



Dec.
2019

MODELISATION ET EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE PRODUITS DE CONSOMMATION ET BIENS D'ÉQUIPEMENT

SYNTHESE

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie



REMERCIEMENTS

Le comité de pilotage de l'étude est composé des personnes suivantes :

Gilles Aymoz, ADEME, service Bâtiment
Fabienne Benech, ADEME, service Produits et Efficacité Matières
Nicolas Doré - ADEME, service Bâtiment
Erwann Fangeat - ADEME, service Produits et Efficacité Matière
Laurent Gagnepain - ADEME, service Mobilité et Transport
Pierre Galio - ADEME, service Consommation et Prévention
Raphaël Guastavi - ADEME, service mobilisation et valorisation des déchets
Agnès Jalier - ADEME, service Consommation et Prévention
Thérèse Kreitz - ADEME, Service Bâtiment
Anne Lefranc - ADEME, Service Bâtiment
Johan Lhotellier - RDC Environment
Olivier Réthoré - ADEME, service Produits et Efficacité Matières

CITATION DE CE RAPPORT

ADEME. J.Lhotellier RDC Environment. Décembre 2019. Modélisation et évaluation environnementale de produits de consommation et biens d'équipement – Synthèse. 46 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 18MAR001537

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : RDC Environment

Coordination technique - ADEME :

Pierre GALIO, Service Consommation et Prévention
Agnès Jalier-Durand, Service Consommation et Prévention
Direction Economie Circulaire & Déchets



SOMMAIRE

Résumé.....	4
Abstract	4
1. Contexte et objectifs de l'étude	5
1.1. <i>Contexte</i>	5
1.2. <i>Objectifs</i>	5
PARTIE 1 : Évaluation environnementale de nouveaux produits.....	7
2. Nouveaux équipements évalués (Partie 1)	8
2.1. <i>Produits couverts dans la partie 1</i>	8
2.2. <i>Indicateurs environnementaux</i>	9
2.3. <i>Données clés</i>	9
2.4. <i>Résultats relatifs aux nouveaux équipements</i>	15
PARTIE 2 : Évaluation environnementale de l'allongement de la durée d'usage et du geste de tri des biens d'équipements	18
3. Analyse sur l'allongement de la durée d'usage d'un équipement	19
3.1. <i>Terminologie</i>	20
3.2. <i>Scénarios étudiés</i>	20
3.3. <i>Périmètre d'analyse</i>	21
3.4. <i>Consommations énergétiques du produit réparé et du produit neuf de remplacement</i>	22
3.5. <i>Panne la plus fréquente</i>	22
3.6. <i>Résultats relatifs à l'allongement de la durée d'usage (objectif 2)</i>	24
3.6.1. Scénario 1 : Allongement de la durée d'usage totale	24
3.6.1. Scénario 2 : Allongement de la durée d'usage survenant à différents âges de l'équipement pour atteindre la durée d'usage totale.	25
4. Analyse sur le geste de tri (Partie 2)	30
4.1. <i>Produits couverts par l'analyse</i>	30
4.2. <i>Résultats relatifs au geste de tri (objectif 2)</i>	31
4.2.1. Résultats pour huit équipements.....	31
4.2.2. Résultats détaillés pour les télévisions.....	33
4.2.3. Résultats détaillés pour le réfrigérateur.....	35
5. Limites de l'étude	39
6. Conclusions.....	42
Sigles et acronymes.....	45



Résumé

En 2016, sur base du constat que le poids carbone des biens « durables » et « semi-durables » est peu connu ou manque de cohérence, l'ADEME a lancé une étude portant sur la modélisation et l'évaluation du poids carbone de produits de consommation et de biens d'équipement (indicateur GWP de l'IPCC). Le but était de fournir une évaluation des biens d'équipements avec une méthodologie reconnue (l'analyse de cycle de vie) et cohérente.

En 2017, l'analyse est étendue aux 14 indicateurs d'impacts présents dans la Base IMPACTS® ainsi que deux indicateurs spécifiques à la problématique des ressources : le sac à dos écologique (ressources déplacées et consommées pour la fabrication d'un produit) et la consommation d'énergie cumulée (CED).

Cette étude vise à poursuivre l'évaluation environnementale de produits de consommation (14 catégories de produits s'ajoutent aux 45 catégories déjà évaluées). Parallèlement, des simulations d'augmentation de la durée d'usage ainsi que sur l'influence du bon geste de tri pour une vingtaine de catégories de produits ont été réalisées afin de porter des messages de sensibilisation du grand public à la réduction des impacts environnementaux des biens qu'il possède tout au long de son cycle de vie.

Abstract

In 2016, based on the observation that the carbon weight of long life goods (opposed to food consumer goods that have a very limited lifespan) is little known or inconsistent, ADEME launched a study in 2016 on the modelling and assessment of the carbon weight of consumer and capital goods (IPCC GWP indicator). The aim was to provide an assessment of capital goods with a recognized (life cycle analysis) and consistent methodology.

In 2017, the analysis is extended to the 14 impact indicators in the IMPACTS® database as well as two indicators specific to the issue of resources: the ecological backpack (resources displaced and consumed in the manufacture of a product) and cumulative energy consumption (CED).

This study aims to continue the environmental assessment of consumer products (14 product categories are added to the 45 categories already assessed). At the same time, simulations of the increase in service life and the influence of the right sorting action for some 20 product categories were carried out in order to convey messages to the general public about reducing the environmental impacts of the goods they own throughout their life cycle.

1. Contexte et objectifs de l'étude

1.1. Contexte

En 2016, sur base du constat que le poids carbone des biens « durables » et « semi-durables » est peu connu ou manque de cohérence, l'ADEME a lancé une étude portant sur la modélisation et l'évaluation du poids carbone de produits de consommation et de biens d'équipement (indicateur GWP de l'IPCC). Le but était de fournir une évaluation des biens d'équipements avec une méthodologie reconnue (l'analyse de cycle de vie) et cohérente.

Le choix des catégories de produits reposait sur des fonctions clairement identifiées dans le mode de vie des ménages :

- « Je m'habille et je me chausse » : vêtements, chaussures ;
- « J'équipe ma maison » : ameublement, électro-ménager ;
- « Je communique » : équipements de transfert ou de lecture de données (textes, audio, image, vidéo) tels que téléphones, ordinateurs, téléviseurs...

Cette étude a été réalisée en deux parties, la première visait une évaluation mono-indicateur et la seconde l'extension aux indicateurs ILCD utilisés dans la Base IMPACTS® ainsi que trois indicateurs spécifiques à la problématique des ressources : la SuperBOM, le MIPS et la consommation d'énergie cumulée (CED). Plus d'une centaine de produits ont été évalués à travers la classification suivante :

- Les appareils électriques à forte composante électronique,
- Les appareils électriques à faible composante électronique,
- Les textiles, habillement et chaussures,
- Les meubles,
- Les équipements de sport.

Ce projet a également conduit à la création de projets de référentiels sectoriels ADEME lorsque la catégorie de produits n'était pas couverte.

Les livrables de cette étude de base ont servi à l'ADEME à :

- Sensibiliser le grand public à l'impact environnementale des biens et objets qui l'entourent par la connaissance de leur « empreinte » sur l'ensemble du cycle de vie ;
- Sensibiliser le grand public aux impacts environnementaux de la course au surdimensionnement et au suréquipement ;
- Enrichir la Base Carbone® de l'ADEME afin que les bilans GES de ces produits puissent intégrer le poste « équipements/consommation de biens » de bilans GES tel que ceux réalisés avec la méthode « Bilan Carbone territoire & compétence » ;
- Enrichir la Base IMPACTS® de l'ADEME et le logiciel Bilan Produit® associé.

Les résultats de ces travaux ont été mis en ligne et ont donné lieu à une communication en 2018¹.

L'ADEME a souhaité poursuivre ces travaux, objet de ce rapport. De nouveaux équipements ont été modélisés et une évaluation de l'impact environnemental de l'allongement de leur durée d'usage et de l'influence du geste de tri a été réalisée pour un certain nombre d'équipements et biens de consommation.

1.2. Objectifs

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- **Objectif 1 :** Etendre l'évaluation environnementale à de nouvelles catégories de produits par rapport à la précédente étude
 - Fournir des modélisations types sur l'ensemble de leur cycle de vie d'un certain nombre de biens d'équipements utilisés au quotidien par les ménages ;
 - Fournir des indicateurs de flux et d'impacts potentiels, spécifiquement sur les volets carbone et matières, sur le cycle de vie, pour un certain nombre de ces biens d'équipements ;
 - Enrichir la Base Carbone® et la Base IMPACTS® de l'ADEME ;
- **Objectif 2 :** Réaliser des évaluations environnementales multi-impacts portant sur des simulations d'augmentation de la durée d'usage ainsi que sur l'influence du bon geste de tri pour une vingtaine de catégories de produits.

¹ <https://www.ademe.fr/modelisation-evaluation-impacts-environnementaux-produits-consommation-biens-dequipement> ;

<https://presse.ademe.fr/wp-content/uploads/2018/09/DP-Face-cache%CC%81e-des-biens-de%CC%81quipement-Septembre-2018.pdf>



Ces travaux visent à alimenter un certain nombre de travaux menés par l'ADEME, on peut citer les buts suivants :

- Sensibiliser le grand public aux impacts environnementaux des biens et objets qui l'entourent et aux moyens à sa disposition pour limiter ces impacts (allongement de la durée d'usage et adoption du bon geste de tri)
- Alimenter les travaux menés dans le cadre du projet de loi relatif à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire dont la promulgation est prévue pour début 2020 ;
- Alimenter différents services de l'ADEME en données environnementales sur de nouvelles catégories de produits, faisant l'objet d'achats compulsifs ou peu documentées jusqu'à aujourd'hui.

PARTIE 1 : Évaluation environnementale de nouveaux produits



2. Nouveaux équipements évalués (Partie 1)

2.1. Produits couverts dans la partie 1

Pour chaque catégorie de produit, entre 1 et 3 produits sont sélectionnés pour être étudiés sur base d'une analyse des produits représentatifs du marché, de la disponibilité des données et des enjeux environnementaux (possibilité de différenciation entre deux produits d'une même catégorie).

#	Catégorie de produits	Produits étudiés
Equipements à forte composante électronique		
1	Ecran publicitaire numérique (mobilier urbain extérieur)	Ecrans LCD (env. 2m ²)
2	Vidéoprojecteur	Vidéoprojecteur représentatif
3	Enceinte à commande vocale type GAFA	Enceinte à commande vocale filaire
Equipements à faible composante électronique (électroménager)		
4	Machine à café	Cafetière électrique à filtres Cafetière à dosettes ou à capsule Machines expresso
5	Hotte de cuisine	Hotte décorative à évacuation extérieure Hotte vitrière à recyclage de l'air
6	Bouilloire électrique	Bouilloire inox d'une capacité de 1.7 litres et de puissance 2200 Watts
7	Plaque de cuisson	Induction 9000 W (60 cm) Vitrocéramique 9000 W (60 cm) Gaz 9000 W (60 cm)
8	Appareil à raclette	Appareil à raclette à poêlons 6 ou 8 personnes
Bricolage, jardinage, équipement technique de la maison		
9	Équipement du bricoleur (perceuse et scie sauteuse)	Perceuse-visseuse sans fil Scie sauteuse
10	Radiateur et chauffe-eau électrique	Chauffe-eau électrique à accumulation par effet joule de 200 L Radiateur à inertie 1000 W Radiateur à rayonnement 1000 W
11	Tondeuse à gazon	Tondeuse thermique 190 cm ³ Robot tondeuse (lithium-ion 2.3 Ah) Tondeuse électrique filaire 1200 W
12	Climatiseur mobile domestique	Climatiseur mobile simple conduit
Mobilité		
13	Engins de déplacement personnel électriques	Trottinette électrique (max 25 km/h) Hoverboard
14	Vélo à assistance électrique (VAE)	Vélo de ville à assistance électrique (max 25 km/h) cadre aluminium, batterie 417 W, moteur dans le pédalier

2.2. Indicateurs environnementaux

Quatre indicateurs d'impacts potentiels ont été sélectionnés pour une analyse approfondie des contributions dans le rapport de la précédente étude ainsi qu'un indicateur de flux : la consommation d'énergie cumulée (CED) ou consommation d'énergie primaire.

Deux indicateurs « poids matières » développés dans la précédente étude : la « **SuperBom** » (composition des matières mises en œuvre pour la production des produits finis) et le « **sac à dos écologique** » (ou MIPS²) qui quantifie la quantité de matériaux, en masse, qui ont été mobilisés (déplacés ou utilisés) depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fabrication de l'équipement.

La modélisation présente des limites méthodologiques (cf chapitre 5. *Limites de l'étude*) qui conduisent à interpréter les résultats avec précaution notamment pour les indicateurs autres que l'indicateur de changement climatique. Cette synthèse ne présente donc les résultats que pour ce dernier.

2.3. Données clés

Les données utilisées pour la modélisation des nouveaux équipements sont les suivantes :

- **Composition du produit** : majoritairement issue de la littérature, de décomposition d'un produit réalisée par RDC Environment ou de producteurs (pour 3 produits).
- **Durée d'usage totale** : hypothèse et littérature
- **Unité fonctionnelle et données d'utilisation** : scénarios proposés pour cette étude et mesures sur les équipements en l'absence de littérature
- **Fin de vie** : collecte et le traitement des DEEE par les éco-organismes agréés en France via les inventaires de cycle de vie ES-R

Les unités fonctionnelles et scénarios d'utilisation sont présentées dans le tableau suivant :

² L'indicateur MIPS (Material Input per Service-Unit) a été développé par l'Institut Wuppertal en Allemagne et adapté pour les besoins de cette étude



Tableau 2-1 : Unité fonctionnelle et scénario d'utilisation des nouveaux équipements (objectif 1)

Catégorie de produits	Produits étudiés	Unité fonctionnelle	Scénario d'utilisation
Équipements à faible composante électronique (électroménager)			
Machine à café³	Cafetière électrique à filtres	Fournir à l'utilisateur deux tasses de café par jour de 100 mL d'eau et 7 grammes de café pendant 5 ans	Consommation de café : 7 g : tasse Consommation d'électricité : 0.277 kWh/ litre
	Cafetière à dosettes et capsules	Fournir à l'utilisateur deux tasses de café par jour de 40 mL d'eau avec une quantité spécifique de café dans la dosette pendant 5 ans	Consommation de café : spécifique Consommation d'électricité : 0.62 kWh/ litre
	Machines espresso	Fournir à l'utilisateur deux tasses de café par jour de 40 mL d'eau et 7 grammes de café) pendant 5 ans	Consommation de café : 7 g : tasse Consommation d'électricité : 0.74 Wh/ litre
Hotte de cuisine	Hotte décorative à évacuation extérieure	Aspirer et filtrer l'air au-dessus d'une table de cuisson pendant la cuisson des aliments à raison d'une heure par jour à son point de rendement maximal pendant 10 ans	La consommation d'électricité annuelle à son point de rendement maximal est calculée sur base des règles fixées pour l'établissement de l'étiquette énergie selon le règlement suivant Règlement Délégué (UE) n°65/2014
	Hotte visièrre à recyclage de l'air		
Bouilloire électrique	Bouilloire inox d'une capacité de 1.7 litres et de puissance 2200 Watts	Chauffer annuellement 540 litres d'eau chauffée à 100°C pendant 6 ans	$\text{Consommation annuelle (kWh)} = \text{Temps pour chauffer 1 litre d'eau de } 15^{\circ}\text{C à } 85^{\circ}\text{C (h)} * P_{\text{max}} \text{ (kW)} * 540$ $P_{\text{max}} = \text{Puissance maximale de l'appareil}$ <p>La valeur de 540 litres annuels est déduite de l'étude suivante : Ademe, WATTGO : Frédéric LEFEBVRE-NARÉ, Luc TERRAL, Mathilde VOEGTLE, Romain BENASSI. 2017. Mesure des consommations d'énergie pour l'usage cuisson domestique. 14 pages⁴. Cette étude a déterminé que la consommation annuelle d'énergie primaire pour l'utilisation de la bouilloire dans un foyer français est de 114kWh d'énergie primaire. En considérant un rendement de 40% pour passer en énergie finale et un rendement énergétique de 85% en moyenne pour les bouilloires, on en déduit le volume d'eau chauffée à 100°C (avec une température d'eau du robinet de 15°C)</p>
Plaque de cuisson	Induction (60 cm)	Chauffer ou cuire des aliments à raison de 30 minutes par jour à une puissance moyenne dépendant de l'équipement pendant 10 ans	La consommation électrique annuelle est calculée ainsi : <i>Puissance moyenne de la table de cuisson * durée d'utilisation journalière * 365 jours / rendement de la plaque⁵</i>

³ L'unité fonctionnelle des machines à café a été adaptée par rapport au BPX-30-323-19 afin de correspondre au périmètre d'analyse de l'étude. Par ailleurs, le référentiel indique que la production et la fin de vie des machines ne doivent pas être comptabilisées alors que ces phases de cycle de vie sont comptabilisées dans cette étude.

⁴ Mesure des consommations d'énergie pour l'usage cuisson domestique

⁵ Le paramètre « durée d'utilisation journalière » est une moyenne qui doit tenir compte des jours où la plaque n'est pas utilisée (puisqu'il est multiplié par 365 jours)

Catégorie de produits	Produits étudiés	Unité fonctionnelle	Scénario d'utilisation
	Vitrocéramique (60 cm)		La puissance moyenne dépend de la table de cuisson étudiée. Elle est calculée ainsi : <i>Puissance totale de la plaque / nombre de foyers * 0.5.</i>
	Gaz (60 cm)		Cette formule est établie sur base des hypothèses suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - Puissance des plaques les plus courantes : entre 7500 et 12 000W - Puissance moyenne appelée des plaques : entre 878 W et 1300 W selon le type de plaque dans l'étude WATTGO⁶. <p>La durée d'utilisation journalière est définie à 30 minutes (valeur représentative des durées moyennes d'utilisation des plaques de cuisson dans l'étude WATTGO).</p> <p>Le rendement est défini par défaut en fonction du type de plaque.</p>
Appareil à raclette	Appareil à raclette à poêlons 6 ou 8 personnes	Préparer un repas à base de fromage fondu 5 fois par an à l'aide d'un appareil à raclette pour 6 à 8 personnes pendant 11 ans	La consommation annuelle d'électricité des appareils à raclette correspond à l'utilisation de l'appareil à raclette à pleine puissance, à raison de 2 heures par repas, 5 fois par an (hypothèse) Consommation annuelle = 5 x 2 x Pmax Pmax = Puissance maximale de l'appareil
Equipements à forte composante électronique			
Vidéoprojecteur	Vidéoprojecteur représentatif	Utiliser un vidéoprojecteur à raison d'une heure par jour en France pendant 8 ans	Par an : <ul style="list-style-type: none"> - 365 h en mode actif - 8 395 h en mode off (veille) + remplacement de la lampe en fonction de sa durée de vie en heure
Enceinte à commande vocale type GAFA	Enceinte à commande vocale filaire	Utiliser une chaîne hifi, un home cinéma ou une enceinte connectée en France pendant 5 ans	Par an : <ul style="list-style-type: none"> - 10% en mode actif, - 90% en mode stand-by
Ecran publicitaire numérique (mobilier urbain extérieur)	Ecrans à diodes 'SMD' (écrans géants)	Afficher des messages publicitaires sur un support digital, 365 jours par an pendant 10 ans	8760 heures par an en mode actif
	Ecrans LCD (env. 2m ²)		18h / jour en mode actif, 6h/ jour en mode veille
Bricolage, jardinage, équipement technique de la maison			
Équipement du bricoleur	Perceuse-visseuse sans fil	Utiliser une perceuse visseuse à pleine puissance pour divers travaux de bricolage à raison de 6 heures par an pendant 9 ans	Consommation électrique spécifique de l'appareil pour 6 heures de fonctionnement Consommables la première année : <ul style="list-style-type: none"> • Un lot de :

⁶WATTGO : Frédéric LEFEBVRE-NARÉ, Luc TERRAL, Mathilde VOEGTLE, Romain BENASSI. 2017. Mesure des consommations d'énergie pour l'usage cuisson domestique. 105 pages.



