

PRC ECOGES (Année 1)

Evaluation multicritère des trajectoires de réduction des émissions de GES d'une entreprise

CHARBUILLET Carole

27 Juin 2024

1/ Contexte du projet

2/ Verrous

3/ Objectifs

4/ Partenaires

5/ Programme

6/ Premiers résultats

7/ Suite des travaux

- Engagement des Etats sur l'atteinte de la neutralité carbone à différents horizons ; ex. :

Etat	Objectif de neutralité carbone	Objectifs intermédiaires
Allemagne ^[1]	2045	2030 : -65 % par rapport à 1990 ; 2040 : -88 % par rapport à 1990 ;
France ^[2]	2050	2030 : -40% par rapport à 1990
Chine ^[3]	2060	2030 : -65% par rapport à 2005 (objectif sur l'intensité carbone de l'économie)

- Engagement des acteurs économiques sur des trajectoires de décarbonation, au travers de 4 actions

Action de contribution à la neutralité carbone	Définition
Eviter	Les émissions de GES sont <u>réduites par évitement</u> d'une fonction ou d'une activité, sans que celles-ci soient remplacées ou substituées.
Décroître	Les émissions de GES sont <u>réduites par décroissance</u> des quantités de matière ou d'énergie requises pour assurer une fonction ou une activité, sans l'intervention de nouveaux intrants ou procédés.
Remplacer	Les émissions de GES sont <u>réduites par remplacement</u> de la fonction ou de l'activité par une autre moins émettrice de GES.
Compenser	Deux types d'investissement dans des projets de compensation s'offrent à l'entreprise qui souhaite compenser les émissions inévitables de GES : <ul style="list-style-type: none">La <u>séquestration</u> au travers du développement de puits de carbone artificiels, ou du maintien et de la croissance de puits de carbone naturels ;Le <u>remplacement</u> de systèmes émetteurs de GES par des systèmes moins émetteurs, hors de sa chaîne de valeur.

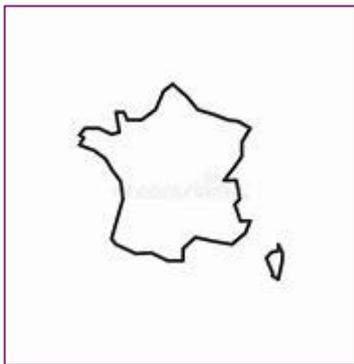
^[1] <https://fr.euronews.com/2021/05/13/zero-carbone-en-2045-l-objectif-ambitieux-de-la-loi-climat-en-allemande>, consultée le 22/09/2021

^[2] <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>, consultée le 22/09/2021

^[3] https://www.lemonde.fr/climat/article/2021/01/05/les-nouvelles-ambitions-climatiques-de-la-chine_6065283_1652612.html, consultée le 22/09/2021

Contexte

Echelles



Trajectoires

2030 : -40% par rapport à 1990

Scénarios



 01 GÉNÉRATION FRUGALE La transition est conduite principalement par la contrainte et par la sobriété. En savoir plus	 02 COOPÉRATIONS TERRITORIALES La société se transforme dans le cadre d'une gouvernance partagée. En savoir plus	 03 TECHNOLOGIES VERTES L'innovation est mise au service de systèmes énergétiques décarbonés. En savoir plus	 04 PARI RÉPARATEUR La société place sa confiance dans la capacité à réparer, les systèmes sociaux et écologiques. En savoir plus
---	---	---	--

<https://www.ademe.fr/les-futurs-en-transition/les-scenarios/>

Contexte

Echelles



Trajectoires

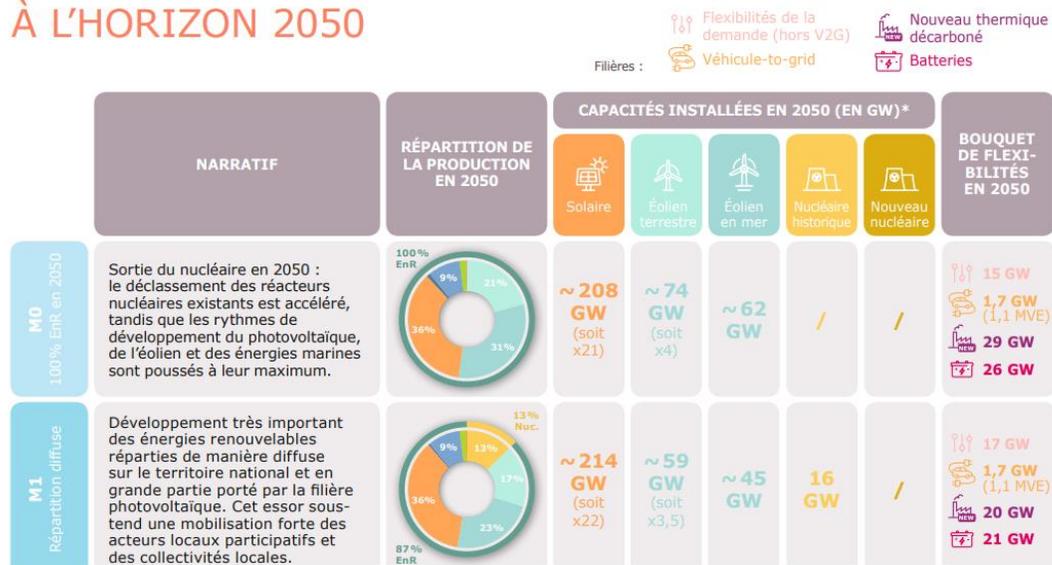
2030 : -40% par rapport à 1990

Scénarios



2050: Neutralité Carbone

LES SCÉNARIOS DE MIX DE PRODUCTION À L'HORIZON 2050



L'industrie automobile doit se transformer et contribuer à l'atteinte de l'objectif de neutralité carbone en 2050

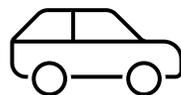
Comment y parvenir ?

	2021	2050	
Usage du parc	VP 467 Gv.km VUL 84 Gv.km	-40% -20%	Usage moins intense du parc automobile et développement des modes bas carbone
Sobriété		VP -300kg VUL -170kg	Moins de ventes de véhicules, plus petits et légers, moins d'équipements
Motorisation du parc			Électrification du parc et production de batteries en France
Diversification des types de véhicules		 	Cycles, micro-voitures, 2 roues électriques, quadricycles, etc
Activités en aval et services	 	 	Recyclage, stations de recharge, location, partage, multimodalité, marché de l'occasion
Emplois			Nb d'emplois stable Evolution des métiers (cycles, électromécanique, location, entretien, réparation)

La transition bas carbone : une opportunité pour l'industrie automobile française ?
The Shift Project – Novembre 2021 – Rapport final

Contexte

Echelles



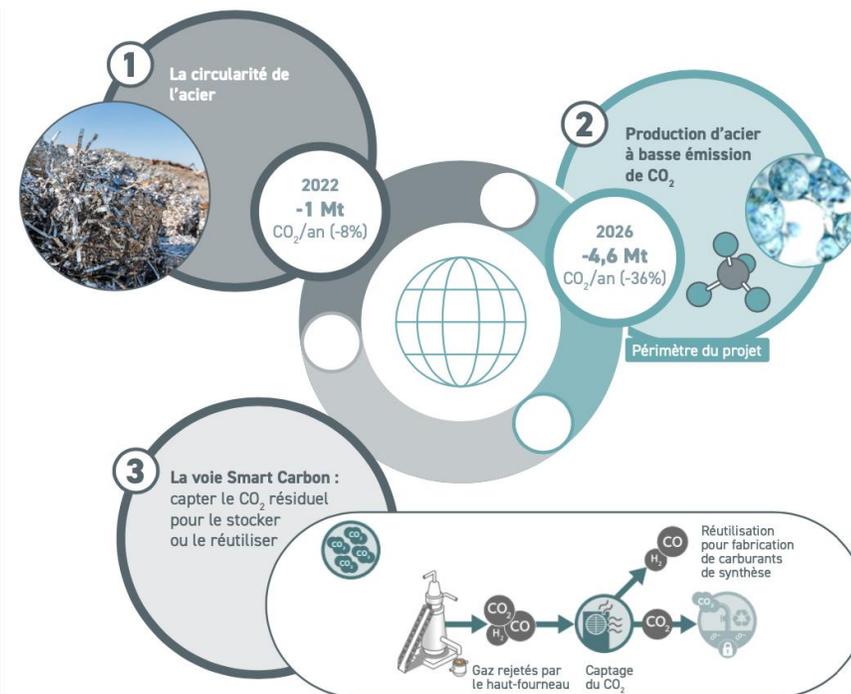
Trajectoires

2030 : -40% par rapport à 1990

2050: Neutralité Carbone

Sidérurgie intégrée une réduction des émissions de 31% entre 2015 et 2030

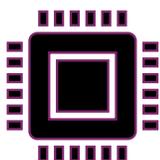
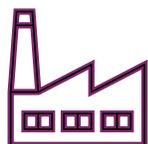
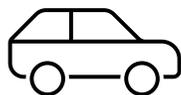
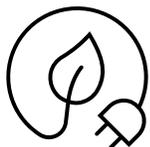
Scénarios



