

CARBONE

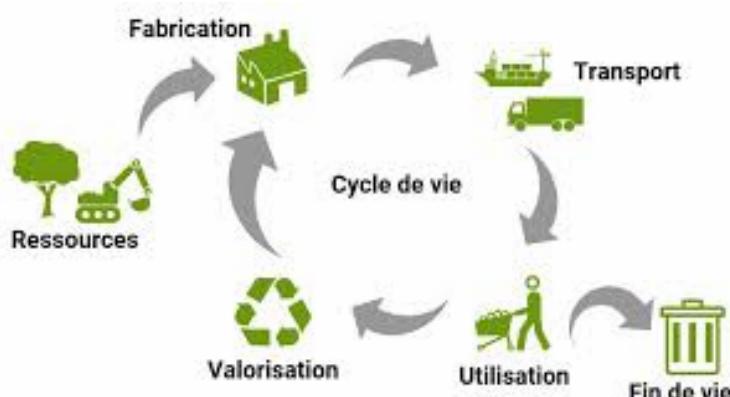
Objectifs du cours :

- Comprendre les principes de base de l'analyse du cycle de vie.
- Apprendre les étapes clés du processus ACV.
- Identifier les outils et méthodologies utilisés pour effectuer une ACV.
- Savoir interpréter les résultats d'une ACV et appliquer les conclusions pour une gestion durable des produits

1. Définition et objectifs de l'ACV

L'analyse du cycle de vie (ACV) est un outil qui permet d'évaluer les impacts environnementaux d'un produit ou d'un service tout au long de son existence. Cela comprend les phases suivantes :

- Extraction des matières premières
- Fabrication
- Transport
- Utilisation
- Fin de vie (recyclage, incinération, mise en décharge)



L'ACV permet de prendre des décisions informées pour minimiser l'impact écologique global, améliorer l'efficacité des ressources et réduire l'empreinte environnementale des produits.

Objectifs de l'ACV :

- Évaluer les impacts environnementaux associés à toutes les étapes du cycle de vie d'un produit ou service.
- Comparer différents scénarios ou produits pour choisir ceux ayant un moindre impact.



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE

CARBONE

- Fournir une base scientifique pour l'optimisation des produits en vue de leur durabilité.

2. Les 4 étapes de l'ACV

L'ACV suit généralement une méthodologie structurée en quatre grandes étapes. Ces étapes sont décrites dans la norme ISO 14040 et ISO 14044, qui sont les références internationales pour l'ACV.

2.1. Définition des objectifs et du champ d'application

- **Objectifs** : Pourquoi réaliser l'ACV ? Quelle est la finalité de l'analyse ? (ex. : améliorer l'efficacité énergétique, réduire l'empreinte carbone, etc.)
- **Champ d'application** : Quelles étapes du cycle de vie seront prises en compte ? Quelle est la portée géographique ? Quelle est la profondeur du détail nécessaire ? Cela inclut également la définition des limites du système étudié.

2.2. Inventaire du cycle de vie (ICV)

- Recueillir des données sur toutes les ressources utilisées et tous les flux de déchets générés à chaque étape du cycle de vie du produit (énergie consommée, matériaux, émissions, déchets, etc.).
- Cette étape nécessite la collecte de données primaires (sur le terrain, avec des producteurs ou des utilisateurs) et secondaires (bases de données publiques, rapports environnementaux, etc.).

2.3. Évaluation des impacts environnementaux

- Cette phase consiste à évaluer les effets environnementaux des flux identifiés dans l'inventaire. Elle inclut généralement des catégories comme :
 - **Changement climatique** (ex. : émission de gaz à effet de serre)
 - **Épuisement des ressources naturelles**
 - **Pollution de l'air, de l'eau et des sols**
 - **Acidification, eutrophisation** et autres impacts spécifiques selon le produit étudié.
- Les résultats sont souvent exprimés en termes d'indicateurs normalisés, tels que les équivalents CO₂ (émissions de dioxyde de carbone) ou l'utilisation d'énergie primaire.

2.4. Interprétation des résultats



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE

CARBONE

- Analyser les résultats de l'évaluation des impacts environnementaux pour identifier les phases critiques du cycle de vie.
- Proposer des améliorations pour minimiser les impacts environnementaux, comme l'optimisation des procédés, la réduction des consommations, ou l'usage de matériaux moins polluants.
- Recommander des alternatives ou des stratégies pour réduire l'empreinte écologique tout en tenant compte des coûts et des bénéfices.

3. Les outils et méthodes de l'ACV

Il existe plusieurs outils et logiciels pour réaliser une ACV, certains d'entre eux étant plus complets ou spécialisés dans certains secteurs d'activité.

