe.fr/

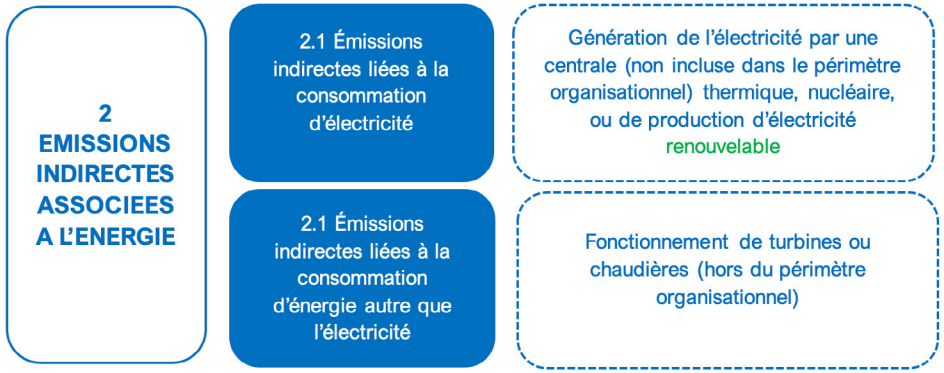
La base de données des facteurs d'émissions CO_2 est disponible ici :
https://base-empreinte.ademe.fr/

Bilan GES réaliser son scope 2.2

Fiche
B1.06

1. QUOI

Le Scope 2 du Bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES) consiste à évaluer les **émissions indirectes associées à l'énergie.**
Le poste 2.2 correspond aux émissions indirectes liées à la consommation d'énergie transformée autre que l'électricité : vapeur, chaleur, froid…en provenance de réseaux de chaleur.



2. POURQUOI

- Pour bénéficier d'aides publiques à la transition écologique et énergétique (entreprises de 50 personnes à 500 personnes) : **Bilan simplifié des émissions directes et indirectes de GES.**
- Pour répondre à une demande client.
- Pour comprendre ses postes d'émissions indirectes les plus significatifs et élaborer une trajectoire de décarbonation.

3. COMMENT

Pour mesurer les émissions du poste 2.2 :

- Collecter la facture de fourniture d'énergie (vapeur, chaleur, froid) auprès de votre fournisseur.
- Demander à votre fournisseur l'empreinte carbone de l'énergie fournie
- **Ou** aller sur le site https://base-empreinte.ademe.fr/
- Créer votre compte utilisateur
- Allez sur :

Bilan GES réaliser son scope 2.2

Fiche B1.06

- Ou utiliser l'arrêté du 16 Mars 2023 relatif au diagnostic de performance énergétique, colonne « **Contenu CO_2 « ACV » [kgCO_2/kWh]** ». Ces données sont fournies par le CEREMA.
- Multiplier la quantité d'énergie (en kWh ou en MJ pour la vapeur) consommée par le facteur d'émission pour avoir la quantité de CO_2
- Sommer ainsi toutes les émissions calculées.

Vous avez terminé le calcul de votre BEGES Scope 2 : poste 2.2 .

4. QUI

Dirigeant, Référent Décarbonation, responsable QSE, Services Achats.

5. QUAND

Tous les 4 ans pour le BEGES complet réglementaire. Vous pouvez dès à présent consulter le décret publié le 1er Juin 2024 dernier concernant la nouvelle obligation (art 29 de la Loi 2023-973 du 23/10/2023 relative à l'Industrie Verte).

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Le guide pour réaliser son BEGES complet est disponible ici :
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/methodo_BEGES_decli_07.pdf

Le site internet pour réaliser un BEGES complet :
https://bilans-ges.ademe.fr/

La base de données des facteurs d'émissions CO_2 est disponible ici :
https://base-empreinte.ademe.fr/

Réaliser un bilan d'air comprimé

Fiche
B1.09

1. QUOI

L'objectif est d'étudier sa production d'air comprimé sur l'ensemble d'un site, de la production à l'utilisation pour finalement :

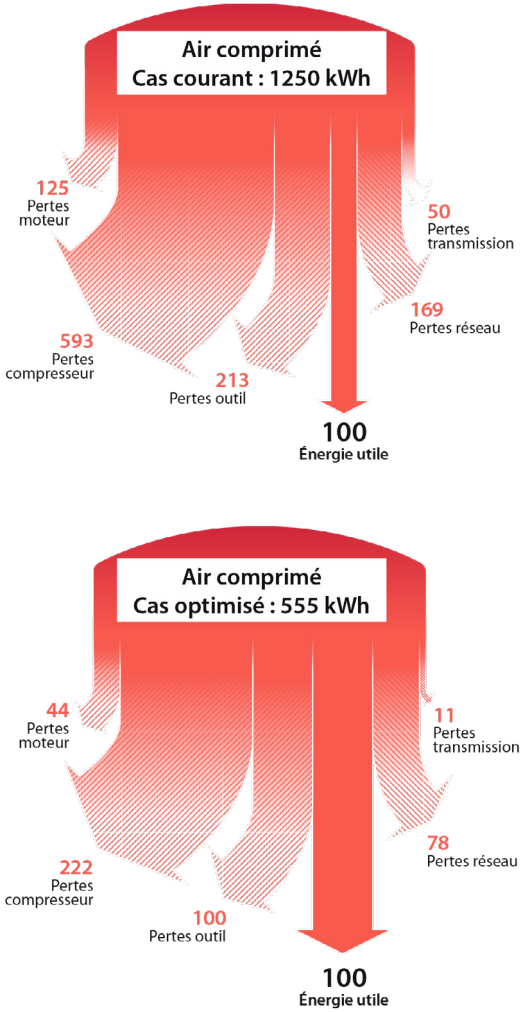
- Quantifier les pertes énergétiques de cet usage et les consommations associées
- Adapter son utilisation de l'air comprimé au plus près de son besoin

2. POURQUOI

L'air comprimé est régulièrement présent sur les sites industriels au sein de leurs process.

C'est un usage énergivore et sur lesquels des pertes énergétiques existent sur les différentes zones de son réseau que sont : La Production, le Traitement de l'air, la Distribution et l'Utilisation.

L'un des avantages de l'air comprimé réside dans le fait que ses pertes peuvent être réduites par l'intermédiaire d'actions d'améliorations qui présentent des niveaux d'investissement relativement peu onéreux, l'impact environnemental est alors presque immédiat.



Source : Guide pratique de l'air comprimé

Réaliser un bilan d'air comprimé

Fiche B1.09

3. COMMENT

1. Mesurer et Constater

- Le point de départ est de mesurer ce qui entre et ce qui sort du compresseur, autrement dit combien de m^3 d'air comprimé je produis par kWh électrique. On estime qu'avoir un ratio de 150 Wh/Nm^3 est un minimum pour une installation dite optimisée.
- Déterminer son profil de consommation est également capital, si les besoins sont ponctuels mais importants, c'est une installation différente qu'il faut mettre en œuvre plutôt qu'un besoin constant avec quelques fluctuations. En effet, dans un cas il faut songer à du stockage, dans l'autre cas de figure à un système à 2 compresseurs potentiellement.
- En parcourant un réseau d'air comprimé si des sifflements sont perceptibles, il est urgent d'agir ! Le réseau présente une fuite, et c'est donc bien de l'énergie perdue que vous entendez se volatiliser. Un audit de détection de fuite à réaliser annuellement vous permettra de réaliser des économies conséquentes.

1. Adapter son installation à son besoin

- Est-ce que mon traitement de l'air est efficace ? Est-ce qu'il y en a besoin ? Si les filtres à air sont encrassés, cela crée une perte de charge supplémentaire à combattre et donc une surconsommation, mais s'il n'y a en réalité pas besoin de filtrer l'air, on réalise davantage d'économie en supprimant le filtre.
- Les machines utilisant de l'air comprimé ont des pressions nominales de fonctionnement, il faut donc s'assurer que l'on n'apporte pas plus qu'il n'en faut. Si une machine ou autre usage a besoin d'un peu plus, il faut se pencher sur la mise en place d'un surpresseur pour ne pas appliquer une pression supérieure à l'ensemble du réseau.

4. QUI

Le référent énergie pour la partie instrumentation, optimisation des conditions de fonctionnement du compresseur.
Le responsable maintenance ou chef d'atelier pour identifier les fuites, s'assurer de la cohérence des niveaux de pressions de services.

5. QUAND

- À chaque installation d'un nouvel équipement utilisateur d'air comprimé
- Lors de la maintenance compresseur ou lorsque celui-ci est à remplacer

6. POUR ALLER PLUS LOIN

- Vérifier si le local Air comprimé est à proximité de zone à chauffer pour pouvoir éventuellement valoriser la chaleur fatale issue des compresseurs d'air
- Suivre régulièrement l'évolution de la performance de son installation via le comptage mis en place et interroger sur la cohérence de son activité
- Le Guide Maitrise de l'énergie en Mécanique 6A3A
  https://www.cetim.fr/mecatheque/Resultats-d-actions-collectives/maitrise-de-l-energie-dans-l-industrie-mecanique

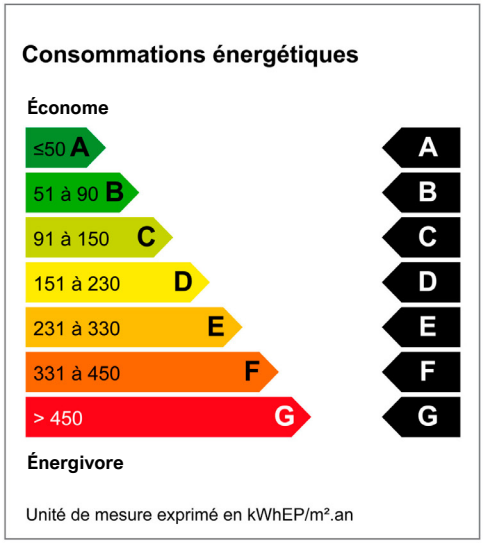
Réaliser un Bilan énergétique des bâtiments industriels

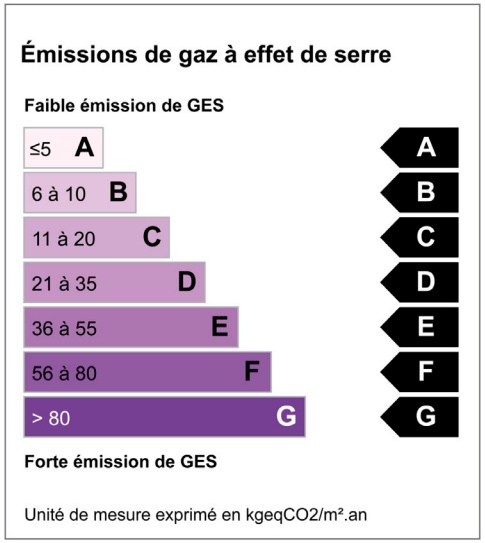
Fiche B1.10

1. QUOI

Effectuer un bilan énergétique d'un bâtiment d'une entreprise industrielle nécessite de disposer des données de consommations d'énergie, échanges thermiques internes et externes et de production d'électricité.

Il permet de positionner les évolutions du bâtiment par rapport aux obligations règlementaires sur l'énergie et l'environnement. Rappel ci-dessous le dispositif bien connu du DPE qui s'applique à certains bâtiments industriels et qui permet de disposer de premières indications liminaires.





2. POURQUOI

Les bâtiments industriels représentent souvent une consommation moindre d'énergie par rapport aux équipements de process qu'ils abritent et conditionnent. On néglige souvent cette part pour se pencher sur les consommations issues du process. Néanmoins, la part d'énergie consacrée au conditionnement d'ambiance (chauffage, ventilation, climatisation) peut être tout à fait significative pour certaines entreprises ayant des locaux spécifiques : ateliers d'assemblage, de traitement de surface, de peinture, salles propres ou blanches...

Il convient également de prendre en compte le bilan énergétique des zones tertiaires ou de stockage en particulier lorsqu'elles dépassent 1000m^2 en surface car le Décret Tertiaire s'applique alors.

Exploiter des gisements d'économie

Prendre en compte les obligations règlementaires dans un plan échelonné en fonction des étapes du législateur : **Décret Tertiaire, décret Bacs.**

Prendre en compte les émissions externes dues aux conditions météorologiques et les émissions internes dues aux équipements hébergés pour effectuer les bonnes hypothèses d'évolution de la gestion du bâtiment et de sa transformation (travaux neufs).

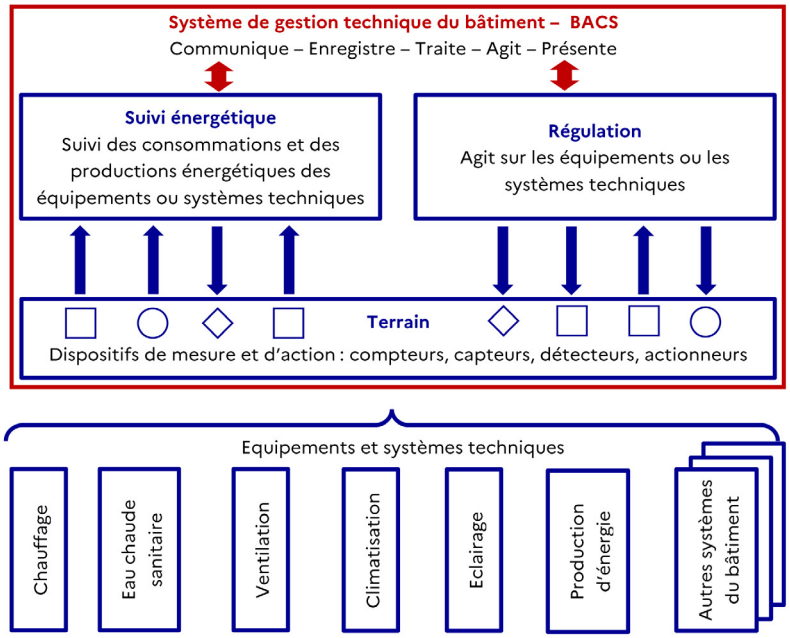
Prendre en compte la production d'électricité ou d'eau chaude thermosolaire (permise notamment par les panneaux solaires) pour optimiser son rendement et sa distribution, voire sa réutilisation pour les besoins de l'entreprise.

Réaliser un Bilan énergétique des bâtiments industriels

Fiche B1.10

3. COMMENT

- Effectuer un inventaire des consommations liées au chauffage, à la climatisation, à la ventilation, à la production d'eau chaude sanitaire et à la production d'électricité
- Caractériser le type de bâtiment en fonction des procédés de fabrication hébergés
- Caractériser la charge thermique interne du bâtiment
- Caractériser les systèmes de régulation utilisés pour la gestion des énergies



- Maintenance et entretien des installations d'isolation des bâtiments.

4. QUI

Responsable décarbonation, responsable maintenance.

5. QUAND

- Lors des transformations de bâtiments
- Lors des choix d'investissements
- Lors d'une campagne d'économie d'énergie
- Lors d'études sur les conditions de travail des usagers

6. POUR ALLER PLUS LOIN

- Etude énergétique et environnementale des bâtiments industriels 2019
- Mise en œuvre de systèmes de contrôle et d'automatisation dans les bâtiments tertiaires
- Publications du COSTIC (Comité Scientifique et Technique des Industries climatiques) https://www.costic.com/
- Méthode des degrés jours unifiés pour le calcul des performances des systèmes de chauffage et de climatisation https://www.costic.com/services/service-degres-jours-unifies

Réaliser un Bilan d'un équipement thermique

Fiche B1.11

1. QUOI

Un équipement thermique fait référence à un dispositif ou à un ensemble de dispositifs conçus pour manipuler, générer, contrôler ou transférer de l'énergie thermique, c'est-à-dire de la chaleur.

En mécanique, les fours à haute température (T°>700°C) sont généralement utilisés pour réchauffer des matériaux en vue de changer leurs formes (laminage, forgeage…) ou leur structure métallographique. Les fours à basse température ou étuves (T [100-400] °C) sont utilisés principalement dans les procédés de traitement de surface, d'application de peinture, de vernis, de séchage et de cuisson.

Il s'agit ici de mieux connaître la répartition et la transmission de l'énergie thermique dans l'équipement pour pouvoir détecter d'éventuelles pertes importantes. Cette détection permettra d'améliorer l'efficacité énergétique des installations et donc de réduire les pertes de chaleur et de limiter les consommations de combustible ou d'électricité afin de réduite les émissions de GES.

2. POURQUOI

L'efficacité thermique (énergie cédée à la charge pour élever sa température par rapport à l'énergie introduite dans le dispositif) couramment observée sur différents fours est donnée dans le tableau ci-contre :

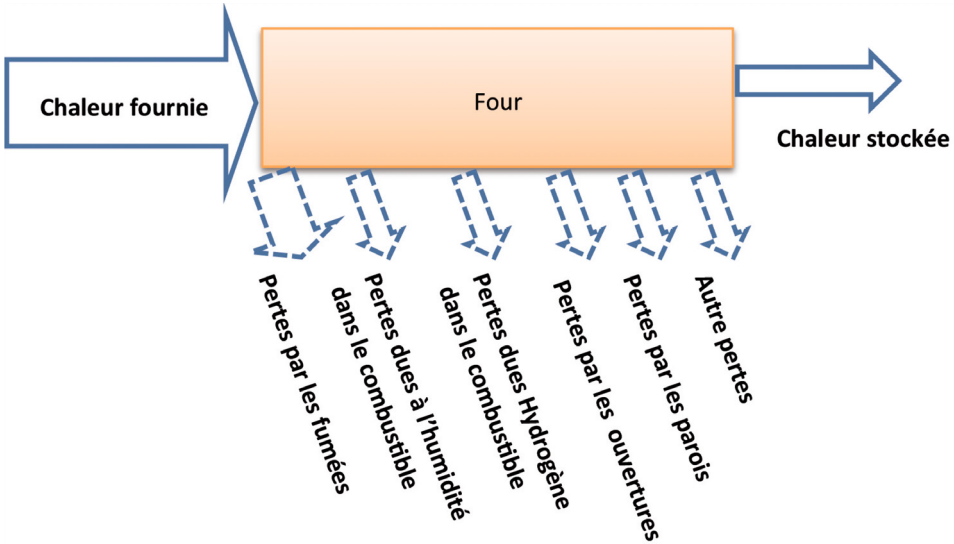
Type de four	Efficacité thermique (%)
Fours à haute température	
a. Four poussant, à sole tournante	7-15
b. Forge Batch	5-10
Fours à basse température	
a. 540- 980 °C (type discontinu « Batch »)	20-30
b. 540- 980 °C (type continu)	15-25
c. Four à cloche type radiant	5-7
d. Four à moufle	7-12
Étuves	
a. Fours à flamme indirecte (20 °C-370 °C)	35-40
b. Fours à flamme directe (20 °C-370 °C)	

Les dispositifs de chauffage par induction présentent des efficacités énergétiques plus importantes si les paramètres sont bien réglés et le couplage entre l'inducteur et la pièce à traiter est optimum.

