

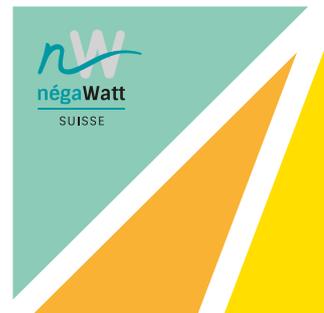


# Scénario de transition énergétique 2050.

Secteur de l'industrie

Rapport technique

juin 2021



**Ensemble pour l'avenir.**  
Grâce à sobriété, efficacité & énergies renouvelables.

**Gemeinsam für die Zukunft.**  
Dank Suffizienz, Effizienz & erneuerbarer Energien.

**Insieme per il futuro.**  
Grazie alla sufficienza, efficienza & energia rinnovabile.

# Scénario de transition énergétique 2050.

Secteur de l'industrie

Rapport technique

David Moreau  
Flavio Principi  
Emmanuel Ravalet

Réalisé sous mandat de négaWatt  
Mobil'homme, Av. de Sévelin 28, 1004 Lausanne

Photo de couverture : David Moreau



**Ensemble pour l'avenir.**

Grâce à sobriété, efficacité & énergies renouvelables.

**Gemeinsam für die Zukunft.**

Dank Suffizienz, Effizienz & erneuerbarer Energien.

**Insieme per il futuro.**

Grazie alla sufficienza, efficienza & energia rinnovabile.

### **Profil du mandataire**

Mobil'homme est un bureau de sciences sociales actif dans l'urbain et la mobilité, basé à Lausanne (Suisse). Il a été fondé en 2015 comme *spin off* du Laboratoire de sociologie urbaine (LaSUR) de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Le bureau Mobil'homme a la particularité de regrouper dans son équipe pluridisciplinaire des chercheurs relevant d'une grande diversité disciplinaire : sociologue, anthropologue, urbaniste, géographe, économiste, historien, ingénieur. Cette richesse de compétences lui permet d'articuler des dispositifs méthodologiques variés et hautement innovants, tout en croisant des compétences qualitatives et quantitatives, sur des projets d'envergure. Ses membres continuent par ailleurs d'exercer une activité scientifique de pointe. Ce positionnement unique, mettant des chercheurs en activité au service de la recherche appliquée et de l'expertise de haut niveau, fait du bureau Mobil'homme le point de passage clé entre le monde académique et les besoins des collectivités et des prestataires privés.

[www.mobilhomme.ch](http://www.mobilhomme.ch) / [info@mobilhomme.ch](mailto:info@mobilhomme.ch)

MOBIL'HOMME Sàrl.  
Études, recherches, expertises  
Avenue de Sévelin 28  
CH-1004 Lausanne

#### **Impressum**

Moreau D., Principi F., Ravalet E. (2021). Scénario de transition énergétique 2050, Secteur de l'industrie, rapport technique. Mobil'homme Sàrl, Lausanne (Suisse)

# Sommaire

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUCTION .....   | 5  |
| 2     | METHODOLOGIE.....  | 6  |
| 2.1   | Industrie.....   | 6  |
| 2.2   | Transport de marchandise.....                                    | 7  |
| 3     | FONCTIONNEMENT DU FICHER EXCEL.....                              | 8  |
| 3.1   | Onglets input output industrie et transport de marchandises..... | 8  |
| 3.2   | Autres onglets .....   | 9  |
| 4     | REVUE DE LITTERATURE ET ANALYSE DE DONNEES .....                 | 10 |
| 4.1   | Évolution économique.....  | 10 |
| 4.2   | Consommation d'énergie .....                                     | 11 |
| 4.3   | Efficacité énergétique.....                                      | 12 |
| 4.4   | Perspective d'évolution pour les branches principales .....      | 13 |
| 4.4.1 | Papier et impression.....  | 13 |
| 4.4.2 | Industrie chimique et pharmaceutique .....                       | 14 |
| 4.4.3 | Construction et béton .....                                      | 15 |
| 4.4.4 | Acier.....   | 16 |
| 4.5   | Énergie grise et relocalisation .....                            | 17 |
| 4.6   | Source d'énergie.....  | 20 |
| 5     | HYPOTHESES.....  | 21 |
| 5.1   | VAB.....   | 21 |
| 5.1.1 | Évolution du contexte économique.....                            | 21 |
| 5.1.2 | Relocalisation .....   | 22 |
| 5.2   | Efficacité.....  | 22 |
| 5.2.1 | Processus individuels.....                                       | 22 |
| 5.2.2 | Écologie industrielle et recyclage .....                         | 23 |
| 5.3   | Production d'énergie.....  | 23 |
| 5.4   | Transport de marchandise.....                                    | 24 |
| 6     | RESULTATS SECTEUR DE L'INDUSTRIE.....                            | 25 |
| 7     | RÉSULTATS TRANSPORT DE MARCHANDISE.....                          | 27 |
| 8     | DISCUSSION ET CONCLUSION.....                                    | 28 |
| 9     | REFERENCES .....   | 29 |

# 1 Introduction

En 2019, l'industrie a consommé 150 PJ des 826 PJ consommés au niveau de l'ensemble des secteurs, soit 18 % (OFEN, 2020b) (Figure 1). Cette quantité d'énergie est en baisse alors qu'à l'inverse la Valeur Ajoutée Brute (VAB) de ce secteur ne cesse d'augmenter. Cela signifie que l'efficacité des processus s'améliore en continu. Dans la mesure où la demande continue de croître dans le même temps, la baisse de la consommation d'énergie n'est que modérée. Les trois piliers négaWatt trouvent donc tout leur sens dans ce secteur, avec une amélioration de l'efficacité et un glissement vers des sources renouvelables associés à une plus grande sobriété permettant une baisse conséquente de la demande en énergie finale. Toutefois, il faut noter que la prise en compte de la sobriété vient augmenter la production suisse, de manière un peu paradoxale, par une relocalisation de l'industrie. Ce modèle permet ainsi de quantifier les avantages des piliers négaWatt tout en proposant une estimation de l'énergie grise liée à la production de biens de consommation. De plus, les calculs relatifs aux transports de marchandises sont aussi réalisés dans ce modèle, car ils sont indexés à la VAB.

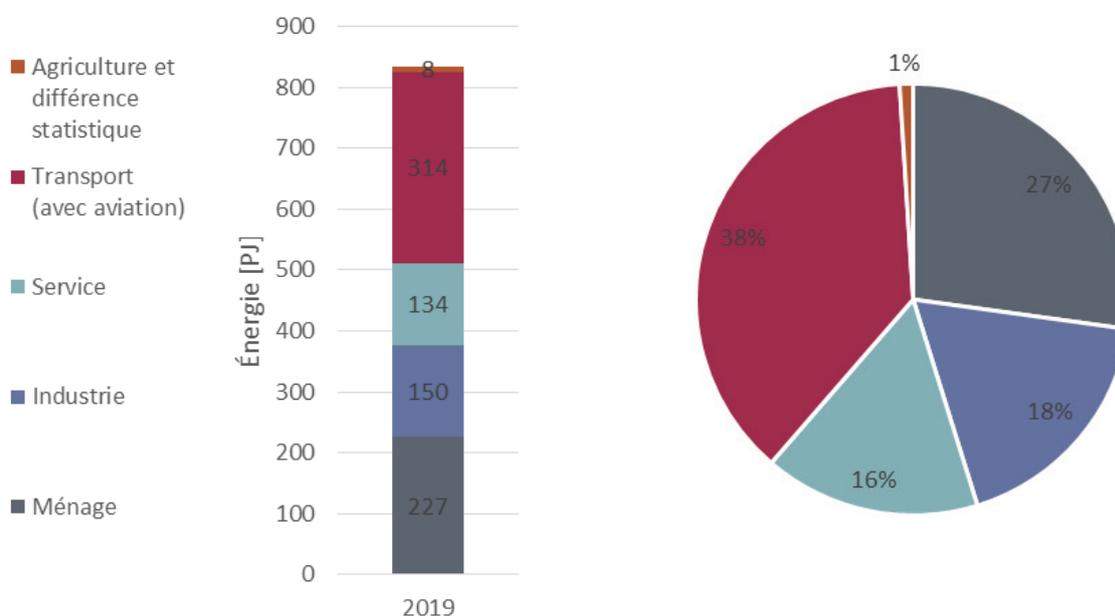


Figure 1 Consommation d'énergie en Suisse par secteur en 2019 (OFEN, 2020b).

## 2 Méthodologie

### 2.1 Industrie

L'objectif est de calculer la quantité d'énergie consommée par l'industrie par agent énergétique. Ce calcul est réalisé en deux temps : tout d'abord un calcul de l'énergie finale totale, puis sa répartition à la production selon les différents agents énergétiques.

La consommation d'énergie du secteur de l'industrie est modélisée en multipliant la VAB par branche par l'efficacité énergétique et par un taux de recyclage.

$$E_{ab} = VAB_{ab} * Eff_{ab} *(1-TR_{ab})$$
$$VAB_{ab} = VAB_{2020b} * FEE_{ab} + VABR_{ab}$$
$$E_{atot} = \sum^b E_{ab}$$
$$E_{as} = E_{atot} * P_{as}$$

- $E_{ab}$  : énergie consommée lors de l'année a pour la branche b [PJ].
- $VAB_{ab}$  : VAB de l'année a pour la branche b [GCHF].
- $Eff_a$  : efficacité énergétique de production de l'année a pour la branche b [PJ/GCHF].
- $TR_{ab}$  : Taux de réincorporation d'énergie de l'année a pour la branche b. Cela représente indirectement les systèmes de recyclage, réincorporation de matière première et d'économie circulaire.
- $VAB_{2020b}$  : VAB de 2020 pour la branche b [GCHF].
- $FEE_{ab}$  : facteur d'évolution de la VAB de l'année a pour la branche b par rapport à 2020 [base 100, ref=2020].
- $VABR_{ab}$  : VAB du solde importateur (importation-exportation) relocalisée l'année a pour la branche b [GCHF].
- $E_{atot}$  : énergie consommée lors de l'année a par toutes les branches [PJ].
- $E_{as}$  : énergie consommée lors de l'année a provenant de la source d'énergie s [PJ]
- $P_{as}$  : part de l'énergie lors de l'année a provenant de la source s [%].

Ces valeurs sont calibrées en 2020 et leurs évolutions pour 2050 sont fixées à partir d'une revue de littérature.

Cette méthode est similaire à celle utilisée par l'OFEN dans ses perspectives énergétiques (2012a), à la différence que les taux de recyclage ne sont pas explicitement exprimés et qu'il n'y a pas de prise en compte de la relocalisation.

En ce qui concerne l'agrégation de sous-branche en branche, les diverses sources statistiques et de perspectives suisses ne proposent pas exactement les mêmes répartitions. Afin de pouvoir faire correspondre ces multiples données, le scénario négaWatt utilise le tableau de correspondance suivant reprenant la nomenclature des activités économiques NOGA<sup>1</sup>.

1 NOGA ; Nomenclature Générale de Activités économique, <https://www.kubb-tool.bfs.admin.ch/fr>

| Dénomination nW-CH                                      | NOGA énergie (OFEN 2020)   | NOGA VAB (OFS, 2020a)                                       | NOGA évolution économique (KPMG Australia & Ecoplan, 2020)         |
|---|--|---|--|
| Alimentation  | 10; 11; 12   | 10; 11; 12  | 10; 11; 12   |
| Textile et cuire  | 13; 14; 15   | 13; 14; 15  | 13; 14; 15   |
| Papier et impression                                    | 17; 18   | 17; 18  | 17; 18   |
| Chimie et pharma  | 20; 21   | 19; 20; 21  |  |
| Chimie et pharma  | 20; 21   | 19; 20; 21  | 20; 21   |
| Minéraux non métalliques (sans caoutchouc et plastique) | 23   | 23  | 23   |
| Métallurgie   | 24   | 24  | 24; 25   |
| Produit métallique                                      | 25   | 25  | 24; 25   |
| Construction  | 41; 42; 43<br>7; 8; 9 ; 16, 22;<br>29, 10, 20, 32;<br>30, 11, 12, 20,<br>30, 91, 92, 99; | 41; 42; 43<br><br><br>5; 6; 7; 8; 9; 16;<br>22; 29; 30; 31; | 41; 42; 43<br><br><br>5; 6; 7; 8; 9; 16; 22; 28; 29; 30;<br>31; 32 |
| Autre industrie   | 31; 32   | 32  |  |

**Tableau 1 Branches industrielles prises en compte dans le scénario négaWatt avec les correspondances vis-à-vis des différentes statistiques et scénarios nationaux.**

Ce scénario est développé dans un cadre européen dirigé par négaWatt-France, qui est en train de constituer un scénario européen par agrégation des scénarios nationaux tenant compte de la sobriété. Pour ce faire, négaWatt-France apporte des soutiens aux organisations nationales actives dans ce projet avec notamment des projections pour quelques branches de l'industrie. Les résultats de ce travail sont repris dans ce document pour la revue de littérature, puis pour fixer des hypothèses.

