



LIVRE BLANC

Synthèse comparative des différentes méthodes d'analyse de cycle de vie

Septembre 2024

Résumé

Les impacts environnementaux doivent être **évalués** pour être connus et réduits. Diverses **méthodologies** permettent de comptabiliser ces impacts. La **comptabilité carbone**, qui étudie les émissions des gaz à effet de serre (GES) est la méthode la plus couramment utilisée : elle repose sur des données relativement accessibles et les résultats sont faciles à communiquer puisqu'ils ne concernent que les GES. Toutefois, cette méthode présente une limite importante : elle ne tient pas compte des impacts environnementaux autres que les GES. Pour obtenir une vision **holistique** de l'empreinte environnementale d'un produit ou d'une activité, il faut utiliser une autre méthodologie. **L'une des plus complètes** est l'**analyse du cycle de vie (ACV)**, qui prend en compte toutes les étapes du cycle de vie et plusieurs indicateurs environnementaux. Elle fournit une multitude de détails sur la répartition des impacts.

Le présent document vise à fournir une **vue d'ensemble** de l'ACV et du bilan carbone et à les **comparer**. Il détaille également les **différents types d'ACV**, leurs spécificités et des exemples. Enfin, il propose une série de critères pour choisir la méthodologie d'ACV la plus adaptée en fonction du contexte et de l'objectif visé.

[Louise Aubet](mailto:louise.aubet@resilio.tech) - louise.aubet@resilio.tech

[Astrid Dhénain](mailto:astrid.dhenain@resilio.tech) - astrid.dhenain@resilio.tech

[Matheo Godenzi](mailto:matheo.godenzi@resilio.tech) - matheo.godenzi@resilio.tech

Sommaire

Introduction.....	3
I. Méthodes d'évaluation des impacts environnementaux	4
1. Comptabilité carbone et reporting.....	4
2. Méthodologie de l'analyse du cycle de vie.....	6
3. Exemples de résultats.....	9
4. Limites et comparaisons.....	10
5. Normes et reporting de durabilité.....	11
II. Les différents types d'analyse du cycle de vie	12
1. ACV attributionnelle et conséquentielle.....	12
2. ACV sociale.....	14
3. ACV paramétrique.....	15
4. Quel type d'ACV dans quel cas ?.....	17
Conclusion.....	18
Glossaire.....	19

Introduction

Les activités humaines ont inauguré l'ère de l'**Anthropocène**, caractérisée par une **empreinte humaine significative sur l'environnement terrestre**. Ainsi, les températures mondiales ont augmenté d'environ 1,2°C par rapport aux niveaux préindustriels, avec des concentrations atmosphériques de CO₂ dépassant les 425 ppm¹. Les taux d'extinction des espèces sont estimés entre 100 et 1 000 fois plus élevés que le taux naturel². La déforestation se poursuit à un rythme alarmant d'environ 10 millions d'hectares par an³. La pollution plastique contribue à l'introduction de 8 à 10 millions de tonnes de plastique dans les océans chaque année⁴, tandis que la pollution de l'air est à l'origine d'environ 7 millions de décès dans le monde⁵. Par ailleurs, près de 4 milliards de personnes n'ont pas accès à des services d'eau potable sûrs en raison de la rareté de l'eau douce⁶.

Ce constat est un **appel à l'action**. Ne pas tenir compte de ces crises ne fera qu'exacerber leur gravité, ce qui pourrait déboucher sur une cascade de problèmes insurmontables à l'avenir. Pour entreprendre des changements radicaux et tendre vers un système pérenne, il est **essentiel de quantifier les impacts environnementaux**.

Ce document se propose de décrire les normes de comptabilisation des gaz à effet de serre (GES) et d'analyse du cycle de vie (ACV) afin de souligner leurs **différences** et de mettre en évidence les **faiblesses** de la première méthode. Il vise ensuite à présenter les **variantes possibles de la méthode ACV**, qui est considérée comme la méthode d'évaluation environnementale la plus **holistique et complète** qui soit reconnue. En effet, cette méthode prend en compte **toutes les étapes du cycle de vie** du système étudié et modélise tous ses impacts environnementaux ou sociaux. Enfin, vous trouverez des exemples pertinents d'applications de l'ACV dans le secteur du numérique. Des fiches techniques spécifiques, réalisées par Resilio, vous aideront à monter en compétence pour réaliser tous les types d'ACV sur des services ou produits numériques.

1 Carbon Dioxide concentration, NASA Global Climate Change. Climate Change: Vital Signs of the Planet, 2024, https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/?_hsenc=p2ANqtz-8HpRVv9oVuSC-F0VZQsQUZzqFhGtKLyw06Pme5RT0S-5vbMKKeT7887JYALC3WjAsIKVkc

2 How many species are we losing? WWF, https://www.panda.org/discover/our_focus/biodiversity/biodiversity

3 Global Forest Resource Assessment, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020, <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/en>

4 Marta Fava, Ocean plastic pollution an overview: data and statistics, Ocean Literacy Portal, 2022 <https://oceanliteracy.unesco.org/plastic-pollution-ocean>

5 Roser, Data review: how many people die from air pollution? Our World in Data, 2024, <https://ourworldindata.org/data-review-air-pollution-deaths>

6 Water scarcity, UNICEF, <https://www.unicef.org/wash/water-scarcity>

I. Méthodes d'évaluation des impacts environnementaux

De nombreuses méthodologies différentes permettent d'évaluer les impacts des activités humaines sur l'environnement. Cette première partie présente les deux normes les plus couramment utilisés : le *GHG Protocol*, qui encadre la comptabilité des émissions de gaz à effet de serre, et l'analyse du cycle de vie.

1. Comptabilité carbone et reporting

Suite à la ratification de l'accord de Paris par 195 pays en 2015, la comptabilisation obligatoire des gaz à effet de serre (GES) fait son chemin dans les corpus législatifs du monde entier. Elle implique **la collecte, l'analyse et la divulgation des données relatives aux émissions de gaz à effet de serre. Toutes les entités peuvent être concernées**, que ce soient des entreprises, des organisations gouvernementales ou non gouvernementales. Cette pratique est cruciale pour lutter contre le changement climatique, car elle fournit aux gouvernements des informations essentielles pour élaborer et contrôler les politiques environnementales et suivre les progrès accomplis dans la réalisation des objectifs de réduction des émissions. Plusieurs pays et régions, tels que les États-Unis, l'Union européenne⁷, l'Australie et l'Afrique du Sud, ont mis en place des systèmes de déclaration obligatoire avec des seuils et des exigences spécifiques pour la déclaration des données d'émissions⁸. Ces initiatives visent à rendre les entreprises responsables de leur impact sur l'environnement et à encourager la transparence dans la gestion des émissions. **En déclarant leurs émissions, les entreprises contribuent aux efforts mondiaux de lutte contre le changement climatique** et peuvent également identifier les possibilités d'amélioration de l'efficacité opérationnelle et de réduction des coûts.

Définition

Le *GHG protocol* vise à **standardiser le processus de mesure et de déclaration des émissions de gaz à effet de serre**, afin d'aider les organisations à comprendre leur impact sur l'environnement et à élaborer des stratégies de réduction des émissions.