Outils populaires :

- **SimaPro** : logiciel de modélisation de l'ACV qui permet d'évaluer et d'interpréter les impacts environnementaux de manière détaillée.
- **OpenLCA** : un logiciel open-source d'analyse du cycle de vie.
- **GaBi** : logiciel d'ACV utilisé principalement dans le secteur industriel pour optimiser les chaînes de production.
- **Ecoinvent** : base de données utilisée dans les logiciels ACV, offrant des informations sur les flux de matières et les émissions.

4. Les défis et limitations de l'ACV

Bien que l'ACV soit un outil puissant, il existe plusieurs défis :

- **Données manquantes ou incertaines** : la collecte de données fiables peut être complexe et coûteuse, surtout pour des produits nouveaux ou des processus spécifiques.
- **Définition des limites du système** : déterminer quelles étapes inclure dans l'étude peut être subjectif.
- **Équilibre entre précision et coûts** : une analyse plus détaillée nécessite plus de ressources (temps, argent, expertise), ce qui peut limiter son utilisation à grande échelle.

5. Applications de l'ACV

L'ACV est largement utilisée dans de nombreux secteurs pour :

- **Optimiser les produits et processus industriels** : réduire les coûts et améliorer la durabilité des produits.



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE

CARBONE

- **Prendre des décisions en matière de gestion des déchets** : améliorer le recyclage ou réduire les déchets.
- **Certification environnementale** : obtenir des labels écologiques comme le label ISO 14001 ou l'Écolabel Européen.
- **Stratégies de marketing vert** : communiquer sur l'impact environnemental d'un produit ou service et améliorer l'image d'une entreprise.

Exemple d'ACV d'une batterie lithium-ion

A1. Définition des objectifs et du champ d'application

Objectif : L'objectif de cette ACV est d'évaluer l'empreinte environnementale d'une batterie lithium-ion utilisée dans un véhicule électrique.

Champ d'application : L'ACV prendra en compte toutes les étapes du cycle de vie de la batterie, y compris :

- Extraction des matières premières (lithium, cobalt, nickel, graphite, etc.)
- Fabrication de la batterie
- Transport de la batterie
- Utilisation dans un véhicule électrique
- Fin de vie (recyclage ou élimination)

Les limites du système incluent la production et l'utilisation de la batterie, mais excluent les impacts liés à la fabrication du véhicule dans lequel la batterie est intégrée.

A2. Inventaire du cycle de vie (ICV)

Dans cette étape, l'objectif est de recenser tous les flux de matériaux, d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre (GES) générés à chaque phase du cycle de vie de la batterie.

Extraction des matières premières :

- **Lithium** : Extraction du lithium des mines, traitement et raffinage. Cela nécessite une énergie considérable et peut entraîner des émissions de GES.
- **Cobalt** : Principalement extrait en République Démocratique du Congo, où les conditions de travail et l'impact environnemental sont préoccupants.
- **Nickel et graphite** : Leur extraction peut également avoir des impacts environnementaux similaires (pollution de l'eau, émissions, etc.).

Fabrication de la batterie :

- Assemblage des composants chimiques et physiques pour produire des cellules de batterie, qui sont ensuite intégrées dans des modules et des packs.



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE

CARBONE

- Cette étape consomme de l'énergie, souvent issue de sources non-renouvelables, et peut produire des émissions significatives de CO₂ et autres polluants.

Transport :

- Transport des matières premières, des cellules et des batteries finies entre les différentes usines de fabrication et vers les marchés où les batteries sont utilisées.
- Cela implique l'utilisation de véhicules de transport (camions, cargos), avec des émissions de CO₂.

Utilisation :

- La batterie est installée dans un véhicule électrique. L'impact direct de l'utilisation de la batterie dépend de l'efficacité énergétique du véhicule et de la source d'énergie (si l'électricité utilisée provient de sources renouvelables ou non).
- La durée de vie d'une batterie lithium-ion dans un véhicule peut varier, mais elle est généralement estimée à environ 8 à 15 ans. Les impacts sur la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ sont calculés en fonction de l'autonomie et de l'efficacité du véhicule.

Fin de vie :

- Une batterie de véhicule électrique peut être recyclée ou réutilisée dans des systèmes de stockage d'énergie. Le recyclage est particulièrement important pour récupérer des matériaux précieux comme le lithium et le cobalt.
- Les impacts de la fin de vie dépendent du taux de recyclage et de la gestion des déchets. Le recyclage permet de réduire les besoins d'extraction de nouvelles matières premières, mais il a aussi un coût environnemental (énergie utilisée pour recycler, émissions associées au traitement des déchets, etc.).

3. Évaluation des impacts environnementaux

L'évaluation des impacts de chaque étape du cycle de vie peut inclure différentes catégories d'impacts :

Émissions de gaz à effet de serre (GES) :

- **Extraction des matières premières** : L'extraction du lithium et des autres minéraux utilisés dans les batteries génère des émissions de CO₂. Par exemple, l'extraction du lithium en Australie ou au Chili est très énergivore.
- **Fabrication** : L'assemblage des batteries nécessite de grandes quantités d'énergie, souvent issue de sources fossiles, ce qui contribue également aux émissions de GES.
- **Utilisation** : Les véhicules électriques sont souvent présentés comme « zéro émission » lorsqu'ils sont utilisés, mais les émissions dépendent largement de la source de l'électricité utilisée pour les recharger.