Catégorie de produits	Produits étudiés	Unité fonctionnelle	Scénario d'utilisation
			<ul style="list-style-type: none"> ○ 6 mèches à bois ○ 6 mèches à béton ○ 6 mèches à métaux ○ 30 embouts de vissage et 1 porte embout <p>Pendant la durée d'usage totale (renouvellement des consommables) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2 mèches à bois diamètre 6 mm ● 2 mèches à béton de diamètre 8 mm ● 1 mèches à métaux diamètre 6 mm ● Lot de 10 embouts de vissage de 25 mm avec 1 porte embout
	Scie sauteuse	Utiliser une scie sauteuse à pleine puissance pour divers travaux de bricolage à raison de 3 heures par an pendant 9 ans	<p>A l'achat :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Un lot de 10 lames de coupe pour bois et métal <p>Pendant la durée d'usage totale (renouvellement des consommables) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2 fois 2 lames de coupe pour bois (10 lames) ● 1 fois 2 lames de coupe pour métal
Radiateur et chauffe-eau électrique	Chauffe-eau électrique à accumulation par effet joule de 200 L	Assurer la production d'eau chaude sanitaire accumulée dans une habitation pour un profil de soutirage défini par le règlement délégué n°812/2013 pendant 17 ans	<p>Consommation d'énergie : formule de calcul du règlement délégué n°812/2013 (fonction du profil de soutirage)</p> <p>Consommation d'eau : déduite de la consommation d'énergie de référence du règlement délégué n°812/2013 avec l'hypothèse d'un besoin de 2.1 kWh pour 40 litres d'eau</p>
	Radiateur 1000 W	Assurer le chauffage d'un volume d'une habitation correspondant à la puissance de l'appareil pendant 16 ans <i>(Le volume de l'habitation correspondant à la puissance de l'appareil peut être déterminé ainsi : 100 W par m² de surface habitable (1 m² de surface habitable correspond à volume de 2.5m³))</i>	La consommation annuelle d'électricité est calculée selon les règles de calcul définies dans le référentiel PSR-0002-ed2.0-FR-2017 du programme PEP Ecopassport au chapitre 3.5.4 (à la différence que la durée d'usage est de 16 ans contre 15 ans dans le référentiel PSR-0002-ed2.0-FR-2017)
Tondeuse à gazon	Tondeuses thermiques et tondeuse électrique filaire	Tondre x m² de pelouse à une hauteur de 50 mm 9 fois ⁷ par an à l'aide d'une tondeuse fonctionnant à pleine puissance pendant 10 ans <i>(x dépend de la puissance de la tondeuse, les tondeuses ayant des puissances trop différentes ne sont donc pas comparables car non conçues pour la même fonction)</i>	<p>Consommation d'énergie annuelle : (((Surface de tonte) / 10)) / (largeur de coupe) x temps pour parcourir 10 m x consommation d'énergie pour 1 minute de tonte à pleine puissance</p> <p>Le temps pour parcourir 10 mètres est de 22.5 secondes soit 0.375 secondes. Hypothèse basée sur la réflexion suivante : 2h30 (9000 secondes) pour tondre 2000 m² avec une largeur de coupe de 50 cm soit 4000 mètres à parcourir (donc 22.5 secondes pour parcourir 10 m)</p>

⁷ Basé sur l'hypothèse suivante : l'hypothèse suivante a permis de déterminer le nombre de tontes annuel :

- Période de tonte : 6 mois / an soit 26 semaines
- Fréquence moyenne de tonte en France : 1 fois toutes les trois semaines (hypothèse)
- Nombre de tonte annuel : 26/3 = 8.67, arrondi à 9.

Catégorie de produits	Produits étudiés	Unité fonctionnelle	Scénario d'utilisation
			<p>Sur toute la durée d'usage du produit (fixée à 10 ans) : 1 renouvellement de la lame de coupe</p> <p>Pour les tondeuses thermiques, chaque année :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0.6 L d'huile de moteur • 1 filtre à air • 0.5 bougie d'allumage • 0.5 courroie <p>Pour les tondeuses électriques, sur toute la durée d'usage du produit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une rallonge de 50 m (gaine extérieur PVC, isolation PE et fil de cuivre)
	Robot tondeuse	<p>Avoir une pelouse de x m² coupée à 50 mm de hauteur pendant 6 mois de l'année à l'aide d'un robot tondeuse programmé en mode automatique pendant 10 ans <i>(x dépend de la puissance de la tondeuse, les tondeuses ayant des puissances trop différentes ne sont donc pas comparable car non conçues pour la même fonction)</i></p>	<p>La consommation annuelle d'électricité de la tondeuse correspond à la consommation électrique journalière à raison de 182.5 jours par an</p> <p>La consommation électrique journalière est calculée ainsi : Consommation électrique journalière = durée d'utilisation journalière x consommation électrique spécifique en mode utilisation + durée de veille journalière x consommation électrique en mode veille. La durée d'utilisation journalière est calculée ainsi : Durée d'utilisation journalière = Surface à tondre (m²) / rendement de coupe (m²/h) Le rendement de coupe est une donnée spécifique correspondant à la surface que l'appareil peut tondre en une heure. Ce rendement doit tenir compte du temps de charge et du temps de tonte. La durée de veille journalière est calculée ainsi : Durée de veille journalière = 24 – durée d'utilisation journalière</p> <p>Les consommables à prendre en compte sur la durée d'usage sont les suivants (donnée générique) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Robot tondeuse avec lames de rasoir : <ul style="list-style-type: none"> - 1ere année : 2 renouvellements des lames - Années suivantes : 3 renouvellements des lames • Robot tondeuse avec lames solide <ul style="list-style-type: none"> - 1ere année : pas de renouvellement - Années suivantes : 1 renouvellement des lames annuellement • Tout type de robot tondeuse sur toute la durée d'usage (fixée à 10 ans) <ul style="list-style-type: none"> - 2 renouvellements de la batterie
Climatiseur mobile domestique	Climatiseur mobile simple conduit	<p>Refroidir une ou plusieurs pièces à l'aide d'un climatiseur mobile de puissance frigorifique spécifique à l'appareil à raison de 150 heures par an pendant 6 ans</p>	<p>La consommation annuelle d'électricité des climatiseurs domestique correspond à la consommation électrique horaire spécifique de l'équipement multipliée par 150 heures d'utilisation par an Consommation annuelle = 150 x consommation horaire spécifique</p>



Catégorie de produits	Produits étudiés	Unité fonctionnelle	Scénario d'utilisation
			<p>La consommation horaire spécifique est calculée selon les règles du « RÉGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) No 626/2011 DE LA COMMISSION du 4 mai 2011 complétant la directive 2010/30/UE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'indication, par voie d'étiquetage, de la consommation d'énergie des climatiseurs » pour les climatiseurs froid seul simple conduit.</p> <p>Les émissions fugitives durant la phase d'utilisation doivent être calculées ainsi : Emissions fugitive sur la durée d'usage totale = Quantité de fluide frigorigène dans l'appareil à l'étape de fabrication * (taux de perte annuel * durée de d'usage totale)). Le taux de perte annuel est fixé à 1%.</p>
Mobilité			
Engins de déplacement personnel électriques	Trottinette électrique (max 25 km/h)	Parcourir un trajet quotidien de 8 km (4 km aller, 4 km retour), 125 jours par an pendant 4 ans ⁸	Consommation électrique annuelle : Consommation électrique spécifique de l'appareil pour parcourir 8 km 125 jours par an
	Hoverboard	Utiliser un engin de déplacement personnel à motorisation électrique à des fins récréatives à raison de deux heures par mois pendant 4 ans	Consommation électrique annuelle : Consommation électrique spécifique pour un rechargement complet de la batterie tous les mois
Vélo à assistance électrique (VAE)	Vélo à assistance électrique (max 25 km/h) cadre aluminium, batterie 418 W, moteur dans le pédalier	Utiliser un vélo à assistance électrique sur pendant 12 ans	Consommation d'électricité annuelle : $C = \text{consommation électrique spécifique pour parcourir 1 km} \times 2500^9$

Remarque : pour tous les produits où un référentiel a été rédigé, le scénario d'utilisation est principalement basé sur des hypothèses.

⁸ Donnée basée sur les hypothèses suivantes :

- Durée de vie de la batterie à pleine capacité : 2 ans
- Batterie encore utilisable pendant 2 ans lorsque sa capacité commence à décroître
- Coût trop faible du produit pour envisager un rachat de batterie

⁹ La valeur de 2500 km parcourus annuellement est fixée arbitrairement. Elle est applicable à tous les types de vélos à assistance électrique

2.4. Résultats relatifs aux nouveaux équipements

Les résultats sont présentés pour l'indicateur de changement climatique dans les *Figure 2-1* et *Figure 2-2*. Les phases contributrices sont :

- **La phase de production des matières premières**
Les résultats étant présentés par année d'utilisation, plus la durée d'usage totale du produit est grande, plus l'impact de cette phase est diminué (les impacts potentiels totaux sont divisés par la durée de d'usage totale). Ceci est également vrai pour toutes les autres phases de cycle de vie hors phase d'utilisation.

De manière générale, les procédés contributeurs sont :
 - **La production des métaux et** notamment de l'acier ou l'aluminium qui sont généralement les métaux en plus grande quantité dans les produits.
 - **Les composants électroniques.** Plus l'équipement contient de composants électroniques plus l'impact du produit est élevé. Par exemple, l'or et le platine dans les circuits imprimés ont une contribution élevée sur le changement climatique. Les résultats présentent une incertitude élevée pour ces composants qui sont modélisés grossièrement (le type de composant et leur nombre sur une carte électronique va fortement influencer les résultats).
 - **La batterie** est également un contributeur important lorsqu'elle est présente dans le produit
 - **La production des plastiques** (PS, PU, PP, ABS) dans une moindre mesure. Pour certains produits, le détail par matériau n'était pas disponible pour le moteur. Dans ce cas, une composition générique a été utilisée. Cette composition contient du polyamide renforcé en fibre de verre qui a une contribution moyenne à élevée sur les résultats (plus le moteur a une masse élevée sur la masse totale du produit plus ce matériau a une contribution élevée sur le cycle de vie).
- **La phase d'utilisation du produit**
L'impact de la phase d'utilisation dépend de la consommation de l'appareil (classe d'étiquetage énergétique lorsqu'une réglementation existe) et de l'énergie utilisée. Par rapport aux études réalisées au niveau européen, on observe que l'impact de la phase d'utilisation est plus faible en France du fait du mix électrique peu carbone du pays. En effet, approximativement 75% de l'électricité est produite à partir de centrales nucléaires qui ne produisent pas d'émissions de gaz à effet de serre lors de la fission nucléaire¹⁰ (les émissions se résument donc aux émissions liées à l'extraction, la transformation du combustible nucléaire, son transport en fin de vie et la production et le démantèlement de la centrale).
- **La phase de fin de vie du produit** et en particulier la fin de vie de l'acier et de l'aluminium des équipements électriques et électroniques suivant la filière REP en France. Les impacts évités par le recyclage de l'acier et de l'aluminium contenus dans le produit compensent, en grande partie, des impacts en fabrication (il est considéré que le recyclage évite la production de matière première vierge)¹¹. Pour rappel, on considère que 100% des équipements finissent dans la filière réglementaire, ce qui n'est pas le cas dans la pratique. Remarque : L'utilisation de bases de données différentes entre la phase de production des matières premières (Base Impacts pour la production de l'acier, EAA¹² pour l'aluminium) et ES-R pour la fin de vie des DEEE peut constituer un biais dans l'analyse. Au vu des résultats, les bénéfices du recyclage pourraient être surestimés.

Toujours sur le changement climatique, les étapes de transport ont une influence plus faible sur les résultats mais non négligeable. Pour les produits importés en avion, l'étape de distribution peut même devenir la première phase contributrice au cycle de vie d'un produit.

Enfin, des hypothèses de consommations énergétiques ont été posées pour la phase d'assemble et celle-ci peut être un contributeur important sur le cycle de vie (notamment sur le périmètre cradle-to-gate). L'incertitude sur cette étape est élevée.

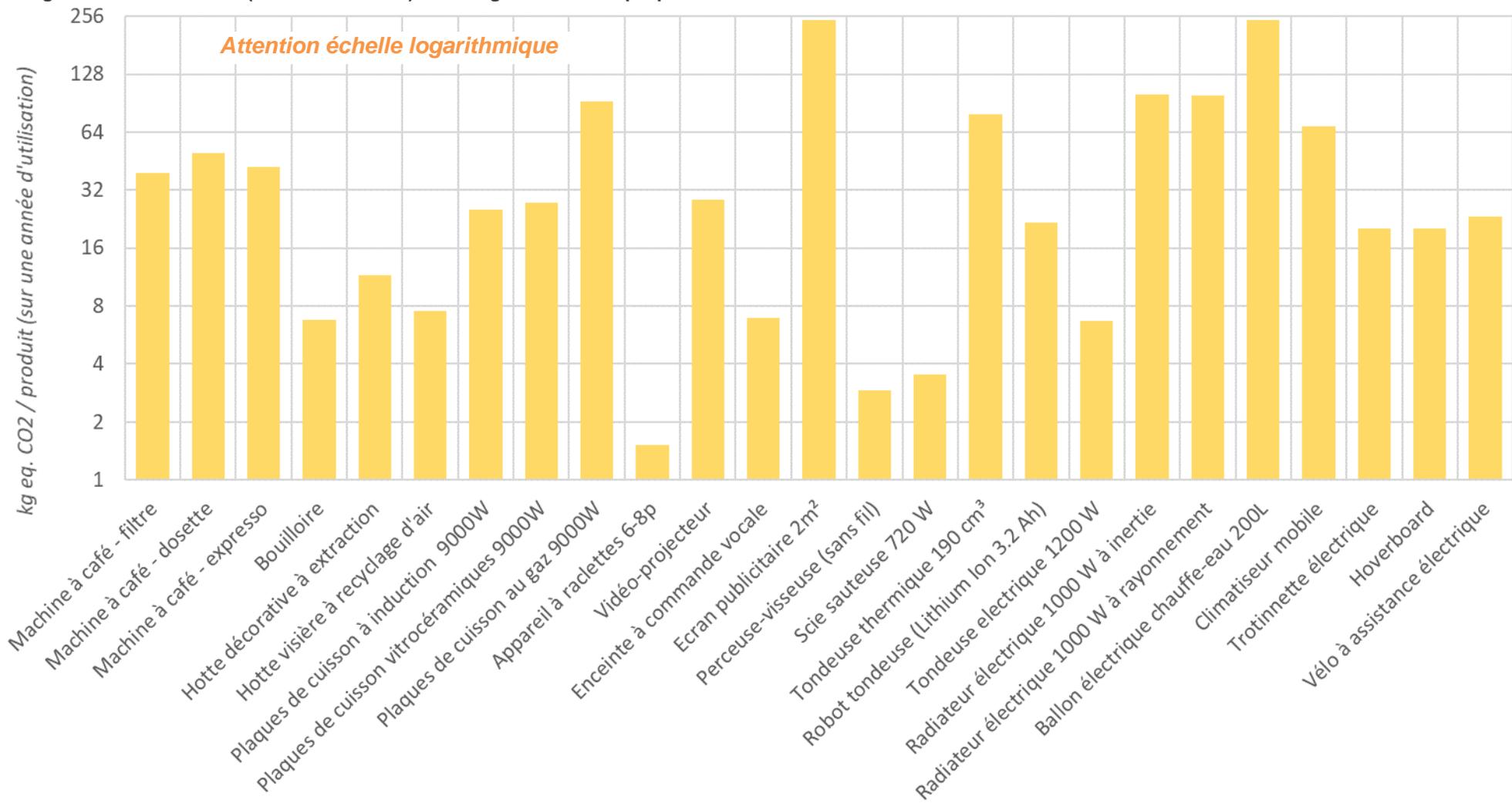
¹⁰ Les émissions d'eau générées par le refroidissement du procédé ne sont pas comptabilisées comme des émissions contributives au changement climatique selon la méthode IPCC utilisée.

¹¹ Dans les inventaires de cycle de vie ES-R, 100% des bénéfices du recyclage sont alloués au fournisseur de la matière

¹² Inventaire publié par l'European Aluminium Association et directement intégré dans l'outil

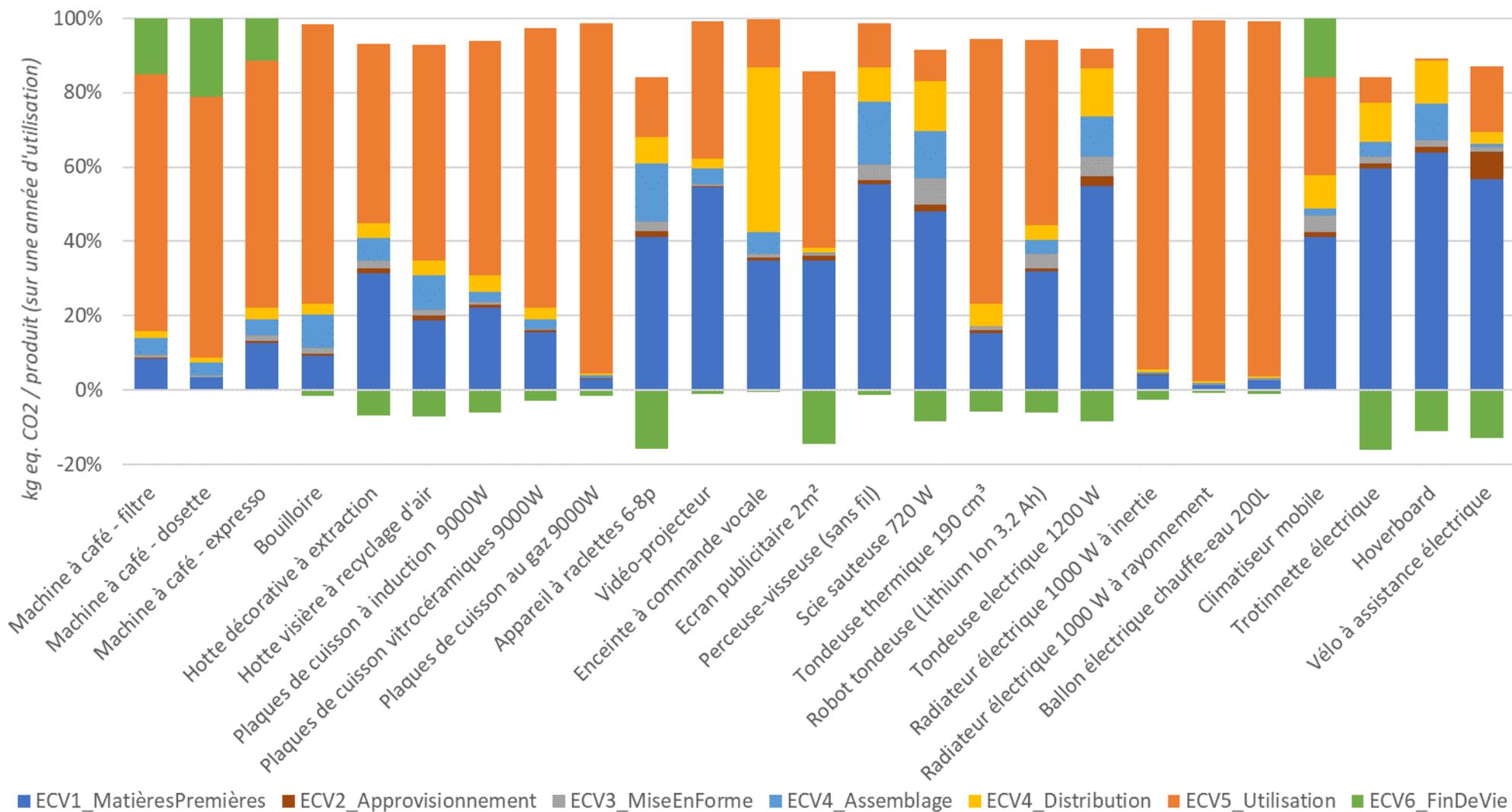


Figure 2-1 : Contribution (en valeur absolue) au changement climatique par année d'utilisation



Cette étude se concentre sur l'évaluation environnementale de produits plus que des fonctions qu'ils remplissent. L'unité fonctionnelle retenue est généralement applicable pour la modélisation d'un produit sur sa durée d'usage totale. Plusieurs produits évalués, de catégories différentes, comme le vélo de ville à assistance électrique et la trotinette électrique pourraient remplir une fonction identique comme, par exemple, le transport d'une personne sur son trajet domicile-travail. Dans cet exemple, on définirait une unité fonctionnelle qui permettrait de comparer les deux moyens de transport. **Ce n'est pas le cas dans cette étude, les résultats ne sont donc pas comparables.**

Figure 2-2 : Contribution (en pourcentage) au changement climatique par année d'utilisation



PARTIE 2 : Évaluation environnementale de l’allongement de la durée d’usage et du geste de tri des biens d’équipements

3. Analyse sur l'allongement de la durée d'usage d'un équipement

L'objectif 2 de l'étude est la réalisation d'analyses spécifiques pour produire de nouveaux messages de sensibilisation en direction du grand public. La majorité des analyses réalisées concerne des équipements modélisés lors de la précédente étude.

