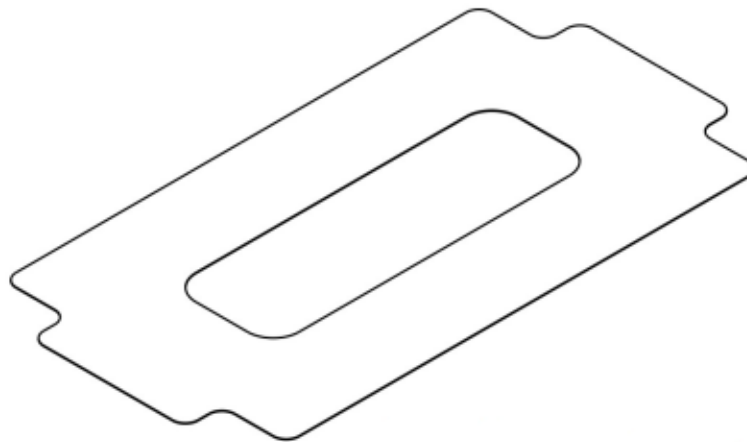


# Rapport de projet d'éco-conception

## « *Lame de rasoir* »



### Réalisé par :

EL JAOUHARI Reda  
NEMMASSI Abdeljalil  
OUCHEN Hassan  
SADDIK Imad

### Encadré par :

Mme. DADDA Afaf

# Introduction générale

La lame de rasoir est un produit que les hommes utilisent pour enlever leur barbe. Le produit paraît simple, son poids est négligeable et il fait l'affaire. Mais ce qui est caché, c'est le procédé de fabrication de ce dernier qui est très complexe. Ce produit pour être réutilisable plusieurs fois et après un certain nombre d'utilisations notre produit va être jeté.

Durant ce semestre, il faut qu'on essaye d'éco-concevoir un produit quelconque. Cet exercice va nous permettre d'avoir la capacité de lire les analyses faites de quelques produits et ce qui est important, c'est de comprendre la méthode ACV et réfléchir toujours à l'environnement lorsqu'on veut concevoir un produit.

Nous ne sommes que des débutants, ce qui signifie qu'on ne va pas entrer dans les détails de cette méthode dans notre analyse, mais on va essayer de parler que sur les éléments intéressants, comme la démarche de l'éco-conception en grand, l'analyse de l'ACV, l'évaluation des impacts environnementaux, etc.

Pour faire cette étude, on utilisera le logiciel Solidworks sustainability pour faire notre étude. Ce logiciel va nous fournir des informations qui seront utiles pour le choix de la manière dont on va éco-concevoir notre produit. Cependant, ce logiciel n'est pas gratuit, heureusement, il existe un logiciel libre qui s'appelle openLCA qui se compare au autre logiciel professionnel comme SimaPro, Gabi et Umberto. À cause de la durée d'une semaine, on ne pourra qu'utiliser Solidworks dans ce qui vient.

# Cadrage de la démarche de l'éco conception

Dans cette partie, on va essayer de suivre la démarche de l'éco-conception qui est constituée de 5 étapes (Cadrage de la démarche, évaluation environnementale, stratégie d'éco-conception, aide à la décision et la communication). Dans cette partie, on va se focaliser que sur la première étape, le cadrage.

Pour cadrer notre système, on va utiliser la méthode "QQOQCCP" : Quoi, Qui, Où, Quand, Comment, Combien, Pourquoi. Cette méthode est un outil adaptable à diverses problématiques permettant la récolte d'informations précises et exhaustives d'une situation et d'en mesurer le niveau de connaissance que l'on possède. Dans notre étude, on va poser que les questions suivantes : Quoi ?, Pourquoi ?, Comment ?, Qui ? et Où ?

Table 1:  
Les  
questions  
adoptées.



Figure 1: Méthode de questionnement.

Question	Désignation	Réponse
Quoi ?	Description de la problématique, de la tâche, de l'activité.	Une lame de rasoir est une pièce métallique qui sert à raser le visage d'une personne d'une manière rapide et efficace.
Qui ?	Description des personnes concernées, des parties prenantes, des intervenants.	Ce produit est destiné à être utilisé par les hommes.
Pourquoi ?	Description des raisons, des causes, des objectifs.	Afin de réduire la consommation des matières premières.
Comment ?	Description des méthodes, des modes opératoires, des manières.	Réduire la consommation de la matière première. Intégrer l'aspect environnemental dès le début de la conception. Faciliter le recyclage par l'utilisation des matériaux facilement recyclable.
Où ?	Description des lieux.	On a choisi de fabriquer cette lame de rasoir en Europe. Les machines utilisées : Poinçonneuse, imprimante, meuleuse et la polisseuse.