## 2.2 Transport de marchandise

La modélisation suit les étapes suivantes :

1. Obtenir l'évolution des masses-distances en considérant d'une part que le volume total de transport est proportionnel aux évolutions de la VAB, et d'autre part les évolutions des tonnes-kilomètres par unité de VAB jusqu'en 2050.
2. Répartir les masses-distances par modes de transport entre train, véhicules lourds et véhicules légers.
3. Répartir les masses-distances par mode selon les types de carburant.
4. Obtenir la consommation énergétique en multipliant les masses-distances selon les modes et les carburants par leur efficacité respective. Les valeurs d'efficacité de 2020 sont calibrées de façon à ce que les résultats correspondent aux statistiques énergétiques de l'OFEN. Puis, leurs évolutions sont annexées à un facteur d'amélioration.

# 3 Fonctionnement du fichier Excel

## 3.1 Onglets input output industrie et transport de marchandises

Comme pour les autres modèles, l'onglet input-output permet de faire varier les principaux indicateurs avec une visualisation des résultats. Il est constitué de sept zones représentées par la Figure 2.

1. **Input** : les valeurs qui s'y trouvent sont directement utilisées dans la modélisation.
2. **Suggestion d'input négaWatt** : une proposition d'un jeu de données, correspondant au scénario négaWatt, qui peut être entré dans le modèle par un copier-coller dans la zone 1.
3. **Suggestion d'input tendancielle** : une proposition d'un jeu de données, correspondant au scénario tendanciel, qui peut être entré dans le modèle par un copier-coller dans la zone 1.
4. **Output** : les valeurs qui s'y trouvent sont les résultats de la modélisation selon les données présentées dans la zone 1.
5. **Output négaWatt** : les résultats de la modélisation selon les données présentées dans la zone 2.
6. **Output tendancielle** : les résultats de la modélisation selon les données présentées dans la zone 3.
7. **Données informatives** : les données présentées sont proposées à titre informative. Cela peut être des statistiques nationales ou des résultats d'autres modélisations. Cette zone n'est pas systématiquement présente dans les fichiers Excel.

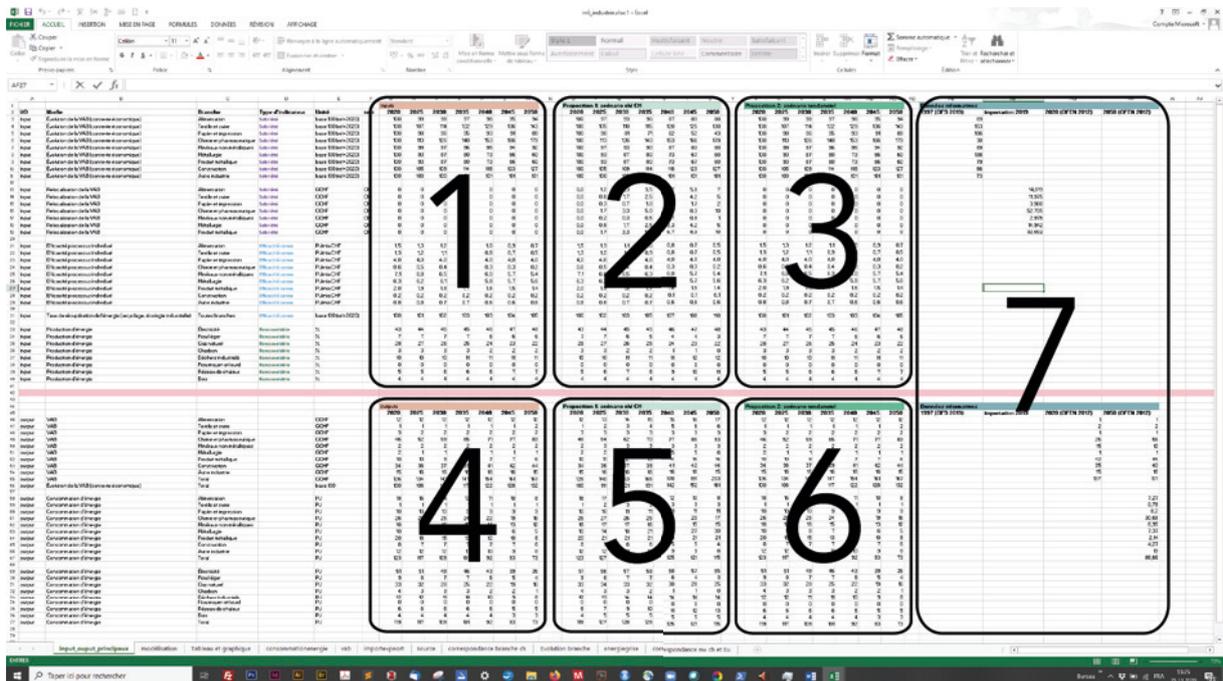


Figure 2 Onglet Input\_output principaux constitué de 7 zones permettant de faire varier les principaux indicateurs de la modélisation négaWatt.

### 3.2 Autres onglets

- **Modélisation** : les calculs sont faits dans cet onglet. Les valeurs d'entrée sont celles de la zone 1 sur la Figure 2 et les résultats sont ensuite affichés dans la zone 4 de la Figure 2. En plus des valeurs de 2020 à 2050, des données des années antérieures sont aussi présentées, afin de pouvoir déduire des tendances.
- **Tableau et graphique** : cet onglet regroupe toutes les données utiles à la réalisation de tableaux ou de graphiques qui sont présents dans les rapports. Il peut s'agir de données passées ou futures.
- **Scénario éco KPMG Ecoplan** : les données issues du rapport de KPMG et Ecoplan (2020) sont utilisées afin de calculer l'évolution futur des VAB par branche d'ici à 2050.
- **Analyse imports-exports** : les données d'importation et d'exportation issues de Swissimpex (2020) sont présentées et analysées pour en déduire l'énergie grise.
- **Correspondance branche CH** : la modélisation de l'industrie se base sur des données provenant de sources différentes n'utilisant pas les mêmes agrégations par branche. Pour cela, afin d'utiliser une base statistique fiable, une base commune a été déterminée et utilisée dans la modélisation et est présentée dans cet onglet.
- **Correspondance nwCH et Eu** : la modélisation européenne, issue d'une volonté de négaWatt-France de réaliser divers scénarios énergétiques similaires dans différents pays, n'utilise pas la même agrégation que les statistiques en Suisse. Cet onglet fait la correspondance entre les branches, ainsi que la conversion entre les EURO2012 utilisés dans la modélisation européenne et le CHF 2019 du modèle suisse.

## 4 Revue de littérature et analyse de données

### 4.1 Évolution économique

La Figure 3 présente l'évolution des VAB par branche de 1997 à 2019.

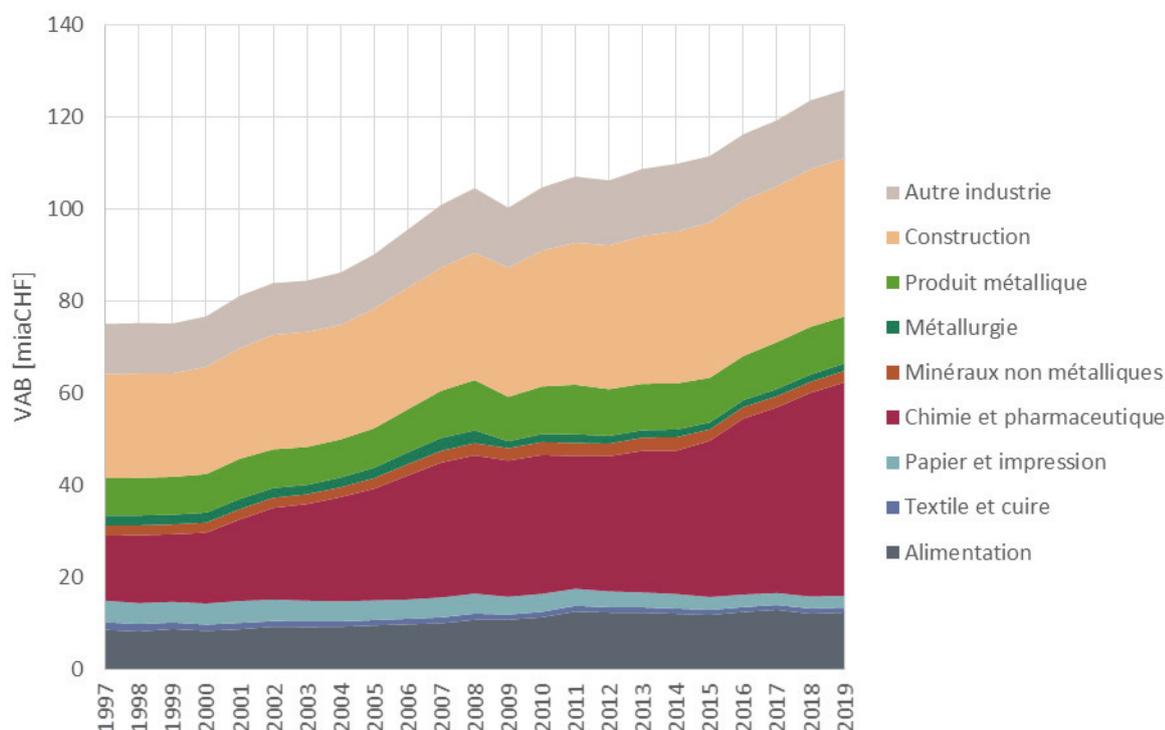


Figure 3 Évolution de la VAB de 1997 à 2019 par branche. Les principaux secteurs sont la chimie, la pharmacie et la construction (OFS, 2020a).

Pour l'horizon 2050, KPMG Australia et Ecoplan (2020) ont développé des scénarios économiques par branche dont un de référence et un « Ecolo ». Ce dernier intègre de manière volontaire des aspects du respect de l'environnement dans l'économie avec principalement une diminution de la consommation de biens et le choix de consommer des produits plus locaux (donc une diminution des importations, mais également des exportations car le comportement serait identique dans les autres pays). Les résultats sont présentés à la Figure 4. Les secteurs les plus importants sont les industries chimiques et pharmaceutiques, ainsi que la construction.

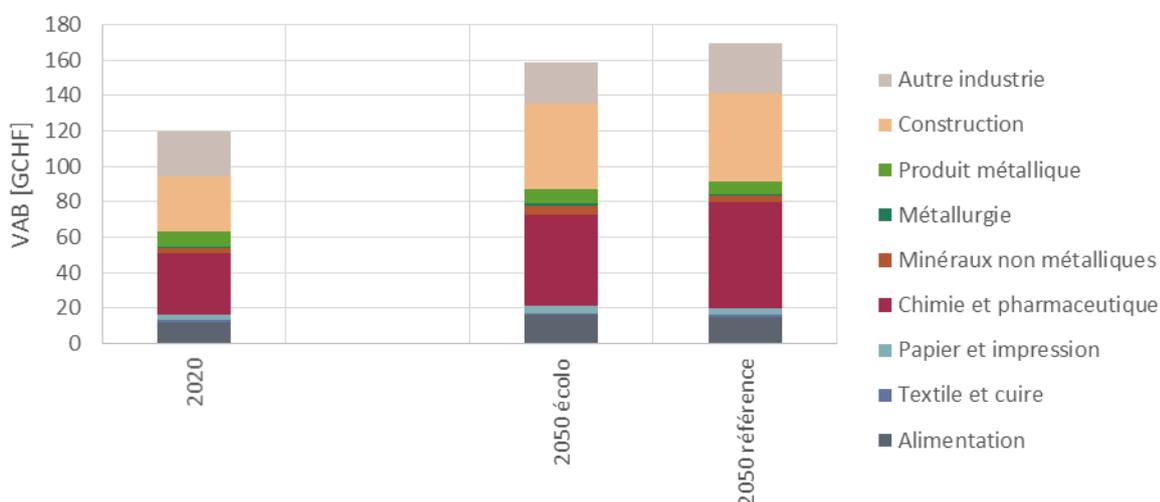


Figure 4 Évolution de la VAB par branche à l'horizon 2050 pour le scénario de référence et celui Ecolo (KPMG Australia & Ecoplan, 2020)

## 4.2 Consommations d'énergie

Les consommations d'énergie de 2013 et 2019 par branche et sous branche sont présentées par la Figure 5.