Les catégories de produits couvertes par les analyses sur l'allongement de la durée d'usage sont les suivantes :

Tableau 3-1 : Catégories de produits couvertes par les analyses d'allongement de la durée d'usage

#	Catégorie de produits	Sous catégories de produits étudiées	Classe énergétique (lorsque pertinent) ¹³
Equipements à forte composante électronique			
1	Téléviseur	TV 30-40" TV 40-49" TV > 49"	-
2	Ordinateur portable	-	-
3	Smartphone	Smartphone 4.5" Smartphone 5" Smartphone 5.5"	-
4	Imprimante	Imprimante jet d'encre Imprimante laser Imprimante multifonction	-
5	Modem et box TV	Modem fibre haut débit Modem décodeur Modem DSL haut débit	-
Equipements à faible composante électronique (électroménager)			
6	Lave-linge	Capacité 7 kg Capacité 5 kg	31% A+++ 25% A++ 39% A+ 5% A
7	Réfrigérateur	Une porte (250 L) Combi (215 L + 79L)	1% A+++ 11% A++ 86% A+ 2% A
8	Lave-vaisselle	Standard (12 couverts) Compact (9 couverts)	10% A+++ 32% A++ 40% A+ 18% A
9	Sèche-linge	Capacité 7 kg condensation Capacité 7 kg évacuation	1% A+++ 5% A++ 6% A+ 1% A 59% B 28% C
10	Four électrique encastrable 54L	-	100% A+
11	Aspirateur	Avec sac Sans sac	100% A+
12	Micro-ondes	-	-
Bricolage, jardinage, équipement technique de la maison			
13	Tondeuse	Tondeuse thermique 190 cm ³ Robot tondeuse (Lithium Ion 3.2 Ah) Tondeuse électrique 1200 W	-
14	Scie sauteuse (720 W)	-	-
Mobilité			
15	Trottinette électrique	-	-
16	Vélo à assistance électrique	-	-

¹³ Les classes énergétiques ont été définies dans la première étude (commencée en 2016) et n'ont pas été modifiées pour cette étude



#	Catégorie de produits	Sous catégories de produits étudiées	Classe énergétique (lorsque pertinent) ¹³
Habillement			
17	Chemise	-	-
18	T-shirt	-	-
19	Jean	-	-
20	Robe	-	-
Mobilier			
21	Armoire en panneaux de particules	-	-

3.1. Terminologie

Une étude menée par l'ADEME en 2012¹⁴ sur la durée de vie des équipements électriques et électroniques a permis de développer un vocabulaire commun reposant sur 4 définitions clés, représentatives de la diversité de la notion de durée de vie : la durée normative, la durée d'usage, la durée de détention et la durée d'existence. Pour cette étude ce sont les notions de **durée d'usage** et **durée d'usage totale** qui sont retenues.

- La **durée d'usage** correspond au laps de temps pendant lequel le produit est utilisé, i.e. en état de marche et prêt à l'emploi, par un utilisateur donné. Elle est propre à un utilisateur/foyer. La **durée d'usage totale** est la somme des durées d'usage.

3.2. Scénarios étudiés

Deux scénarios sont analysés dans cette étude :

- **Scénario 1 : un scénario d'allongement de la durée d'usage totale.**

L'objectif de cette analyse est de quantifier les bénéfices environnementaux de l'extension de la durée d'usage totale. On considère un **allongement sans réparation** en supposant que l'allongement est lié à un meilleur entretien de l'équipement sur sa durée d'usage totale ou à une conception plus robuste de l'équipement.

Trois allongements de la durée d'usage totale sont étudiés dans ce cas : +1 an, + 2 ans et +3 ans.

La durée d'usage totale correspond à l'espérance de vie des équipements sur le marché actuellement ou, autrement dit, à la durée de vie moyenne des équipements actuellement dans les foyers français. L'utilisateur considère, qu'après cette durée d'usage totale, il n'est pas intéressant de réparer l'équipement soit pour des raisons techniques (réparation impossible pour indisponibilité de la pièce par exemple), soit pour des raisons économiques (la réparation est trop chère par rapport à la durée d'usage complémentaire qu'on pourrait obtenir) soit par simple volonté de changer d'équipement (la question de la réparation ne se pose même pas à l'utilisateur, considérant que l'équipement a déjà eu une durée d'usage suffisante).

- **Scénario 2 : un scénario d'allongement de la durée d'usage survenant à différents âges de l'équipement pour atteindre la durée d'usage totale.**

L'objectif de cette analyse est de quantifier les bénéfices environnementaux de l'extension de la durée d'usage d'un équipement qui est remplacé à la suite d'un événement suivant :

- une panne (**allongement suite à une réparation**) alors que l'équipement n'a pas atteint sa durée d'usage totale
- une obsolescence culturelle ou perçue, à savoir une volonté de changer par l'utilisateur alors que l'équipement fonctionne toujours (**allongement sans réparation**).

Dans les deux cas, l'alternative serait la mise en déchet et le rachat d'un équipement neuf.

Dans cette analyse, « le temps avant arrivée de la panne » ou « temps avant arrivée de l'obsolescence culturelle » est étudié pour trois âges : lorsque l'équipement a 2 ans révolus (fin de la garantie légale), à demi-vie de l'équipement et aux trois quarts de la vie de l'équipement.

Par exemple, la durée d'usage totale de la télévision a été définie à 8 ans. On étudie donc l'allongement de la durée d'usage suite à une panne intervenant : à 2 ans, à 4 ans et à 6 ans.

Il est considéré que l'équipement atteindra sa durée d'usage totale à la suite la réparation.

Remarque : Une analyse économique est également réalisée dans une étude réalisée en parallèle par l'ADEME¹⁵.

¹⁴

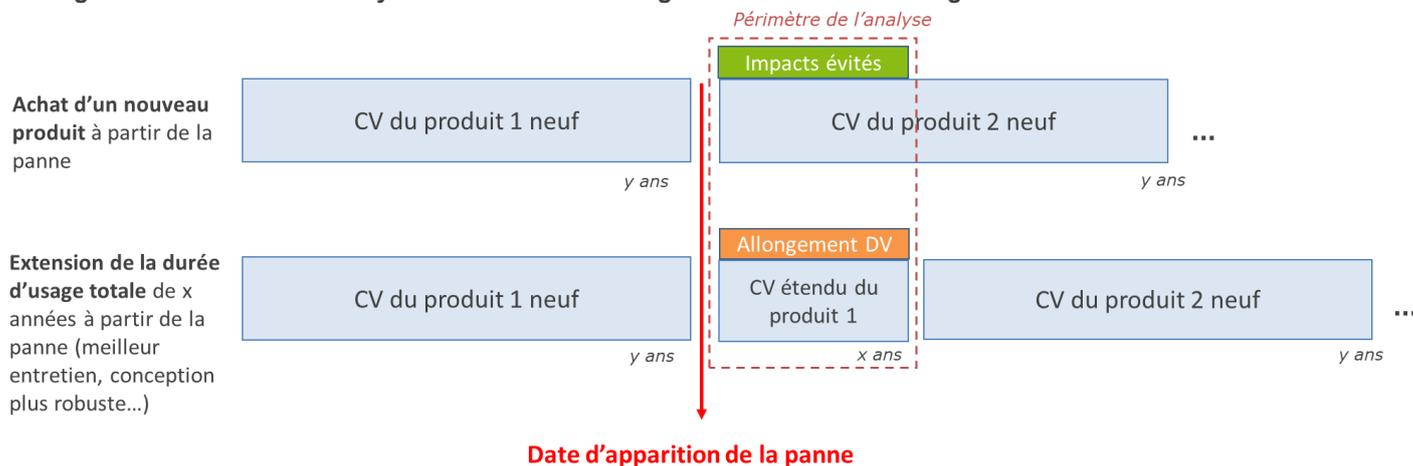
¹⁵ ADEME. F. Michel, T. Huppertz, J. R. Dulbecco et J. Lhotellier, RDC Environment. Décembre 2019. Evaluation économique de l'allongement de la durée d'usage de produits de consommation et biens d'équipements— Rapport. 148 pages.

3.3. Périmètre d'analyse

Pour cette analyse spécifique, le champ de l'étude commence à partir de la réparation ou la date d'obsolescence culturelle (ou perçue). En effet, l'objectif ici est de comparer deux situations : le remplacement par un produit neuf (produit 2) par rapport à l'extension de la durée d'usage totale du produit 1, seuls les éléments qui diffèrent entre les deux situations sont évalués.

La schématisation du périmètre d'évaluation diffère un peu entre le scénario 1 (Figure 3-1) et le scénario 2 (Figure 3-2).

Figure 3-1 : Périmètre d'analyse du scénario 1 : allongement de la durée d'usage totale



Y = durée d'usage totale actuellement constatée sur le marché

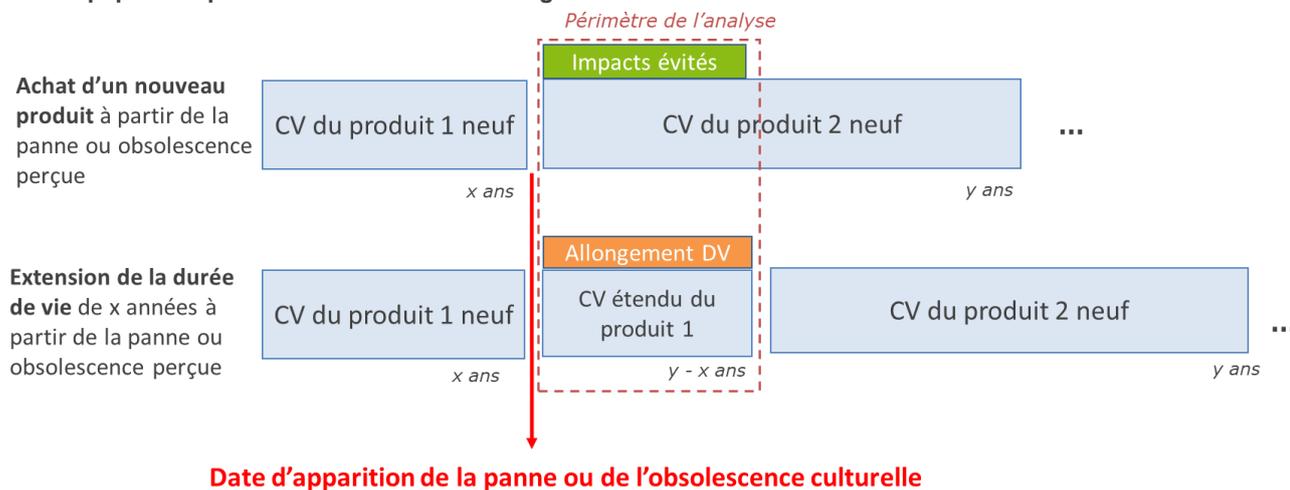
X = durée d'usage additionnelle si les pratiques des fabricants et consommateurs changent en vue d'allonger la durée d'usage totale

DV = Durée de vie

CV = Cycle de vie

$$\text{Impacts évités (\%)} = x / y$$

Figure 3-2 : Périmètre d'analyse du scénario 2 : allongement de la durée d'usage survenant à différents âges de l'équipement pour atteindre la durée d'usage totale



Y = durée d'usage totale actuellement constatée sur le marché

X = durée d'usage additionnelle suite à une réparation ou une décision de ne pas jeter l'équipement

DV = Durée de vie

CV = Cycle de vie

$$\text{Impacts évités (\%)} = (y-x) / y$$

En réutilisant un bien réparé, la production d'un nouveau bien est évitée. Toutefois la durée d'usage du produit réparé est plus courte qu'un bien neuf. On évite donc en général une fraction d'un bien neuf (compris entre 0 et 1)



: c'est le taux de substitution ou coefficient d'allongement de la durée d'usage totale. Les impacts (évités) du cycle de vie du produit sont multipliés par ce coefficient. Ce dernier est expliqué par un exemple sur la télévision :

- Dans le cas du scénario 1 (allongement de la durée d'usage totale) : la télévision a une durée d'usage totale de 8 ans. Si la durée d'usage totale est allongée de 2 ans, le coefficient d'impacts évités est de 25% (2/8)
- Dans le cas du scénario 2 (allongement de la durée d'usage après une panne ou obsolescence culturelle) : la télévision a une durée d'usage de 8 ans. Si la durée de vie est allongée de 4 ans (panne ou obsolescence culturelle au bout de 4 ans), le coefficient d'impacts évités est de 50% (4/8)

3.4. Consommations énergétiques du produit réparé et du produit neuf de remplacement

Pour les équipements électriques et électroniques, il existe trois cas théoriques possibles. L'équipement réparé a une consommation énergétique :

1. **identique** à l'équipement de remplacement,
2. **supérieure** à l'équipement de remplacement,
3. **inférieure** à l'équipement de remplacement¹⁶ (les conclusions sont généralement déductibles grâce à l'analyse du cas 1).

L'étiquetage énergétique mis en place sur bon nombre de d'équipements électriques et électroniques a eu pour conséquence d'augmenter l'efficacité énergétique des appareils. À taille ou fonctions équivalentes, un produit acheté il y a 10 ans consomme, à priori, plus d'énergie que l'équipement de remplacement.

Selon une étude de TOPTEN pour l'ADEME¹⁷, sur trois gros blancs (réfrigérateur, machines à laver et sèche-linge), la consommation d'énergie (calculée selon les règles européennes de l'étiquetage énergétique) des produits vendus est réduite de 3 à 4 % par an sur les cinq dernières années et de 1.5 à 3% par an sur les 10 dernières années.

Sur base de cette observation, il est retenu,

- une réduction de 3% par an pour les équipements possédant un étiquetage énergétique ;
- une réduction de 1.5% par an pour les équipements ne possédant pas d'étiquetage énergétique.

Remarque : il faut noter que ces hypothèses se basent sur un échantillon très petit de produits.

La consommation supposée de l'équipement neuf pour un appareil possédant une étiquette énergétique est donc calculée ainsi : si la panne a eu lieu à la dixième année de l'équipement et qu'il consommait 280 kWh/an, l'équipement de remplacement consommerait 211 kWh/an aujourd'hui.

En pratique, pour les cas de base¹⁸ modélisés avec l'outil Excel, on considère que la phase d'utilisation correspond à la consommation d'un équipement à sa demi-vie (soit l'âge moyen du parc estimé).

3.5. Panne la plus fréquente

Dans la situation de l'allongement de la durée d'usage à la suite d'une panne réparée, la modélisation porte sur l'identification de la panne la plus fréquente (économiquement et techniquement réparable). Pour identifier ces pannes, FEDELEC a été consulté et a répondu pour un certain nombre d'équipements. Pour les autres pannes, elles sont issues soit d'études antérieures¹⁹ soit d'hypothèses validées par l'ADEME.

Tableau 3-2 : Pannes retenues pour l'étude

#	Catégorie de produits	Panne la plus fréquente techniquement et économiquement réparable	Source
Equipements à forte composante électronique			
1	Téléviseur	Remplacement des barres de LED	[1]
2	Ordinateur portable	Batterie	Hypothèse

¹⁶ Cas possible, par exemple, si achat d'une télévision plus grande possédant la même technologie d'affichage que la précédente ou simplement par l'achat d'un équipement avec une efficacité énergétique inférieure.

¹⁷ : Anette Michel, Sophie Attali, Eric Bush. *Topten 2016. Energy efficiency of White Goods in Europe: monitoring the market with sales data – Final report. ADEME, 72 pages.*

¹⁸ Résultats de l'objectif 1 de l'étude.