# Evaluation des impacts environnementaux

Afin de pouvoir examiner les impacts environnementaux de la lame de rasoir tout au long de son cycle de vie, à l'aide du logiciel solidworks, on a choisi 4 indicateurs qui sont :

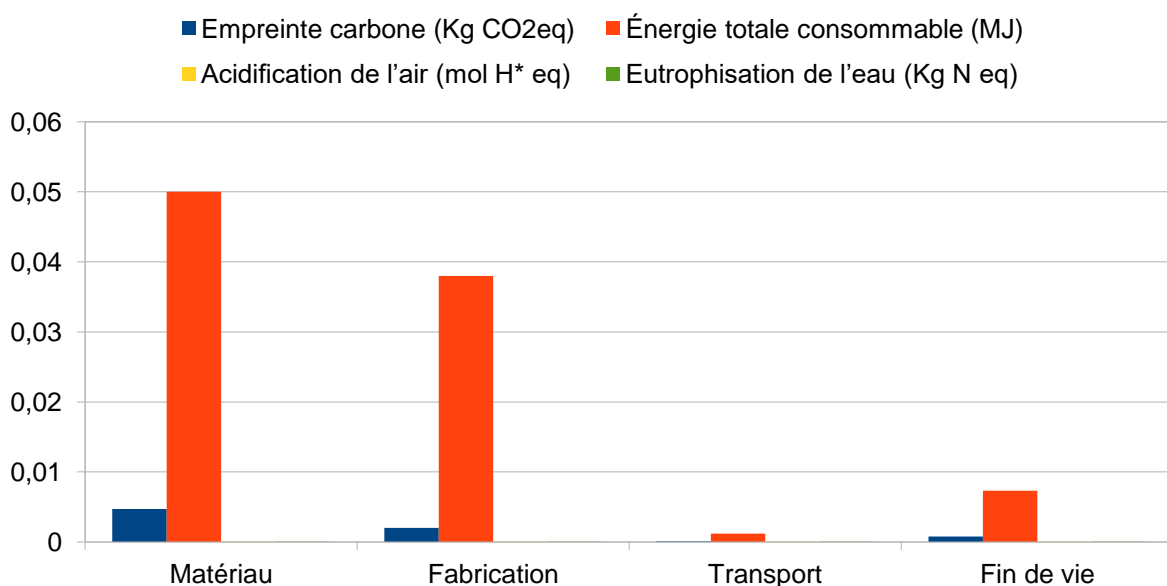
- Acidification de l'air.
- Eutrophisation de l'eau.
- Empreinte carbone.
- Énergie totale consommée.

Ces indicateurs est un bon moyen pour juger notre éco-conception, si on est en train de d'éco-concevoir ou bien tous simplement pour voir l'état d'un produit quelconque. Les résultats suivants sont obtenus à l'aide du logiciel solidworks.

Le graphique suivant montre les émissions de la lame de rasoir avant de faire l'éco-conception.

*Figure*

## Indicateurs environnementaux avant éco-conception.

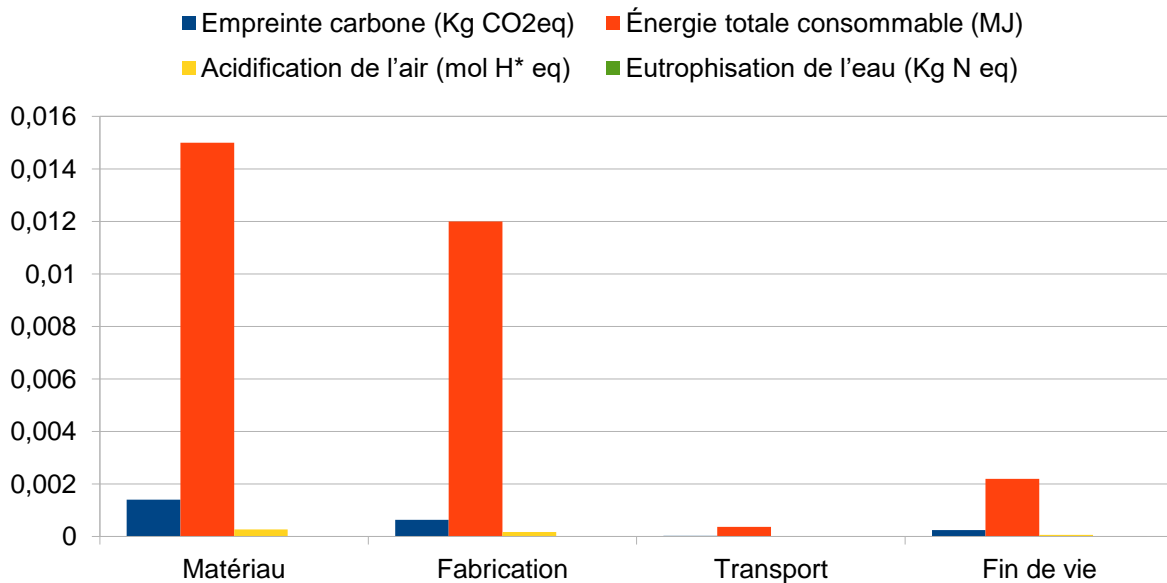


Le graphique suivant montre les émissions de la lame de rasoir après l'éco-conception.

On remarque très bien que l'énergie consommable reste l'indicateur le plus important, car il figure dans chaque étage. La partie matériau consomme beaucoup d'énergie parce que le procédé de fabrication de la lame de rasoir demande des températures très élevées pour faire fonctionner les

Figure

### Indicateurs environnementaux après éco-conception.



fours, on trouve aussi les traitements thermiques qui faut faire, c'est pour cela dans cette phase on voit une grande consommation de l'énergie.

## Analyse de l'ACV

### Introduction

Dans cette partie, on va essayer de voir l'analyse ACV. L'ACV est méthode qui analyse le cycle de vie d'un produit, cette méthode contient plusieurs étapes, mais on va voir que la première étape dont on définit les objectifs et le domaine d'application. Dans ce qui suit, on va parler de l'unité fonctionnelle, le flux de référence, les frontières de système et l'arbre de processus.

### Unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle retenue pour la lame de rasoir est la suivante :

« L'utilisation de la lame de rasoir pendant 6 fois »

La durée de vie ici dépend de la fréquence d'utilisation, si la personne rase tous les jours alors, il faut changer la lame au bout de quelque semaine. Dans l'autre cas, une personne qui ne rase qu'une fois ou plus par mois, la lame va durer plus longtemps. Mais même si on utilise la lame d'une manière moins fréquente, cette dernière peut s'user à cause de l'oxydation par exemple.

Le scénario d'utilisation retenu correspond à deux utilisations par moi.

## Flux de référence

Le flux de référence est la mesure des sortants des processus, dans un système de produits donné, pour remplir la fonction telle qu'elle est exprimée par l'unité fonctionnelle.

- Le produit de référence permettant de réaliser la fonction décrivant le service rendu au client.
- Les accessoires et les consommables nécessaires à l'utilisation du produit.
- L'emballage du produit de référence.

Dans cette étude, le flux de référence est dimensionné par une masse exprimée en g.

Table 2: Flux de référence.

Description du flux de référence « lame de rasoir»		
Produit	Description du produit	1 lame de rasoir
Emballage	Description des emballages	Papier ciré

## Frontières du système

La frontière du système définit les processus à inclure dans le système à modéliser. Dans cette étape, on va couvrir les 5 étapes du cycle de vie d'une lame de rasoir, à savoir : l'extraction des ressources, la fabrication, la distribution, l'utilisation et la fin de vie.

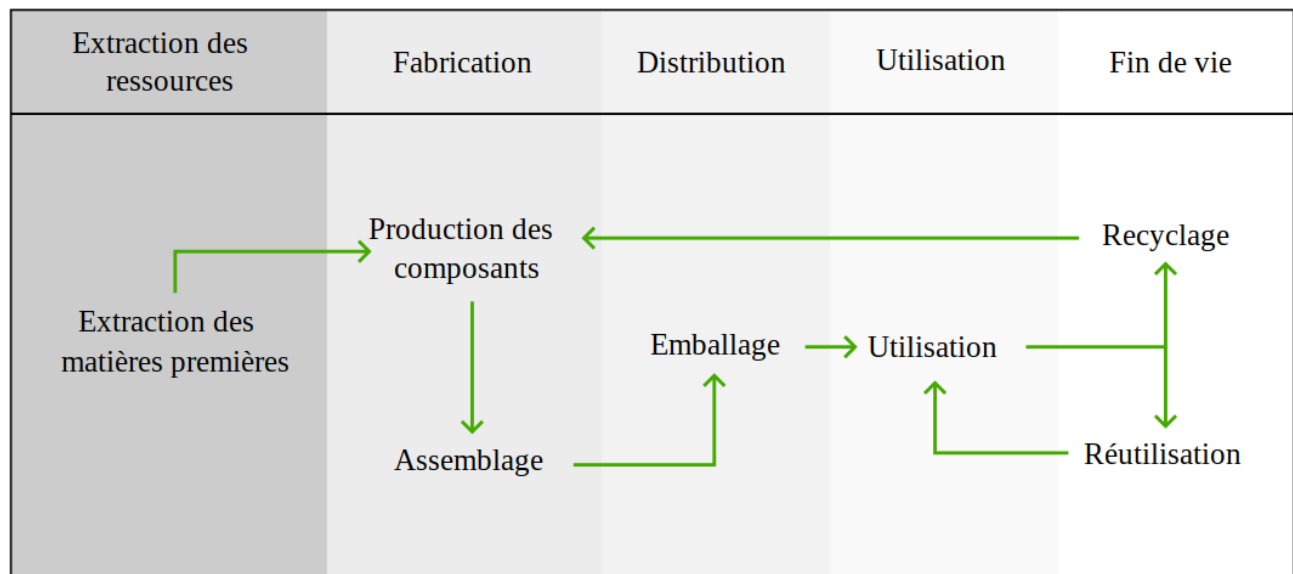


Figure 4: Cycle de vie d'une lame de rasoir.

Notes :

Les transports est fait par camion dont la distance est 1900 Km.

## Arbre de processus

L'arbre de processus est un arbre qui contient le procédé de fabrication d'un produit. La figure suivante montre le processus qu'il faut suivre pour obtenir la lame de rasoir.

