

# Projet «Micro-Tech Environmental Impact»

*«Évaluer la nécessité de créer une base de données d'ACV dédiée à l'industrie micro-technique afin de mesurer l'impact environnemental des produits micro-techniques tel que les montres mécaniques.»*

*Rapport final*

## Table des matières

1 Résumé.....	3
2 Contexte.....	4
2.1 Introduction.....	4
2.2 Groupe de travail.....	4
3 État de situation.....	5
3.1 Les bases de données existantes.....	5
3.1.1 Base Impact@.....	5
3.1.1.1 Contexte de création et but.....	5
3.1.1.2 Organisation et gouvernance.....	5
3.1.1.3 Contenu et structure.....	5
3.1.1.4 Contribution.....	6
3.1.2 Environmental Footprint.....	6
3.1.2.1 Contexte de création et but.....	6
3.1.2.2 Organisation et gouvernance.....	6
3.1.2.3 Contenu et structure.....	6
3.1.2.4 Contribution.....	6
3.1.3 Gabi Solutions.....	6
3.1.3.1 Contexte de création et but.....	6
3.1.3.2 Organisation et gouvernance.....	6
3.1.3.3 Contenu et structure.....	7
3.1.3.4 Contribution.....	7
3.1.4 Ecoinvent.....	7
3.1.4.1 Contexte de création et but.....	7
3.1.4.2 Organisation et gouvernance.....	7
3.1.4.3 Contenu et structure.....	7
3.1.4.4 Contribution.....	8
3.1.5 Base de données de référence.....	8
3.2 Recommandations pour une base de données de qualité.....	8
4 Analyse technique.....	9
4.1 Exhaustivité.....	9
4.1.1 Cadre.....	9
4.1.2 Périmètre et hypothèses.....	10
4.1.3 Synthèses.....	10
4.2 Représentativité.....	12
4.2.1 Cadre.....	12
4.2.2 Périmètre et hypothèses.....	12
4.2.3 Synthèse.....	13
5 Analyse de l'industrie horlogère.....	14
5.1 Étude du besoin.....	14
5.2 Ordres de grandeurs.....	15
5.3 Voies de financements.....	17
5.3.1 Levées de fonds.....	17
5.3.2 Cotisations.....	17
5.3.3 Licences.....	17
5.3.4 Subventions.....	17
5.4 Impact.....	18
6 Conclusions.....	19
6.1 Conclusions générales.....	19
6.2 Recommandations.....	19
6.3 Prochaines étapes.....	19
7 Remerciements.....	20

# 1 Résumé

L'industrie horlogère suisse est, depuis quelques années, à un tournant de son existence. La montre mécanique n'a plus d'obligation d'exister, l'heure se lit partout, tout le temps. En parallèle, le virage écologique est amorcé, et devra se poursuivre dans les années à venir. Se pose alors la question d'un produit non nécessaire et de son impact sur l'environnement, le changement climatique, la biodiversité. Si d'ici quelques années, un affichage environnemental est nécessaire sur les montres Swiss Made, d'où proviendront les données ? Probablement d'une ACV Analyse de Cycle de Vie, c'est-à-dire d'un logiciel et d'une base de données. Certes. Mais laquelle ?

Cette étude est avant tout une collaboration, entre différents acteurs complémentaires : de grandes Maisons horlogères (Cartier, LV et Kering), des sous-traitants horlogers dans l'air du temps (109 degrés, Azurea et Panatere) et des organismes de recherches réputés (EPFL, FHNW). Cette forme collaborative est rendue possible par une plateforme de soutien à l'innovation suisse dédiée à la micro-technique, le NTN Microtech Booster.

Il s'agit ici d'évaluer la nécessité de créer une base de données d'ACV dédiée à l'industrie micro-technique afin de mesurer l'impact environnemental des produits micro-techniques tels que les montres mécaniques.

Partons avec une montre mécanique en acier avec bracelet acier pour 2 analyses techniques : l'exhaustivité (est-ce que la base de données permet de modéliser tous les processus que traverse le produit ?) et la représentativité (est-ce que les processus modélisés dans la base de données sont représentatifs à l'échelle micro-technique ?)

Dans la première étude, 2 chercheurs de l'EPFL, ainsi que leurs étudiants concluent qu'environ 70% des processus ne sont pas répertoriés dans Ecoinvent (la base de données de référence car la plus exhaustive et la mieux documentée actuellement à disposition). Ces 70% manquants interviennent principalement sur l'extraction des matières premières et la fabrication de la montre, qui eux représentent 90% de l'impact carbone de la montre.

La seconde étude, menée par 2 chercheurs de la FHNW grâce à une collecte de données sur les processus de décolletage chez Azurea, conclue que la modélisation via les processus standards de la base de données Ecoinvent sous-estime les impacts d'un facteur allant de 9 à 4300.

Ces 2 études mettent en évidence de sérieuses lacunes et une ACV basée sur des données extraites des bases de données existantes n'est donc pas fiable. Pour pallier à cela, il serait indispensable d'aller chercher les données sur le terrain et de constituer ainsi une base de données spécifique à la micro-technique. Mais avec plus de 45 processus, 35 matériaux et des centaines de combinaisons possibles, la tâche (et les coûts associés !) sont titanesques. Il faudrait donc se donner collectivement les moyens d'un tel projet et générer l'adhésion d'une partie importante de l'industrie. Que ce soient les marques (petites ou grandes) souhaitant réaliser des ACV pour chacun de leurs nouveaux produits ou les sous-traitants souhaitant analyser leurs processus pour répondre aux questions de leurs clients, tous pourront y trouver leur compte. A bon entendeur, bien sûr !

## 2 Contexte

### 2.1 Introduction

De nos jours, il est démontré que les activités de nous autres les êtres humains et en particulier nos activités industrielles ont un impact environnemental conséquent, que ce soit le réchauffement climatique, la dégradation des écosystèmes ou la perte de la biodiversité. Ce constat a poussé un certain nombre d'institutions nationales et internationales à prendre des engagements en ce sens et à exiger de chacun une prise de responsabilité. C'est typiquement dans ce contexte que les objectifs de développement durable pour 2030 (ODD 2030) fixés par l'ONU et ratifiés à l'unanimité de ses membres ont vu le jour en 2015 et servent maintenant de ligne directrice à toutes stratégies établies à ce sujet. Cette prise de responsabilité doit être intégrée à tous les secteurs sans exception, quelque soit son impact. Il en va donc ainsi de l'industrie micro-technique.

Lorsque l'on parle d'impact environnemental, qui n'est qu'une partie des sujets couverts par la notion de développement durable, il y a 2 axes d'actions principaux, l'impact environnemental de l'organisation (entreprise, groupe d'entreprise, etc.) et l'impact environnemental des produits. Ces 2 axes sont complémentaires et sont 2 approches de la même problématique dans le sens où la somme de tous les impacts environnementaux de tous les produits d'une organisation devrait, en théorie, être égale à l'impact environnemental de l'organisation et de ses parties prenantes. Dans la pratique ce n'est pas encore le cas car il reste très difficile de réaliser toutes ces mesures d'impact.