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE CARBONE

- **Fin de vie :** Le recyclage des batteries permet de limiter les émissions supplémentaires, mais le processus de recyclage lui-même génère aussi des émissions.

Épuisement des ressources :

- L'extraction des métaux rares (lithium, cobalt, nickel) peut entraîner l'épuisement de ces ressources, si les pratiques d'extraction ne sont pas durables. Le recyclage permet de réduire cet impact.

Pollution de l'eau et des sols :

- L'extraction des métaux, en particulier dans les pays où la réglementation est faible, peut entraîner des pollutions importantes des sols et de l'eau. Par exemple, le cobalt est extrait de manière controversée en République Démocratique du Congo, où des risques de contamination existent.

Consommation d'énergie :

- La fabrication de la batterie nécessite une consommation énergétique importante. L'ACV permet de quantifier cette consommation d'énergie et d'analyser son origine (énergie fossile vs. énergie renouvelable).

Toxicité :

- Les matériaux chimiques utilisés dans la fabrication des batteries, ainsi que ceux présents dans les processus de recyclage, peuvent présenter des risques de toxicité pour l'environnement et la santé humaine.

4. Interprétation des résultats

Une fois que les impacts sont évalués, on peut identifier les étapes du cycle de vie qui ont le plus grand impact environnemental. Par exemple :

- **Extraction des matières premières** : Cette phase a souvent l'impact environnemental le plus important en raison de l'énergie nécessaire pour extraire et raffiner les matériaux, ainsi que les conditions de travail dans certaines mines.
- **Fabrication** : Bien que l'empreinte de fabrication soit significative, elle est souvent plus faible que celle de l'extraction des matières premières.
- **Utilisation** : L'utilisation des batteries dans les véhicules électriques réduit souvent les émissions de CO₂ par rapport aux véhicules à combustion interne, surtout si l'électricité est issue de sources renouvelables.
- **Fin de vie** : Le recyclage peut réduire l'impact des matières premières, mais le processus n'est pas toujours optimal, surtout si les technologies de recyclage ne sont pas développées à grande échelle.

5. Conclusion et recommandations



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE CARBONE

L'ACV d'une batterie lithium-ion montre que, bien que cette technologie offre des avantages environnementaux en termes de réduction des émissions de CO₂ lorsqu'elle est utilisée dans des véhicules électriques, elle présente des défis importants lors de l'extraction des matériaux et de la gestion des déchets.

Recommandations :

- Optimisation des procédés de fabrication** : Réduire la consommation d'énergie et améliorer l'efficacité des processus de production.
- Recyclage amélioré** : Développer des technologies de recyclage plus efficaces pour récupérer les matériaux précieux et réduire la dépendance aux mines.
- Transparence dans l'approvisionnement** : Garantir que l'extraction des matières premières respecte des normes éthiques et environnementales strictes.

Répartition des émissions de CO₂ selon les phases du cycle de vie :

Phase du cycle de vie	Émissions de CO ₂ (kg)	% des émissions totales
Extraction des matières premières	3 500 - 7 000 kg	24% - 33%
Fabrication de la batterie	7 500 - 10 000 kg	52% - 62%
Transport	500 - 1 000 kg	3% - 5%
Utilisation (sur 100 000 km)	3 750 kg	26%
Fin de vie (recyclage ou élimination)	50 - 150 kg	<1%
Total (sur 100 000 km)	14 300 - 21 000 kg	100%

Répartition des impacts selon les catégories d'impacts environnementaux

Catégorie d'impact	Répartition estimée
Émissions de CO ₂	70% - 80% (principal impact global)
Épuisement des ressources (métaux rares)	10% - 15%
Consommation d'énergie	5% - 10%
Pollution de l'eau et des sols	3% - 5%
Toxicité et impacts sur la santé	1% - 3%

L'empreinte carbone et l'analyse du cycle de vie (ACV)



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE

CARBONE

Ce sont deux concepts étroitement liés mais distincts. L'empreinte carbone est une mesure spécifique qui se concentre sur les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et d'autres gaz à effet de serre (GES) à travers l'ensemble du cycle de vie d'un produit ou d'un service. En revanche, l'ACV est une méthode plus large qui évalue tous les impacts environnementaux d'un produit, au-delà du seul CO₂.