Projet de production d'acier à basse émission de CO₂ sur le site de Dunkerque
[Concertation ArcelorMittal Décarbonation \(concertation-amf-decarbonation.fr\)](http://concertation-amf-decarbonation.fr)

Contexte

Echelles



Trajectoires

2030 : -40% par rapport à 1990

2050: Neutralité Carbone

Sidérurgie intégrée une réduction des émissions de 31% entre 2015 et 2030

Réduire de 20 % d'ici 2026 par rapport à 2021

- « - Concevoir avec moins de matières
- Augmenter la part recyclée des matières premières composant nos produits
- Privilégier les matières premières recyclables en fin de vie »

Scénarios

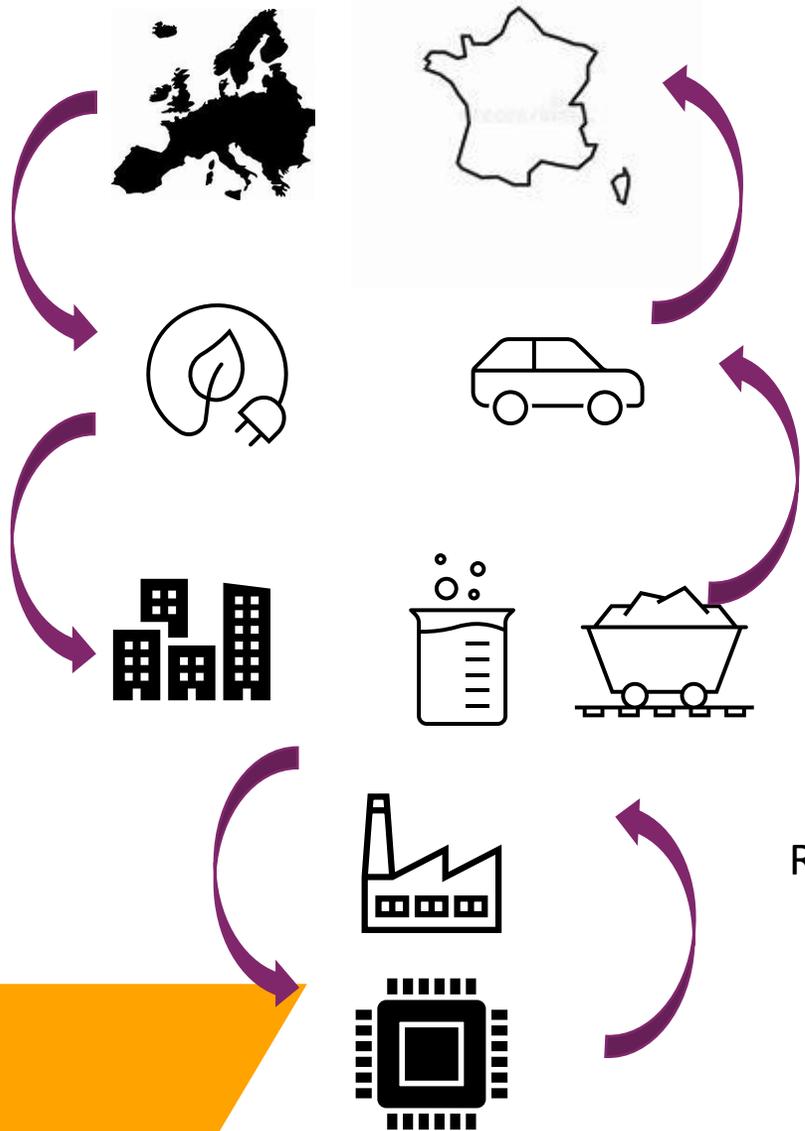


Rapport DPEF Décathlon 2023

- Accompagner les fournisseurs dans la décarbonation
- Réduire les consommations énergétiques de la production

Contexte

Echelles



Trajectoires

2030 : -40% par rapport à 1990

2050: Neutralité Carbone

Sidérurgie intégrée une réduction des émissions de 31% entre 2015 et 2030

Réduire de 20 % d'ici 2026 par rapport à 2021



Scénarios



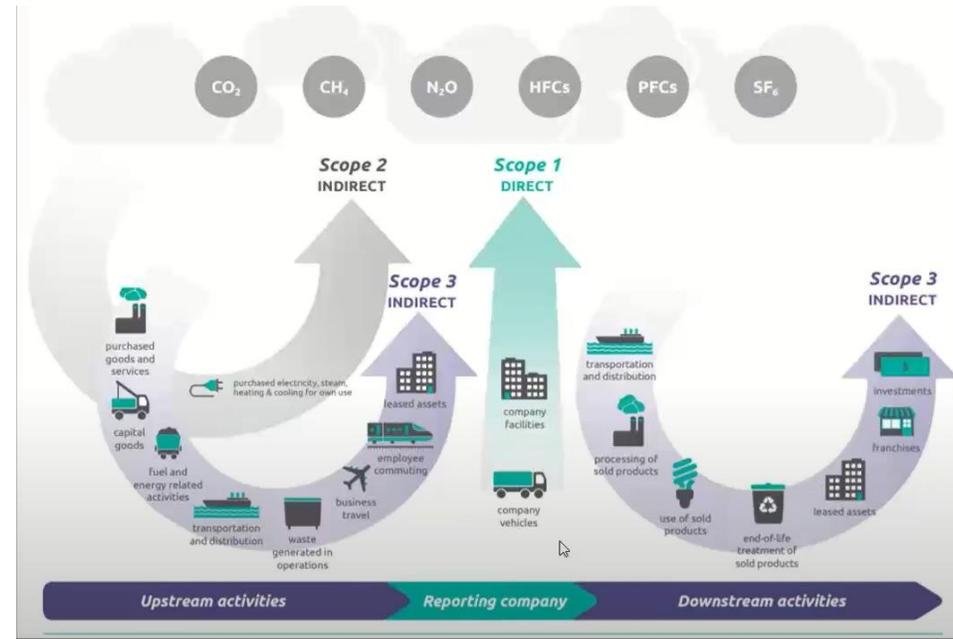
Verrou 1

Définition d'un scénario de décarbonation:

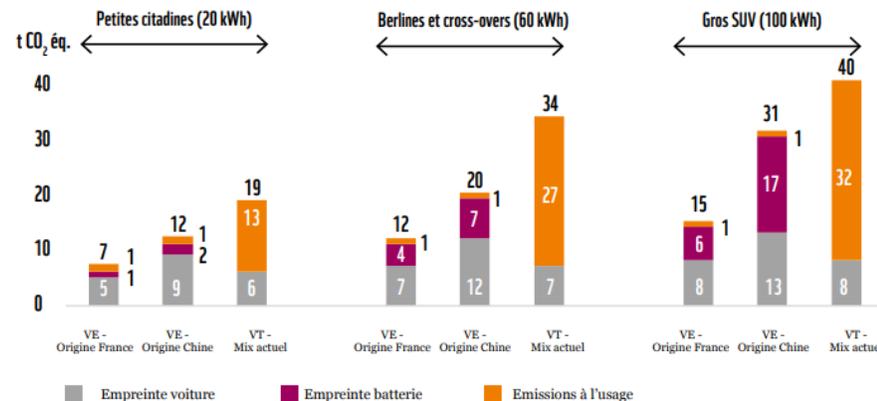
- Il existe plusieurs scénarios « macro » à « micro »
- Comment caractériser un scénario de décarbonation d'une entreprise en fonction de scénarios « macro » ?