Il **s'applique aux organisations de tous types et de toutes tailles, dans divers secteurs**, y compris les entreprises, les gouvernements, les universités et les organisations à but non lucratif.

La méthodologie du *GHG protocol* comprend trois champs d'application, connus sous le nom de scope 1, scope 2 et scope 3, qui englobent différentes catégories de sources d'émissions :

1. Scope 1:

Émissions directes provenant de sources détenues ou contrôlées par l'entité déclarante

2. Scope 2:

Émissions indirectes résultant de la production d'électricité, de chaleur ou de vapeur achetée et consommée par l'entité déclarant

3. Scope 3:

Émissions indirectes provenant de sources qui ne sont pas détenues ou directement contrôlées par l'entité déclarante

⁷ Consulter la section "Normes et reporting de durabilité" pour plus de détails.

⁸ Pour plus de détails, consulter ce site: <https://www.climatewatchdata.org/>

Le Tableau 1 ci-dessous donne des exemples pour chaque scope :

	Scope 1 Émissions directes	Scope 2 Émissions indirectes	Scope 3 Émissions indirectes
Définition	Émissions directes détenues ou contrôlées par l'organisation	Émissions indirectes provenant de l'endroit où l'énergie est produite	Émissions indirectes résultant des activités de l'organisation
Exemples	Transport de matériaux, de déchets ou d'employés à l'aide de véhicules appartenant à l'entreprise Électricité, chaleur ou vapeur provenant de sources sous le contrôle ou possédées par l'entreprise	Achat d'électricité pour des équipements ou des opérations sous le contrôle ou possédées par l'entreprise	Actifs loués Déplacements des salariés Transformation de biens et services achetés ou vendus Investissements Etc.

Tableau 1 – Définition et exemples de champs d'application du GHG protocol.

Méthodologie d'application

Le *GHG protocol* s'accompagne d'une méthodologie pour aider les organisations à réaliser leur évaluation. Les étapes sont déclinées comme suit :

- **Identification des sources d'émission** : Les organisations identifient et classent leurs sources d'émission dans les trois catégories décrites dans le *GHG protocol*.
- **Mesure et collecte des données** : Des données quantitatives sur les émissions de chaque catégorie de source sont collectées.
- **Calculs** : Les émissions sont calculées à l'aide de facteurs d'émission spécifiques à chaque catégorie de source ou par des mesures directes lorsque cela est possible.
- **Reporting** : Une fois les émissions calculées, les organisations communiquent leurs résultats conformément aux lignes directrices du *GHG protocol*, y compris une explication claire des résultats, des objectifs de réduction des émissions, ainsi qu'une analyse des tendances dans le temps.
- **Vérification** : La vérification par un tiers est recommandée pour garantir l'exactitude et la fiabilité des données sur les émissions de GES.

Standards et références internationaux

Le *GHG protocol* est la première norme internationale pour la comptabilisation et la déclaration des GES⁹ par les entreprises, publiée en 2001. L'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) a collaboré avec les auteurs du *GHG protocol* pour publier en 2006 la norme ISO 14064¹⁰ relative à la comptabilisation des émissions de GES et à la vérification du *reporting*. Le GHG Protocol a également été utilisé pour divers autres cadres de bilan carbone.

Comparaison avec le BEGES v5

Le BEGES (Bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre) est la **norme française de comptabilisation des gaz à effet de serre**. La principale différence avec le *GHG protocol* est la subdivision des émissions en 6 catégories dans le BEGES, au lieu des 3 scopes. De plus, dans le BEGES, les émissions des actifs immobilisés sont amorties sur leur durée de vie, alors que toutes les émissions sont prises en compte à l'année d'acquisition ou de construction de l'actif dans le *GHG Protocol*. Enfin, certaines entités gouvernementales et privées françaises doivent évaluer leurs émissions selon les normes du BEGES¹¹, alors que le *GHG Protocol* n'est pas obligatoire.

9 GHG Protocol standards, <https://ghgprotocol.org/standards-guidance>

10 ISO 14064-1:2018 Greenhouse gases, <https://www.iso.org/standard/66453.html>

11 Comment établir le bilan carbone d'une entreprise ? Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, <https://www.economie.gouv.fr/cedef/bilan-carbone-entreprise>

Le Tableau 2 présente de manière exhaustive les différences entre les deux cadres.

Aspect	GHG Protocol	BEGES v5
Cadre	Norme internationale	Norme française
Catégories d'Émissions	<ul style="list-style-type: none"> - Scope 1 : émissions directes - Scope 2 : émissions indirectes (énergie) - Scope 3 : autres émissions indirectes 	<ul style="list-style-type: none"> - Catégorie 1 : émissions directes - Catégorie 2 : émissions indirectes (énergie) - Catégorie 3 : émissions indirectes (transport) - Catégorie 4 : émissions indirectes (achats de produits) - Catégorie 5 : émissions indirectes (vente de produits) - Catégorie 6 : autres émissions indirectes
Subdivisions	Scope 3 divisé en 15 catégories	Catégories divisées en sous-catégories
Émissions liées à l'énergie	Approches basées sur le marché et sur la localisation exigées	Uniquement l'approche basée sur la localisation est exigée
Équipements	Émissions non amorties	Émissions amorties
Repas des employés	Non comptabilisé	Comptabilisé
Transports de visiteurs	Non comptabilisé	Comptabilisé
Autres émissions indirectes	Comptabilisées séparément, non incluses dans le total des GES	Incluses dans une catégorie spécifique

Tableau 2 – Tableau de comparaison entre le GHG protocol and le BEGES v.5¹²

2. Méthodologie de l'analyse du cycle de vie

Définition

L'analyse du cycle de vie (ACV) est une méthodologie qui **évalue les impacts environnementaux de toutes les étapes du cycle de vie d'un produit, de l'extraction des matières premières à l'élimination, en passant par la production et l'utilisation** (Figure 1). Il s'agit d'une approche globale qui prend en compte **différents indicateurs environnementaux** tels que la consommation d'énergie, le potentiel de réchauffement climatique, l'utilisation de l'eau, les émissions de particules fines, l'acidification, etc.

