



**DIRECTIVE D'EFFICACITE ENERGETIQUE 2012/27/EU – ART.14**

**POTENTIEL D'EFFICACITE EN MATIERE DE CHALEUR ET DE FROID**

Stratégie de réseaux de chaleur et de froid alimentés par des cogénérations, des énergies fatales ou des sources d'énergies renouvelable

actée par le Gouvernement wallon le 11 mars 2021

<b>Version n°8.1 du rapport consolidé</b>	
Date	Version 8.1 (Maj Carte 1) : 16 avril 2021 Version 8 (Maj Chapitre 11) : 5 mars 2021 Version 7 (Maj Chapitre 11) : 15 février 2021 Version 6 (Maj chapitre 7) : 4 janvier 2021 Version 5 (finale) : 30 septembre 2020 Version 4 (Chapitres 1-11) : 26 août 2020 Version 3 (Chapitres 1-10) : 10 juillet 2020 Version 2 : (Chapitres 8 et 9) : 15 juin 2020 Version 1 (Chapitres 1-6) : 12 mai 2020
Rédaction	<u>Deplasse &amp; PWC</u> : René-Pascal Poismans, Louis Deguelle, Sébastien Yasse, Gaëtan Durvaux, Camille Raes, Nicolas Cuvelier, Simon Chalmagne, <u>SPW</u> : Grégory Tack
Support technique	Donovan Mouton, Thomas Deville
Responsable Service Public Wallonie (SPW)	Grégory Tack
<b>Review</b>	
Chapitres 1 à 6	Grégory Tack (mai, juin, septembre 2020) Sonya Chaoui (2 juin 2020) Laurence Polain (2 juin 2020) Nathalie Arnould (2 juin 2020) Valérie Pevenage (2 juin 2020) Hughes Nolleveaux (2 juin 2020) Bataille Gwenaëlle (2 juin 2020)
Chapitres 8 & 9	Grégory Tack (10 juin 2020, septembre 2020) Sonya Chaoui (16 juin 2020)
Chapitre 10	Grégory Tack (16 juin 2020 ; 2 juillet 2020 ; septembre, octobre 2020) Sonya Chaoui (septembre 2020)
Chapitre 11	Maïté Mawet (janvier – mars 2021) Grégory Tack (juin, septembre, octobre 2020, janvier - mars 2021) Sonya Chaoui (juin 2020 ; septembre 2020 ; février 2020) Laurence Polain (juin 2020)

# Table des matières

<b>Table des matières.....</b>	<b>3</b>
<b>Liste des graphiques .....</b>	<b>8</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>11</b>
<b>Liste des cartes.....</b>	<b>13</b>
<b>Introduction générale.....</b>	<b>14</b>
<b>Glossaire.....</b>	<b>15</b>
<b>Chapitre 1 : Demande et offre de chaleur .....</b>	<b>17</b>
<b>I. Demande et offre de chaleur .....</b>	<b>18</b>
I.1. Rappel de l'Annexe VIII .....	18
I.2. Introduction .....	18
I.3. Résultats globaux .....	19
I.4. Besoins de chaleur dans le secteur résidentiel : énergie finale .....	20
I.4.1. Sources et méthodologie .....	20
I.4.2. Résultats .....	21
I.5. Besoins de chaleur dans le secteur résidentiel : énergie utile.....	23
I.5.1. Sources et méthodologie .....	23
I.5.2. Résultats .....	24
I.6. Les besoins de chaleur dans le secteur tertiaire : énergie finale.....	25
I.6.1. Sources et méthodologie .....	25
I.6.2. Résultats .....	25
I.7. Les besoins de chaleur dans le secteur tertiaire : énergie utile.....	26
I.7.1. Sources et méthodologie .....	26
I.7.2. Résultats .....	27
I.8. Les besoins de chaleur dans le secteur industriel : énergie finale .....	28
I.8.1. Sources et méthodologie .....	28
I.8.2. Résultats .....	28
I.9. Les besoins de chaleur dans le secteur industriel : énergie utile .....	29
I.9.1. Sources et méthodologie .....	29
I.9.2. Résultats .....	30
I.10. Synthèse.....	30
<b>Chapitre 2 : Demande et offre de froid .....</b>	<b>31</b>
<b>II. Demande et offre de froid.....</b>	<b>32</b>
II.1. Rappel de l'Annexe VIII .....	32
II.2. Introduction .....	32
II.3. Résultats globaux .....	32
II.4. Les besoins de froid dans le secteur résidentiel : énergie finale .....	34
II.4.1. Sources et méthodologie .....	34
II.4.2. Résultats .....	34
II.5. Les besoins en froid dans le secteur résidentiel : énergie utile .....	35
II.5.1. Sources et méthodologie .....	35
II.5.2. Résultats .....	35
II.6. Les besoins de froid dans le secteur tertiaire : énergie finale .....	36
II.6.1. Sources et méthodologie .....	36
II.6.2. Résultats .....	36
II.7. Les besoins en froid dans le secteur tertiaire : énergie utile .....	37
II.7.1. Sources et méthodologie .....	37
II.7.2. Résultats .....	37
II.8. Les besoins de froid dans le secteur industriel : énergie finale .....	38

II.8.1.	Sources et méthodologie .....	38
II.8.2.	Résultats .....	38
II.9.	Les besoins de froid dans le secteur industriel : énergie utile .....	39
II.9.1.	Sources et méthodologie .....	39
II.9.2.	Résultats .....	39
II.10.	Synthèse.....	40
<b>Chapitre 3 : Approvisionnement actuel en matière de chaleur et de froid.....</b>		<b>41</b>
<b>III. Estimation de l'approvisionnement actuel en matière de chaleur et de froid ..</b>		<b>42</b>
III.1.	Rappel de l'Annexe VIII .....	42
III.2.	Estimation de l'approvisionnement actuel en matière de chaleur et de froid .....	42
III.2.1.	Sources & méthodologie .....	42
III.2.2.	Résultats – Approvisionnement actuel en matière de chaleur .....	45
III.2.3.	Résultats – Approvisionnement actuel en matière de froid .....	53
III.3.	Synthèse.....	53
<b>Chapitre 4 : Identification des sources de chaleur fatale .....</b>		<b>54</b>
<b>IV. Identification des installations qui produisent de la chaleur fatale ou du froid</b>		<b>55</b>
IV.1.	Rappel de l'Annexe VIII .....	55
IV.2.	Installations de production d'électricité thermique (>50 MW) .....	56
IV.3.	Installations de cogénération.....	56
IV.4.	Usines d'incinération de déchets.....	59
IV.5.	Installations d'énergie renouvelable (>20MW) .....	60
IV.6.	Chaleur fatale .....	60
IV.7.	Synthèse.....	63
<b>Chapitre 5 : Energie renouvelable .....</b>		<b>64</b>
<b>V. Part des besoins de chaleur satisfaits à partir de sources renouvelables .....</b>		<b>65</b>
V.1.	Rappel de l'Annexe VIII .....	65
V.2.	Identification de la part des besoins de chaleur produits à partir de sources renouvelables	65
V.2.1.	Sources et méthodologie .....	65
V.2.2.	Résultats globaux.....	65
V.3.	Installations d'énergie renouvelable (>20 MW) .....	69
V.3.1.	L'énergie solaire thermique.....	69
V.3.2.	Les chaudières à biomasse .....	70
V.3.3.	La géothermie .....	71
V.4.	Identification de la part des besoins de chaleur fournis par réseau de chaleur produits à partir de sources renouvelables .....	75
V.4.1.	Sources et méthodologie .....	75
V.4.2.	Résultats globaux.....	75
V.5.	Synthèse .....	75
V.6.	Tableaux récapitulatifs des chapitres 1-5 .....	76
<b>Chapitre 6 : Evolution de la consommation de chaleur et de froid.....</b>		<b>77</b>
<b>VI. Evolution de la consommation de chaleur et de froid.....</b>		<b>78</b>
VI.1.	Rappel de l'Annexe VIII .....	78
VI.2.	Introduction .....	78
VI.3.	Méthodologie .....	78
VI.4.	Projections pour le secteur résidentiel .....	79
VI.4.1.	Projections de la consommation de chaleur .....	79
VI.4.2.	Projections de la consommation de froid .....	80
VI.5.	Projections pour le secteur tertiaire.....	81
VI.5.1.	Projections de la consommation de chaleur .....	81
	Mise en perspective avec les politiques régionales.....	82



VI.5.2. Projections de la consommation de froid .....	83
VI.6. Projections pour le secteur industriel .....	84
VI.6.1. Projections de la consommation de chaleur .....	84
Mise en perspective avec les politiques régionales.....	85
VI.6.2. Projections de la consommation de froid .....	88
VI.7. Synthèse.....	89
<b>Chapitre 7 : Cartographie .....</b>	<b>90</b>
<b>VII. Cartographie .....</b>	<b>91</b>
VII.1. Introduction .....	91
VII.2. Méthodologie .....	91
VII.3. Cartes .....	92
<b>Chapitre 8 : Description générale de la politique et des mesures actuellement en cours sur le chaud et le froid en Wallonie .....</b>	<b>100</b>
<b>VIII. Description générale de la politique et des mesures actuellement en cours sur le chaud et le froid en Wallonie .....</b>	<b>101</b>
VIII.1. Rappel de l'Annexe VIII .....	101
VIII.2. Introduction .....	101
VIII.3. Présentation des politiques et mesures existantes en Wallonie .....	102
VIII.4. Synthèse.....	117
<b>Chapitre 9 : Identification des technologies disponibles pour fournir de l'énergie bas carbone sur le territoire .....</b>	<b>118</b>
<b>IX. Identification des technologies disponibles pour fournir de l'énergie bas carbone sur le territoire.....</b>	<b>119</b>
IX.1. Rappel de l'Annexe VIII .....	119
IX.2. Introduction .....	119
IX.3. Analyse des technologies bas carbone.....	121
IX.4. Analyse des technologies de référence non renouvelable.....	137
IX.5. Analyse de la technologie de distribution de chaleur centralisée .....	140
IX.6. Synthèse des analyses techniques .....	143
IX.7. Matrice profils de consommation - technologies .....	144
<b>Chapitre 10 : Construction de scénarios et analyses financière, économique et de sensibilité .....</b>	<b>145</b>
<b>X. Construction de scénarios et analyses financière, économique et de sensibilité</b>	<b>146</b>
X.1. Rappel de l'Annexe VIII .....	146
X.2. Introduction .....	146
X.3. Analyse du profil 1 .....	150
X.3.1. Description du profil de consommation 1 .....	150
X.3.2. Représentativité du profil .....	150
X.3.3. Scénarios envisagés .....	153
X.3.3.1. Description des scénarios .....	153
X.3.4. Présentation des données technico-financières .....	153
X.3.5. Analyses économiques .....	154
X.3.6. Analyse de sensibilité.....	158
X.3.6.1. Analyse environnementale .....	164
X.3.7. Conclusions.....	166
X.4. Analyse du profil 2 .....	167
X.4.1. Description du profil de consommation 2.....	167
X.4.2. Représentativité du profil 2 .....	167
X.4.3. Scénarios envisagés .....	167

.X.4.3.1.	Description des scénarios .....	167
X.4.4.	Présentation des données technico-financières .....	168
X.4.5.	Analyses économiques .....	169
X.4.6.	Analyse de sensibilité.....	172
.X.4.6.1.	Analyse environnementale .....	178
X.4.7.	Conclusions.....	179
X.5.	Analyse du profil 3 .....	180
X.5.1.	Description du profil de consommation 3.....	180
X.5.2.	Représentativité du profil .....	180
X.5.3.	Scénarios envisagés .....	180
.X.5.3.1.	Description des scénarios .....	180
X.5.4.	Présentation des données technico-financières .....	181
X.5.5.	Analyses économiques .....	182
X.5.6.	Analyse de sensibilité sur la variation des CAPEX .....	185
.X.5.6.1.	Analyse environnementale .....	190
X.5.7.	Conclusions.....	191
X.6.	Analyse du profil 4 .....	192
X.6.1.	Description du profil de consommation 4.....	192
X.6.2.	Représentativité du profil .....	192
X.6.3.	Scénarios envisagés .....	193
.X.6.3.1.	Description des scénarios .....	193
X.6.4.	Présentation des données technico-financières .....	194
X.6.5.	Analyses économiques .....	195
X.6.6.	Analyse de sensibilité.....	198
.X.6.6.1.	Analyse environnementale .....	203
X.6.7.	Conclusions.....	204
X.7.	Analyse du profil 5 .....	205
X.7.1.	Description du profil de consommation 5.....	205
X.7.2.	Représentativité du profil .....	205
X.7.3.	Scénarios envisagés .....	206
.X.7.3.1.	Description des scénarios .....	206
X.7.4.	Présentation des données technico-financières .....	207
X.7.5.	Analyses économiques .....	208
X.7.6.	Analyse de sensibilité.....	211
.X.7.6.1.	Analyse environnementale .....	217
X.7.7.	Conclusions.....	218
X.8.	Synthèse .....	219