Les outils pour évaluer et définir les scénarios

Au niveau de l'entreprise: Empreinte Carbone, Bilan GES, GhG protocol



Au niveau du produit



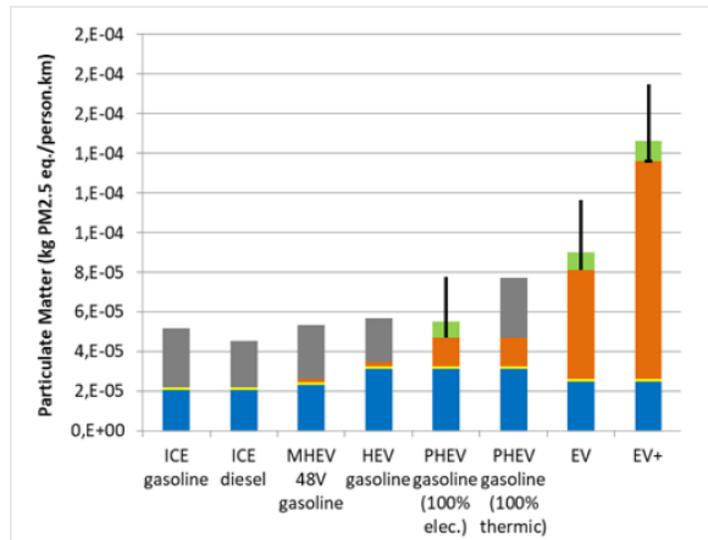
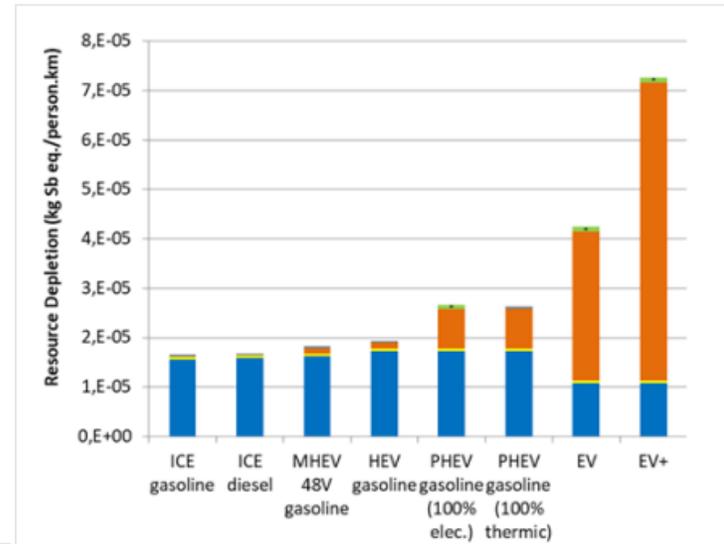
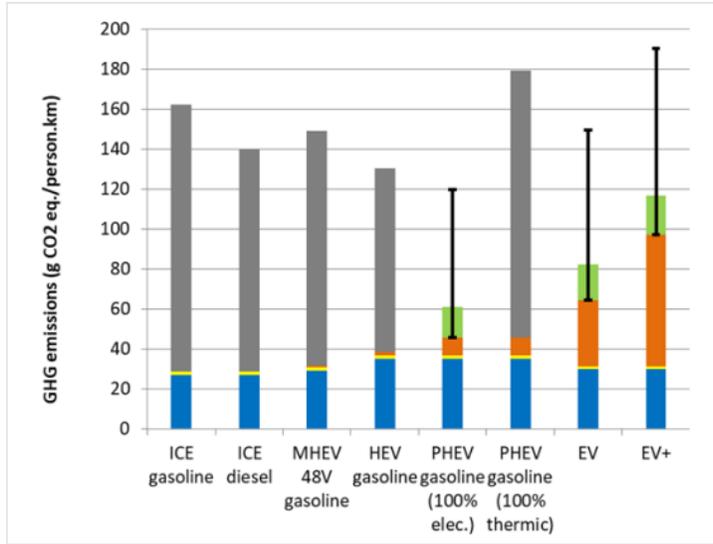
Scope 3

Limite: étude mono-critère

Kilométrage moyen retenu 200 000 km

Les outils pour évaluer et définir les scénarios

Potential impacts of one person transportation over one km for worldwide harmonised light vehicles test procedure (WLTP) cycle for midsize cars, present time, French and European electricity mixes



- Glider's Life Cycle
- Battery's Life Cycle
- Well to Wheel (electricity, FR)

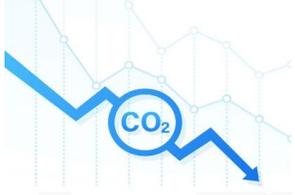
Internal combustion engine - gasoline (ICEg)	ICE-diesel (ICEd)	Mild hybrid electric vehicle (MHEV)	Full hybrid electric vehicle (HEV)	Plug-in hybrid electric vehicle (PHEV)	Battery electric vehicle (EV)	EV with extended capacity (EV+)
--	-------------------	-------------------------------------	------------------------------------	--	-------------------------------	---------------------------------

Anne Bouter, Emmanuel Hache, Cyprien Ternel, Sandra Beauchet. Comparative environmental life cycle assessment of several powertrain types for cars and buses in France for two driving cycles: "worldwide harmonized light vehicle test procedure" cycle and urban cycle. International Journal of Life Cycle Assessment, 2020, 25 (8), pp.1545-1565.



Limite: localisation géographique, lien avec scénario à l'échelle macro

Les outils pour évaluer et définir les scénarios



Objectif: Réduction des émissions CO2

Scénario: Passage des VT au VE



Oui Mais...

↳ Des émissions de CO₂: réduction f(phase de vie)

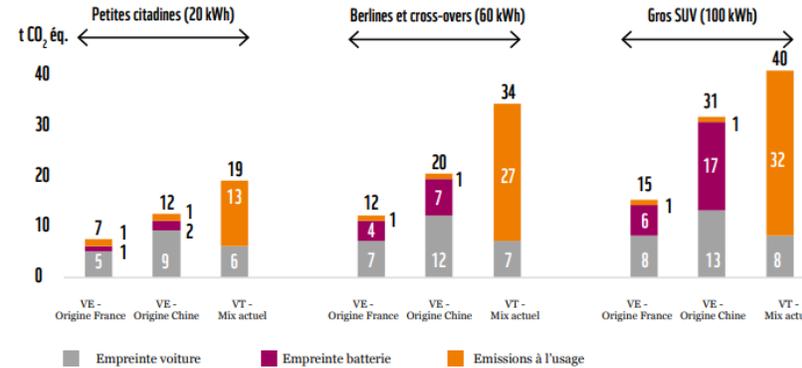
Concurrence d'usage (entre secteurs usager d'énergie et de métaux critiques)
Transfert d'impacts sur les ressources

Nécessité de lier les stratégies entre elles (Mix de scénarios)

Vision multi-impacts?

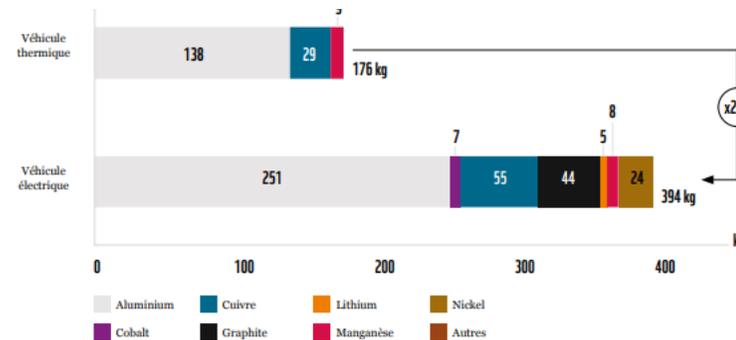
Vision multi-scénario (sobriété)?

Changement d'échelle: limites planétaires?



Kilométrage moyen retenu 200 000 km

(SGPE 2023, traitement EY/WWF France) Métaux critiques-WWF 2023



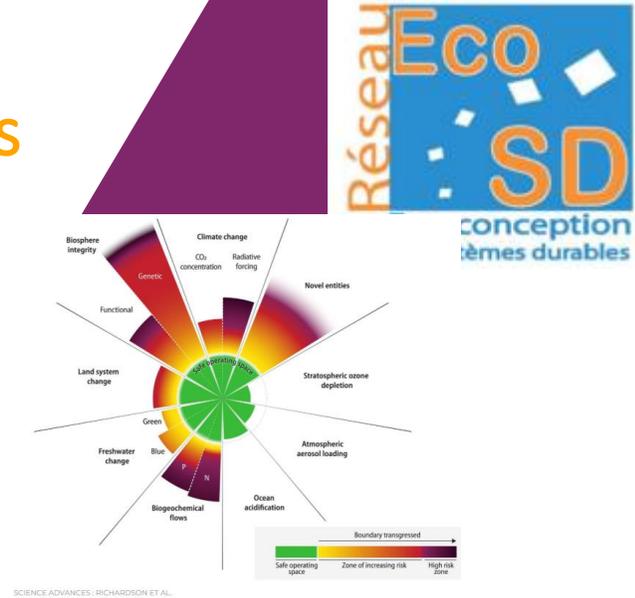
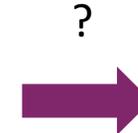
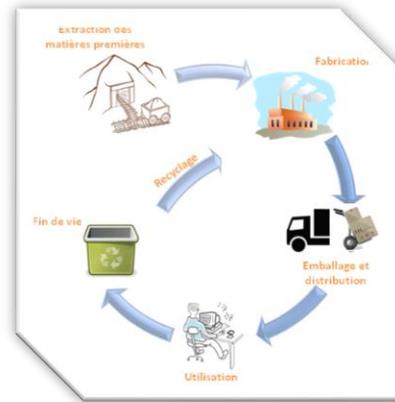
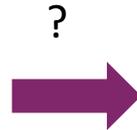
(GREET 2020, IEA 2021, T&E 2021, ADEME 2022, traitement EY/WWF France) Métaux critiques-WWF 2023

Verrou 2

Données ACV non représentatives des scénarios de décarbonation

- Ne permettent pas une évaluation dynamique selon une trajectoire d'évolution
- Incomplètes

Liens entre Stratégie décarbonation et stratégie multicrières



Objectif: Réduction de l'usage d'énergie fossile



Moteurs électrique?