Dans le cas d'une mesure d'impact environnemental d'un produit, un des outils clé est l'ACV (analyse de cycle de vie). Il s'agit d'un inventaire de toutes les consommations et de toutes les émissions au cours du cycle de vie du produit, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie du produit. Pour faciliter cet inventaire, il faut, d'une part un logiciel d'ACV qui va servir à compiler l'inventaire et y appliquer une méthodologie d'évaluation de l'impact environnemental afin de le quantifier, d'autre part une base de données d'ACV qui liste un certain nombre de modélisations et permet de s'épargner l'inventaire complet de chaque processus traversé par le produit. Ces bases de données doivent être suffisamment exhaustives et représentatives vis-à-vis des processus traversés par un produit afin que l'évaluation de l'impact de celui-ci soit pertinente.

L'évaluation de la pertinence des bases de données existantes vis-à-vis des produits micro-technique est le sujet de cette étude. Elle a pris la forme d'une étude de faisabilité au sein du NTN Microtech Booster, plateforme de soutien à l'innovation financée par INNOSUISSE et dédiée à la micro-technique.

### 2.2 Groupe de travail

Le NTN Microtech Booster fonctionne comme une plateforme de crowdfunding. Une idée y est déposée et peut être financièrement soutenue par un certain nombre de personnes et/ou d'entreprises. Les idées ayant le soutien le plus important sont sélectionnées et subventionnées à hauteur de 20'000.-CHF + le montant du soutien externe. Les personnes et entreprises soutenant l'idée deviennent partenaires de l'idée et sont impliquées dans le projet. Une fois subventionné, le projet a 6 mois pour être réalisé et publier ses conclusions. Les conclusions doivent être publiques.

Ainsi, le projet «Micro-Tech Environmental Impact» a été déposé sur la plateforme en juin 2021 par l'entreprise individuelle «109 degrés Gaylord Geneau de Lamarlière». Il a collecté 10'500.-CHF de financement externe et a finalement été sélectionné en juillet 2021. Ceci a été possible grâce à l'implication des entreprises suivantes :

- Azurea technologie horlogere SA
- Kering SA
- La Fabrique du Temps – Louis Vuitton SA
- Manufactures Cartier Horlogerie, Branch of Richemont International SA
- Panatere SA

Ces 5 entreprises + 109 degrés sont, depuis, partenaires du projet dans le cadre du NTN Microtech Booster et constituent le groupe de travail. Ils collaborent étroitement à la coordination et la réalisation du projet ainsi

qu'à l'établissement des conclusions. Le groupe de travail a mis en place un plan d'action permettant de mener cette évaluation de la manière la plus efficace possible (en temps et en moyen), la plus objective possible et la plus rigoureuse possible.

## 3 État de situation

### 3.1 Les bases de données existantes

Ce chapitre a pour objectif de fournir une vue d'ensemble des principales bases de données d'ACV existantes et de leurs fonctionnements. Elles seront décrites sur 4 facettes :

- Contexte de création et but
- Organisation et gouvernance
- Contenu et structure
- Contribution

Il présentera finalement un certain nombre de recommandations quant à la qualité et la fiabilité d'une base de données environnementale.

#### 3.1.1 Base Impact®

##### 3.1.1.1 Contexte de création et but

La Base Impact® est une base de données d'ACV française développée depuis 2011 dans le but de répondre à la loi Grenelle de la même année donnant le «droit au consommateur de pouvoir disposer d'une information environnementale sincère, objective et complète pour les produits». Ainsi cette base de données est l'outil permettant de répondre à cette exigence légale.

##### 3.1.1.2 Organisation et gouvernance

La base de données a été créée et est toujours gérée par le ministère français de l'environnement via l'ADEME (agence de la transition écologique). L'ADEME assure la présidence de la base de données ainsi que le secrétariat. La gouvernance s'appuie sur 2 piliers, le comité technique et le comité de gouvernance. Le comité technique, composé d'experts en ACV, en IT et des métiers concernés par le sujet, définit et priorise le contenu et la constitution de la base de données afin de faire une proposition au comité de gouvernance, composé de l'administration (divers ministères), de parties civiles (ONG, association de consommateurs, etc.) et d'organisations professionnelles (medef, syndicat, etc.). Le comité de gouvernance valide les propositions et les confie à l'ADEME qui les exécute. L'ADEME compte environ 900 employés mais la part dédiée à la base de données n'est pas détaillée.

##### 3.1.1.3 Contenu et structure

- La base de données contient environ 1500 entrées (processus, matériaux et produits)
- La base prend en compte les principales méthodes de calculs d'impact
- La base est compatible avec les formats usuels de base de données d'ACV
- La base est mise à jour tous les 3 à 5 ans, ce qui ne signifie pas que l'ensemble des données soit mises à jour mais simplement qu'une nouvelle version de la base est disponible
- L'ADEME produit régulièrement un certain nombre de documentations et rapports méthodologiques à propos des données et de leurs constructions
- Les données sont ouvertes mais anonymes
- L'accès à la base est gratuit, il se fait par simple inscription sur le site de l'ADEME
- En parallèle de la base impact®, le logiciel d'ACV simplifiée BilanProduit® est disponible gratuitement sur le site de l'ADEME

### **3.1.1.4 Contribution**

La base de données est alimentée par plusieurs canaux :

- Collecte de données dans d'autres bases de données via des appels d'offres (Ecoinvent, Gabi, etc.)
- Co-production de données sous l'impulsion de l'ADEME en partenariat avec l'industrie publique ou privée
- Contributions volontaires libres selon les exigences de la base de données et les priorités de l'ADEME

## **3.1.2 Environmental Footprint**

### **3.1.2.1 Contexte de création et but**

La base Environmental Footprint est une base de données d'ACV européenne développée depuis 2013 dans le but de répondre à la réglementation sur l'affichage environnemental de certains produits. Cet affichage environnemental doit être uniforme et donc basé sur les mêmes données pour tous les acteurs d'une même typologie de produit. Ainsi cette base de données est la source de données approuvée par l'Union Européenne pour assurer l'uniformité nécessaire des résultats.

### **3.1.2.2 Organisation et gouvernance**

La base de données a été créée et est toujours gérée par l'Union Européenne. La partie opérationnelle est sous-traitée à une douzaine de partenaires (Ecoinvent, Pré consulting, Quantis, Gabi Solutions, etc.)

### **3.1.2.3 Contenu et structure**

- La base de données contient environ 2500 entrées (processus, matériaux et produits).
- La base prend en compte une seule méthode de calcul d'impact
- La base est compatible avec les formats usuels de base de données d'ACV
- A priori, pas de mise à jour prévu dans le sens où l'affichage d'un produit doit rester le même d'une année sur l'autre s'il n'est pas modifié. A confirmer
- Les seules documentations disponibles sont méthodologiques
- Le contenu des données est fermé
- La licence d'accès à la base est divisée en 2 packages complémentaires. Le premier est distribué à 4750€, le second à 2250€

### **3.1.2.4 Contribution**

La provenance des données de la base de données n'est pas suffisamment transparente pour être décrite dans ce rapport.