¹⁹ ADEME QuantiGES : ADEME, RDC Environment, BV CODDE.2017. Quantification de l'impact environnemental d'une action de réparation/réemploi/réutilisation
ADEME Benchmark réparation : ADEME, HERVIER Marie, RDC ENVIRONNEMENT, LOGEL Xavier, DESCOS Isabelle, 2018 - Benchmark international du secteur de la réparation

#	Catégorie de produits	Panne la plus fréquente techniquement et économiquement réparable	Source
3	Smartphone	Ecran ²⁰	[1]
Equipements à faible composante électronique (électroménager)			
6	Lave-linge	Remplacement de la pompe ²¹	[1]
7	Réfrigérateur	Remplacement thermostat	[1]
8	Lave-vaisselle	Remplacement de la pompe ²²	[1]
9	Sèche-linge	Remplacement du tableau de commande	[3]
10	Four	Remplacement de la résistance	[1]
11	Aspirateur	Remplacement de l'enrouleur ²³	[1]
12	Micro-ondes	Remplacement du fusible	[1]
Bricolage, jardinage, équipement technique de la maison			
13	Robot tondeuse	Remplacement d'une roue (ne contenant pas le moteur)	[2]
14	Tondeuse électrique	Remplacement de la lame	[2]
15	Tondeuse thermique	Remplacement de la lame	[2]
Mobilité			
16	Trottinette électrique	Changement de roues	Hypothèse
17	Vélo à assistance électrique	Remplacement de la batterie	Hypothèse

[1] : FEDELEC, Enquête auprès des artisans réparateurs en juin-juillet 2019 dans le cadre de cette étude

[2] : Hypothèse sur base de la liste des pièces susceptibles de tomber en panne définie par le GT tondeuses dans le cadre des travaux sur l'indice réparabilité

[3] : FEDELEC indique que c'est la courroie qui est la panne la plus fréquente. Le tableau de commande a été retenu pour évaluer le remplacement d'un composant électronique

²⁰ FEDELEC précise que la casse de l'écran est plutôt liée à une mauvaise utilisation qu'à une défaillance de l'équipement

²¹ FEDELEC précise que cette réparation n'est pas possible si les croisillons sont cassés

²² FEDELEC précise que cette panne est souvent liée à un mauvais entretien de l'équipement

²³ FEDELEC précise que cette réparation est difficile pour des raisons économiques



3.6. Résultats relatifs à l'allongement de la durée d'usage (objectif 2)

3.6.1. Scénario 1 : Allongement de la durée d'usage totale

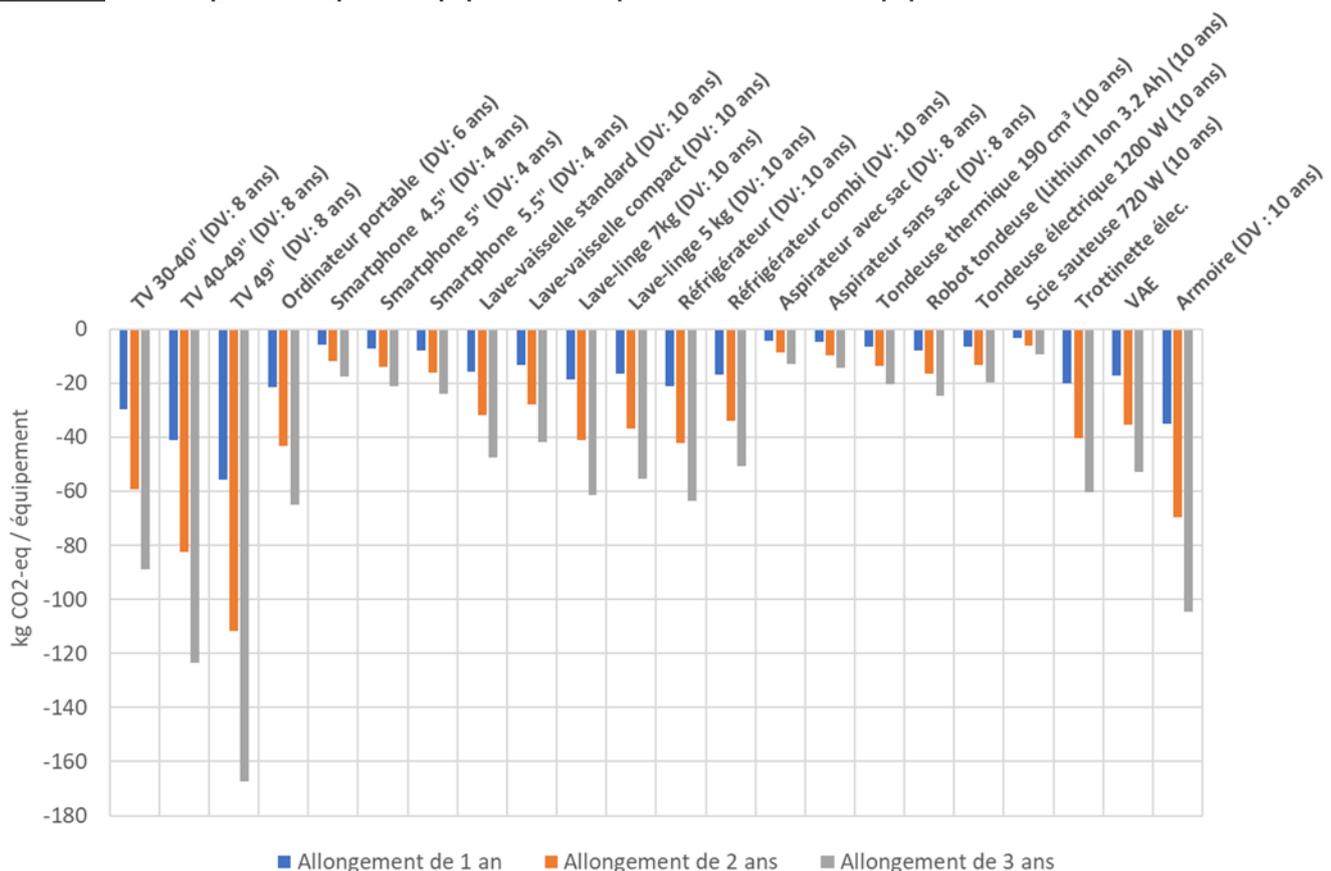
La Figure 3-3 présente le delta entre l'allongement de la durée d'usage totale (ou durée de vie moyenne) et le remplacement par un équipement neuf pour une sélection de biens et d'équipements sur l'indicateur d'impacts potentiels sur le changement climatique.

- Si le delta est négatif, l'allongement de la durée d'usage est préférable d'un point de vue environnemental par rapport au remplacement
- Si le delta est positif, le remplacement est préférable d'un point de vue environnemental par rapport à l'allongement de la durée d'usage

Rappel méthodologique

En allongement la durée d'usage totale d'un bien, la production d'un nouveau bien est évitée. L'allongement est de maximum quelques années, la durée est donc plus courte qu'un bien neuf. On évite donc en général une fraction d'un bien neuf (compris entre 0 et 1) : c'est le taux de substitution ou coefficient d'allongement de la durée d'usage totale. Les impacts (évités) du cycle de vie du produit sont multipliés par ce coefficient. Par exemple sur la télévision, la durée d'usage totale (ou durée de vie moyenne) de 8 ans. Si la durée d'usage totale est allongée de de 2 ans, le coefficient d'impacts évités est de 25% (2/8). L'analyse prend également en compte l'évolution technologique sur la consommation énergétique : ainsi pour la télévision, il est considéré une réduction de 3% par an de la consommation énergétique (pour un modèle de même taille d'écran). Autrement dit, l'évitement d'achat de neuf entraîne une légère surconsommation pendant toute la durée d'allongement de la durée d'usage totale.

Figure 3-3 : Résultats différentiels sur le changement climatique entre l'allongement de la durée d'usage totale sans réparation et le remplacement par un équipement neuf pour une sélection d'équipements



Les résultats de l'analyse de l'allongement de la durée d'usage totale présentent toujours un bilan en faveur du scénario d'allongement de la durée d'usage totale de l'équipement pour l'indicateur de changement climatique. L'objectif de cette analyse est de montrer l'intérêt d'étendre la durée d'usage totale des produits (grâce à un entretien, une conception plus robuste...) plutôt que de le remplacer par un nouvel équipement disponible sur le marché.

Plus la durée d'usage totale est allongée, plus les bénéfices environnementaux sont grands. Les résultats sont directement dépendants de l'impact de la fabrication du produit : dans ce scénario, il n'y a pas d'impacts supplémentaires pour allonger la durée d'usage totale (les impacts d'un meilleur entretien de l'équipement étant considérés comme négligeables) même si une consommation d'énergie plus faible pour l'équipement de remplacement est prise en compte (gain de 3% par an pour les équipements possédant un étiquetage énergétique et de 1.5% pour les autres).

3.6.1. Scénario 2 : Allongement de la durée d'usage survenant à différents âges de l'équipement pour atteindre la durée d'usage totale.

L'objectif de cette analyse est de quantifier les bénéfices environnementaux de l'extension de la durée d'usage d'un équipement qui est remplacé suite soit à une panne (allongement suite à une réparation) soit une volonté de changer par l'utilisateur alors que l'équipement fonctionne toujours (allongement sans réparation) avant d'atteindre sa durée d'usage totale. La situation alternative serait la mise en déchet et le rachat d'un équipement neuf.

Rappel méthodologique

Dans cette analyse, le temps avant arrivée de la panne²⁴ est étudié pour trois âges : lorsque l'équipement à 2 ans révolus (fin de la garantie légale), à demi-vie de l'équipement et aux trois quarts de la vie de l'équipement. Par exemple, la durée d'usage totale de la télévision a été définie à 8 ans. On étudie donc l'allongement de la durée d'usage suite à une panne intervenant : à 2 ans, à 4 ans et à 6 ans.

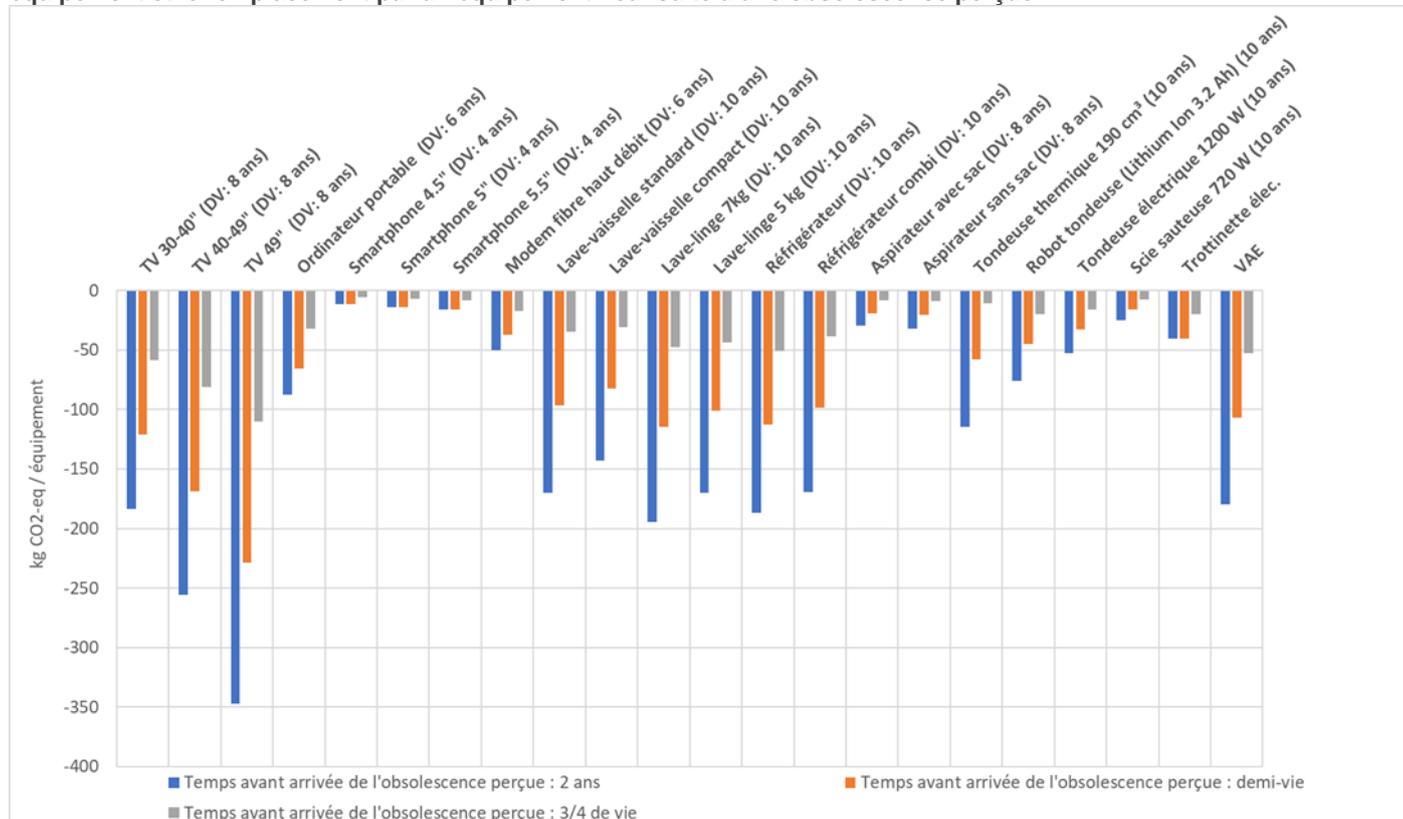
Il est considéré que l'équipement atteindra sa durée d'usage totale à la suite la réparation.

Ainsi, pour l'exemple de la télévision : une panne réparée pour un équipement ayant l'âge de 2 ans, permet de prolonger la durée d'usage de 6 ans et d'éviter 6/8 soit 75% de l'impact de production et de fin de vie de l'équipement neuf de remplacement.

Allongement avec réparation

La Figure 3-5 présente les résultats pour le scénario d'allongement de la durée d'usage suite à une obsolescence perçue ou à une panne pour une sélection d'équipements sur l'indicateur de changement climatique.

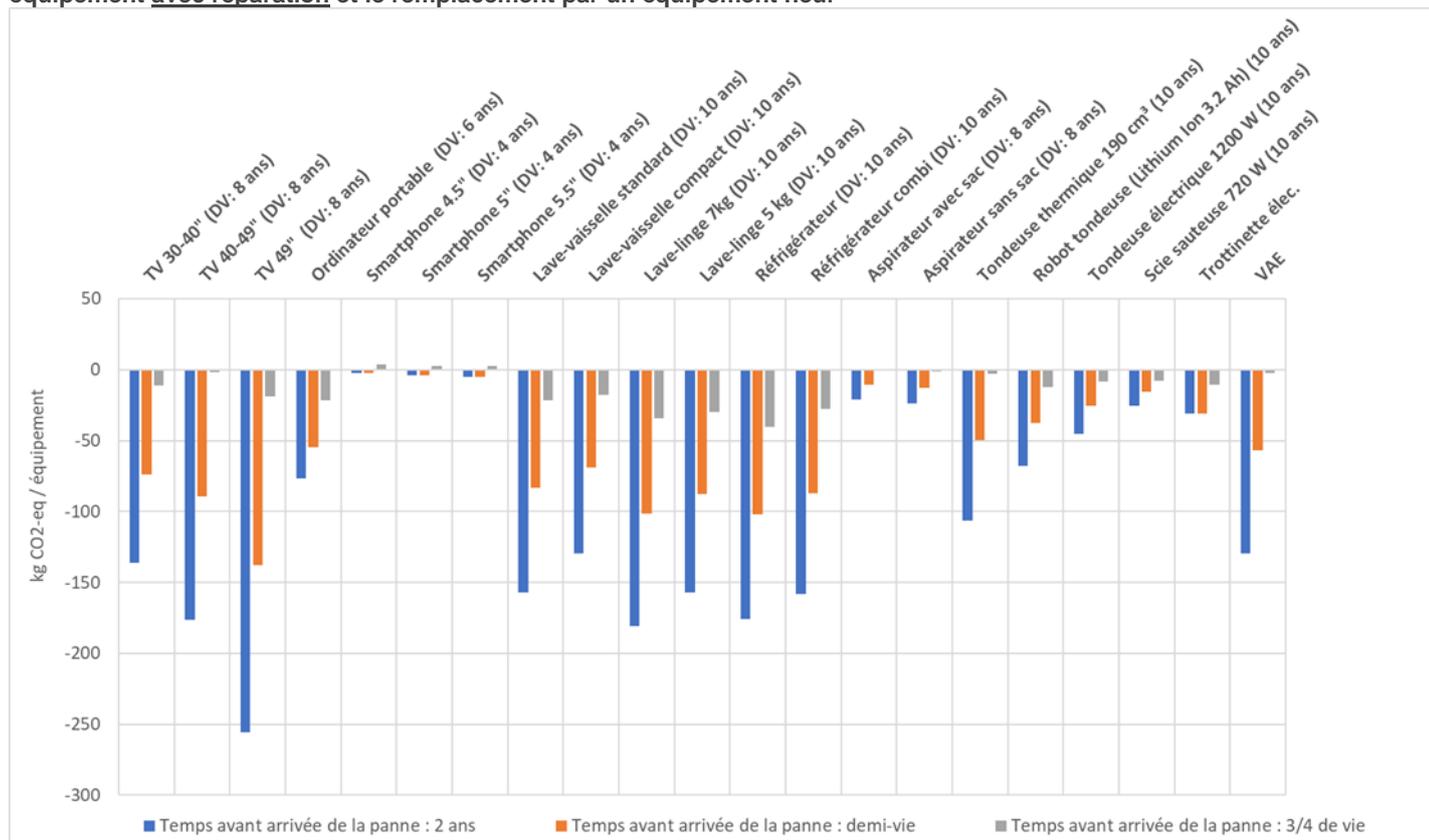
Figure 3-4 : Résultats différentiels sur le changement climatique entre l'allongement de la durée d'usage d'un équipement et le remplacement par un équipement neuf suite à une obsolescence perçue



²⁴ ou temps avant arrivée de l'obsolescence culturelle



Figure 3-5 : Résultats différentiels sur le changement climatique entre l’allongement de la durée d’usage d’un équipement avec réparation et le remplacement par un équipement neuf



Remarque : les résultats pour tous les équipements et tous les indicateurs pertinents sont présentés dans une annexe Excel.

Remarque 2 : le temps avant arrivée de la panne de « 2 ans » et de « demi-vie » sont des scénarios identiques pour les smartphones et la trottinette puisqu’une durée d’usage totale de 4 ans est définie.

Remarque 3 : pour le VAE, les résultats relatifs aux nouveaux équipements (objectif 1 de l’étude) considèrent un remplacement de la batterie durant son cycle de vie. Dans cette analyse, l’impact du remplacement de la batterie est comptabilisé comme une réparation et non comme un scénario d’usage « normal ».

Dans le cas d’un allongement avec réparation, l’impact de la réparation (en particulier la production de la nouvelle pièce et les impacts du transport du réparateur ou du consommateur) peut présenter un impact environnemental qui n’est pas compensé par la production évitée si la durée de l’allongement est trop faible. C’est le cas par exemple du smartphone lorsqu’il est arrivé aux trois quarts de sa durée d’usage totale (soit au bout de 3 ans). En effet, la panne modélisée engendre le remplacement de l’écran qui représente une part importante des impacts de production.

Cependant, dans la majorité des cas, le choix de réparer est préférable au choix de remplacer son équipement surtout si la panne intervient avant la demi-vie de l’équipement.

Lorsque l’allongement fait suite à une simple décision de ne pas changer d’équipement, les résultats sont toujours favorables à l’allongement de la durée d’usage.

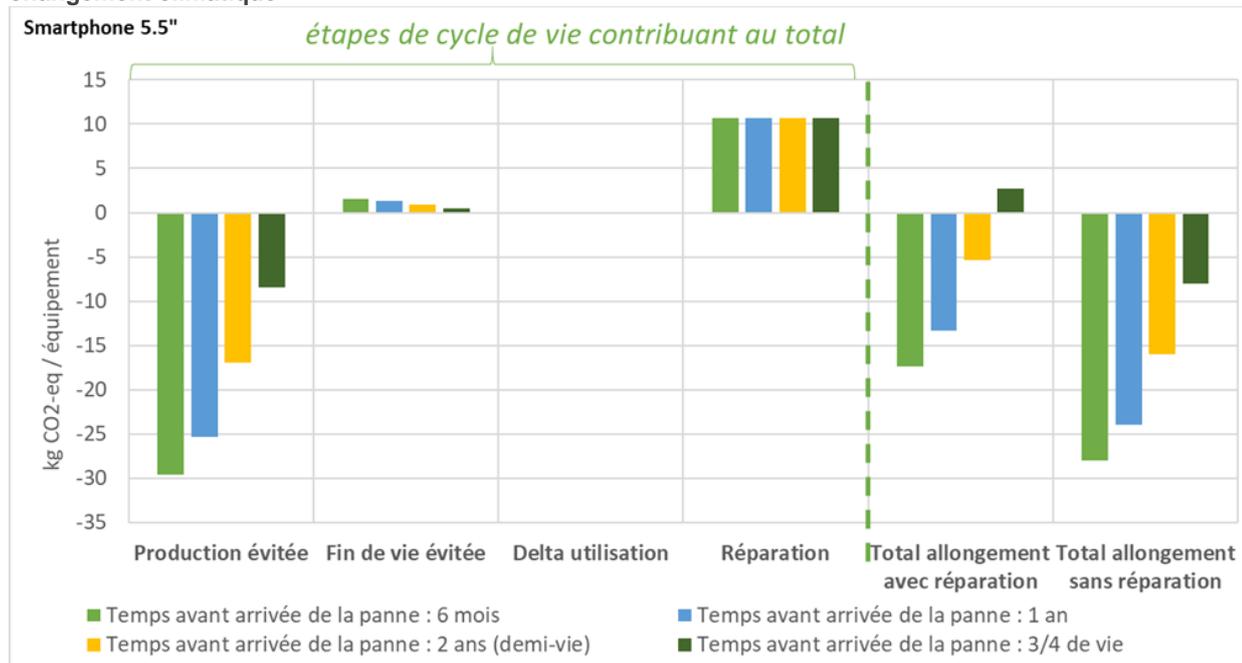
Les résultats sont également dépendants des hypothèses de modélisation de la réparation. Dans le cas de la télévision, il a été supposé qu’un 1/3 de la dalle LCD est remplacée et la production de la dalle LCD dans la télévision est un contributeur majeur sur son cycle de vie. En effet, l’inventaire de cycle de vie « dalle LCD » utilisé pour modéliser la télévision ne peut pas être désagrégé. Il a donc été considéré que l’impact de la nouvelle pièce correspond à 1/3 de l’impact de la production d’une dalle LCD. Cette approche a certainement tendance à surestimer l’impact de la réparation étant donné que la panne la plus fréquente identifiée est le remplacement d’une ou plusieurs barres de LED (faisant partie de la dalle LCD).