Impact direct sur les ressources (ex: métaux critiques)

The following 34 raw materials are proposed for the CRM list 2023:

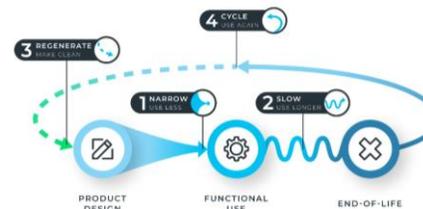
2023 Critical Raw Materials (<i>new CRMs in italics</i>)			
aluminium/bauxite	coking coal	lithium	phosphorus
antimony	<i>feldspar</i>	LREE	scandium
<i>arsenic</i>	fluorspar	magnesium	silicon metal
baryte	gallium	<i>manganese</i>	strontium
beryllium	germanium	natural graphite	tantalum
bismuth	hafnium	niobium	titanium metal
boron/borate	<i>helium</i>	PGM	tungsten
cobalt	HREE	phosphate rock	vanadium
		<i>copper*</i>	<i>nickel*</i>

Impact sur la biodiversité



Stratégie RSE

Quantification par l'ACV+ économie circulaire



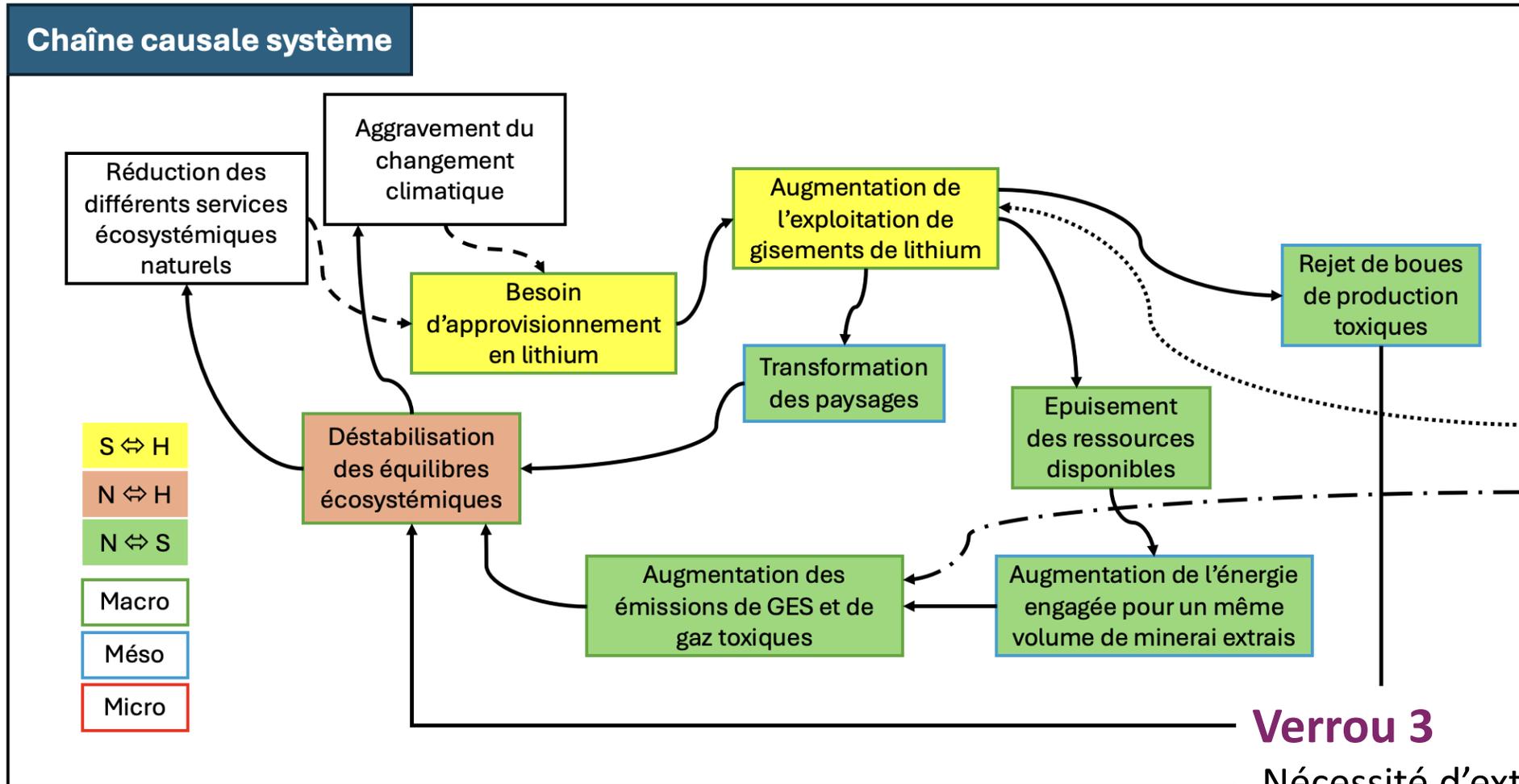
The graphic above depicts the four flows to achieve circular objectives: narrow, slow, regenerate and cycle. The four objectives are based on the work of Boucken et al. (2016)

Verrou 3

Nécessité d'extension des frontières du système

Liens entre Stratégie décarbonation et stratégie multicrières

Modèle HSN- Identifier les chaines causales : exemple du lithium



Verrou 3

Nécessité d'extension des frontières du système

Problématique du projet



Verrous

- **V1** Définition d'un scénario de décarbonation
- **V2** Bases de données ACV non adaptées
- **V3** Nécessité d'extension des frontières du système

Objectif du projet

Développer une méthodologie d'évaluation multicritères d'une trajectoire de décarbonation d'une entreprise

Partenaires

Porteur Industriel



Porteur Universitaire



Partenaires



Stellantis

Arts et Métiers

RTE

IFPEN

AMVALOR

CEA

Sophie Richet

Carole Charbillet- Véronique Perrot-Bernardet- Tatiana Reyes

Guillaume Busato

Julien Garcia

Charlotte Sannier- Geoffrey Chachati

Jean-François Berrée

Ressources: Stage de 6 mois et 6 mois de post-doc

Dates: 2023-2025

Programme

Année 1- Stage

Objectifs

- Définir les scénarios de décarbonation (baseline, scénario 1.5°, ...) (biblio)
- Identifier les principaux contributeurs matériaux : acier, aluminium, plastiques ... et énergies (électricité, carburants, ...)
- Etablir les liens entre les différentes approches

Résultats attendus

- Scénarios de décarbonation multicritères et leurs contributeurs

Année 2- Post-doc

Objectifs

- Construire les modèles multicritères
- Focus sur V2G

Résultats Attendus

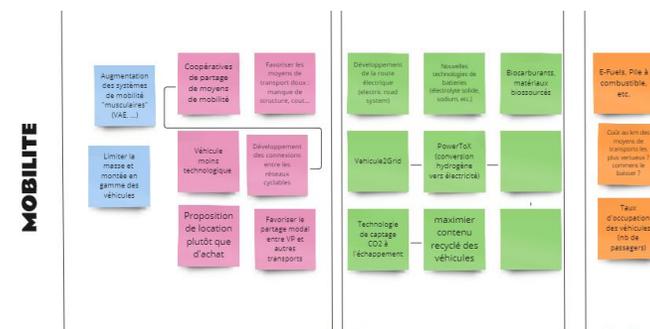
- Guide méthodologique
- Outil simplifié sur excel
- Rapport final



Méthode de travail

Brainstorming sur les attentes et stratégies mises en oeuvre par les participants