## **3.1.3 Gabi Solutions**

### **3.1.3.1 Contexte de création et but**

La base de Gabi Solutions est une base de données d'ACV privé créée dans les années 1990 dans le but de fournir des données aux utilisateurs du logiciel d'ACV Gabi distribué par Gabi Solutions. Ce logiciel Gabi est aujourd'hui intégré à une suite logiciel dédiée à la durabilité.

### **3.1.3.2 Organisation et gouvernance**

Gabi Solutions est une entreprise privée, propriété de Sphera solutions GmbH, basée en Allemagne.

### 3.1.3.3 Contenu et structure

- La base de données contient environ 15000 entrées (processus, matériaux et produits)
- La base prend en compte les principales méthodes de calculs d'impact
- La base n'est compatible qu'avec le logiciel Gabi
- La base est mise à jour tous les ans, ce qui ne signifie pas que l'ensemble des données soit mises à jour mais simplement qu'une nouvelle version de la base est disponible
- Gabi produit annuellement un certain nombre de documentations et rapports méthodologiques à propos des données et de leurs constructions
- Les données sont ouvertes mais anonymes
- L'accès à la base est inclus dans la licence payante du logiciel Gabi. La licence global est distribuée à 6750€/an.

### 3.1.3.4 Contribution

A priori, la base de données est alimentée exclusivement par Gabi.

## 3.1.4 Ecoinvent

### 3.1.4.1 Contexte de création et but

La Base Ecoinvent est issu d'un projet commun entre l'EPFL et l'ETHZ, avec le soutien de la confédération Suisse, mené à la fin des années 1990 et qui avait pour but initial de traduire en anglais, de concaténer, de compléter et d'uniformiser un certain nombre de bases de données existantes de l'époque. La première publication a eu lieu en 2003 sous le nom Ecoinvent. En 2013, Ecoinvent est devenu une association à but non lucratif afin d'assurer une indépendance plus importante. Ecoinvent se définit comme «une association à but non lucratif dédiée à la promotion et au support de la mise à disposition de données environnementales à travers le monde».

### 3.1.4.2 Organisation et gouvernance

En tant qu'association, Ecoinvent est piloté par un comité composé de 5 personnes représentantes des 5 organisations fondatrices :

- EMPA (laboratoire fédéral pour la science des matériaux et des technologies)
- Agroscope (organisation de recherche fédérale pour l'agriculture)
- ETHZ (école polytechnique fédérale de Zurich)
- EPFL (école polytechnique fédérale de Lausanne)
- Paul Scherrer Institute

Les membres de l'association sont ces 5 organisations et le CIRAIG (centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services).

Sur le plan opérationnel, Ecoinvent compte 23 employés et s'appuie sur un réseau de partenaires composé de 35 entreprises de logiciels, 14 sociétés de consultants et 4 bases de données.

### 3.1.4.3 Contenu et structure

- La base de données contient environ 19000 entrées (processus, matériaux et produits)
- La base prend en compte les principales méthodes de calculs d'impact
- La base est compatible avec les formats usuels de base de données d'ACV
- La base est mise à jour tous les ans, ce qui ne signifie pas que l'ensemble des données soit mises à jour mais simplement qu'une nouvelle version de la base est disponible

- Ecoinvent produit régulièrement un certain nombre de documentations et rapports méthodologiques à propos des données et de leurs constructions
- Les données sont ouvertes mais anonymes
- L'accès à la base se fait via des licences allant de 3800€ à 9000€
- Il existe aussi des licences spéciales pour les développeurs et les intégrateurs de données

### 3.1.4.4 Contribution

La base de données est alimentée par :

- les contributeurs passifs (simple transmission de données)
- les contributeurs actifs (transmission, mise à jour et correction des données)

Ecoinvent «encourage activement les associations industrielles, les entreprises, les organisations privées et publiques à fournir des données de leurs activités. Pour les projets de collecte de données à grande échelle, Ecoinvent offre un support pour la planification et la collecte de fonds». Ecoinvent peut aussi subventionner directement la création de certain dataset.

### 3.1.5 Base de données de référence

La comparaison des différentes bases de données à disposition montre qu'Ecoinvent semble être le choix le plus pertinent en tant que base de référence pour les différentes comparaisons à suivre. En effet, elle est la plus exhaustive et la mieux documentée actuellement à disposition. Ceci fait que les analyses techniques sont pertinentes et que les résultats qu'y en sont issus sont crédibles.

## 3.2 Recommandations pour une base de données de qualité

Les recommandations suivantes sont issues d'échanges menés entre le groupe de travail et M. Frischknecht. Depuis 1990 M. Frischknecht est un chercheur précurseur dans le domaine de l'ACV, maître de conférence et professeur à ce sujet à l'ETHZ, acteur majeur du développement d'Ecoinvent (directeur de 1998 à 2008) et, depuis 2019, codirecteur du programme mondiale sur les indicateurs d'évaluation de l'impact environnemental des Nations Unies. Ses recommandations sont détaillées ci-après :

- A) Un processus de gestion des données repartit entre différents acteurs indépendants pour les 3 principaux volets, à savoir :
  - La collecte de données
  - La vérification des données et leurs modélisations
  - L'intégration et la gestion des modèles dans la base de données
- B) Le développement d'une base de données doit adresser les points suivants :
  - La définition du besoin :
    - Besoin utilisateur (usage, niveau de détail des données, périmètre, etc.)
    - Périmètre général (définition des «scopes d'impact» sur le modèle du GHG protocol)
    - Interface IT (interface logiciel, format informatique, etc.)
    - Moyen et canal de distribution
  - La définition du contenu :
    - Liste des processus, matériaux et services pertinents vis-à-vis des produits cibles
    - Liste des zones géographiques pertinentes de mise en œuvre des processus, matériaux et services
    - Définition des phases de cycle de vie du produit concernées par cette base de données
    - Choix des indicateurs environnementaux pertinents (à minima l'empreinte carbone et un éco-point)
    - Recommandations méthodologiques afin d'assurer une uniformité du contenu



- Les aspects organisationnels :
  - Faire un point de situation du secteur
  - Définir une roadmap
  - Définir un prix
  - Définir un objectif de rythme de mise à jour pertinent avec la vitesse de transformation en cours
- C) Les bonnes pratiques, selon lui, sont :
  - Ne pas définir de règles d'exclusions a priori (pas de «cut-off»)
  - Avoir une approche processus plutôt que système (système = concaténation de processus)
  - Mesurer les impacts attributifs (causés par le système étudié uniquement) et pas conséquentiels (causés sur les systèmes en dehors du système étudié)
  - Ne pas comptabiliser les crédits environnementaux car ils peuvent être un crédit pour un secteur mais se répercutent sur d'autres secteurs → éviter les approches par expansion du système (crédit carbone, soustraction du recyclage, allocation, etc.)
  - Fournir une documentation la plus détaillée possible
  - Évaluer l'incertitude de manière systématique (par exemple par la méthode Monte-Carlo)
- D) Les points clés d'une base de données qui se veut de référence :
  - Transparence
  - Reproductibilité
  - Qualité des données
  - Continuité

## 4 Analyse technique

Le premier volet du plan d'action est purement technique et a été externalisé auprès d'organismes de recherche ayant les compétences techniques et scientifiques adéquates. Cette analyse technique va permettre d'évaluer si les bases de données d'ACV existantes permettent de faire une ACV pertinente d'une montre mécanique. Le choix de l'étude s'est porté sur la montre mécanique car c'est un produit qui concerne directement tous les membres du groupe de travail.