## **Chapitre 11 : Proposition de mesures & analyse d'impacts ..... 220**

<b>XI.</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>221</b>
XI.1.	Rappel de l'Annexe VIII .....	221
XI.2.	Introduction .....	221
XI.3.	Présentation des mesures proposées.....	222
XI.3.1.	Liste des mesures proposées .....	222
XI.3.2.	Mesures en cours.....	224
XI.3.3.	Mesures prioritaires.....	228
XI.3.4.	Mesures avec Impacts Importants .....	230
XI.3.5.	Mesures avec Impacts Modérés .....	245
XI.3.6.	Mesures nécessitant une analyse complémentaire.....	250
XI.4.	Analyse des potentiels impacts des mesures .....	253
XI.5.	Contribution des mesures à la réalisation des scénarios alternatifs définis au niveau des différents profils .....	258
XI.5.1.	Estimation des impacts à l'échelle des profils .....	258
.XI.5.1.1.	Impact des mesures sur les scénarios alternatifs .....	259
.XI.5.1.2.	Implications du développement des scénarios alternatifs.....	262
.XI.5.1.2.1.	Profil 1 .....	262

.XI.5.1.2.1.1. Scénario Alternatif 1.1 .....	262
.XI.5.1.2.1.2. Scénario Alternatif 1.2 .....	262
.XI.5.1.2.1.3. Scénario Alternatif 1.3 .....	262
.XI.5.1.2.2. Profil 2 .....	263
.XI.5.1.2.2.1. Scénario Alternatif 2.1 .....	263
.XI.5.1.2.2.2. Scénario Alternatif 2.2 .....	263
.XI.5.1.2.2.3. Scénario Alternatif 2.3 .....	263
.XI.5.1.2.3. Profil 3 .....	264
.XI.5.1.2.3.1. Scénario Alternatif 3.1 .....	264
.XI.5.1.2.3.2. Scénario Alternatif 3.2 .....	264
.XI.5.1.2.3.3. Scénario Alternatif 3.3 .....	264
.XI.5.1.2.4. Profil 4 .....	265
.XI.5.1.2.4.1. Scénario Alternatif 4.1 .....	265
.XI.5.1.2.5. Profil 5 .....	266
.XI.5.1.2.5.1. Scénario Alternatif 5.1 .....	266
.XI.5.1.2.5.2. Scénario Alternatif 5.2 .....	266
.XI.5.1.2.5.3. Scénario Alternatif 5.3 .....	266
<b>Annexes .....</b>	<b>267</b>
<b>Annexe au Chapitre 6.....</b>	<b>268</b>
<b>XII. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de chaleur du secteur résidentiel .....</b>	<b>268</b>
<b>XIII. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de froid du secteur résidentiel .....</b>	<b>271</b>
1. Sources et méthodologie .....	271
<b>XIV. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de chaleur du secteur tertiaire .....</b>	<b>273</b>
<b>XV. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de froid du secteur tertiaire .....</b>	<b>275</b>
<b>XVI. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de chaleur du secteur industriel .....</b>	<b>276</b>
<b>XVII. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de froid du secteur industriel .....</b>	<b>279</b>
<b>Annexe au Chapitre 9.....</b>	<b>280</b>
I. Calcul du potentiel de la cogénération.....	280
<b>Annexe au Chapitre 10.....</b>	<b>281</b>
I. Hypothèses technico-économiques des scénarios .....	281
II. Données de départ.....	284

# Liste des graphiques

Graphique 1 : Répartition de la consommation d'énergie finale par secteur en 2016 (GWh) .....	19
Graphique 2 : Répartition des besoins de chaleur substituable par secteur en 2016 (GWh) .....	19
Graphique 3 : Présentation de la consommation d'énergie finale, des besoins de chaleur et des besoins de chaleur substituable par secteur en 2016 (GWh).....	20
Graphique 4 : Répartition des besoins énergétiques par usage du secteur résidentiel en 2016 (GWh) .....	22
Graphique 5 : Répartition des vecteurs énergétiques répondant aux besoins énergétiques du secteur résidentiel en 2016 (GWh) .....	22
Graphique 6: Répartition des besoins énergétiques par usage du secteur tertiaire en 2016 (GWh)...	26
Graphique 7: Répartition des vecteurs énergétiques répondant aux besoins énergétiques du secteur tertiaire en 2016 (GWh).....	26
Graphique 8: : Répartition des vecteurs énergétiques répondant aux besoins énergétiques du secteur industriel en 2016 (GWh) .....	29
Graphique 9: : Répartition des besoins énergétiques par usage du secteur industriel en 2016 (GWh) .....	29
Graphique 10 : Répartition des besoins de froid substituable par secteur en 2016 (GWh) .....	33
Graphique 11 : Répartition de la consommation finale d'énergie par secteur en 2016 (GWh) .....	33
Graphique 12 : Part des énergies renouvelables dans la production de chaleur en Wallonie .....	47
Graphique 13: Répartition de la chaleur véhiculée par des réseaux de chaleur entre les secteurs ....	50
Graphique 14: Part non valorisée de chaleur produite .....	57
Graphique 15: Chaleur fatale par type de combustible utilisé .....	57
Graphique 16 : Installations de cogénérations supérieures à 1 MW .....	58
Graphique 17 : Répartition des cogénérations fossiles et biomasses .....	58
Graphique 18 : Potentiel de chaleur fatale.....	63
Graphique 19 : Évolution de la part de C-SER dans la production globale de chaleur.....	66
Graphique 20 : Évolution de la puissance installée C-SER (GW) .....	67
Graphique 21 : Évolution de la production C-SER (GWh).....	67
Graphique 22 : Évolution de la production de C-SER pour chaque vecteur entre 2012 et 2018 (GWh) .....	68
Graphique 23 : Production d'énergie des panneaux solaires thermiques (MWh) .....	69
Graphique 24 : Répartition de la capacité des chaudières à biomasse supérieure à 1MWth.....	70
Graphique 25 : Répartition et nombre des chaudières biomasses par classe de taille.....	70
Graphique 26 : Chaleur produite & valorisée à partir de la géothermie profonde wallonne (MWh) ....	71
Graphique 27 : Projection de la consommation « Chaleur » du secteur résidentiel (GWh) .....	79
Graphique 28 : Projection de la consommation « Froid » du secteur résidentiel (GWh) .....	80
Graphique 29 : Projection de la consommation de chaleur du secteur tertiaire (GWh) .....	81
Graphique 30 : Projection de la consommation de chaleur du secteur tertiaire – Indice 2016 .....	81
Graphique 31 : Evolution des besoins de la consommation de chaleur du secteur tertiaire à l'horizon 2050 en fonction du facteur d'intensité énergétique choisi .....	82
Graphique 32 : Projection de la consommation de froid du secteur tertiaire (GWh) .....	83
Graphique 33 : Projection de la consommation de froid dans le secteur tertiaire – Scénario pessimiste (GWh).....	83
Graphique 34 : Evolution de la consommation de chaleur des secteurs industriels wallon .....	84
Graphique 35 : Evolution annuelle moyenne de la consommation de chaleur de l'industrie wallonne (%).....	85
Graphique 36 : Evolution des besoins de chaleur en fonction des scénarios « BFP » et « AdB » .....	87
Graphique 37 : Consommation de chaleur pour les secteurs de l'industrie wallonne en 2050 .....	87
Graphique 38 : Evolution de la consommation de froid dans l'industrie wallonne – Scénario optimiste (GWh).....	88
Graphique 39 : Evolution de la consommation de froid dans l'industrie – Scénario réaliste (GWh) ....	88
Graphique 40: Projection de la consommation de chaleur et de froid par secteur (GWh) .....	89
Graphique 41: Potentiel technique et utilisation actuelle de chaque ressource/technologie analysée, analyse sous l'angle exclusif de la chaleur .....	120

Graphique 42 : VAN annualisées des quatre scénarios pour le profil 1(EUR/an) .....	155
Graphique 43: Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts .....	156
Graphique 44: Coûts nets cumulés des quatre scénarios du profil 1 .....	157
Graphique 45: Variation de la VAACN en fonction des CAPEX pour le profil 1 .....	158
Graphique 46: Evolution des coûts nets actualisés en fonction des OPEX pour le profil 1 .....	159
Graphique 47: Prise en compte d'un coût du CO2 pour le profil 1 .....	160
Graphique 48: Variation des prix du gaz et de l'électricité pour le profil 1 .....	161
Graphique 49: Evolution de la VAACN en fonction de l'augmentation du prix des combustibles et de l'électricité pour le profil 1 .....	162
Graphique 50: Analyse en cas d'autoconsommation collective .....	163
Graphique 51: Emissions de CO2 par scénario pour le profil 1 .....	164
Graphique 52: Impact des investissements sur les émissions de CO2 .....	165
Graphique 53: VAACN annualisées des quatre scénarios du profil 2 (EUR/an) .....	169
Graphique 54: Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts pour le profil 2 .....	171
Graphique 55: Coûts nets cumulés des quatre scénarios du profil 2 .....	171
Graphique 56: Variation de la VAACN en fonction des CAPEX pour le profil 2 .....	172
Graphique 57: Evolution des coûts nets actualisés en fonction des OPEX pour le profil 2 .....	173
Graphique 58: Prise en compte d'un coût du CO2 pour le profil 2 – Ecart de VAACN au scénario de base .....	174
Graphique 59: Variation des prix du gaz et de l'électricité pour le profil 2 .....	175
Graphique 60: Variation de la VAACN en fonction d'inflation des prix du gaz et de l'électricité pour le profil 2 .....	176
Graphique 61: Analyse en cas d'autoconsommation collective .....	177
Graphique 62: Emissions de CO2 par scénario pour le profil 2 (en tonnes de CO2) .....	178
Graphique 63: Economie de CO2 réalisée avec les scénarios alternatifs .....	179
Graphique 64: VAN annualisées des trois scénarios du profil 3 (EUR/an) .....	182
Graphique 65: Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts pour le profil 3 .....	183
Graphique 66: Coûts nets cumulés des trois scénarios du profil 3 .....	184
Graphique 67 : Variation de la VAACN en fonction des CAPEX pour le profil 3 .....	185
Graphique 68 : Evolution des VAACN en fonction des OPEX pour le profil 3 .....	186
Graphique 69: Prise en compte d'un coût du CO2 pour le profil 3 .....	187
Graphique 70: Variation des prix du gaz et de l'électricité pour le profil 3 .....	188
Graphique 71: Evolution de la VAACN en fonction de l'augmentation du prix des combustibles et de l'électricité pour le profil 3 .....	189
Graphique 72: Emissions de CO2 par scénario pour le profil 3 .....	190
Graphique 73: Economie de CO2 réalisée avec les scénarios alternatifs pour le profil 3 .....	191
Graphique 74: VAN annualisées des deux scénarios du Profil 4 (EUR/an) .....	195
Graphique 75: Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts pour le profil 4 .....	196
Graphique 76: Coûts nets cumulés des deux scénarios du Profil 4 .....	197
Graphique 77: Variation de la VAACN en fonction des CAPEX pour le profil 4 .....	198
Graphique 78: Evolution de la VAACN en fonction des OPEX pour le profil 4 .....	199
Graphique 79: Prise en compte d'un coût du CO2 pour le profil 4 .....	200
Graphique 80 : Variation des prix du gaz et de l'électricité pour le profil 4 .....	201
Graphique 81 : Evolution de la VAACN en fonction de l'augmentation du prix des combustibles et de l'électricité pour le profil 4 .....	202
Graphique 82: Emissions de CO2 par scénario pour le profil 4 .....	203
Graphique 83: Economie de CO2 réalisée grâce aux investissements réalisés dans le scénario SA4.1 .....	204
Graphique 84 : VAN annualisées des quatre scénarios pour le profil 5 (EUR/an) .....	208
Graphique 85 : Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts pour le profil 5 .....	209
Graphique 86 : Coûts nets cumulés des quatre scénarios pour le profil 5 .....	210
Graphique 87 : Variation de la VAACN en fonction des CAPEX pour le profil 5 .....	211
Graphique 88 : Evolution des coûts nets actualisés en fonction des OPEX pour le profil 5 .....	212
Graphique 89 : Prise en compte d'un coût du CO2 pour l'analyse du profil 5 .....	213
Graphique 90 : Variation des prix du gaz et de l'électricité pour l'analyse du profil 5 .....	214
Graphique 91 : Variation de l'augmentation du prix du gaz et de l'électricité pour le profil 5 .....	215