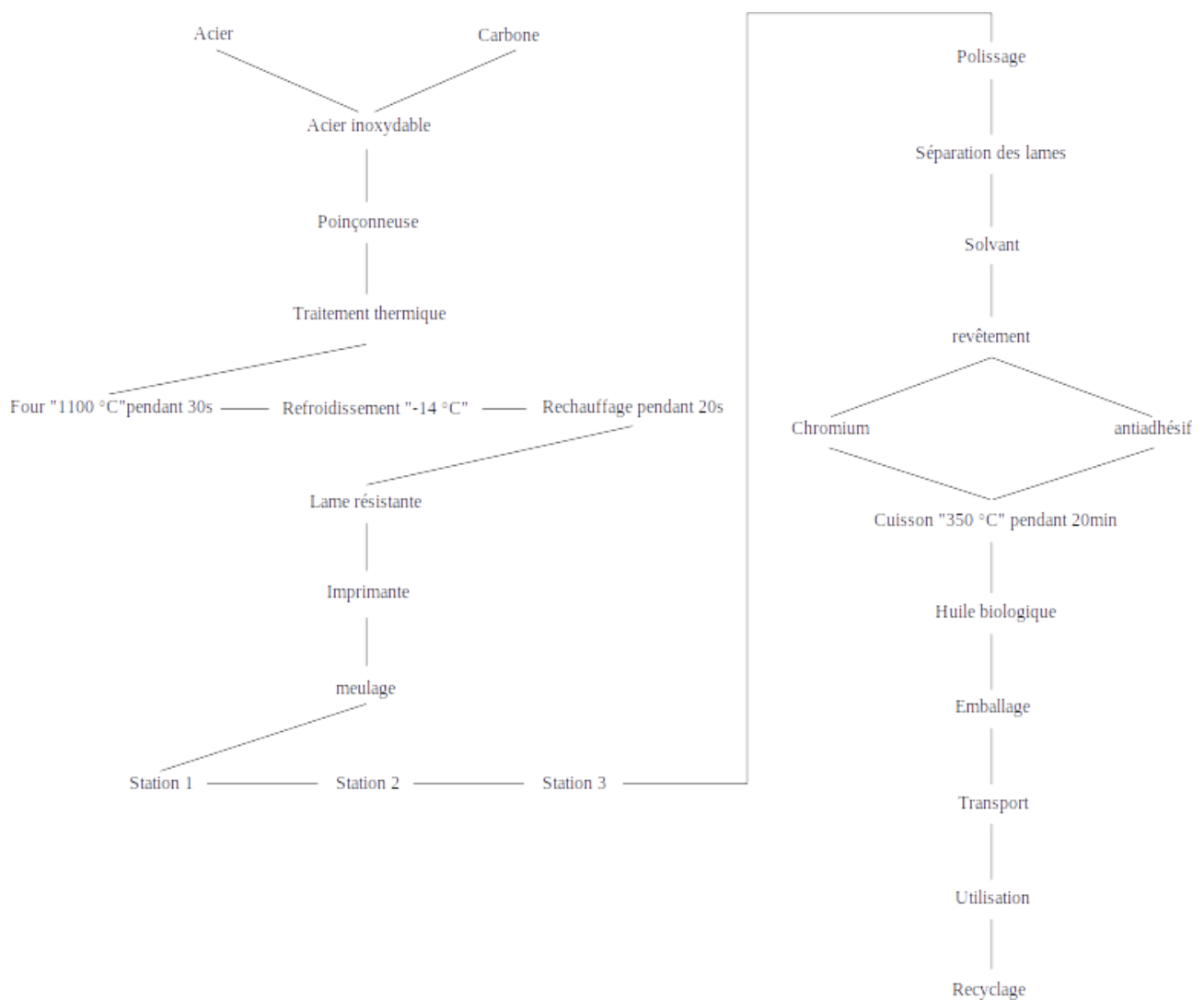


Figure 5: Arbre de processus.

## Inventaire (ICV)

L'ICV est un bilan complet des flux entrants et sortants, des ressources énergétiques, matières premières et transports nécessaires pour fabriquer un produit ou un système.

Résultats de l'inventaire selon la **NF EN 15804+A1** pour la réalisation de déclaration environnementale et sanitaire couvrant l'ensemble du cycle de vie d'un produit de construction dans un cadre "professionnel à professionnel" (**B to B**) ou "professionnel vers le consommateur" (**B to C**). Cette norme fournit notamment :

- Des exigences additionnelles concernant le calcul des impacts environnementaux.
- Pollution de l'air et pollution de l'eau.
- Les aspects sanitaires et confort qui étaient traités dans la norme NF P 01-01

Production  
A1 – A3

A1 – Approvisionnement en matières premières  
A2 – Transport de fabricant  
A3 – Fabrication

Construction  
A4 – A5

A4 – Transport De Construction  
A5 – Construction

Utilisation  
B1 – B7

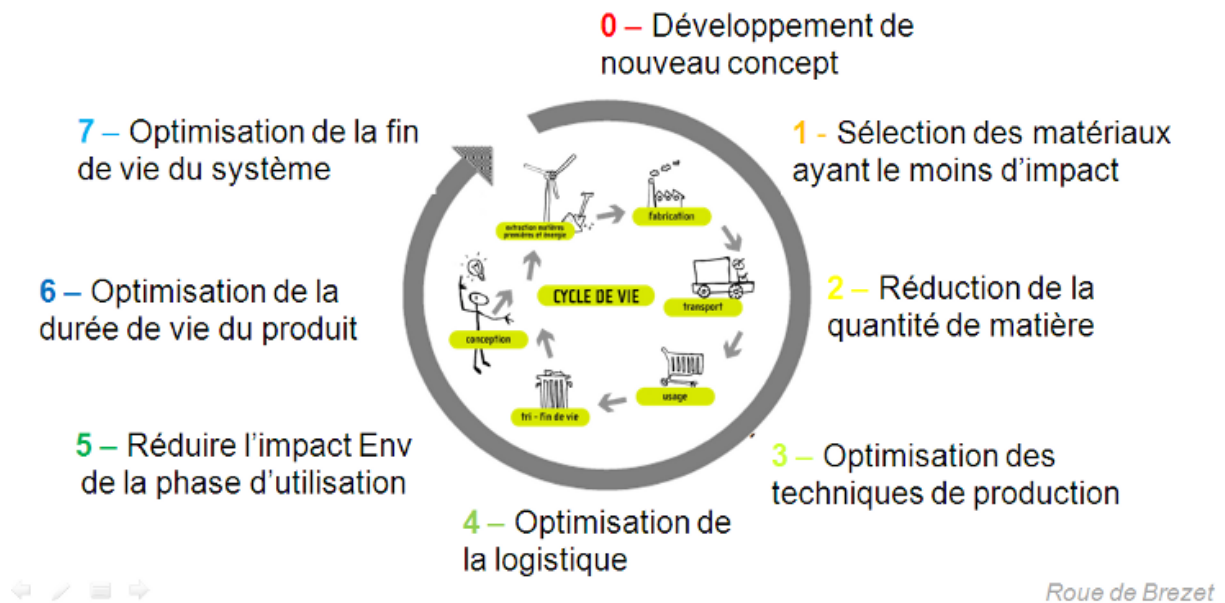
B1 – Usage  
B2 – maintenance  
B3 – Réparation  
B4 – Réparation  
B5 – Réhabilitation  
B6 – Utilisation de l'énergie  
B7 – Utilisation de l'eau