Critère	Empreinte carbone	ACV (Analyse du Cycle de Vie)
Objectif principal	Mesurer uniquement les émissions de CO ₂ et autres GES.	Évaluer l'ensemble des impacts environnementaux d'un produit, y compris les émissions de GES.
Type d'impact mesuré	Gaz à effet de serre (CO ₂ , méthane, N ₂ O, etc.).	Tous les impacts environnementaux (CO ₂ , consommation d'énergie, pollution de l'eau, épuisement des ressources, etc.).
Méthodologie	Calcul basé sur les émissions de GES à travers les phases du cycle de vie.	Méthode plus globale, prenant en compte tous les impacts environnementaux de toutes les phases.
Échelle d'évaluation	Émissions de GES sur l'ensemble du cycle de vie (de la production à la fin de vie).	Tous les impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie (de la production à la fin de vie).
Indicateurs utilisés	CO ₂ équivalent (CO ₂ e) pour mesurer les GES.	Indicateurs multiples : CO ₂ e, consommation d'énergie, épuisement des ressources, pollution de l'eau, toxicité, etc.
Application	Utilisé principalement pour comparer l'empreinte carbone entre produits ou services similaires.	Utilisé pour des études complètes, comme la comparaison entre différents produits, technologies ou processus.

EMPREINTE CARBONE

1. Définition de l'empreinte carbone

L'empreinte carbone est une estimation de la quantité de gaz à effet de serre émis à chaque étape du cycle de vie d'un produit, d'un service ou d'une activité. Elle permet d'évaluer la contribution d'un acteur (individu, entreprise, organisation, etc.) au réchauffement climatique global. Les émissions sont mesurées en **kilogrammes ou tonnes de CO₂ équivalent (CO₂ e)**.

L'empreinte carbone peut concerner différentes échelles :

- **Empreinte carbone individuelle** : Mesure de l'impact environnemental d'un individu, en tenant compte de ses activités quotidiennes (transports, alimentation, consommation d'énergie, etc.).
- **Empreinte carbone d'un produit ou service** : Calcul des émissions de GES associées à la fabrication, l'utilisation, et la fin de vie d'un produit (par exemple, un smartphone, une voiture électrique, une batterie, etc.).
- **Empreinte carbone d'une organisation ou d'une entreprise** : Mesure des émissions de GES générées par les activités d'une organisation, incluant la production, le transport, l'utilisation des ressources, et les déplacements des employés.

2. Méthodologie pour calculer l'empreinte carbone

Le calcul de l'empreinte carbone suit généralement les étapes de l'**Analyse du Cycle de Vie (ACV)**, mais se concentre uniquement sur les émissions de **gaz à effet de serre**.

Les étapes clés pour calculer l'empreinte carbone incluent :

1. **Définition des frontières du système** :
 - La première étape consiste à déterminer **ce qui est inclus dans l'analyse** (par exemple, les émissions de CO₂ générées lors de la fabrication, de l'utilisation et de la fin de vie d'un produit, ou bien de l'activité d'une entreprise).
2. **Identification des sources d'émissions** :
 - Les émissions de GES peuvent provenir de différentes sources, telles que :
 - **Énergie utilisée** : Consommation d'électricité, chauffage, combustibles fossiles (charbon, gaz, pétrole).
 - **Transport** : Émissions dues au transport des matières premières, des produits finis, des employés, etc.



CARBONE

ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE

- **Processus industriels** : Fabrication de produits, production d'acier, de ciment, de plastique, etc.
- **Agriculture et alimentation** : Émissions liées à la production alimentaire, élevage, transport des aliments.
- **Déchets** : Émissions provenant de la gestion des déchets, y compris le recyclage et la mise en décharge.

3. Collecte des données :

- Les données sont collectées sur les différentes étapes du cycle de vie. Par exemple, pour un produit, cela pourrait inclure la consommation d'énergie lors de sa fabrication, les émissions du transport, l'impact lié à son utilisation et enfin la gestion de sa fin de vie.

4. Calcul des émissions :

- Chaque source d'émission est associée à un facteur d'émission, qui représente la quantité de CO₂ (ou autres GES) émise par unité d'activité (par exemple, kilogrammes de CO₂ par kWh d'électricité, ou par kilomètre parcouru en voiture).
- L'empreinte carbone totale est la somme des émissions de toutes les étapes, exprimée en CO₂ équivalent (CO₂ e) pour faciliter la comparaison.

3. Types de gaz à effet de serre inclus dans l'empreinte carbone

L'empreinte carbone prend en compte plusieurs gaz à effet de serre, chacun ayant un potentiel de réchauffement global (PRG) différent par rapport au CO₂. Ces gaz sont exprimés en CO₂ équivalent (CO₂ e) pour faciliter la comparaison.

Gaz à effet de serre	Formule chimique	PRG sur 100 ans
Dioxyde de carbone	CO ₂	1
Méthane	CH ₄	25
Protoxyde d'azote	N ₂ O	298
Hydrofluorocarbures	HFCs	150 à 12 500
Perfluorocarbures	PFCs	7 390 à 17 340
Hexafluorure de soufre	SF ₆	22 800

- Le CO₂ est le principal gaz pris en compte dans l'empreinte carbone, mais d'autres gaz comme le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O) sont également considérés, surtout dans des secteurs comme l'agriculture et les processus industriels.
- Certains produits chimiques industriels, comme les HFC (hydrofluorocarbures), ont des PRG très élevés, ce qui fait qu'ils représentent un impact significatif dans certaines industries (réfrigération, climatiseurs).