<i>Graphique 92 : Variation des coûts en situation d'autoconsommation d'électricité.....</i>	<i>216</i>
<i>Graphique 93: Emissions de CO2 par scénario pour le profil 5.....</i>	<i>217</i>
<i>Graphique 94 : Economies de CO2 réalisées par scénarios du profil 5.....</i>	<i>218</i>
<i>Graphique 95 : Evolution de la superficie moyenne du logement wallon .....</i>	<i>269</i>
<i>Graphique 96 : Evolution du nombre de logement occupés en Wallonie.....</i>	<i>270</i>
<i>Graphique 97 : Projection du taux de croissance annuel de la valeur ajoutée (2017-2050).....</i>	<i>274</i>



# Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des besoins de chaleur en Wallonie par usage pour chaque secteur en 2016 (GWh).....	19
Tableau 2 : Répartition de la consommation d'énergie finale du secteur résidentiel par vecteur et par usage en 2016 (GWh).....	22
Tableau 3 : Présentation de la méthodologie de conversion de l'énergie finale en énergie utile pour le secteur résidentiel (2016).....	24
Tableau 4 : Répartition de la consommation d'énergie finale par usage pour chaque branche du secteur tertiaire en 2016 (GWh).....	26
Tableau 5 : Présentation de la méthodologie de conversion de l'énergie finale en énergie utile pour le secteur tertiaire (2016).....	27
Tableau 6 : Répartition de la consommation d'énergie finale par usage pour chaque sous-branche du secteur industriel en 2016 (GWh).....	29
Tableau 7 : Présentation de la méthodologie de conversion de l'énergie finale en énergie utile pour le secteur industriel (2016).....	30
Tableau 8 : Synthèse des besoins de froid par usage et par secteur en Wallonie en 2016 (GWh).....	33
Tableau 9 : Répartition de la consommation d'énergie finale liée aux besoins de froid en 2016 (GWh).....	34
Tableau 10 : Présentation de la méthode de conversion de l'énergie finale répondant aux besoins de froid en énergie utile pour le secteur résidentiel (2016).....	35
Tableau 11 : Répartition de la consommation d'énergie finale liée aux besoins de froid par usage pour chaque branche du secteur tertiaire en 2016 (GWh).....	36
Tableau 12 : Présentation de la méthode de conversion de l'énergie finale répondant aux besoins de froid en énergie utile pour le secteur tertiaire (2016).....	37
Tableau 13 : Répartition de la consommation d'énergie finale liée aux besoins de froid par usage pour chaque branche du secteur industriel en 2016 (GWh).....	38
Tableau 14 : Présentation de la méthode de conversion de l'énergie finale répondant aux besoins de froid en énergie utile pour le secteur industriel (2016).....	39
Tableau 15 : Consommation totale du secteur résidentiel par technologie (GWh).....	45
Tableau 16 : Consommation totale du secteur tertiaire par technologie (GWh).....	46
Tableau 17 : Consommation totale du secteur industriel par technologie (GWh).....	46
Tableau 18 : Consommation totale du secteur résidentiel par technologie (GWh).....	48
Tableau 19 : Consommation totale du secteur tertiaire par technologie (GWh).....	48
Tableau 20 : Consommation totale du secteur industriel par technologie (GWh).....	49
Tableau 21 : Données sur les réseaux de chaleur.....	50
Tableau 22 : Caractéristique de la chaleur transportée par des réseaux de chaleur.....	51
Tableau 23 : Détail des besoins de chaleur produits sur site (GWh).....	52
Tableau 24 : Détail des besoins de chaleur produit hors-site (GWh).....	52
Tableau 25 : Répartition des besoins en froid entre énergies renouvelables et fossiles (GWh), production sur site.....	53
Tableau 26 : Synthèse de l'origine de la production de chaleur selon le secteur.....	53
Tableau 27 : Identification des centrales thermiques.....	56
Tableau 28 : Comparaison Accord de Branche & Bilan énergétique (GWh).....	60
Tableau 29 : Chaleur thermique issue de l'électricité (Part. I – GWh).....	61
Tableau 30 : Chaleur thermique issue de l'électricité (Part II – GWh).....	61
Tableau 31 : Chaleur thermique issue des combustibles (GWh).....	62
Tableau 32 : Chaleur renouvelable non comptabilisée dans les bilans énergétiques (GWh).....	62
Tableau 33: Synthèse sur la chaleur fatale valorisable selon le type d'installation.....	63
Tableau 34 : Évolution entre 2012 et 2018 de la puissance installée de C-SER, de la production de C-SER et la part de C-SER dans la production de chaleur globale (GWh).....	66
Tableau 35 : Évolution de la production C-SER par technologies entre 2012 et 2018.....	68
Tableau 36: Potentiels d'efficacité énergétique identifiés.....	86
Tableau 37: Synthèse des analyses techniques.....	143
Tableau 38: Matrice des scénarios et profils considérés.....	144



Tableau 39: Récapitulatif des scénarios et profils étudiés.....	149
Tableau 40: Description du profil 1 .....	150
Tableau 41 : Représentativité du profil 1 .....	151
Tableau 42 : Communes dont le besoin de chaleur linéaire est supérieur à 2000 kWh/m/an .....	152
Tableau 43 : Données technico-financières du profil 1.....	154
Tableau 44 : Résultats globaux pour le profil 1 .....	155
Tableau 45 : Investissements et durées de vie des technologies du profil 1 .....	157
Tableau 46 : Description du profil de consommation 2.....	167
Tableau 47: Représentativité du profil 2 .....	167
Tableau 48 : Données technico-financières du profil 2.....	168
Tableau 49 : Résultats globaux pour le profil 2 .....	169
Tableau 50 : Investissements et durées de vie des technologies du profil 2 .....	171
Tableau 51 : Description du profil de consommation 3.....	180
Tableau 52 : Données technico-financières du profil 3.....	181
Tableau 53 : Résultats globaux pour le profil 3 .....	182
Tableau 54 : Investissements et durées de vie des technologies du profil 3 .....	184
Tableau 55 : Données technico-financières du profil 4.....	194
Tableau 56 : Résultats globaux pour le profil 4 .....	195
Tableau 57 : Investissements et durées de vie des technologies du profil 4 .....	197
Tableau 58 : Description du profil 5 .....	205
Tableau 59 : Données technico-financières du profil 5.....	207
Tableau 60 : Résultats globaux pour le profil 5 .....	208
Tableau 61 : Investissements et durées de vie des technologies du profil 5 .....	210
Tableau 62: Participation des mesures identifiées à la réalisation des différents indicateurs.....	254
Tableau 63: Matrice des scénarios et profils considérés.....	258
Tableau 64: Impact de chaque mesure envisagée sur les scénarios.....	261
Tableau 65: Etude CO2 pour le profil 1 .....	262
Tableau 66: Etude CO2 pour le profil 2 .....	263
Tableau 67: Etude CO2 pour le profil 3 .....	264
Tableau 68: Etude CO2 pour le profil 4 .....	265
Tableau 69: Etude CO2 pour le profil 5 .....	266
Tableau 70: Projection de l'évolution de l'efficacité énergétique de l'industrie belge appliquée à la Wallonie (taux de croissance annuel moyen) .....	277
Tableau 71 : Projection de l'évolution de la valeur ajoutée de l'industrie belge appliquée à la Wallonie .....	278
Tableau 72 : Données économiques et financières communes.....	286

# Liste des cartes

<i>Carte 1 : Représentation du Potentiel en GWh « site » du District de Charleroi</i>	73
<i>Carte 2 : Représentation du Potentiel en GWh « site » du District du Couchant de Mons</i>	73
<i>Carte 3 : Représentation du Potentiel en GWh « site » du District de Liège</i>	74
<i>Carte 4 : Rapport entre le besoin de chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire et la chaleur fatale activable</i>	92
<i>Carte 5 : Zones d'intérêt pour la mise en place d'un réseau de chaleur</i>	93
<i>Carte 6: Installations de cogénération de puissance primaire supérieure à 1MW</i>	93
<i>Carte 7 : Energie thermique renouvelable – Solaire thermique</i>	94
<i>Carte 8 : Energie thermique renouvelable - Chaleur cogénérée (Biomasse)</i>	94
<i>Carte 9: Energie thermique renouvelable – Chaleur non cogénérée (Biomasse)</i>	95
<i>Carte 10: Energie thermique renouvelable – Géothermie profonde</i>	95
<i>Carte 11 : Energie thermique renouvelable</i>	96
<i>Carte 12 : Energie électrique renouvelable - Cogénération biomasse (solide et biogaz)</i>	96
<i>Carte 13 : Energie électrique renouvelable - Cogénération fossile</i>	97
<i>Carte 14 : Energie électrique renouvelable - Pompage</i>	97
<i>Carte 15 : Energie électrique renouvelable</i>	98
<i>Carte 16 : Chaleur fatale totale disponible</i>	98
<i>Carte 17 : Cadastre des réseaux de chaleur connus</i>	99

# Introduction générale

Le présent rapport s'inscrit dans le cadre de la transposition de l'article 14 de la Directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique ainsi que des annexes VIII et IX modifiées par le Règlement délégué 2019/826 du 4 mars 2019/826 du 4 mars 2019.

En particulier, l'article 14.1 de la Directive prévoit que les États membres réalisent et communiquent à la Commission une évaluation complète du potentiel pour l'application de la cogénération à haut rendement et des réseaux efficaces de chaleur et de froid, contenant les informations indiquées à l'Annexe VIII. Cette évaluation doit être mise à jour tous les cinq ans (première version remise en décembre 2015), cette étude vise donc à répondre à cette exigence de l'Article 14.

Le présent rapport contient les résultats des 11 chapitres de l'étude confiée par le SPW TLPE au consortium « Deplasse & Associés – PwC ». La structure du document est présentée ci-dessous. Afin d'assurer que cette étude réponde aux attentes de la Directive décrite dans l'Annexe VIII, chaque point de cette annexe est associé au chapitre correspondant dans l'étude.

Ce document est accompagné d'une note de synthèse et de 14 cartes.

Structure du rapport	Correspondance avec l'Annexe VIII de l'Article 14
Chapitre 1 : Demande et offre en chaleur	Part I: Overview of heating and cooling, item 1
Chapitre 2 : Demande et offre en froid	Part I: Overview of heating and cooling, item 1
Chapitre 3 : Approvisionnement actuel en matière de chaleur et de froid	Part I: Overview of heating and cooling, item 2 (a)
Chapitre 4 : Identification des sources de chaleur fatale	Part I: Overview of heating and cooling, item 2 (b)
Chapitre 5 : Energies renouvelables	Part I: Overview of heating and cooling, item 2 (c)
Chapitre 6 : Évolution de la demande de chaleur et de froid	Part I: Overview of heating and cooling, item 4
Chapitre 7 : Cartographie	Part I: Overview of heating and cooling, item 3
Chapitre 8 : Description générale de la politique et des mesures actuellement en cours sur le chaud et le froid en Wallonie	Part II: Objectives, strategies and policy measures
Chapitre 9 : Identification des technologies disponibles pour fournir de l'énergie bas carbone sur le territoire	Part III: Analysis of the economic potential for efficiency in heating and cooling, item 7
Chapitre 10 : Construction de scénario et analyse financière, économique et de sensibilité	Part III: Analysis of the economic potential for efficiency in heating and cooling, item 8
Chapitre 11 : Proposition de mesures pour la Wallonie	Part IV: Potential new strategies and policy measures

Afin d'assurer une compréhension commune des concepts employés dans cette étude, ceux-ci sont définis dans le glossaire ci-dessous.