Étapes contributrices au sein des scénarios d’allongement :

Dans le cas d’un allongement avec réparation, l’impact de la réparation (en particulier la production de la nouvelle pièce et les impacts du transport du réparateur ou du consommateur) peut présenter un impact environnemental qui n’est pas compensé par la production évitée si la durée de l’allongement est trop faible. C’est le cas par exemple du smartphone (Figure 3-6) lorsqu’il est arrivé aux trois quarts de sa durée d’usage totale (soit au bout de 3 ans).

En effet, la panne modélisée engendre le remplacement de l'écran qui représente une part importante des impacts de production :

Figure 3-6 : Résultats du scénario d'allongement de la durée d'usage pour les smartphones sur l'indicateur de changement climatique



Ainsi, pour les smartphones, les résultats se décomposent ainsi :

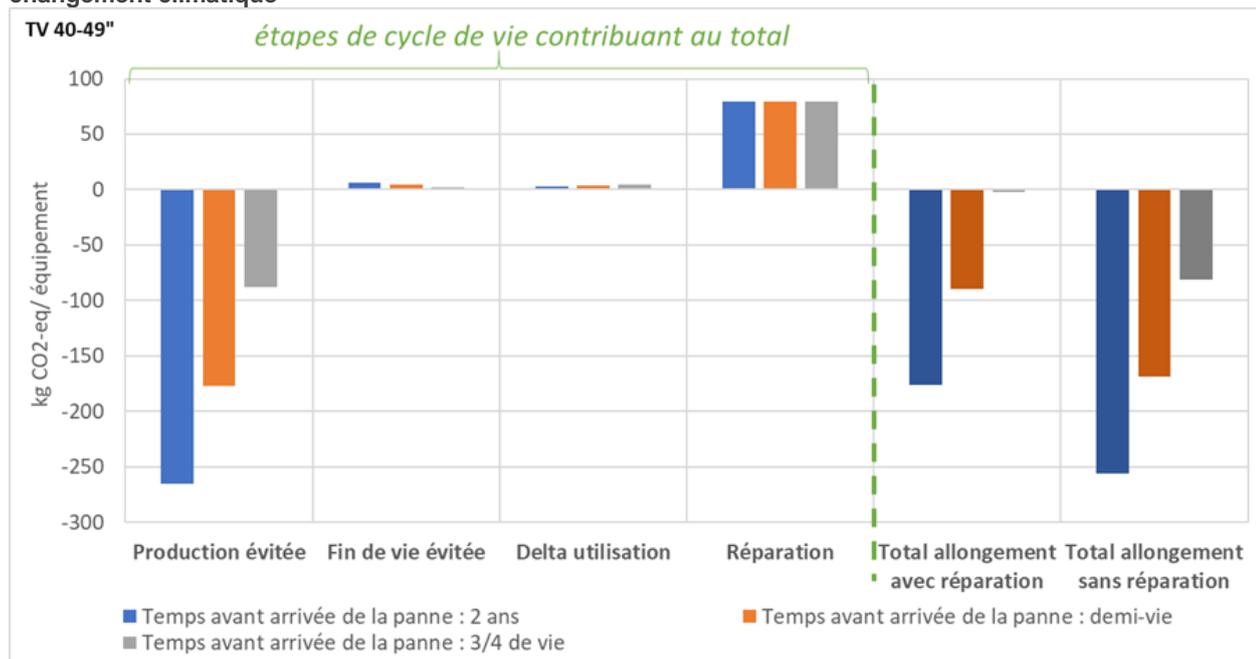
- La production évitée de l'équipement neuf et l'impact de la réparation sont les deux principales étapes contributrices au total ;
- Plus l'équipement est récent plus les impacts évités grâce à l'allongement de la durée d'usage sont grands (on évite une plus grande proportion de l'équipement neuf) ;
- Au $\frac{3}{4}$ de la durée d'usage, les résultats sont proches de 0 : l'intérêt de réparer devient faible à nul. Même si l'analyse d'incertitude n'est pas réalisée, on peut considérer que dans ce scénario, l'intérêt d'allonger la durée d'usage n'est pas prouvé dans le cas d'un allongement suite à une réparation ;
- Les impacts de la réparation sont identiques dans toutes les situations puisqu'un seul scénario de réparation est retenu. Ils se répartissent entre :
 - Le transport du consommateur (entre 61% et 69% des impacts de réparation),
 - La production de la nouvelle pièce et sa distribution (31 à 38% des impacts de réparation),
 - La fin de vie de l'ancienne pièce (< 1% des impacts de réparation).
- Plus l'équipement est vieux, plus l'impact de la réparation est grand sur les résultats ;
- La fin de vie évitée présente des résultats positifs car la fin de vie des équipements affiche généralement un léger bénéfice environnemental du fait du recyclage d'une partie des matériaux du DEEE ;

Les bénéfices de l'allongement suite à une réparation pourraient être sous-estimés :

- si le téléphone de remplacement est plus grand que le précédent (il y aurait donc plus d'impacts de production évitée)
- si le consommateur ne se déplace pas en voiture uniquement pour la réparation du smartphone (dans ce cas les impacts du transport en voiture pourraient être divisés par le nombre d'achats effectués) ou si le consommateur utilise d'autres moyens de transport (à pieds, transport en commun, co-voiturage).

Les résultats sont également dépendants des hypothèses de modélisation de la réparation. Dans le cas de la télévision (Figure 3-7), il a été supposé qu'un 1/3 de la dalle LCD est remplacée et la production de la dalle LCD dans la télévision est un contributeur majeur sur son cycle de vie. En effet, l'inventaire de cycle de vie « dalle LCD » utilisé pour modéliser la télévision ne peut pas être désagrégé. Il a donc été considéré que l'impact de la nouvelle pièce correspond à 1/3 de l'impact de la production d'une dalle LCD. Cette approche a certainement tendance à surestimer l'impact de la réparation étant donné que la panne la plus fréquente identifiée est le remplacement d'une ou plusieurs barres de LED (faisant partie de la dalle LCD).

Figure 3-7 : Résultats du scénario d'allongement de la durée d'usage pour les télévisions sur l'indicateur de changement climatique

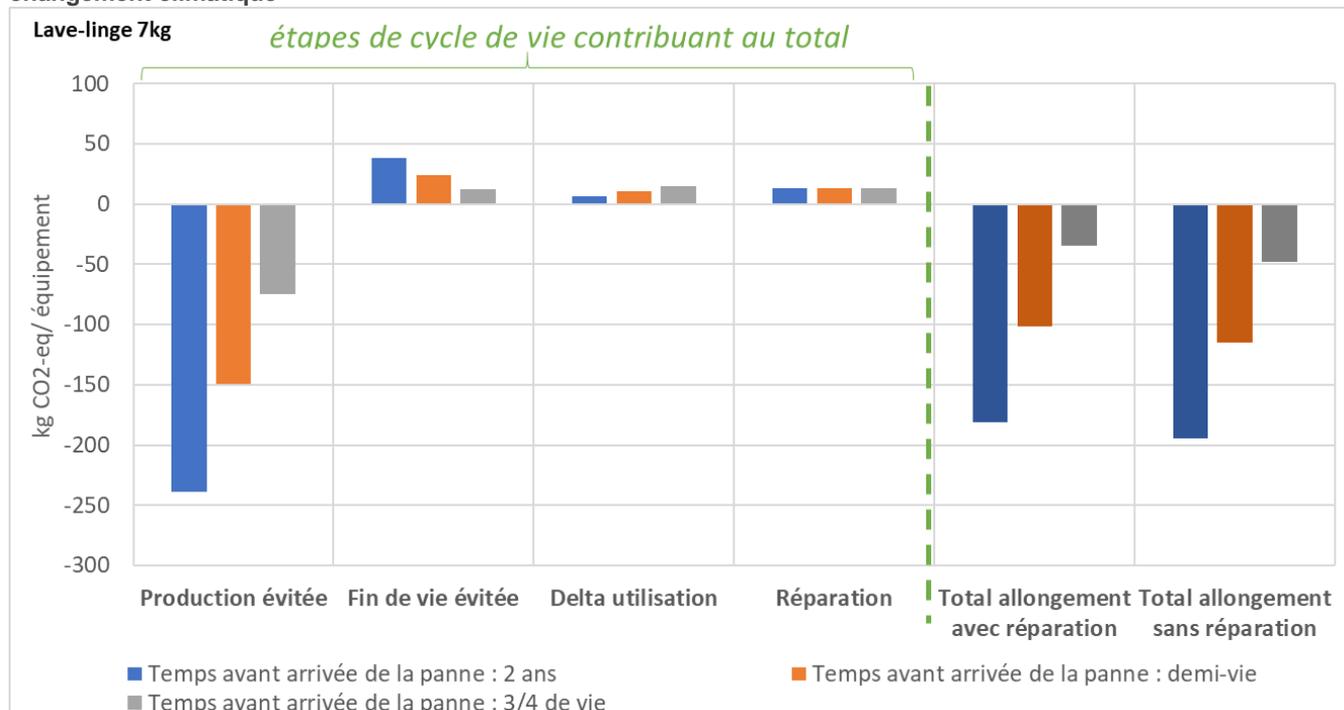


Dans le cas de la TV, les impacts de la réparation se répartissent entre :

- Le transport du consommateur (entre 7 et 14% des impacts de réparation),
- La production de la nouvelle pièce et sa distribution (entre 85 et 92% des impacts de réparation),
- La fin de vie de l'ancienne pièce (1% des impacts de réparation).

Enfin, la contribution détaillée pour un équipement électroménager (le lave-linge) est présentée dans la Figure 3-8 suivante :

Figure 3-8 : Résultats du scénario d'allongement de la durée d'usage pour le lave-linge sur l'indicateur de changement climatique



Il y a toujours un bénéfice à allonger la durée d'usage du lave-linge pour les scénarios étudiés :

- La production évitée de l'équipement neuf est la principale étape contributrice au total ;

- Plus l'équipement est récent plus les impacts évités grâce à l'allongement de la durée d'usage sont grands (on évite une plus grande proportion de l'équipement neuf) ;
- Les impacts de la réparation sont identiques dans toutes les situations puisqu'un seul scénario de réparation est retenu. Ils se répartissent entre :
 - Le transport du réparateur (entre 73% des impacts de réparation),
 - La production de la nouvelle pièce et sa distribution (35% des impacts de réparation),
 - La fin de vie de l'ancienne pièce (-8% des impacts de réparation. La valeur est négative grâce au recyclage d'une partie de la pièce).
- Plus l'équipement est vieux, plus l'impact de la réparation est grand sur les résultats ;
- La fin de vie évitée présente des résultats positifs car la fin de vie des équipements affiche généralement un léger bénéfice environnemental du fait du recyclage d'une partie des matériaux du DEEE ;

Il réside une forte incertitude sur le transport du réparateur. Pour rappel, une distance de 20 km en camionnette a été allouée à la réparation.

En conclusion, le bilan environnemental de la réparation d'équipements dépend :

- De l'impact de la réparation et notamment de l'impact de la production de la nouvelle pièce de remplacement,
- De la contribution relative de cette pièce sur le cycle de vie de l'équipement : plus la pièce a une contribution relative élevée sur la phase de production de l'équipement plus l'amortissement de cette pièce sur les années de vie allongées est long,
- De la date avant arrivée de la panne, plus la panne arrive tard moins il est intéressant de remplacer,
- Du delta de consommation énergétique entre l'équipement réparé et l'équipement neuf. Il n'est pas nécessairement intéressant de réparer un équipement dont la phase d'utilisation a une contribution significative sur son cycle de vie et dont les consommations énergétiques de l'équipement de remplacement sont plus faibles.



4. Analyse sur le geste de tri (Partie 2)

4.1. Produits couverts par l'analyse

Le but de cette partie est de mettre en évidence l'intérêt du geste de tri pour réduire les impacts environnementaux des produits présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4-1 : Catégories de produits concernées par l'analyse sur le geste de tri

#	Catégorie de produits
Equipements à forte composante électronique	
1	Téléviseur
2	Ordinateur portable
3	Smartphone
4	Tablette
5	Enceinte musicale portative Bluetooth
Equipements à faible composante électronique (électroménager)	
6	Lave-linge
7	Réfrigérateur
Bricolage, jardinage, équipement technique de la maison	
8	Perceuse

Chaque produit analysé, deux scénarios sont comparés :

- Scénario 1 : le mauvais geste de tri,
- Scénario 2 : le bon geste de tri.

Les scénarios sont détaillés dans le tableau suivant :

Tableau 4-2 : Scénarios de fin de vie analysés pour l'analyse sur le geste de tri

Équipement concerné	Scénario 1 : mauvais geste de tri	Scénario 2 : bon geste de tri
DEEE petits appareils ménagers (PAM) et écrans	Poubelle OMr	Apport en déchèterie ou en magasin pour suivre la filière REP appropriée
DEEE gros électroménagers (GEM)	Dépose sur le trottoir (espace public) : 25 % : Géré en encombrant par la municipalité 75 % : Démantèlement illégal	Apport en déchèterie ou en magasin pour suivre la filière REP appropriée

Remarque : dans le cas d'un dépôt sur le trottoir des équipements de production de froid, un relargage de la totalité des fluides frigorigènes est pris en compte.

Sur base des chiffres clés de l'ADEME édition 2016, on suppose que les équipements envoyés dans la filière des encombrants sont envoyés à

- 46% en centre de stockage
- 54% en incinération avec valorisation énergétique.

Dans le cas d'un démantèlement illégal, on considère que 75% de l'acier et du cuivre est recyclé. Le reste est envoyé en centre de stockage.

4.2. Résultats relatifs au geste de tri (objectif 2)

4.2.1. Résultats pour huit équipements

Ce chapitre présente les résultats comparatifs sur l'entièreté du cycle de vie d'un équipement entre un équipement jeté dans la bonne filière de fin de vie et un mauvais geste de tri.

- Pour les équipements électriques et électroniques (EEE) (Figure 4-1 et Figure 4-2)
 - Le cas en bleu (nommé « envoi dans la bonne filière de fin de vie ») correspond aux résultats du cas de base étudié pour ces équipements. En effet, la fin de vie est modélisée avec les inventaires de cycle de vie de l'éco-organisme ES-R qui prend en compte toutes les étapes de la collecte au traitement final des différents composants de l'équipement. Pour les parts recyclées de l'équipement, les bénéfices du recyclage par substitution de matières premières vierges est pris en compte.
 - Le cas en orange (nommé « mauvais geste de tri ») correspond au cycle de vie de l'équipement avec une fin de vie suivant les ordures ménagères résiduelles en France (64% incinération avec valorisation énergétique et 36% stockage) sauf pour le réfrigérateur et le lave-linge où le produit est déposé sur le trottoir avec pour conséquence une gestion en encombrant par la collectivité (25%) et un démantèlement illégal (75%).

Figure 4-1 : Comparaison entre la contribution au changement climatique d'un EEE jeté via la bonne filière de gestion et le mauvais geste de tri sur le cycle de vie complet (1/2)

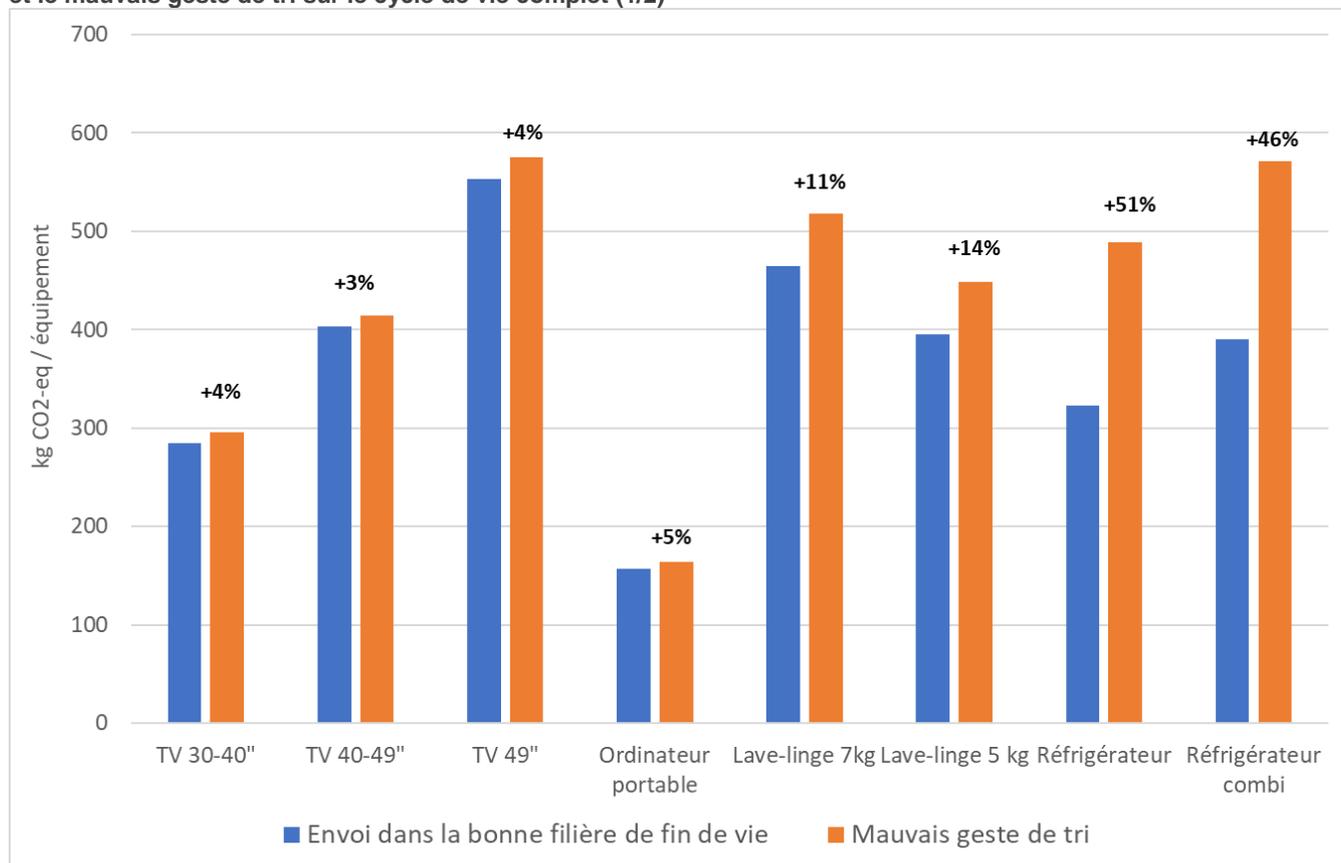
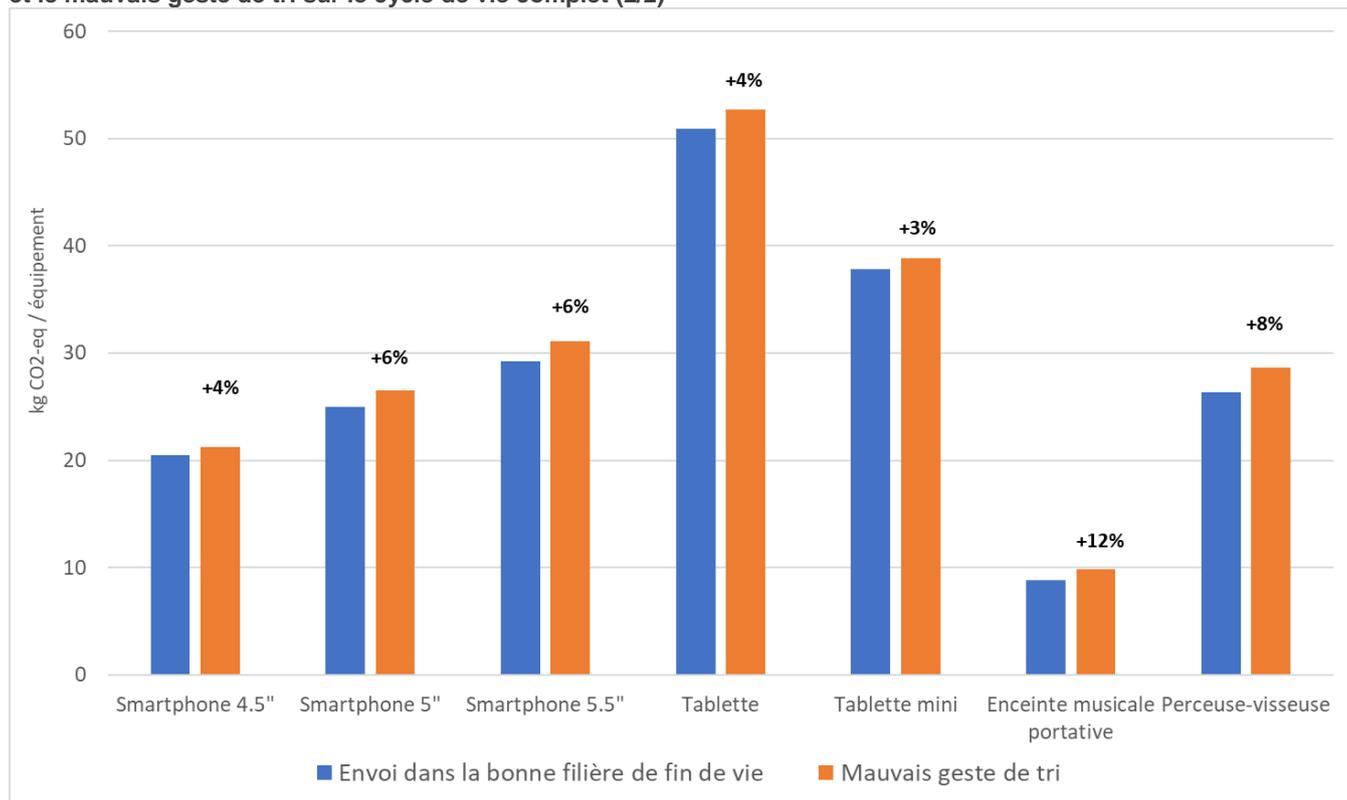