Fin de vie  
C1 – C4

C1 – Déconstruction / démolition  
C2 – Transport  
C3 – Traitement de déchet  
C4 – Décharge



## Pistes éco conceptuelles



## **0. Développer de nouveaux concepts**

- Repenser la façon de fournir le service
- Dématérialisation
- Utilisation partagée
- Intégration de nouvelles fonctions
- Optimisation fonctionnelle du produit
- Biomimétisme

## **1. Sélectionner des matériaux à moindre impact**

- Matériaux moins toxiques
- Matériaux renouvelables
- Matériaux recyclés
- Matériaux recyclables
- À contenu énergétique moindre

Naturels

## **2. Réduire l'utilisation des matériaux**

- Réduction en masse
- Réduction en volume
- Re-design des pièces pour optimiser la fonction
- Rationalisation / Diversité

## **3. Optimiser les techniques de production**

- Best Available Technologies (BREF)
- Réduire les étapes de production
- Diminuer la consommation d'énergie
- Choisir des technologies propres
- Réduire les déchets
- Diminuer l'utilisation de consommables
- Choisir des consommables moins polluants

## **4. Optimiser la logistique**

- Emballages réduits
- Emballages adaptés
- Emballages moins polluants
- Emballages réutilisables / recyclables
- Modes de transport
- Logistique optimisée, approvisionnements locaux

## **5. Réduire l'impact de la phase d'utilisation**

- Diminuer la consommation d'énergie
- Utiliser de l'énergie moins polluante / renouvelable
- Réduire la consommation de consommables
- Consommables moins polluants
- Réduire la production de déchets
- Minimiser les pertes et les gaspillages

## **6. Optimiser la durée de vie du produit**

- Durabilité et fiabilité du produit
- Faciliter la maintenance et l'évolution
- Structure modulaire
- Penser au design (effets de mode, renouvellement)
- Renforcer le lien Produit / utilisateur

## **7. Optimiser la fin de vie**

- Remise à niveau / refabrication
- Réutilisation / upcycling
- Recyclage closed-loop
- Désassemblage facilité
- Biodégradation
- Incinération moins polluant

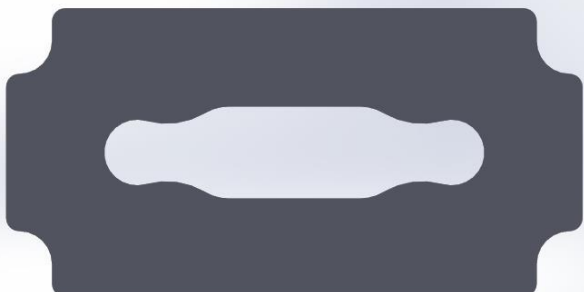
# Simulation du produit avant éco-concevoir

[nom de la société]

[ville, département]

[url de la société]

[nom] · [titre] · [adresse de messagerie] · (###) ### #####



**Nom du modèle:** rasoirlwla

**Matériau:** Acier inoxydable (ferritique)

**Taux de matière recyclée:** 18 %

**Poids:** 0.86 g

**Procédé de fabrication:** Moulage au sable et usinage

**Superficie:** 1504.55 mm<sup>2</sup>

**Construit pour durer:** 1.0 year

**Durée d'utilisation:** 1.0 year



## Région de fabrication

Le choix de la région de fabrication détermine les sources d'énergie et les technologies utilisées dans la création du matériau et les étapes de fabrication du cycle de vie du produit.

## Région d'utilisation

La région d'utilisation est utilisée pour déterminer les sources d'énergie consommée au cours de la phase d'utilisation du produit (le cas échéant) et la destination du produit en fin de vie. Est aussi utilisé, en corrélation avec la région de fabrication, pour estimer les impacts environnementaux associés au transport du produit de son lieu de fabrication à son lieu d'utilisation.

## Résumé

Nom du modèle:	rasoirwla	Matériau:	Acier inoxydable (ferritique)	Poids:	0.86 g	Procédé de fabrication:	
		Taux de matière recyclée:	18 %	Superficie:	1504.55 mm²		Moulage au sable et usinage
				Construit pour durer:	1.0 year		
				Durée d'utilisation:	1.0 year		

**Matériau** Acier inoxydable (ferritique) 18 %

**Coût unitaire du matériau** Non défini

### Fabrication

Région: Europe  
 Procédé: Moulage au sable et usinage  
 Consommation d'électricité: 3.3E-3 kWh/lbs  
 Consommation de gaz naturel: 7.1 BTU/lbs  
 Coefficient de rebut: 21 %  
 Construit pour durer: 1.0 year  
 La pièce est peinte: -

### Utilisation

Région: Europe  
 Durée d'utilisation: 1.0 year

### Transport

Distance en camion: 1900 km  
 Distance en train: 0.00 km  
 Distance en bateau: 0.00 km  
 Distance en avion: 0.00 km