# Glossaire

## Définitions

- **Accords de Branche** : Accords consistant à élaborer, sur base volontaire, un contrat entre la Wallonie et les secteurs industriels représentés par les entreprises les plus intensives en énergie via leur fédération. Par ce contrat, ces dernières s'engagent à améliorer leur efficacité énergétique et à réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub> pour une échéance donnée. Ce type d'accords garantit aux entreprises de profiter d'avantages financiers et administratifs (par exemple une part du coût financier d'un audit énergétique) leur permettant d'améliorer leur efficacité énergétique et, par-là, leur compétitivité et assure aux pouvoirs publics d'un effort substantiel et objectivement mesuré en matière de réduction des consommations énergétiques et des émissions de CO<sub>2</sub> de l'industrie. Aujourd'hui, nous en sommes actuellement à la deuxième génération des Accords de Branche (2014-2020).
- **Besoin global de chaleur** : Ensemble des besoins de chaleur, indépendamment du niveau de température. Cela correspond à la somme de la chaleur nécessaire aux procédés industriels, au chauffage, à l'eau chaude sanitaire (ECS) et à la cuisson. Dans ce document, le terme « Besoin de chaleur » fait référence à ce concept.
- **Besoin de chaleur substituable** : Part du besoin global de chaleur correspondant aux usages de la chaleur assurés par une chaleur à plus basse température (50°C à 250°C<sup>1</sup>). Ces besoins de chaleur peuvent potentiellement et de manière circonstanciée être distribués par des réseaux de chaleur. Sont exclus de ces besoins de chaleur substituable, les besoins de chaleur industrielle à haute température et les besoins de cuisson, difficilement distribuables par un réseau de chaleur. Dans ce document, le terme « Besoins de chaleur substituable » fait référence à ce concept.
- **Besoin global de froid** : Ensemble des besoins de froid, liés aux usages de réfrigération et congélation ou de refroidissement de l'air (climatisation des locaux, ...). Dans ce document, le terme « Besoins de froid » fait référence à ce concept.
- **Besoin de froid substituable** : Part du besoin global de froid correspondant aux usages de froid qui peuvent être distribués par des réseaux de froid. Du point de vue des usages et dans le cadre de ce rapport, seul le conditionnement d'air et le froid positif sont considérés comme du froid substituable. Dans ce document, le terme « Besoins de froid substituable » fait référence à ce concept.
- **CCGT (Combined Cycle Gas Turbine)** : Technologie de production d'énergie à haut rendement qui combine une turbine gaz et une turbine vapeur. Cette installation utilise une turbine à gaz pour créer de l'électricité, puis capture la chaleur résiduelle qui en résulte pour créer de la vapeur, qui à son tour entraîne une turbine à vapeur augmentant considérablement la puissance du système sans augmenter la quantité de combustible.
- **Certificats verts** : Système de soutien octroyé à une production verte. Les producteurs d'électricité – entreprises ou particuliers – reçoivent les certificats verts pour compenser le coût de production de l'énergie verte par rapport au prix de l'électricité. Ils peuvent par la suite vendre ces certificats verts sur le marché ou à un prix fixe au gestionnaire de transport d'électricité. Depuis, le 1 mai 2019, les activités de la CWaPE en lien avec le soutien à l'électricité verte sont transférées au SPW TLPE, dont la gestion de l'octroi des certificats verts (CV) et des labels de garantie d'origine (LGO).
- **Energie utile (besoin net)** : Quantité d'énergie requise pour répondre aux besoins de chaleur et de froid des utilisateurs finaux (Définition de l'Annexe VIII de l'Article 14 de la Directive 2012/27/EU). Autrement dit, il s'agit de la quantité de chaleur ou de froid délivrée aux utilisateurs finaux après que

---

<sup>1</sup> La méthode de récolte actuelle des données utilisées dans les bilans ne permet pas d'isoler les besoins de chaleur à 90°C des besoins de chaleurs inférieurs à 250°C.

toutes les étapes de transformation et de distribution de l'énergie ont eu lieu dans l'équipement de chauffage ou de refroidissement.

- **Energie finale** : Quantité d'énergie effectivement fournie pour alimenter les équipements de chauffage ou de refroidissement. Cette énergie est comptabilisée au niveau du compteur d'entrée du site ou du bâtiment qui la consomme. L'énergie finale n'est donc pas équivalente à l'énergie primaire. La différence entre l'énergie finale et utile est l'énergie perdue lors des étapes de production et de distribution de la chaleur et de froid.
- **Energie renouvelable** : Tel que défini dans la Directive européenne 2018/2001, énergie produite à partir de sources non fossiles renouvelables, à savoir l'énergie éolienne, l'énergie solaire (solaire thermique et solaire photovoltaïque) et géothermique, l'énergie ambiante, l'énergie marémotrice, houlomotrice et d'autres énergies marines, l'énergie hydroélectrique, la biomasse, les gaz de décharge, les gaz des stations d'épuration d'eaux usées et le biogaz.

## Abréviations

- AEER : L'Alliance Emploi-Environnement recentrée – Plan pluriannuel 2016-2019, 2016
- AGW : Arrêté du Gouvernement wallon
- BC : Besoin de chaleur
- BCS : Besoin de chaleur substituable
- BF : Besoin de froid
- BFS : Besoin de froid substituable
- CoDT : Code du développement territorial
- COMPIL-SER : Compilation des ressources d'énergie renouvelables
- CPAS : Centres publics d'action sociale
- CPE : Contrat de performance énergétique
- C-SER : Chaleur produite à partir de source d'énergie renouvelable
- CWaPE : Commission wallonne pour l'énergie (régulateur wallon du marché de l'énergie)
- CWHD : Code wallon de l'habitat durable
- GES : Gaz à effet de serre
- GW : Gouvernement wallon
- LGO : label de garantie d'origine
- PACE 2016-2022 : Le Plan Air Climat Energie 2016-2022
- PEB : Performance énergétique des bâtiments
- PLCP : Le Plan wallon de Lutte contre la Pauvreté, 2018
- PM4 : Le Plan Marshall 4.0, 2015
- PW : Parlement de Wallonie
- PWEC 2030 : La Contribution de la Wallonie au Plan National Énergie Climat 2030, 2019
- SDD : La 2ème Stratégie de Développement Durable, 2016
- SER : source d'énergie renouvelable
- SPW : Service Public de Wallonie
- SLSP : société de logement de service public
- SWR : La Stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment, 2017
- VAACN : Valeur annualisée et actualisée des coûts nets

# ***Chapitre 1 : Demande et offre de chaleur***

# I. Demande et offre de chaleur

## I.1. Rappel de l'Annexe VIII

Le point 1 de la partie I de l'Annexe VIII de la directive 2012/27/EU sur le contenu des évaluations complètes du potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid requiert :

La présentation de la demande de chaleur et de froid en termes d'énergie utile et de consommation d'énergie utile quantifié en GWh par an et par secteur :

- a. Résidentiel ;
- b. Tertiaire ;
- c. Industriel ;
- d. Tout autre secteur qui consomme individuellement plus de 5% de la demande nationale d'énergie utile de chaleur et de froid.

Concernant le point d, la Belgique réalise une analyse par région (Wallonie, Bruxelles et Flandre).

## I.2. Introduction

La source d'information, pour établir les besoins de chaleur en Wallonie, est le bilan énergétique officiel pour l'année 2016<sup>2</sup>. Celui-ci a été publié en 2019 par le SPW-Énergie. Il s'agit du bilan le plus récent à la date de lancement de la mission. Il reprend les statistiques de consommation d'énergie utilisées pour les rapports internationaux, en particulier les rapports demandés par l'Union européenne.

Les méthodes de rapportage utilisées pour établir ces bilans énergétiques ne seront pas expliquées dans ce rapport. Celles-ci font l'objet de rapports disponibles auprès du SPW-Énergie.

**Dans cette analyse, une distinction est faite entre les besoins de chaleur et les besoins de chaleur substituable.** Ces concepts sont définis dans le glossaire.

L'analyse des besoins de chaleur et des besoins de chaleur substituable, s'effectue pour chaque secteur d'activité du paysage énergétique wallon (résidentiel, tertiaire et industriel). Les consommations de l'agriculture et des transports sont exclues de l'analyse. L'agriculture représente moins de 1% de la consommation énergétique de la Wallonie en 2016. Par conséquent, la fraction de cette énergie dédiée à la chaleur et au froid apparaît comme négligeable pour l'analyse. Les transports ne sont pas concernés par des besoins de chaleur ou de froid. Par conséquent, 37.575 GWh sont ainsi exclus de l'analyse, soit près de 30% du bilan de consommation d'énergie finale de la Wallonie. Pour l'industrie, seule la consommation énergétique est concernée, soit 39.674 GWh sur les 44.539 GWh. La consommation dite non énergétique représente l'utilisation de combustible pour la fabrication des produits, comme le gaz naturel pour produire des engrais.

**Dans cette analyse, une distinction est également faite entre les besoins de chaleur en termes d'énergie finale et d'énergie utile.** Ces concepts sont définis dans le glossaire.

---

<sup>2</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019)



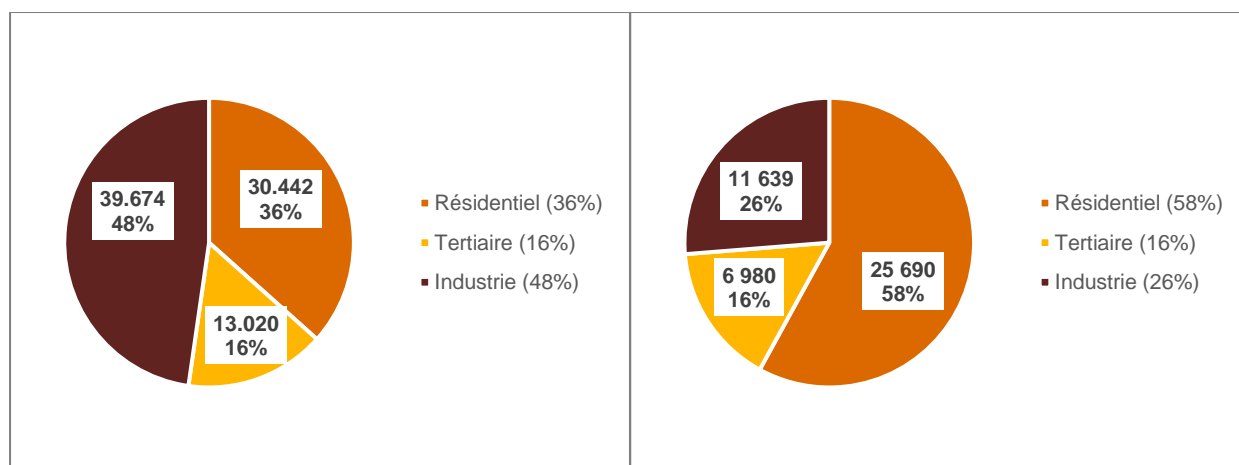
## I.3. Résultats globaux

La synthèse des besoins de chaleur en énergie finale est présentée dans le tableau ci-dessous, le détail par secteur est présenté dans les paragraphes suivants. En 2016, la consommation énergétique des secteurs résidentiel, tertiaire et industriel représente 83.137 GWh équivalant à 66,1% de la consommation totale de la Wallonie (125.772 GWh). La colonne « Besoins de chaleur substituable » correspond à la somme des usages : chauffage, chauffage d'appoint et ECS (marqués d'un 1 dans le tableau). La répartition des besoins de chaleur entre les différents usages présentés dans le tableau suit la répartition telle que présentée dans le bilan énergétique 2016<sup>3</sup>.