Cette analyse technique se focalise sur la réponse à 2 questions fondamentales quant à la possibilité de mesurer l'impact environnemental d'un produit micro-technique avec les bases de données existantes :

- Est-ce que la base de données permet de modéliser tous les processus que traversent le produit et ses composants ? C'est ce qui a été désigné comme l'étude de l'exhaustivité des bases de données.
- Est-ce que les processus modélisés dans la base de données sont représentatifs à l'échelle micro-technique ? C'est ce qui a été désigné comme l'étude de la représentativité des bases de données.

### 4.1 Exhaustivité

#### 4.1.1 Cadre

L'étude d'exhaustivité se matérialise par la tentative d'ACV d'une montre mécanique. Pour ce faire, l'EPFL a été mandaté par l'intermédiaire de MM. Margni et Maréchal, enseignants-chercheurs en ACV, respectivement à Polytechnique Montréal et à l'EPFL, dispensant un cours en ACV de niveau master commun entre l'EPFL, la HES-SO et Polytechnique Montréal.

Un groupe d'étudiant de l'EPFL, sous leurs supervisions, a été chargé de mener cette ACV. Le groupe de travail a coopéré étroitement avec les étudiants afin de définir le périmètre et les hypothèses de l'étude, ainsi que pour leur apporter le support technique spécifique aux métiers de l'horlogerie.

Tous les détails de cette étude sont disponibles en annexe A.

## 4.1.2 Périmètre et hypothèses

Le périmètre de l'étude s'entend pour une montre mécanique 100 % Swiss Made en acier avec bracelet acier du berceau à la tombe, hors packaging :

- Extraction et transformation des matières nécessaires à la fabrication de la montre
- Fabrication des composants de la montre
- Transport amont des composants de la montre (avec une masse de packaging additionnelle)
- Assemblage des composants de la montre (T0, T1, T2, T3)
- Transport aval des montres terminées jusqu'à la boutique du détaillant (avec une masse de packaging additionnelle)
- Porté de la montre
- SAV de la montre (uniquement le transport relatif au SAV et avec une masse de packaging additionnelle)
- Fin de vie de la montre

Les hypothèses suivantes ont été faites :

- Durée de vie de la montre égale à l'espérance de vie de son propriétaire soit 80 ans
- Période entre 2 SAV légèrement supérieure à la recommandation usuelle de 5 ans soit 7 ans
- Transport amont des composants par camion sur 100km en moyenne (hypothèse de fabrication dans l'arc jurassien à destination d'une manufacture de l'arc jurassien)
- Transport aval des montres terminées par avion sur 6000km puis par camion sur 400km en moyenne (sur la base des exportations suisse fourni par la FH voir [annexe B](#))
- SAV en filiale
- La fin de vie de la montre a été modélisée par enfouissement car l'incinération du métal n'est pas possible et le recyclage trop dépendant du lieu de fin de vie
- Les consommations d'outillages et autres consommables seront négligées
- Les rebus sont négligés tout au long de la chaîne de production par manque de données à ce sujet
- Matières premières primaires (pas issues du recyclage)
- Les copeaux générés lors de la fabrication sont estimés à 4kg de copeaux pour 1kg de pièce finie
- Recyclage des copeaux
- Processus ou matériaux non répertoriés remplacés par un processus ou matériaux générique si disponible
- Modélisation du segment de masse oscillante en métal lourd par de l'acier de masse équivalente
- La modélisation est faite avec la base de données Ecoinvent. Ce choix résulte de l'analyse faite dans le chapitre 3.1.4 Ecoinvent

## 4.1.3 Synthèses

Dans ce contexte et sur la base des hypothèses ci-dessus, une modélisation a été faite dans le but de mener une analyse d'impact. Cette modélisation n'a pas pris en compte les points suivants :

- Transport amont des composants de la montre (avec une masse de packaging additionnelle) → Négligé lors de la modélisation étant donné la faible distance de transport en comparaison du transport aérien aval
- Assemblage des composants de la montre (T0, T1, T2, T3) → non modélisable car trop dépendant du type d'assemblage (manuel, semi-automatisé, artisanal, industriel, etc.) et sans procédé générique de substitution à disposition
- La consommation de matière pour le traitement galvanique a finalement été négligée sachant que le traitement galvanique n'a pas été trouvé et a donc été remplacé par un procédé générique.

Les analyses et comparaisons ont été faites vis-à-vis de l'impact sur le réchauffement climatique, exprimé en kg de CO2 équivalent, parfois appelé empreinte carbone. Le choix de cet indicateur se base d'une part sur le

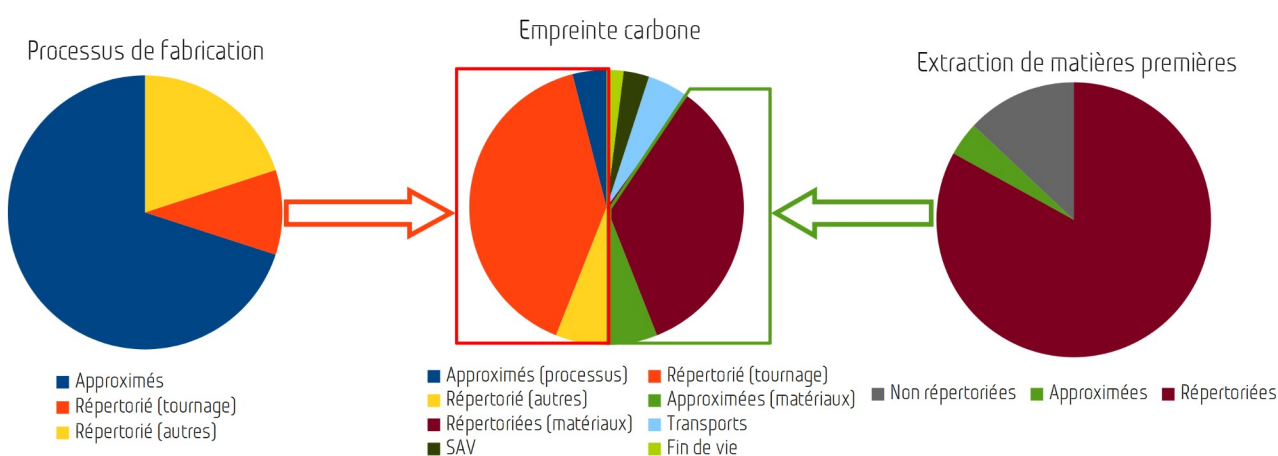
fait que cet impact est l'un des plus étudié et le plus précisément modélisé ; d'autre part il est le plus utilisé quand il s'agit de communication environnementale. Ce choix permet donc une évaluation usuelle bien qu'incomplète.