Réunion régulière avec le groupe de travail



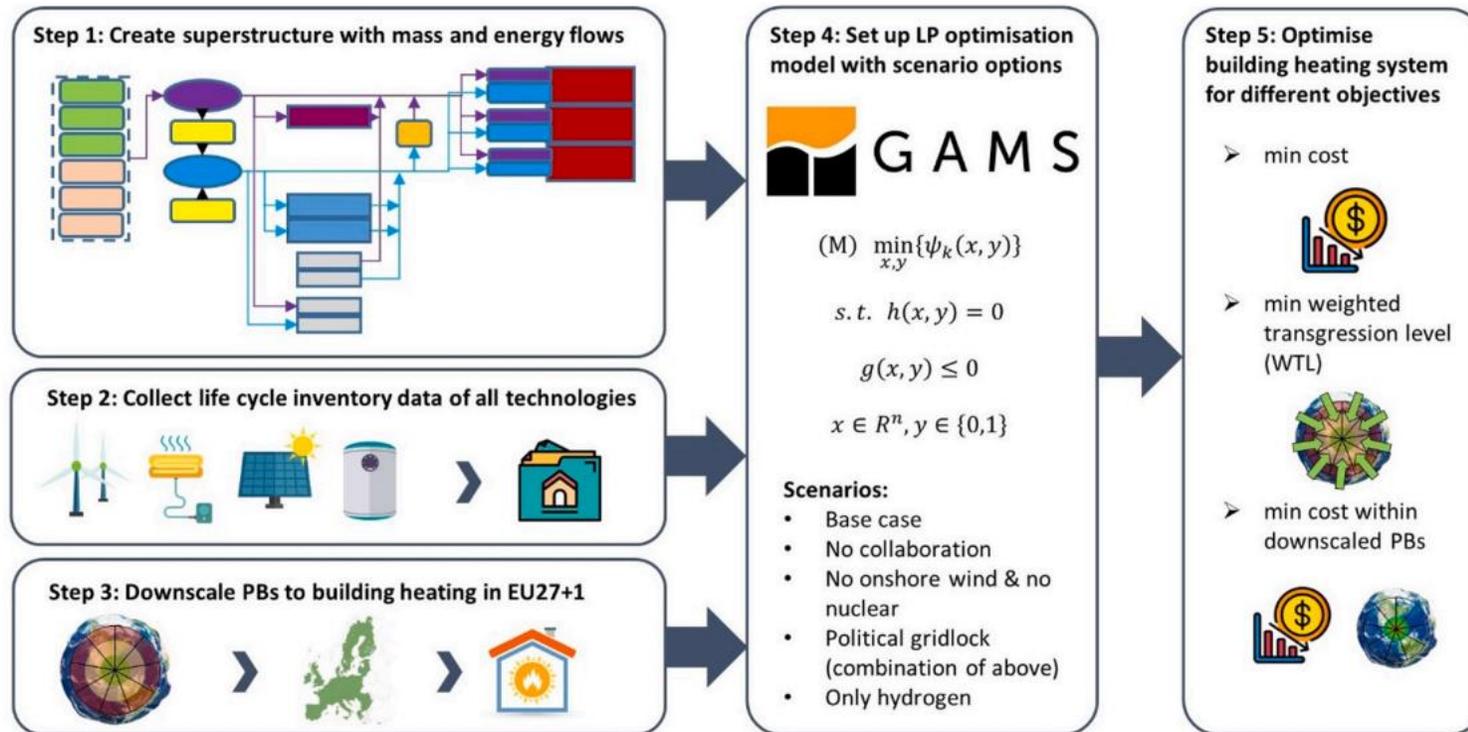
Etat de l'art biblio



Etat de l'art scientifique

Lien entre ACV/Décarbonation/ limites planétaires

- Une dizaine de références sur la mise en évidence de ces liens



Highlights

- Domaine Bâtiment
 - Scénarios thermiques en lien avec les limites planétaires
- Modèle complexe
 - Multi- variables

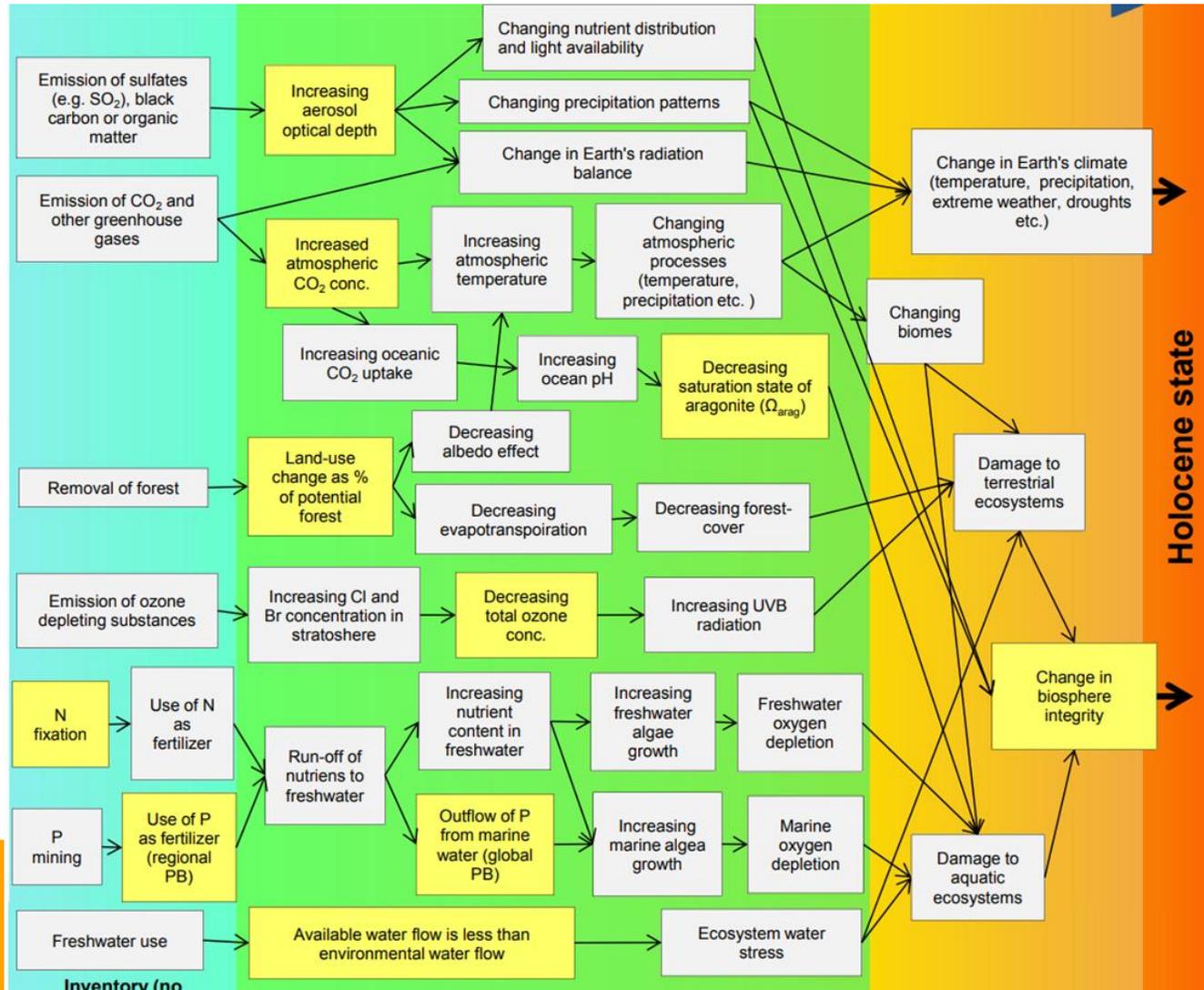
E1: Flux à collecter

Fig. 1. Outline of the methodological approach for the EU27 + 1 building heating assessment according to planetary boundaries. The superstructure is shown in Fig. 2 and is mathematically described by energy and mass balances, technical constraints and costs. The life cycle inventories include infrastructure and operational input elements. The planetary boundaries were downscaled to the population of the EU27 + 1 and the share of today's heating sector emissions compared with those of the global economy. The transgression level of the downscaled boundaries was minimised in the impact-based optimisation. Icon credit: Prettycons, Smashicons, smallikeart.