### Fin de vie

Recyclé: 25 %  
 Incinéré: 24 %  
 Décharge: 51 %

### Commentaires

Nom du modèle:	rasoirwla	Matériau:	Acier inoxydable (ferritique)	Poids:	0.86 g	Procédé de fabrication:	
				Superficie:	1504.55 mm²	Moulage au sable et usinage	
		Taux de matière recyclée:	18 %	Construit pour durer:	1.0 year		
				Durée d'utilisation:	1.0 year		

Impact sur l'environnement (calculé à l'aide de la méthode d'évaluation des impacts CML)

## Empreinte carbone



7.6E-3 kg CO<sub>2</sub>e

## Energie totale consommée



0.096 MJ

## Acidification de l'air



3.2E-5 kg SO<sub>2</sub>e

## Eutrophisation de l'eau



2.1E-5 kg PO<sub>4</sub>e

## Impact financier du matériau

Non défini

## Commentaires

[Cliquez ici pour d'autres unités telles que les km parcourus en voiture](#)



## Glossaire

**Acidification de l'air** - Le dioxyde de soufre, les oxydes nitreux et autres émissions acides dans l'air sont à l'origine de l'acidification de l'eau de pluie, qui, à son tour, est responsable de l'acidification des lacs et des sols. Ces acides peuvent rendre la terre et l'eau toxiques pour les végétaux et la vie aquatique. Les pluies acides peuvent également lentement dissoudre les matériaux d'origine humaine comme le béton. Cet impact est généralement mesuré soit en **équivalent kg de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)** soit en **équivalent moles de H<sup>+</sup>**

**Empreinte carbone** - Le dioxyde de carbone et autres gaz résultant de la combustion des combustibles fossiles s'accumulent dans l'atmosphère, ce qui contribue au réchauffement de la planète. L'empreinte carbone agit comme indicateur d'un facteur d'impact plus global connu sous le nom de potentiel de réchauffement planétaire (PRP). Le réchauffement planétaire est responsable, entre autres, du recul des glaciers, de l'extinction de certaines espèces et de dérèglements climatiques.

**Energie totale consommée** - Une mesure, exprimée en mégajoules (MJ), des sources d'énergie non renouvelables associées au cycle de vie de la pièce. Cet impact comprend non seulement l'électricité ou les combustibles utilisés au cours du cycle de vie du produit, mais aussi l'énergie nécessaire en amont pour obtenir et transformer ces combustibles, ainsi que l'énergie consommée par la matière si elle était brûlée. L'énergie totale consommée est exprimée comme la valeur calorifique nette de la demande énergétique issue de ressources non renouvelables (pétrole, gaz naturel, etc.). Le rendement de la conversion énergétique (puissance, chaleur, vapeur, etc.) est pris en compte.

**Eutrophisation de l'eau** - Quand trop d'éléments nutritifs sont ajoutés à un écosystème aquatique, l'eutrophisation apparaît. L'azote et le phosphore des eaux usées et les fertilisants agricoles stimulent l'éclosion excessive d'algues, ce qui épuise l'oxygène dissous dans l'eau et entraîne la mort de la faune et de la flore. Cet impact est en général mesuré soit en **équivalent kg de phosphate (PO<sub>4</sub>)** soit en **équivalent kg azote (N)**.

**Analyse du cycle de vie (ACV)** - Méthode servant à quantifier l'impact d'un produit sur l'environnement tout au long de son cycle de vie, de l'extraction des matières premières jusqu'à la production, la distribution, l'utilisation, l'élimination et le recyclage de ce produit.

**Impact financier du matériau** - Il s'agit de l'impact financier associé au matériau uniquement. La masse du modèle est multipliée par l'unité d'impact financier (unités de devise/unités de masse) pour calculer l'impact financier (en unités de devise).

[En savoir plus sur l'analyse du cycle de vie](#) 🍌

# Simulation du produit après éco-concevoir

[nom de la société]

[ville, département]

[url de la société]

[nom] · [titre] · [adresse de messagerie] · (###) ### #####

**Nom du modèle:** RASOIR

**Matériau:** Acier inoxydable (ferritique)

**Taux de matière recyclée:** 18 %

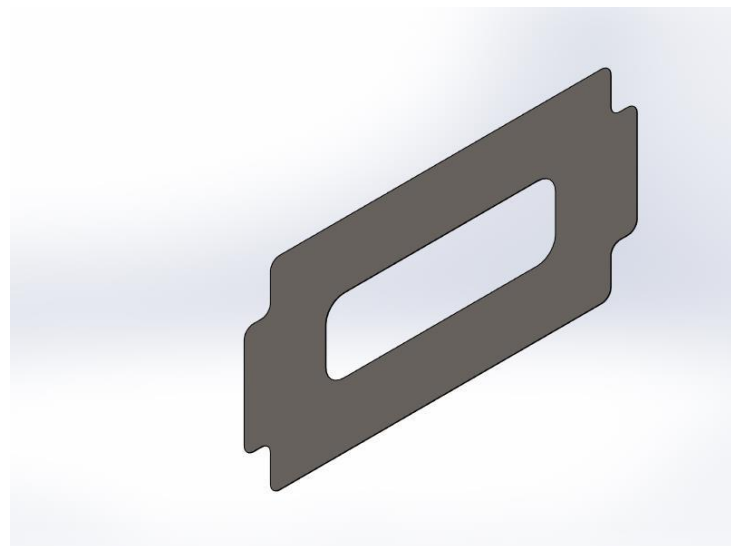
**Poids:** 0.27 g

**Procédé de fabrication:** Moulage au sable et usinage

**Superficie:** 1379.29 mm<sup>2</sup>

**Construit pour durer:** 1.0 year

**Durée d'utilisation:** 0.019 year



## Région de fabrication

Le choix de la région de fabrication détermine les sources d'énergie et les technologies utilisées dans la création du matériau et les étapes de fabrication du cycle de vie du produit.