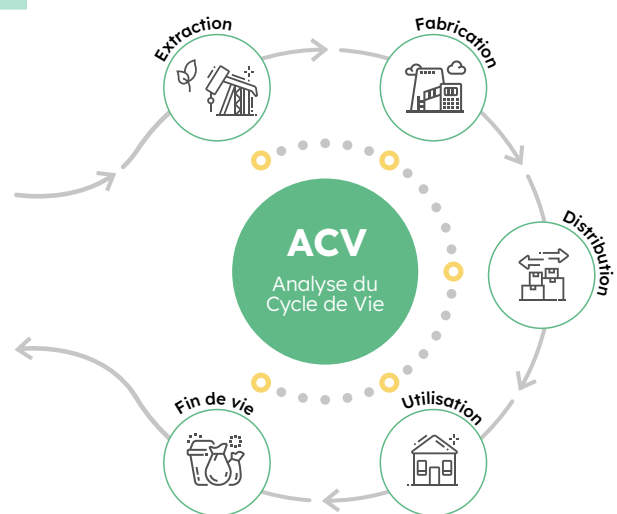


Figure 1 – Diagramme du cycle de vie typique d'un produit

¹² GHG Protocol vs BEGES v5 - Quelles différences ? | Centre d'aide...
<https://intercom.help/colibris/fr/articles/8232916-ghg-protocol-vs-beges-v5-quelles-differences>

Méthodologie d'application

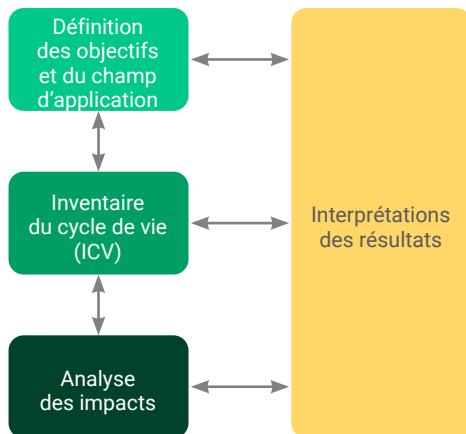


Figure 2 – Schéma du processus d'implémentation d'une ACV

Les étapes permettant de réaliser une ACV sont illustrées dans la figure 2 et décrites comme suit, en tant que processus itératif :

1. **Définition des objectifs et du champ d'application** : La première étape de la réalisation d'une ACV consiste à **définir clairement l'objectif et le champ** de l'étude. Cela implique d'identifier le **but** de l'évaluation, de définir les **limites du système**, de déterminer l'**unité fonctionnelle** (par exemple, la quantité de produit ou de service dans un délai défini) et de spécifier les étapes du cycle de vie à prendre en compte.
2. **Inventaire du cycle de vie (ICV)** : Au cours de cette phase, des données sur les intrants et les extrants associés à chaque étape du cycle de vie du produit sont **collectées et quantifiées**. Cela comprend l'extraction des matières premières, le transport, les processus de fabrication, la distribution, l'utilisation et l'élimination en fin de vie. Les données collectées comprennent généralement la consommation d'énergie, les intrants matériels, les émissions dans l'air, l'eau et le sol, et la production de déchets.

3. **Analyse des impacts** : Une fois les données d'inventaire collectées, elles sont converties en impacts environnementaux potentiels à l'aide de méthodes d'évaluation d'impact. Ces méthodes **quantifient les effets de la consommation des ressources et des émissions sur diverses catégories environnementales** telles que le changement climatique, l'acidification, l'eutrophisation ou la santé humaine.

4. **Critères de coupure** : Au cours de l'analyse, des critères de coupure sont appliqués pour **exclure les processus ou les intrants dont l'impact sur l'environnement est négligeable ou qui sont considérés comme étant en dehors des limites du système**. Ces seuils rationalisent l'évaluation et permettent de se concentrer sur les aspects les plus importants du cycle de vie. Par exemple, les processus ou les intrants contribuant pour moins d'un certain pourcentage (par exemple, 1 %) à l'impact environnemental total peuvent être exclus d'une analyse plus poussée.

5. **Interprétation des résultats** : Les résultats de l'analyse d'impact sont interprétés afin de tirer des conclusions et d'identifier les domaines à améliorer. Cette étape consiste à comparer des scénarios ou des produits alternatifs, à identifier les paramètres critiques où les impacts environnementaux sont les plus importants et à examiner les compromis entre les différentes catégories d'impacts. Cela permet d'améliorer la qualité de l'étude à l'itération suivante.

Analyse de sensibilité : Lors de l'interprétation des résultats, l'analyse de sensibilité est cruciale dans l'ACV pour examiner la **robustesse** des résultats face aux **changements d'hypothèses, de paramètres ou de méthodologies**. Elle permet d'évaluer l'incertitude et la fiabilité des résultats de l'ACV et d'identifier les principaux facteurs d'impact sur l'environnement. Les analyses de sensibilité consistent à faire

varier les données d'entrée, les limites du système, les méthodes d'attribution, les modèles d'évaluation des incidences ou d'autres paramètres afin d'évaluer leur influence sur les résultats de l'étude.

Standards et normes internationaux

L'ACV est principalement définie par deux normes ISO internationales :

1. ISO 14040 : Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Principes et cadre¹³

Cette norme, publiée par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), décrit les **principes généraux, le cadre et les exigences pour la réalisation d'études d'ACV**. Elle fournit des orientations sur la définition de l'objectif et du champ d'application de l'évaluation, la réalisation de l'analyse de l'inventaire, l'évaluation de l'impact et l'interprétation des résultats. La norme ISO 14040 sert de base à la méthodologie de l'ACV et garantit la cohérence et la fiabilité de la pratique de l'ACV.

2. ISO 14044 : Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Exigences et recommandations¹⁴

Autre norme élaborée par l'ISO, la norme ISO 14044 s'appuie sur la norme ISO 14040 et fournit des **exigences et des lignes directrices détaillées pour la réalisation de phases spécifiques du processus d'ACV**. Elle fournit des orientations sur la collecte des données, les procédures d'attribution, les méthodes d'évaluation de l'impact, l'analyse de sensibilité et la communication des résultats. La norme ISO 14044 contribue à garantir la qualité et la transparence des études d'ACV et facilite la comparaison entre différentes évaluations.

L'adhésion aux normes ISO 14040 et ISO 14044 est un premier pas vers des études ACV **rigoureuses et normalisées, qui renforcent la crédibilité et la fiabilité de leurs résultats**. D'autres normes et cadres régionaux, notamment le PEF¹⁵ et le Manuel ILCD¹⁶ (élaboré par le Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne), permettent d'améliorer la précision et la comparabilité entre les études, en précisant les méthodes pour divers domaines industriels et économiques.

Dans l'ensemble, l'ACV fournit un **cadre systématique** pour évaluer la performance environnementale des produits et éclairer les processus de prise de décision afin de promouvoir la durabilité et l'efficacité des ressources. **En intégrant des critères de coupure et en réalisant des analyses de sensibilité, les études ACV peuvent renforcer la crédibilité et l'utilité de leurs résultats.**

¹³ International Organisation for Standardization (ISO). (2006). ISO 14040: Environmental management - Lifecycle assessment - Principles and framework. <https://www.iso.org/standard/37456.html>

¹⁴ International Organisation for Standardization (ISO). (2006). ISO 14044: Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. <https://www.iso.org/standard/38498.html>

¹⁵ PEF Method, European Commission, https://green-business.ec.europa.eu/environmental-footprint-methods/pef-method_en

¹⁶ ILCD International Life Cycle Data system, European Commission, <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/ilcd.html>

3. Exemples de résultats

Les deux méthodes d'évaluation d'impact étudiées ici fournissent des résultats différents en termes de contenu et de forme. Les résultats du *GHG Protocol* ne fournissent que la distribution des émissions de CO₂ eq., alors que les résultats de l'ACV présentent différents indicateurs et étapes du cycle de vie. Ces différences sont détaillées ici avec l'exemple d'un système d'information d'une organisation.