Etat de l'art scientifique

Lien entre ACV/Décarbonation/ limites planétaires

- Une dizaine de références sur la mise en évidence de ces liens



Highlights

- Lien entre l'ICV et les conséquences

E2: Chaine causale complexe

Challenges in implementing a Planetary Boundaries based Life-Cycle Impact Assessment methodology Morten W. Ryberg a, *, Mikołaj Owsianiak a, Katherine Richardson b, Michael Z. Hauschild 2016

Etat de l'art scientifique

Lien entre ACV/Décarbonation/ limites planétaires

- Une dizaine de références sur la mise en évidence de ces liens

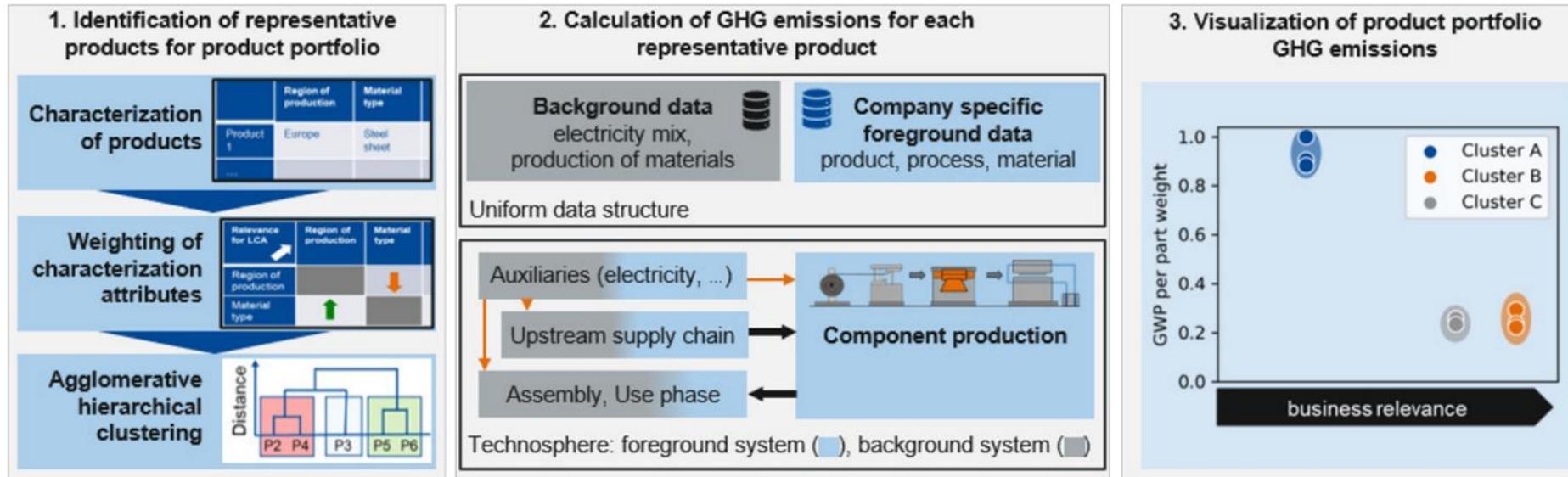


Fig. 1. Method for a structured product portfolio analysis in the automotive supplier industry.

Highlights

- Typologies de produits pour identifier l'impact sur des scénarios de décarbonation

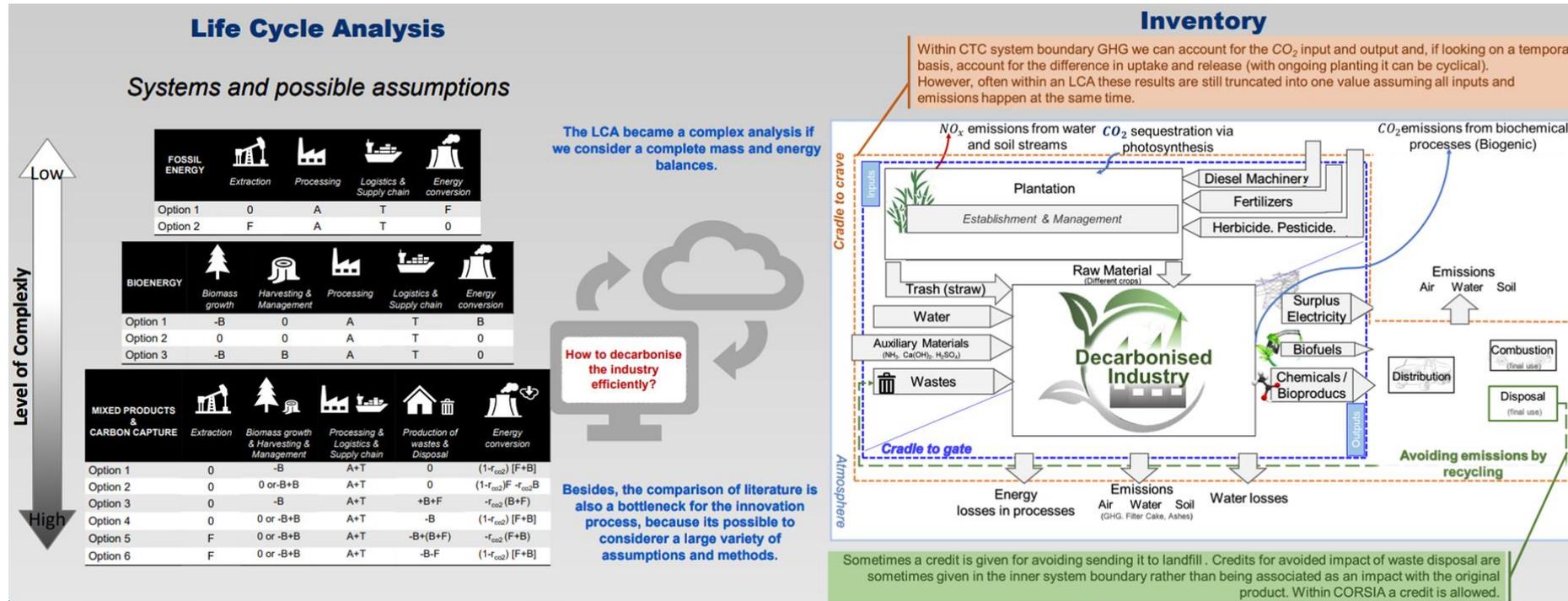
E3: Données à collecter

LCA based analysis of product portfolios - towards decarbonization Julian Grenza,*, Felipe Cerdasb, Christoph Herrmann 2022

Etat de l'art scientifique

Lien entre ACV/Décarbonation/ limites planétaires

- Une dizaine de références sur la mise en évidence de ces liens



Highlights

- Lien entre stratégies de décarbonation et Inventaire pour l'ACV

E4: Evaluation ACV de scénarios de décarbonation

LIFE CYCLE ANALYSIS FRAMEWORK FOR INDUSTRIAL DECARBONISATION Ariane S. S. PINTO , Lewis J. McDonald ,Sam Cooper, Marcelle C. McManus. Department of Mechanical Engineering, University of Bath, UK, 2023

Stage

Développement d'une
méthodologie multicritère d'une
trajectoire de décarbonation d'une
entreprise

Geoffrey Chachati

Objectifs du stage



- Objectif 1 :

- Identifier les conséquences des trajectoires de neutralité Carbone

- Objectif 2 :

- Identification trajectoires développées actuellement dans l'industrie

- Identification de leurs intégrations dans les scénarios type ceux de l'ADEM

- Objectif 3 :

- Création d'un modèle multicritère des trajectoires retenues

- **Etape 1**

- Etat de l'art industriel (par le biais du réseau EcoSD) des scénarios de décarbonation (baseline, scénario 1.5°, ...)
 - Lecture des scénarios de l'ADEME et l'ensemble des rapports trouvés
 - Tri des informations trouvées dans les différents scénarios sur trois aspects (énergie, mobilité, matériaux)
 - Répartition des actions par scénario
 - Proposition d'actions à mettre en place pour réaliser ces objectifs et questionnement de la faisabilité des actions

- **Etape 2**

- Etat de l'art sur les outils d'évaluation des trajectoires
 - Bilan des avantages et inconvénients
- finir les attentes de l'outils
- Définir les chaines causales évaluées dans ces outils
- Proposition d'un cahier des charges pour la méthodologie

Etape 1: Etat de l'art industriel des scénarios de décarbonation



Documents

Analyse selon le domaine de la mobilité, de l'énergie, des matériaux

- Scénario de l'ADEME
- Le scénario Baseline
- Recherche internet
- Rapport du GiEC
- Rapport RTE