Idéalement, toute la chaleur apportée dans les systèmes thermiques devrait être utilisée pour chauffer la charge de matériaux. Cependant, dans la pratique, une grande quantité de chaleur est perdue de différentes manières (35% à 55% dans les fumées), comme illustré sur la figure suivante :

Réaliser un Bilan d'un équipement thermique

Fiche B1.11



Certaines de ces pertes sont directement en lien avec le mode de construction du four et doivent être prises en compte au moment de sa conception (forme d'un four tunnel, isolation des parois, température de fonctionnement, durée de montée en T° de consigne, …). D'autres pertes apparaissent dans le temps suite au vieillissement des différentes parties du four ou à des mauvais réglages ou encore à une mauvaise utilisation de l'équipement.

Pour rappel, l'énergie économisée correspond directement à des émissions de GES évitées :

- Pour le gaz naturel : 0.239kg éq. CO_2/kWh PCI *(Source base Empreinte Gaz Naturel 2022 mix moyen France continentale)*
- Pour l'électricité : : 0.0520kg éq. CO_2/kWh *(Source base Empreinte Electricité 2022 mix moyen France continentale)*

3. COMMENT

Réaliser un bilan énergétique pertinent dépend du type d'équipement thermique : four à charge, four tunnel, étuve, du ou des énergies utilisées et des équipements de mesurage en place ou non. Il convient de prendre en compte, en plus de la source principale, les auxiliaires directs des procédés thermiques, par exemple les systèmes de maintien en température des parois, ou des bains de trempe, l'aspiration des fumées ou des charges thermiques, les ventilateurs de brassage, les torchères, etc.
On peut distinguer plusieurs étapes :

- **Détermination de la quantité d'énergie principale**
  Il s'agit de mesurer ou calculer la quantité d'énergie fournie à l'équipement pour ses fonctions chauffage et auxiliaires. En fonction du type d'énergie, on réalisera ou fera réaliser si possible une campagne de mesure ou de relevé des consommations énergétiques de l'équipement sur une période représentative de production (2 semaines complètes est une bonne période pour cela).
  Si la mesure de l'énergie principale n'est pas possible, on essayera de calculer la consommation de l'équipement par différence avec la consommation globale du site ou avec une consommation intermédiaire connue. Par exemple, si l'équipement est le seul consommateur de gaz de l'entreprise en dehors du chauffage des locaux, une moyenne des consommations des mois d'été (hors mois d'août) permettra d'avoir une approximation de la consommation mensuelle de l'équipement.

- **Détermination de la quantité d'énergie thermique théorique à céder à la pièce :**
  Pour connaître le rendement de l'équipement, il est indispensable de savoir quel est la quantité d'énergie théorique (avec un rendement de 100%) qui doit être cédée à la charge pour assurer la fonction thermique choisie.

Réaliser un Bilan d'un équipement thermique

Fiche B1.11

- Pour cela on effectuera un calcul simple suivant : $E = m*Cp*\Delta T$
  Avec m la masse de la charge, Cp la chaleur massique et ΔT la différence de température de la charge entre l'entrée de l'équipement et sa sortie (en °C ou en K).

Par exemple Cp acier inox 304= 0.1278 Wh/kg/°C
Il s'agit dans ce cas de la charge utile du four. Il faudra faire attention à la charge introduite qui comprend en plus de la charge utile les moyens de manutention : caisse, tapis, structure de maintien, crochets, ...

- **Détermination de la quantité de charge traitée :**
  Pour connaître la quantité d'énergie réellement utilisée par l'équipement par charge utile, il faut déterminer la quantité de charge passée dans le four pendant une certaine période. On mettra en relation cette quantité de charge avec la consommation d'énergie correspondante à la période.

- **Comparaison Energie réelle cédée à la charge vs énergie théorique :**
  On comparera ensuite l'énergie réellement cédée à la charge calculée précédemment à l'énergie théorique nécessaire pour la variation de température de la charge.
  La différence entre ces 2 données représente les pertes de l'équipement et son rendement (Energie réelle = énergie théorique pour rendement de 100%).

- **Détermination des pistes de pertes thermiques :**
  Pertes par les parois : effectuer une campagne de détection des ponts thermiques avec une caméra thermique, mesurer la température moyenne de surface de chaque face de l'équipement pour calculer les pertes.
  Pertes par les fumées : Effectuer une mesure de température et débit dans les cheminées pour calculer l'énergie contenue dans les gaz évacués.
  Pertes par les supports de charge : calculer la masse des supports utilisés pour maintenir la charge dans une période de référence et appliquer la formule présentée pour déterminer la quantité d'énergie théorique.
  Pertes par l'ouverture des portes : mesurer le temps d'ouverture au chargement / déchargement, la température et les débits d'air sortant par l'ouverture : On pourra à partir de ces données calculer les pertes par unité de charge.

Autres types de pertes : utilisation de torchères pour brûler l'atmosphère excédentaire de certains fours, rideaux de flamme pour maintenir une atmosphère réductrice dans le four, ...

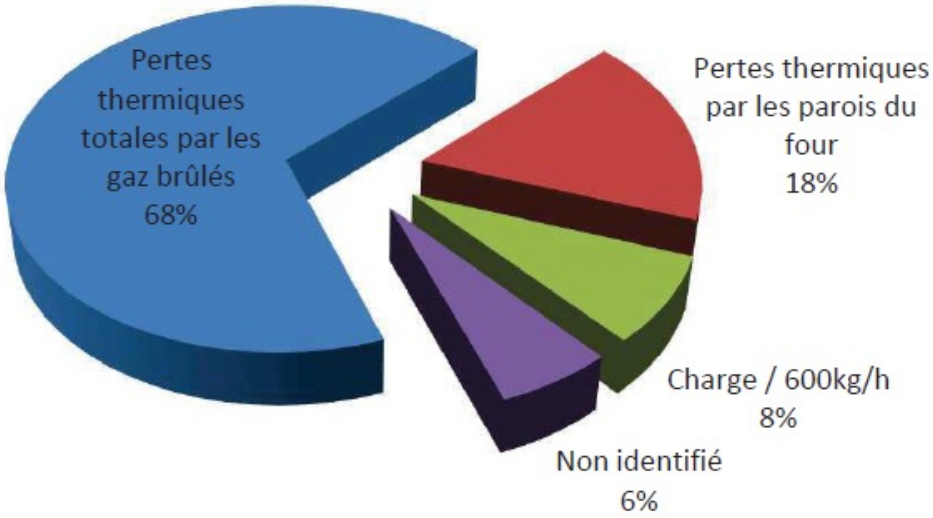
- **Bilan des données recueillies**
  A partir des données recueillies, on pourra représenter sur un diagramme de Sankey ou un diagramme de type histogramme ou camembert les différents niveaux de pertes, l'énergie initiale et l'énergie cédée à la charge.

Réaliser un Bilan d'un équipement thermique

Fiche B1.11

Exemple de répartitions des pertes et de la transmission de chaleur à la charge dans un four haute température au gaz naturel.

Répartition des pertes four couronne



3. QUI

Référent décarbonation, QSE/RSE, Responsable maintenance.

4. QUAND

- Au moins au démarrage de la démarche de décarbonation
- Mise à jour à prévoir tous les 3 ans

5. POUR ALLER PLUS LOIN

- Le Guide Maitrise de l'énergie en Mécanique 6A3A
- Les normes de la famille NF ISO 13579

Fourniture des consommations énergétiques

Fiche B1.13

1. QUOI

Il s'agit de collecter les consommations d'énergie (électricité, gaz naturel, propane, fioul, carburants...) qui participent aux émissions de GES dans le périmètre de l'étude. Il peut s'agir des consommations annuelles d'un site industriel ou les consommations des différents procédés de fabrication d'un produit. Dans le cas d'un périmètre lié à un produit on tiendra compte et on collectera également les consommations énergétiques de ce produit pendant son utilisation.

Ces données sont **majoritairement liées au gaz et à l'électricité** et nécessitent d'être archivées de façon horodatées (ex : archivage journalier, mensuel ou annuel).

2. POURQUOI

Une émission de GES est systématiquement couplée à la consommation de chacune des énergies disponibles. Cette émission peut être directe en cas de combustion dans le périmètre (Gaz naturel, carburant…) ou indirecte par exemple pour l'électricité.

Il est donc essentiel pour quantifier les émissions de GES du périmètre de pouvoir quantifier les consommations d'énergie et leur type.
Cette collecte permet d'identifier les différentes sources énergétiques présentes dans le périmètre de l'étude, de quantifier les consommations et de donner une base de référence pour le plan d'action futur.
Ces données énergétiques ont un lien potentiel direct avec l'émission de Gaz à effet de Serre et donc avec la décarbonation. **Ce sont des éléments objectifs et facilement récupérables.**

Une simple phrase résume le pourquoi : **se rendre compte de ses consommations est une des premières étapes de la décarbonation.**

Exemples de cas de demande :

- Bilan des consommations
- Demande du client
- Facturation de la consommation du client

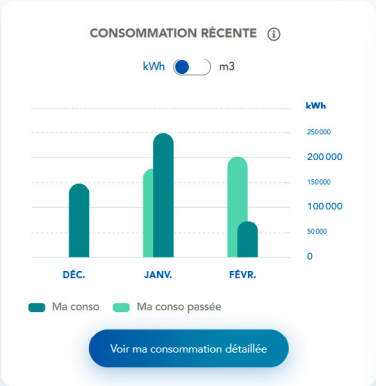
3. COMMENT

- Contacter le Service comptabilité afin d'obtenir les factures des différentes énergies consommées
- Se rendre sur le site internet de vos fournisseurs et sur vos compte clients : GRDF, EDF, Engie… avec login administrateur, ou récupération des points 10 minutes pour l'électricité
- Plateforme de monitoring ou interface machine pour les consommations d'un poste (comptage)
- Analyse des consommations mensuelles, hebdomadaires ou à une fréquence différente
- Dans le cas d'un périmètre « produit » : il faudra caractériser les consommations standards des étapes de fabrication pour le produit étudié. Un plan de mesurage énergétique sera un atout supplémentaire pour cet inventaire (compteurs énergétiques sur les machines de production). Il faudra ensuite ramener ces consommations à l'unité « produit » choisie.
- Si ce produit utilise de l'énergie pendant la durée de son utilisation, il faudra évaluer sa consommation moyenne sur un scénario d'utilisation classique et rapporter cette donnée à la durée de vie représentative de l'équipement.

Fourniture des consommations énergétiques

Fiche B1.13

Tableau de bord



4. QUI

Référent décarbonation, QSE/RSE, responsable maintenance, Compta/DAF/Achats

5. QUAND

- Mensuellement, trimestriellement ou annuellement pour l'archivage et le suivi des données
- Lors du choix contractuel des fournisseurs d'énergie
- À la suite d'un ajout d'un gros consommateur sur le site dans le périmètre
- En prévision d'augmentations des coûts
- Lors de la création ou le rétrofit d'un produit
- En réponse à un cahier des charges client
- Lors du suivi d'indicateurs énergétiques de production ou de rendement énergétique du produit

6. POUR ALLER PLUS LOIN

- Mise en place d'**indicateurs de performance énergétiques** (kWh/DJU*m² « Degré Jour Unifié » pour le chauffage des locaux par exemple).
- Mise en place d'un **système de monitoring** avec les facteurs d'émissions

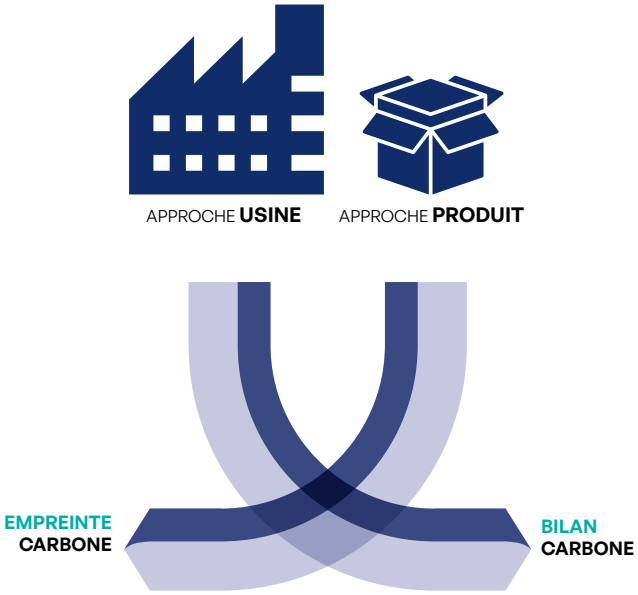
Évaluer un produit (et les gains GES associés)

Fiche B2.03

1. QUOI

Le développement d'un nouveau produit, procédé ou service nécessite une quantification de ses impacts, sur son cycle de vie (de l'extraction à l'élimination (cradle to grave) avec possibilité de restreindre les étapes couvertes (cradle to gate)).

Il est ainsi nécessaire de faire appel à la notion non pas de bilan comptable carbone annuel, mais de durée d'usage du cycle de vie (et de dépasser non seulement l'année comptable, mais également les murs de l'entreprise).



2. POURQUOI

Les deux méthodes (bilan carbone site et empreinte carbone produit) sont complémentaires. Le choix de commencer par l'une ou l'autre méthode pour identifier les postes les plus impactants en vue de les réduire dépendra en général de l'origine du besoin.

- demande réglementaire (bilan GES et/ou Règlement européen éco-conception)
- demande contractuelle (données GES site et/ou produit, déclaration environnementale produit…)
- besoin de réduire ses émissions site (gains économiques, stratégie de décarbonation…)
- besoin d'innover sur son produit (différenciation, productivité…)

3. COMMENT

Identifier le niveau d'expertise nécessaire pour l'évaluation

Suivant la granularité de votre modélisation et votre contexte (nombre de données à collecter, spécificités sectorielles, type de rendu, temps disponible et moyens à mettre en œuvre…), plusieurs outils peuvent permettre d'évaluer votre produit et/ou de trouver des pistes de réduction de l'impact.

On distingue 7 outils d'évaluation possibles, dont 5 permettent de disposer de la quantification GES sur le produit.

Certaines solutions sont gratuites, d'autres payantes et plus complètes existent. Elles permettent de réaliser une analyse de cycle de vie plus détaillée car disposant de données plus spécifiques ou permettant de modéliser plus finement des procédés industriels spécifiques ou des scénarios de fin de vie.

Évaluer un produit (et les gains GES associés)

Fiche B2.03

Dans tous les cas un regard critique extérieur peut être soit utile, soit obligatoire (normes IS0 14040 et 44) pour bien valider les données utilisées et les hypothèses posées. Des aides pour vous accompagner existent également (Tremplin pour les PME de l'ADEME).

Check-list Évaluation	Autoévaluer une démarche pour permettre au concepteur d'identifier des actions correctrices
Approches matricielles	Évaluer de façon qualitative des critères prédéterminés
ESQCV	Évaluer de façon simplifiée et semi-quantitative le cycle de vie en vue de dégager des « hotspots »
Indice écologique	Synthétiser une quantité d'impacts entre eux (suivant une méthode de pondération) pour faciliter les décisions à prendre au stade de la conception
Empreinte monocritère	Sélectionner un seul impact pour communiquer plus facilement sur un élément tangible
ACV simplifiée	Analyser de façon simplifiée le cycle de vie
ACV complète	Analyser de façon complète le cycle de vie

Source : Écoeff lab d'après AFNOR

Identifier tous les scénarios possibles
L'évaluation environnementale est un sujet itératif à souhait. Il est nécessaire de réaliser plusieurs scénarios « what-if » permettant de définir précisément les gains en CO_2 de la solution, mais également, les étapes les plus contributrices.

Exploiter les résultats
Suivant vos enjeux et contraintes en termes de communication et de reporting, une évaluation en interne peut suffire. A terme, le reporting concernant la durabilité en Europe (CSRD) va être revu par des organismes tiers indépendants, vos données carbone seront des éléments de première ligne. Suivant ces nouvelles obligations, un format plus spécifique pourrait être exigé.

4. QUI

Référent décarbonation, prestation externe.

5. QUAND

A chaque nouveau projet ou demande client.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

ADEME
https://base-empreinte.ademe.fr/auth/access-restricted

https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/2024/tremplin-transition-ecologique-pme

ALTERMAKER / ECODESIGN STUDIO (LOGICIEL PAYANT)
https://altermaker.fr/solutions/ecodesign-studio/

Identifier les émissions évitées par les actions de maintenance

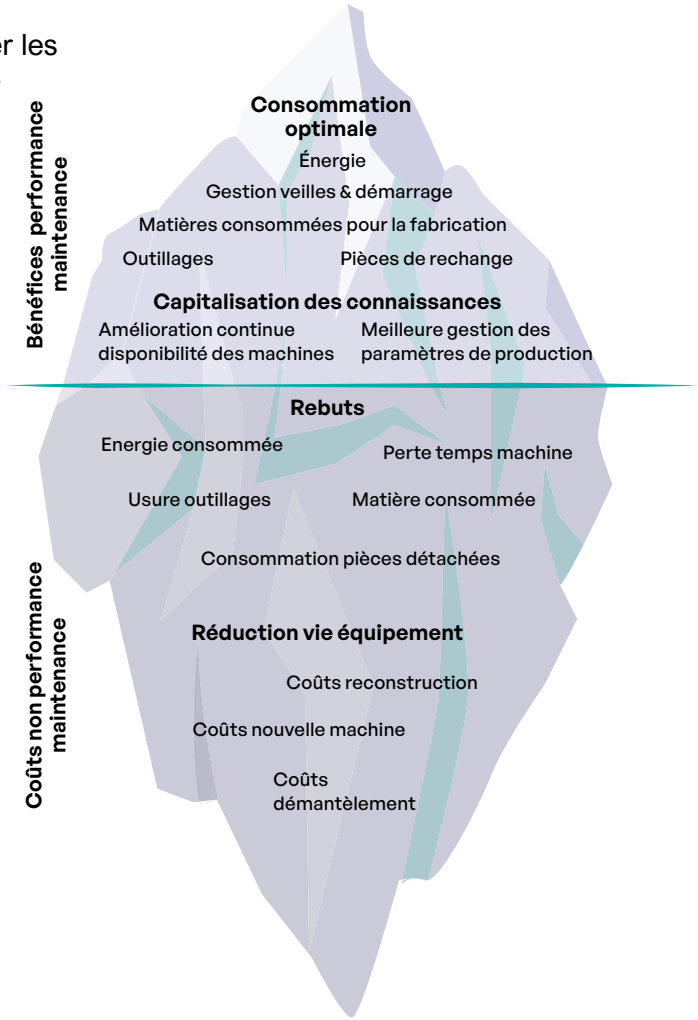
Fiche B2.04

1. QUOI

La maintenance des équipements de production et des équipements qui fournissent les fluides a une réelle influence sur les émissions de GES.