Résultat bilan carbone

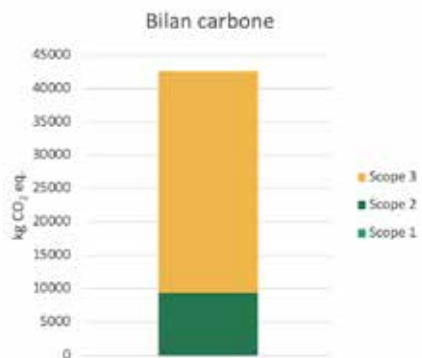


Figure 3 – Result example for GHG accounting

Le potentiel de réchauffement climatique est partagé entre les trois champs d'application.

Résultat d'ACV

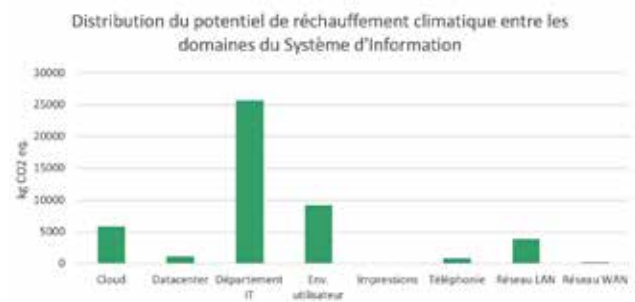


Figure 4 – Exemple de résultat d'ACV

Les impacts sur le potentiel de réchauffement climatique sont partagés entre les domaines du système d'information.

Répartition du potentiel de réchauffement climatique entre les étapes du cycle de vie

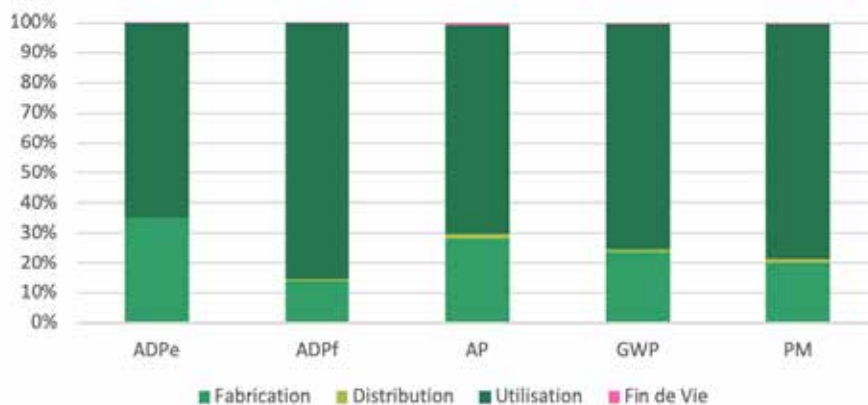


Figure 5 – Distribution des impacts selon les étapes du cycle de vie pour tous les indicateurs environnementaux.

L'ACV fournit également les impacts environnementaux relatifs de toutes les étapes du cycle de vie pour chaque indicateur environnemental. Les résultats sont normalisés à 100 %.

4. Limites et comparaisons

L'ACV et le bilan carbone sont deux méthodes utilisées pour évaluer les impacts environnementaux, en particulier ceux liés aux émissions de gaz à effet de serre, mais elles diffèrent par leur portée et leur objectif :

1. Périmètre :

- **L'analyse du cycle de vie** évalue les impacts environnementaux associés à un produit, un processus ou une activité **tout au long de son cycle de vie**, de l'extraction des matières premières à la production, l'utilisation et l'élimination. Elle prend en compte **différents indicateurs environnementaux** au-delà des seules émissions de gaz à effet de serre, tels que la consommation d'énergie, la consommation d'eau et la pollution.
- Le **bilan carbone** se concentre spécifiquement sur la quantification et la déclaration des **émissions de gaz à effet de serre générées par une organisation, une entreprise ou un territoire**. Il fournit une répartition détaillée des sources d'émissions et des secteurs contribuant à l'empreinte totale des gaz à effet de serre.

2. Application :

- **L'ACV** est couramment utilisée dans les processus de conception, de fabrication et de prise de décision des produits afin d'identifier les possibilités d'amélioration environnementale et d'optimiser l'efficacité de l'utilisation des ressources. Elle permet d'évaluer la **durabilité environnementale globale des produits et des services**.
- La **comptabilité carbone** est principalement utilisée par les organisations, les entreprises et les gouvernements pour mesurer, suivre et déclarer leurs émissions de gaz à effet de serre au fil du temps. Il s'agit souvent d'une **exigence de déclaration obligatoire ou volontaire pour les entités qui cherchent à comprendre et à gérer leur empreinte carbone**.

3. Échelle temporelle et granularité :

- **L'ACV** prend généralement en compte les impacts environnementaux à long terme et fournit une vision globale de la durabilité d'un produit ou d'une activité. Elle implique une analyse détaillée et la collecte de données à **différents stades du cycle de vie, ce qui nécessite souvent beaucoup de temps et de ressources**.
- Le **bilan carbone** se concentre spécifiquement sur la quantification des émissions de gaz à effet de serre au cours d'une **période de déclaration définie**, généralement sur une **base annuelle**. Elle offre un aperçu des sources d'émissions et des tendances au sein d'une organisation ou d'un territoire donné.

En résumé, si l'ACV et le bilan carbone sont deux méthodes utilisées pour évaluer les impacts environnementaux, l'ACV a un **champ d'application plus large** et s'applique aussi bien à des produits qu'à des processus, tandis que le bilan carbone cible spécifiquement les émissions de gaz à effet de serre et est utilisé à des fins d'établissement de **rapports organisationnels ou territoriaux**.

En outre, ce ne sont pas les seules méthodes d'évaluation des impacts environnementaux ; il en existe beaucoup d'autres. Nous pouvons en citer quelques-unes :

- **L'évaluation des risques environnementaux (ERE)**¹⁷ évalue la probabilité et les conséquences d'effets environnementaux négatifs dus à des activités ou à des substances spécifiques. Les éléments clés sont l'identification des dangers, l'évaluation de l'exposition, la caractérisation des risques et les stratégies de gestion.
- **L'analyse coûts-avantages (ACA)**¹⁸ compare les coûts et les avantages d'un projet ou d'une politique afin d'en déterminer la valeur globale. Elle met l'accent sur la monétisation des impacts environnementaux, en pondérant les effets positifs et négatifs.

¹⁷ Guidelines for Ecological Risk Assessment, 1998, United States Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/risk/guidelines-ecological-risk-assessment>

¹⁸ Boardman et al., Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice, 5th edition, 2018, https://www.researchgate.net/publication/326678227_Cost-Benefit_Analysis_Concepts_and_Practice_5th_edition

- **L'analyse des flux de matières (AFM)**¹⁹ analyse les flux de matières au sein d'un système, en mettant l'accent sur l'efficacité des ressources et la réduction des déchets.