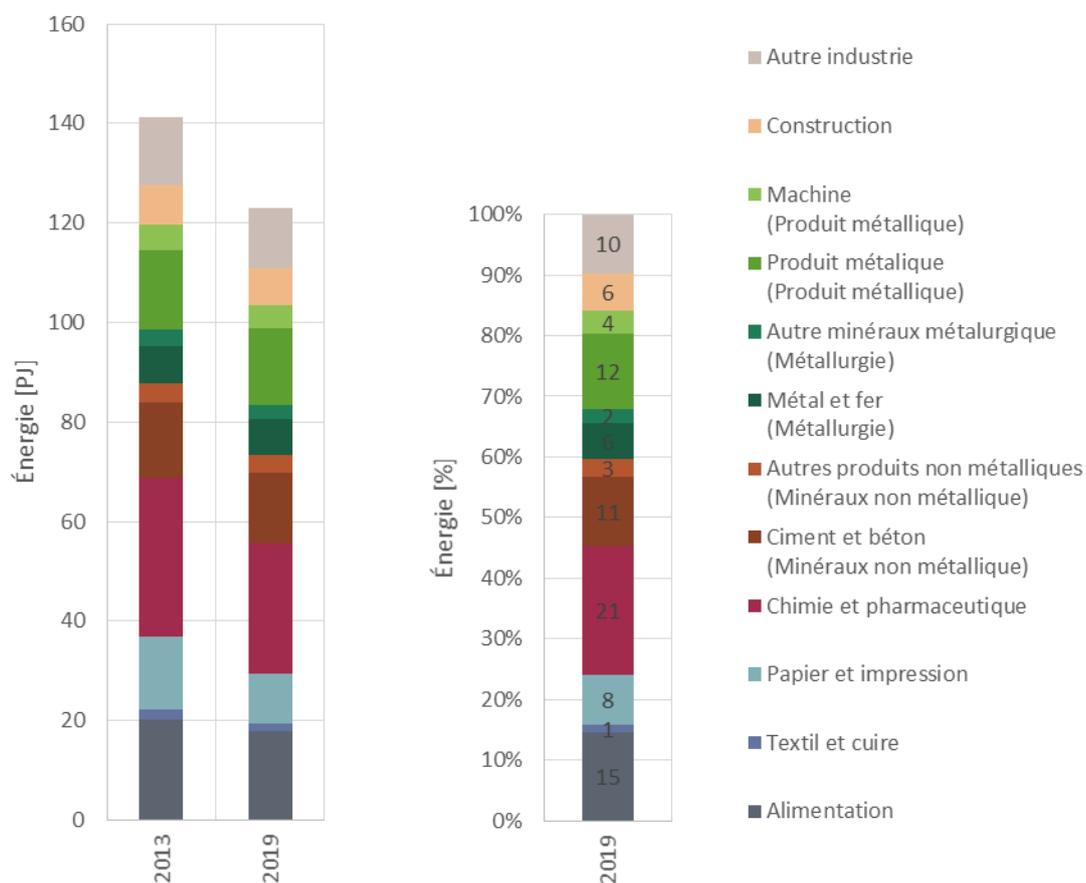


Figure 5 Consommation d'énergie par secteur avec une désagrégation des secteurs des Minéraux non métalliques, de la Métallurgie et des Produits métalliques.

Pour l'horizon 2050, KPMG Australia et Ecoplan (2020) ont développé des scénarios économiques par branche dont un de référence et un « Ecolo ». Ce dernier intègre de manière volontaire des aspects du respect de l'environnement dans l'économie avec principalement une diminution de la consommation de biens et le choix de consommer des produits plus locaux (donc une diminution des importations, mais également des exportations car le comportement serait identique dans les autres pays). Les résultats sont présentés à la Figure 4. Les secteurs les plus importants sont les industries chimiques et pharmaceutiques, ainsi que la construction.

Il en ressort que les plus gros consommateurs sont les industries chimiques et pharmaceutiques, l'alimentation, la production de produits métalliques, ainsi que celle de ciment et de béton.

Pour 2050, l'OFEN (2012a, p. 409) prévoit une consommation d'énergie de 104 PJ contre 158 PJ en 2020, soit une baisse de 34 %. Les branches consommant le plus d'énergie en 2050 seraient la chimie, l'extraction de minéraux, la métallurgie ainsi que l'électrotechnique (Figure 6). La comparaison aux valeurs précédemment présentées est difficile car les activités prises en compte dans les différentes branches ne sont pas les mêmes que celles utilisées dans les statistiques actuelles. Néanmoins une diminution de 34 % de la consommation d'énergie finale reste un ordre de grandeur intéressant.

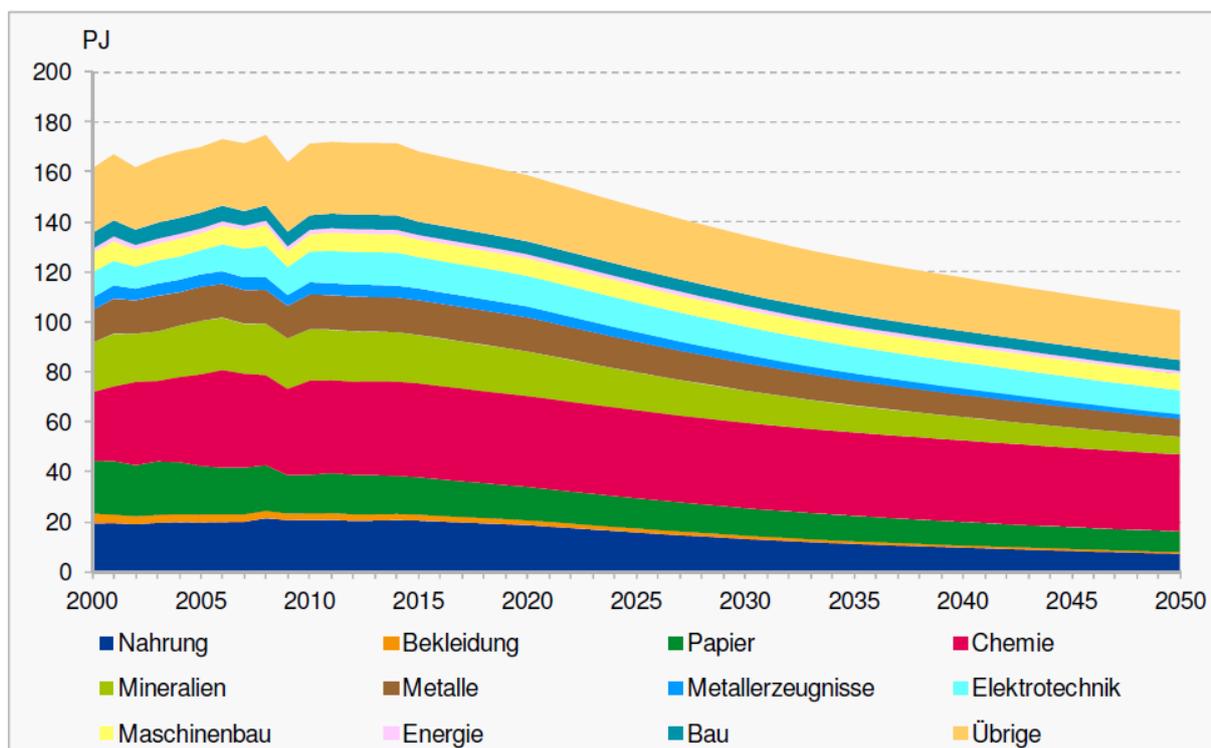


Figure 6 Évolution de la consommation d'énergie du secteur de l'industrie par branche selon l'OFEN (2012a, p. 409).

L'OFEN est actuellement en train de mettre à jour ses perspectives énergétiques pour 2050 (OFEN, 2020d) avec des premiers résultats qui ont été publiés fin novembre 2020. Malheureusement, le niveau de détail du précédent graphique n'est pas encore disponible. Plus de détails devraient être disponibles dans un nouveau rapport à paraître en 2021.

### 4.3 Efficacité énergétique

Au regard des chapitres 4.1 Évolution économique et 4.2 Consommation d'énergie, l'efficacité énergétique par branche peut être déduite. Elles sont présentées par le Tableau 2

| Branches                 | Énergie 2019 [PJ] | VAB 2019 [GCHF] | Efficacité 2019 [PJ/GCHF] |
|--------------------------|-------------------|-----------------|---------------------------|
| Alimentation             | 18                | 12              | 1,44                      |
| Textile et cuire         | 1                 | 1               | 1,08                      |
| Papier et impression     | 10                | 3               | 3,29                      |
| Chimie et pharma         | 26                | 36              | 0,72                      |
| Minéraux non métalliques | 18                | 3               | 5,87                      |
| Métallurgie              | 10                | 1               | 6,92                      |
| Produit métallique       | 20                | 10              | 2,05                      |
| Construction             | 8                 | 34              | 0,22                      |
| Autre industrie          | 12                | 28              | 0,43                      |
| <b>Total</b>             | <b>123</b>        | <b>129</b>      | <b>0,95</b>               |

Tableau 2 Consommation d'énergie, VAB et calcul de l'efficacité en 2019.

Les branches les moins efficaces sont les minéraux non-métalliques (dont le ciment et le béton), la métallurgie et la production de papier et l'impression.

Pour 2050, l'OFEN (2012a, p. 412) prévoit les niveaux suivants d'efficacité énergétique (Tableau 3). La catégorisation des branches n'étant pas la même que celle prise actuellement, il est difficile pour 2020 de comparer ces valeurs à celles du Tableau 2. Néanmoins, certaines branches comme l'alimentation, les textiles, la chimie et la construction sont semblables. De plus, l'efficacité moyenne de la totalité du secteur de l'industrie est similaire. Comme précisé auparavant, ce niveau de détail pour les nouvelles perspectives de l'OFEN (OFEN, 2020d) n'est pas encore disponible.

| <b>Branchen</b>                  | <b>2000</b> | <b>2010</b> | <b>2020</b> | <b>2030</b> | <b>2035</b> | <b>2040</b> | <b>2050</b> |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Nahrung                          | 2.24        | 1.90        | 1.50        | 1.14        | 1.01        | 0.91        | 0.74        |
| Bekleidung                       | 2.43        | 1.95        | 1.38        | 0.98        | 0.83        | 0.71        | 0.54        |
| Papier                           | 16.99       | 12.57       | 12.46       | 12.79       | 13.24       | 13.71       | 15.39       |
| Chemie                           | 1.68        | 1.73        | 1.47        | 1.03        | 0.88        | 0.76        | 0.56        |
| Mineralien                       | 11.42       | 11.06       | 9.96        | 8.78        | 8.26        | 7.96        | 7.60        |
| Metalle                          | 11.66       | 12.19       | 12.90       | 12.42       | 12.18       | 11.91       | 11.36       |
| Metallerzeugnisse                | 0.71        | 0.58        | 0.51        | 0.45        | 0.43        | 0.40        | 0.37        |
| Elektrotechnik                   | 0.60        | 0.54        | 0.52        | 0.44        | 0.40        | 0.37        | 0.32        |
| Maschinenbau                     | 0.57        | 0.48        | 0.42        | 0.38        | 0.37        | 0.35        | 0.32        |
| Energie                          | 0.19        | 0.18        | 0.15        | 0.12        | 0.10        | 0.09        | 0.07        |
| Bau                              | 0.25        | 0.20        | 0.16        | 0.13        | 0.13        | 0.12        | 0.11        |
| Übrige                           | 1.83        | 2.01        | 1.75        | 1.53        | 1.44        | 1.36        | 1.23        |
| Gering energieintensive Branchen | 0.43        | 0.37        | 0.33        | 0.28        | 0.26        | 0.24        | 0.20        |
| Mässig energieintensive Branchen | 1.88        | 1.85        | 1.55        | 1.18        | 1.04        | 0.91        | 0.71        |
| Stark energieintensive Branchen  | 13.18       | 11.80       | 11.43       | 10.87       | 10.69       | 10.62       | 10.75       |
| <b>Industrie</b>                 | <b>1.38</b> | <b>1.24</b> | <b>1.05</b> | <b>0.82</b> | <b>0.73</b> | <b>0.65</b> | <b>0.53</b> |

Tableau 3 Efficacité énergétique par branche dans le scénario de l'OFEN, en PJ/MCHF (2012a, p. 412)

## 4.4 Perspective d'évolution pour les branches principales

### 4.4.1 Papier et impression

Toutes les informations de ce chapitre sont tirées du rapport de l'ADEME écrit en partenariat avec l'institut négaWatt, Solagro et Enertech (Rauzier et al., 2020).