Pour la montre étudiée et sur la base de ces hypothèses, l'étude estime que la répartition des contributions au réchauffement climatique sont de l'ordre de grandeur suivant :

- Extraction et production de matière première : env. 40 %
- Fabrication : env. 50 %
- Transport et distribution : env. 5 %
- SAV : env. 3 %
- Fin de vie : env. 2 %

Lors du listing des processus de fabrication et des matériaux de la montre, environ 70 % (560 sur 780) du nombre de processus de fabrication traversé par l'ensemble des composants et 17 % (30gr sur 180gr) des matériaux de cette montre n'ont pas trouvé de correspondances fiable dans Ecoinvent. Ces correspondances manquantes ne sont évidemment pas négligées, elles sont approximées par des processus et matériaux générique présent dans Ecoinvent et qui servent spécifiquement à modéliser ce qui n'est pas répertorié. Ces processus et matériaux impactent les étapes d'extraction et de fabrication, les 2 plus gros contributeurs à l'empreinte carbone de la montre totalisant 90 % de contribution. Il faut noter que parmi ces 90 % la répartition des contributions est assez hétérogène :

- Extraction de matières premières exactes et génériques : env. 40 %
- Tournage de l'acier inoxydable : env. 40 %
- Processus non trouvés et remplacés par le processus générique : env. 4 %
- Autres processus de fabrication : env. 6 %



On observe donc que les 70 % des processus, ceux qui ne sont pas répertoriés et donc approximés par un processus générique, contribuent pour seulement 4 % de l'impact total. Alors que le tournage de l'acier inoxydable, qui représente 10 % des processus de fabrication, contribue à lui seul pour 40 % de l'impact total. De même, l'extraction des matières premières est un gros contributeur mais est mal répertoriée. L'incertitude sur le résultat est donc très importante.

Différentes analyses de sensibilité ont été effectuées par rapport à cette configuration de base. Une analyse de sensibilité consiste à faire varier une hypothèse pour évaluer son influence sur le résultat. On peut remarquer les sensibilités suivantes :

- Modélisation de 3gr de tungstène fini (1.5 % de la masse de la montre) comme du titane (plus proche en terme d'impact carbone du tungstène que l'acier) augmente l'empreinte carbone de la montre de +4 % → l'impact du tungstène est donc probablement non négligeable mais absent de la base de données.

- Modélisation de 3gr de tungstène fini (1.5 % de la masse de la montre) comme de l'or augmente l'empreinte carbone de la montre de +10000 % (x100) → Attention, l'utilisation d'une matière précieuse peut occulter tous les autres impacts
- SAV en suisse avec aller-retour par avion 11x durant la durée de vie de la montre augmentent l'empreinte carbone de la montre de +240 % → le lieux de SAV et le moyen de transport associé a donc probablement un très fort impact
- Des taux de copeaux de x10 puis x40 augmentent l'empreinte carbone de la montre respectivement de +20 % et +270 % → dans un processus de fabrication dont l'impact dépend de la quantité de copeaux générée, il est essentielle de connaître cette quantité précisément car elle influence la quantité de matière première à produire puis la quantité d'énergie consommée par le processus en lui-même

En conclusion, cette étude révèle une grande lacune quant à la disponibilité des données impliquées dans les phases d'extraction et de fabrication d'un produit micro-technique comme une montre mécanique. En revanche, les processus concernant les phases de cycle de vie telle que les transports, le SAV et la fin de vie semblent disponibles.

## 4.2 Représentativité

### 4.2.1 Cadre

L'étude de représentativité se matérialise par la tentative d'ICV (inventaire de cycle de vie) d'un processus micro-technique et sa comparaison vis-à-vis d'une suite de processus présents dans Ecoinvent. Pour ce faire, la FHNW a été mandatée. MM. Bösch et Marchand, chercheurs en ACV, ont mené une collecte de données sur site auprès d'Azurea et en ont créé une modélisation de ce processus.

Tous les détails de cette étude sont disponibles en [annexe C](#).

### 4.2.2 Périmètre et hypothèses

Le périmètre de l'étude se focalise sur la fabrication de 2 composants de mouvement mécanique décollétés en acier 20AP. Les 2 composants, un axe et une planche, ont des facteurs de formes (longueur max / diamètre max) différents afin d'évaluer la répétabilité de l'analyse. Les 2 composants sont produits industriellement à plusieurs centaines de milliers d'unités par année par Azurea. La fabrication de ces composants regroupe une suite de processus permettant d'obtenir le produit fini soit :

- Décolletage sur machine CNC
- Lavage au perchloréthylène
- Trempe à l'huile
- Lavage au perchloréthylène
- Revenu sous atmosphère contrôlée
- Polissage vrac par porteur
- Lavage lessiviel

La méthodologie suivante a été appliquée :

- La chaîne de processus réels est mise en comparaison avec une chaîne de processus d'Ecoinvent
- Un processus d'Ecoinvent sera considéré comme équivalent au processus réel si l'ensemble des conditions suivantes sont remplies :
  - Leurs consommations sont équivalentes
  - Leurs émissions sont équivalentes
  - Leurs sous-processus sont équivalents
  - Leur unité fonctionnelle est équivalente

L'hypothèse d'un mix électrique Européen a été faite car certains processus identifiés dans Ecoinvent ne sont pas disponibles pour un mix électrique Suisse. Ce choix permet d'assurer une comparaison valable sur toute la chaîne de processus modélisés

La modélisation est faite avec la base de données Ecoinvent. Ce choix résulte de l'analyse faite dans le chapitre 3.1.4 Ecoinvent

### 4.2.3 Synthèse

Dans ce contexte, l'analyse est faite vis-à-vis de l'impact sur le réchauffement climatique, donc l'empreinte carbone.

L'analyse a permis d'identifier les correspondances suivantes entre les processus d'Ecoinvent et les processus réels :

Etape	Désignation	Processus réel	Processus ecoinvent
1	Décolletage	Décolletage sur machine CNC	Tournage CNC de finition pour composant acier
2	Lavage 1	Lavage au perchloréthylène	Dégraissage de pièces métalliques par bain alcalin
3	Trempe	Trempe à l'huile	-
4	Lavage 2	Lavage au perchloréthylène	Dégraissage de pièces métalliques par bain alcalin
5	Revenu	Revenu sous atmosphère contrôlée	Traitement thermique pour métal extrudé à froid
6	Polissage	Polissage vrac par porteur	-
7	Lavage 3	Lavage lessiviel final	Dégraissage de pièces métalliques par bain alcalin

Il faut noter que :

- L'étape 3, «trempe», n'a pas pu être quantifiée en pratique et ni modélisée dans Ecoinvent
- Les étapes 2 et 4, respectivement «lavage 1» et «lavage 2», emploient du perchloréthylène sans eau en pratique alors que la modélisation d'Ecoinvent utilise un autre solvant et de l'eau mais remplit la même fonction de dégraissage
- L'étape 6, «polissage», n'a pas pu être modélisée dans Ecoinvent
- Les étapes 6 et 7, respectivement «polissage» et «lavage 3», n'ont pas pu être quantifiées distinctement en pratique. Une allocation a été faite arbitrairement en accord entre la FHNW et Azurea.