5. Normes et reporting de durabilité

Une fois identifié et compris, l'impact environnemental des technologies de l'information doit être **réduit** pour assurer la convergence des transitions numérique et écologique. Des **mesures légales** ont été introduites pour encourager les entreprises et les organisations à adopter cette approche. La CSRD est l'une des normes qui a le plus d'impact actuellement.

La directive CSRD

Règlement CSRD : Qu'est-ce qui change en 2024 ?

L'Union européenne est en train de passer de la **directive sur le reporting non financier (NFRD)** à la **directive sur le reporting durable des entreprises**²⁰ (CSRD). Initialement introduite en 2017, la NFRD rendait obligatoire le **reporting** extra-financier pour les entreprises basées dans l'UE. Depuis 2020, la Commission européenne a révisé cette directive afin d'imposer un **reporting de données environnementales plus détaillé applicable à un spectre plus large d'entreprises pour surveiller leurs impacts directs et indirects sur l'environnement**, une proposition approuvée par le Parlement européen en mars 2022.

Principaux changements apportés par la CSRD :

- À partir de l'exercice 2024, l'obligation de déclaration s'étend aux entreprises ayant plus de 250 employés et un chiffre d'affaires supérieur à 40 millions d'euros, ou un total de bilan égal ou supérieur à 20 millions d'euros, par rapport au seuil précédent de 500 employés.
- Les entreprises opérant en Europe sont soumises à ces obligations quelle que soit leur situation géographique, ce qui élargit considérablement le champ d'application et inclut environ 50 000 entités, contre 10 000 couvertes par le NFRD.
- Le rapport, révisé, s'attachera à fournir des **informations plus détaillées sur les risques et les impacts, en mettant l'accent sur l'intégration des critères environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG)**. Il s'agit notamment de traiter les risques et les impacts négatifs liés au développement durable dans le cadre de plans stratégiques, conformément au principe de la double matérialité, qui prend en compte l'impact de l'entreprise sur l'environnement et vice-versa.

L'application de la CSRD se fait de manière progressive, comme présenté dans la frise suivante :

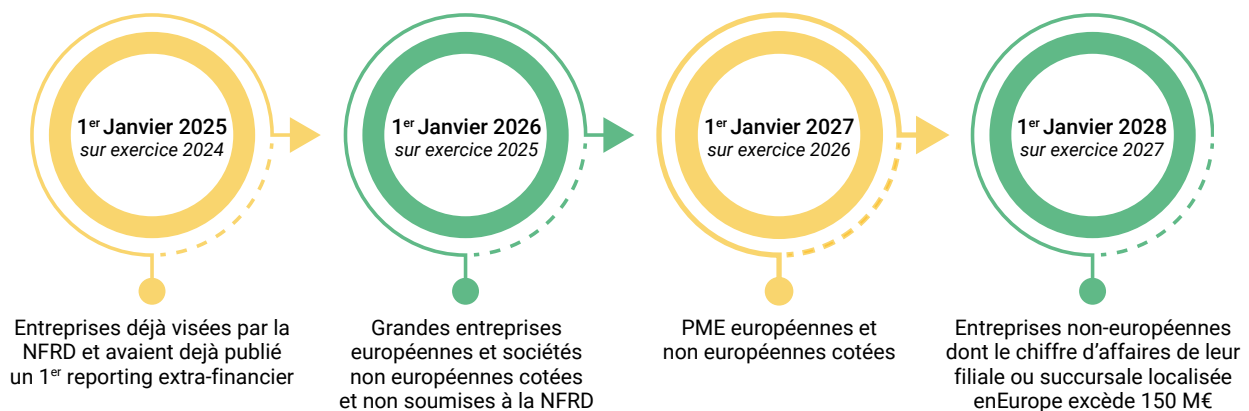


Figure 6 – Calendrier d'entrée en vigueur de la CSRD pour les différents groupes d'organisations concernées

¹⁹ Brunner & Rechberger, *Practical Handbook of material flow analysis*, 2004, <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02979426>

²⁰ *Corporate sustainability reporting*, European Commission, 2024, https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en

II. Les différents types d'analyse du cycle de vie

Maintenant que nous avons établi le contexte et défini l'ACV, plongeons dans les subtilités de cette méthode, qui est la principale méthode d'évaluation pour le secteur du numérique. Nous pouvons distinguer quatre types principaux d'ACV, qui sont adaptés à différents types de problèmes :

- ACV attributionnelle et conséquentielle
- ACV sociale
- ACV paramétrique

1. ACV attributionnelle et conséquentielle

Les deux types d'ACV les plus connus sont les suivants :

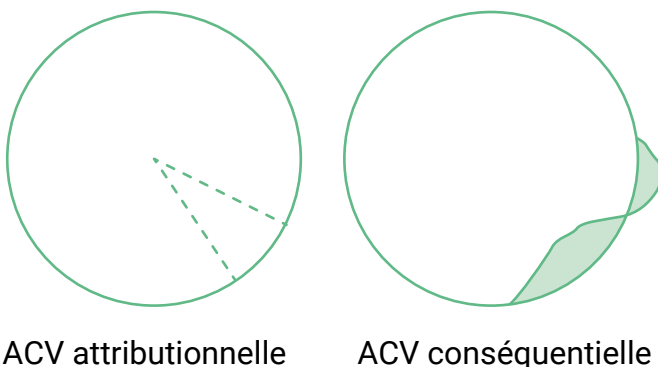
- **ACV Attributionnelle** (ACV-A), également appelée approche 'comptable' ou 'descriptive',
- **ACV Conséquentielle** (ACV-C), également appelée approche orientée 'changement'.

Définitions

Selon la définition du PNUE-SETAC²¹ (Programme des Nations Unies pour l'Environnement et Society of Environmental Toxicology and Chemistry), largement acceptée dans la littérature²² :

- L'ACV **attributionnelle** est une « approche de modélisation du système dans laquelle les intrants et les extrants sont attribués à l'unité fonctionnelle d'un système de produits en reliant et/ou en divisant les processus unitaires du système conformément à une règle normative ».
- L'ACV **conséquentielle** est une « approche de modélisation du système dans laquelle les activités d'un système de produits sont liées de sorte que les activités sont incluses dans le système de produits dans la mesure où elles sont censées changer à la suite d'une modification de la demande de l'unité fonctionnelle ».

Le diagramme suivant (Figure 7) est souvent utilisé pour illustrer la différence de ces deux méthodes :



Le cercle représente la **charge environnementale mondiale totale**. Dans le cercle de gauche, l'ACV-A cherche à estimer la partie en pointillés, c'est-à-dire **la part de la charge globale qui revient à un produit spécifique**. Dans le cercle de droite, l'ACV-C cherche à estimer les **changements** dans les échanges environnementaux qui **se produisent à la suite** de l'ajout ou de la suppression d'une **activité humaine** spécifique.