4. Phases du cycle de vie d'un produit et empreinte carbone



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE CARBONE

L'empreinte carbone d'un produit est calculée à travers toutes ses étapes de production et d'utilisation, en tenant compte de ses différentes phases. Cela peut inclure :

1. Extraction des matières premières :

La phase d'extraction des matières premières (par exemple, le lithium pour une batterie) entraîne des émissions dues à l'exploitation minière, au transport des ressources et à leur traitement.

2. Fabrication :

La fabrication du produit, qu'il s'agisse d'un bien de consommation ou d'un produit industriel, nécessite souvent une consommation d'énergie importante, ce qui génère des émissions de CO₂. Les émissions de CO₂ dépendent du type d'énergie utilisé (fossile ou renouvelable).

3. Transport et distribution :

Les émissions associées au transport des matières premières et des produits finis entre les différents sites de production, les points de vente et les consommateurs. Le mode de transport (camion, bateau, avion, etc.) a un impact direct sur l'empreinte carbone.

4. Utilisation :

L'utilisation du produit pendant sa durée de vie génère des émissions. Par exemple, l'utilisation d'un véhicule (électrique ou thermique), d'un appareil électronique, ou d'une machine industrielle entraîne des émissions de CO₂ selon leur consommation énergétique.

5. Fin de vie :

Les émissions à la fin de vie comprennent le recyclage, la mise en décharge ou l'incinération des déchets. Le recyclage peut réduire l'empreinte carbone, mais certains procédés comme l'incinération ou la décomposition des produits en décharge peuvent générer des émissions.

5. Applications de l'empreinte carbone

L'empreinte carbone est utilisée dans plusieurs domaines pour réduire l'impact climatique, notamment :

1. Entreprises et organisations :

- Calculer l'empreinte carbone d'une organisation permet d'identifier les sources majeures d'émissions et de mettre en place des actions pour



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE

CARBONE

les réduire (par exemple, adoption d'énergies renouvelables, amélioration de l'efficacité énergétique, etc.).

2. Produits et services :

- L'empreinte carbone d'un produit peut être utilisée pour la **communication environnementale**, en informant les consommateurs sur les impacts d'un produit (par exemple, le bilan carbone d'un produit alimentaire, d'une voiture, ou d'un appareil électronique).

3. Politiques publiques :

- L'empreinte carbone est utilisée par les gouvernements pour définir des politiques climatiques et des normes d'émissions, ainsi que pour suivre les progrès réalisés dans la lutte contre le changement climatique.

4. Individus :

- Calculer l'empreinte carbone personnelle permet aux individus d'adopter des comportements plus écologiques, comme utiliser moins de transport en voiture, consommer des produits locaux ou réduire leur consommation d'énergie.

6. Réduction de l'empreinte carbone

Pour réduire l'empreinte carbone, plusieurs actions peuvent être mises en œuvre :

1. Réduire la consommation d'énergie fossile :

- Passer à des énergies renouvelables (solaire, éolien, etc.), améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments, des véhicules et des appareils.

2. Optimiser les transports :

- Réduire les distances parcourues, utiliser des modes de transport moins polluants (transports en commun, vélo, voitures électriques, etc.).

3. Réduire la consommation des ressources :

- Favoriser le recyclage et l'économie circulaire, utiliser des matériaux durables et réduire la consommation de matières premières.

4. Changer les habitudes alimentaires :

- Réduire la consommation de viande, privilégier une alimentation végétale, choisir des produits alimentaires locaux et de saison.

5. Compensation des émissions :

- Investir dans des projets de compensation carbone

LES SCOPES

L'utilisation des **scopes** dans le cadre de l'empreinte carbone et de l'**Analyse du Cycle de Vie (ACV)** permet de **structurer** et de **préciser** les émissions de gaz à effet de serre (GES) selon leur **origine** et leur **nature**. Cela aide à mieux comprendre, quantifier et réduire l'impact climatique d'un produit, d'un service, ou d'une organisation. Voici quelques raisons essentielles pour lesquelles l'utilisation des **scopes** est importante :

1. Clarifier les sources d'émissions

Les **scopes** permettent de catégoriser les émissions en fonction de leur source et de leur responsabilité. Cela aide à identifier clairement **d'où proviennent les émissions** et à comprendre quel aspect d'une activité ou d'un produit contribue le plus à son empreinte carbone. Voici un résumé des différences :

- **Scope 1** : émissions **directes** (provenant des activités contrôlées directement par l'entreprise ou l'organisation).
- **Scope 2** : émissions **indirectes** liées à la consommation d'énergie (comme l'électricité ou la chaleur).
- **Scope 3** : émissions **indirectes** provenant de la chaîne de valeur (approvisionnement, transport, utilisation des produits, etc.).