Secteurs (2016, GWh)	Chaleur process (haute t°)	Chauffage (1)	Chauffage d'appoint (1)	ECS (1)	Cuisson	Besoins de chaleur		Besoins de chaleur substituable ( $\Sigma 1$ )		Autres usages (hors chaleur)	Consommation énergétique totale
						Total	Part du total	Total	Part du total		
Résidentiel	-	19.148,6	2.782,3	3.759,5	817,2	26.507,5	87,1%	25.690,4	84,4%	3.935,0	<b>30.442,5</b>
Tertiaire	-	6.261,6	-	718,7	5,5	6.985,8	53,6%	6.980,3	53,6%	6.034,9	<b>13.020,7</b>
Industriel	18.085,2	11.639,3	-	-	-	29.724,5	74,9%	11.639,3	29,3%	9.949,5	<b>39.674,0</b>
<b>Total</b>	<b>18.085,2</b>	<b>37.049,5</b>	<b>2.782,3</b>	<b>4.478,2</b>	<b>822,7</b>	<b>63.217,9</b>	<b>76,1%</b>	<b>44.310</b>	<b>53,3%</b>	<b>19.919,3</b>	<b>83.137,2</b>

Tableau 1 : Synthèse des besoins de chaleur en Wallonie par usage pour chaque secteur en 2016 (GWh)

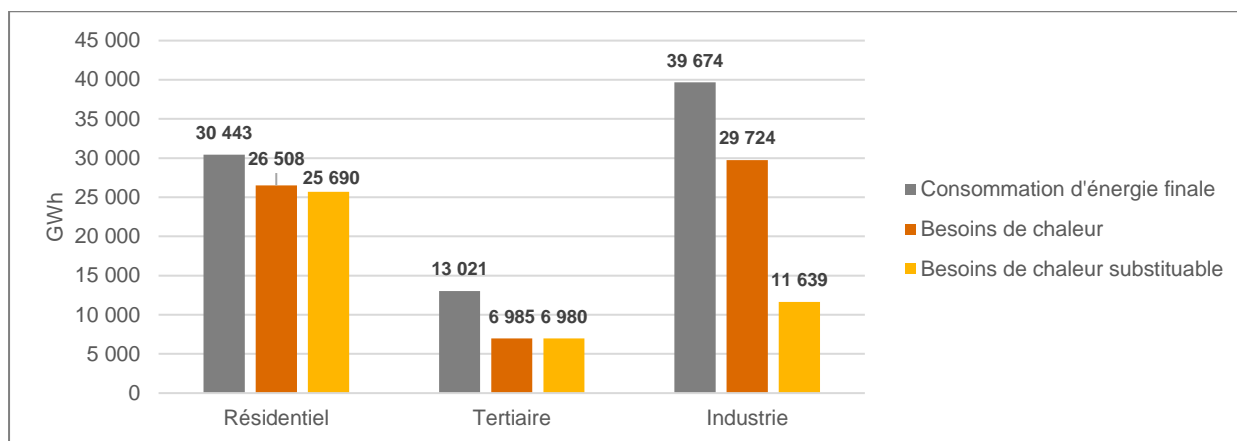
Pour ces trois secteurs, les besoins de chaleur (63.218 GWh) représentent 76,1% de leur consommation énergétique totale, ce qui montre l'importance de ces besoins dans le bilan énergétique. Plus de la moitié (53,3%) de la consommation d'énergie des trois secteurs sont des besoins de chaleur substituable, soit un total de 44.310 GWh. La contribution majeure dans ce total est apportée par les besoins du secteur résidentiel (25.690 GWh, 58%), ensuite par l'industrie (11.639 GWh, 26%) et enfin par le tertiaire (6.980 GWh, 16%).



Graphique 1 : Répartition de la consommation d'énergie finale par secteur en 2016 (GWh)

Graphique 2 : Répartition des besoins de chaleur substituable par secteur en 2016 (GWh)

<sup>3</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019), p.10



Graphique 3 : Présentation de la consommation d'énergie finale, des besoins de chaleur et des besoins de chaleur substituable par secteur en 2016 (GWh)

Ci-dessus, le Graphique 1 : Répartition de la consommation d'énergie finale par secteur en 2016 (GWh) présente la part de chaque secteur (résidentiel, tertiaire et industriel) dans la consommation d'énergie finale de ces trois secteurs cumulés. Le Graphique 2 : Répartition des besoins de chaleur substituable par secteur en 2016 (GWh) présente la part de ces trois secteurs dans l'ensemble des besoins de chaleur substituable.

Si l'industrie pèse pour près de la moitié (48%) de la consommation énergétique, les besoins de chaleur qui peuvent être apportés par un réseau ou une cogénération ne représentent qu'un quart du total des besoins substituables. À l'inverse, le logement, qui représente 36% de la consommation d'énergie finale, présente 58% des besoins de chaleur substituable, c'est de loin, le secteur avec le plus gros potentiel de substitution. Près de 97% des besoins de chaleur du secteur résidentiel sont des besoins de chaleur substituable.

## I.4. Besoins de chaleur dans le secteur résidentiel : énergie finale

### I.4.1. Sources et méthodologie

Le bilan énergétique régional du SPW-Énergie renseigne la consommation d'énergie finale par vecteur pour chaque usage dans le secteur résidentiel pour l'année 2016<sup>4</sup>. Les données du bilan énergétique sont rapportées dans cette étude sans être transformées.

Les usages de l'énergie consommée dans le secteur résidentiel sont répartis entre :

- Le chauffage principal qui peut être central (une unité de production et distribution de la chaleur dans les pièces d'habitation ou convecteurs électriques à accumulation) ou décentralisé (des convecteurs, poêles, inserts indépendants dans les pièces d'habitation) ;
- Le chauffage d'appoint (apport supplémentaire et limité dans le temps de chaleur) ;
- La production d'eau chaude sanitaire (ECS) ;
- La cuisson ;
- Les autres usages de l'électricité (éclairage, frigo, congélateur, machines pour le linge, etc.).

Les besoins de chaleur comprennent les usages du chauffage principal, du chauffage d'appoint, de l'ECS et de la cuisson. Les besoins de chaleur substituable, qui peuvent être couverts par un apport extérieur lié à un réseau de chaleur ou une cogénération ne comprennent pas les besoins de cuisson.

<sup>4</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019), p.13

Pour chaque usage, les vecteurs énergétiques assurant les besoins de chaleur sont présentés : gasoil, gaz naturel, charbon, butane-propane, bois, vapeur/cogénération, géothermie (profonde ou peu profonde), pompes à chaleur, solaire thermique et électricité (toute source confondue).

### **I.4.2. Résultats**

Selon la précision méthodologique ci-dessus et les données de l'année 2016, la consommation énergétique totale du secteur résidentiel est de 30.442 GWh et ses besoins de chaleur s'élèvent à 26.507 GWh, soit 87% de l'ensemble de ses besoins énergétiques.

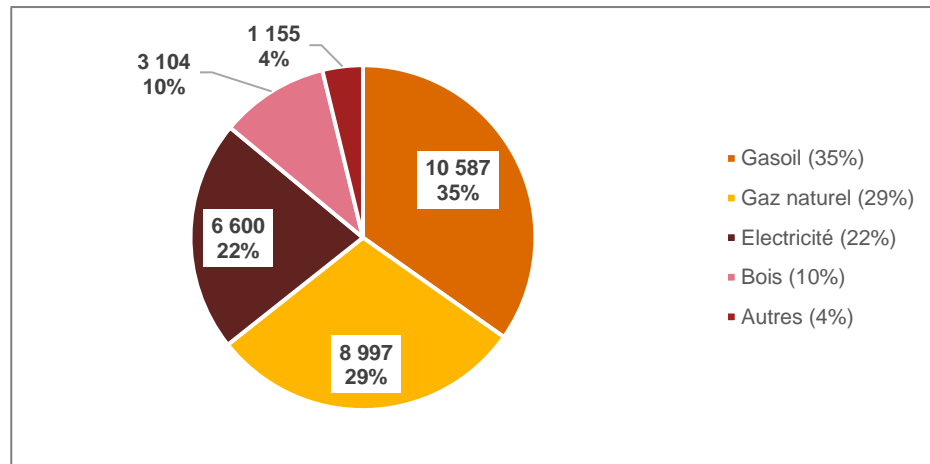
Les besoins de chaleur potentiellement substituable atteignent 25.690 GWh en 2016, soit 84% de la consommation totale du secteur et près de 97% de ses besoins de chaleur. Ces 25.690 GWh sont donc le potentiel théorique maximal substituable pour le secteur résidentiel au sein de la Wallonie.

Le détail des besoins de chaleur est donné par vecteur énergétique et par usage dans le Tableau 2 : Répartition de la consommation d'énergie finale du secteur résidentiel par vecteur et par usage en 2016 (GWh).

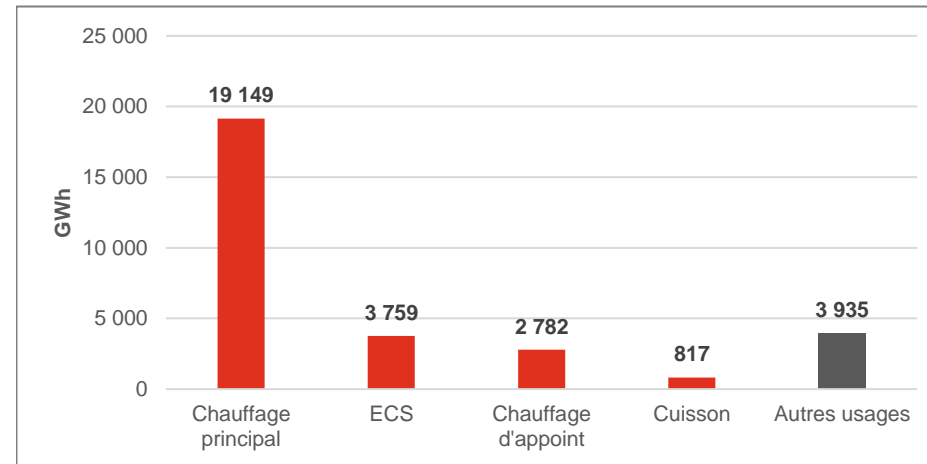
Ci-dessous, le Graphique 5 : Répartition des vecteurs énergétiques répondant aux besoins énergétiques du secteur résidentiel en 2016 (GWh) présente la répartition des vecteurs énergétiques répondant aux besoins énergétiques tandis que le Graphique 4 : Répartition des besoins énergétiques par usage du secteur résidentiel en 2016 (GWh) présente la répartition des usages de l'énergie. Dans le secteur résidentiel, le chauffage (principal et d'appoint) représente plus de 80% des besoins de chaleur. Les principaux vecteurs énergétiques sont le gasoil et le gaz naturel qui répondent respectivement à 39,9% et à 33,9% des besoins de chaleur du secteur. Les combustibles fossiles (gasoil, gaz naturel, charbon, butane/propane) répondent à plus de 75% des besoins de chaleur du secteur.