L'industrie papetière est composée de deux principales activités : la préparation de la pâte et les machines à papier. De son côté, la demande est constituée des trois principales catégories que sont le papier graphique (35 à 40%), le papier emballage (50 %) et le papier hygiène (10%). En 2006, le papier graphique représentait 50% de la demande, mais cet usage a fortement chuté, principalement en raison du phénomène de dématérialisation. Dans cet usage, seuls les imprimés publicitaires ont augmenté (+15 % depuis 2004, soit 25 % des usages actuels). En ce qui concerne le papier hygiénique, sa demande a augmenté de 15% alors que celle pour le papier emballage est restée stable.

Il est estimé que d'ici à 2050, la demande pour le papier graphique va continuer à diminuer, notamment en ce qui concerne les publicités.

Pour la pâte vierge, la tendance est à une forte importation en raison de l'accès à des ressources à bas coûts dans certains pays (Europe du Nord, Brésil, Canada). Néanmoins, il est possible d'envisager une relocalisation partielle du secteur du bois.

#### 4.4.2 Industrie chimique et pharmaceutique

Toutes les informations de ce chapitre sont tirées du rapport de l'ADEME écrit en partenariat avec l'institut négaWatt, Solagro et Enertech (Rauzier et al., 2020).

Les évolutions dans la chimie et la pharmacie sont difficiles à évaluer, car de nombreux produits nécessitant des processus de fabrication variés en sont issus. De plus, les fortes importations et exportations de ces domaines viennent complexifier ce travail. En ce qui concerne la chimie, les principaux secteurs sont, en France :

- L'ammoniac, majoritairement pour les engrais.
- La chimie minérale : chlore, gaz industriels (azote, oxygène, gaz rare), l'acide sulfurique, le noir de carbone et le silicium.
- La chimie organique, avec le pétrole comme intrant principal puis l'éthylène (pour les plastiques), le propylène, le butène et le butadiène et le benzène, toluène et xylène.

Quelques secteurs de la chimie sont abordés plus en détails dans les paragraphes suivants. En ce qui concerne l'industrie pharmaceutique, elle n'est pour l'instant pas abordée en détail et seul l'objectif de Lonza<sup>2</sup> peut être cité, à savoir diminuer de 2% par an d'ici à 2030 leur consommation d'énergie.

##### 4.4.2.1 La chimie organique

La chimie organique est principalement dirigée par la demande en plastique et en matériaux intermédiaires pour les bâtiments, les transports et les emballages. Pour le reste, elle est composée de la peinture, des encres, des colles, etc. dont la demande devrait peu varier. En France, la chimie organique est principalement importatrice. D'ici à 2050, sa demande devrait baisser, mais cette tendance pourrait être contrebalancée par une diminution des importations. En ce qui concerne les plastiques, il est estimé que 40% pourraient être recyclés en 2050.

##### 4.4.2.2 Le dichlore (Chimie minérale)

Ce produit étant dangereux et se transportant peu, il est peu probable que les imports/exports futurs évoluent sensiblement.

##### 4.4.2.3 L'ammoniac

Il s'agit d'un produit principalement utilisé pour la production d'engrais azoté. Il est actuellement peu transporté, car généralement produit sur place. En France, son utilisation sous forme d'engrais a diminué ces dernières années pour être remplacé par d'autres produits comme l'urée (majoritairement importée) et des solutions azotées. Dans le scénario énergie climat 2035-2050 de l'ADEME, il est estimé que sa consommation devrait baisser de 50 % d'ici à 2050 (par rapport à 2010) de par une évolution des régimes alimentaires, mais aussi des pratiques agricoles vers plus d'agroécologie.

---

<sup>2</sup> <https://www.lonza.com/sustainability/planet>

### 4.4.3 Construction et béton

Le béton est composé de ciment qui contient du clinker, obtenu par la cuisson à 1450°C d'un mélange de calcaire et d'aluminosilicate. Ce processus, la clinkérisation, consomme beaucoup d'énergie, qui peut être diminuée par une baisse de la demande, une augmentation de l'efficacité de production énergétique ou un meilleur taux de recyclage.

Pour 2050, au niveau européen, plusieurs modélisations de la demande en ciment ont été réalisées (Figure 7), avec une diminution d'ici à 2050 se situant autour de -40 %, expliquée par une augmentation du nombre de rénovations et du nombre de constructions en bois (négaWatt-France, 2020a)

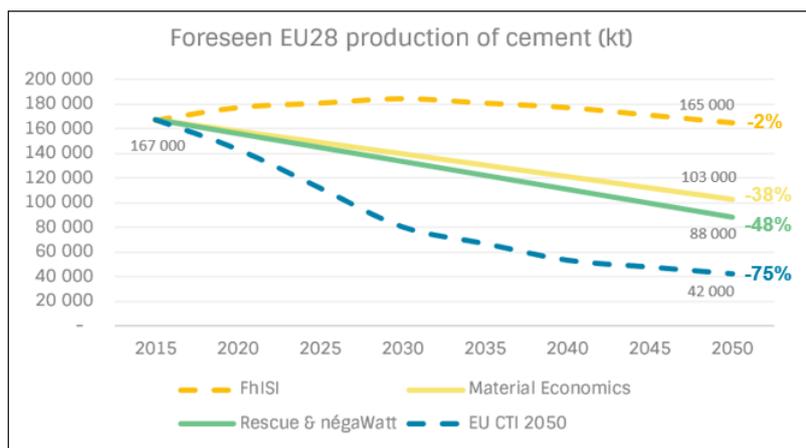


Figure 7 Évolutions possibles de la demande en ciment à l'horizon 2050 au niveau européen (négaWatt-France, 2020a).

En ce qui concerne l'efficacité énergétique, la plupart des scénarios attribuent à cet indicateur un rôle clé, avec une réduction de 7 à 34 % par rapport à 2015 due à des innovations sur les mélanges de ciment et de béton (Figure 8) (négaWatt-France, 2020a).

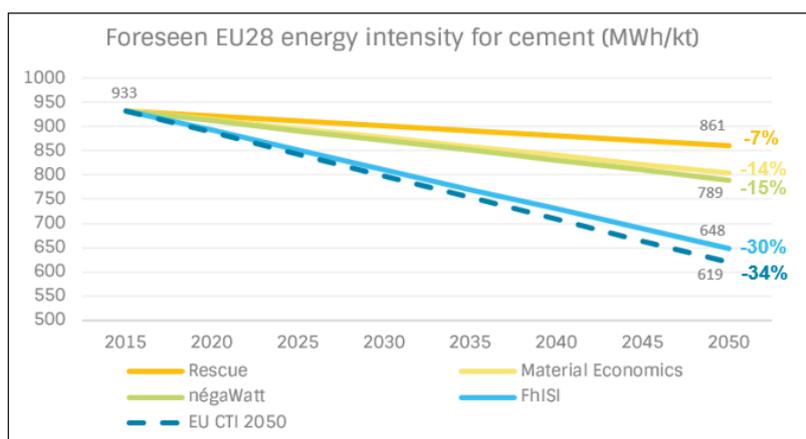


Figure 8 Évolutions possibles de l'efficacité de production du ciment à l'horizon 2050 au niveau européen (négaWatt-France, 2020a).

Enfin, il est estimé que 14 à 65 % du béton pourrait être recyclé d'ici à 2050, contre 5 % aujourd'hui (négaWatt-France, 2020a).

#### 4.4.4 Acier

Toutes les informations qui suivent sont issues du document de prospective européen réalisé par négaWatt-France (2020b).

Les principaux secteurs consommateurs d'acier sont le bâtiment, les infrastructures, l'automobile et la fabrication de tubes. Tous les scénarios prévoient une baisse de la demande (Figure 9) en raison de l'évolution de la surface des bâtiments, du renforcement de la place du bois dans les constructions, de l'évolution du parc automobile et de l'augmentation de la présence de l'aluminium en raison de son poids.

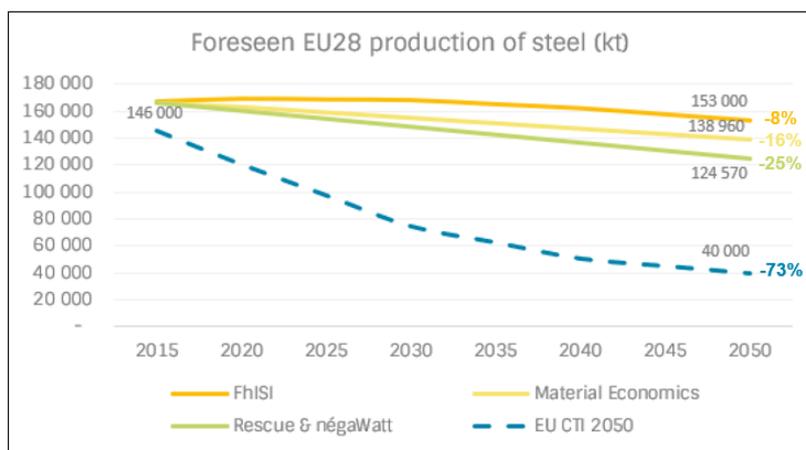


Figure 9 Évolutions possibles de la demande en acier à l'horizon 2050 au niveau européen (négaWatt-France, 2020b)

L'efficacité énergétique se verrait en parallèle améliorée de 31 à 46 % par une amélioration des technologies et une substitution des combustibles fossiles (Figure 10).

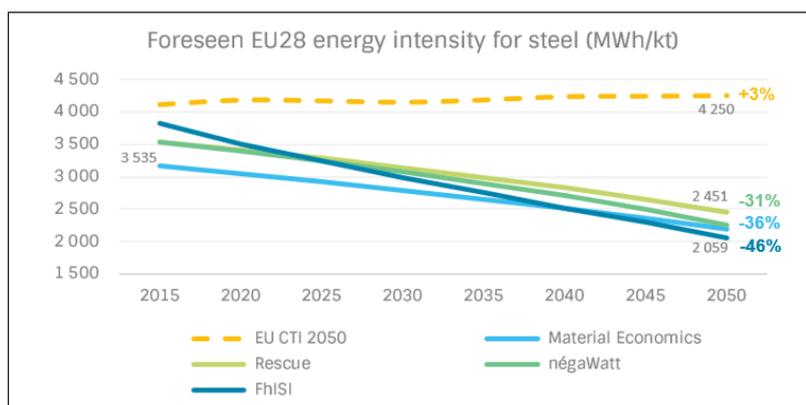


Figure 10 Évolutions possibles de l'efficacité de production du ciment à l'horizon 2050 au niveau européen (négaWatt-France, 2020b).

Enfin, il est estimé qu'en 2050, 50 à 77 % de l'acier pourrait être de l'acier recyclé, contre 40 % aujourd'hui.

## 4.5 Énergie grise et relocalisation

La structure de l'économie en Suisse est principalement orientée sur le secteur tertiaire, qui représente 75 % des entreprises et des emplois (OFS, 2018), avec en conséquence une forte importation de matières premières et de biens (bilan massique). Dans le scénario négaWatt, ainsi que dans les autres scénarios nationaux, la consommation d'énergie liée à la production de ces biens à l'étranger, l'énergie grise, n'est pas prise en compte. En conséquence, la facture énergétique de la consommation de la Suisse est sous-évaluée.