2. Aider à la gestion et à la réduction des émissions

L'une des raisons principales d'utiliser les scopes est de **mieux cibler les actions** de réduction des émissions. Chaque scope met en évidence un domaine d'intervention particulier, et ainsi, on peut :

- **Intervenir sur les émissions directes** (scope 1) par exemple, en améliorant l'efficacité énergétique des processus de production ou en passant à des énergies renouvelables.
- **Réduire les émissions liées à l'énergie** (scope 2) en optant pour des sources d'énergie renouvelable, comme l'énergie solaire ou éolienne.
- **Prendre des mesures sur le scope 3**, qui souvent représente la plus grande part des émissions, en agissant sur la **chaîne d'approvisionnement**, en réduisant l'impact des produits tout au long de leur cycle de vie, et en travaillant sur les comportements des consommateurs.

3. Faciliter la communication et la transparence



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE

CARBONE

Les scopes permettent de présenter de manière **claire et transparente** l'impact environnemental d'une entreprise, d'un produit ou d'un service. En séparant les émissions en catégories distinctes (scope 1, 2, et 3), il devient plus facile :

- **De communiquer** de façon compréhensible avec les parties prenantes (consommateurs, investisseurs, régulateurs).
- **D'identifier les points faibles** dans les opérations et de mettre en œuvre des actions correctives plus ciblées.
- **De suivre les progrès** dans la réduction des émissions, en fournissant des données chiffrées et détaillées sur les différentes sources d'émissions.

4. Respecter les normes et les réglementations

Les normes internationales, comme le **Protocole des Gaz à Effet de Serre (GHG Protocol)** ou les exigences de reporting en matière de **Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE)**, utilisent souvent les catégories de **scopes** pour guider les entreprises dans la mesure de leur empreinte carbone. Cela permet :

- De se conformer aux **réglementations environnementales** en vigueur (par exemple, les obligations de reporting pour les grandes entreprises dans l'UE ou aux États-Unis).
- De participer à des **initiatives de compensation** ou de **neutralité carbone**, en fournissant un cadre clair et reconnu pour l'évaluation des émissions.

5. Évaluer les impacts tout au long du cycle de vie

Les scopes permettent de mieux **intégrer la notion de cycle de vie** dans la gestion des émissions. Alors que le scope 1 et le scope 2 se concentrent souvent sur les émissions internes (ou directement liées à l'organisation), le scope 3 permet de prendre en compte les **émissions externes** générées par la production de matières premières, le transport des biens, l'utilisation des produits et leur fin de vie. Cela permet de :

- **Analyser l'empreinte complète** d'un produit ou d'un service, en considérant non seulement les émissions de l'entreprise elle-même, mais aussi celles de ses fournisseurs, de ses clients et de l'ensemble de la chaîne de valeur.
- **D'identifier les phases critiques** où des réductions d'émissions peuvent être mises en œuvre (par exemple, en améliorant la gestion des déchets ou en réduisant l'impact du transport).

6. Encourager les actions collaboratives et les partenariats

Le **scope 3**, qui englobe l'ensemble de la chaîne de valeur, met l'accent sur la nécessité de travailler en **collaboration** avec les **fournisseurs**, les **distributeurs** et d'autres partenaires pour réduire les émissions de GES. Cela inclut :



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE CARBONE

- **Collaborer avec les fournisseurs** pour améliorer la durabilité des matériaux, réduire l'impact des processus de fabrication, ou optimiser les modes de transport.
- **Impliquer les consommateurs** en réduisant l'impact des produits pendant leur utilisation, par exemple en proposant des produits à faible consommation d'énergie ou en améliorant leur recyclabilité.

7. Favoriser la transition vers une économie bas-carbone

Les entreprises qui mesurent et gèrent leurs émissions de manière détaillée à travers les scopes sont mieux positionnées pour participer à la transition vers une **économie bas-carbone**. En suivant les scopes, elles peuvent :

- **Prioriser les investissements** dans les technologies et pratiques les plus efficaces pour réduire les émissions de GES (par exemple, en investissant dans des sources d'énergie renouvelables ou dans des processus industriels moins polluants).
- **Adopter une stratégie à long terme** pour atteindre la neutralité carbone, en mettant en place des mesures concrètes pour réduire progressivement leurs émissions dans tous les scopes.

8. Améliorer la compétitivité et l'image de marque

Les entreprises qui gèrent efficacement leurs émissions de GES, et en particulier celles qui abordent le scope 3, peuvent tirer un avantage concurrentiel en étant perçues comme **responsables** sur le plan environnemental. Cela peut :

- **Renforcer l'image de marque** auprès des consommateurs soucieux de l'environnement.
- Attirer des **investisseurs** intéressés par des entreprises respectueuses des normes environnementales (par exemple, les investisseurs ESG).
- Offrir un avantage stratégique dans un marché où la **durabilité** devient un facteur clé pour les clients et les partenaires commerciaux.