Il est nécessaire de lister les actions de maintenance permettant d'éviter les émissions de GES et d'évaluer les gains associés.

À l'image de l'iceberg des coûts cachés, une maintenance efficiente représente un facteur de productivité fort pour l'entreprise (source : Rosa Abbou).



2. POURQUOI

On arrive à prendre en compte les réglages des équipements qui fournissent les fluides aux systèmes de production et évaluer leur contribution à la décarbonation, comme décrit dans la fiche bâtiment (B1.10).

Cependant on n'évalue pas les coûts et les émissions des équipements de production associées aux :

- Rebuts de fabrication (souvent exprimés en % de la production)
- Temps de refabrication des séries ou pièces rebutées
- Consommation de pièces détâchées.

En effet un rebut de production est un produit ayant passé certaines étapes de fabrication mais n'ayant pas satisfait aux critères de qualité nécessaires. Ce produit "rebut" a nécessité de la matière, de l'énergie, des consommables et bien sûr du temps de production pour arriver au contrôle qualité grâce auquel il a été écarté. Il a donc un certain « contenu carbone » qu'il convient de prendre en compte dans un bilan GES.

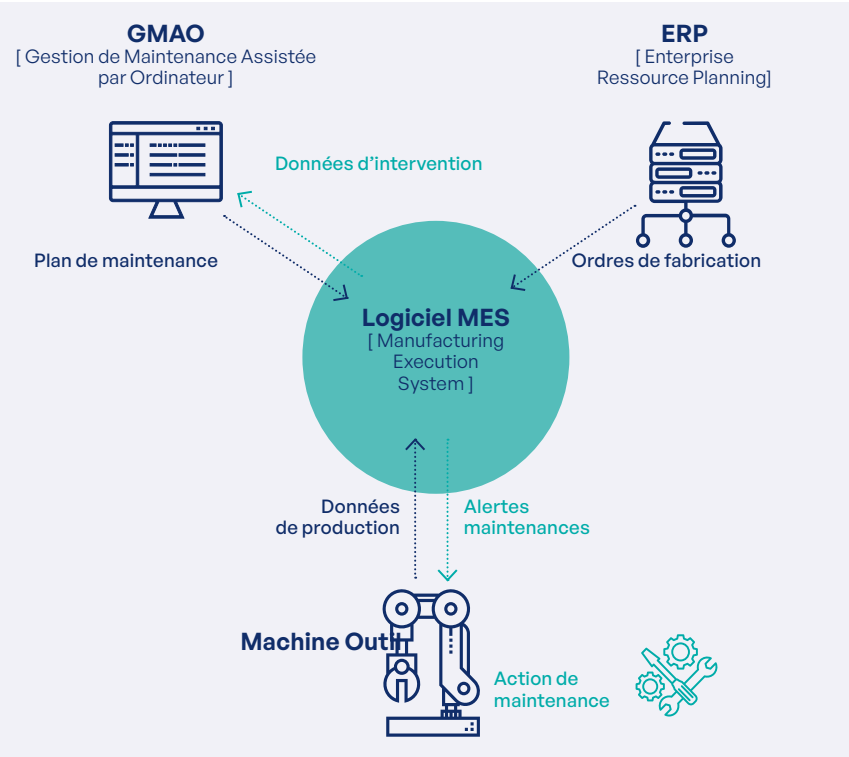
3. COMMENT

- Les équipements les plus critiques peuvent être recensés dans la démarche MBF (maintenance basée sur la fiabilité), avec une grille de notation élaborée sur des critères d'émission de GES. Cette hiérarchisation permet de concentrer les moyens sur les équipements les plus critiques.
- La mesure des temps d'arrêts dus aux pannes et à la refabrication de pièces rebutées exige pour être précis et argumenté de consigner les temps d'arrêt machine dans un MES (gestion des processus industriels) ou une GMAO (gestion de maintenance assistée par ordinateur).
- Le cumul des temps d'arrêt peut être fait au mois et représenter un pourcentage de consommation énergétique de l'équipement de production.

Identifier les émissions évitées par les actions de maintenance

Fiche B2.04

- L'émission de GES pendant le temps de production de rebuts peut être estimé grâce aux retours du service qualité et de la surveillance au poste des rebuts.
- Les éditeurs de GMAO proposent pour la plupart des solutions nomades numériques de prise en compte de l'information, qui en temps réel permettent de fiabiliser l'enregistrement des temps de maintenance.



Les programmes de maintenance préventive élaborés avec le retour d'expérience vont permettre d'effectuer la maintenance juste et nécessaire, évitant les arrêts intempestifs de machines, coûteux en GES (rebuts et redémarrages), permettant également de consommer la juste quantité de pièces détachées (et donc de minimiser leur empreinte carbone).

4. QUI

Référent décarbonation, responsable maintenance

5. QUAND

- Lors des bilans de maintenance
- Lors des choix d'investissements pour évaluer l'impact des coûts indirects
- Lors des phases avancées de la décarbonation

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Maintenance basée sur la fiabilité
https://www.eyrolles.com/Sciences/Livre/la-maintenance-basee-sur-la-fiabilite-9782866015459/

Dunod
https://www.dunod.com/sciences-techniques/100-fiches-pratiques-maintenance-preventive-composants-industriels-courants

Maintenance outils organisations et méthodes efficientes
https://www.cairn-sciences.info/publications-de-Claude-Kojchen--727367.htm

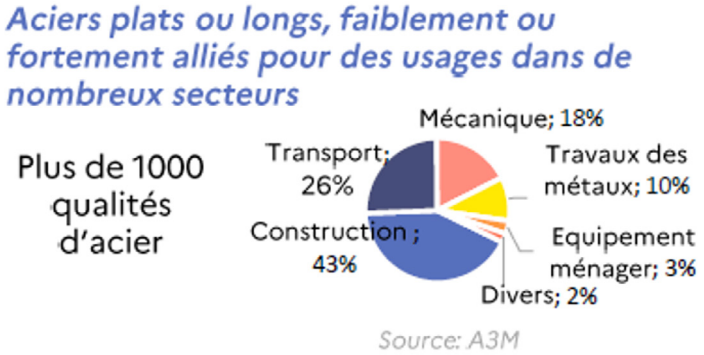
Aide-mémoire sur la GMAO
https://www.eyrolles.com/Sciences/Livre/maintenance-et-gmao-9782100760022/

Décarbonation de l'acier

Fiche B3.01

1. QUOI

La production de l'industrie française de l'acier représente 15 Millions de tonnes : 70 % d'aciers plats principalement issus de la filière fonte - hauts fourneaux (3 sites de hauts fourneaux dont 2 Arcelor et 1 Saint Gobain PAM) et 30 % d'aciers longs issus de la filière électrique (une vingtaine d'aciéries électriques recyclant de la ferraille).



2. POURQUOI

La sidérurgie est le secteur industriel le plus émetteur en France : 22 % des émissions de GES de l'Industrie et 4% des émissions de GES françaises.

Elle consomme 18 % de l'énergie thermique de l'industrie et 9 % de l'énergie électrique.

La filière Mines et métallurgie a adopté une version révisée de sa feuille de route de décarbonation en octobre 2022.

Ce document liste des engagements de réduction des émissions, pour les deux technologies (filière fonte et filière électrique), à l'horizon 2030 :

Émissions de CO_2 en Mt	**2018**	**2030**	**Réduction / 2018**
Filière fonte	20,0	12,2	-39%
Filière électrique	1,8	1,5	-15%

Les émissions en France de la filière fonte sont essentiellement liées à deux sites d'Arcelor Mittal (Dunkerque et Fos-sur-Mer), qui représentent 19,6 Mt de CO_2 sur le total de 20 Mt.

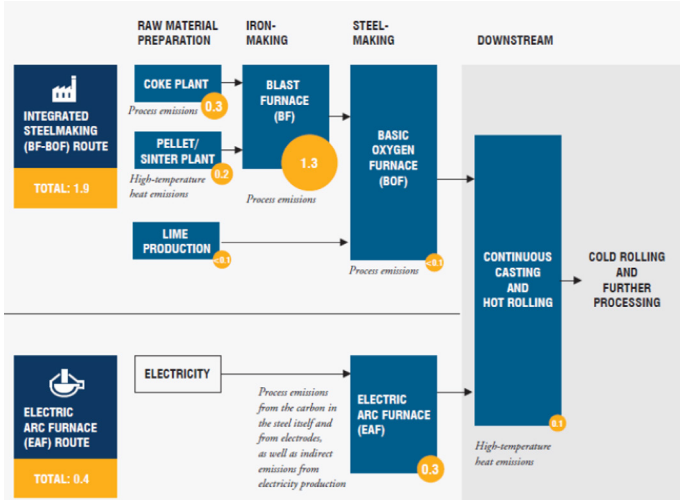
Les émissions en France de la filière électrique sont essentiellement liées aux sidérurgistes suivants : Arcelor Mittal, Riva, Ascometal, Aperam, Saarstahl Ascoval, LME (Beltrame) Dillinger et Ugitech.

Les émissions de la filière fonte sont liées au fonctionnement du haut-fourneau et du convertisseur. Elles sont estimées à 1,9 tCO_2/t d'acier produite **(scope 1)**.

Les émissions de la ferraille recyclée étant considérées comme égales à zéro par la Commission Européenne du fait de leur réutilisation, les émissions de la filière électrique sont respectivement liées à la consommation des électrodes en carbone du four (scope 1) et à la production d'électricité (scope 2). Elles sont estimées à 0,4 tCO_2/t d'acier produite (moyenne européenne) mais dépendent fortement du contenu carbone de la production d'électricité.

Décarbonation de l'acier

Fiche B3.01



Les émissions spécifiques de l'acier inox
Principalement élaborée au four électrique, la production d'acier inoxydable (scope 2) apparaît a priori peu émissive, de l'ordre de 0,4 tCO_2e. Ce chiffre est mis en avant par les producteurs d'aciers inoxydables en France, tel APERAM.

Mais, contrairement à l'aluminium dont la matière première est l'alumine et l'acier basique qui comprend essentiellement du minerai de fer, beaucoup de ferro-alliages appelés précurseurs sont inhérents à la production de l'inox. On peut citer le :

- Ferrochrome (6 tCO_2/ tonne d'inox produite)
- Ferronickel (9 tCO_2/ tonne d'inox produite)
- « Nickel Pig Iron » (entre 10 et 12 tCO_2/tonne d'inox produite)

Comparativement à une production classique d'acier, la part des émissions de CO_2 de l'acier inoxydable augmente significativement allant de 1,9 à plus de 10 tCO2e, en fonction du type de process utilisé et des alliages élaborés

Le MACF (Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières [de l'UE]) entré en vigueur le 1er Janvier 2024, en phase expérimentale, introduira à terme (en 2026) une taxe carbone sur les produits en Aluminium importés hors de l'Union Européenne.

Par ailleurs, les produits sidérurgiques sont susceptibles d'être réglementés au titre de l'Initiative Produits Durables (Sustainable Product Initiative SPI). A terme, les metteurs sur le marché devront respecter des exigences relatives au contenu carbone des produits.

3. COMMENT

Pour les producteurs d'acier – filière fonte (hauts-fourneaux)

Les stratégies de décarbonation des sidérurgistes européens se structurent autour de quatre grandes voies :

- Amélioration de l'efficacité énergétique.
- Intégration d'une part croissante d'acier recyclé à la production (déjà 70 % en Europe).
- Carbon direct avoidance (CDA) : Cette voie regroupe les technologies permettant d'éviter les émissions de carbone lors de la fabrication de l'acier. Elle comprend notamment la réduction directe du minerai de fer (DRI) par l'hydrogène (H2-DRI), couplée à un four à arc électrique (DRI-EAF) utilisant de l'électricité.

Décarbonation de l'acier

Fiche B3.01

En pratique, le potentiel de ce type de technologies est le suivant :

- Utilisation de gaz naturel : 0,55 tCO_2/t d'acier ;
- Utilisation d'hydrogène bleu (bas carbone / énergie nucléaire) : 0,11 tCO_2/t d'acier ;
- Utilisation d'hydrogène vert (zéro carbone / énergies renouvelables) : 0,05 tCO_2/t d'acier.
- Smart Carbon Usage (SCU) : Cette voie consiste à capter et à utiliser le carbone issu de la production d'acier, via l'intégration des procédés et la valorisation du carbone (Carbon Valorisation, CV), son utilisation (Carbon Capture and Usage, CCU) ou son stockage permanent (Carbon Capture and Storage, CCS).

Le potentiel de décarbonation de ce type de technologies devrait permettre d'obtenir des émissions proches de zéro

Pour les producteurs d'acier – filière électrique

Les gains espérés en termes d'émissions viennent du déploiement des actions suivantes :

- Amélioration de l'efficacité énergétique (préchauffage des ferrailles et amélioration des brûleurs).
- Mise en place des technologies CCUS (Capture, Utilisation et Stockage de Carbone).
- Amélioration des opérations en aval, notamment en ce qui concerne le laminage.

Sur la base des engagements annoncés, « hors relocalisations ou expansions majeures », le contenu carbone moyen de la tonne d'acier produite en France serait, à l'horizon en 2030, de l'ordre de 1,16 t CO_2/t acier pour la filière fonte et de 0,34 t CO_2/t acier pour la filière électrique.

Pour les producteurs d'aciers inox

Deux voies d'actions sont envisagées :

Scopes 1 et 2 :

- Amélioration de l'efficacité énergétique (récupération de chaleur).
- Substitution des sources d'énergie carbonée (biomasse, hydrogène vert, électricité renouvelable, etc.).
- Augmentation du taux et de la qualité de déchets inox (passer de 80 à 90% pour réduire le recours aux ferro-alliages, acquisition de recycleurs spécialisés dans les ferrailles inox).

Scope 3 :

- Réduction de la consommation de ferro-alliages.
- Incitation de réduction des émissions des fournisseurs de ferro-alliages (transparence de leurs feuilles de route CO_2, données d'émissions, traçabilité des matières).

Pour les utilisateurs d'acier

L'acier recyclé est quatre fois moins émissif que son équivalent primaire.

Décarbonation de l'acier

Fiche B3.01

4. QUI

Services Achats

5. QUAND

Dès lors que la démarche de décarbonation est initiée.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

La note de la FIM « Décarbonation de l'acier – Aspects environnementaux et économiques » : https://www.fim.net/fr/accueil/actualites/business/marches-et-matieres-premieres/decarbonation-de-lacier-aspects-environnementaux-et-economiques

Le Plan de Transition Sectoriel est disponible ici : https://finance-climact.fr/actualite/plans-de-transitions-sectoriels/

La base de données des facteurs d'émissions CO_2 est disponible ici : https://base-empreinte.ademe.fr/

Les valeurs par défaut utilisables dans le cadre du MACF : https://taxation-customs.ec.europa.eu/system/files/2023-12/Default%20values%20transitional%20period.pdf

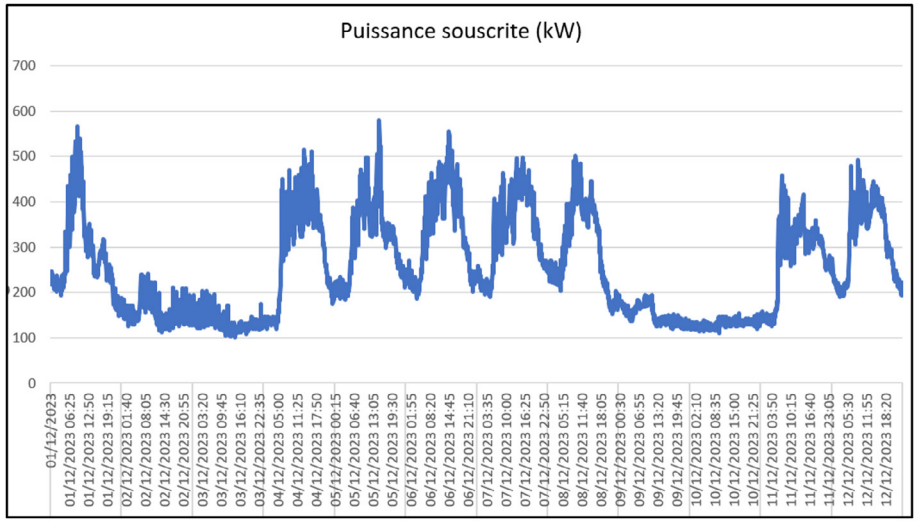
Diminuer son talon de consommation

Fiche B3.04

1. QUOI

Un talon de consommation énergétique peut se traduire comme le niveau de consommation minimal qu'un site peut atteindre. Pour l'identifier, il faut se placer dans le cas de figure où le site n'est pas en production et où il n'est pas occupé. Ensuite, il y a le talon de consommation en activité qui est atteint lorsque le site est en activité, parce qu'il y a des équipements qui doivent fonctionner dans cette configuration et qui ne peuvent pas être coupés.