Type logement	Usage	Gasoil	Gaz naturel	Charbon	Butane / Propane	Bois	Vapeur cogen.	Géothermie	Pompes à chaleur	Solaire thermique	Electricité	Total
Tous logements	Cuisson	-	174,7	0,4	74,5	5,6	-	-	-	-	562,0	817,2
Tous logements	Eau chaude sanitaire	983,3	1.351,2	0,7	271,9	33,1	1,7	-	69,1	85,6	962,9	3.759,5
Besoins de chaleur – Total hors chauffage		983,3	1.525,9	11,1	346,3	2.365,6	1,7	-	69,1	85,6	1.524,9	4.576,7
Tous logements	Chauffage d'appoint	-	-	10,0	-	2.326,9	-	-	-	-	445,3	2.782,3
Appartements Chauff. princip.	Chauffage central	567,4	1.153,1	0,5	6,9	3,7	3,5	2,2	29,7	-	90,6	1.857,7
Appartements Chauff. princip.	Chauffage décentr.	3,7	84,7	8,1	6,7	8,3	-	-	-	-	63,8	175,3
Maisons unifamil. Chauff. princip.	Chauffage central	8.552,1	5.682,8	10,2	163,1	405,0	0,5	0,3	185,3	-	325,0	15.324,3
Maisons unifamil. Chauff. princip.	Chauffage décentr.	481,0	551,1	204,2	19,3	321,0	-	-	-	-	214,8	1.791,3
Besoins de chaleur – Total chauffage		9.604,2	7.471,6	233,1	195,9	3064,9	4,0	2,6	215,1	-	1.139,6	21.930,9
Besoins énergétiques – Hors chaleur		-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.935,0	3.935,0
Consommation énergétique totale		10.587,5	8.997,5	234,2	542,3	3.103,5	5,7	2,6	284,2	85,6	6.599,5	30.442,5
Part des besoins énergétiques assurés par vecteur		35%	29%	1%	2%	10%	0%	0%	1%	0%	22%	100%
Besoins de chaleur	Total	10.587,5	8.997,5	234,2	542,3	3.103,5	5,7	2,6	284,2	85,6	2.664,5	26.507,5
	En part du total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	40%	87%
Besoins de chaleur substituable	Total	10.587,5	8.822,8	233,8	467,8	3.097,9	5,7	2,6	284,2	85,6	2.102,5	25.690,4
	En part du total	100%	98%	100%	86%	100%	100%	100%	100%	100%	32%	84%

Tableau 2 : Répartition de la consommation d'énergie finale du secteur résidentiel par vecteur et par usage en 2016 (GWh)



Graphique 5 : Répartition des vecteurs énergétiques répondant aux besoins énergétiques du secteur résidentiel en 2016 (GWh)



Graphique 4 : Répartition des besoins énergétiques par usage du secteur résidentiel en 2016 (GWh)

## I.5. Besoins de chaleur dans le secteur résidentiel : énergie utile

### I.5.1. Sources et méthodologie

Étant donné que les données de consommation énergétiques sont présentées en termes d'énergie finale dans le bilan énergétique de 2016, l'objectif est d'estimer les pertes liées au processus de production et de distribution de chaleur. La formule exprimant cette relation est la suivante :

$$\text{Energie finale} = \text{Energie utile} + \text{Pertes d'énergie liées au processus}$$

Le rendement énergétique d'un équipement est le rapport entre l'énergie finale fournie et l'énergie utile délivrée à l'utilisateur final, cette relation est exprimée dans les formules suivantes :

$$\begin{aligned} \text{Rendement énergétique des équipements} &= \text{Energie utile} / \text{Energie finale} \\ \text{Energie utile} &= \text{Energie finale} * \text{Rendement énergétique des équipements} \end{aligned}$$

La méthodologie choisie pour estimer les besoins de chaleur du secteur résidentiel en termes d'énergie utile se base sur les vecteurs énergétiques et se compose des quatre étapes présentées ci-dessous :

#### Identification des usages principaux de chaque vecteur.

Le bilan énergétique régional 2016<sup>5</sup> décrit la répartition des vecteurs énergétiques entre les différents usages. Sur cette base, les usages principaux des différents vecteurs sont facilement identifiables. Une fois les usages principaux identifiés pour chaque vecteur, l'ensemble de l'énergie fournie par le vecteur énergétique est réparti entre ceux-ci au prorata de leur répartition initiale. L'objectif de cette manipulation est que l'entièreté de l'énergie finale du secteur soit répartie entre ces usages principaux de sorte qu'un rendement énergétique puisse être appliquée à toute l'énergie finale. Dans la plupart des cas, les usages principaux identifiés couvrent plus de 85% de l'apport du vecteur énergétique.

#### Identification des technologies de référence pour ces usages principaux.

Pour chaque usage principal identifié, une ou plusieurs technologies de référence y sont associées.

#### Estimation de la répartition de ces technologies.

Pour un vecteur énergétique donné, lorsque plusieurs technologies de référence sont associées à un même usage, la consommation énergétique de cet usage est répartie entre ces technologies sur base de leur répartition sur le marché<sup>6</sup>.

#### Estimation des rendements énergétiques de ces technologies.

Un rendement énergétique<sup>7</sup> est associé à chaque technologie de référence. Il s'agit de rendements instantanés Hs.

---

<sup>5</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019), p.13

<sup>6</sup> La répartition sur le marché est tirée principalement des documents et organismes suivants : Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid (ICEDD, 2019), « Compilation des données sur les installations produisant de l'électricité et/ou de la chaleur à partir de sources renouvelables d'énergie et les cogénérations aux énergies fossiles » (ICEDD, 2018), Valbiom, Energie+.

<sup>7</sup> Les rendements énergétiques sont tirés principalement des documents suivants : Stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment (SPW, 2017) ; Chapitre 4 : Analyse du bâti du Guide de la rénovation énergétique et durable des logements de Wallonie (SPW, 2014) ; Enquête sur la qualité de l'habitat en Wallonie – Résultats clés (CEHD, 2014)

## I.5.2.Résultats

Les besoins de chaleur du secteur résidentiel en termes d'énergie utile s'élèvent à 21.973 GWh. Par conséquent, le rendement énergétique moyen du secteur correspond à 83,5%.

Vecteurs énergétiques du résidentiel assurant les besoins de chaleur	Energie finale (GWh)	Usage principal	Part de l'usage principal dans l'utilisation du vecteur	Répartition du vecteur entre les usages principaux (%)	Consommation finale / usage (GWh)	Principales technologies	Répartition de la technologie dans l'usage principal associé	Répartition de la consommation finale (GWh)	Rendement	Énergie utile (GWh)
Gasoil	10.587,5	Chauffage centralisé	86,1%	100%	10.587,5	Chaudière à mazout à condensation	15,0%	1.588,1	90%	1.429,3
						Chaudière à mazout (>15 ans)	85,0%	8.999,4	82%	7.379,5
Gaz naturel	8.997,5	Chauffage centralisé	76,0%	83,5%	7.512,5	Chaudière gaz condensation	25,1%	1.885,6	90%	1.697,1
		Eau chaude sanitaire	15,0%	16,5%	1.485,0	Chaudière traditionnelle	74,9%	5.623,1	85%	4.779,9
Charbon	234,2	Chauffage décentralisé	90,7%	100%	234,2	Chaque-eau au gaz	100%	1.485,0	85%	1.262,2
Butane / Propane	542,3	Eau chaude sanitaire	50,1%	52,7%	285,6	Poêle à charbon	100%	234,2	74%	173,3
		Chauffage centralisé	31,3%	32,9%	178,5	Chaudière gaz condensation	100%	178,5	90%	257,0
Bois	3.103,5	Cuisson	13,7%	14,4%	78,2	Fourneau à gaz	100%	78,2	58%	45,4
		Chauffage d'appoint	78,2%	78,2%	2.427,0	Feu ouvert (bois)	4,0%	97,1	12%	11,6
		Chauffage principal	21,8%	21,8%	676,6	Poêle bois (>10 ans)	29,0%	703,8	35%	246,3
						Poêle bois (récent)	25,0%	606,7	70%	424,7
Vapeur cogen.	5,7	Chauffage centralisé	70,4%	100%	5,7	Poêle à pellets	42,0%	1.019,3	87%	886,8
						Chaudière à bûches	90,0%	608,9	80%	487,1
Géothermie	2,6	Chauffage centralisé	100%	100%	2,6	Chaudière à pellets	8,3%	56,1	80%	44,9
						Chaudière à plaquettes	1,7%	11,5	80%	9,2
Pompes à chaleur	93,6	Eau chaude sanitaire	28,2%	28,2%	26,4	Cogen gaz sur réseau	40,0%	2,3	55%	1,2
		Eau chaude sanitaire	100%	100%	85,6	Biomasse solide sur réseau	60,0%	3,4	75%	2,6
Solaire thermique	85,6	Eau chaude sanitaire	100%	100%	85,6	Géothermie profonde	100%	2,6	100%	2,6
Électricité	2.664,5	Eau chaude sanitaire	36,1%	48,9%	1.302,2	Pompe à chaleur Chauffage	100%	67,2	320%	215,1
		Cuisson	21,1%	28,5%	760,1	Pompe à chaleur ECS	100%	26,4	250%	66,0
		Chauffage d'appoint	16,7%	22,6%	602,3	Chaque-eau solaire	100%	85,6	100%	85,6
Total de la consommation d'énergie finale pour les besoins de chaleur				26.317,0		Total des besoins d'énergie utile nécessaires pour répondre aux besoins de chaleur		21.973,3		

Tableau 3 : Présentation de la méthodologie de conversion de l'énergie finale en énergie utile pour le secteur résidentiel (2016)

## I.6. Les besoins de chaleur dans le secteur tertiaire : énergie finale

### I.6.1. Sources et méthodologie

Les bilans énergétiques régionaux du SPW-Énergie renseignent la consommation par vecteur énergétique, par sous-branche et par usage dans le secteur tertiaire pour l'année 2016<sup>8</sup>. À cause d'un problème de rapportage dans le détail des données dans ce document, les données présentées dans cette partie sont estimées sur base des chiffres de l'année 2017<sup>9</sup>. Pour chaque sous-branche du secteur tertiaire, la part de chaque usage dans la consommation énergétique est identifiée. Ensuite, ces ratios sont appliqués à la consommation énergétique de l'année 2016 de chaque sous-branche afin de trouver la répartition par usage en GWh.

Les usages de l'énergie consommée dans le secteur tertiaire sont répartis entre :

- Le chauffage ;
- La production d'eau chaude sanitaire (ECS) ;
- La cuisson ;
- Les autres usages (conditionnement d'air, de bureautique, éclairage, ...).

Les besoins de chaleur comprennent les usages du chauffage, de l'ECS et de la cuisson. Les besoins de chaleur substituable, qui peuvent être couverts par un apport extérieur lié à un réseau de chaleur ou une cogénération ne comprennent pas les besoins de cuisson. Les besoins en lien avec des procédés semi-industriel rencontrés dans le tertiaire (blanchisserie, stérilisation, etc...) ne sont pas considérés dans cette analyse, faute de données suffisamment représentatives du secteur. Il est donc fort probable que le besoin soit légèrement sous-estimé.

Le bilan énergétique présente également la répartition des vecteurs répondant à l'ensemble des besoins énergétiques : produits pétroliers, gaz naturel, électricité et autres. Le détail du bilan énergétique offre également un découpage des besoins énergétiques par sous-branche du secteur tertiaire : commerce, transport et communication, banques/assurances/services aux entreprises, enseignement, santé, culture et sports, autres services, administration et divers.

### I.6.2. Résultats

Selon la précision méthodologique ci-dessus et les données de l'année 2016, la consommation énergétique du secteur tertiaire est de 13.021 GWh et ses besoins de chaleur s'élèvent à 6.986 GWh, soit 53,7% de l'ensemble de ses besoins énergétiques.

Les besoins de chaleur substituable atteignent 6.980 GWh en 2016, soit 53,6% de la consommation totale du secteur et près de la totalité (99,9%) de ses besoins de chaleur. Ces 6.980 GWh sont donc le potentiel maximal substituable pour le tertiaire au sein de la Région wallonne.

Le détail des besoins de chaleur est donné par usage et par sous-branche dans le Tableau 4. Ci-dessous, le Graphique 7 présente la répartition des vecteurs énergétiques répondant aux besoins énergétiques tandis que le Graphique 6 présente la répartition des usages de l'énergie. Dans le secteur tertiaire, le chauffage représente près de 90% des besoins de chaleur. Il est à noter que la branche « Commerce » nécessite plus de 40% des besoins de chaleur du secteur tertiaire. Les principaux vecteurs énergétiques sont l'électricité (46%), le gaz naturel (35%) et les produits pétroliers (17%). La colonne « Besoins de chaleur substituable » correspond à la somme des usages : total chauffage et ECS (marqués d'un 1 dans le tableau). La répartition des besoins de chaleur entre les différents usages présentés dans le tableau suit la répartition telle que présentée dans le bilan énergétique 2016<sup>10</sup>.

---

<sup>8</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019), p.15-16

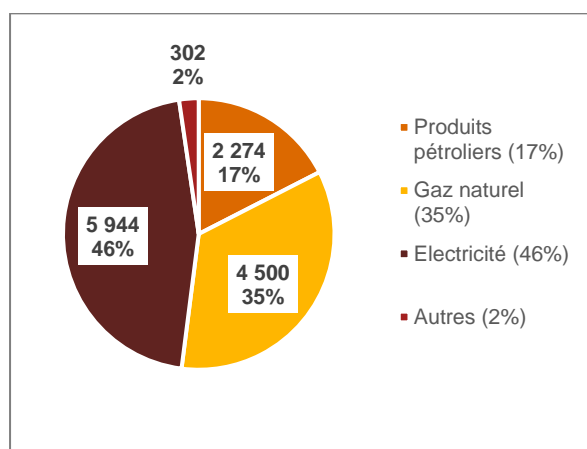
<sup>9</sup> Inventaire Réseaux de chaleur et de froid 2017 (ICEDD, 2020)

<sup>10</sup> Ibid.