La raison principale de la non-prise en compte de l'énergie grise dans le scénario négaWatt est la complexité des calculs à mettre en œuvre. En effet, même si les importations sont connues en détail grâce au portail Swiss-Impex<sup>3</sup>, il est très difficile de connaître la consommation énergétique de ces biens qui sont d'origines variées. Il faudrait pour cela connaître l'efficacité énergétique par type de bien pour chaque pays.

Néanmoins, dans son scénario, négaWatt-Suisse inclut pour 2050 un facteur de relocalisation impliquant une plus grande production indigène et donc la prise en compte de l'énergie en dépendant. La mise en place de ce facteur de relocalisation se base essentiellement sur une analyse de la structure de l'économie et sur les données de Swiss-Impex, afin d'estimer dans un premier temps les potentiels de relocalisation.

La Figure 11 illustre l'équilibre entre production-importation et consommation-exportation.

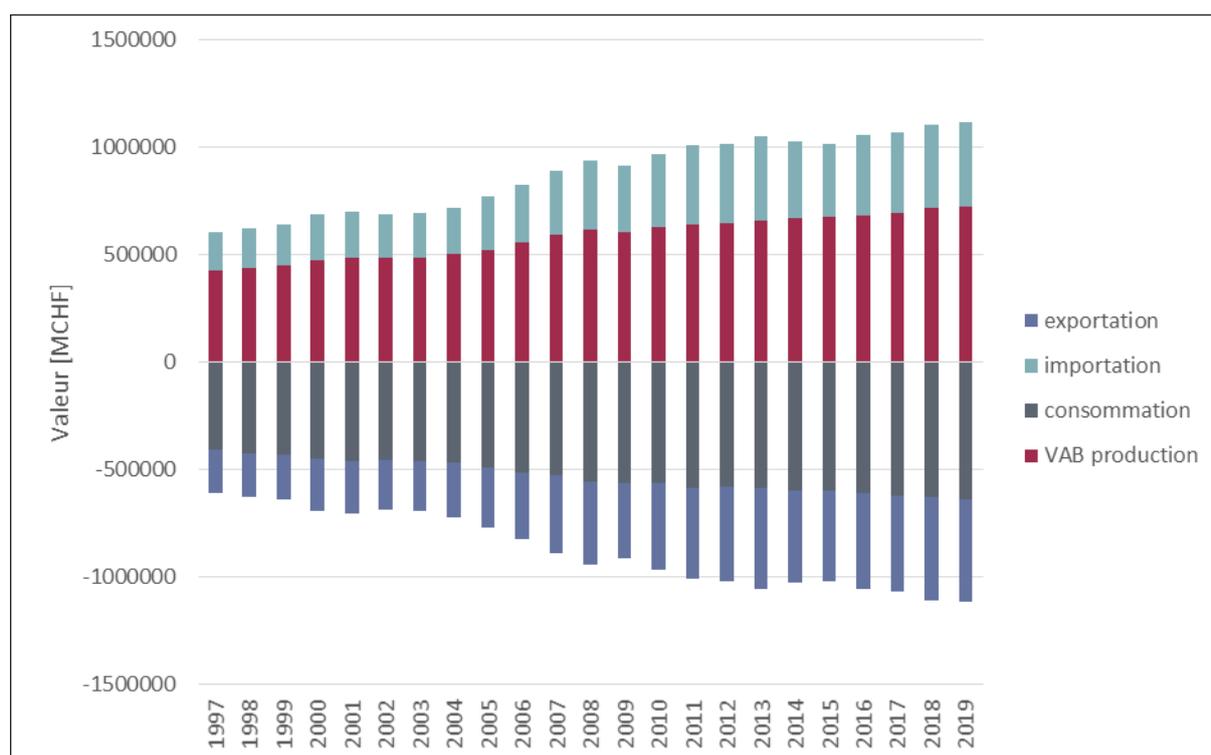


Figure 11 Bilan monétaire de la production-importation et consommation-exportation (OFS, 2020b) des biens et services en 2019.

En unité monétaire, il en ressort que les importations sont plus faibles que les exportations. La Suisse est donc un pays exportateur (Figure 12).

<sup>3</sup> <https://www.gate.ezv.admin.ch/swissimpex/>

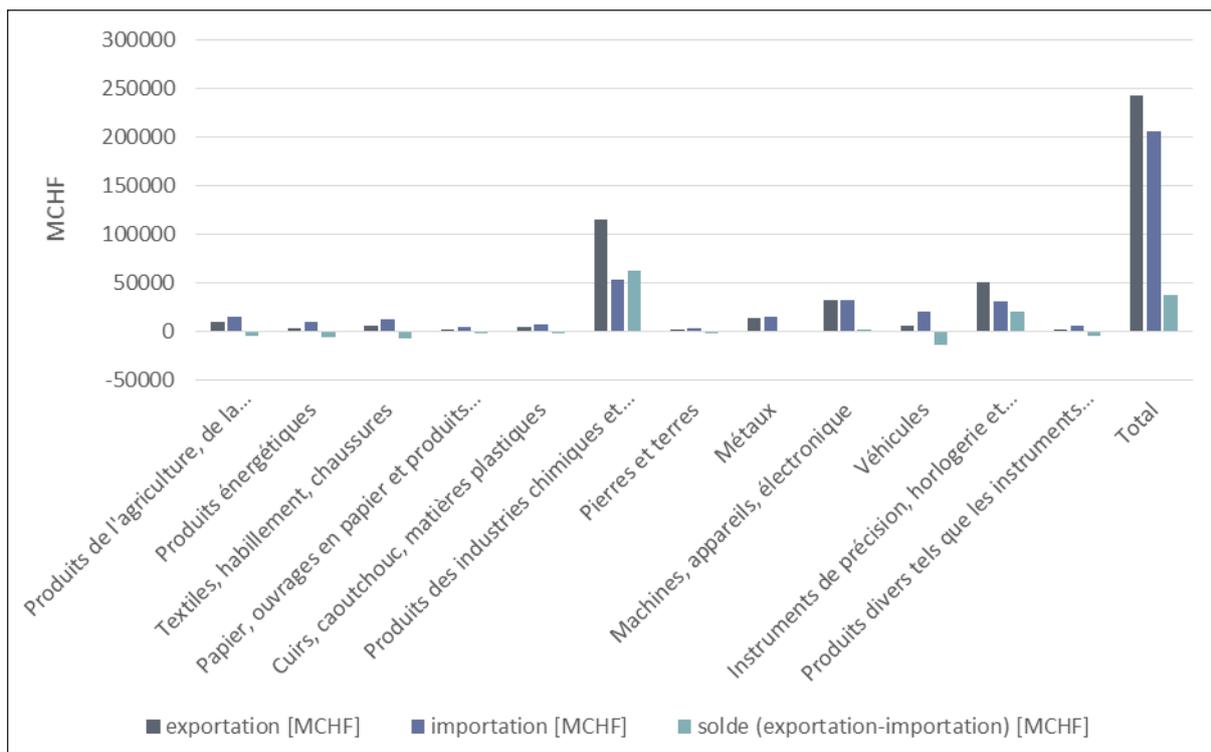


Figure 12 Exportation, importation et solde en unité monétaire, la Suisse est un pays exportateur en 2019 (AFD, 2020).

A l'inverse, en termes de quantité massique, la Suisse est importatrice, Figure 13.

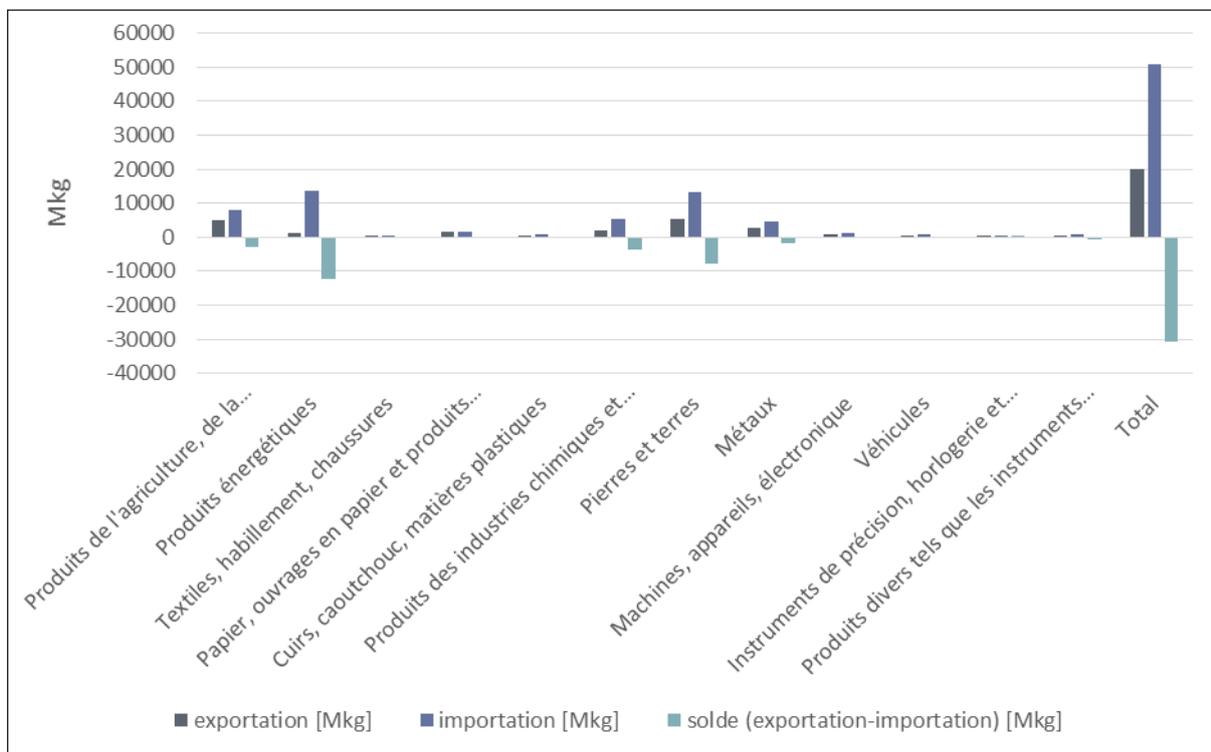


Figure 13 Exportation, importation et solde en masse, la Suisse est un pays importateur, en 2019 (AFD, 2020).

En ce qui concerne la consommation énergétique de la Suisse, les informations qui précèdent ne permettent pas d'établir un bilan. Pour cela, il est possible, à l'aide des valeurs d'efficacité énergétique présentées par le Tableau 2 (p. 17), de faire une estimation grossière d'une solde énergétique en multipliant

les import-export en unité monétaire par les efficacités énergétiques. Le résultat est présenté par la Figure 14, où la Suisse apparaît comme un pays importateur d'énergie à travers les biens de consommation avec 50 PJ en 2019, soit 40 % de la production industrielle suisse qui s'élève à 120 PJ. Pour ce calcul, les données de VAB en import-export sont issues du scénario économique élaboré par KPMG et Ecoplan (2020) et non du portail Swiss-Impex (AFD, 2020) afin d'avoir la même base de calcul que celle utilisée pour déterminer les efficacités énergétiques.

Ce bilan permet de se faire une idée générale des ordres de grandeur en jeu dans ce secteur. Il reste néanmoins une estimation peu précise qui sous-estime probablement les importations énergétiques à travers les biens. En effet, les produits exportés sont par définition fabriqués en Suisse, et calculer leur consommation énergétique à partir des valeurs suisses présentées préalablement (p. 16) est valable. Cependant, en ce qui concerne l'énergie importée, le calcul donne un résultat qui est probablement inférieur à la valeur réelle pour deux raisons. La première est la nature de biens : la Suisse est connue pour exporter des biens à haute valeur ajoutée présentant un bilan énergétique faible en comparaison à des produits de l'industrie lourde, comme la métallurgie ou la chimie, qui sont importés. Ainsi, l'importation énergétique des produits de l'industrie lourde, calculée à partir de valeur suisses (basses), est probablement sous-estimée. Pour gagner en précision, il faudrait utiliser des valeurs détaillées par produits importés. La deuxième raison est l'efficacité énergétique de la production industrielle à l'étranger, qui est probablement moins bonne que l'industrie suisse, amenant à nouveau à une sous-estimation des importations calculée sur la base de valeurs suisses. Pour plus de précision, il faudrait des valeurs d'efficacité par origine.