## Région d'utilisation

La région d'utilisation est utilisée pour déterminer les sources d'énergie consommée au cours de la phase d'utilisation du produit (le cas échéant) et la destination du produit en fin de vie. Est aussi utilisé, en corrélation avec la région de fabrication, pour estimer les impacts environnementaux associés au transport du produit de son lieu de fabrication à son lieu d'utilisation.

## Résumé

[En savoir plus sur l'analyse du cycle de vie](#) 



Nom du modèle:	RASOIR	Matériau:	Acier inoxydable (ferritique)	Poids:	0.27 g	Procédé de fabrication:	
				Superficie:	1379.29 mm²		Moulage au sable et usinage
		Taux de matière recyclée:	18 %	Construit pour durer:	1.0 year		
				Durée d'utilisation:	0.019 year		

**Matériau** Acier inoxydable (ferritique) 18 %

**Coût unitaire du matériau** Non défini

### Fabrication

Région: Europe  
 Procédé: Moulage au sable et usinage  
 Consommation d'électricité: 3.3E-3 kWh/lbs  
 Consommation de gaz naturel: 7.1 BTU/lbs  
 Coefficient de rebut: 21 %  
 Construit pour durer: 1.0 year  
 La pièce est peinte: -

### Utilisation

Région: Europe  
 Durée d'utilisation: 0.019 year

### Transport

Distance en camion: 1900 km  
 Distance en train: 0.00 km  
 Distance en bateau: 0.00 km  
 Distance en avion: 0.00 km

### Fin de vie

Recyclé: 25 %  
 Incinéré: 24 %  
 Décharge: 51 %

### Commentaires

Nom du modèle:	RASOIR	Matériau:	Acier inoxydable (ferritique)	Poids:	0.27 g	Procédé de fabrication:	
				Superficie:	1379.29 mm²	Moulage au sable et usinage	
		Taux de matière recyclée:	18 %	Construit pour durer:	1.0 year		
				Durée d'utilisation:	0.019 year		

Impact sur l'environnement (calculé à l'aide de la méthode d'évaluation des impacts TRACI)

## Empreinte carbone



2.3E-3 kg CO<sub>2</sub>e

## Energie totale consommée



0.030 MJ

## Acidification de l'air



5.1E-4 mol H<sup>+</sup> e

## Eutrophisation de l'eau



1.3E-5 kg N e

## Impact financier du matériau

Non défini

## Commentaires



## Glossaire

**Acidification de l'air** - Le dioxyde de soufre, les oxydes nitreux et autres émissions acides dans l'air sont à l'origine de l'acidification de l'eau de pluie, qui, à son tour, est responsable de l'acidification des lacs et des sols. Ces acides peuvent rendre la terre et l'eau toxiques pour les végétaux et la vie aquatique. Les pluies acides peuvent également lentement dissoudre les matériaux d'origine humaine comme le béton. Cet impact est généralement mesuré soit en **équivalent kg de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)** soit en **équivalent moles de H<sup>+</sup>**

**Empreinte carbone** - Le dioxyde de carbone et autres gaz résultant de la combustion des combustibles fossiles s'accumulent dans l'atmosphère, ce qui contribue au réchauffement de la planète. L'empreinte carbone agit comme indicateur d'un facteur d'impact plus global connu sous le nom de potentiel de réchauffement planétaire (PRP). Le réchauffement planétaire est responsable, entre autres, du recul des glaciers, de l'extinction de certaines espèces et de dérèglements climatiques.

**Energie totale consommée** - Une mesure, exprimée en mégajoules (MJ), des sources d'énergie non renouvelables associées au cycle de vie de la pièce. Cet impact comprend non seulement l'électricité ou les combustibles utilisés au cours du cycle de vie du produit, mais aussi l'énergie nécessaire en amont pour obtenir et transformer ces combustibles, ainsi que l'énergie consommée par la matière si elle était brûlée. L'énergie totale consommée est exprimée comme la valeur calorifique nette de la demande énergétique issue de ressources non renouvelables (pétrole, gaz naturel, etc.). Le rendement de la conversion énergétique (puissance, chaleur, vapeur, etc.) est pris en compte.

**Eutrophisation de l'eau** - Quand trop d'éléments nutritifs sont ajoutés à un écosystème aquatique, l'eutrophisation apparaît. L'azote et le phosphore des eaux usées et les fertilisants agricoles stimulent l'éclosion excessive d'algues, ce qui épuise l'oxygène dissous dans l'eau et entraîne la mort de la faune et de la flore. Cet impact est en général mesuré soit en **équivalent kg de phosphate (PO<sub>4</sub>)** soit en **équivalent kg azote (N)**.

**Analyse du cycle de vie (ACV)** - Méthode servant à quantifier l'impact d'un produit sur l'environnement tout au long de son cycle de vie, de l'extraction des matières premières jusqu'à la production, la distribution, l'utilisation, l'élimination et le recyclage de ce produit.