Pour ce qui est des ordres de grandeurs d'impact, la modélisation via les processus standard d'Ecoinvent sous estime les impacts sur le réchauffement climatique d'un facteur de 9 à 4300 en fonction du sous processus. Au global, l'impact réel est supérieur à l'estimation d'Ecoinvent d'un facteur 16 pour la planche et 13 pour l'axe.

	Planche				Axe			
	Modélisation Ecoinvent (kg eq. CO2)	Modélisation réelle (kg eq. CO2)	Contribution réelle (%)	Écart (%)	Modélisation Ecoinvent (kg eq. CO2)	Modélisation réelle (kg eq. CO2)	Contribution réelle (%)	Écart (%)
Décolletage	40.39	430.29	67.1%	965%	152.17	1365.37	67.3%	797%
Lavage 1	0.02	4.19	0.7%	20850%	0.05	13.16	0.6%	26220%
Trempe	0	0	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
Lavage 2	0.02	4.19	0.7%	20850%	0.05	13.16	0.6%	26220%
Revenu	0.13	178.68	27.9%	137346%	0.13	562.11	27.7%	432292%
Polissage	0	8.28	1.3%	N/A	0	26.05	1.3%	N/A
Lavage 3	0.02	15.57	2.4%	77750%	0.05	48.97	2.4%	97840%

Il faut noter que l'usinage est modélisé dans Ecoinvent en fonction de la quantité de copeaux. A savoir 41.22kg de copeaux pour 1kg d'axe et 10.5kg de copeaux pour 1kg de planche.

Les différences d'impacts proviennent principalement des consommations énergétiques (quasi exclusivement de l'électricité) et des consommables (huiles de coupe, solvants, plaquettes de carbure, eau, etc.) Il ne faut pas oublier qu'il manque dans cette modélisation la trempe, ce qui peut augmenter de manière significative l'impact total et donc la répartition des contributions.

En conclusion, cette étude révèle que les modélisations d'Ecoinvent sous-estiment fortement les impacts environnementaux liés aux processus de fabrications réels à l'échelle micro-technique. Cette différence est vraie pour les 7 processus étudiés. De plus, comme le démontrait déjà l'étude d'exhaustivité, un certain nombre de sous-processus ne sont pas modélisés dans Ecoinvent. Une analyse de cycle de vie basée sur des données extraites de bases de données existantes n'est donc pas fiable. Pour obtenir une analyse de cycle de vie pertinente, il est indispensable d'aller chercher des données sur le terrain ou de constituer une base de données spécifique à la micro-technique. L'exercice de collecte de données réalisé au cours de cette étude démontre qu'une grande partie des données nécessaires à la modélisation d'un processus micro-technique sont, généralement, assez facilement accessible sur le terrain. La difficulté principale consistera à définir les bonnes règles d'allocations et la bonne unité fonctionnelle.

## 5 Analyse de l'industrie horlogère

Cette analyse consiste en une évaluation de la pertinence de la création d'une base de données vis-à-vis de l'industrie horlogère. L'approche de cette analyse est de type «sustainable business model» dans le sens où l'objectif est d'évaluer :

- La désirabilité d'une telle base
- La faisabilité d'une telle base
- La viabilité financière d'une telle base
- La contribution à l'amélioration environnementale de l'industrie d'une telle base de données

Cette étude est menée directement par le groupe de travail. Pour rappel, le groupe de travail est composé d'un représentant de chacune des entreprises 109 degrés, Azurea, Cartier, Kering, Louis Vuitton et Panatere. La diversité horlogère du groupe de travail ainsi que les intérêts qu'il représente ont fait de lui l'acteur pertinent pour cette étude.

### 5.1 Étude du besoin

Au cours du projet, le groupe de travail a rencontré un certain nombre de marques et sous-traitants horlogers afin d'échanger et de comprendre les contraintes de chacun, les volontés et réticences ainsi que les actions envisagées. Tous ces échanges, formels et informels, sont évidemment confidentiels et ne seront donc pas communiqués de manière distinctive ni nominative. Cela dit et pour donner un ordre de grandeur du nombre d'acteurs que cela représente, on peut dire qu'il s'agit d'une douzaine de marques et d'une vingtaine de sous-traitants ainsi que quelques institutions en dehors du groupe de travail. Cette analyse a pour objectif de synthétiser les besoins de tous ces acteurs.

En terme de contraintes, les ressentis sont très différents s'il s'agit d'une marque ou d'un sous-traitant. Bien que, de manière générale, les responsabilités sociales et environnementales fassent parties intégrantes de leurs stratégies, les marques, en s'adressant au client final, subissent également une pression assez importante en terme d'image à ce sujet. Elles perçoivent donc comme fondamental le fait de devoir démontrer que le sujet environnemental les concerne et qu'elles mettent en place des actions concrètes. Les sous-traitants, quant à eux, perçoivent une pression plus directe sur leur business. La pression que ressentent les marques influence, parfois de manière très radicale, leurs relations avec la sous-traitance. Pour rester fournisseur de certaines marques, les sous-traitants sont ou seront contraints à mettre en place des actions environnementales. Ils perçoivent qu'être pro-actif à ce sujet leur permettrait de gagner des parts de marché.

Au sujet des volontés et réticences, les avis sont assez partagés et dépendent principalement de la personne (l'individu) avec qui l'échange a eu lieu. Certains sont convaincus du bien-fondé et de l'effet positif de telles démarches, d'autre considèrent qu'il s'agit d'un effet de mode et que cela n'est qu'un coût supplémentaire. Et puis, il y a ceux qui, sans être convaincus personnellement, pensent que c'est une opportunité pour se démarquer et s'assurer une croissance mais que cela nécessite des investissements importants, donc qu'il faut s'y engager prudemment. Cette dernière catégorie semble concerner une majorité des décideurs des entreprises rencontrées. Ceci semble cohérent avec les résultats de l'étude «global CEO survey» (voir [annexe D](#)) menée par PwC en 2021 qui estime que 62 % des CEO Suisse considèrent le réchauffement climatique et les impacts sur l'environnement comme des sujets préoccupants.

Lorsqu'il s'agit des actions envisagées par chacun, il ressort que de nombreuses entreprises sont partagées entre l'envie d'engager des démarches et la craintes de ne pas avoir correctement appréhendé le sujet et donc de s'engager sur la «mauvaise voie». Ainsi, un grand nombre d'entreprises se sont rapprochées d'organisme de soutien, de labellisation ou d'ONG tels que B-lab, RJC, WWF, etc. Cinq marques (sur la douzaine rencontrée) ont exprimées leur intérêt pour la réalisation d'une ACV sans avoir encore franchi le pas. Une ACV permet à la fois de fournir des informations et de prendre des décisions éclairées. Une seule entreprise a franchi le pas de l'ACV, en ayant fait au préalable le même constat technique que celui de cette étude sur le besoin de mesurer directement sur le terrain chaque processus, et a réussi à mesurer l'impact d'une montre au prix d'efforts, et d'investissement, colossaux ; on parle ici d'années de travail et de millions de francs suisse.