Figure 4-2 : Comparaison entre la contribution au changement climatique d'un EEE jeté via la bonne filière de gestion et le mauvais geste de tri sur le cycle de vie complet (2/2)



Les *Figure 4-3* et *Figure 4-4* présentent les résultats sur la phase de fin de vie seule du produit pour l'indicateur de changement climatique :

Figure 4-3 : Comparaison entre la contribution au changement climatique d'un EEE jeté via la bonne filière de gestion et le mauvais geste de tri – ZOOM SUR LA PHASE DE FIN DE VIE (1/2)

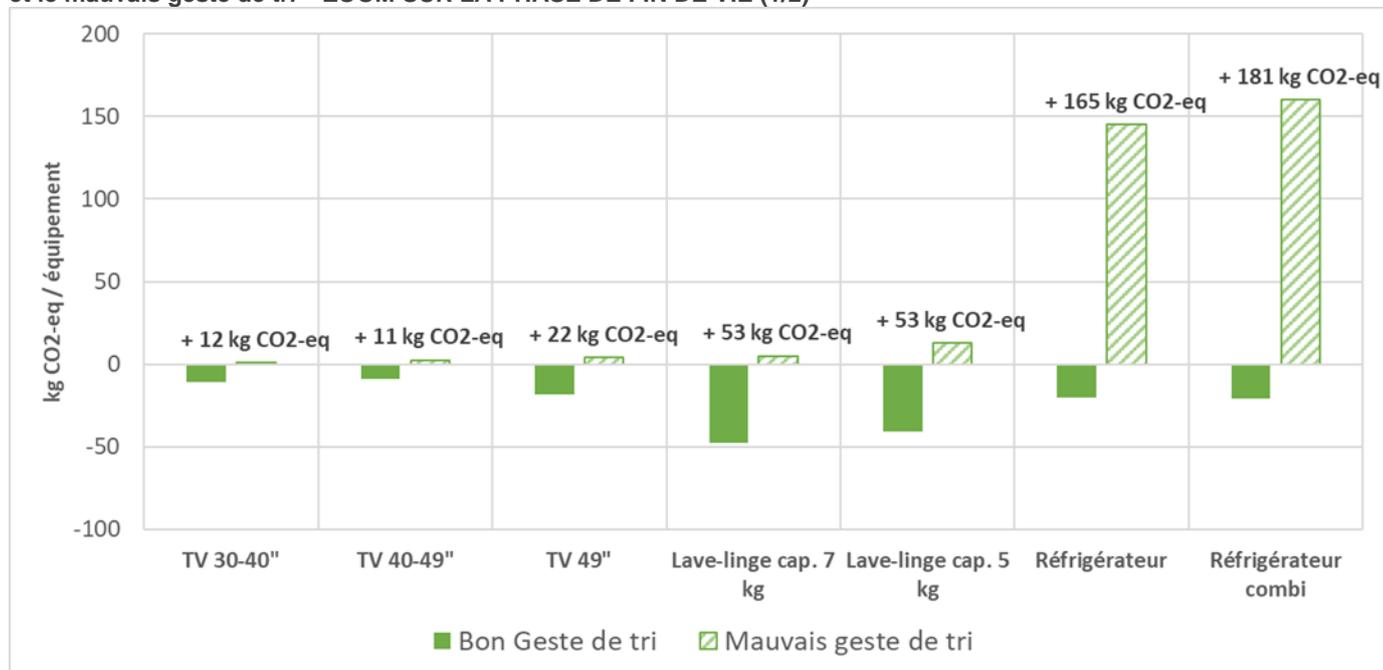
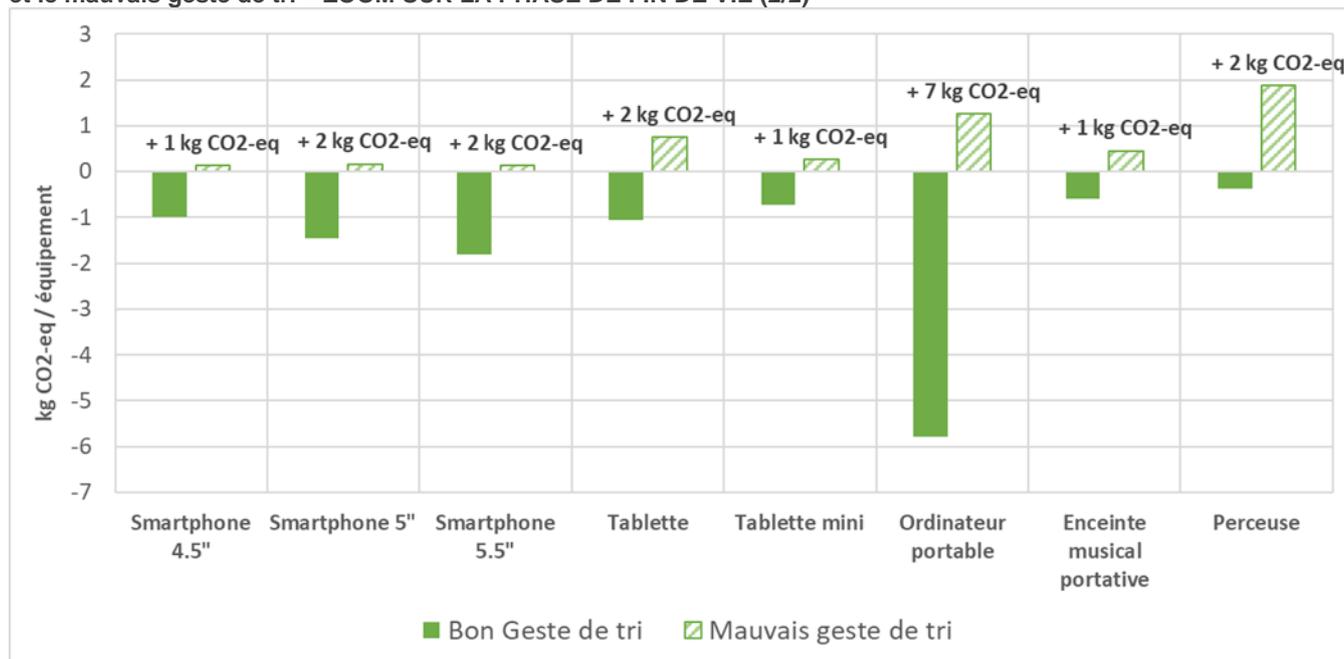


Figure 4-4 : Comparaison entre la contribution au changement climatique d'un EEE jeté via la bonne filière de gestion et le mauvais geste de tri – ZOOM SUR LA PHASE DE FIN DE VIE (2/2)



Remarque : la valeur affichée correspond à la différence entre les deux scénarios. Par exemple, un mauvais geste de tri pour la TV 30-40" entraîne une augmentation de la contribution de l'équipement au changement climatique de 12 kg CO2-eq sur l'étape de fin de vie (et donc sur son cycle de vie).

Les résultats de l'analyse sur le geste de tri montrent que le bon geste de tri, favorisant le recyclage permet de réduire l'impact du produit de l'ordre de 5 à 15% sur l'indicateur de changement climatique. Pour le cas du réfrigérateur, la différence est de 50% pour le cas spécifique étudié (réfrigérateur avec un gaz réfrigérant R134a), dans le chapitre 4.2.3, il est montré que l'impact est plus élevé en moyenne puisqu'il y a encore des réfrigérateurs au R12 dont le pouvoir de réchauffement global de ce gaz est très élevé.

Plus l'indicateur est sensible à la phase d'utilisation (par exemple, les indicateurs liés à la consommation de ressources fossiles) moins la différence entre les deux scénarios est élevée. En effet, le recyclage permet d'éviter la production de matière premières vierges et un traitement de fin de vie final. Ce sont donc les étapes de fabrication et de fin de vie qui sont sensibles à ce scénario.

Dans le cas des *gros équipements électroménager*, l'abandon dans l'espace public peut conduire à un démantèlement illégal et une absence de dépollution de celui-ci. Les pollutions générées par ce démantèlement ne sont pas toutes couvertes par cette étude mais le cas du réfrigérateur est un exemple phare avec l'émission des gaz réfrigérants, à haut pouvoir de réchauffement global, dans l'atmosphère (émission de R134a dans le cas étudié).

4.2.2. Résultats détaillés pour les télévisions

Les deux figures suivantes présentent les résultats détaillés sur l'indicateur de changement climatique pour les trois télévisions :

- Dans le scénario « bon geste de tri » qui est le scénario étudié par défaut, la fin de vie est peu significative. Les inventaires de cycle de vie de ES-R prennent en compte toutes les opérations de fin de vie des équipements électriques et électroniques. Les parties recyclées permettent d'éviter la production de nouvelles matières premières vierges. La valeur étant négative, les bénéfices du recyclage compensent les impacts des impacts de la fin de vie des équipements.
- Dans le scénario « mauvais geste de tri », les impacts de la fin de vie sont peu significatifs sur l'indicateur de changement climatique :
 - Il y a peu d'émissions liées à la mise en centre de stockage des métaux, plastiques et composants électroniques
 - Il y a peu d'émissions liées à l'incinération des métaux et les émissions générées par la combustion des plastiques est partiellement compensée par la valorisation énergétique (La valorisation énergétique évite la production d'électricité du mix électrique national moyen et la production de chaleur à partir de gaz naturel)
- L'indicateur de changement climatique ne montre pas de forte sensibilité à la fin de vie des équipements. Cependant, un mauvais tri génère des impacts sur d'autres indicateurs liés :



- à la pollution des eaux (notamment la problématique d'émissions à long terme des centres de stockage)
- ou à l'épuisement des ressources minérales du fait de l'absence de possibilité de recycler les matériaux contenus dans les équipements.

Remarque : les problématiques de démantèlement illégal en France ou d'envoi à l'étranger liées à un mauvais geste de tri n'ont pas été évaluées.

Figure 4-5 : Résultats de l'analyse du geste de tri des télévisions sur l'indicateur de changement climatique - Cycle de vie complet

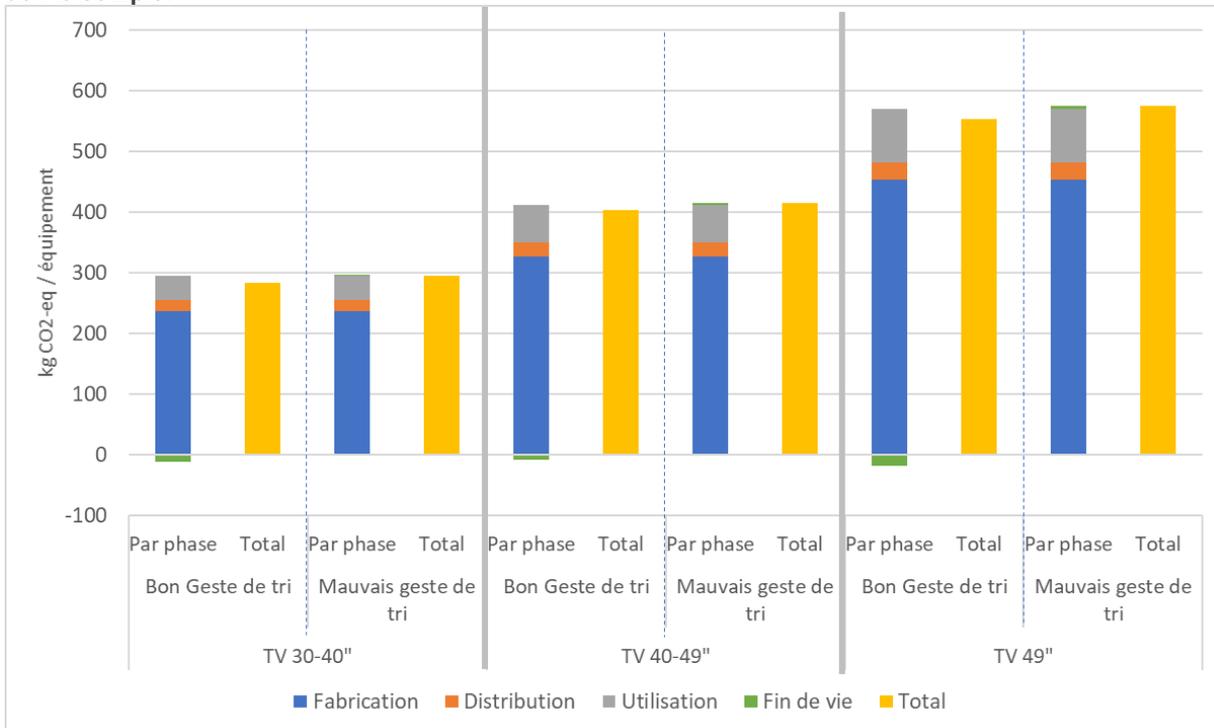
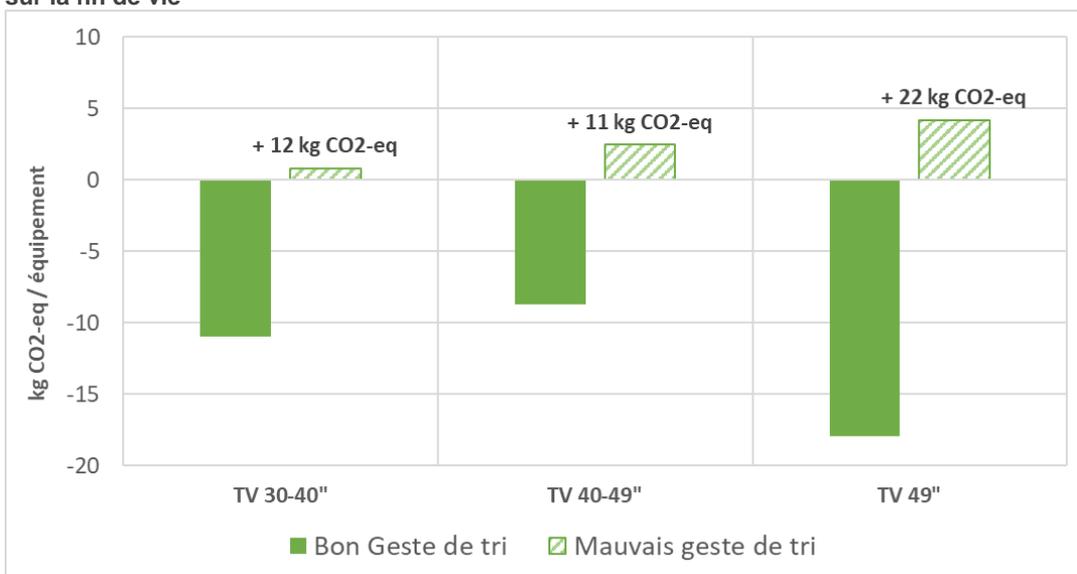


Figure 4-6 : Résultats de l'analyse du geste de tri des télévisions sur l'indicateur de changement climatique – Zoom sur la fin de vie



4.2.3. Résultats détaillés pour le réfrigérateur

Le démantèlement illégal conduit à l'émission dans l'air du fluide frigorigène contenu dans l'appareil :

En cas de base, les hypothèses suivantes sont considérées :

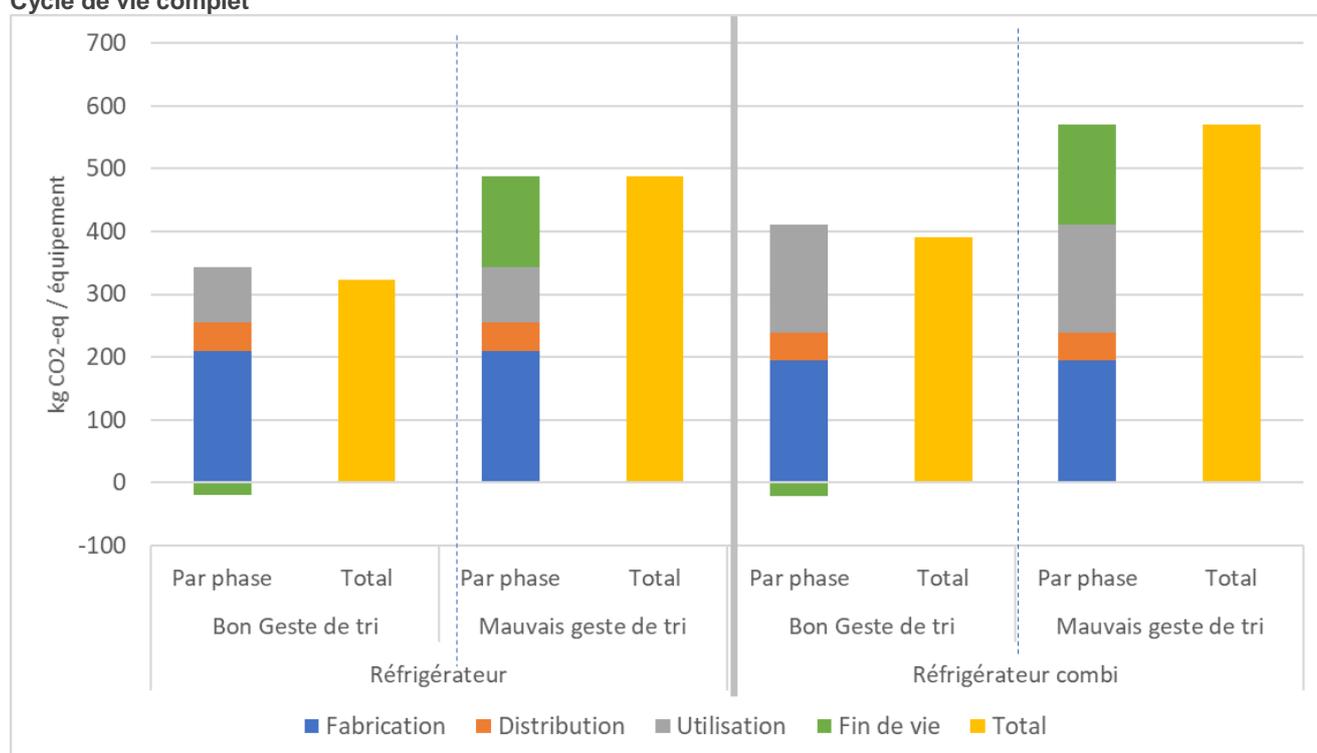
- Réfrigérateur au gaz réfrigérant R134a
- Agent d'expansion des mousses isolantes au pentane (R601)

La quantité de gaz réfrigérant et d'agent d'expansion a été transmise par Ecosystème dans le cadre de ce projet.