Figure 7 – Scéma illustrant la différence d'approche entre ACV attributionnelle (gauche) et conséquentielle (droite)²³

²¹ Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases, A Basis for Greener Processes and Products, 'Shonan Guidance Principles', UNEP-SETAC, 2011, <https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2012/12/2011%20-%20Global%20Guidance%20Principles.pdf>

²² chaubroeck et al., Attributional & Consequential Life Cycle Assessment: Definitions, Conceptual Characteristics and Modelling Restrictions, 2021, <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/13/7386>

²³ Weidema, Market information in life cycle assessment, 2003, https://www.researchgate.net/publication/259645192_Market_Information_in_Life_Cycle_Assessment

Standards

Les normes ISO 14040-14044 ne font pas de distinction exacte entre ACV-A et ACV-C, les termes «attributionnelle» et «conséquentielle» n'étant pas mentionnés.

Méthodologie d'application

L'ACV-A décrit **les flux physiques** pertinents pour l'environnement et la répartition des impacts entre les étapes du cycle de vie. Ainsi, la somme des impacts environnementaux de tous les sous-éléments du produit final par étape du cycle de vie est égale à l'impact environnemental total. En ce qui concerne l'ACV-C, la première étape consiste à modéliser une version générale et basique du système étudié. Ensuite, en fonction d'un marché, d'un comportement, d'une réglementation, etc., définis, des **changements sont appliqués au système**. Les conséquences environnementales correspondent à la **différence d'impact entre le système de base et le système soumis aux changements**.

Le choix entre ACV-A et ACV-C a une incidence sur l'ensemble du processus d'ACV : données d'entrée, limites du système, affectations.

Exemple

Prenons un exemple concret pour rendre plus explicite la différence entre les deux méthodes. Une ACV-A permettrait d'estimer les incidences environnementales d'un smartphone déjà construit, tandis qu'une ACV-C permettrait d'estimer les incidences environnementales de la fabrication d'un smartphone supplémentaire.

ACV-A : Dans ce cas, le smartphone existe déjà.

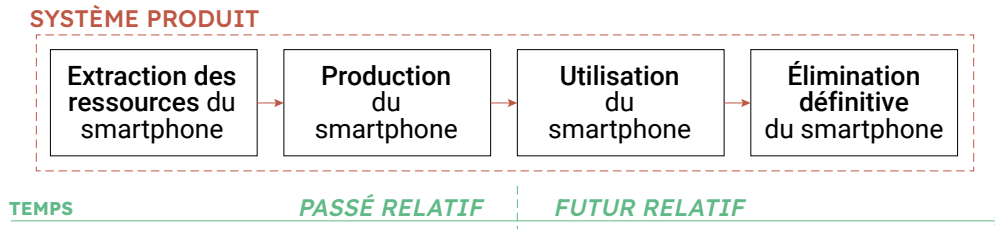


Figure 8 – Schéma du système produit d'un smartphone en ACV-A²⁴

ACV-C : Dans ce cas, nous nous concentrons sur les effets de la décision de construire un nouveau smartphone. Le smartphone n'existe pas encore.

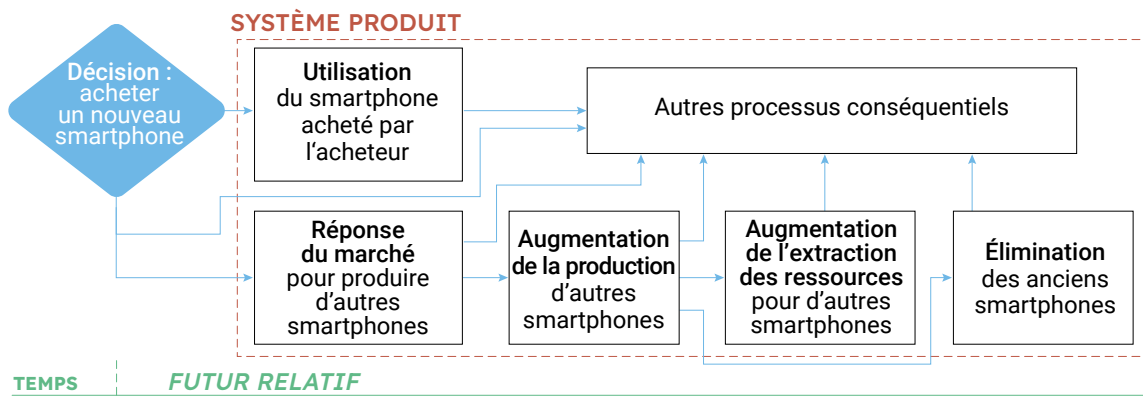


Figure 9 - Schéma du système produit d'un smartphone en ACV-C²⁴

²⁴ Figure inspirée par Schaubroeck et al., *Attributional & Consequential Life Cycle Assessment: Definitions, Conceptual Characteristics and Modelling Restrictions*, 2021, <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/13/7386>

Comme vous pouvez le constater en comparant les schémas, l'ACV-A est plus analytique tandis que le ACV-C est plus systémique, mais cette dernière est plus difficile à réaliser de manière quantitative car il n'est pas toujours possible d'évaluer tous les processus consécutifs induits.

2. ACV sociale

Définition

L'analyse du cycle de vie sociale (ACV-S) est similaire à une ACV environnementale, mais elle met l'accent sur des **critères sociaux et sociologiques**. Les ACV environnementales classiques ne prennent pas en compte les critères sociaux. Les deux types d'ACV sont donc complémentaires. L'objectif principal de l'ACV sociale est de préserver la santé et le bien-être des individus.

Standards

Le PNUE a fourni des lignes directrices pour l'évaluation des impacts sociaux et socio-économiques des cycles de vie des produits²⁵ afin d'évaluer les conséquences des changements sociaux d'un produit, d'un service ou d'une organisation.

Méthodologie d'application

Les indicateurs d'impact sont basés sur des catégories de «parties prenantes» (par exemple, la société, les travailleur.euses, etc.) et des sous-catégories (travail des enfants, heures de travail, salaire équitable, etc.), comme schématisé dans la Figure 10.

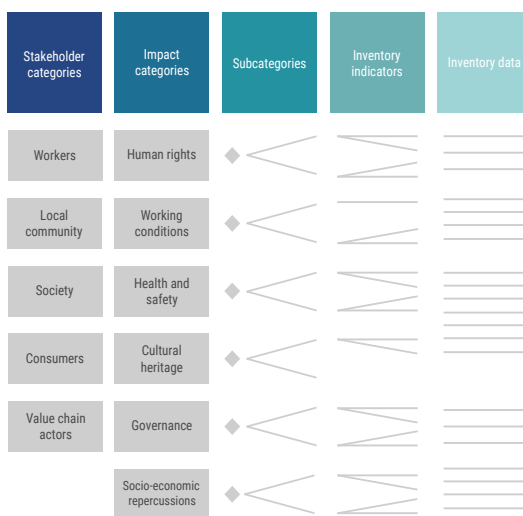


Figure 10 – Structure d'une ACV sociale²⁶

Les ACV sociales utilisent des données génériques et spécifiques, qui peuvent être **quantitatives, semi-quantitatives ou qualitatives**. Cependant, le champ de recherche est encore récent et ouvert, et les ressources disponibles ne sont pas aussi nombreuses que pour les ACV environnementales, par exemple. Les critères sociaux sont souvent plus qualitatifs que quantitatifs.

Les principales bases de données sont SHDB²⁷ and PSILCA²⁸, qui évaluent les impacts sociaux par le biais de l'évaluation des risques.