Une ACV basée sur une base de données d'ACV représentative et exhaustive permet de transformer plusieurs «années et millions de CHF» en plusieurs «semaines et dizaines de milliers de CHF». De plus, l'analyse d'un processus, donc la contribution à une base de données, permet d'identifier rapidement des leviers de gains puissants et peu onéreux, donc de ne pas rater le train en marche.

Pour résumer :

- Certaines marques expriment une volonté de mener des ACV sur leurs produits
- Les sous-traitants souhaitent démontrer la maîtrise et l'amélioration de leurs processus aussi sur le plan environnemental
- Une ACV crédible ne peut être menée sans mesure sur le terrain, c'est à dire majoritairement chez les sous-traitants
- Une mesure sur le terrain pour chaque composant coûte beaucoup de temps et d'argent
- Le sujet environnemental est un sujet business pour les sous-traitant et un sujet image pour les marques
- Les volontés d'agir, sans être unanimement partagés, semblent assez fortes et généralisées
- Les gains peuvent être très importants, que ce soit en temps, en argent ou en connaissance

## 5.2 Ordres de grandeurs

Ce chapitre a pour objectif de donner une vision un peu plus tangible de ce que représente la création d'une base de données spécifique à l'horlogerie (dans un premier temps), à la fois sur le plan financier et sur le plan temporel.

Un premier travail a été mené afin de lister les principaux processus et matériaux entrant en jeux dans la fabrication d'une montre (voir [annexe E](#)).

Le tableau ci-dessous représente de manière relativement complète les processus et les matériaux couramment utilisés par l'industrie horlogère. Cette liste contient :

- 45 processus
- 35 matériaux
- 38 combinaisons indispensables de matériaux et processus (indispensable = présent dans toutes les montres mécaniques conventionnelles)

- 185 combinaisons courantes de matériaux et processus (courante = présent dans la plupart des montres mécaniques conventionnelle)
- 61 combinaisons exceptionnelles de matériaux et processus (exceptionnelle = présent dans quelques montres mécaniques conventionnelles ou exceptionnelles)

y = indispensable

x = couramment

(x) = exceptionnellement

			processus																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
			usage	usinage	usinage	usinage	usinage	usinage	formage plat	formage plat	formage plat	formage plat	moulage	moulage	moulage	moulage	moulage	moulage	spécial	spécial	décoration	décoration	décoration	décoration	décoration	décoration	décoration	décoration	décoration	décoration	traitement de surface	traitement de surface	traitement de surface	traitement de surface	traitement de surface	spécial	spécial	spécial	Assemblage	Assemblage	Assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage	assemblage

Il est important de noter qu'un certain nombre de matériaux sont similaires et pourraient être groupés comme un seul matériau générique. Par exemple, les aciers, les aciers inoxydables et les laiton qui représentent à eux seuls 137 des 223 (38+185) combinaisons de matériaux et processus les plus courantes. Il faut noter qu'un certain nombre de matériaux horlogers sont très proches de ceux présents dans les bases de données et qu'il faudra évaluer l'impact de leurs différences avant de les intégrer de manière spécifique. On peut donc estimer à moins de 200 entrées (35 matériaux + 150 combinaisons) la dimension de la base de données permettant de modéliser 95 % des processus d'extraction et de fabrication du cycle de vie d'une montre mécanique Suisse conventionnelle. Il est probable qu'une base de données d'environ 80 entrées (35 matériaux + 38 combinaisons) permette de mesurer de manière acceptable les processus d'extraction et de fabrication du cycle de vie d'une montre mécanique Suisse conventionnelle.

Ceci montre que la priorisation de la modélisation sera un élément clé quant à l'efficacité de la mise en place d'une telle base de données. Pour ce faire il faudra être capable de prioriser en fonction de plusieurs critères afin de séquencer la constitution de la base de données :

- les processus et matériaux les plus utilisés
- les processus et matériaux les plus consommateurs de ressources
- les processus et matériaux les plus consommateurs d'énergies



Lors du projet mené ici, l'étude de représentativité qui comparait les processus micro-technique avec les processus standard d'Ecoinvent consistait en une collecte de données ainsi qu'une analyse comparative détaillée. En revanche il ne consistait pas en une création d'un dataset (dataset = 1 entrée de base de données, par exemple la modélisation d'un processus dans une base de données). Après échange avec différents experts du domaine on peut tout de même estimer, en moyenne, à environ 20 jours équivalent temps plein de collecte et de traitement des données et 30'000.-CHF la création d'un dataset de bonne qualité. Ainsi, la création d'une base de données de 80 entrées spécifique à l'horlogerie peut être estimée à 2.4 Millions de CHF et 1600 jours de travail (7 ans pour 1 personne, 1 an pour 7 personnes). Il sera judicieux d'échelonner cette création de base de données en fonction de la priorisation préalablement effectuée. Il est également probable qu'un facteur d'échelle induise une dégressivité du temps nécessaire et des coûts induits.

## **5.3 Voies de financements**

### **5.3.1 Levées de fonds**

En 2019, l'industrie horlogère a exporté pour 21.7 milliards de CHF, elle comptait environ 60'000 employés répartis dans 600 entreprises dont plus de 500 sont membres de Fédération Horlogère Suisse. Soit, en moyenne, 36 millions de chiffre d'affaire et 100 employés par entreprise.

Une base de données environnementale est un outil à destination d'un certain nombre d'acteurs concernés par son contenu, en l'occurrence la branche horlogère dans son ensemble. Cet outil permet à chacun des acteurs de réaliser des tâches qui seraient insurmontables sans. Une base de données à destination d'un secteur industriel n'est pas un outil de concurrence à l'interne du secteur mais plutôt un outil de valorisation des bonnes pratiques et de démonstration des efforts entrepris par ce secteur pour construire une industrie plus respectueuse de l'environnement. Il est donc possible d'envisager des levées de fonds auprès des acteurs de l'industrie micro-technique et/ou horlogère afin de se donner collectivement les moyens d'un tel projet. Le montant collectable dépendra du nombre d'acteurs prêts à contribuer et de leurs moyens respectifs.

### **5.3.2 Cotisations**

Une structure organisationnelle devra encadrer un tel projet. Cette structure peut prendre un certain nombre de formes, par exemple :

- Association
- Consortium
- Coopérative
- Entreprise
- Etc.

Dans le cas des 3 premiers exemples, il est possible d'envisager des cotisations annuelles forfaitaires ou proportionnelles (règle de proportionnalité à définir) afin d'assurer un financement étalé dans le temps et permettant de budgéter à moyen terme.

### **5.3.3 Licences**

Les licences représentent le moyen usuel de financement des solutions informatiques mais reposent sur l'idée d'une très large diffusion de l'outil. Or, l'industrie micro-technique et horlogère est relativement petite en nombre d'acteur. Le prix d'une licence permettant de couvrir les coûts de développement d'une base de données sera certainement très élevé, et donc «élitiste», ce qui ne va pas dans le sens d'une diffusion large de l'outil. En revanche, un montant de licence raisonnable pourrait permettre d'assurer un minimum de revenu de fonctionnement à la structure en charge de l'entretien de la base de données.