Synthèse Mobilité



	Scénario 1	SC 2	Sc 3	Sc 4	Baseline
Mobilité	<ul style="list-style-type: none"> -Baisse du nb de Km – 26% -Favoriser la marche et le vélo -Voiture thermique presque inexistante. -Voiture plus légère, moins de marge sur les véhicules (compenser les pertes ?) -Plus de covoiturages -Ville de proximité, donc plus besoin de la voiture dans son quotidien -Diviser par 2 le nb de véhicule d'ici 2050 	<ul style="list-style-type: none"> -baisse de la distance parcourue Ville du 1/4 -baisse de 8% -plus de trains, mobilité douce, vélo cargo, covoiturage Les bio carburants Dev transport collectif 	<ul style="list-style-type: none"> Hausse de 23 % des km parcourus pour les personnes. Miser sur l'électrification des véhicules. VP : électrique, biogaz, hydrogène et biocarburant. Mise sur l'électrique, l'hydrogène Les bio carburants KM augmente 	<ul style="list-style-type: none"> U=Augmentation du nombre de km +39% Voiture autonome Mise sur l'électrique, l'hydrogène KM augmente 	<ul style="list-style-type: none"> Mise sur l'électrique, l'hydrogène Les bio carburants KM augmente Dev transport collectif

Synthèse Energie

	Scénario 1	SC 2	Sc 3	Sc 4	Baseline
Energie	<ul style="list-style-type: none"> -Moins de demande en énergie -Pétrole uniquement pour l'avion et les transports de marchandises -ENR pour la production électrique. -Hydrogène pour remplacer le gaz 	<ul style="list-style-type: none"> -Planification publique pour une industrie bas carbone -Hydrogène pour les transports -Biomasse et électricité décarbonées -Fossile pour l'aviation 	<ul style="list-style-type: none"> -Plus de biomasse -On contourne le Pb -Plus de consommation d'énergie -Augmentation de la conso ressource naturelle -Construction de nouvelles centrales nucléaires. -Déchet plastique pour le recyclage chimique -On se repose beaucoup sur l'hydrogène pour les usages industriels -Pompe à chaleur -Mise sur la techno 	<ul style="list-style-type: none"> -Consommation intensive des ressources carbonés -Toujours plus de techno -Biomasse, forêt bio carburant -Pas d'hydrogène -Plus ENR et EPR -Tous électrique à la hauteur de 70 % -Mise sur la techno 	<ul style="list-style-type: none"> -Tout électrique à la hauteur de 70 % -Pompe à chaleur -La biomasse couvre les 30 % d'énergie -Fossile pour l'aviation -Mise sur la techno

Synthèse Matériaux

	Scénario 1	SC 2	Sc 3	Sc 4	
Matériaux	-Produits plus durables -Moins d'électronique et connecté	Tout miser sur l'électrique Recyclage	-Sécurisation des matériaux -Recyclage au point ?	-Recyclage au point ? -Comment on continue dans ce scénario ?	

Classification

Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
<p>Energie physique L'utilisation de la voiture est très limité</p>	<p>-Energie physique (la marche, vélo cargo etc.) -Grande distance (trains) Moyenne distance (covoiturage) -Très longue distance avions pour les marchandises Pas d'hydrogène pour les véhicules -Hydrogène pour l'énergie des machines et pour le transport de marchandises -Véhicule particulier non connectés</p>	<p>-Voiture électrique, - Voiture hydrogène Intégration des biocarburants -Véhicule plus connecté pour plus d'efficience Création de nouveaux procédés industriels avec intégration de l'hydrogène. Recours à la biomasse pour couvrir les besoins croissant de l'industrie. -Utilisation des biocarburants pour l'aviation et les bateaux.</p>	<p>-Véhicule autonome. Intégration de plus de technologie dans les véhicules et procédés de fabrication. On utilise toutes les ressources possibles pour couvrir les besoins.</p>

Etape 2: Etat de l'art des outils

- Etats des lieux des outils décarbonation
- Etats des lieux des outils multicritères
- Bilan des outils retenus

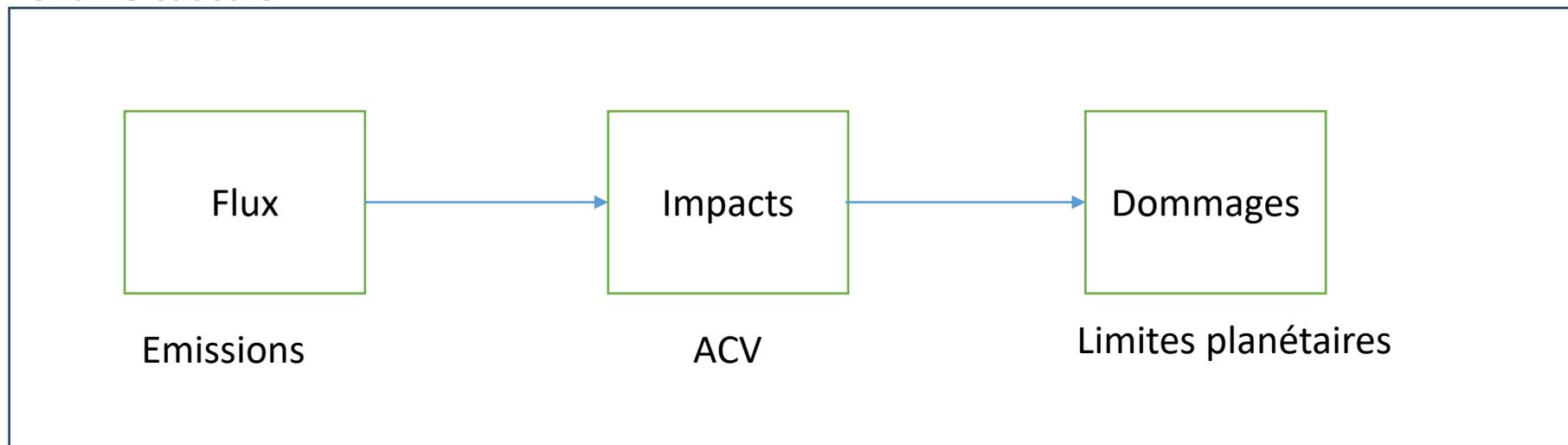


Etats des lieux des outils

Méthodologie d'analyse

- Identification des outils selon certains critères
- Analyse des outils retenus selon la chaîne causale

Chaîne causale



Outil de référence: ACV

Objectif	Explication	conséquences
Identification des Points de Dépassement	<ul style="list-style-type: none">- Quantifie les impacts environnementaux à chaque étape du cycle de vie d'un produit ou service.- Identifie les processus les plus polluants.	<ul style="list-style-type: none">- Définit les seuils critiques pour différents processus, tels que le changement climatique, la perte de biodiversité, les cycles biogéochimiques, l'acidification des océans, etc.
Évaluation des Matériaux et des Procédés	<ul style="list-style-type: none">- Évalue les impacts environnementaux des matériaux et procédés tout au long du cycle de vie.- Aide à choisir les matériaux et procédés moins impactant.	<ul style="list-style-type: none">- Quantifie les émissions de CO₂, l'acidification, l'eutrophisation, la consommation d'eau, la toxicité humaine et écologique.- Fournit des données pour améliorer la gestion des ressources.
Impacts Environnementaux et Gestion des Ressources	<ul style="list-style-type: none">- Quantifie les émissions de CO₂, l'acidification, l'eutrophisation, la consommation d'eau, la toxicité humaine et écologique.- Fournit des données pour améliorer la gestion des ressources.	<ul style="list-style-type: none">- Aligne les stratégies de gestion des ressources sur les limites planétaires pour contribuer à la durabilité globale, par exemple en réduisant les émissions de CO₂ ou en optimisant l'utilisation de l'eau

Critères de sélection

Critères RSE de Stellantis :

- Réductions des émissions de GES
- Empreinte carbone de la chaîne d'approvisionnement
- Prévention et gestion des déchets
- Utilisation durable des ressources

Typologie outil

Etats des lieux des outils



Nom	Critères	Nom	Critères
Modèles de système énergétique (TIMES)	Technologiques	Systèmes d'aide à la décision (DSS)	Économiques
	Économiques		Environnementaux
	Environnementaux	Outils de gestion des risques climatiques	Identification des Sources d'Émissions
	Demande Énergétique		Quantification des Émissions
	Sécurité Énergétique		Mesures de Réduction
	Sociaux		Suivi et Reporting
Politiques et Réglementaires	Conformité et Réglementation		
Modèles de système énergétique (LEAP)	Technologiques	Systèmes d'information géographique (SIG)	Engagement des Parties Prenantes
	Économiques		Environnementaux
	Environnementaux		Sécurité
	Demande Énergétique		Transport
	Sécurité Énergétique		Technique
	Sociaux		
Politiques et Réglementaires			
Calculatrices d'empreinte carbone	Transport	Outils d'analyse des politiques	Economique
	Logement		Environnementaux
	Alimentation		
	Consommation générale		
Outils d'analyse de scénarios	Activités Diverses		
	Economique		
	Environnementaux		
	Sociaux		
	Tecnologique		
	Politiques		
Consommateurs			