Ci-dessous un exemple de profil de consommation d'un industriel mettant en évidence un talon de consommation de 100 kW :

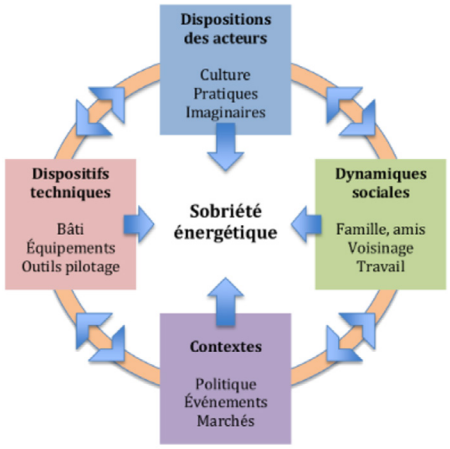


Extrait d'un point 10min

2. POURQUOI

Réduire son talon de consommation, c'est maîtriser les différents postes de consommations de son site. C'est également par définition, réduire ses émissions de gaz à effets de serre puisque l'on consomme moins d'énergie. Il s'agit de savoir quels sont les équipements que l'on peut piloter pour éviter des consommations de veille parfois loin d'être négligeables, s'assurer que sur les différents postes de consommation énergétique, aucun équipement ne fonctionne sans raison : on parle de sobriété énergétique.

Cette campagne de recherche de gaspillage énergétique finalement, est également l'occasion de mobiliser le personnel afin de les sensibiliser sur une utilisation efficiente de leurs outils du quotidien. (Source Vie to B)



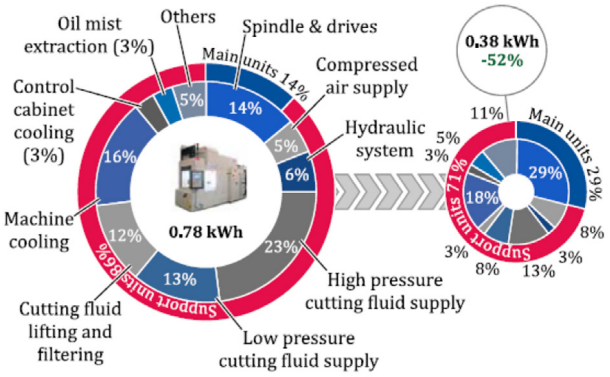
Diminuer son talon de consommation

Fiche B3.04

3. COMMENT

Afin de savoir ce qui peut être réduit, la première étape consiste à identifier et quantifier ses consommations. Pour cela, mettre en œuvre une campagne de mesure afin d'analyser les consommations des équipements les plus énergivores en production et hors-production est ce qui convient le mieux. Le Cetim a notamment réalisé des campagnes de mesures sur des centres d'usinages qui ont permis d'identifier quel était le delta entre ces deux cas de figure. Le résultat est sans appel, seulement 35% des consommations de la machine est dû à son fonctionnement, le reste est utilisé même en veille sur la plupart des machines-outils.

À la suite de ce constat, nous avons retenu qu'il fallait s'intéresser de près aux différentes contraintes qui empêchent d'arrêter complètement les machines, les programmes de relance et de mises en veilles qu'elles contiennent permettant de limiter leurs consommations énergétiques, ci-dessous un exemple d'économie réalisable :



Source : Denkena

À noter qu'au-delà du process, il est possible de réaliser des économies sur la mise en place de moyens de pilotage hors activité pour transformer une consommation talon actuelle, à une consommation corrélée à l'activité/occupation.

Cela peut se faire par l'installation d'une horloge avec programmation horaire pour réaliser une coupure sèche jusqu'à un niveau de pilotage supérieur avec une GTB qui peut permettre dans le même temps de répondre aux exigences réglementaires du Décret BACS si assujetti.

4. QUI

Référent Décarbonation, Support.

5. QUAND

Au quotidien.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Le Guide Maitrise de l'énergie en Mécanique 6A3A :
https://www.cetim.fr/mecatheque/Resultats-d-actions-collectives/maitrise-de-l-energie-dans-l-industrie-mecanique

Bonnes pratiques machines d'usinages

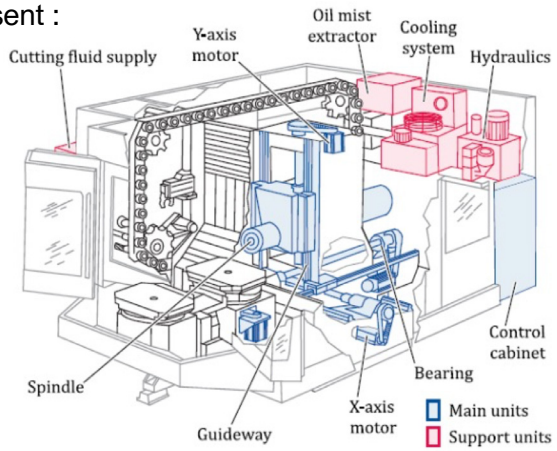
Fiche C1.02

1. QUOI

Un centre d'usinage est une machine-outil utilisée dans le domaine de l'usinage, qui consiste à enlever de la matière d'une pièce pour lui donner une forme spécifique. Les centres d'usinage sont particulièrement utilisés dans l'industrie manufacturière pour la production de pièces métalliques ou plastiques. Ce type de machine est souvent commandé par ordinateur (CNC), ce qui signifie que les opérations d'usinage sont programmées à l'aide d'un logiciel informatique. Cela permet une grande précision et une automatisation du processus de production.

2. POURQUOI

Les analyses des coûts induits pendant la vie d'une machine ont montré que les frais liés à l'énergie électrique d'un centre d'usinage de performance moyenne peuvent aller jusqu'à 8800€ par an selon les charges de travail et ainsi constituer jusqu'à 20% des frais d'exploitation. Il est donc indispensable d'organiser au mieux la décarbonation de ces installations. En effet, de nombreuses actions sont envisageables : des solutions organisationnelles, technologiques ou encore de valorisation d'énergie fatales sur les différents éléments qui la composent :



Source : Denkena

3. COMMENT

Solutions organisationnelles :

- Renforcement et contrôle des procédures d'arrêt existantes dans les ateliers d'usinage
- Révision des consignes au poste pour l'intégration de l'arrêt machine dans les tâches de vos techniciens. Ceci peut s'accompagner d'un étiquetage couleur différenciant sur les organes à sectionner (vanne d'air comprimé, arrêt d'urgence CN, groupe froid, tapis de filtration, etc…) ou à laisser en marche.
- Réorganisation partielle de l'ordonnancement en concentrant l'occupation des machines énergivores pour planifier des arrêts francs sur des périodes d'inactivité plus longues.
- Réorganisation générale des horaires de production de type 3x8 sur 4 jours pour des coupures générales usine des vendredi-samedi-dimanche.

Solutions technologiques :

- Paramétrage des fonctions Eco sur les CN modernes
- Rétrofit des machines pour stopper le groupe hydraulique ou ne plus perdre le programme sur coupure électrique, par exemple
- Diagnostic énergétique de l'atelier ou bien diagnostic spécifique d'une grosse machine
- Rendre accessible le sectionnement des annexes (groupe froid, clapet de ventilation…)

Bonnes pratiques machines d'usinages

Fiche C1.02

Solutions de valorisation d'énergie fatale :

Chaleur du fluide de coupe :
Pompe à chaleur haute température :
La chaleur d'un fluide de coupe pourrait être valorisable à partir de 35-40°C. Cependant, les températures de régulation usuelle sont de 25°C.
Du fluide à 40°C passerait dans une pompe haute température qui réhausserait de l'eau à 90°C pour des utilisations sur du chauffage de bureaux. (COP = 4)

Pompe à chaleur en cogénération de froid :
Principe de fonctionnement identique à la technologie précédente, avec en plus, génération d'eau glacée à 10°C. L'eau glacée pourrait servir sur le circuit de climatisation des labos. (COP = 3).

Production d'électricité :
Un centre d'usinage peut réinjecter de l'électricité sur le réseau grâce à des variateurs spécifiques qui transforment les moteurs en génératrices dans les phases de freinage. L'énergie récupérée reste toutefois marginale.

Ventilation :
Extraction des brouillards d'huile dans les ateliers chauffés et récupération de la chaleur (installation d'un échangeur double flux).

4. QUI

Référent décarbonation, responsable maintenance/production.

5. QUAND

- Campagne de décarbonation ou d'économie d'énergie
- Mise en place d'une nouvelle installation

6. POUR ALLER PLUS LOIN

- Suivre régulièrement l'évolution de la performance de son installation
- Le Guide « Maitrise de l'énergie dans l'industrie mécanique » (Ouvrage du Cetim)

Mise en veille des machines-outils

Fiche C1.03

1. QUOI

Une machine-outil est un équipement mécanique utilisé pour façonner, usiner, ou transformer des matériaux bruts en produits finis, souvent dans le cadre de la fabrication de pièces métalliques. Ces machines jouent un rôle essentiel dans le domaine de la fabrication et de l'industrie. Elles utilisent diverses méthodes, telles que le découpage, le tournage, le fraisage, le perçage, le meulage, et d'autres techniques pour façonner les matériaux selon des spécifications précises.

Les commandes numériques sont des systèmes automatisés utilisés dans la fabrication pour contrôler des machines-outils telles que des fraiseuses, des tours, des machines de découpe laser, etc. Les fonctions économiques (Eco) dans le contexte des commandes numériques font référence à des fonctionnalités visant à optimiser l'efficacité énergétique, réduire la consommation de ressources ou minimiser les temps d'arrêt non productifs.

Depuis les années 2010, les fonctions Eco se sont démocratisées chez tous les grands constructeurs des commandes numériques (CN).

2. POURQUOI

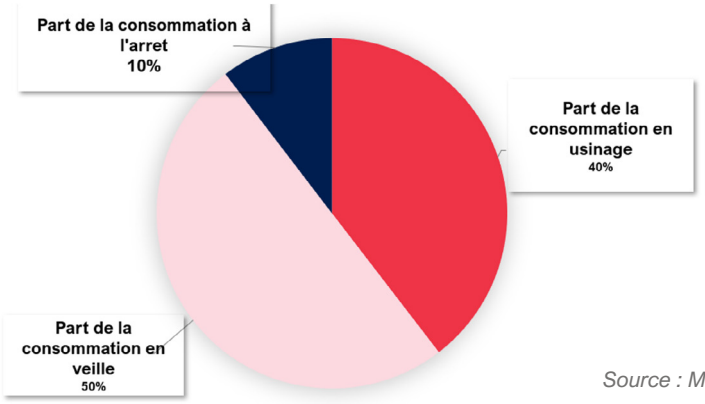
La consommation peut varier pour la même machine-outil, en effet, de nombreux paramètres influencent celle-ci :

- Le type de machine (fraisage…) ;
- La taille de la pièce ;
- La masse de matière à enlever ;
- La lubrification (sec, micro ou abondante) ;
- Les paramètres de coupe (profondeur de passe, vitesse de coupe, trajectoire de coupe…).

Les différents postes consommateurs d'énergie dans les machines-outils sont (par ordre décroissant d'importance) : l'air comprimé et le surpresseur, la centrale d'arrosage, les axes et la broche ainsi que le poste de réfrigération (compresseur frigorifique et pompe).

Les déperditions énergétiques peuvent être importantes et d'origines multiples.

En fin de compte, le mode Eco va permettre de réduire les consommations liées aux différents postes mentionnés ci-dessus.



Source : Mesures Cetim

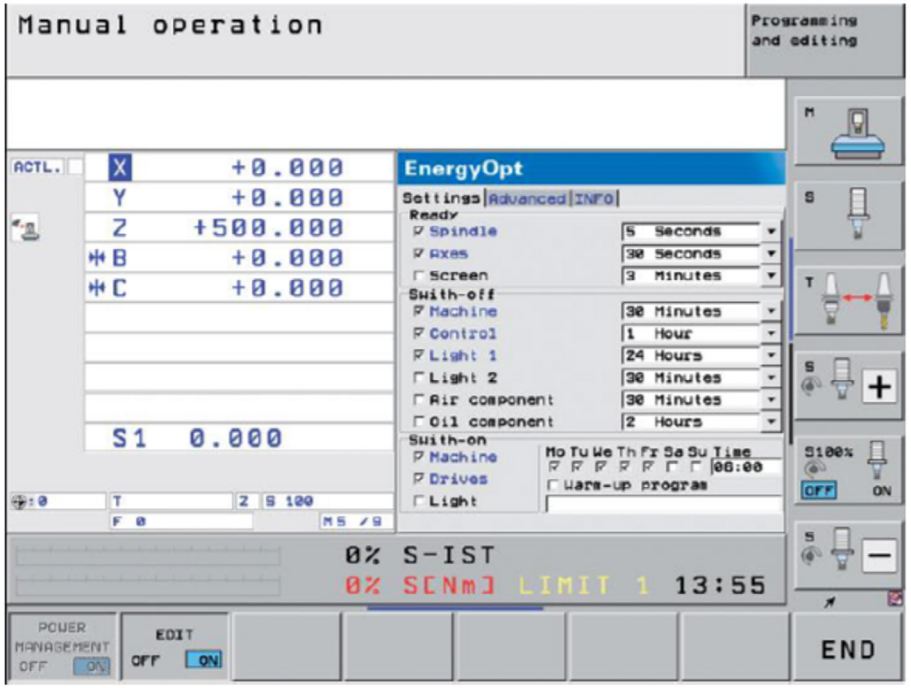
On observe ici qu'en moyenne, la part de consommation d'une machine-outil représente 50% de la consommation totale. Une action d'économie est donc nécessaire.

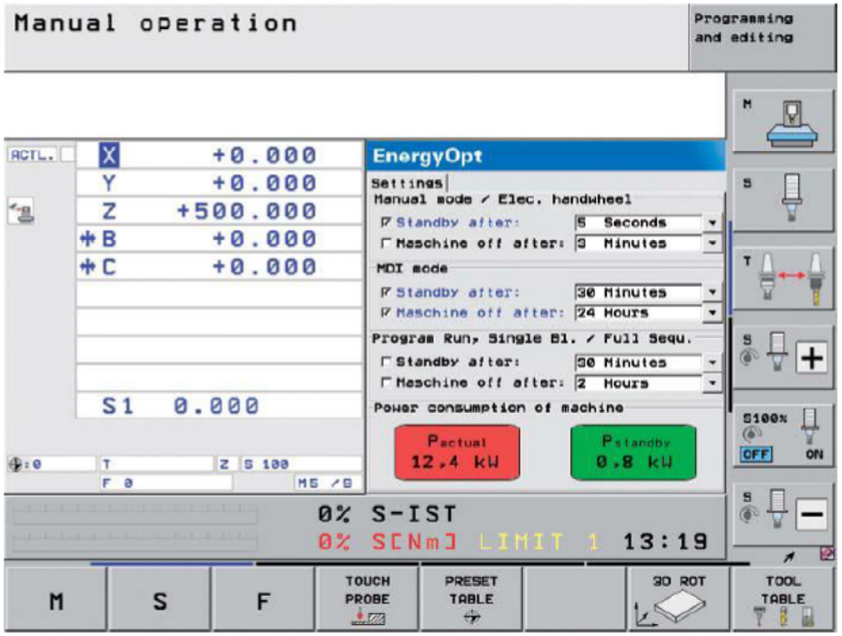
Mise en veille des machines-outils

Fiche C1.03

3. COMMENT

La meilleure manière afin de réduire les consommations énergétiques et donc les émissions de GES, est de s'intéresser directement à la programmation de la machine d'usinage. Les modèles récents pouvant être éteints sans perte de programmation. Il s'agit donc d'échanger avec son fabricant et consulter la documentation technique machine pour paramétrer la mise en veille avec l'arrêt des fonctions auxiliaires non-nécessaires.





Source : Heidenhain – Désactivation des auxiliaires 2010

4. QUI

Référent décarbonation, Responsable production/maintenance.

5. QUAND

- Campagne de décarbonation ou d'économie d'énergie
- Mise en place d'une nouvelle installation
- Maintenance d'une installation

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Le Guide « Maitrise de l'énergie dans l'industrie mécanique » (Ouvrage du Cetim)

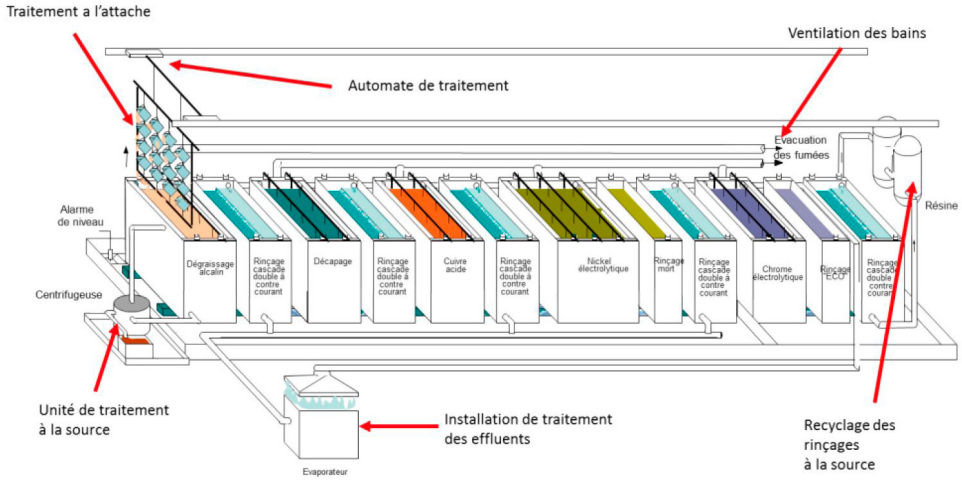
Limiter la consommation d'énergie consacrée à l'aspiration des bains de traitement de surface

Fiche C1.14

1. QUOI

Il s'agit de limiter au plus juste la consommation d'énergie consacrée à l'aspiration des vapeurs crées par les bains de traitement de surface chauffés.

2 axes principaux sont envisageables pour ce faire :
- La couverture de la surface libre des cuves émettrices de vapeurs et
- L'adaptation énergétique au plus juste des moyens d'aspiration et de traitement de ces vapeurs.



2. POURQUOI

Sur les installations de traitement de surface, les déperditions énergétiques peuvent être très importantes et d'origines multiples.
Différents paramètres influent sur la consommation énergétique des équipements.

L'une des principales composantes des déperditions thermiques des bains chauffés est cependant liée à la ventilation de ces bains.