Conclusion :

Les **scopes** sont un outil structurant qui permet de **mieux comprendre et gérer les émissions** de gaz à effet de serre à différentes échelles, en tenant compte de leur origine et de leur nature. En adoptant cette approche, les entreprises et les organisations peuvent non seulement respecter les exigences réglementaires, mais aussi agir de manière proactive pour **réduire leur empreinte carbone et contribuer à la transition énergétique** vers un avenir bas-carbone.

En somme, l'utilisation des scopes permet de :

- Obtenir une vision **complète et précise** de l'impact environnemental.



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE CARBONE

- Mettre en place des **stratégies de réduction d'émissions** efficaces et mesurables.
- **Améliorer la transparence, la collaboration et la performance environnementale** à tous les niveaux de l'organisation et de la chaîne de valeur.

C'est **l'entreprise** qui choisit, ou plutôt, qui **détermine** quel **scope** elle va inclure dans son bilan d'émissions de gaz à effet de serre (GES). Toutefois, la manière dont ces scopes sont définis est guidée par des **normes internationales**, comme le **GHG Protocol** (Greenhouse Gas Protocol), qui précise clairement ce que chaque scope couvre.

L'entreprise est donc responsable de **l'application des scopes**, mais elle doit respecter des principes établis par ces normes pour garantir la **transparence, la comparabilité et la fiabilité** de ses calculs d'empreinte carbone

METHODE COMPLETE POUR LE CALCUL DE L'EMPREINTE CARBONE D'UNE ENTREPRISE

Le calcul de l'**empreinte carbone** d'une entreprise consiste à quantifier les émissions de **gaz à effet de serre (GES)** produites par ses activités. Cette méthode suit généralement les principes du **GHG Protocol** (Greenhouse Gas Protocol), qui définit une approche standardisée pour mesurer et rapporter les émissions de GES. Nous allons décrire la méthode étape par étape, de la collecte des données à l'analyse des résultats.

1. Définir les frontières organisationnelles

Avant de commencer à mesurer les émissions, il est crucial de définir les **frontières organisationnelles** de l'entreprise. Cela signifie décider quelles entités et quelles activités seront incluses dans le calcul de l'empreinte carbone.

- **Approche du contrôle opérationnel** : inclut les installations et opérations contrôlées directement par l'entreprise (par exemple, une usine, un bureau, ou des équipements de transport).
- **Approche de la propriété financière** : inclut les filiales détenues à plus de 50% par l'entreprise.

Exemple :

Une entreprise de fabrication de produits électroniques peut décider d'inclure son usine de production, ses bureaux, et ses filiales de vente dans son calcul.

2. Identifier les sources d'émissions

Le GHG Protocol distingue trois **scopes** d'émissions. Chaque scope représente un type différent d'émissions, avec des niveaux de contrôle différents pour l'entreprise :

- **Scope 1 : Émissions directes**
Ce sont les émissions générées par les sources contrôlées directement par l'entreprise.
 - **Exemples :**
 - Combustion de carburants fossiles dans les chaudières, véhicules ou générateurs.
 - Fuites de réfrigérants dans les équipements de climatisation et réfrigération.
 - Processus industriels émettant des GES (ex. : cimenterie, métallurgie).
- **Scope 2 : Émissions indirectes liées à l'énergie**
Ces émissions proviennent de l'électricité, de la chaleur ou de la vapeur achetée par l'entreprise.



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE

CARBONE

- **Exemples :**
 - Consommation d'électricité pour faire fonctionner les machines, éclairer les bureaux, etc.
 - Consommation de chaleur ou vapeur pour les procédés industriels.
- **Scope 3 : Autres émissions indirectes**

Ce sont les émissions générées par les activités de la chaîne de valeur de l'entreprise, mais qui ne sont pas contrôlées directement par elle.

 - **Exemples :**
 - **Amont** : Extraction et transport des matières premières utilisées pour la fabrication des produits.
 - **Transport des produits finis** vers les distributeurs.
 - **Utilisation des produits** par les consommateurs.
 - **Fin de vie des produits** : recyclage, incinération ou mise en décharge.
 - **Voyages d'affaires** de l'entreprise, émissions des déplacements des employés, etc.

Exemple :

Une entreprise de textile pourrait avoir des émissions du scope 3 liées à la production des matières premières (coton, polyester) et au transport des produits finis.

3. Collecte des données

Une fois que les sources d'émissions sont identifiées, il est nécessaire de **collecter les données** pour chaque source d'émission.