Etats des lieux des méthodes



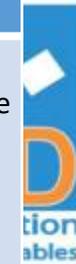
Nom	Critères
Modèles d'évaluation intégrée IAMS	Environnementaux Économiques Sociaux Technologiques Politiques Utilisation des Terres Risques et Incertitudes
ACV	Extraction des Matières Premières Production Transport Utilisation Fin de Vie Catégorie d'impact
Analyse coût-bénéfice (ACB)	Environnementaux (qualité de l'air, GES, l'eau) Déchet Economie d'énergie Résilience climatique

Etats des lieux des outils: outils retenus

Nom	Critères
Modèles d'évaluation intégrée IAMS	Émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) Concentration Atmosphérique de GES Température Globale Impacts Climatiques
MSE TIMES	Émissions de CO ₂ et Autres Polluants Utilisation des Ressources Naturelles Impacts sur la Biodiversité (espèces et écosystèmes) Gestion des Déchets
MSE LEAP	Émissions de CO ₂ et Autres Polluants Utilisation des Ressources Naturelles Impacts sur la Biodiversité (espèces et écosystèmes) Gestion des Déchets Émissions de GES
Critères Analyse Scénarios	Utilisation des Ressources Dégradation de l'Environnement Changement Climatique Gestion des Déchets Impact Carbone
Système aide décision	Utilisation des Ressources Gestion des Déchets Pollution Durabilité



Bilan des outils retenus - Périmètre



Outils et méthodes	Flux sources matières	Impacts	Dommmages
ACV IAMs TMES LEAP Critères Analyse Scénarios Système aide décision	Emission CO2 Émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) Émissions de CO ₂ et Autres Polluants (type Méthane) Émissions de CO ₂ et Autres Polluants (type Méthane)	Changement climatique Destruction l'ozone troposphérique	Changement climatique, impacts sur la santé, biodiversité, augmentation de la température, maladie moustique Changement climatique, impacts sur la santé Réchauffement climatique, asphyxies toxicité de l'air
Critères Analyse Scénarios Système aide décision	Ressources (consommation de la quantité de ressources disponibles)	Utilisation des énergies fossiles Epuisement des ressources Agriculture intensive	Pollution de l'eau Sols moins productifs, moins absorbant, baisse rendement, qualité de l'eau potable qui baisse Impact sur la santé des êtres vivants Limite la quantité de ressources disponible
TMES LEAP Critères Analyse Scénarios Système aide décision	Utilisation durable des ressources Ressources Naturelles	Pratique agricole durable, meilleures gestions des forêts, meilleures utilisations de l'eau Transition vers des énergies dite renouvelables Meilleures préservations des habitats naturels, restaurer ou ne pas dégrader les écosystèmes Plus de recyclage, de réemploi et déduction des ressources primaires utilisées Meilleures gestions de l'eau potable	Préservation des sols et forêts Réduction de GES, et atténuation du changement climatique Sauvegarde de la biodiversité, sauvegarde des espèces Moins de déchets primaires, conserver les espaces verts Moins de déchets, plus d'eau potable pour les écosystèmes et pour et pour les populations
TMES LEAP Critères Analyse Scénarios Système aide décision	Gestion des Déchets	Gestion des déchets, moins de pollution dans les sols, l'eau et l'air Favoriser la réutilisation et le recyclage Utilisation des déchets comme sources d'énergie	Réduction des risques sanitaires Moins de dépendance aux énergies fossiles, plus d'énergie renouvelable Moins d'épuisement des ressources naturelles, préservation des espèce et écosystèmes, Baisse des maladies liées aux déchets

Lien entre ACV et limites planétaires

Limites planétaires	Explication	Dommages sur la biodiversité
Perte de Biodiversité	Taux d'extinction des espèces et dégradation des écosystèmes	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution de la diversité génétique, réduisant l'adaptabilité des populations. - Dégradation des habitats naturels, diminuant la capacité des écosystèmes à soutenir la vie.
Changement d'Utilisation des Sols	Conversion des terres naturelles en terres agricoles, urbaines ou industrielles	<ul style="list-style-type: none"> - Destruction des habitats, réduction du nombre de populations des espèces. - Limitations des mouvements des espèces, affectant leur reproduction et survie.
Cycles Biogéochimiques (Azote et Phosphore)	Excès de nutriments provenant des engrais agricoles, entraînant l'eutrophisation des plans d'eau	<ul style="list-style-type: none"> - Prolifération excessive d'algues, consommant l'oxygène et créant des zones mortes. - Perturbation des équilibres naturels, affectant la biodiversité aquatique.
Changement Climatique	Réchauffement climatique modifiant les habitats naturels et les cycles de vie des espèces	<ul style="list-style-type: none"> - Espèces incapables de s'adapter ou de migrer risquent l'extinction. -Écosystèmes polaires et récifs coralliens particulièrement vulnérables, menaçant des milliers d'espèces.
Acidification des Océans	Absorption de CO ₂ par les océans, diminuant le pH et affectant les organismes marins	<ul style="list-style-type: none"> - Compromet la formation des coquilles et squelettes des organismes marins. - Menace des récifs coralliens, habitat diversité de vie marine.
Actions		
Gestion de la Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> - Soutien aux écosystèmes durables. -Atténuation du changement climatique. - Amélioration de la sécurité alimentaire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts de conservation élevée -Répartition de l'utilisation des ressources naturelles (terres, océans, MP) -Gestion environnementale entre les pays

Lien entre ACV et limites planétaires



Objectif	Corrélation limites planétaires	Risques
Identification des Points de Dépassement	<ul style="list-style-type: none"> -CC : on va identifier le CO2 émis et comparaison avec ce que la terre peut absorber -Biodiversité : analyser et identifier les étapes de Cycle de vie qui détruisent les habitats et qui ont le plus d'impacts sur le éco-systèmes -Océan : identification des étapes qui ont le plus d'impacts. Comment les espèces marines sont-elles impactées? 	<ul style="list-style-type: none"> -Climat : Plus de CO2, plus de monté des eaux, plus de catastrophes naturelles -Biodiversité : disparition des espèces due à la destruction des habitats -Océan : acidification des océans est un grand risque pour les espèces, les coraux avec certaines espèces en voie d'extinction. -Géopolitique : risque de conflit pour l'accès aux ressources -Economique : Augmentation des coûts lié aux catastrophes -Social : baisse de la santé
Évaluation des Matériaux et des Procédés	<ul style="list-style-type: none"> -CC : même chose - Biodiversité: identification des matériaux toxiques pour les espèces -Eau : identification de la quantité d'eau est nécessaires pour chaque matériau. Vérification de l'impact sur les Océan. 	<ul style="list-style-type: none"> -Climat : risque de trop émissions de CO2 dans l'atmosphère. -Eau : risque de pénurie d'eau potable lié à l'utilisation intensive de cette dernière (exemple le lithium) -Géopolitique : dépendance aux autres pays → importation augmentation de l'empreinte carbone. -Economique : augmentation du prix des matériaux renouvelable du à la demande excessive et au politique menés.
Impacts Environnementaux et Gestion des Ressources	<ul style="list-style-type: none"> -CC : même chose. -Océan : identification des quantités qui vont acidifié les océans et identifier leurs impacts. -Eau : identification des sources de consommation d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> -Climat : Même chose que les matériaux -Eau : l'acidification détruit les espèces, les coraux et menace les espèces. Risque de pénurie -Attention aux risques de surexploitation -Géopolitique : risque de conflit pour l'accès aux ressources -Economique : Augmentation des coûts liés aux catastrophes

ACV prospective

Nom	Explication	Conséquences
Acier	L'industrie est l'une des plus émettrices en CO2	Plus on en utilise plus on va émettre de CO2
Acier recyclé	Hydrogène vert, permet de ne pas avoir de CO2 en phase finale	Besoin de plus d'énergie verte, ou sinon charbon car le nombre de centrales nucléaires n'est pas suffisant
Techno utilisé bas carbone	Captage de CO2 Electrification des procédés Pour la biomasse, même problème d'approvisionnement.	Risque d'avoir de l'hydrogène gris. Pose des questions sur la nécessité de l'hydrogène si nous n'avons pas de procédés verts. Pose la question sur les matériaux, ainsi que l'extraction de MP, donc destruction de la biodiversité.

Prochaines étapes

Ressources

Stage

- Définir les attentes de l'outil
- Proposition d'un cahier des charges pour la méthodologie

Post-doc

- Rédaction d'un guide méthodologique
- Développement d'un tableur excel

6	1 Contribution RSE	0%
7	2 Contribution à l'économie circulaire	0%
8	4 Modes de production, de consommation durables	0%
9	5 Ressources	0%
10	6 Indicateurs environnementaux	0%
11		