**Impact financier du matériau** - Il s'agit de l'impact financier associé au matériau uniquement. La masse du modèle est multipliée par l'unité d'impact financier (unités de devise/unités de masse) pour calculer l'impact financier (en unités de devise).

[En savoir plus sur l'analyse du cycle de vie](#) 🍌

## Conclusion

En guise de conclusion, ce projet à été intéressant surtout dans la partie de reconception de la pièce pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, d'eutrophisation... et c'est ça le but d'avoir un ingénieur polyvalent même s'il a une spécialité diffèrent (IA – Energétique – Structure ...), il doit toujours faire appel à cette technique d'éco-conception dans son domaine.

Dans ce projet nous avons appliqué les étapes de ACV que nous avons étudié dans le cours de l'éco-conception, et aussi nous avons parlé un peu sur l'ICV, et enfin on a faire deux simulations sur le logiciel SolidWorks Sustainability, l'une avant et l'autre après l'éco-conception.

Dans la partie annexe vous trouveriez le dessin industriel de la lame de rasoir avant et après l'éco-concevoir.

Technical drawing of a razor blade (LAME DE RASOIR) showing a top view and a side view.

**Top View (Vue de face):**

- Overall dimensions: 17.5 x 17.5
- Central slot dimensions: 5 x 5
- Thickness: Epaisseur = 0,15 mm
- Radius: R2.5

**Side View:**

- Overall dimensions: 17.5 x 17.5
- Central slot dimensions: 5 x 5
- Radius: R5.8

**Labels:**

- Vue de face
- Echelle : 3:1

Figure 1 : avant l'éco-conception

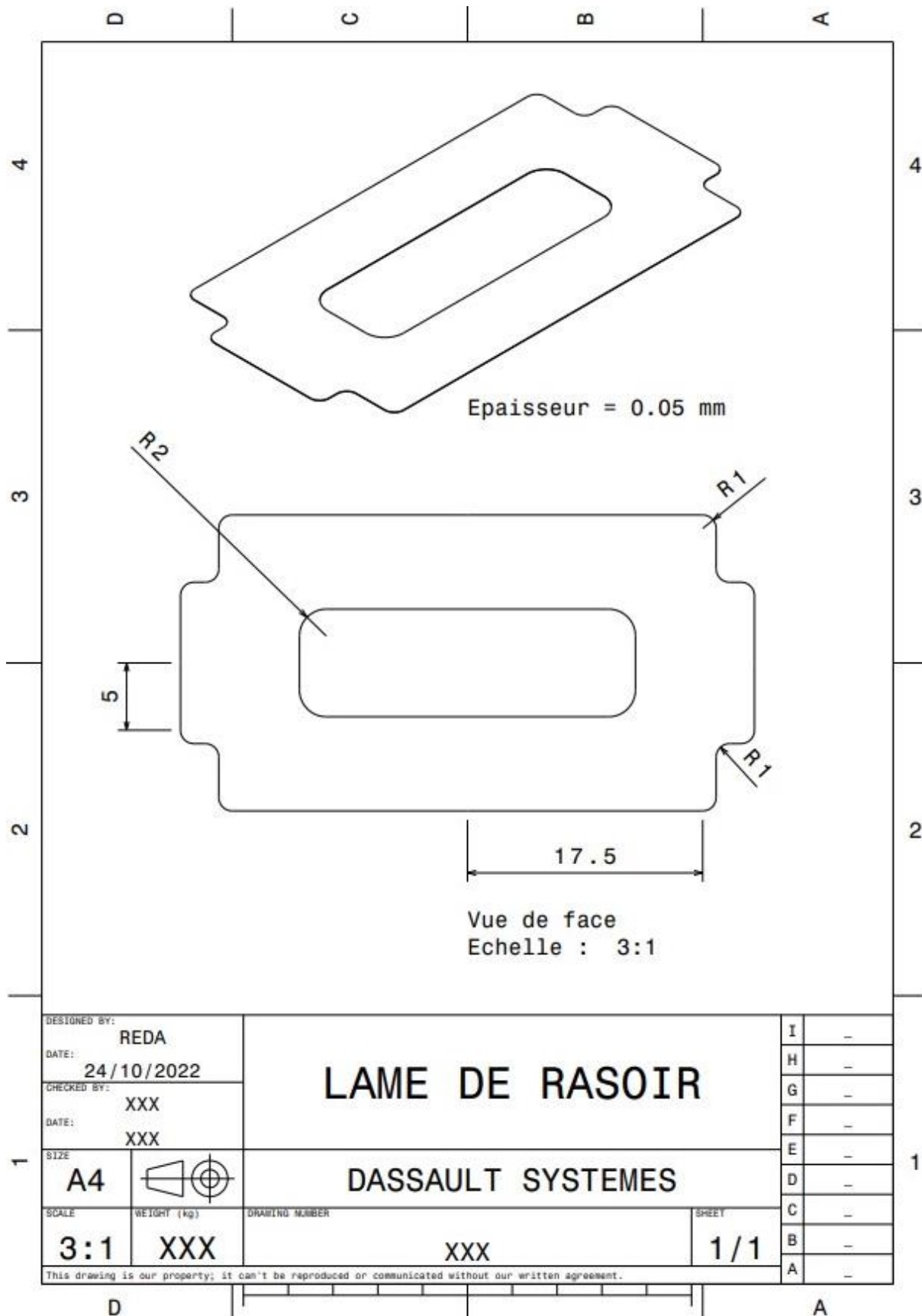


Figure 2 : après l'éco-conception