### **5.3.4 Subventions**

Comme dit précédemment, une base de données environnementale est un outil à destination d'un secteur industriel. Dans le cas de la micro-technique et de l'horlogerie, ce secteur est très fortement représenté dans l'arc

jurassien, compte pour 2 % à 4% du PIB Suisse et emploie un nombre non-négligeable de personnes en Suisse et en Europe frontalière. Ces différentes régions et pays ont pris des engagements environnementaux ambitieux qui ne pourront être atteints que si le secteur privé s'engage également à leurs côtés. Ainsi, les gouvernements subventionnent un certain nombre de projets allant dans le sens de leurs engagements. Il ne fait aucun doute qu'une base de données environnementale à destination de la micro-technique et de l'horlogerie serait subventionnable à l'échelle communale, cantonale et fédérale, voir peut être européenne. En revanche, les subventions sont soumises à conditions. Ces conditions traitent généralement de gouvernances, de redistribution et d'implication de parties tierces (universités, centre de recherche, etc.). La structure organisationnelle encadrant un tel projet devra prendre en compte cet aspect là si elle souhaite bénéficier de subventions.

## 5.4 Impact

La création et la diffusion d'une base de données permet de réduire l'impact environnemental d'une industrie via 3 mécanismes :

- Une base de données est destinée, en finalité, à mener des ACV de produits. L'ACV permet d'identifier objectivement et quantitativement les enjeux principaux et prioritaires et donc de réduire rapidement les impacts environnementaux du produit en question. Il y a donc un levier de réduction via la conception même du produit.
- La création d'une base de données se fait par la collecte sur le terrain et l'analyse d'une grande quantité d'informations. Ce travail permet pour chaque processus, comme le montre l'étude de représentativité ci-dessus, d'identifier objectivement et quantitativement les enjeux principaux et prioritaires et donc de réduire rapidement les impacts environnementaux des processus analysés. Il y a donc un levier de réduction via la conception même du processus, donc en amont de la conception du produit.
- Le fait d'avoir des informations objectives et quantitatives favorise l'identification de problématiques communes au secteur. Ceci tend à uniformiser les stratégies d'améliorations environnementales au sein de celui-ci. Ainsi, cela permet de limiter les injonctions contradictoires dues à des politiques environnementales en manque d'objectivité. Il y a donc un levier de réduction via la mise en cohérence des efforts de l'industrie.

## 6 Conclusions

### 6.1 Conclusions générales

D'autre part, les échanges avec l'industrie démontrent que la question de l'ACV, et donc des bases de données d'ACV, concerne un nombre d'acteurs conséquents. Que ce soit des marques souhaitant réaliser des ACV de leurs produits ou des sous-traitants souhaitant analyser leurs processus.

Les études techniques menées démontrent une grande lacune, à la fois en terme de nombre de processus modélisés, principalement sur les étapes d'extraction et de fabrication, mais aussi en terme de niveau d'impact, qui sont fortement sous-estimés, pour les processus modélisés. Les ordres de grandeurs sont suffisamment grands pour disqualifier toutes tentatives d'ACV sur la seule base d'une base de données existante. L'expérience de la marque rencontrée lors de ce projet ayant mené une ACV détaillée sur le terrain donne un ordre de grandeur de l'énergie et de l'investissement à consentir pour mener une ACV crédible sans base de données fiable. On parle d'années de travail et de millions de francs suisse quand une ACV avec une base de données représenterait plutôt des semaines de travail et des dizaines de milliers de francs suisse.

Cette étude démontre, qu'avec un budget et une durée limitée, il est tout de même possible de mener des analyses sur le terrain et d'en tirer une quantité d'informations importantes. Il est donc techniquement possible de mesurer l'impact environnemental des processus micro-techniques et donc de les modéliser en vue de les intégrer à une base de données.

De manière générale, les bases de données environnementales sont des outils très ouverts, proche d'une philosophie opensource, car l'objectif est généralement de rassembler un maximum d'utilisateur. Cette ouverture se traduit par une importante documentation des données, une définition méthodologique détaillée, la possibilité à chacun de fournir des données et être encadré par une structure pérenne afin d'assurer une continuité dans le temps, une qualité constante et des mises à jours régulières.

L'analyse des matériaux et processus micro-technique propres à l'horlogerie démontre que l'ordre de grandeur de la dimension d'une base de données spécifique est grand mais reste largement inférieur aux dimensions des bases de données existantes. Malgré cela, un projet de création d'une base de données spécifique est un projet de grande envergure qui nécessitera donc l'adhésion d'une partie importante de l'industrie. D'autre part, étant donné les engagements pris, le sujet environnemental concernant une branche industrielle majeur est potentiellement subventionnable à différentes échelles (communale, cantonale et fédérale).

### 6.2 Recommandations

Étant donné ce qui a été observé au cours de cette étude, il est donc fortement recommandé de :

- Réaliser des ACV à partir de données prélevées sur le terrain, à minima pour les étapes d'extraction et de fabrication
- Unir l'industrie autour de la constitution d'une base de données spécifique, c'est à dire :
  - Mettre en place une structure de gestion ouverte à tous (association, coopérative, etc.)
  - Définir collectivement des objectifs en phase avec les besoins de l'industrie
  - Mettre collectivement des fonds à disposition
  - Mener collectivement des levées de subventions
  - Définir une stratégie opérationnelle

### 6.3 Prochaines étapes

Ce projet étant maintenant clos et les conclusions étant maintenant connues, la suite consiste à transformer cette étude en réalisation. Pour ce faire, en accord avec les recommandations ci-dessus, il faudrait :

- Communiquer le plus largement possible les résultats de cette étude

- Regrouper les acteurs désirant prendre part à cette suite
- Prendre contact avec les communes, cantons, la confédération et tout autre organisme, public ou privé, susceptible de subventionner une création de base de données
- Faire une proposition concrète de structure de gestion répondant aux critères de subventionnabilité, respect de la concurrence et de gouvernance nécessaires
- Prendre contact avec Ecoinvent pour identifier les synergies possibles, le soutien envisageable et les conditions relatives
- Prendre contact avec des experts environnementaux afin de quantifier plus précisément le projet

## 7 Remerciements

À titre collectif, nous tenons à remercier chaleureusement M. Friscknecht pour ses conseils éclairés ; MM. Margni et Maréchal, enseignants à l'EPFL et Polytechnique Montréal, pour l'intérêt envers notre problématique et l'encadrement de l'ACV réalisée ; MM. Aubertin, Drobot, Macrina, Rio et Jaques, étudiants à l'EPFL, pour leur implication et leur ténacité quant à la réalisation d'une ACV difficile et la qualité de leur travail étudiant ; MM. Bösch et Marchand, chercheur à la FHNW, pour leur implication, leur disponibilité, leur proactivité et la qualité de leur travail dans le cadre de l'ICV menée ; Mme. Tosetti, manager du NTN microtech Booster, pour son soutien et l'encadrement au sein du NTN microtech booster.

À titre personnel, je tiens à remercier Mme. Thuring et MM. Stervinou, Viennet, Dolci, Jouffray et Broye pour leur soutien et leur implication dans le cadre de ce projet ; les entreprises Azurea, Cartier, Kering, Louis Vuitton et Panatere pour leur confiance ; ainsi que ma conjointe Sarah pour son support sans faille.