Ces données sont choisies car des données d'inventaires de cycle de vie étaient disponibles pour la production (via la base de données Ecoinvent) et la fin de vie (via les inventaires ES-R²⁵). Une analyse multicritère est donc rendue possible grâce à la disponibilité de ces inventaires.

A noter que pour les émissions dans l'air du gaz réfrigérant et de l'agent d'expansion des mousses, les pouvoirs de réchauffement globaux (PRG) de la Base Carbone de l'ADEME sont utilisées. Cependant les dernières publications du GIEC indiquent que ces valeurs sont sous-estimées. Ainsi pour le R134a, on passe de 1300 kg CO₂-eq/kg à 1550 kg CO₂-eq/kg.

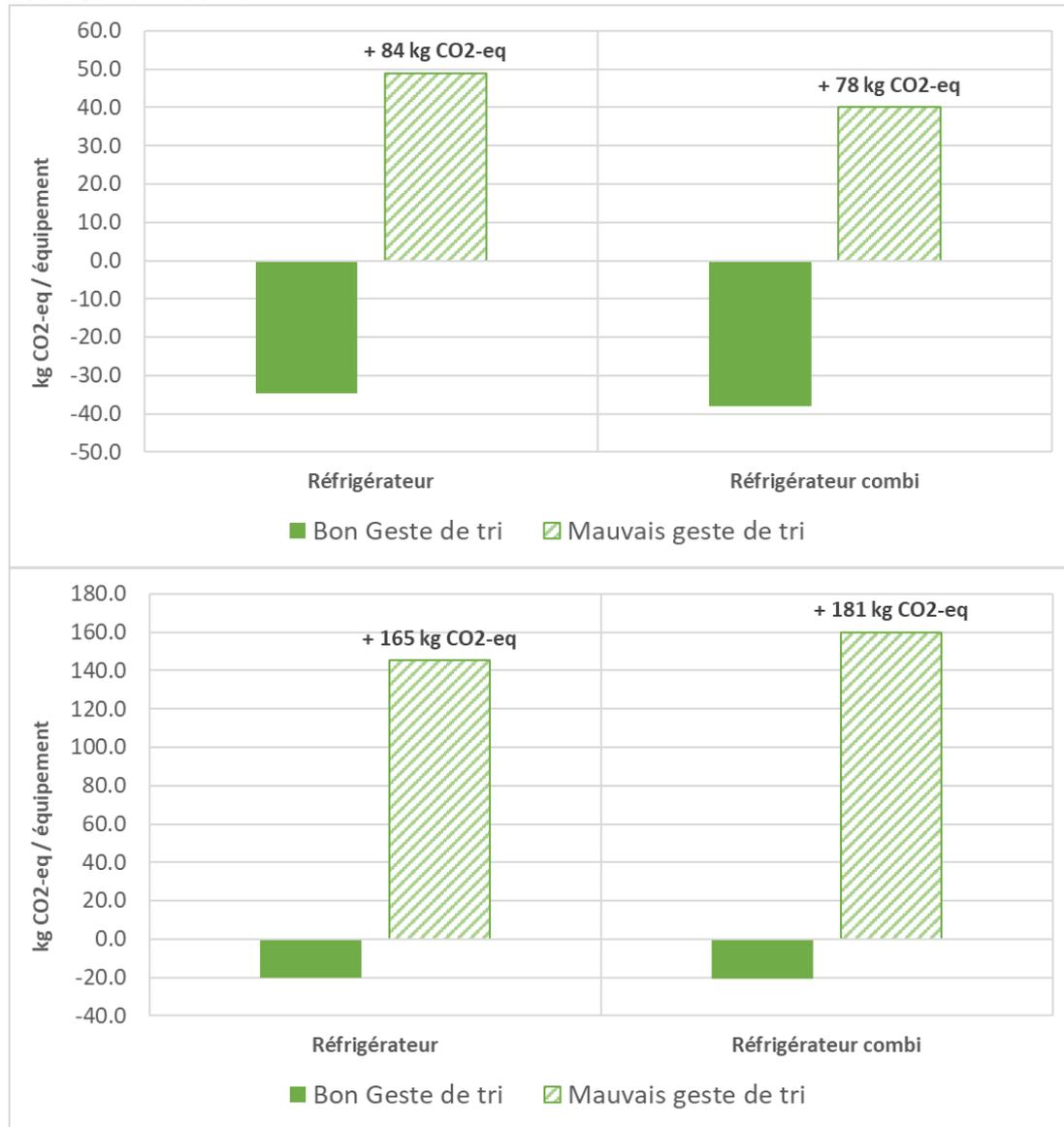
Figure 4-7 : Résultats de l'analyse du geste de tri des réfrigérateurs sur l'indicateur de changement climatique – Cycle de vie complet



²⁵ La fin de vie du R134a a été approximé avec l'inventaire approximant suivant : *EoL, Heat Pumps and Air-conditioners (fluid filler < 2 kg) | Cooling gas R134a, Substitution benefits included*



Figure 4-8 : Résultats de l'analyse du geste de tri des réfrigérateurs sur l'indicateur de changement climatique – Zoom sur la fin de vie



Les deux figures précédentes présentent les résultats sur l'indicateur de changement climatique pour les réfrigérateurs :

- Dans le scénario « bon geste de tri » qui est le scénario étudié par défaut, la fin de vie est peu significative. Les inventaires de cycle de vie de ES-R prennent en compte toutes les opérations de fin de vie des équipements électriques et électroniques. Les parties recyclées permettent d'éviter la production de nouvelles matières premières vierges. La valeur étant négative, les bénéfices du recyclage compensent les impacts de la fin de vie des équipements.
- Dans le scénario « mauvais geste de tri », les impacts de la fin de vie deviennent significatifs en raison de la libération du fluide frigorigène et de l'agent d'expansion dans l'air.
- D'autres problématiques environnementales ne sont pas montrées à travers l'indicateur de changement climatique. Un mauvais tri génère des impacts sur d'autres indicateurs liés :
 - À la pollution des eaux (notamment la problématique d'émissions à long terme des centres de stockage)
 - ou à l'épuisement des ressources minérales du fait de l'absence de possibilité de recycler les matériaux contenus dans les équipements.

Malgré un démantèlement illégal, il a été considéré que les déchets non récupérés pour revente et recyclage finissent dans un centre de stockage. Le dépôt sauvage ou décharge non contrôlée n'est pas évalué et pourrait avoir des impacts élevés sur la pollution des eaux et la santé humaine (par contamination des sols et de l'eau).

Point d'attention :

Dans la précédente étude, la nomenclature produit du réfrigérateur avec un gaz réfrigérant au R134a était issue de l'étude de la préparation à la directive Ecoconception de la Commission Européenne²⁶ de 2007. La nomenclature représenterait un réfrigérateur en fin de vie aujourd'hui vu la date de publication de l'étude. Les réfrigérateurs plus anciens possédaient des gaz réfrigérants et d'expansion des mousses avec un pouvoir de réchauffement global bien supérieur (respectivement R12 et gaz fluorés) à ceux des réfrigérateurs neufs mis sur le marché aujourd'hui (R600a et R601)

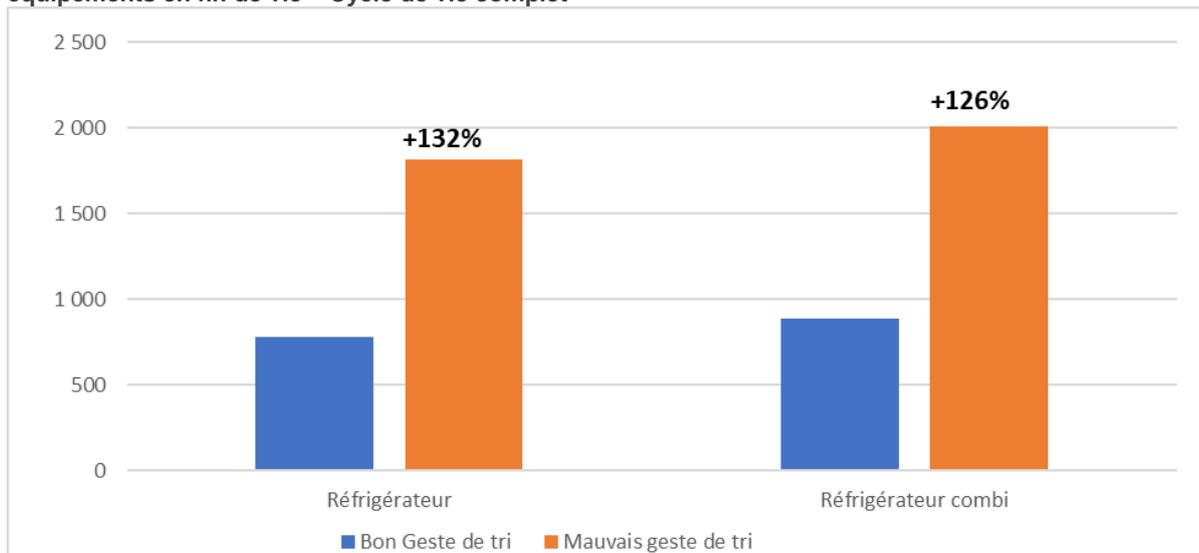
Le choix de conserver un réfrigérateur avec un gaz réfrigérant au R134a et un gaz d'expansion au R601 semblait donc être un bon compromis pour représenter le parc actuel.

Cependant, après discussion avec l'éco-organisme Ecosystem, il s'avère que la proportion de réfrigérateurs collectés par l'éco-organisme possédant du R12 et des gaz fluorés est encore élevée. L'analyse suivante tient donc compte de cette observation de terrain (données transmises par Ecosystemes), reflétant mieux les bénéfices du bon geste de tri par rapport à l'abandon du réfrigérateur sur la voie publique. Celle-ci n'est réalisée qu'en analyse de sensibilité car les données d'impacts ont été transmises uniquement pour l'indicateur de changement climatique.

L'analyse complémentaire ci-dessous a été réalisée sur base des données transmises par l'éco-organisme Ecosystemes (ES-R) sur les réfrigérateurs collectés en 2017 :

- Proportions de gaz réfrigérants R12, R134a et R600a,
- Proportions de gaz d'expansion R601 et de gaz fluorés (assimilés R11).

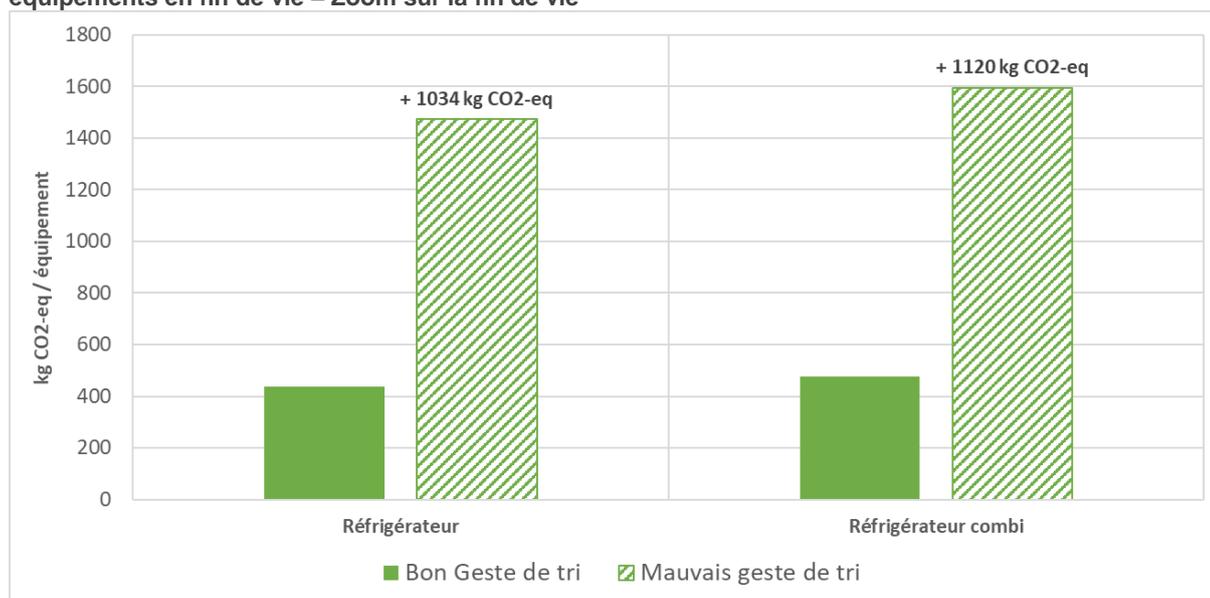
Figure 4-9 : Résultats de l'analyse complémentaire du geste de tri des réfrigérateurs sur l'indicateur de changement climatique avec les proportions de gaz réfrigérants et agents d'expansion retrouvés actuellement dans les équipements en fin de vie – Cycle de vie complet



²⁶ Preparatory Study Ecodesign Lot 13: Domestic Refrigerators & Freezers, Task 5 (rev.3) final report, October 2007. with update and addition wine cooler (COLD2)



Figure 4-10 : Résultats de l'analyse complémentaire du geste de tri des réfrigérateurs sur l'indicateur de changement climatique avec les proportions de gaz réfrigérants et agents d'expansion retrouvés actuellement dans les équipements en fin de vie – Zoom sur la fin de vie



En tenant compte des proportions de gaz réfrigérants et gaz d'expansion dans les réfrigérateurs arrivant en fin de vie actuellement, un mauvais geste de tri peut contribuer à plus du doublement de l'impact de l'équipement sur tout son cycle de vie. Cette analyse considère que la totalité des gaz est émise dans l'atmosphère en cas de mauvais geste de tri.

Il faut noter que ces résultats correspondent à la moyenne des équipements en fin de vie. A l'échelle individuelle, l'impact pourrait être bien plus élevé si l'équipement est très ancien (présence de R12 et gaz fluorés) ou bien plus faible si l'équipement est récent (présence de R600a et R601).

5. Limites de l'étude

Limites du fait de l'hétérogénéité des sources utilisées

La Base Impacts® est utilisée autant que faire se peut dans les modélisations. Cependant, certaines données manquantes ont été complétées par la base de données Ecoinvent. Les principales données d'inventaire issues d'Ecoinvent concernent :

- Des composants d'appareils à forte composante électronique ;
- Les batteries au lithium ;
- Des procédés d'incinération et d'enfouissement ;

Les inventaires de cycle de vie de ES-R publiés en décembre 2018 n'étaient pas intégrés dans la Base Impacts® au moment du démarrage de l'étude. Ces inventaires ont été intégrés dans la base de données Excel de cette étude en passant par un logiciel ACV tier. Ceci peut entraîner des incohérences de résultats par rapport à ceux diffusés par la Base Impacts® notamment pour les indicateurs intégrés en LCIA²⁷. En effet, depuis 2011 de nombreuses versions des méthodes ILCD 2011 (utilisées actuellement dans la Base Impacts²⁸) ont été publiées (généralement une nouvelle publication corrige des erreurs contenues dans la précédente) ou les éditeurs de logiciels ACV tiers ont effectué des correctifs de ces méthodes publiées par la commission européenne. La Base Impacts® n'applique peut-être pas les mêmes correctifs que le logiciel tier utilisé pour intégrer les inventaires ES-R dans cette étude.

En conséquence, les résultats peuvent montrer certaines incohérences. C'est le cas de l'indicateur d'acidification pour les inventaires de cycle de vie de ES-R qui présente des bénéfices environnementaux (valeur négative), grâce à recyclage, plus grand que la phase de production des matières premières.

Limites du fait des règles méthodologiques appliquées différemment selon les sources

Les inventaires de cycle de vie de fin de vie des DEEE réalisés par ES-R avec le soutien de l'ADEME présentent les limites suivantes :

- Les hypothèses de tri et de transport sont intégrées dans les inventaires, il n'est pas possible de les modifier
- La prise en compte des bénéfices du recyclage se base sur la formule de fin de vie²⁹ du projet PEF européen avec 100% d'allocation des bénéfices au fournisseur de la matière. Le référentiel affichage ADEME propose une formule de fin de vie différente, la modélisation s'écarte donc des préconisations du référentiel français sur lequel se base le travail réalisé.

Les inventaires du projet ICV-TEX (ADEME-Décathlon-EcoTLC) sont des données avant revue critique externe. Cela correspond notamment aux inventaires des matières recyclées (coton et polyester).

L'ajout de données provenant de bases de données différentes peut entraîner des problèmes d'homogénéité entre les bases de données : périmètre et règles de modélisation différents, non homogénéité des données d'arrière-plan, etc. Dans le cas des données textiles, les données du mode 1 sont basées sur Ecoinvent 2 tandis que les données du projet ICV-TEX sont basées sur Ecoinvent 3.3. Cette différence de base de données a notamment une influence significative sur l'indicateur épuisement des ressources minérales et fossiles lors de la comparaison entre le polyester vierge et le polyester recyclé. Cependant, en l'absence de données homogènes, il est nécessaire de sélectionner les meilleures données disponibles.

Limite sur l'interprétation des résultats :

Il n'est généralement pas possible de connaître l'origine des impacts environnementaux des matières ou procédés impliqués dans le cycle de vie du produit du fait de l'agrégation des données ayant permis de constituer un inventaire de cycle de vie. Par exemple, la contribution élevée des cartes électroniques n'est pas explicable avec les informations disponibles dans la Base Impacts®. Il en est de même avec les inventaires ES-R qui ne permettent pas d'identifier la contribution des différentes étapes de collecte, dépollution et démantèlement des DEEE.

Limites sur le calcul du sac-à-dos écologique

Bien que bénéficiant de publications scientifiques, la méthode MIPS développée par le Wuppertal Institute est peu utilisée (peu de bibliographie identifiée). On peut expliquer cela par le fait qu'il s'agisse plutôt d'un indicateur destiné à la sensibilisation et à la communication plutôt qu'à l'analyse de l'origine des impacts environnementaux comme le permet l'analyse de cycle de vie.

²⁷ Résultats caractérisés des indicateurs d'impacts.