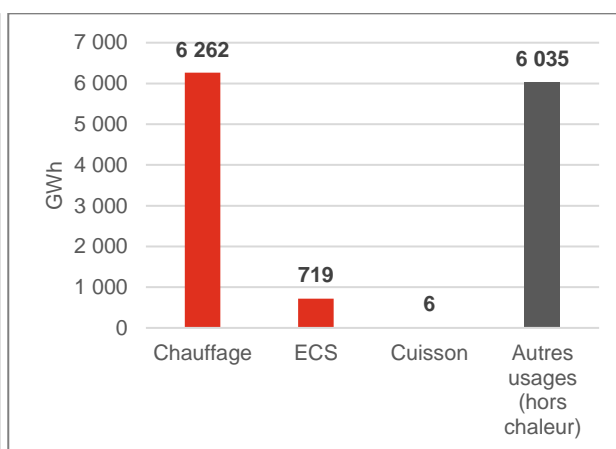


Secteur tertiaire (2016, GWh)	Total Chauffage (1)	ECS (1)	Cuisson	Besoin de chaleur		Besoins de chaleur substituable ( $\Sigma 1$ )		Autres usages (hors chaleur)	Consommation énergétique totale
				Total	Part du total	Total	Part du total		
Commerce	2563,1	243,4	5,5	2812,1	55,8%	2806,6	55,7%	2.230,3	5.042,3
Transport et communication	218,8	24,2	-	243,0	45,0%	243,0	45,0%	297,2	540,2
Banques assur et serv.aux entr.	246,3	20,8	-	267,0	23,7%	267,0	23,7%	857,6	1.124,6
Enseignement	1103,8	57,3	-	1161,1	77,0%	1161,1	77,0%	346,2	1.507,3
Santé	621,7	218,1	-	839,8	56,2%	839,8	56,2%	655,8	1.495,6
Culture sports	361,1	40,9	-	402,0	61,5%	402,0	61,5%	251,9	653,9
Autres services	445,6	51,3	-	496,8	77,9%	496,8	77,9%	141,2	638,1
Administration	622,5	53,5	-	675,9	64,6%	675,9	64,6%	369,8	1.045,8
Divers	78,9	9,2	-	88,1	9,1%	88,1	9,1%	884,8	972,9
<b>Total</b>	<b>6.261,6</b>	<b>718,7</b>	<b>5,5</b>	<b>6.985,9</b>	<b>53,7%</b>	<b>6.980,3</b>	<b>53,6%</b>	<b>6.034,8</b>	<b>13.020,7</b>

Tableau 4 : Répartition de la consommation d'énergie finale par usage pour chaque branche du secteur tertiaire en 2016 (GWh)



Graphique 7: Répartition des vecteurs énergétiques répondant aux besoins énergétiques du secteur tertiaire en 2016 (GWh)



Graphique 6: Répartition des besoins énergétiques par usage du secteur tertiaire en 2016 (GWh)

## I.7. Les besoins de chaleur dans le secteur tertiaire : énergie utile

### I.7.1. Sources et méthodologie

L'approche choisie pour estimer les besoins de chaleur du secteur tertiaire en termes d'énergie utile se base sur les vecteurs énergétiques et se compose de cinq étapes.

#### Estimation de la part de chaque vecteur répondant aux besoins de chaleur.

Pour le secteur tertiaire, le bilan énergétique ne répartit pas les vecteurs énergétiques par usage. Il faut donc, dans un premier temps, estimer la part de chaque vecteur énergétique destinée à répondre aux besoins de chaleur.

#### Identification des usages principaux de chaque vecteur.

Pour chaque vecteur énergétique, sont identifiés plusieurs usages principaux.

#### Identification des technologies de référence pour ces usages principaux.

Pour chaque usage principal identifié, une ou plusieurs technologies de référence y sont associées.

## Estimation de la répartition de ces technologies.

L'énergie finale de chaque vecteur énergétique destinée aux besoins de chaleur est répartie entre les différentes technologies.

## Estimation des rendements énergétiques de ces technologies.

Un rendement énergétique est associé à chaque technologie de référence<sup>11</sup>. Il s'agit de rendements instantanés Hs. Pour le rendement énergétique de la catégorie « Autres », le rendement moyen du secteur tertiaire est appliqué. L'impact de cette hypothèse sur l'estimation est très faible étant donné que cette catégorie pèse à peine plus d'1% des besoins de chaleur.

### I.7.2.Résultats

Les besoins de chaleur du secteur tertiaire en termes d'énergie utile s'élèvent à 6.004 GWh. Par conséquent, le rendement énergétique moyen du secteur correspond à 85,6%.

Vecteurs énergétiques assurant les besoins de chaleur	Énergie finale (GWh)	Usage principal	Principales technologies	Part	Répartition de l'énergie finale (GWh)	Rendement de la technologie	Énergie utile (GWh)
Gaz naturel	4.493,9	Chauffage	Chaudière gaz condensation	30%	1.348,2	93%	1.253,8
		Chauffage	Chaudière traditionnelle	60%	2.696,3	80%	2.157,1
		ECS	Chauffe-eau au gaz	10%	449,4	80%	359,5
Produits pétroliers	2.273,9	Chauffage	Chaudière à mazout à condensation	10%	227,4	90%	204,7
		Chauffage	Chaudière à mazout (>15 ans)	80%	1.819,1	82%	1.491,7
		ECS	Chaudière ECS	10%	227,4	82%	186,5
Électricité	150,2	Chauffage	Chauffage électrique direct	30%	45,1	100%	45,1
		ECS	Boiler ECS	31%	46,9	100%	46,9
		Chauffage	PAC	39%	58,6	300%	175,7
Autres	67,9		Autres technologies	100%	67,9	86%	58,4
Total de la consommation d'énergie finale pour les besoins de chaleur	6.985,9				Total des besoins d'énergie utile nécessaires pour répondre aux besoins de chaleur		5.979,4

Tableau 5 : Présentation de la méthodologie de conversion de l'énergie finale en énergie utile pour le secteur tertiaire (2016)

<sup>11</sup> Les rendements énergétiques sont tirés principalement des documents suivants : Stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment (SPW, 2017) ; Chapitre 4 : Analyse du bâti du Guide de la rénovation énergétique et durable des logements de Wallonie (SPW, 2014) ; Enquête sur la qualité de l'habitat en Wallonie – Résultats clés (CEHD, 2014)

## I.8. Les besoins de chaleur dans le secteur industriel : énergie finale

### I.8.1. Sources et méthodologie

Les bilans énergétiques régionaux du SPW-Énergie renseignent la consommation par vecteur énergétique, par sous-branche dans le secteur industriel pour l'année 2016<sup>12</sup>. Les données du bilan énergétique sont rapportées dans cette étude sans être transformées. Les usages de l'énergie consommée dans le secteur industriel sont répartis entre :

- Le chaleur process (haute température) ;
- La chaleur substituable ;
- Les autres usages (conditionnement d'air, réfrigération, éclairage, ...).

Les besoins de chaleur du secteur sont calculés en additionnant la chaleur process et la chaleur substituable.

Le bilan énergétique présente également la répartition des vecteurs répondant à l'ensemble des besoins énergétiques : solides et gaz dérivés, produits pétroliers, gaz naturel, électricité et autres. L'analyse offre également un découpage des besoins énergétiques par sous-branche du secteur industriel : sidérurgie, non ferreux, chimie, minéraux non métalliques, alimentation, textile, papier, fabrications métalliques et autres industries.

### I.8.2. Résultats

Selon les données de l'année 2016, la consommation énergétique du secteur industriel est de 39.674 GWh et ses besoins de chaleur s'élèvent à 29.724 GWh, soit 74,9% de l'ensemble de ses besoins énergétiques.

Les besoins de chaleur substituable (<250°C) atteignent 11.639 GWh en 2016, soit 29,3% de la consommation totale du secteur et près de 40% de ses besoins de chaleur. Ces 11.639 GWh sont donc le potentiel maximal substituable pour le secteur industriel en Wallonie. Il est à prendre en compte que le besoin de chaleur substituable est influencé par le régime de température. En effet, l'usage de la cogénération et des réseaux de chaleur est facilité pour des températures de distribution inférieure à 90°C. Malheureusement nous ne disposons pas de données permettant d'isoler ce besoin. L'ensemble est donc considéré comme substituable. Le détail des besoins de chaleur est donné par vecteur énergétique et par sous-branche dans le Tableau 6. Ce tableau ne suit pas la même structure que ceux présentant les données des secteurs résidentiel et tertiaire (sur base des usages) puisque les usages ne sont pas identifiés pour le secteur industriel dans le bilan énergétique. Ci-dessous, le Graphique 8 présente la répartition des vecteurs énergétiques répondant aux besoins énergétiques tandis que le Graphique 9 présente la répartition des usages de l'énergie. Dans le secteur industriel, le chaleur process représente plus de 60% des besoins de chaleur. Les principaux vecteurs énergétiques sont le gaz naturel (35%) et l'électricité (25%). La répartition des besoins de chaleur entre les différents vecteurs présentés dans le tableau suit la répartition telle que présentée dans le bilan énergétique 2016<sup>13</sup>.

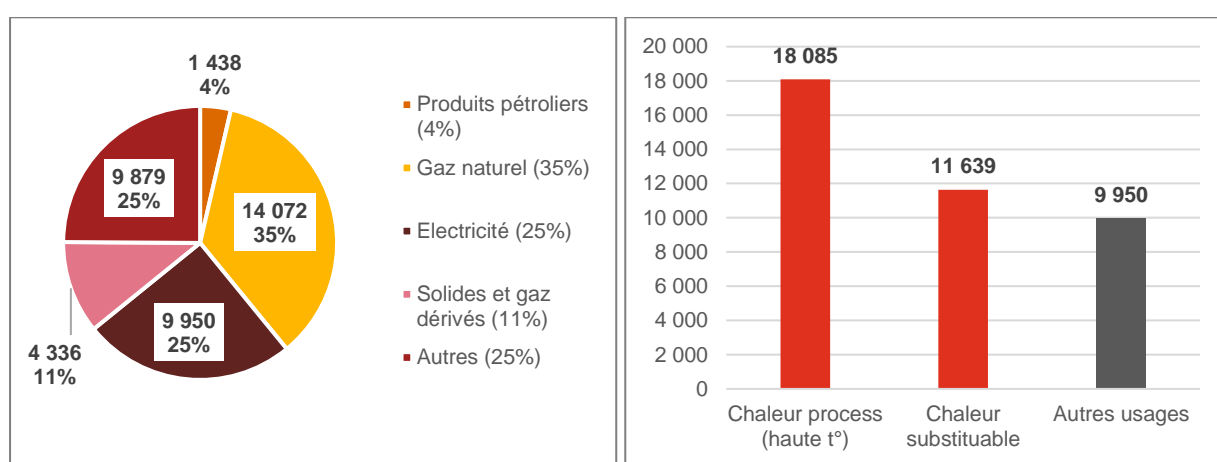
---

<sup>12</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019), p.19

<sup>13</sup> Ibid.