En effet, pour garantir les conditions de travail adéquates aux opérateurs et éviter la dispersion de polluants parfois nocifs, les vapeurs issues des bains chauffés sont aspirées puis traitées avant d'être rejetées à l'extérieur. Cette aspiration se fait en respectant certaines règles de débits, de vitesse d'air et de non-mélange de certains flux.

Le traitement est en général constitué par un lavage des gaz pour entraîner les polluants majeurs.

Les débits d'aspiration cumulés dans l'atelier de traitement de surface peuvent être importants nécessitant ainsi la mise en place d'une entrée d'air extérieure calibrée de compensation pour éviter une forte dépression. Cet air neuf doit être mis en température pour respecter les conditions de travail tant des opérateurs que des machines.

Piloter l'aspiration des bains aura donc plusieurs effets de réduction des consommations d'énergie :

- Diminution de la consommation électrique du moteur du ventilateur d'aspiration
- Baisse de la consommation de chauffage du bain en limitant au strict minimum l'emport par la ventilation de vapeur provenant du bain
- Réduction de la consommation d'énergie pour le conditionnement d'ambiance de l'atelier de traitement de surface.
  Ces 3 actions ont un impact direct positif sur la quantité de Gaz à effet de Serre émise par l'entreprise.

Limiter la consommation d'énergie consacrée à l'aspiration des bains de traitement de surface

Fiche C1.14

3. COMMENT

- Respecter de manière stricte les règles de l'art en matière de débit d'extraction. En effet, les débits d'aspiration sont souvent largement surestimés par rapport aux règles préconisées pour pallier d'éventuelles pertes de charge supplémentaires dans le réseau aéraulique
- Veiller à la mise en place d'une maintenance préventive des conduits aérauliques et des ventilateurs : certaines vapeurs issues des bains sont particulièrement encrassantes
- Privilégier les ventilateurs et les moteurs électriques à haut rendement (directive EuP)
- La mise en place d'une couverture de la surface des bains pendant les périodes de non-production et d'absence de chargement-déchargement permet également de diminuer les déperditions thermiques de la surface de bains d'un facteur 4.

4. QUI

Référent décarbonation, responsable maintenance.

5. QUAND

- Maintenance de l'installation
- Ajout d'une section supplémentaire
- A la demande du client
- Lors d'une campagne d'économie d'énergie

6. POUR ALLER PLUS LOIN

- Le Guide Maitrise de l'énergie en Mécanique 6A3A
- Document INRS ED 651 Cuves de traitement de surface Guide de ventilation

Limiter la consommation d'énergie consacrée au chauffage des bains de traitement de surface

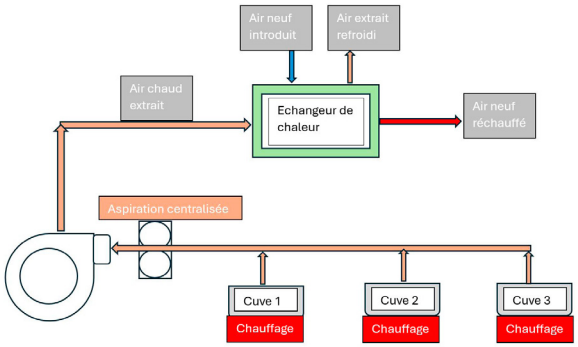
Fiche C1.15

1. QUOI

Il s'agit de limiter au plus juste la consommation d'énergie consacrée à la mise en chauffe et au maintien en température des bains de traitement de surface chauffés (ou refroidis).

2 axes sont envisageables pour ce faire :

- la régulation au plus juste des moyens thermiques de ces bains
- la couverture de la surface libre des cuves.



Source : CNIDEP

2. POURQUOI

Sur les installations de traitement de surface par voie humide, les déperditions énergétiques peuvent être très importantes et d'origines multiples. Différents paramètres influent sur la consommation énergétique des équipements. En effet, les pertes énergétiques dans ces procédés sont principalement concentrées sur le chauffage des bains et l'aspiration des vapeurs générées par ces bains.

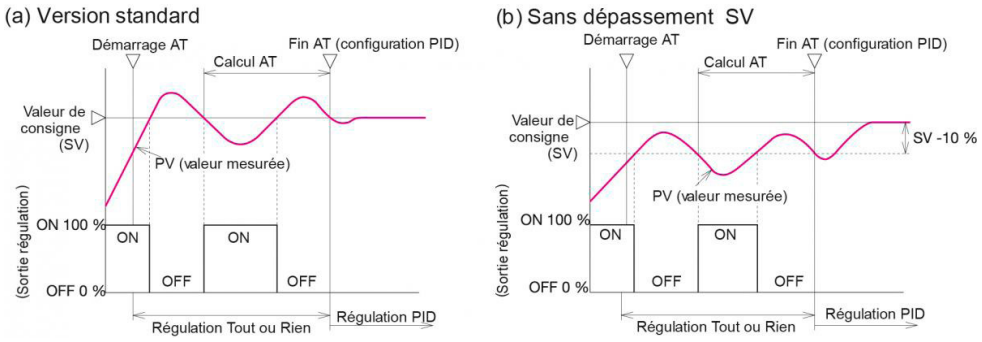
Les pertes énergétiques enregistrées sur ces équipements sont des sources d'émission de GES inutiles et doivent donc faire partie d'un plan d'action de réduction de ces émissions.
Une des principales composantes des pertes est liée au chauffage des bains de traitement et en particulier à la surface libre du bain chauffé. Les parois de la cuve contenant la solution active sont en général relativement bien isolées permettant de limiter les déperditions. En revanche sur la surface libre du bain permettant la plongée des pièces à traiter dans la solution active, sont mis en jeu deux phénomènes : la convection et l'évaporation participent à une forte déperdition thermique.
Celle-ci doit être compensée par une augmentation de la consommation de chauffage. Une diminution de ces 2 phénomènes ainsi qu'une bonne régulation du chauffage des bains permettra une diminution directe des émissions de gaz à effet de serre.

3. COMMENT

- Vérifier que la température de consigne de chauffage est bien celle demandée par le produit actif.
- Porter une attention particulière à la position de la sonde de température dans les bains de traitement
- En cas de chauffage par thermoplongeurs, privilégier la mise en place de plusieurs résistances de moyenne puissance plutôt qu'une seule source de chauffe puissante. Cela permettra de mieux réguler la répartition de température dans le bain.
- Privilégier une régulation PID « proportionnel, intégral, dérivé » plutôt que tout ou rien (TOR). Le réglage PID exerce une influence directe sur la consommation de l'équipement de chauffe. Il conviendra d'étudier les réglages à faire en cas de modification du réglage des paramètres des bains de traitement.

Limiter la consommation d'énergie consacrée au chauffage des bains de traitement de surface

Fiche C1.15



- La modulation grâce à la régulation exercera une influence plus grande sur la consommation énergétique de l'équipement lorsque l'on utilise un brûleur gaz par rapport aux résistances électriques.
- Étudier la possibilité d'une substance active nécessitant une température plus basse.
- Augmenter la durée de remontée en température d'un bain froid jusqu'à la température de consigne. Ceci permettra de baisser la puissance de l'installation de chauffage donc d'en améliorer le rendement en phase de maintien (surtout pour un chauffage à combustible) et de diminuer le coût d'investissement.
- Mettre en place un programmateur de chauffage permettant de diminuer la température de consigne ou d'arrêter la chauffe pendant les phases d'arrêt de production significative. Cet équipement aura également comme fonction de redémarrer la chauffe du bain au bon moment en fonction des contraintes de production et des consignes de travail.
- Mettre en place une couverture de la surface libre des bains chauffés en particulier pendant les périodes d'arrêt de production. Cette couverture permettra de limiter le volume d'évaporation et la perte de chaleur par convection tout en limitant également les pertes de liquide actif. Cette couverture peut également dans certains cas être envisagée pendant les phases de production en synchronisant l'ouverture de ce couvercle et de la manipulation des pièces à traiter.
- Revoir si possible l'organisation de production en tenant compte du chauffage de ces bains. On privilégiera la production en continu sur les bains chauffés une partie du temps de travail hebdomadaire pour permettre soit l'arrêt, soit la réduction de la chauffe des bains sur une longue période.

4. QUI

Référent décarbonation, responsable maintenance

5. QUAND

- Maintenance de l'installation
- Ajout d'une section supplémentaire
- A la demande du client
- Lors d'une campagne d'économie d'énergie
- Lors d'un changement de produit actif

6. POUR ALLER PLUS LOIN

- Le Guide Maitrise de l'énergie en Mécanique 6A3A
- Document INRS ED651, Cuves de traitement de surface Guide de ventilation
- Document INRS ED838, Ateliers de traitement de surface Concevoir en sécurité intégrée

Récupérer la chaleur fatale d'un four

Fiche C1.16

1. QUOI

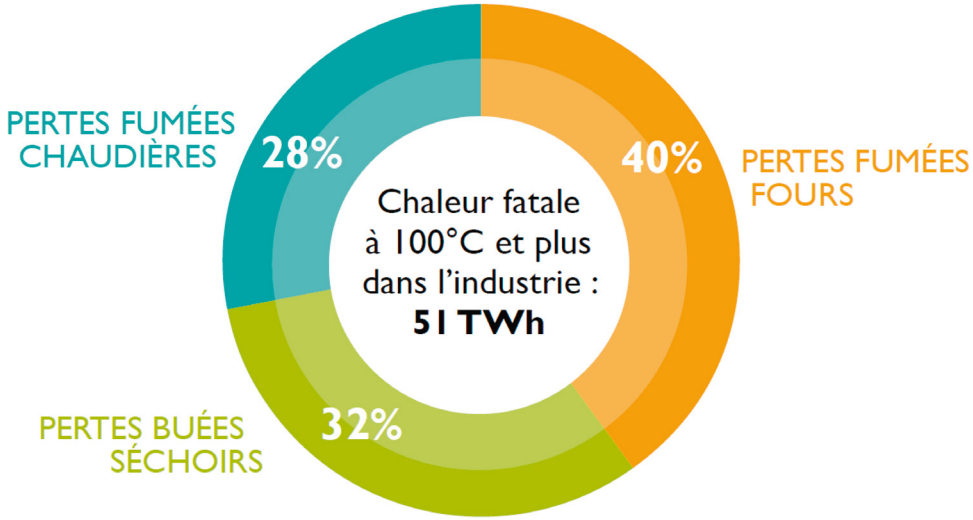
Les déperditions énergétiques des procédés industriels sont variées, cependant ces pertes sont généralement dissipées sous forme de chaleur. Dans les procédés thermiques, les pertes peuvent être liées aux transferts de chaleur par conduction, convection ou rayonnement, non utilisés dans le but initial. La chaleur émise lors de ces différentes pertes peut se retrouver dans les fumées (fours de traitement thermique, chaudière gaz, etc.), dans les parois (cuves de traitement de surface), ou encore dans les circuits de refroidissement de procédés (canaux de refroidissement d'injecteur, d'électro-broche, de matrice de forge, etc.).

Il s'agit ici de visualiser les différentes manières de récupération de la chaleur fatale d'un four.

2. POURQUOI

Aujourd'hui, de nombreuses usines ne valorisent pas suffisamment la chaleur fatale (aussi appelée chaleur perdue) sur les effluents gazeux des fours. Ces sources de chaleur peuvent être valorisées sous différentes formes (thermique, mécanique ou électrique). Selon le rapport de l'ADEME (247) intitulé « La chaleur fatale industrielle » datant de mars 2015, 50% du gisement de chaleur perdue à plus de 100 °C se situe entre 100 °C et 200 °C.

En outre, le gisement de production d'électricité à partir de chaleur industrielle perdue est estimé en France à 1,1 TWh pour une puissance installée de 140 MW. De plus, lors du fonctionnement d'un procédé de production ou de transformation, l'énergie apportée au système n'est jamais complètement utilisée pour le fonctionnement. Une quantité de chaleur est donc inévitablement rejetée. C'est en raison de ce caractère inéluctable que l'on parle de « chaleur fatale ». **Cependant, cette appellation est erronée car la chaleur fatale peut être récupérée.**



Sur 271 TWh des usages énergétiques, une étude du CEREN (Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie) a pu déterminer un gisement technique de chaleur de 51 TWh récupérable sur les fumées et/ou buées de plus de 100 °C. 51 TWh représentent environ 16% des consommations de combustible au niveau de l'industrie française.

3. COMMENT

Pour imaginer une solution de récupération de chaleur, il faut la valoriser et cela en respectant 4 étapes pour valider sa faisabilité :

- Réaliser l'inventaire des rejets de chaleur fatale du site et celui des besoins de chaleur (chauffage des bâtiments, chauffage process, préchauffage etc.).

Récupérer la chaleur fatale d'un four

Fiche C1.16

- Caractériser finement les rejets et les besoins de chaleur : forme, niveaux de température, agressivité des milieux etc.
- Étudier les fonctionnements temporels des sources de l'énergie fatale (continue, discontinue…) et ses besoins.
- Choisir la technique de captation et de transport de l'énergie fatale entre la source et le ou les besoins.

En outre, pour définir un rejet de chaleur fatale, **il est nécessaire de connaître sa forme** (liquide, gazeux, diffus) **et son niveau de température**, afin de permettre de mettre en place la bonne technologie de captage et de récupération. Nous allons pouvoir distinguer 4 catégories de technologies de récupération de chaleur fatale d'un four :

- Réutilisation de la chaleur sans transformation. Il y a **captation de la chaleur et transfert en direct** vers le point de réutilisation (ex : l'air chaud au voisinage d'un four est transféré à l'aide d'un ventilateur vers le besoin).
- **Transformation de chaleur** (ex : élévation par pompe à chaleur), avec utilisation finale de nature thermique.
- **Conversion en un autre vecteur énergétique** (mécanique ou électrique) (ex : cycle de Rankine).
- **Transformation de chaleur en froid** (ex : système à absorption).

4. QUI

Référent décarbonation, Resp. Prod/ Maintenace

5. QUAND

- Campagne de décarbonation
- Pendant l'étude de la mise en place d'un nouveau moyen de de production thermique ou d'un processus demandant de la chaleur
- Étude technico-économique d'électrification d'un processus thermique

6. POUR ALLER PLUS LOIN

- Tout savoir sur la récupération de chaleur (Cetiat/Ademe) : www.recuperation-chaleur.fr/
- Financements des projets de récupération de chaleur : www.fondschaleur.ademe.fr/

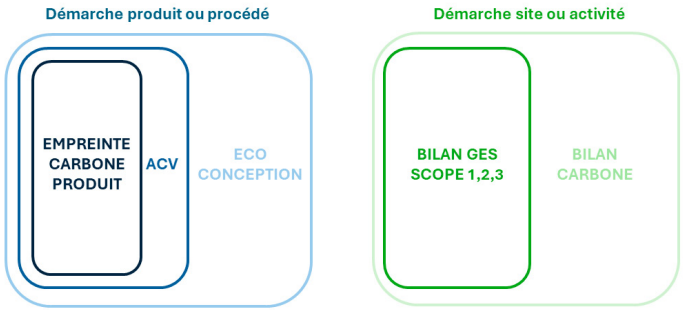
Mettre en œuvre l'éco-conception

Fiche C1.18

1. QUOI

Mettre en œuvre l'éco-conception implique, notamment, de définir des lignes directrices par catégories de produits et dépassant les seuls critères carbone, voire également les seuls résultats de modélisation d'une ACV. L'éco-conception est une pensée en cycle de vie et non uniquement une analyse en cycle de vie.

Les éléments d'ingénierie préventive se conjuguent à ceux de l'ingénierie créative, dans le cadre d'un véritable système de management « produit ».



Source : CETIM

2. POURQUOI

L'écoconception permet de réduire nombre d'impacts environnementaux, soit totalement, quand il s'agit d'une réduction notable de consommations de matières et/ou d'énergie sans réduction de la fonctionnalité et sans transfert de pollution, soit partiellement si des éléments dans l'arbre des procédés sont impactés (voir fiche d'introduction à l'écoconception).

Après tout diagnostic (qualitatif ou quantitatif), il est en tout point de vue nécessaire d'identifier et de qualifier des pistes de réduction de l'impact.

3. COMMENT

Utiliser la créativité pour identifier les pistes de réduction de l'impact
À l'image de la grille ERAC de la méthode « Stratégie Ocean Bleu », il est possible de passer au crible toutes les pistes permettant d'éco-concevoir, et ce, à chaque étape du cycle de vie.

Identifier des scénarios d'usage et les challenger
Cette étape est souvent mal prise en compte dans l'approche d'éco-conception car elle nécessite la collecte de beaucoup de données extérieures et de poser des scenarios spécifiques, pouvant être très variables, notamment liée aux questions de durabilité intrinsèque ou extrinsèque.

Dans son outil d'éco-conception, le CETIM a traité ce point. Les 4 axes évoqués ci-dessus donnent lieu à 44 fiches accessibles dans un outil dédié.

Mettre en œuvre l'éco-conception

Fiche C1.18

Il est nécessaire de consigner tous les efforts d'éco-conception dans une fiche produit et d'identifier les allégations utilisables pour la communication extérieure, les premiers éléments constituants les modes de preuve des seconds. L'AFNOR a documenté tout le processus du management qu'il est possible de suivre dans le référentiel AFAQ écoconception (il est gratuit). Vous pouvez l'utiliser pour réaliser une revue en interne de votre processus d'écoconception.

4. QUI

Référent décarbonation.

5. QUAND

A chaque nouveau projet ou demande client.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

CETIM
https://www.cetim.fr/prestations/ingenierie-produits-procedes/developper-des-produits-innovants-et-eco-responsables/

AFNOR
https://www.afnor.org/environnement/demarche-ecoconception/

Améliorer la consommation énergétique d'un équipement thermique

Fiche C1.19

1. QUOI

Un équipement thermique est un dispositif ou un ensemble de dispositifs conçus pour manipuler, générer, contrôler ou transférer de l'énergie thermique. En général il transfère cette énergie thermique soit à une charge dont on veut élever la température soit à un fluide qui va transporter cette quantité d'énergie.

En mécanique, les équipements à haute température (T°>700°C) sont généralement utilisés pour réchauffer des matériaux en vue de changer leurs formes (laminage, forgeage…) ou leur structure métallographique.
Les équipements à basse température (T [80°C-400] °C) sont utilisés principalement dans les procédés de traitement de surface, d'application de peinture, de vernis, de séchage et de cuisson. Il s'agit ici de connaître les différentes catégories de possibilité d'amélioration de la consommation énergétique de ces équipements thermiques.