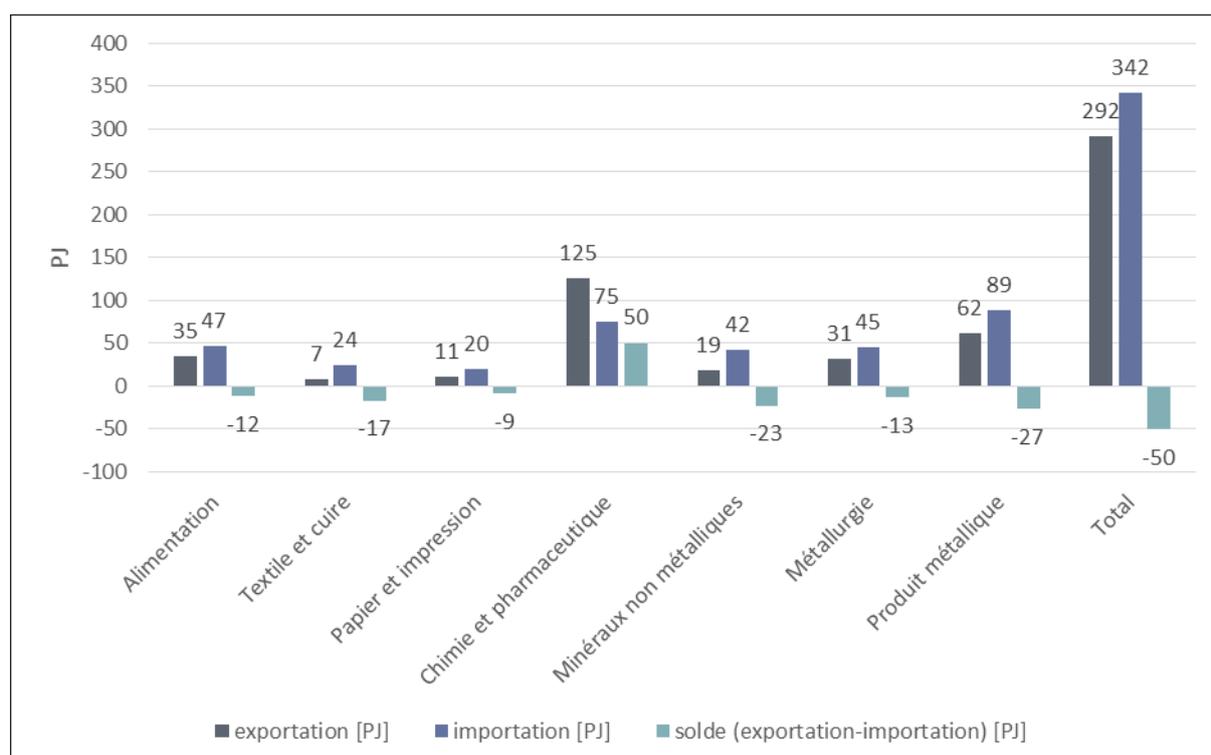
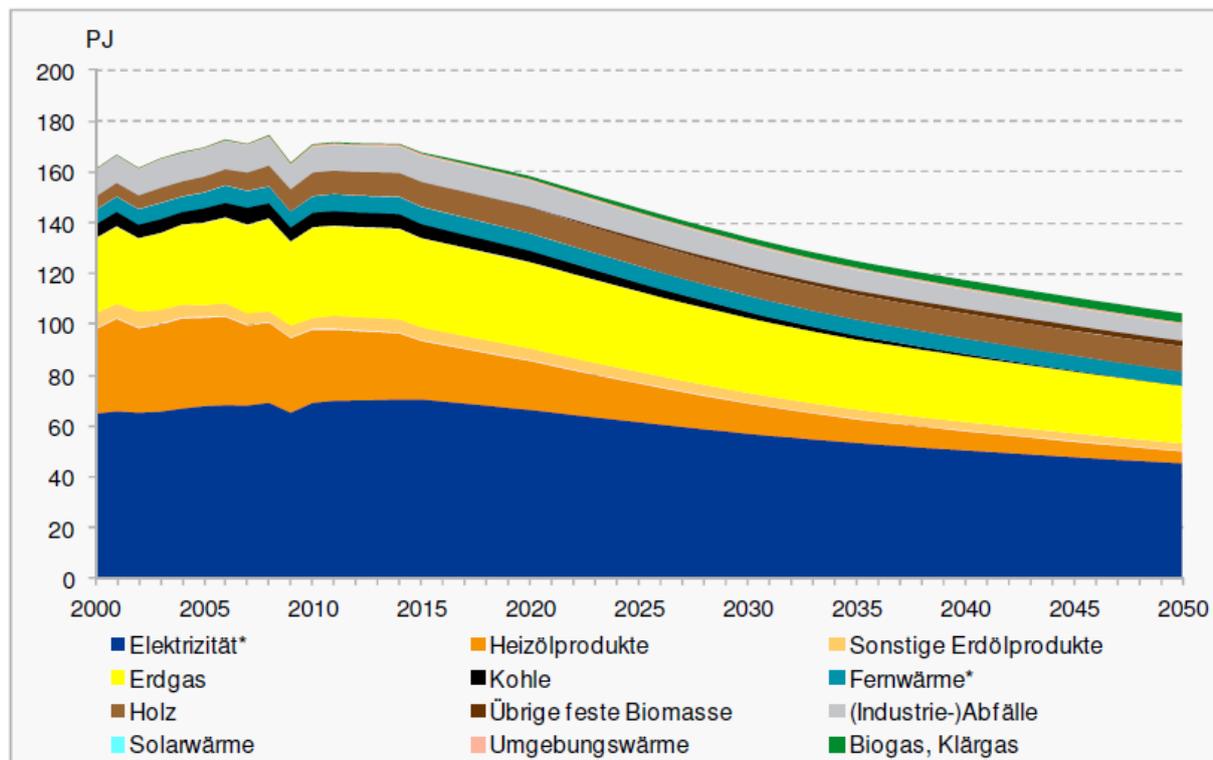


Figure 14 Exportation, importation et solde en termes d'énergie, la Suisse est un pays importateur, en 2019.

Ainsi l'estimation d'une importation de 13 PJ à travers les biens de consommation est probablement une valeur basse et devrait être précisée par des calculs tenant compte des origines et types de biens.

## 4.6 Source d'énergie

Selon le rapport de l'OFEN (2012a, p. 415), la majorité de la demande en énergie finale serait produite par de l'électricité et par du gaz naturel. A nouveau, ce niveau de détail pour les nouvelles perspectives de l'OFEN (OFEN, 2020d) n'est pas encore disponible.



\*aus Eigenerzeugung und Fremdbezug

Quelle: Prognos 2012

Figure 15 Production de l'énergie finale par source selon l'OFEN (2012a, p. 415).

## 5 Hypothèses

Pour tous les indicateurs, deux scénarios sont proposés, l'un négaWatt et l'autre tendanciel, afin de pouvoir mettre en avant les trois piliers de la démarche négaWatt. Les hypothèses sont posées à partir de la revue de littérature qui précède.

### 5.1 VAB

#### 5.1.1 Évolution du contexte économique

| Branche                  | 2020 [base 100] | 2050 nW [base 100, ref=2020] | 2050 KPMG-Ecoplan, écolo [base 100, ref=2020] | 2050 tendanciel KPMG-Ecoplan, référence [base 100, ref = 2020] |
|--------------------------|-----------------|------------------------------|---|--|
| Alimentation             | 100             | 120                          | 137   | 126  |
| Textile et cuire         | 100             | 60                           | 81  | 94   |
| Papier et impression     | 100             | 110                          | 143   | 127  |
| Chimie et pharmacie      | 100             | 130                          | 150   | 174  |
| Minéraux non métalliques | 100             | 80                           | 151   | 116  |
| Métallurgie              | 100             | 86                           | 99  | 86   |
| Produits métalliques     | 100             | 99                           | 99  | 86   |
| Construction             | 100             | 159                          | 159   | 162  |
| Autre industrie          | 100             | 92                           | 92  | 111  |

Tableau 4 VAB par branche en 2050 en base 100. 2020 est l'année de référence.

Les scénarios tendanciel et écolo sont issus du rapport Scénario par branche (KPMG Australia & Ecoplan, 2020). Le scénario écolo est présenté à titre informatif. Les valeurs du scénario négaWatt sont fixées par comparaison et en se basant sur la revue de littérature qui précède. Pour rappel, le scénario écolo considère une consommation moindre et plus locale. Les points qui suivent expliquent les principales différences :

- Alimentation : moins de produits pré-préparés seront consommés et le gaspillage alimentaire sera presque inexistant. L'augmentation de la VAB induit par une consommation plus locale est prise en compte au chapitre 5.1.2 (p. 26).
- Textile et cuire : les habits seront utilisés plus longtemps.
- Papier et impression : le numérique et la diminution de la publicité feront baisser la demande de papier graphique.
- Chimie et pharmacie : la demande en plastique (emballage et sac) va fortement diminuer. De plus, une évolution des régimes alimentaires accompagnée par une augmentation de l'agroécologie participeront à la diminution de la demande en engrais.
- Minéraux non métalliques : une augmentation des rénovations et du nombre de constructions en bois ainsi qu'une diminution de la surface habitable par personne (voir le scénario négaWatt-Suisse sur les surfaces de logement) feront baisser la demande.
- Métallurgie : l'évolution de la surface des bâtiments et le renforcement de la place du bois dans la construction vont diminuer la demande.

## 5.1.2 Relocalisation

| Branche                  | 2020 [GCHF] | 2050 nW [GCHF] | 2050 tendanciel [GCHF] |
|--------------------------|-------------|----------------|------------------------|
| Alimentation             | 0           | 4              | 0                      |
| Textile et cuire         | 0           | 6              | 0                      |
| Papier et impression     | 0           | 2              | 0                      |
| Chimie et pharmacie      | 0           | 10             | 0                      |
| Minéraux non métalliques | 0           | 0,5            | 0                      |
| Métallurgie              | 0           | 1              | 0                      |
| Produits métalliques     | 0           | 5              | 0                      |

Tableau 5 Variation de la VAB par la relocalisation des entreprises.

Dans le scénario tendanciel, les relocalisations sont nulles car elles sont déjà considérées dans l'évolution de la VAB présentée dans le tableau précédent. Pour le scénario négaWatt, les hypothèses sont construites de façon à être en accord avec la ligne générale, par exemple consommer local, tout en étant cohérent avec les exportations, importations, soldes importateurs et VAB de 2020. La branche de la construction n'est pas prise en compte, car forcément locale et celle des autres industries non plus, car composée de trop de sous branches pour pouvoir se prononcer sur une valeur générale.

## 5.2 Efficacité

### 5.2.1 Processus individuels

| Branche                  | 2020 [PJ/GCHF] | 2050 nW [PJ/GCHF] | 2050 tendanciel [PJ/GCHF] |
|--------------------------|----------------|-------------------|---------------------------|
| Alimentation             | 1,46           | 0,49              | 0,73                      |
| Textile et cuire         | 1,32           | 0,44              | 0,44                      |
| Papier et impression     | 4,01           | 3,28              | 3,28                      |
| Chimie et pharmacie      | 0,56           | 0,26              | 0,26                      |
| Minéraux non métalliques | 7,09           | 4,48              | 4,48                      |
| Métallurgie              | 6,32           | 4,36              | 6,09                      |
| Produits métalliques     | 1,96           | 1,48              | 1,48                      |
| Construction             | 0,22           | 0,10              | 0,15                      |
| Autre industrie          | 0,81           | 0,30              | 0,30                      |

Tableau 6 Évolution de l'efficacité de production par branche.

Pour le scénario tendanciel, les valeurs de l'OFEN sont reprises (2012a) et les valeurs du scénario négaWatt sont fixées par comparaison et en se basant sur la revue de littérature qui précède. Les points qui suivent expliquent les principales différences :

- Alimentation : une augmentation de l'utilisation de produits locaux dans l'agroalimentaire permettra d'améliorer l'efficacité.
- Textile et cuire : pas de changement par rapport au scénario tendanciel. Les améliorations se situent au niveau du recyclage.
- Métallurgie : une évolution plus forte est proposée par le scénario négaWatt européen et est reprise ici.
- Construction : plus basse car il y aura plus de rénovation que de nouvelles constructions.