Le spectre des éléments à étudier étant très large, il est recommandé de se concentrer sur 3 ou 4 sous-catégories d'impact. Le choix peut se faire en fonction de l'importance de la chaîne de valeur, des controverses ou de la réglementation.

Exemple

Les ACV sociales sont réalisées par les organisations lors du développement de nouveaux produits, de l'évaluation de leur chaîne de valeur ou lorsqu'elles souhaitent communiquer avec leurs clients. À notre connaissance, cet exercice n'a pas encore été appliqué aux activités numériques au moment de la rédaction du présent document.

²⁵ Social Hotspots Database (SHDB), 2022, New Earth b, <http://www.socialhotspot.org/>

²⁶ Guidelines for Social Life Cycle Assessment (S-LCA) : <https://www.lifecycleinitiative.org/activities/life-cycle-assessment-data-and-methods/global-guidance-for-life-cycle-impact-assessment-indicators-and-methods-glam/guidelines-for-social-life-cycle-assessment-solca/?preview=true>

²⁷ Social Hotspots Database (SHDB), 2022, New Earth b, <http://www.socialhotspot.org/>

²⁸ PSILCA Database, 2022, <https://psilca.net/>

3. ACV paramétrique

Définition

L'approche de l'**analyse du cycle de vie paramétrique** (ACV-P) combine des techniques de paramétrage avec des méthodes d'ACV simplifiées. Elle peut aider les concepteurs à évaluer et à comparer les performances environnementales et sociales ou les conséquences potentielles des systèmes de produits et/ou de services à travers différents scénarios de conception, dès le début du processus de développement. Cette méthode est particulièrement avantageuse car, une fois qu'un modèle paramétrique est établi, la création d'alternatives de conception supplémentaires ne demande qu'un effort minimal.

Des paramètres tels que la composition en matériaux, la consommation d'énergie, les distances de transport, les durées de vie, etc., sont ajustés afin **d'analyser comment leurs changements affectent la performance environnementale ou sociale globale**. L'optimisation multicritère nécessite de hiérarchiser les objectifs. En général, tous les paramètres ne peuvent pas atteindre leur optimum simultanément et des **compromis** doivent être trouvés. Le Tableau 3 ci-dessous présente quelques exemples de paramètres et leurs variables de quantification.

Catégorie de paramètre	Paramètre	Variables
Paramètre de conception de produit	Densité Masse Volume	Type de matière Composition Taille
Paramètre fonctionnel du produit	Consommation de ressources Durabilité	Matière Design
Paramètre de processus du produit	Durée et volume du processus Consommation d'énergie Quantité de déchets	Consommation d'électricité Taux de rejet Temps

Tableau 3 – Exemples de paramètres et variables de quantification pour une ACV-P²⁹

Méthodologie d'application

Ce type d'évaluation commence par l'une des méthodes d'ACV décrites précédemment, dont les résultats sont utilisés pour identifier les paramètres environnementaux et développer des modèles d'ACV. Les étapes détaillées sont les suivantes :

- 1. Élaboration d'informations préliminaires** : Cette étape permet de créer des rapports détaillant les caractéristiques du produit et les processus du cycle de vie au niveau unitaire.
- 2. Élaboration d'un diagramme de flux de processus et d'un résumé de l'inventaire du cycle de vie** : cette étape consiste à détailler les processus unitaires, leurs intrants et leurs extrants, et à comprendre les étapes du cycle de vie. Un diagramme de flux de processus illustre les processus de fabrication et un résumé de l'inventaire du cycle de vie quantifie les échanges tout au long du cycle de vie.

²⁹ Kamalakkannan et al, Optimization of eco-design decisions using a parametric life cycle assessment, Sustainable Production and Consumption, 2021, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352550921000798>

- 3. Identification des paramètres environnementaux clés :** Cette étape permet d'identifier et d'analyser les paramètres influençant la performance environnementale ou sociale du système, tels que les paramètres de conception et de fabrication.
- 4. Élaboration du modèle paramétrique d'analyse du cycle de vie :** Le modèle d'ACV-P examine chaque étape du cycle de vie, en définissant des variables indépendantes sur la base d'une analyse de sensibilité et de données secondaires. L'impact environnemental total est calculé à l'aide de ces variables et constantes.
- 5. Optimisation du modèle paramétrique d'analyse du cycle de vie :** L'optimisation minimise l'impact environnemental ou social global tout en respectant les critères et les contraintes, en identifiant les valeurs optimales des paramètres pour l'éco-conception.
- 6. Interprétation de l'analyse paramétrique optimisée du cycle de vie :** L'analyse des résultats donne un aperçu des impacts environnementaux à chaque phase du cycle de vie, de l'influence des variables, de la comparaison des scénarios de conception, des impacts environnementaux critiques et des valeurs paramétriques optimales. Cette approche facilitera le processus de prise de décision au cours de la conception et du développement.

Cette approche est efficace aussi bien pour des systèmes existants que futurs. Sa réalisation est toutefois un défi, notamment concernant la fiabilité des données et la définition d'hypothèses appropriées. Dans l'ensemble, l'ACV-P offre une méthode structurée pour évaluer et optimiser les performances environnementales et sociales dans la conception et le développement des systèmes.

La Figure 11 ci-dessous illustre la méthodologie appliquée :