Sources de données :

- **Factures de carburant** : pour les émissions dues à la combustion de carburants dans les chaudières ou les véhicules de l'entreprise.
- **Factures d'électricité** : pour les émissions liées à la consommation d'énergie.
- **Rapports sur les voyages d'affaires** : pour calculer les émissions des déplacements.
- **Données sur la consommation de matières premières** : pour estimer les émissions associées à l'extraction et à la production des matériaux.
- **Données de transport** : pour estimer les émissions liées au transport des biens (distance, type de transport, poids des produits, etc.).

Exemple :

Si l'entreprise utilise **500 000 kWh d'électricité** par an et que son fournisseur utilise un mix énergétique avec un facteur d'émission de **0,3 kg CO₂ /kWh**, elle peut calculer ses émissions liées à l'électricité en utilisant cette donnée.



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE

CARBONE

4. Calcul des émissions

Le calcul des émissions est effectué en multipliant les données collectées par les **facteurs d'émission** appropriés. Un facteur d'émission est une valeur qui représente la quantité de **CO₂ équivalent (CO_{2e})** émise par unité de consommation d'une ressource (ex. : kWh, litre de carburant, kilomètre parcouru).

Étapes de calcul :

1. Scope 1 : Émissions directes

- Exemple : Si l'entreprise consomme **10 000 litres de diesel** (facteur d'émission : 2,68 kg CO₂ /litre), les émissions seront :

$$10,000 \text{ litres} \times 2.68 \text{ kg CO}_2 / \text{litre} = 26,800 \text{ kg CO}_2$$

2. Scope 2 : Émissions indirectes liées à l'énergie

- Exemple : Si l'entreprise consomme **500 000 kWh d'électricité** (facteur d'émission : 0,3 kg CO₂ /kWh), les émissions seront :

$$500,000 \text{ kWh} \times 0.3 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} = 150,000 \text{ kg CO}_2$$

3. Scope 3 : Autres émissions indirectes

- Exemple : Si le transport des produits génère **0,2 kg CO₂ par kg-km** et que les produits sont transportés sur **10 000 km** et pèsent **100 tonnes**, les émissions seront :

$$100,000 \text{ kg} \times 10,000 \text{ km} \times 0.2 \text{ kg CO}_2 / \text{kg-km} = 200,000,000 \text{ kg CO}_2$$

5. Vérification et gestion des incertitudes

Une fois les émissions calculées, il est important de vérifier la **précision** des données et de gérer les **incertitudes** :

- **Vérification interne** : L'entreprise peut effectuer un contrôle interne des calculs pour s'assurer de leur exactitude.
- **Vérification externe** : Il est recommandé de faire appel à un **auditeur externe** pour valider les résultats, surtout si l'entreprise souhaite obtenir une certification ou faire des rapports publics.



ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE

CARBONE

- **Gestion des incertitudes** : Si certaines données sont incertaines (par exemple, les émissions d'un fournisseur), il est possible d'utiliser des **estimations** basées sur des moyennes ou des facteurs d'émission standards.

6. Communication des résultats

Après avoir calculé et vérifié les émissions de GES, l'entreprise doit **communiquer** les résultats de manière claire et transparente, souvent dans un **rappor tRSE (Responsabilité Sociétale des Entreprises)**. Ce rapport inclut généralement :

- Un **bilan carbone** détaillant les émissions par scope.
- Les **actions prises** pour réduire les émissions (par exemple, optimisation de la consommation d'énergie, réduction des déplacements professionnels).
- Les **objectifs de réduction** des émissions pour les années à venir.

Exemple :

L'entreprise peut annoncer que ses émissions totales de CO₂ pour l'année sont de **2 276 800 kg CO₂** (ou **2276,8 tonnes de CO₂**) et qu'elle prévoit de réduire ses émissions de **10%** dans les 5 prochaines années en investissant dans des technologies plus écologiques et en optimisant la chaîne logistique.

7. Mise en place de stratégies de réduction

L'étape finale du calcul de l'empreinte carbone est la **mise en place de stratégies de réduction**. Cela peut inclure :

- **Réduction de la consommation énergétique** : Optimisation des processus pour réduire la consommation d'électricité et de chaleur.
- **Transition vers des énergies renouvelables** : Adoption d'énergies renouvelables pour les installations de l'entreprise.
- **Efforts de compensation** : Si l'entreprise ne peut pas réduire toutes ses émissions, elle peut acheter des **crédits carbone** ou investir dans des projets de **compensation** (par exemple, la plantation d'arbres).

Conclusion

Le calcul de l'empreinte carbone est une méthode structurée et détaillée qui permet à une entreprise de **mesurer** son impact environnemental et de **prendre des décisions éclairées** pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre. En suivant les étapes décrites, en collectant des données précises et en appliquant des facteurs d'émission appropriés, une entreprise peut obtenir un bilan carbone fiable et l'utiliser pour mettre en place des actions de réduction des émissions.



CARBONE

ANALYSE CYCLE DE VIE ENVIRONNEMENTAL – EMPREINTE