## 5.2.2 Écologie industrielle et recyclage

| Branche                  | 2020 [base 100] | 2050 nW [base 100] | 2050 tendanciel [base 100] |
|--------------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|
| Alimentation             | 100             | 100                | 100                        |
| Textile et cuire         | 100             | 120                | 100                        |
| Papier et impression     | 100             | 100                | 100                        |
| Chimie et pharmacie      | 100             | 110                | 100                        |
| Minéraux non métalliques | 100             | 140                | 100                        |
| Métallurgie              | 100             | 165                | 100                        |
| Produits métalliques     | 100             | 110                | 100                        |
| Construction             | 100             | 110                | 100                        |
| Autre industrie          | 100             | 110                | 100                        |

Figure 16 Augmentation et amélioration des processus de recyclage en base 100 par rapport à 2020. Sans évolution dans le scénario tendanciel car ce paramètre est indirectement inclus dans l'amélioration de l'efficacité.

Les valeurs tendanciennes sont sans évolution par rapport à 2050, car les processus de recyclage sont indirectement inclus dans les valeurs d'efficacité. En ce qui concerne le scénario négaWatt, il est supposé qu'il sera en moyenne plus performant en termes de recyclage de 10 %, sauf indications contraires :

- Alimentation : faible, le recyclage est difficile. En revanche, la fin du gaspillage alimentaire est prise en compte dans une baisse de la VAB.
- Textile et cuire : une forte augmentation de la vente d'articles de deuxième main.
- Papier et impression : faible, le taux de recyclage est déjà bon aujourd'hui.
- Minéraux non métalliques : recyclage de 40 %, selon le scénario négaWatt européen.
- Métallurgie : recyclage de 65 %, selon le scénario européen.

## 5.3 Production d'énergie

| Branche             | 2020 [% de $E_{finale}$ ] | 2050 nW [% de $E_{finale}$ ] | 2050 tendanciel [% de $E_{finale}$ ] |
|---------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Électricité         | 44                        | 58                           | 44                                   |
| Mazout              | 7                         | 0                            | 7                                    |
| Gaz                 | 28                        | 0                            | 22                                   |
| Charbon             | 3                         | 0                            | 0                                    |
| Biomasse            | 4                         | 20                           | 16                                   |
| Réseaux de chaleur  | 4                         | 6                            | 5                                    |
| Déchets industriels | 10                        | 16                           | 6                                    |

Figure 17 Répartition des sources d'énergie en pourcent de la demande finale.

Les valeurs de 2020 sont issues des statistiques sectorielles (OFEN, 2020c) et celles de négaWatt sont fixées par comparaison de façon à minimiser les émissions de CO<sub>2</sub>.

## 5.4 Transport de marchandise

| Indicateur   | Unité    | 2020 | 2050<br>nW | 2050<br>Tendanciel | Source                           |
|--|----------|------|------------|--------------------|----------------------------------|
| Distance marchandise par PIB                       | Mtkm/PIB | 42,5 | 41,8       | 41,5               | ARE 2016                         |
| Part rail  | %        | 36,6 | 40,3       | 39,6               | ARE 2016                         |
| Part véhicule lourd                                | %        | 60   | 56,3       | 57                 |                                  |
| Part véhicule léger                                | %        | 3,4  | 3,4        | 3,4                |                                  |
| Part véhicule lourd essence-diesel                 | %        | 95   | 0          | 90                 | OFEN, 2012b                      |
| Part véhicule lourd biocarburant                   | %        | 5    | 10         | 5                  | OFEN, 2020a                      |
| Part véhicule lourd électrique                     | %        | 0    | 30         | 5,0                |                                  |
| Part véhicule lourd hydrogène                      | %        | 0    | 60         | 0                  |                                  |
| Part véhicule léger essence-diesel                 | %        | 95   | 0          | 90                 |                                  |
| Part véhicule léger biocarburant                   | %        | 5    | 10         | 5                  |                                  |
| Part véhicule léger électrique                     | %        | 0    | 70         | 5,0                |                                  |
| Part véhicule léger hydrogène                      | %        | 0    | 20         | 0                  |                                  |
| Facteur consommation rail                          | 2020=1   | 1    | 0,83       | 0,83               | négaWatt, 2018                   |
| Facteur consommation véhicule léger essence-diesel | 2020=1   | 1    | 0,77       | 0,77               | Transport et environnement, 2020 |
| Facteur consommation véhicule léger biocarburants  | 2020=1   | 1    | 0,77       | 0,7                |                                  |
| Facteur consommation véhicules léger électrique    | 2020=1   | 1    | 0,66       | 0,66               |                                  |
| Efficacité véhicule léger hydrogène                | 2020=1   | 1    | 0,66       | 0,66               |                                  |

Tableau 7 Évolutions des indicateurs du transport de marchandises entre aujourd'hui et 2050 selon les scénarios tendanciel et négaWatt.

Les évolutions des parts modales et du nombre de tonnes-kilomètres moyens par VAB sont repris des perspectives de transport 2040 de l'ARE, en poursuivant les tendances observées dans les scénarios de référence et le scénario « balance » de l'ARE pour les hypothèses tendancielles et négaWatt, respectivement. Les évolutions des parts modales en fonction du type de moteurs et d'efficacité par rapport à la situation actuelle sont inspirées des perspectives énergétiques de l'OFEN (2012) et du scénario négaWatt français, en choisissant dans le scénario négaWatt de décarboniser complètement le parc de véhicules.

## 6 Résultats secteur de l'industrie

En termes de VAB, les résultats des différents scénarios sont présentés à la Figure 18.

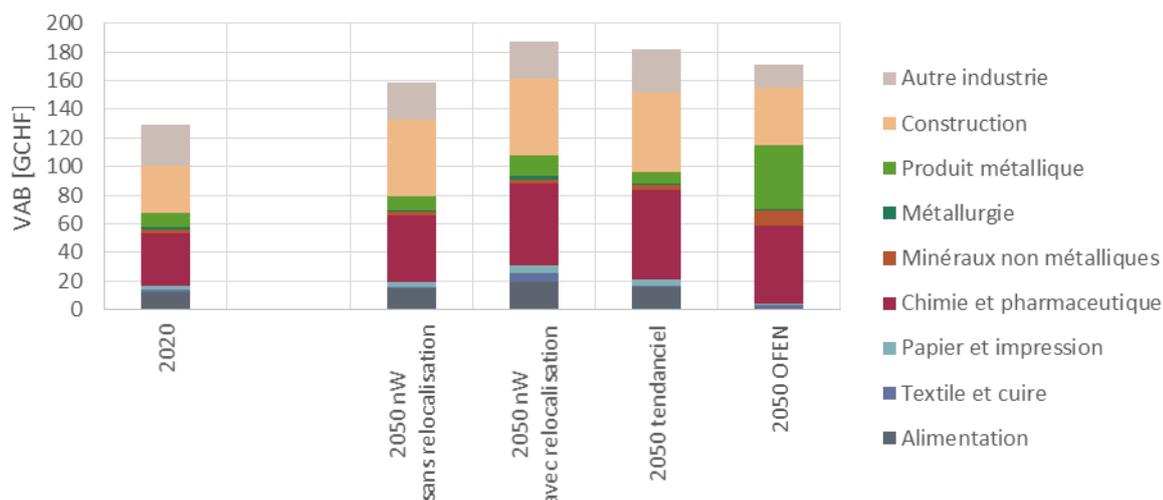


Figure 18 Évolution de la VAB entre 2020 et 2050 selon les différents scénarios étudiés.

Il apparaît que la VAB prévue dans le scénario négaWatt est plus élevée que celle issue du scénario tendanciel. Ceci est dû à la relocalisation des entreprises impliquant une augmentation de la VAB. En ce qui concerne le scénario tendanciel, il présente dans sa totalité le même résultat que celui de l'OFEN (2012). Par contre, il n'est pas possible de comparer en détails les branches, car les agrégations des sous branches dans les scénarios négaWatt et ceux de l'OFEN ont été faites différemment.

En termes de consommation d'énergie, les résultats sont présentés par la Figure 19, où le scénario négaWatt est inférieur au scénario tendanciel malgré une VAB plus élevée. Ce résultat est dû aux meilleures performances énergétiques et taux de recyclages du scénario négaWatt.

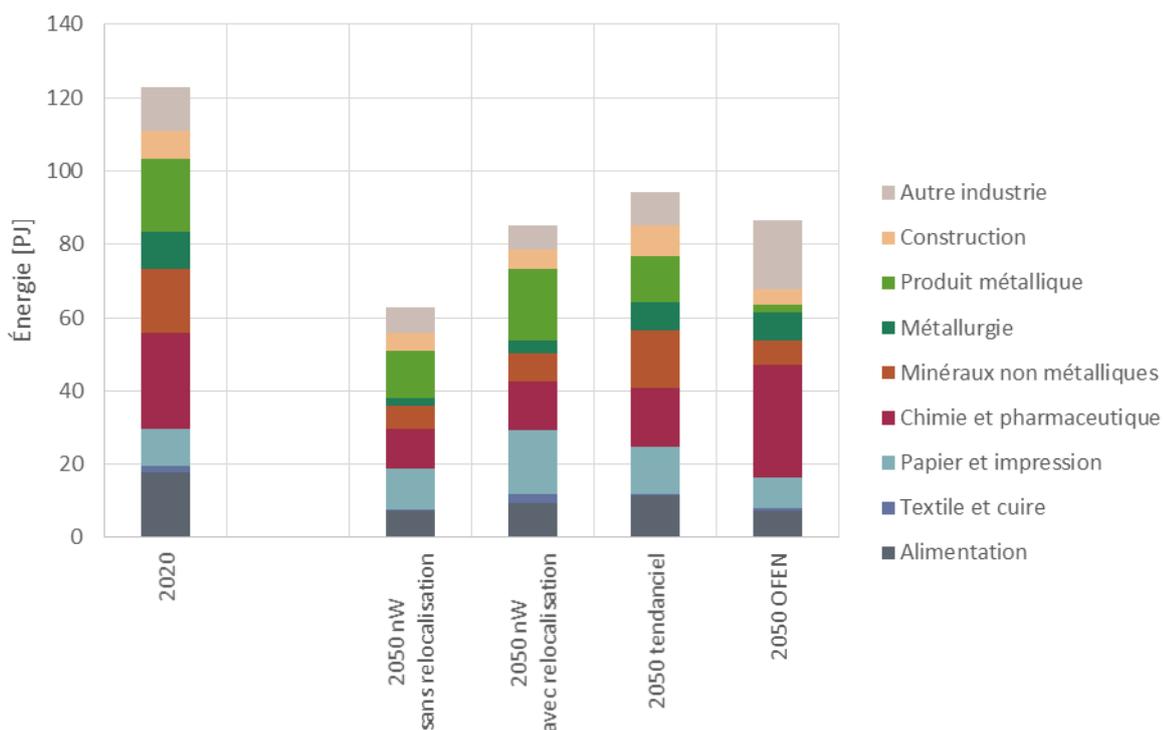


Figure 19 Évolution de la consommation d'énergie entre 2020 et 2050 selon les différents scénarios étudiés.

En ce qui concerne la relocalisation d'une partie de la production industrielle, elle représente en 2050 une augmentation de la consommation d'énergie de 24 PJ par rapport au scénario négaWatt sans relocalisation, soit 50 % supplémentaires.

Par rapport aux nouveaux scénarios de la Confédération (2050+), le modèle négaWatt sous-estime la consommation d'énergie en 2020 ; 122 PJ contre 149 PJ dans le scénario de l'OFEN. Cette différence notable est probablement issue des bases statistiques prises comme référence. En effet, négaWatt se base sur les statistiques sectorielles (OFEN, 2020c) avec une consommation de 119 PJ en 2019 alors que le scénario 2050+ semble se référer aux statistiques globales (OFEN, 2020b), 150PJ en 2018. Pour cette modélisation, les statistiques sectorielles ont été prises, car elles sont détaillées par secteur et agent énergétique. En 2050, le nouveau scénario de l'OFEN prévoit une consommation de 105 PJ, contre 85 PJ dans le scénario nW.

Enfin, la production d'énergie finale par source est décrite par la Figure 20 avec une part encore importante d'énergie fossile qui resterait nécessaire notamment pour des processus industriels à haute température.