²⁸ Septembre 2019

²⁹ Circular Footprint Formula



De plus, deux méthodes différentes sont utilisées pour le calcul des ressources :

- La consommation de ressources abiotiques est calculée sur base de facteurs de caractérisation directement applicables aux flux élémentaires des inventaires de cycle de vie utilisés pour la modélisation ACV des produits,
- La consommation de ressources biotique est basée sur la nomenclature du produit.

Cette différence conduit à une légère sous-estimation des consommations de ressources biotiques puisque, dans ce cas, les ressources biotiques consommées pendant les étapes de transformation, de transport et d'assemblage ne sont pas considérées (le sac-à-dos écologique est calculé sur un périmètre « cradle-to-gate », le « gate » étant situé très en amont de la chaîne).

Les facteurs de caractérisation pour les ressources abiotiques ont été développés pour les données d'inventaires en format Ecospond alors que la Base Impacts® utilise le format ILCD. Une conversion a donc été nécessaire et certaines approximations ont été faites : la concentration en métaux dans les minerais est directement indiquée dans le flux élémentaire alors qu'avec ILCD, cette concentration n'est pas disponible. On peut cependant la déduire du flux « Inert Rock » mais il n'y a pas de distinction entre les minerais inventoriés. Pour cette étude il a été choisi d'ignorer le flux « Inert Rock » et de considérer un facteur de caractérisation moyen pour chaque métal sur base des facteurs détaillés par concentration en Ecospond.

Enfin, dans sa publication associant les facteurs de caractérisation de la méthode, le Wuppertal Institute avertit que les travaux sont en cours et que certains facteurs devraient encore être mis à jour.

Limites sur la faisabilité de l'analyse d'incertitude

On distingue plusieurs niveaux d'incertitudes :

1. L'incertitude sur les inventaires de cycle de vie utilisés : cette incertitude est inhérente à la Base Impacts® et n'est pas évaluée dans cette étude ;
2. L'incertitude liée à la méthode de caractérisation des impacts sur le changement climatique. Cette incertitude n'est pas évaluée dans cette étude ;
3. L'incertitude des résultats sur le changement climatique en raison de la diversité de composition des produits, leur origine, leur capacité et donc leur consommation en phase d'utilisation : cette variabilité est notamment approchée à travers la modélisation de plusieurs produits d'une même catégorie ;
4. L'incertitude en raison de la variabilité des fonctionnalités sur les appareils et au travers de leur mode d'utilisation lorsque cette phase est incluse dans l'évaluation. De manière générale, on peut dire que plus l'intensité d'utilisation est élevée, plus la durée d'usage totale est grande et plus l'impact sur le changement climatique de la production du produit est réduit par unité d'utilisation.

L'incertitude relative aux points 1 et 2 s'applique à tous les modèles. Elle relève de l'incertitude systématique (erreur de mesure) et épistémique (manque de données) c'est-à-dire la variation causée par l'imprécision ou l'absence de mesures réelles.

Les points 3 et 4 résultent plus d'une incertitude stochastique, c'est-à-dire une incertitude résultant de la variabilité inhérente des situations. Elle est approchée à travers plusieurs exemples particuliers qui permettent de souligner les paramètres les plus sensibles mais l'analyse n'est pas exhaustive étant donnée la multitude des situations qui devrait être envisagée.

Etant donné le choix de développement d'un outil Excel, les fonctionnalités d'analyse d'incertitude n'ont pas été développées et la démultiplication des modèles ACV pour une analyse fine de la sensibilité est très consommatrice de temps. Ainsi, l'analyse d'incertitude n'est pas réalisée pour cette étude et est approché qu'à travers l'analyse de sensibilité de certains paramètres pour quelques équipements à titre d'exemple.

Limites sur l'utilisation de référentiels pour la modélisation

Les modélisations reposent sur des référentiels existants ou créés pour les besoins de l'étude. Les référentiels créés (ou les compléments de référentiels existants) se basent sur un cadre général défini par l'ADEME (suivi d'un cahier des charges établi par l'ADEME pour la réalisation de référentiels sectoriels), cependant ils ne sont pas issus d'un consensus, contrairement aux référentiels existants.

Les référentiels existants présentent également leurs limites, et n'ont d'ailleurs pas été validés par l'ADEME : certains présentent des choix méthodologiques très discutables (par exemple, les rendements énergétiques à appliquer aux plaques de cuisson selon la technologie employée), voire ne répondent pas à certaines règles du cadre ADEME, celui-ci ayant été établi postérieurement à leur rédaction (par exemple, l'approche par delta non appliquée pour certains produits car elle n'existait pas à l'époque).

Limites sur les données d'activité utilisées

La plupart des nomenclatures des produits sont issues de la littérature ou de données de fabricants. Les sources de données utilisées sont jugées fiables et représentatives, cependant il n'a pas été possible de suivre cette règle pour tous les produits.

La représentativité temporelle des données utilisées est variable d'un produit à l'autre, il y a donc un facteur d'incertitude plus grand lorsque les données sont plus anciennes. C'est particulièrement vrai pour les données de composition des produits et pour les données d'utilisation (notamment les classes énergétiques des appareils électroménagers).

Les données de transport des matières premières, de leur mise en forme et de la consommation d'énergie en phase d'assemblage sont les données les plus difficiles à obtenir. Elles résultent souvent d'hypothèses de modélisation (sur base de l'expertise des bureaux d'étude en charge de la réalisation des modélisations).

Selon les produits, les impacts de la consommation d'énergie en phase d'utilisation peuvent grandement varier selon les caractéristiques du produit (puissance de l'équipement par exemple), le scénario d'utilisation (durée et nombre d'utilisation annuel par exemple) et l'efficacité énergétique de celui-ci (rendement par exemple). Cette étude étant réalisée sur un grand nombre de produits,

Au vu de ces limites sur la représentativité des données, il convient d'utiliser les résultats avec prudence, notamment en matière de comparaison entre les produits d'une même catégorie. Par exemple, il conviendrait de mener une étude spécifique pour conclure sur la comparaison entre les impacts d'une plaque de cuisson au gaz, à induction et vitrocéramique.

Limite liée à l'approche de modélisation retenue

Cette étude se concentre sur l'évaluation environnemental de produits plus que des fonctions qu'ils remplissent. L'unité fonctionnelle retenue est généralement applicable pour la modélisation d'un produit sur sa durée d'usage totale. Plusieurs produits évalués comme le vélo de ville à assistance électrique et la trottinette électrique pourraient remplir une fonction identique comme, par exemple, le transport d'une personne sur son trajet domicile-travail. Dans cet exemple, on définirait une unité fonctionnelle qui permettrait de comparer les deux moyens de transport. **Ce n'est pas le cas dans cette étude, les résultats ne sont donc pas comparables.**



6. Conclusions

Pour les **nouveaux produits étudiés (parie 1 de l'étude)**, les procédés contributeurs sont :

- **La phase de production des matières premières**
 - La **production des métaux** et notamment de l'acier ou l'aluminium qui sont généralement les métaux en plus grande quantité dans les produits ;
 - Les **composants électroniques**. Plus l'équipement contient de composants électroniques plus l'impact du produit est élevé. Par exemple, l'or et le platine dans les circuits imprimés ont une contribution élevée sur le changement climatique. Les résultats présentent une incertitude élevée pour ces composants qui sont modélisés grossièrement (le type de composant et leur nombre sur une carte électronique va fortement influencer les résultats ;
 - La **batterie** est également un contributeur important lorsqu'elle est présente dans le produit ;
 - La **production des plastiques** (PS, PU, PP, ABS) dans une moindre mesure. Pour certains produits, le détail par matériau n'était pas disponible pour le moteur. Dans ce cas, une composition générique a été utilisée. Cette composition contient du polyamide renforcé en fibre de verre qui a une contribution moyenne à élevée sur les résultats (plus le moteur a une masse élevée sur la masse totale du produit plus ce matériau a une contribution élevée sur le cycle de vie).
- **La phase d'utilisation du produit**

L'impact de la phase d'utilisation dépend de la consommation de l'appareil (classe d'étiquetage énergétique lorsqu'une réglementation existe) et de l'énergie utilisée. Par rapport aux études réalisées au niveau européen, on observe que l'impact de la phase d'utilisation est plus faible en France du fait du mix électrique peu carbone du pays. En effet, approximativement 75% de l'électricité est produite à partir de centrales nucléaires qui ne produisent pas d'émissions de gaz à effet de serre lors de la fission nucléaire³⁰ (les émissions se résument donc aux émissions liées à l'extraction, la transformation du combustible nucléaire, son transport en fin de vie et la production et le démantèlement de la centrale).
- **La phase de fin de vie du produit** et en particulier la fin de vie de l'acier et de l'aluminium des équipements électriques et électroniques suivant la filière REP en France. Les impacts évités par le recyclage de l'acier et de l'aluminium contenus dans le produit compensent la quasi-totalité des impacts en fabrication (il est considéré que le recyclage évite la production de matière première vierge).

Remarque : L'utilisation de bases de données différentes entre la phase de production des matières premières (Base Impacts pour la production de l'acier, EAA³¹ pour l'aluminium) et ES-R pour la fin de vie des DEEE peut constituer un biais dans l'analyse. Au vu des résultats, les bénéfices du recyclage pourraient être surestimés.

Les résultats avec les indicateurs d'effet respiratoires et d'acidification manquent de fiabilité en raison des inventaires de cycle de vie utilisés

Ceci est dû :

- à l'utilisation d'une base de données différente pour la réalisation des inventaires de cycle de vie ES-R dont les matières premières évitées ne sont pas modélisées comme celles de la Base Impacts
- à l'utilisation de résultats caractérisés (LCIA) d'inventaires de cycle de vie (LCI) pour les indicateurs autres que l'indicateur de changement climatique. Le JRC qui publie les facteurs de caractérisation a diffusé plusieurs versions au fil des années, corrigeant les erreurs au fur et à mesure. La version des méthodes utilisée pour la Base Impacts n'est sans doute pas celle utilisée pour calculer les LCIA des inventaires ESR.

En ce sens, les résultats ne peuvent pas être considérés comme fiables pour ces indicateurs. Les résultats sont exploitables uniquement sur un périmètre cradle-to-gate (de l'extraction des matières premières aux portes de l'usine).

³⁰ Les émissions d'eau générées par le refroidissement du procédé ne sont pas comptabilisées comme des émissions contributives au changement climatique selon la méthode IPCC utilisée.

³¹ Inventaire publié par l'European Aluminium Association et directement intégré dans l'outil

Les résultats de l'analyse de l'allongement de la durée d'usage totale (partie 2 de l'étude) présentent toujours un bilan en faveur du scénario d'allongement de la durée d'usage totale de l'équipement sur l'indicateur de changement climatique. L'objectif de cette analyse est de montrer l'intérêt d'étendre la durée d'usage totale des produits (grâce à un entretien, une conception plus robuste...) plutôt que de le remplacer par un nouvel équipement neuf disponible sur le marché. Il faut cependant nuancer cette analyse lorsqu'il y a des sauts technologiques sur l'efficacité énergétique des équipements (en particulier ceux dont la consommation en phase d'utilisation est un fort contributeur au cycle de vie), dans ce cas le remplacement peut s'avérer préférable. Dans cette étude, toutes les situations ne sont pas analysées : c'est notamment le cas des sèche-linges qui ont montré une forte réduction des consommations ces dernières années avec le passage aux pompes à chaleur.

Plus la durée d'usage totale est allongée, plus les bénéfices environnementaux sont grands : les résultats sont directement dépendants de l'impact de la fabrication du produit. En effet, dans ce scénario, il n'y a pas d'impacts supplémentaires pour allonger la durée d'usage totale (les impacts d'un meilleur entretien de l'équipement étant considérés comme négligeables). La seule différence d'impacts réside dans le gain en consommation énergétique de 3% par an pour les équipements possédant un étiquetage énergétique et de 1.5% pour les autres.

Pour les indicateurs d'acidification, d'émissions de particules, on constate des **incohérences méthodologiques entre les impacts de la production des matières premières et les impacts de la fin de vie**. En effet, étant donné que les impacts de la fin de vie des équipements électriques sont modélisés avec les inventaires de cycle de vie de l'éco-organisme ESR, les bénéfices associés au recyclage d'une partie des matériaux est parfois supérieur aux impacts de la production des matières premières modélisée avec la Base Impacts. **Dans ce cas, l'allongement de la durée d'usage totale apparaît comme la moins bonne solution par rapport au remplacement en raison de la fin de vie évitée de l'équipement** (on évite un recyclage qui montre des bénéfices environnementaux trop élevés) **mais les résultats doivent être écartés et considérés comme faux**.

Pour les deux indicateurs liés à la consommation de ressources (l'indicateur de consommation d'énergie cumulée et l'indicateur d'épuisement des ressources minérales et fossiles), on constate que lorsque l'électroménager neuf est beaucoup plus performant en matière de consommation d'énergie que le vieil équipement, il peut être intéressant de choisir de remplacer. Ces résultats sont vrais pour les hypothèses posées pour cette étude : réduction de la consommation énergétique des équipements et achat d'un nouvel équipement de mêmes caractéristiques. En pratique, on pourrait constater qu'une partie des achats de remplacement sont effectués en faveur d'équipements de plus grande capacité ou de plus grande taille. Dans ce cas, les conclusions pourraient être différentes.

Les résultats de l'analyse de l'allongement de la durée d'usage (partie 2 de l'étude)

L'objectif de cette analyse est de quantifier les bénéfices environnementaux de l'extension de la durée d'usage d'un équipement qui est remplacé suite soit à une panne (allongement suite à une réparation) soit une volonté de changer par l'utilisateur alors que l'équipement fonctionne toujours (allongement sans réparation) avant qu'il atteigne sa durée d'usage totale.

Le bilan environnemental de la réparation d'équipements dépend :

- De l'impact de la réparation et notamment de l'impact de la production de la nouvelle pièce de remplacement,
- De la contribution relative de cette pièce sur le cycle de vie de l'équipement : plus la pièce a une contribution relative élevée sur la phase de production de l'équipement plus l'amortissement de cette pièce sur les années de vie allongées est long,
- De la date avant arrivée de la panne, plus la panne arrive tard moins il est intéressant de remplacer,
- Du delta de consommation énergétique entre l'équipement réparé et l'équipement neuf. Il n'est pas nécessairement intéressant de réparer un équipement dont la phase d'utilisation a une contribution significative sur son cycle de vie et dont les consommations énergétiques de l'équipement de remplacement sont plus faibles.

Dans le cas d'un allongement avec réparation, l'impact de la réparation (en particulier la production de la nouvelle pièce et les impacts du transport du réparateur ou du consommateur) peut présenter un impact environnemental qui n'est pas compensé par la production évitée si la durée de l'allongement est trop faible. C'est le cas par exemple du smartphone lorsqu'il est arrivé aux trois quarts de sa durée d'usage totale (soit au bout de 3 ans). En effet, la panne modélisée engendre le remplacement de l'écran qui représente une part importante des impacts de production. **Cependant, dans la majorité des cas, le choix de réparer est préférable au choix de remplacer son équipement surtout si la panne intervient avant la demi-vie de l'équipement.**

Dans le cas de l'allongement sans réparation (le détenteur du produit décide de ne pas remplacer son équipement qui fonctionne toujours), l'allongement est toujours préférable au remplacement pour les produits étudiés.



Les résultats de l'analyse sur le geste de tri (partie 2 de l'étude) montrent que le bon geste de tri, favorisant le recyclage permet de réduire l'impact du produit de l'ordre de 5 à 15% sur l'indicateur de changement climatique (hors cas du réfrigérateur).

Plus l'indicateur est sensible à la phase d'utilisation (par exemple, les indicateurs liés à la consommation de ressources fossiles) moins la différence entre les deux scénarios est élevée. En effet, le recyclage permet d'éviter la production de matières premières vierges et un traitement de fin de vie final. Ce sont donc les étapes de fabrication et de fin de vie qui sont sensibles à ce scénario.

Dans le cas spécifique des gros équipements électroménager, l'abandon dans l'espace public peut conduire à un démantèlement illégal et une absence de dépollution de celui-ci. Les pollutions générées par ce démantèlement ne sont pas toutes couvertes par cette étude mais le cas du réfrigérateur : en tenant compte des proportions de gaz réfrigérants et gaz d'expansion dans les réfrigérateurs arrivant en fin de vie actuellement, un mauvais geste de tri peut contribuer à plus du doublement (+130% d'impacts sur le cycle de vie de l'équipement par rapport à une bonne gestion) de l'impact de l'équipement sur tout son cycle de vie. Cette analyse considère que la totalité des gaz est émise dans l'atmosphère en cas de mauvais geste de tri.

Il faut noter que ces résultats correspondent à la moyenne des équipements en fin de vie. A l'échelle individuelle, l'impact pourrait être bien plus élevé si l'équipement est très ancien (présence de R12 et gaz fluorés) ou bien plus faible si l'équipement est récent (présence de R600a et R601).

Sigles et acronymes

ABS	Acrylonitrile butadiène styrène
ACV	Analyse du cycle de vie
CED	Cumulative energy demand
Crade-to-gate	Périmètre des analyses « du berceau à la porte » qui qualifie les impacts environnementaux depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la sortie de l'usine
Crade-to-grave	Périmètre des analyses « du berceau à la tombe » qui qualifie les impacts environnementaux depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie du produit
DEEE	Déchets d'équipements électriques et électroniques
EAA	European aluminium association
EEE	Équipements électriques et électroniques
ErP	Energy related Products
EuP	Energy-using products
ES-R	Éco-organismes Eco-systèmes et Réylum
FdV/EoL	Fin de vie / End-of-life
GAFA	Géants du Web
GEM	Gros électroménager
GES	Gaz à effet de serre
GT	Groupe de travail
ICV / LCI	Inventaire de cycle de vie / Life cycle inventory
ILCD	International Reference Life Cycle Data System
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JRC	Joint Research Center
LCD	Liquid crystal display ou écran à cristaux liquides
LED	Light-emitting diode ou Diode électroluminescente
MIPS	Material Input Per Service unit
MJ	Méga-Joule
MP	Matière première
OMr	Ordures ménagères résiduelles
PAM	Petit appareil ménager
PE	Polyéthylène
PEBD	Polyéthylène basse densité
PEF	Product environmental footprint
PEFCR	Product environmental footprint category rules
PEHD	Polyéthylène haute densité
PET	Polytéréphtalate d'éthylène
PP	Polypropylène
PS	Polystyrène
PSE	Polystyrène expansé
PU	Polyuréthane
PVC	Polyvinyle Chlorure
REP	Responsabilité élargie du producteur
TV	Télévision
UE/EU	Union européenne / European Union
UF/FU	Unité fonctionnelle / Functional unit
VAE	Vélo à assistance électrique



L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition Écologique et Solidaire et du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



MODELISATION ET EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE PRODUITS DE CONSOMMATION ET BIENS D'EQUIPEMENT

Résumé La consommation de biens « durables » ou « semi-durables » inclut une gamme très étendue de produits aux impacts environnementaux très variés. Or, ces biens occupent une place de plus en plus importante dans la répartition des dépenses des ménages, notamment dans le domaine du logement et de ses équipements (meubles et électroménagers), de la communication (technologies de l'information et de la communication) et des loisirs (par exemple, les équipements sportifs).

Cette étude est la suite d'une première étude de l'ADEME visant à poursuivre l'évaluation environnementale de produits de consommation (14 catégories de produits s'ajoutent aux 45 catégories déjà évaluées).

Parallèlement, des simulations d'augmentation de la durée d'usage ainsi que sur l'influence du bon geste de tri pour une vingtaine de catégories de produits ont été réalisées afin de porter des messages de sensibilisation du grand public à la réduction des impacts environnementaux des biens qu'il possède tout au long de son cycle de vie.