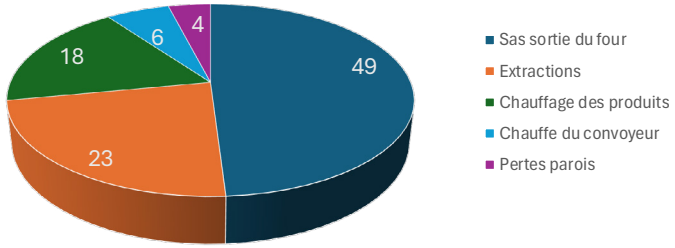
2. POURQUOI

L'efficacité thermique des dispositifs de transfert thermique utilisés dans l'industrie mécanique est en général peu élevée à cause de nombreuses pertes intrinsèques aux équipements et à leur utilisation. Ainsi on peut noter des efficacités de transfert thermique à la charge de l'ordre de 5 à 30% pour les fours et de 30 à 40% pour les étuves.

Ces rendements sont en général meilleurs pour les bains chauffés mais n'atteignent pas de hautes performances. Enfin le chauffage par induction (ou par effet joule direct) présente de bien meilleurs rendements dans le cas de conditions de fonctionnement optimum ce qui est rarement le cas en atelier.

La différence entre le rendement de transfert thermique à la charge et l'énergie totale demandée par l'équipement représente les pertes qui sont optimisables.

Répartition des postes de consommation d'énergie %



Exemple de répartition de l'énergie thermique dans un four de cuisson peinture poudre.

Limiter les pertes est donc primordial afin d'améliorer l'efficacité thermique donc énergétique d'un dispositif. Certaines de ces pertes sont directement en lien avec le mode de construction du four (forme du four : four en ligne vs four Canopy) et doivent être prises en compte au moment de sa conception (forme d'un four tunnel, isolation des parois, température de fonctionnement, durée de montée en T° de consigne, …). D'autres pertes apparaissent dans le temps à la suite du vieillissement de la structure du four (matériaux réfractaires), à des modifications liées à un changement de process ou à une conduite non appropriée.

Pour rappel, l'énergie économisée correspond directement à des émissions de Gaz à Effet de serre évitées :

Pour le Gaz naturel : 0.239kg éq. CO_2/kWh PCI
Source base Empreinte Gaz Naturel 2022 mix moyen France continentale

Pour l'électricité : 0.0520 kg éq.CO_2/kWh
Source base Empreinte Electricité 2022 mix moyen France continentale.

3. COMMENT

Améliorer l'efficacité énergétique sous toutes ses formes :

Combustion complète
Le ratio air (=quantité d'air réelle/quantité d'air de combustion stoechiométrique) donne une indication de l'excès d'air. Ce ratio correctement optimisé est économiquement très performant. Plus la température du four est élevée, plus les économies potentielles le sont aussi.
Pour obtenir une combustion complète avec la quantité d'air minimale, il est nécessaire de contrôler l'infiltration d'air, de maintenir la pression d'air de combustion, la qualité du combustible et de surveiller la quantité d'air en excès.

1. Fonctionnement à la température optimale du four :
Il est important de faire fonctionner le four à sa température nominale. Le fonctionnement à une trop haute température provoque des pertes de chaleur, une oxydation excessive, une décarbonisation, et des contraintes sur les réfractaires. Un contrôle automatique de la température du four est préférable pour éviter les erreurs humaines.

2. Réduction des pertes de chaleur liées à l'ouverture des fours :
Optimiser l'ouverture des portes en fréquence et durée pendant les opérations de chargement/déchargement des fours à charges.
Pour les fours tunnels, la mise en place de rideaux d'air chaud dans les sas d'entrée et de sortie (les sas pouvant représenter jusqu'à 48% des déperditions) pour bloquer la sortie de la chaleur vers l'extérieur.
L'utilisation des matériaux ayant une chaleur spécifique la plus faible possible pour les dispositifs de convoyage.

Utilisation optimale de la capacité disponible
Charge optimale : les pertes étants liées à la température des fours, une sous-charge diminuera l'énergie utile alors que les pertes seront identiques. Une surcharge peut conduire à une charge non chauffée à la bonne température dans un laps de temps donné (température de chauffe non atteinte).

L'efficacité énergétique d'un four est définie comme étant le rapport de la consommation énergétique/kg de matière passé dans cet équipement. Il est donc important de connaître, en plus de la masse de produit traitée, les cadences et les temps de séjour pour pouvoir en déduire un indicateur d'efficacité énergétique sur une période donnée.

Agencement optimal de la charge : le chargement des matières doit être agencé de telle sorte qu'elles reçoivent la quantité maximale de rayonnement, que les gaz chauds circulent efficacement autour des surfaces de réception de chaleur des matériaux, et enfin que le matériau ne soit pas dans le chemin direct des brûleurs ou proche des zones froides.

Améliorer la consommation énergétique d'un équipement thermique

Fiche C1.19

Temps de séjour optimal : la consommation est minimum et la qualité du produit est meilleure si la charge reste seulement à l'intérieur du four jusqu'à ce qu'elle ait les propriétés physiques et métallurgiques nécessaires.

Récupération de chaleur
Préchauffage de la charge, préchauffage de l'air de combustion (échangeurs de chaleur tubulaires à contre-courant, utilisation de brûleurs autorégénératifs…), l'utilisation pour le chauffage partiel ou complet d'autres procédés : chaudière de récupération de chaleur ou chauffage d'un autre procédé.

Minimiser les pertes par les parois
Choisir des matériaux réfractaires appropriés, augmenter l'épaisseur d'isolant, installer des briques isolantes ou des isolants fibreux (côté four extérieur), planifier efficacement les temps de fonctionnement des fours pour éviter la dissipation progressive de la chaleur. Utilisation de revêtements céramiques à haute émissivité : longue durée de vie et température pouvant aller jusque 1 350°C. L'entretien de ces composants est primordial car les isolants sont sujets à dégradation, il convient donc de les inspecter périodiquement : utilisation de caméras thermiques permettant de cartographier les déperditions.

4. QUI

Référent décarbonation, QSE/RSE, responsable maintenance

5. QUAND

- Au moins au démarrage de la démarche de décarbonation
- Mise à jour à prévoir tous les 3 ans

6. POUR ALLER PLUS LOIN

- Le Guide Maitrise de l'énergie en Mécanique 6A3A
- Les normes de la famille NF ISO 13579
- Site internet :
  http://www.recuperation-chaleur.fr/ crée par le CETIAT

Verdir son mix énergétique
Fourniture d'énergie Garantie d'Origine

Fiche
C2.02

1. QUOI

Un contrat de fourniture d'énergie avec garantie d'origine est un contrat qui a pour rôle de financer la production d'énergie renouvelable pour le gaz ou l'électricité. En souscrivant un tel contrat, vous assurez que chaque kWh consommé sur votre site, est un kWh qui va être produit par de l'énergie éolienne, hydraulique ou encore biomasse et injecté dans le réseau public du distributeur d'énergie.

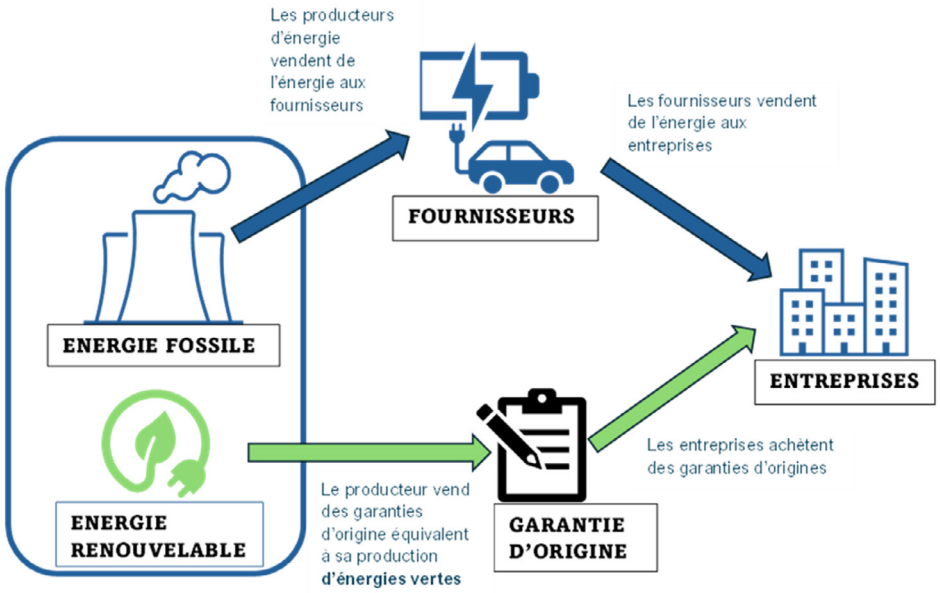
La garantie d'origine à proprement parler, est un certificat. Celui-ci recense : un numéro d'identification unique, la source d'énergie concernée, son type, la capacité de l'installation, les sites de productions ainsi que les informations relatives au demandeur de garantie d'origine.

2. POURQUOI

Cette typologie de contrat n'assure pas que l'énergie sur site est d'origine renouvelable, il est impossible de faire la distinction à l'échelle de l'électron. Cependant, la multiplication de ces contrats est une action à l'échelle de tout un chacun, qui permet d'encourager la production d'énergie dite « verte » et ainsi à grande échelle influencer le mix énergétique en faveur des énergies renouvelables plutôt que des énergies fossiles. C'est ainsi une action qui contribue à la limitation des émissions de gaz à effet de serre.

3. COMMENT

Un producteur d'énergie verte demande à recevoir une Garantie d'Origine (GO) à Powernext (Maintenant EEX) qui va réaliser des audits afin d'attester de l'éligibilité du producteur et de contrôler sa capacité de production d'énergie verte avant de lui fournir la GO. La durée de validité d'une GO est de 12 mois. Par la suite, le producteur injecte dans le réseau électrique la capacité qui lui est demandée par les différentes fournisseurs d'énergie à l'issue d'une contractualisation d'un contrat de fourniture d'énergie avec énergie verte avec un client final.



Verdir son mix énergétique
Fourniture d'énergie Garantie d'Origine

Fiche
C2.02

4. QUI

Les services généraux et achats

5. QUAND

Lorsque le contrat d'énergie arrive à son échéance ou qu'il faut réévaluer les conditions d'achats d'énergie à la suite d'une modification conséquente de vos installations.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Plateforme EEX : https://www.eex.com/en/market-data/natural-gas

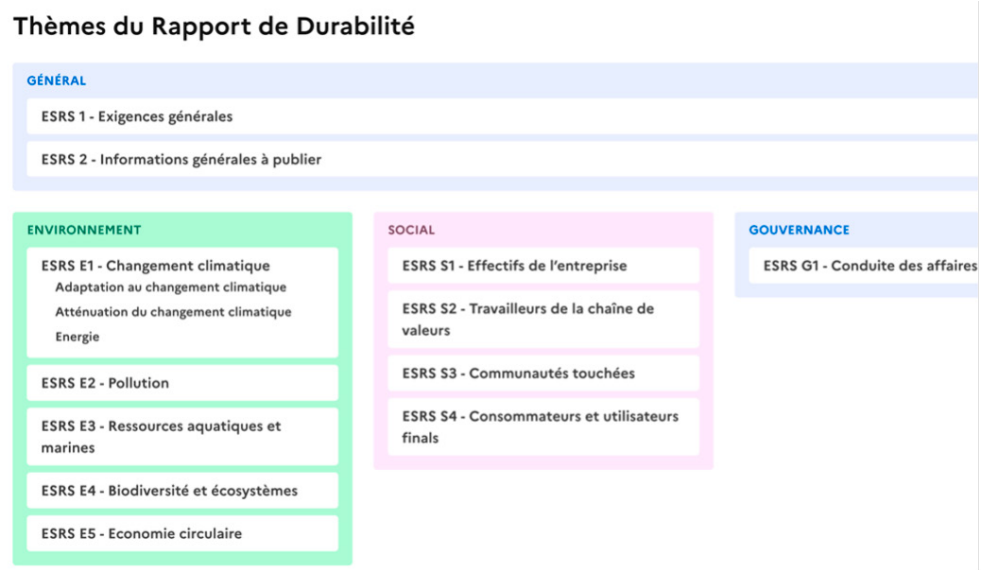
Communiquer ses résultats en externe

Fiche D1.01

1. QUOI

Le reporting des données extra-financières existe depuis de nombreuses années (avec la DPEF notamment).

L'abaissement des seuils en lien avec la publication de la CSRD (avec le rapport de durabilité afférent) va amener encore plus d'entreprises à publier des données GES et des résultats de décarbonation.

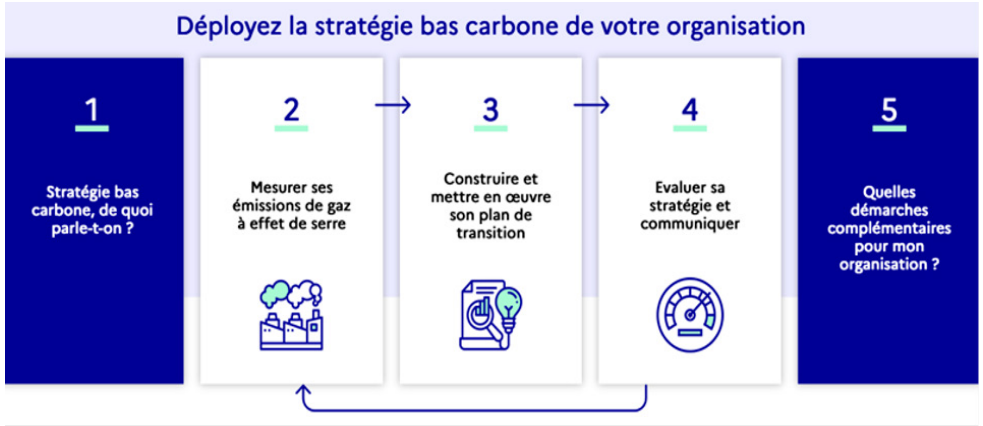


2. POURQUOI

Plus de 4 000 entreprises publient leurs données GES sur le site de l'ADEME.

La communication externe représente un axe important de la stratégie de décarbonation de l'entreprise, car elle permet de motiver en interne et d'informer les parties prenantes externes des résultats de l'entreprise.

Elle est une étape clef de la démarche de bilan GES, telle qu'envisagée par l'ADEME et promue dans ce guide également :



Communiquer ses résultats en externe

Fiche D1.01

3. COMMENT

Un rapport bilan GES disponible
Un rapport type Bilan GES peut être utilisé pour la communication extérieure, notamment sur le site de l'ADEME, qui l'exploite sous la forme de 7 entrées possibles :

Un plan de transition à construire
Il est utile d'identifier les données qui peuvent permettre d'identifier les paramètres-clefs d'un plan de transition : réduction de la consommation d'énergie, achats, déplacements des personnes, fret, déchets, fin de vie des produits…

Une communication sur le site internet de l'entreprise
Au-delà des éléments chiffrés, toujours âpres à mettre en perspective pour un non expert, et des éléments relativement intangibles d'un bilan, une communication plutôt tournée vers des actions de décarbonation semble plus positive et adaptée à une large audience.

4. QUI

Dirigeant, communication.

5. QUAND

Lors de chaque événement marquant

6. POUR ALLER PLUS LOIN

ADEME
https://bilans-ges.ademe.fr/

Portail RSE de la DG
https://portail-rse.beta.gouv.fr/

Mettre en place un système de reporting interne

Fiche D2.01

1. QUOI

Un système de reporting doit permettre à tous les salariés de disposer de l'avancement des travaux de décarbonation, en valeur brute et en valeur nette.

Un zoom particulier doit être réalisé sur le périmètre direct de l'entreprise pour focaliser l'adhésion des équipes.

La conception des produits et services doit également permettre de stimuler l'innovation, sur des projets à moyen terme.

2. POURQUOI

La mise en œuvre d'un processus de décarbonation doit être construit sur une déclinaison résolue d'une feuille de route annuelle engageant un plan de transition sur du moyen voire du long terme (2030 à minima).

Ces éléments doivent être compris et assimilés par les collaborateurs et animés en interne, de façon régulière.

3. COMMENT

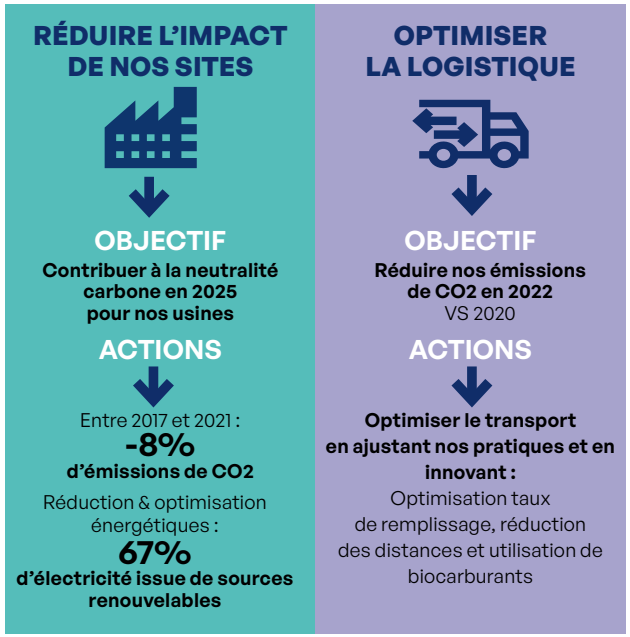
Le reporting interne doit être basé sur des éléments tangibles et l'activité annuelle de l'entreprise lors de points-clefs ou d'événements spécifiques. Quelques idées de jalons ci-dessous :

1. Identifier des Indicateurs Clés (KPIs)
Définir des indicateurs de performance tels que :

- les émissions de GES annuelles (suivant les périmètres des bilans GES)
- la consommation d'énergie renouvelable
- le nombre de projets de décarbonation mis en œuvre.

Assurez-vous que ces indicateurs soient alignés sur les objectifs de décarbonation de l'entreprise.