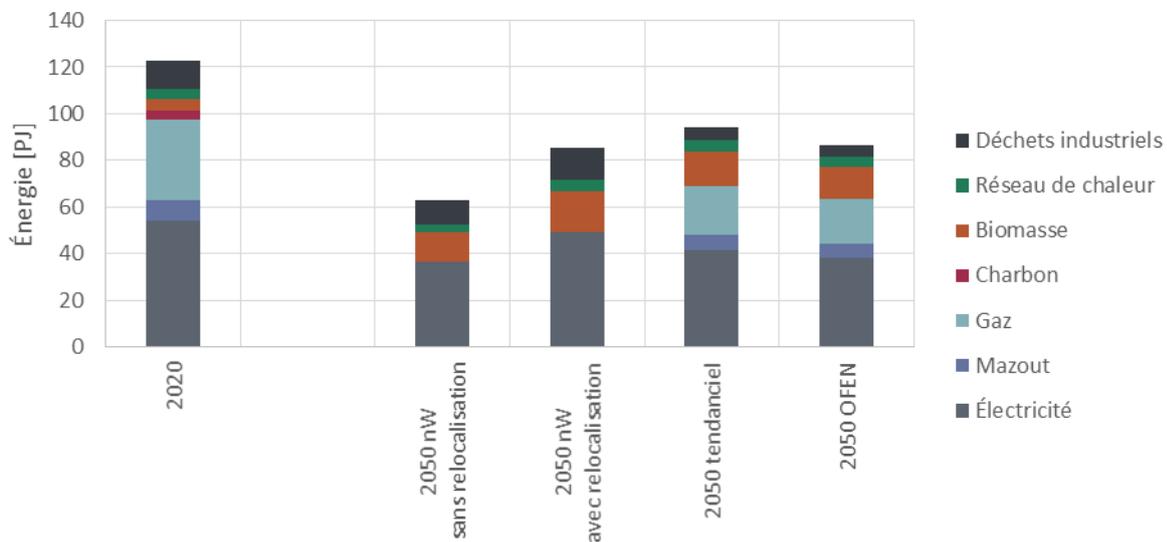


Figure 20 Production d'énergie finale par source.

## 7 Résultats transport de marchandise

Les distances marchandises de 2020 à 2050 passeront de 28'000 Mtkm à 34'000 Mtkm, avec une forte augmentation du transport par rail, sans différence de répartition entre le mode (Figure 21).

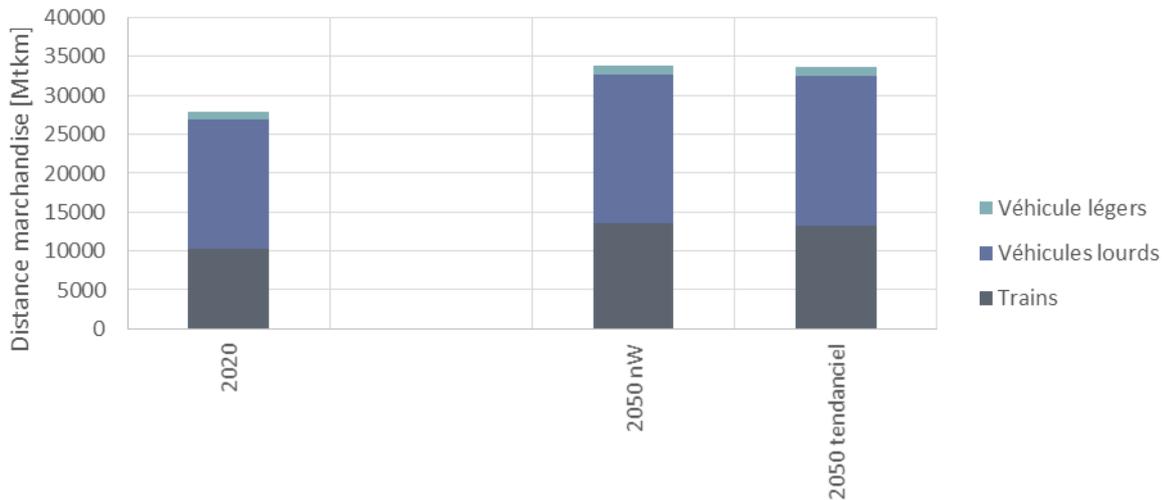


Figure 21 Distances marchandise par mode de transport en 2020 et 2050.

La différence entre les scénarios se situe au niveau de la répartition des carburants dans le parc de véhicules avec un fort impact sur la consommation finale due à l'électrification des véhicules qui deviennent en conséquence plus efficaces (Figure 22).

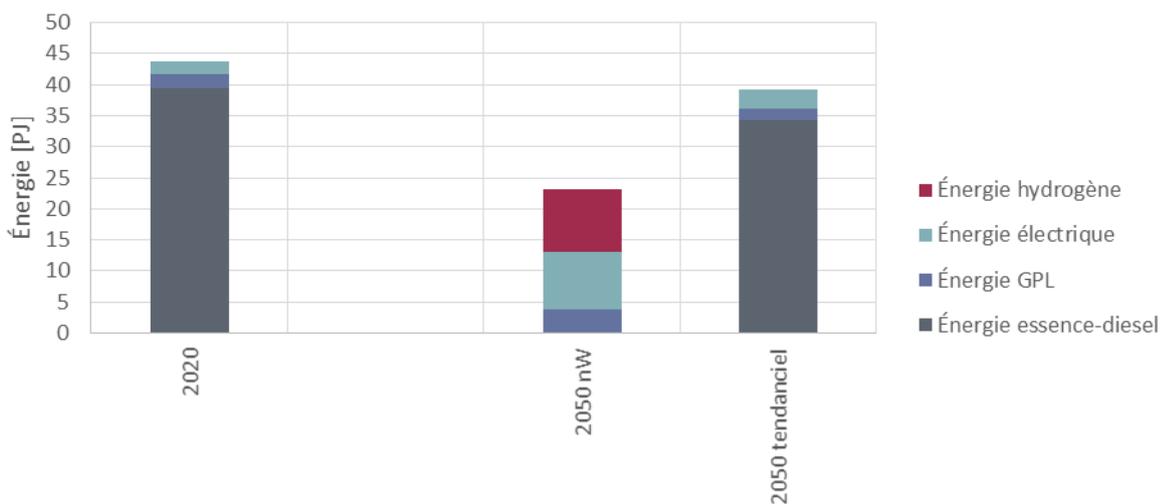


Figure 22 Consommation d'énergie finale pour le transport de marchandise par carburant.

## 8 Discussion et conclusion

La méthode utilisée pour modéliser la consommation du secteur de l'industrie est la même que celle utilisée par l'OFEN (2012a) et celle proposée pour la modélisation européenne. L'avantage est de pouvoir comparer facilement les trois scénarios (nW-CH nW-EU et OFEN), même s'ils présentent des différences en termes d'agrégation des sous-branches en branches. L'inconvénient est que, contrairement aux secteurs du bâtiment et des transports, les usages ne sont pas directement pris en compte dans la modélisation, par exemple le nombre de voitures achetées par année. Il est en conséquence difficile de relier les différents secteurs pour avoir une modélisation cohérente qui tiendrait compte des surfaces des bâtiments nouvellement construits ou du nombre de kilomètres réalisés en voiture par année, comme c'est le cas pour la modélisation de négaWatt France. En effet, négaWatt France part des biens de consommation pour en déduire les quantités de matière première puis l'énergie consommées. Il faut toutefois préciser que ce niveau de modélisation a été atteint après 10 ans de travail.

En ce qui concerne les hypothèses de modélisation, une première version de revue de littérature a été réalisée pour les principaux secteurs. Ce travail permet de poser les grandes lignes des évolutions attendues pour 2050 mais pourrait être amélioré sur deux points. Le premier est la correspondance entre les différentes sources de données pour la situation actuelle. En effet, l'OFEN et l'OFS n'utilisent pas la même agrégation de branches pour les statistiques de consommation d'énergie et de VAB. Ceci pourrait être amélioré en ayant un accès à des données plus précises, si elles existent. Le second concerne la précision de la revue de littérature, qui a pour l'instant été constituée au grès des informations disponibles, afin d'obtenir de premières sources d'informations. Ce travail pourrait être réalisé de façon plus systématique pour chaque branche, comme il est en train d'être fait au niveau européen.

Ainsi, la modélisation présentée dans ce rapport est basée sur une méthode simple et des hypothèses issues d'une revue de littérature sommaire. Malgré cela, l'ordre de grandeur de la consommation finale d'énergie est cohérent et permet de compléter efficacement la modélisation des secteurs du bâtiment et des transports.

Ce modèle pourrait être amélioré par une revue de littérature plus complète. Toutefois, il serait au préalable judicieux d'avoir une discussion sur la méthode : continuer avec celle utilisée actuellement ou mettre sur pied un modèle similaire à celui de négaWatt France. La première piste permet des économies de moyens, alors que la deuxième offre des perspectives d'évolutions beaucoup plus grandes avec à la clé des résultats plus précis, mais nécessitant des moyens plus conséquents.

Cette première version de la modélisation du secteur de l'industrie présente des résultats cohérents avec ceux de l'OFEN et permettent de mettre en avant l'importance de la sobriété, de l'efficacité et du recyclage dans les processus industriels, afin de réaliser des économies importantes d'énergie. Elle vient ainsi compléter la modélisation négaWatt des secteurs du bâtiment et des transports.

De plus, une estimation est faite sur l'importation de l'énergie grise en 2020 et sur les conséquences énergétiques d'une relocalisation partielle du secteur de l'industrie à l'horizon 2050. Pour l'instant, les impacts en termes d'émissions de CO<sub>2</sub> et d'emplois n'ont pas été calculés, mais cela pourrait être fait dans une prochaine version.

## 9 Références

- AFD. (2020). Swiss-Impex—Page d'accueil. <https://www.gate.ezv.admin.ch/swissimpex/>
- ECOPLAN. (2019, avril). Scénarios économiques par branche de 2014 à 2030/2060, actualisé en 2018, sur demande de l'OFEN. <https://www.bk.admin.ch/bk/fr/home/documentation/aide-a-la-conduite-strategique/scenarios-economiques.html>
- Habert, G. (2018). Comment le béton devient respectueux de l'environnement | Programme national de recherche energie. <https://www.nfp-energie.ch/fr/projects/umbrella/99/>
- KPMG Australia, & Ecoplan. (2020, novembre 26). Scénarios économiques—Documentation. <https://www.bk.admin.ch/bk/fr/home/documentation/aide-a-la-conduite-strategique/scenarios-economiques.html>
- négaWatt-France. (2020a). EUROPEAN SCENARIO, INDUSTRY AND MATERIALS WORKING GROUP, A STORY FOR CEMENT UNTIL 2050.
- négaWatt-France. (2020b). EUROPEAN SCENARIO, INDUSTRY AND MATERIALS WORKING GROUP, A STORY FOR STEEL UNTIL 2050.
- OFEN. (2012). Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050. Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000-2050. OFEN. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/strategie-energetique-2050/documentation/perspectives-energetiques-2050.html>
- OFEN. (2019a). Statistique globale de l'énergie. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/statistiques-et-geodonnees/statistiques-de-lenergie/statistique-globale-de-l-energie.html>
- OFEN. (2020b). Statistiques sectorielles de l'énergie. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/statistiques-et-geodonnees/statistiques-de-lenergie/statistiques-sectorielles.html>
- OFEN. (2020, novembre 26). Perspectives énergétiques 2050+. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/perspectives-energetiques-2050-plus.html>
- OFS. (2018). Activité économique, forme juridique, répartition régionale | Office fédéral de la statistique. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/industrie-services/entreprises-emplois/structure-economie-entreprises/taille-forme-juridique-secteurs-repartition-regionale.html>
- OFS. (2020a). Statistique de la valeur ajoutée. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/economie-nationale/comptes-nationaux/production.assetdetail.14347531.html>
- OFS. (2020b, septembre 28). Produit intérieur brut selon son affectation—1995-2019 | Tableau | Office fédéral de la statistique. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/economie-nationale.assetdetail.14347463.html>
- Rauzier, E., Rieser, T., Metivier, S., Moteau, S., & Julien, C. (2020). TRANSITION INDUSTRIELLE-PROSPECTIVE ENERGIE MATIERE : VERS UN OUTIL DE MODELISATION DES NIVEAUX DE PRODUCTION. 155.