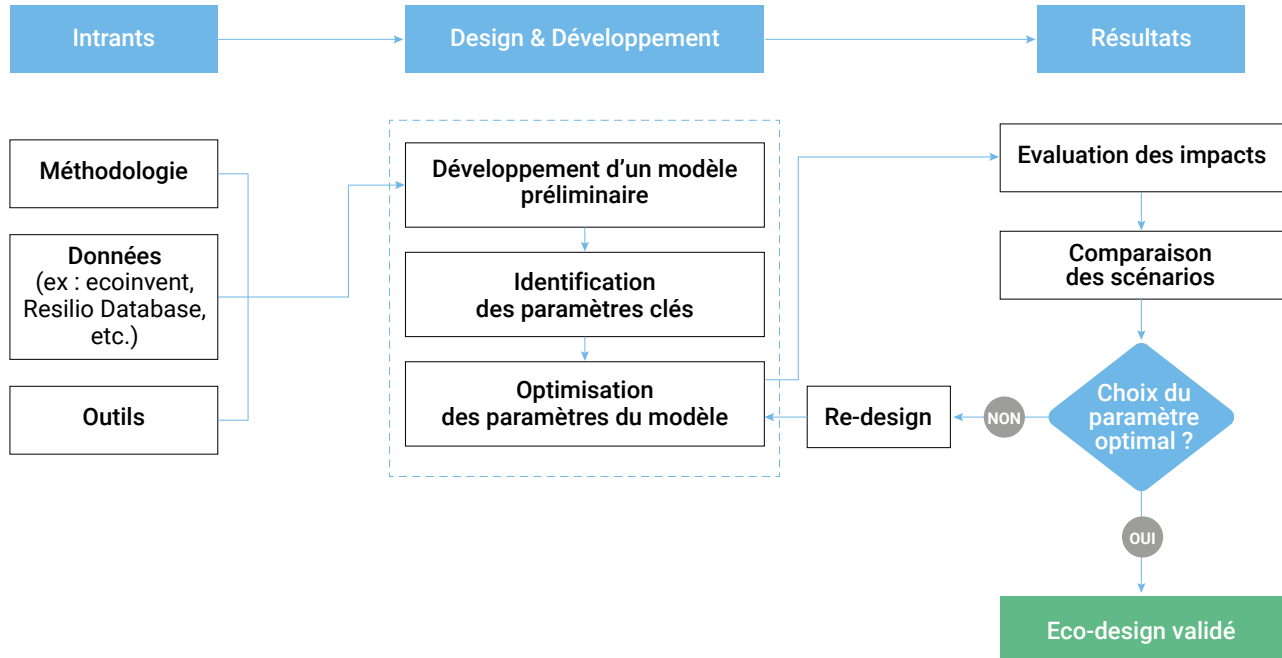


Figure 11 – Organigramme d'une méthodologie de mise en œuvre typique pour l'ACV-P

4. Quel type d'ACV dans quel cas ?

Nous avons décrit les différents types d'ACV existants. Chacun d'entre eux possède ses propres caractéristiques. Le tableau ci-dessous résume les différents types d'ACV et leur objectif principal, afin de faciliter le processus de sélection des différents types d'ACV.

Type d'ACV	Objectif
ACV attributionnelle	Fournit des informations sur la part de la charge environnementale globale qui peut être associée à un produit .
ACV conséquentielle	Fournit des informations sur les charges environnementales qui résultent, directement ou indirectement, d'une décision .
ACV sociale	Fournit des informations sur la part des charges sociales et sociologiques qui peuvent être associées à un produit .
ACV paramétrique	Fournit des informations sur ce qui optimise le cycle de vie d'un système (produit ou service) en fonction d'un objectif choisi.

Tableau 4 - Différents types d'ACV et leurs objectifs respectifs

En pratique, voici un exemple de différentes ACV qui pourraient être réalisées sur le système d'information (SI) d'une organisation.

Dans tous les cas, le produit considéré est le même : le système d'information d'une organisation.

Type d'ACV	Exemple de question
ACV attributionnelle	Quels sont les impacts environnementaux liés à la fourniture et à l'utilisation du système d'information pendant un an ?
ACV conséquentielle	Quels sont les impacts environnementaux du transfert des outils numériques et des données d'un centre de données sur site vers le <i>cloud</i> ?
ACV sociale	Quels sont les impacts sociaux et sociologiques associés à la mise à disposition et à l'utilisation du système d'information pendant 1 an ?
ACV paramétrique	Quels sont les éléments de conception de mon système d'information que je peux moduler pour atteindre mes objectifs environnementaux tout au long de son cycle de vie ?

Tableau 5 - Différents types d'ACV et questionnement associé

Conclusion

Les principales méthodes d'évaluation des impacts environnementaux sont le **GHG protocol** et l'**Analyse du Cycle de Vie (ACV)**. Le *GHG protocol* est une méthode relativement simple, qui ne nécessite pas beaucoup de données et dont la **mise en œuvre est relativement aisée**. Son accessibilité présente un inconvénient : il ne donne qu'une vision partielle des impacts du produit ou du service évalué.

Au contraire, l'ACV est une **méthode holistique**, qui fournit des impacts environnementaux détaillés sur plusieurs indicateurs. Elle peut être appliquée selon différents cadres, ce qui permet de **répondre à divers types de questions**. Plusieurs types d'ACV sont décrits dans ce document, permettant d'appliquer la méthode dans différents contextes. Cette méthodologie permet d'étudier les impacts environnementaux ou sociaux, de manière descriptive ou prospective. **Les normes internationales** sont également importantes pour la crédibilité de cette méthodologie ainsi que pour la fiabilité et la comparabilité des résultats.

L'importance de la méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux et sociaux s'accroît avec les crises mondiales. La première étape de la réduction des impacts consiste à **prendre conscience de ces impacts** et donc à les mesurer. La réalisation de ce type d'étude devrait être un réflexe lors du développement de produits ou de services afin de **réduire notre impact** et de **permettre aux activités humaines de respecter les limites planétaires**.

Pour aller plus loin :

Découvrez les fiches techniques et lancez-vous dans une ACV !

Si vous pensez avoir besoin de plus de soutien, renseignez-vous sur les [formations ACV de Resilio](#).

Glossaire

Ppm [partie par million] : Unité désignant une fraction et utilisée pour exprimer de très petites quantités.

Potentiel de réchauffement climatique (GWP en anglais) : Indicateur se mesurant en kg CO₂ équivalent. Il correspond aux changements climatiques induits, y compris l'augmentation des températures moyennes mondiales et les changements climatiques régionaux soudains, en raison des émissions dans l'atmosphère de gaz à effet de serre tels que le CO₂, le CH₄ et le N₂O.

Épuisement des ressources abiotiques – non fossile (en anglais abiotic depletion potential, ADPe) : Indicateur se mesurant en kg Sb équivalent. Il correspond à l'impact global lié à la diminution de la disponibilité et à la pénurie potentielle pour les générations futures des réserves totales de ressources minérales et métalliques.

Épuisement des ressources abiotiques – fossile (ADPf) : Indicateur se mesurant en MJ. Il correspond à l'impact global lié à la diminution de la disponibilité et à la pénurie potentielle pour les générations futures des réserves totales de ressources fossiles.

Acidification (AP) : Indicateur se mesurant en mol H⁺ équivalent. Elle correspond aux incidences environnementales régionales sur les modifications de l'acidité du sol dues à l'émission et au dépôt d'acides (et de composés pouvant être convertis en acides) dans l'environnement.

Particules fines (PM) : Indicateur se mesurant en occurrences de maladies. Elle correspond à l'impact sur la santé humaine de l'augmentation des concentrations ambiantes de particules fines, due aux émissions de particules primaires et secondaires (c'est-à-dire les précurseurs, NO_x, SO₂).

Combustibles fossiles : Matières contenant du carbone ou des hydrocarbures formés naturellement par la fossilisation de la matière organique dans une certaine zone de la Terre. Il s'agit principalement du charbon, du pétrole et des gaz naturels.

Gaz à effet de serre : Tout gaz contribuant à l'effet de serre, par absorption du rayonnement infrarouge. Par exemple, le dioxyde de carbone, le méthane, l'eau, etc.

Eutrophisation : La pollution des écosystèmes par l'azote ou le phosphore, qui entraîne une croissance accrue des algues et une réduction de la disponibilité de l'oxygène et/ou des nutriments.



resilio-solutions.com

+41 78 673 77 18

+33 6 84 29 53 30

contact@resilio.tech



Resilio SA - EPFL Innovation Park, Bâtiment C, 1015 Lausanne, Suisse – CHE-256.900.000

Synthèse comparative des différentes méthodes d'analyse de cycle de vie

© 2024 par Resilio sous licence CC BY-NC-ND 4.0.

Pour consulter une copie de cette licence, suivre ce lien <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