Exemple de l'entreprise Bel

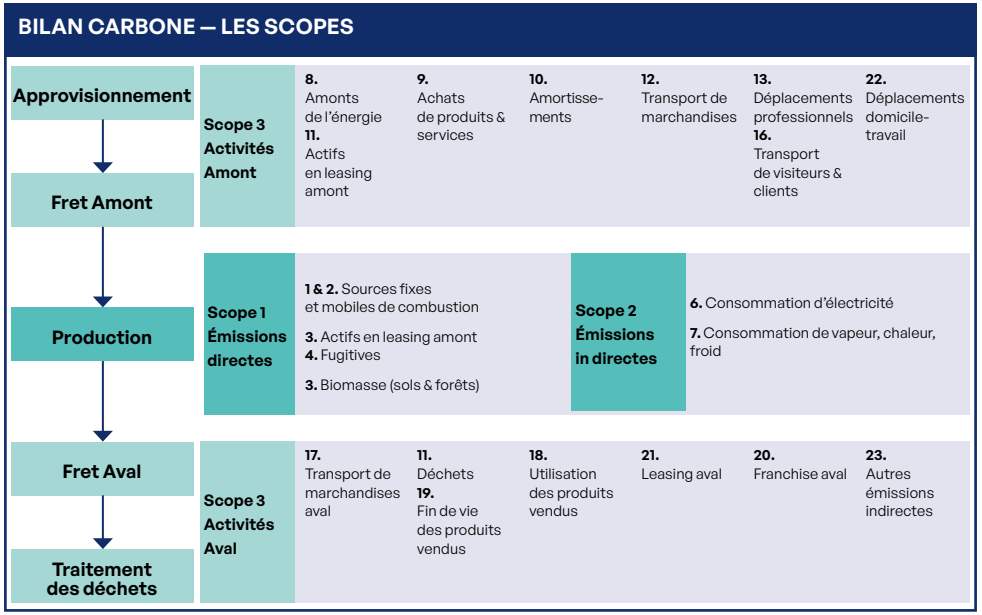


2. Collecter des données fiables
Mettre en place des systèmes de collecte de données robustes pour suivre les feuilles de route décarbonation.

Veiller à ce que les données collectées soient précises, complètes et actualisées régulièrement pour garantir la fiabilité du reporting ; ceci peut être réalisé désormais par des plateformes dédiées (ex. de Sami ci-après et des 23 types de données collectés).

Mettre en place un système de reporting interne

Fiche D2.01



3. Analyser et évaluer les performances
Analyser les données collectées pour évaluer les performances de l'entreprise en matière de décarbonation.

Identifier les tendances, les points forts et les opportunités d'amélioration afin d'orienter les décisions stratégiques et opérationnelles.

Il est possible de vous inscrire sur la plateforme je-decarbone.fr pour disposer d'un accès aux offreurs de solution en décarbonation.

Assurer une communication transparente et accessible à toutes les parties prenantes, y compris les employés, les actionnaires, les clients et les partenaires commerciaux.

4. QUI
Responsable décarbonation.

5. QUAND
Lors de chaque événement marquant.

6. POUR ALLER PLUS LOIN
https://je-decarbone.fr/

Échanger des informations avec la chaîne de valeur

Fiche D2.02

1. QUOI

La collecte de données pour construire l'empreinte carbone globale de l'entreprise et de ses produits implique des échanges d'informations avec la chaîne de valeur (fournisseurs, clients) avec des scénarios d'usage (fonctionnalités, durée de vie…). Certaines réglementations (AGEC, devoir de vigilance, CSRD, Règlement Ecodesign, Passeport Produit, Directives sur les allégations environnementales…) impliquent également un échange d'informations encadré et parfois vérifié voire certifié.

2. POURQUOI

Les PME représentent 70 % des chaînes d'approvisionnement mondiales mais moins de 15 % d'entre elles publient actuellement des rapports sur leurs émissions[1] et le scope 3 représente parfois jusqu'à 90 % des émissions de GES.

De nombreuses données provenant de sources extrêmement diverses (mesures sur site, dossiers techniques, facteurs d'émissions génériques issus de bases de données, logiciels, sites internet…) et ayant des niveaux de fiabilité souvent très variables peuvent coexister au sein d'un même résultat.

Les questions à se poser :

- Où sont les données d'activité ?
- Qui en dispose ?
- Comment les collecter ?
- Où les centraliser ?
- Sont elles fiables ?
- Sont elles exploitables ?
- Comment les utiliser ?
- Comment trouver les facteurs d'émission les plus appropriés ?
- Que demander aux fournisseurs ?
- Que fournir aux clients?
- Quel format d'échange adopter ?

3. COMMENT

Identifier les bons interlocuteurs

La première étape sera de définir les parties prenantes-clefs pour la collecte d'informations (fournisseurs, clients, utilisateurs…) puis de s'appuyer sur un outil (Excel par exemple) permettant de centraliser les informations provenant de ces différentes sources.

[1] *Source : Ecovadis*

Échanger des informations avec la chaîne de valeur

Fiche D2.02

Identifier les données
Il est nécessaire de réaliser :

- Une liste exhaustive des données d'activité, par scope (en définissant la granularité de l'analyse la plus appropriée)
- De les associer à des facteurs d'émissions appropriés liés à des flux physiques (l'usage de flux monétaires devant rester l'exception)
- La multiplication des premiers par les seconds permet de mesurer les quantités d'émissions générées
- Chaque donnée devra disposer de son pedigree (mesure, calcul, donnée primaire ou donnée secondaire…)

Choisir un outil de collecte de données carbone
Divers acteurs proposent aujourd'hui diverses solutions. Celle choisie par l'entreprise doit permettre aussi bien une collecte fiable et tracée des informations utilisées qu'une relative agilité d'usage (avec des modules pouvant être partagés avec les fournisseurs ou les clients). Ces outils peuvent eux-mêmes être évalués ou certifiés, tout comme les données issues de ces outils. Les données manquantes sont un des éléments clefs qui sera à renseigner, évidemment, en priorité.

Identifier les formats de restitution des actions de décarbonation
Suivant la demande des donneurs d'ordres et de l'administration, qui peut aller d'un résultat carbone, à un résultat multicritère (de type indicateurs ESG ou ACV), il est nécessaire de prévoir les interfaces adaptées entre tous les livrables attendus (un bon résultat en termes de GES ne l'est pas forcément en termes de biodiversité ou d'occupation des sols).

4. QUI

Référent décarbonation, Compta / Daf, Communication

5. QUAND

Activité à mener annuellement.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Le site de l'ADEME :
https://base-empreinte.ademe.fr/documentation/base-carbone

Le site de l'association ABC :
https://abc-transitionbascarbone.fr/agir/focus-sur-le-bilan-carbone-plus/

Le site de l'association APCC :
https://apc-climat.fr/podcast-itineraire-bas-carbone/

Identifier les systèmes de reconnaissance carbone

Fiche D3.01

1. QUOI

Plusieurs outils de management peuvent être activés pour faire reconnaître sa démarche de décarbonation, certains sont déjà bien connus des entreprises, d'autres sont spécifiques à la démarche.

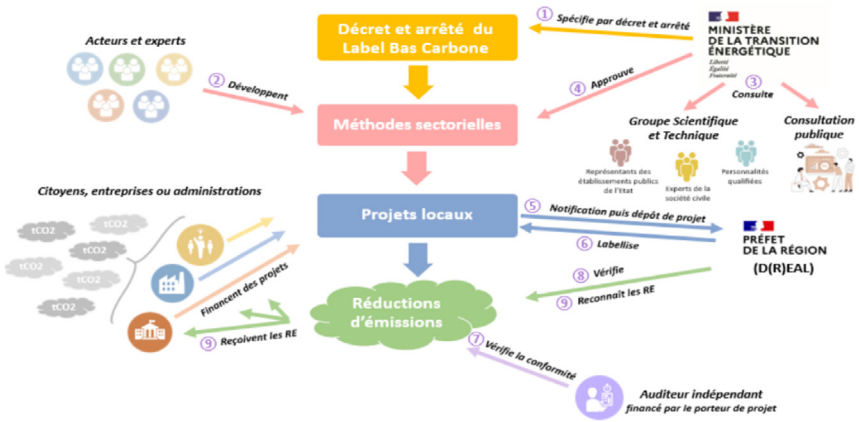
2. POURQUOI

Il est possible de repartir de SME connus par les entreprises, pour gagner du temps sur la mise en œuvre du dispositif de décarbonation et son suivi :

- La norme ISO 14001 spécifie les exigences pour un système de management environnemental, y compris la réduction des émissions de carbone.
- La norme ISO 50001 concerne le management de l'énergie. Elle aide les entreprises à améliorer leur efficacité énergétique, réduisant ainsi leurs émissions de carbone tout en réduisant les coûts associés à la consommation d'énergie.

D'autres dispositifs spécifiques peuvent être actionnés :

- Le Carbon Disclosure Project (CDP) : c'est une plateforme mondiale qui permet aux entreprises de publier leurs émissions de gaz à effet de serre. Investisseurs, clients et parties prenantes y ont accès.
- Des labels environnementaux : certains systèmes demandent déjà du reporting carbone ramené au produit ou à l'unité fonctionnelle tels que les FDES ou les PEP (bâtiments et produits électriques/électroniques).
  D'autres secteurs pourraient être amenés à faire de même, notamment dans le cadre de l'affichage environnemental (agro-alimentaire, textile, mobilier…)
- Des programmes gouvernementaux : la France a lancé le label bas-carbone qui vise à identifier les projets locaux de réduction d'émissions. Cela peut être intéressant notamment pour les projets collectifs à l'échelle des zones industrielles.



3. COMMENT

Un système de reconnaissance externe doit déjà être bâti sur une approche très construite en interne. Il est notamment recommandé de raisonner ici non uniquement en performance mais également en mode de preuve.

1. Réaliser un audit interne

Utilisez ce guide pratique pour identifier l'atteinte ou non de tous les objectifs.

Identifier les systèmes de reconnaissance carbone

Fiche D3.01

2. Identifier la demande de vos parties prenantes

Il est important d'identifier précisément la demande des parties prenantes et notamment le caractère spécifique ou non des données liées au site industriel. Ces données réelles sont, par exemple, exigées pour le système de mise en œuvre du Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) au 1er octobre 2023. Pour info (source : Ministère de la Transition Écologique) :

- « **Le MACF limite les « fuites de carbone » en alignant le prix du carbone payé pour les produits importés dans l'UE avec le prix du carbone payé pour les produits de l'UE.** Il y a fuite de carbone lorsque, en raison de coûts liés aux politiques climatiques dans l'UE, des entreprises transfèrent leur production vers des pays tiers moins-disant sur le plan environnemental, ou bien remplacent par des importations de ces pays tiers des produits équivalents de l'UE (à intensité carbone moindre). Avec le MACF, les entreprises qui importent dans l'UE devront acheter des certificats MACF pour compenser la différence entre le prix des quotas carbone dans le système d'échange de quotas d'émission de GES de l'UE (SEQE-UE) et le prix du carbone payé dans le pays tiers de production. Les produits européens et les produits importés se verront ainsi appliquer le même prix du carbone pour chaque tonne d'émission de GES.

- En parallèle de la montée en charge du MACF, les quotas d'émission gratuits dont bénéficient dans l'Union européenne les secteurs concernés seront progressivement supprimés. »

- **« Le MACF couvrira initialement les produits de six secteurs pilotes (fer et acier, aluminium, ciment, fertilisants, hydrogène, électricité), certains produits de l'aval « proche » (contenant près de 100 % de fer et d'acier et/ou d'aluminium) et certains précurseurs (matières premières servant à fabriquer les produits couverts).**
  Ces secteurs ont été sélectionnés pour leur forte intensité carbone et leur exposition à la concurrence internationale, caractérisant leur exposition au risque de fuite de carbone. Le MACF portera sur les émissions directes de ces produits (liées au processus de production) ainsi que sur les émissions indirectes (liées à la production de l'électricité nécessaire à la production) de certains produits (ciment et fertilisants) »

3. Continuer à s'améliorer

Quelle que soit la photographie à l'instant t du site et du périmètre de reporting des GES, il est essentiel de s'améliorer graduellement et constamment. La question des liens entre trajectoire carbone, feuille de route et demande client doit en tout cas être traitée.

4. QUI

Responsable décarbonation

5. QUAND

À chaque demande client ou État.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

https://www.ecologie.gouv.fr/mise-en-œuvre-du-mecanisme-dajustement-carbone-aux-frontieres-macf-au-1er-octobre-2023

Identifier la performance de sa stratégie carbone

Fiche
E1.01

1. QUOI

Identifier la performance de sa stratégie carbone implique d'intégrer des visions tierces qui permettent de challenger les décisions et axes retenus précédemment.

2. POURQUOI

Décarboner son entreprise et sa chaîne de valeur implique également un reporting externe, soit pour les autorités, soit pour les investisseurs.

3. COMMENT

Des systèmes de scoring existent permettant d'identifier la performance de sa stratégie carbone.

Au niveau international, le Climate Change Information Request mis en place par l'ONG CDP est un questionnaire d'évaluation de la stratégie climat de l'entreprise. Fondé sur le GHG Protocol, il permet pour les entreprises qui le souhaitent de communiquer un score. Les scores des entreprises classées A sont consultables ici : https://www.cdp.net/en/companies/companies-scores

Le CDP et l'ADEME ont lancé également la méthode ACT qui permet de scorer encore plus précisément la stratégie mise en place par une entreprise.

Identifier la réponse possible de l'entreprise à 5 grandes questions (méthode ACT atténuation)
Il est utile de disposer éventuellement d'un avis de tiers sur la performance carbone de l'entreprise.

S'autoévaluer et/ou se faire évaluer par tierce partie
Il est possible aussi bien de missionner une revue interne qu'une revue externe pour qualifier la performance. Une note sur 20 est évoquée, associée à un score d'évaluation (échelle E à A) et un score de tendance (+/=/ (+/=/--). Ci-après extrait d'un communiqué de presse de Décathlon :

Identifier la performance de sa stratégie carbone

Fiche E1.01

ÉTAPE	ACTIONS – description succincte
1. Situation actuelle	***Profil de l'Entreprise –*** Identifier les critères ACT-S applicables ***Maturité de la stratégie de décarbonation –*** Diagnostic initial
2. Enjeux et défis	***Indicateurs de performance carbone –*** Identifier les indicateurs de performance carbone applicables et les trajectoires de référence associées ***Évaluation de la performance carbone –*** Évaluer la performance carbone et la position de l'Entreprise par rapport aux objectifs existants ***Analyse stratégique –*** Analyse des forces, des faiblesses, des opportunités et des menaces de l'Entreprise dans le contexte de la transition vers un monde bas carbone ***Formation des membres du Conseil d'administration –*** Former les décideurs de l'Entreprise aux enjeux liés au climat dans le cadre de la stratégie de l'Entreprise
3. Vision	***Vision à long terme –*** Développer une vision de l'Entreprise dans un monde bas carbone ***Feuille de route de la transition –*** Feuille de route par étapes d'aujourd'hui à la vision bas carbone ***Adhésion du Conseil d'administration –*** Approbation formelle de la vision et de la feuille de route
4. Nouvelle stratégie	***Objectifs de performance carbone –*** Établissement de nouveaux objectifs de performance carbone ***Plan stratégique –*** Conception du nouveau plan stratégique ***Engagement du Conseil d'administration –*** Engagement formel envers les objectifs et le plan stratégique
5. Plan d'action	***Définition –*** Identification des actions concrètes potentielles qui permettront la mise en œuvre du plan stratégique et la sélection de l'ensemble d'actions les plus pertinentes pour la mise en œuvre ***Mise en œuvre –*** Mise en œuvre de certaines actions ***Suivi –*** Suivi et orientation de la mise en œuvre du plan d'action

Identifier les éléments de reporting attendu
Un retour auprès de vos parties prenantes peut être une bonne approche, d'autant plus qu'elle peut simplement évoquer quelques actions phares de votre plan d'actions.

Ajuster sa stratégie
Une nouvelle stratégie peut être issue du processus global de mise en œuvre opérationnelle de la décarbonation. ACT propose les éléments suivants dans son système de management.

4. QUI

Référent décarbonation, dirigeant

5. QUAND

Tous les trois ans.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Programme ACT : pas de déclinaison mécanicienne pour l'instant
https://actinitiative.org/fr/act-in-france/

Corriger sa trajectoire carbone

Fiche E2.01

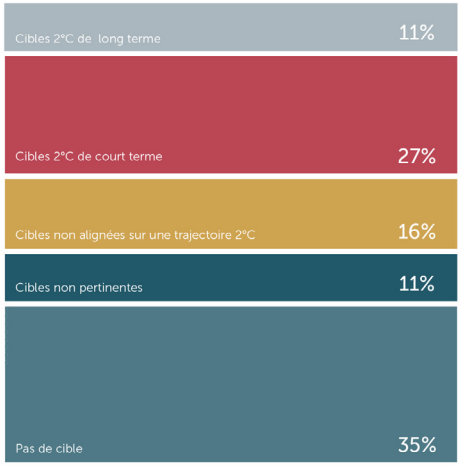
1. QUOI

L'établissement de nouveaux objectifs de décarbonation implique de corriger la trajectoire carbone initialement prévue, notamment par des actions concrètes sur des postes identifiés comme plus ardus (l'éco-conception, la chaîne de valeur, des projets externes…).

2. POURQUOI

Pour conserver une crédibilité de l'action menée, et de la stratégie de l'entreprise, celle-ci doit se baser le plus possible sur une déclinaison des données scientifiques, comme le promeut le SBTi (Science Based Target Initiative).

Les entreprises, en majorité, ne sont pas encore alignées sur des perspectives crédibles de trajectoire carbone (rappel, d'après le SBTi « dans le cadre de l'Accord de Paris, une cible carbone alignée sur un scénario de hausse des températures de 2°C représente l'engagement minimal pour être qualifié d'« aligné sur les connaissances scientifiques »).



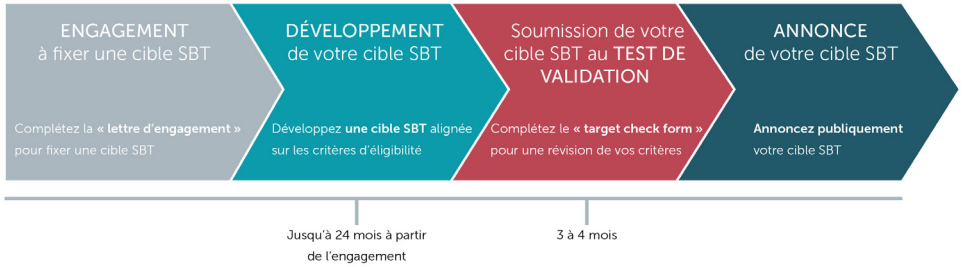
Source : SBTi, échantillon de 70 entreprises les plus émettrices au sein du CDP, 2016

3. COMMENT

Identifier les éléments de correction à apporter
Il est utile d'identifier les actions concrètes qui vous permettent de vous rapprocher des objectifs les plus ambitieux (basés sur la science).

Ci-dessous les actions identifiées par Decathlon à la suite de l'évaluation ACT (voir fiche précédente).

Adopter et suivre un process de challenge extérieur
Nous proposons ici le process SBTI (ou iSBT), il permet non seulement de renforcer votre performance en interne mais également de pouvoir disposer d'un élément de communication extérieur.



Source : SBTi

Corriger sa trajectoire carbone

Fiche E2.01

Corriger sa stratégie
Un processus de décarbonation est par nature itératif. Il est donc essentiel de le démarrer, même en l'absence d'un objectif précis. Cependant, au bout d'un cycle de 3 ans, il est tout à fait envisageable de corriger sa stratégie, pour notamment être mieux aligné sur la démarche scientifique mais aussi pour atteindre de la performance sur sa chaîne de valeur.

Suivre deux cibles précises et les décliner dans la vie de l'entreprise
En valeur absolue ou en intensité ? Il est recommandé à ce stade de conserver le suivi de ces deux cibles. Ci-dessous un tableau issu du SBTI pour vous guider. Des objectifs spécifiques pour la mécanique seront bientôt définis.

Comme le souligne l'initiative Net Zero : *« les efforts d'atténuation attendus au niveau planétaire sont une réduction absolue des émissions de l'ordre de 5% à 7% par an. Les entreprises ne sont pas nécessairement tenues d'appliquer ces chiffres tels quels pour assurer une compatibilité avec l'Accord de Paris, car les efforts à fournir dépendent du secteur et de la nature de l'entreprise.*

Néanmoins, l'ordre de grandeur des réductions attendues au niveau planétaire donne une idée de l'ampleur des réductions d'émissions à mettre en œuvre, et illustre la nécessité de repenser profondément les modèles d'affaires des entreprises pour relever le défi du climat. La trajectoire doit définir des objectifs à plusieurs horizons : moyen terme (5 à 10 ans) et long terme (au-delà de 20 ans) en cohérence avec les échelles de temps de l'activité. »

	Cible en absolu	Cible en intensité
Exemple	Réduire ses émissions totales de GES de 15 % entre 2010 et 2020.	Réduire ses émissions de GES par unité de valeur ajoutée de 25 % entre 2010 et 2020.
Avantages	Permet d'atteindre une réduction d'une quantité de GES précise émise dans l'atmosphère. S'avère robuste sur le plan environnemental et plus crédible auprès des parties prenantes car elle engage les entreprises à réduire leurs émissions totales de GES d'un montant prédéfini, et à rendre ainsi les évolutions plus prévisibles et transparentes.	Reflète l'évolution de la performance carbone indépendamment de la croissance – positive ou négative – de l'entreprise. Peut faciliter les comparaisons entre entreprises. Plus adaptées à des stratégies sectorielles de décarbonisation.
Inconvénients	Ne permet pas les comparaisons d'émissions en termes d'efficacité et d'intensité par rapport à celles d'autres entreprises. Les réductions de GES observées peuvent résulter de baisses de la production et non de véritables améliorations en termes de décarbonisation. Les cibles peuvent être plus difficiles à atteindre si l'entreprise se développe et si sa croissance implique des émissions de GES.	Moins robuste sur le plan environnemental et moins crédible auprès des parties prenantes, puisque les émissions absolues peuvent croître bien que l'intensité carbone diminue. Les entreprises ayant des activités diverses peuvent se heurter à la complexité de définir un indicateur unique. Les indicateurs monétaires ne sont pas nécessairement corrélés aux émissions générées par les produits. Si les prix de ces produits sont volatiles, les indicateurs financiers ne sont pas utiles pour le suivi des émissions.

Tableau 4 Les principaux avantages et inconvénients des cibles définies en absolu ou en intensité (Science Based Targets initiative, 2016)

Source : SBTI

4. QUI
Référent décarbonation, dirigeant.

5. QUAND
Tous les trois ans.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Site du SBTI
https://sciencebasedtargets.org/

10 principes pour une stratégie climat ambitieuse (NZI)
https://www.net-zero-initiative.com/fr/10-principes

Réaliser un atelier d'échange avec les parties prenantes

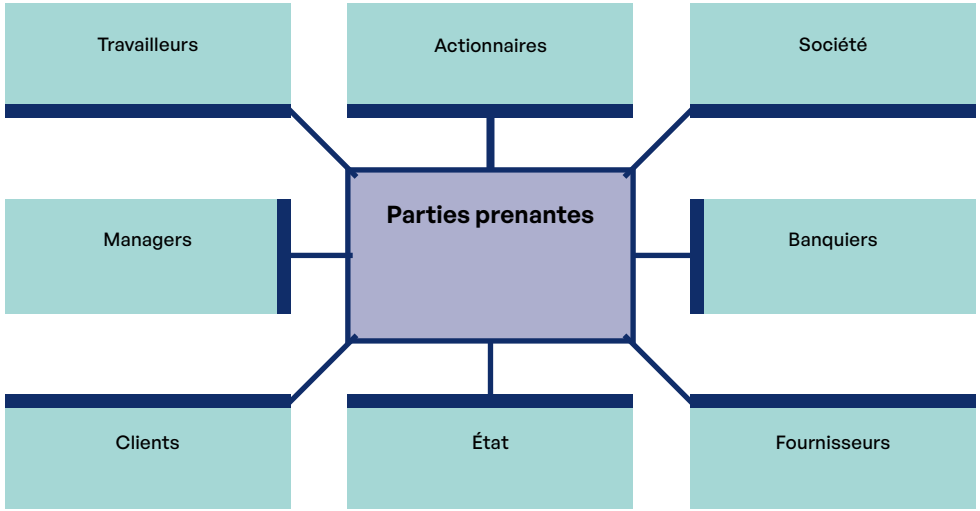
Fiche E3.01

1. QUOI

Le modèle de gestion par les parties prenantes est la base de toute démarche de RSE. La décarbonation étant devenue désormais un axe fort de toute politique RSE, et dépassant le strict cadre d'un projet à court terme et purement technique, il est nécessaire de recueillir des avis de personnes extérieures.

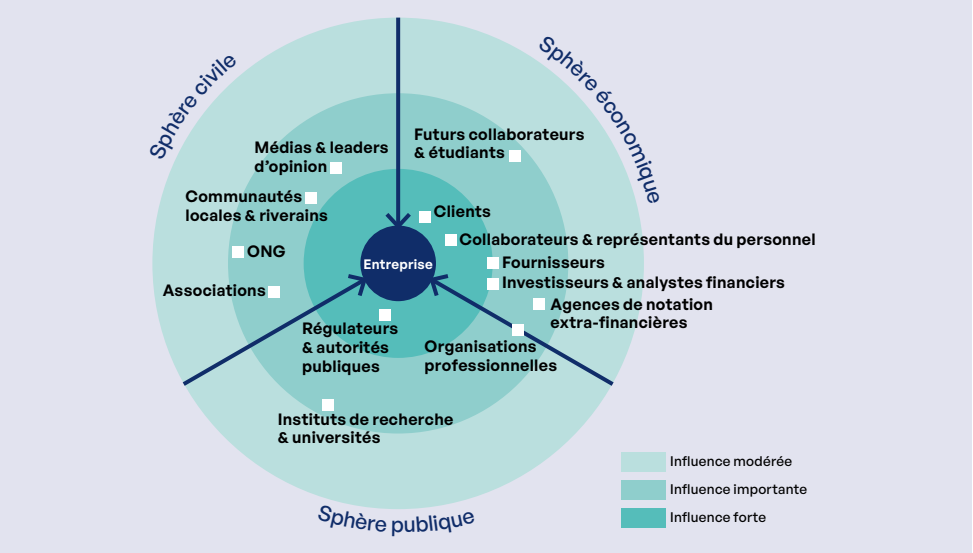
2. POURQUOI

Les parties prenantes, tant issues de votre entreprise (vos salariés) que du milieu économique (clients, fournisseurs, banques, assureurs…) ou encore civile ou public (Etat, agences, ONG…) sont des acteurs à (ré)intégrer dans votre approche de décarbonation.
Ils peuvent avoir entre autres un impact économique direct sur la vie de votre entreprise (achats, subventions…) ou indirect (marque employeur, réputation, image de marque…).



3. COMMENT

Lister toutes les parties prenantes liées à votre activité
Il est utile d'identifier toutes les parties prenantes ayant un intérêt ou une influence sur votre processus de décarbonation. Ci-dessous l'exemple de Thalès :



Construire un plan d'engagement des parties prenantes
Il est nécessaire de définir précisément les contours des échanges avec les parties prenantes. Ceux ci peuvent être en distanciel (courrier avec mise à disposition de la stratégie de décarbonation et retour demandé) ou présentiel (atelier de présentation de votre démarche et retour des participants). L'engagement se définit également par les enjeux mutuels attendus (ex. la stratégie de décarbonation est un enjeu désormais pour les investisseurs).

Réaliser un atelier d'échange avec les parties prenantes

Fiche E3.01

Le MEDEF a quant à lui identifié les conditions de réussite et les erreurs à ne pas commettre.

À faire	À ne pas faire
Bien définir les règles en interne et avec les parties prenantes pour encadrer le fonctionnement et le mode de concertation, notamment en ce qui concerne les règles de confidentialité et de communication. L'important est de veiller à la sincérité et la cohérence des échanges.	Oublier l'analyse stratégique initiale des enjeux et du contexte de l'entreprise (risque de relations « hors-sol »).
Réussir à convaincre en interne et lancer une démarche : savoir communiquer sur les risques/opportunités, les intérêts de la démarche et sur les résultats attendus. **L'implication de la direction reste un facteur très important : elle doit jouer un rôle moteur pour lancer la démarche. Penser également à sensibiliser toutes les équipes dirigeantes et s'assurer de la cohésion des comités de direction.**	Ne pas avoir clarifié les objectifs dès le début (risque d'attentes divergentes et de déception dans la relation).
Se donner des indicateurs de suivi et de mesure et communiquer sur les résultats facilitera la mobilisation interne et aidera à pérenniser le dialogue/la relation. Informer régulièrement les parties prenantes des actualités de l'entreprise.	Confondre communication et publicité (qui servent à faire connaitre une marque, un produit, un service) avec le dialogue avec ses parties prenantes (qui vise à instaurer un échange, créer une relation).
Savoir faire vivre le dialogue dans le temps en le faisant évoluer et en renouvelant les sujets voire les parties prenantes. L'entreprise doit avoir des moyens de l'alimenter, notamment grâce à une interaction permanente avec le management.	Considérer que le dialogue existe ou est instauré une fois pour toutes (risque pour les parties prenantes de se lasser).
Définir les différents niveaux de déploiement du dialogue (international/national/local) et assurer la coordination des politiques entre le groupe, ses filiales, ses sites (géométrie et géographie variable).	Vouloir continuer à tout prix quand le dialogue ne fonctionne pas à un instant T avec certains acteurs (risque d'effet boomerang avec une aggravation des relations).
Savoir gérer l'imprévu de la richesse du dialogue avec les parties prenantes, accepter la créativité en ayant défini les limites et bornes au-delà desquelles l'entreprise ne souhaite pas aller.	Se tromper de temporalité : ne pas attendre une période de crise pour initier la relation, il vaut mieux bénéficier d'un climat calme et favorable.

Source : MEDEF

4. QUI

Référent décarbonation, dirigeant.

5. QUAND

Tous les trois ans.

6. POUR ALLER PLUS LOIN

Site du Comite 21
http://www.comite21.org/nos-actions/economie-responsable/axes-travail/concertation/index.html

Guide du Medef : le dialogue RSE avec les parties prenantes
https://www.medef.com/uploads/media/default/0020/01/14863-guide-dialogue-avec-les-parties-prenantes-2022.pdf

GLOSSAIRE

ADEME : Agence de la transition écologique. Elle participe à la construction des politiques nationales et locales de transition écologique.

BEGES : Bilan d'émissions de gaz à effet de serre. Cet acronyme désigne le bilan de gaz à effet de serre réglementaire français, qui doit être calculé et déposé par les organismes concernés sur la plateforme en ligne de l'ADEME.

Facteur d'émission : Il s'agit du facteur permettant de calculer les émissions de gaz à effet de serre induites par une information physique.

Par exemple, la quantité de GES émis par la combustion de plusieurs litres de gazole est calculée en multipliant ce volume par le facteur d'émission d'un litre de gazole.

GES : Abréviation de gaz à effet de serre.

GHG Protocol : Protocole international proposant un cadre pour mesurer, comptabiliser et gérer les émissions de gaz à effet de serre provenant des activités des secteurs privé et public élaboré par le World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) et le World Resources Institute (WRI).

SOURCES

LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets [Internet]. août 22, 2021.
Disponible sur :
https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043956924

Union Européenne. Corporate Sustainability Reportive Directive (CSRD) [Internet]. Disponible sur :
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32022L2464

14. SBTi. Forest, Land and Agriculture (FLAG) [Internet]. Disponible sur :
https://sciencebasedtargets.org/sectors/forest-land-and-agriculture

MTES, ADEME. Recommandations pour la détermination des postes significatifs d'émissions de gaz à effet de serre dans le cadre de l'article 173-IV de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) du 17 août 2015 [Internet]. 2018.
Disponible sur :
https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/4012-bilan-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-de-l-ademe.html#/44-type_de_produit-format_electronique

ABC. Guide Méthodologique Bilan Carbone® v8 [Internet]. 2017. Disponible sur :
https://abc-transitionbascarbone.fr/wp-content/uploads/2022/03/bilan-carbone-v8-guide-methodologique-final.pdf

Méthodologie du Bilan de Gaz à Effet de Serre (BEGES) [Internet]. Disponible sur:
https://librairie.ademe.fr/2886-changement-climatique-et-energie/s-4/thematiques_precises-gaz_a_effet_de_serre/type_de_document-guide_technique_methodologique

Greenhouse Gas (GHG) Protocol [Internet].
Disponible sur : https://ghgprotocol.org/

ADEME. Base Empreinte [Internet]. Disponible sur:
https://base-empreinte.ademe.fr/

Ecobalyse [Internet]. Disponible sur:
https://ecobalyse.beta.gouv.fr/#/

Code des transports - Article L1431-3 [Internet]. 2019. Disponible sur:
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000031066016#:~:text=Toute%20personne%20qui%20commercialise%20ou,utilis%C3%A9s%20pour%20r%C3%A9aliser%20cette%20prestation

Searates [Internet]. Disponible sur :
https://www.searates.com/fr/services/distances-time/

Ecotransit [Internet]. Disponible sur :
https://www.ecotransit.org/en/

[Inspection des Installations Classées - Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement - PACA. Les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) : qu'est-ce que c'est ? [Internet]. Disponible sur :
https://www.dispositif-reponses.org/cles-pour-comprendre/reduire-les-emissions-de-pollution/emissions-liees-aux-industries/les-meilleures-techniques-disponibles-mtd--quest-ce-que-cest-

Pacte PME [Internet]. Disponible sur :
https://pactepme.org/

SBTi. Value Change in the Value Chain: BEST PRACTICES IN SCOPE 3 GREENHOUSE GAS MANAGEMENT [Internet]. 2018. Disponible sur :
https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBT_Value_Chain_Report-1.pdf

Convention des Entreprises pour le Climat (CEC) [Internet]. Disponible sur : https://cec-impact.org/

Jancovici JM. Net Zero Initiative - Proposition d'un nouvel indicateur climat [Internet]. 2022. Disponible sur :
https://www.carbone4.com/publication-nzi-indicateur-scap

Toutes les émissions de gaz à effet de serre se valent-elles ? 2018; Disponible sur : https://ravijen.fr/?p=508

GUIDE

Décarbonation méthode et fiches pratiques

Plongez au cœur du défi de la décarbonation dans l'industrie.

Avec ce guide, qui a pour vocation d'être plus dans une démarche d'apprentissage des entreprises, découvrez comment entamer votre transition bas carbone…

Par où commencer ? Comment passer de l'intention à l'action concrète ?
Que vous soyez novice en matière de transition écologique et énergétique ou que vous cherchiez à approfondir vos connaissances, cet ouvrage vous accompagnera dans votre transition vers plus de résilience, en vous aidant à mettre en œuvre aussi bien des actions simples que de nouvelles solutions technologiques.

Ce guide s'adresse ainsi à l'ensemble des industries manufacturières.
Il couvre à la fois les aspects de décarbonation de l'énergie et des matières premières, sur le site de production et dans les produits fabriqués. Il propose une démarche structurée en 5 étapes de décarbonation. Il met à disposition des fiches conseils pragmatiques et opérationnelles permettant de réaliser en autonomie ses premiers pas dans la décarbonation, sur le principe d'« apprendre à faire plutôt que faire ».

Autre originalité, il propose des parcours « types » de décarbonation aux industriels en fonction de leur profil (sous-traitant, fabricant d'équipements, métiers de la mécanique) pour se retrouver dans les nombreuses fiches conseils proposées, elles-mêmes réparties par fonction concernée dans l'entreprise.

Le guide s'inscrit en outre dans une démarche globale menée par le Cetim au travers de son projet d'investissement technologique Cedre (Circularité de l'Économie, Décarbonation et Résilience des Entreprises).

MECALLIANS
LES INDUSTRIES MÉCANIQUES EN FRANCE

9 782368 943007

Cetim © *GUIDE PRATIQUE : Décarbonation dans l'Industrie Mécanique, Méthode, parcours et retours d'expériences.* PARIS, 2024. Imprimé en France.
ISBN 978-2-36894-300-7 / OL04