Secteur industriel (2016, GWh)	Solides et gaz dérivés	Produits pétroliers	Gaz naturel	Electricité	Autres vecteurs	Besoin de chaleur		Besoins de chaleur substituable		Consommation énergétique totale (hors NE)
						Total	Part du total	Total	Part du total	
Sidérurgie	123,3	23,0	3.221,5	1.916,3	12,6	3.380,3	63,8%	169,0	3,2%	5.296,7
Non ferreux	-	14,6	117,5	67,1	-	132,1	66,3%	6,6	3,3%	199,1
Chimie	-	161,6	3.405,7	2.933,3	1.956,8	5.524,1	65,3%	4.081,8	48,3%	8.457,4
Minéraux non métalliques	4.123,6	549,7	3.710,8	1.733,2	2.754,9	11.139,0	86,5%	305,4	2,4%	12.872,2
Alimentation	38,4	142,2	2.330,5	1.304,7	1.547,2	4.058,2	75,7%	2.922,4	54,5%	5.362,8
Textile	-	7,0	56,4	157,7	-	63,4	28,7%	48,2	21,8%	221,1
Papier	-	201,0	484,9	720,1	2.390,5	3.076,4	81,0%	2.830,3	74,5%	3.796,5
Fabrications métalliques	50,3	151,5	526,3	527,8	9,0	737,1	58,3%	420,1	33,2%	1.264,9
Autres industries	-	187,6	218,5	589,3	1.207,8	1.613,9	73,3%	855,4	38,8%	2.203,2
<b>Total</b>	<b>4.335,6</b>	<b>1.438,1</b>	<b>14.072,0</b>	<b>9.949,5</b>	<b>9.878,8</b>	<b>29.724,5</b>	<b>74,9%</b>	<b>11.639,3</b>	<b>29,3%</b>	<b>39.674,0</b>

Tableau 6 : Répartition de la consommation d'énergie finale par usage pour chaque sous-branche du secteur industriel en 2016 (GWh)



Graphique 8 : Répartition des vecteurs énergétiques répondant aux besoins énergétiques du secteur industriel en 2016 (GWh)

Graphique 9 : Répartition des besoins énergétiques par usage du secteur industriel en 2016 (GWh)

## I.9. Les besoins de chaleur dans le secteur industriel : énergie utile

### I.9.1. Sources et méthodologie

L'approche choisie pour estimer les besoins de chaleur du secteur industriel en termes d'énergie utile se base sur les différents secteurs de l'industrie et sur l'expertise du facilitateur industrie désigné par la Wallonie. Cinq secteurs rassemblent 91% des besoins de chaleur industriels, à savoir la sidérurgie, la chimie, les minéraux non métalliques, l'alimentation et le papier. Pour chacun d'entre eux, le facilitateur industrie a déterminé un rendement énergétique sur base des données des audits réalisés dans le cadre des Accords de Branches (voir glossaire). Pour les autres secteurs industriels, le rendement énergétique moyen des cinq précédents (au prorata de la consommation) a été appliqué, soit 73%.

## I.9.2. Résultats

Les besoins de chaleur du secteur industriel en termes d'énergie utile s'élèvent à 21.673 GWh. Par conséquent, le rendement énergétique moyen du secteur correspond à 73%. Il s'agit d'un rendement instantané Hs.

Branches du secteur industriel	Énergie finale (GWh)	Rendement	Énergie utile (GWh)
Sidérurgie	3.380,3	69%	2.332,4
Non ferreux	132,1	73%	96,4
Chimie	5.524,1	48%	2.651,6
Minéraux non métalliques	11.139,0	93%	10.359,2
Alimentation	4.058,2	70%	2.840,7
Textile	63,4	73%	46,3
Papier	3.076,4	53%	1.630,5
Fabrications métalliques	737,1	73%	538,1
Autres industries	1.613,9	73%	1.178,1
<b>Total de la consommation d'énergie finale du secteur industriel pour les besoins de chaleur</b>	<b>29.724,5</b>	<b>Total des besoins d'énergie utile nécessaires pour répondre aux besoins de chaleur</b>	<b>21.673,4</b>

Tableau 7 : Présentation de la méthodologie de conversion de l'énergie finale en énergie utile pour le secteur industriel (2016)

## I.10. Synthèse

**En 2016, la consommation énergétique liée à la chaleur se répartit comme suit entre les différents secteurs :**

- Secteur résidentiel : 42%, soit 26.508 GWh
- Secteur tertiaire : 11%, soit 7.022 GWh
- Secteur industriel : 47%, soit 29.724 GWh

Pour ces trois secteurs, les besoins de chaleur (63.218 GWh) représentent 76,1% de leur consommation énergétique totale

**En 2016, les principaux usages de la chaleur sont les suivants :**

- Secteur résidentiel : le chauffage représente 21.931 GWh, soit 83% de la consommation de chaleur
- Secteur tertiaire : le chauffage représente 6.262 GWh, soit 89% de la consommation de chaleur
- Secteur industriel : la chaleur process (haute température représente 18.085 GWh, soit 61% de la consommation de chaleur

**En 2016, les principaux vecteurs énergétiques, assurant l'ensemble de la consommation énergétique (pas seulement la chaleur) de chaque secteur, sont les suivants :**

- Secteur résidentiel : le mazout (35%), le gaz naturel (29%) et l'électricité (22%)
- Secteur tertiaire : l'électricité (46%), le gaz naturel (35%) et le mazout (17%)
- Secteur industriel : le gaz naturel (35%) et l'électricité (25%)

**En 2016, en moyenne, les rendements énergétiques des différentes technologies produisant de la chaleur sont les suivants :**

- Secteur résidentiel : 83,5%

# *Chapitre 2 : Demande et offre de froid*

## II. Demande et offre de froid

### II.1. Rappel de l'Annexe VIII

Le point 1 de la partie I de l'Annexe VIII de la directive 2012/27/EU sur le contenu des évaluations complètes du potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid requiert :

La présentation de la demande de chaleur et de froid en termes d'énergie utile et de consommation d'énergie utile quantifié en GWh par an et par secteur :

- a. Résidentiel ;
- b. Tertiaire ;
- c. Industriel ;
- d. Tout autre secteur qui consomme individuellement plus de 5% de la demande nationale d'énergie utile de chaleur et de froid.

### II.2. Introduction

La source d'information, pour établir les besoins de froid en Wallonie en 2016, est le bilan énergétique<sup>14</sup> officiel publié par le SPW-Énergie, qui correspond aux statistiques de consommation d'énergie utilisées pour les rapportages internationaux, pour répondre aux directives européennes consacrées à l'énergie et pour les politiques régionales en cette matière.

L'auteur de la présente étude n'expliquera pas les méthodes de rapportage utilisées pour établir ces bilans énergétiques, elles font l'objet de rapports disponibles auprès du SPW-Énergie.

**Dans cette analyse, une distinction est faite entre les besoins de froid et les besoins de froid substituable.** Ces concepts sont définis dans le glossaire.

L'analyse des besoins de froid, globaux et substituables, s'effectue pour chaque secteur d'activité du paysage énergétique wallon (résidentiel, tertiaire et industriel). Les consommations de l'agriculture et des transports sont exclues de l'analyse. L'agriculture représente moins de 1% de la consommation énergétique de la Wallonie en 2016. Par conséquent, la fraction de cette énergie dédiée à la chaleur et au froid apparaît comme négligeable pour l'analyse. De plus, il n'y a pas de statistiques disponibles pour ce secteur à ce sujet. Les transports ne sont pas concernés par des besoins de chaleur ou de froid.

**Dans cette analyse, une distinction est également faite entre les besoins de froid en termes d'énergie finale et d'énergie utile.** Ces concepts sont définis dans le glossaire.

### II.3. Résultats globaux

La synthèse des besoins de froid est présentée dans le tableau ci-dessous, le détail par secteur est présenté dans les paragraphes suivants. En 2016, la consommation énergétique des secteurs résidentiel, tertiaire et industriel représenté 83.137 GWh équivalant à 66,1% de la consommation totale de la Wallonie (125.772 GWh). La colonne « Besoins de froid substituable » correspond à l'usage : conditionnement d'air (marqué d'un 1 dans

---

<sup>14</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019)

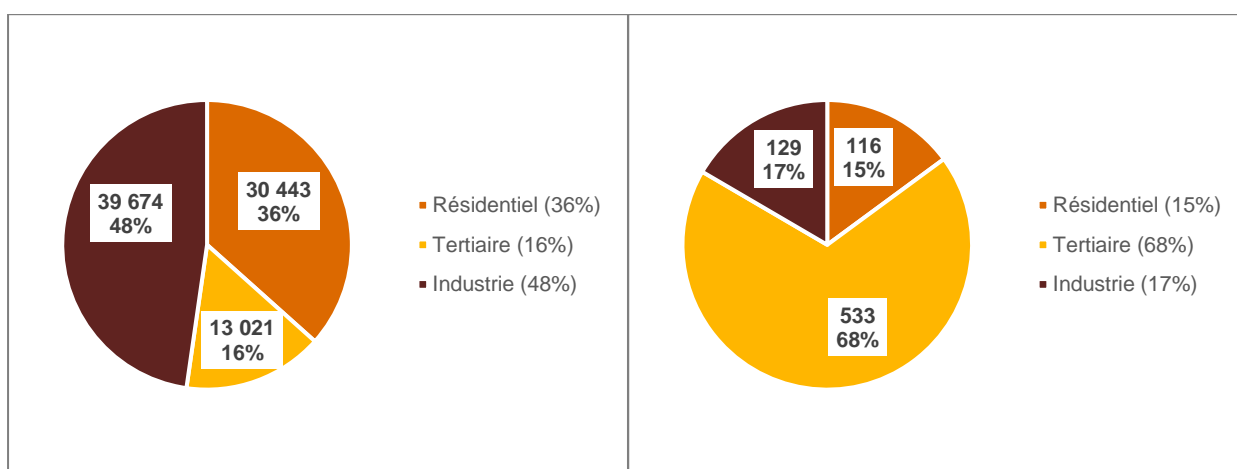


le tableau). La répartition des besoins de froid entre les différents usages présentés dans le tableau suit la répartition telle que présentée dans le bilan énergétique 2016<sup>15</sup>.

Secteurs (2016, GWh)	Conditionnement d'air (1)	Réfrigération	Besoins de froid		Besoins de froid substituable ( $\Sigma 1$ )		Autres usages (hors froid)	Consommation énergétique totale
			Total	Part du total	Total	Part du total		
Résidentiel	116,0	881,0	997,0	3,3%	116,0	0,4%	29.445,5	<b>30.442,5</b>
Tertiaire	532,6	381,3	913,9	7,0%	532,6	4,1%	12.106,8	<b>13.020,7</b>
Industriel	129,1	723,0	852,1	2,1%	129,1	0,3%	38.821,9	<b>39.674,0</b>
<b>Total</b>	<b>777,7</b>	<b>1.985,3</b>	<b>2.763,0</b>	<b>3,3%</b>	<b>777,7</b>	<b>0,9%</b>	<b>80.374,2</b>	<b>83.137,2</b>

Tableau 8 : Synthèse des besoins de froid par usage et par secteur en Wallonie en 2016 (GWh)

Pour ces trois secteurs, les besoins de froid (2.763 GWh) représentent 3,3% de leur consommation énergétique totale. Parmi ces besoins de froid, 28% d'entre eux sont des besoins de froid substituable, soit un total de 777,7 GWh. La contribution majeure dans ce total est apportée par les besoins du secteur tertiaire (532,5 GWh, 68%), ensuite par l'industrie (129,1 GWh, 17%) et enfin par le résidentiel (116 GWh, 15%).



Graphique 11 : Répartition de la consommation finale d'énergie par secteur en 2016 (GWh)

Graphique 10 : Répartition des besoins de froid substituable par secteur en 2016 (GWh)

Les graphiques ci-dessus représentent, respectivement à gauche et à droite, la part de chaque secteur dans la consommation énergétique totale et la part de ces trois secteurs dans les besoins de froid substituable.

Si 48% de la consommation finale (hors agriculture et transport) est due à l'industrie, sa contribution aux besoins de froid substituable n'est que de 17%. L'essentiel des besoins de froid substituable (68%) proviennent du secteur tertiaire, alors que sa contribution dans la consommation totale ne pèse que 16%. Enfin, le secteur résidentiel, malgré ses 36% dans la consommation finale ne contribue que pour 15% aux besoins de froid substituable.

<sup>15</sup> Ibid., p.20

## II.4. Les besoins de froid dans le secteur résidentiel : énergie finale

### II.4.1. Sources et méthodologie

Les bilans énergétiques régionaux du SPW-Énergie renseignent la consommation d'énergie finale pour chaque usage des besoins de froid du secteur résidentiel pour l'année 2016<sup>16</sup>. Les données du bilan énergétique sont rapportées dans cette étude sans être transformées.

Les besoins de froid comprennent les usages du conditionnement d'air de la réfrigération. Les besoins de froid substituable, qui peuvent être couverts par un apport extérieur lié à un réseau de chaleur ou une cogénération ne comprennent pas les besoins de réfrigération.

### II.4.2. Résultats

Selon les données de l'année 2016, la consommation énergétique totale du secteur résidentiel est de 30.442 GWh et ses besoins de froid s'élèvent à 997 GWh soit 3,3% de l'ensemble de ses besoins énergétiques. L'électricité est le vecteur énergétique assurant l'ensemble des besoins de froid, 15,1% de la consommation électrique du secteur résidentiel est destinée aux besoins de froid.

Les besoins de froid substituable (conditionnement d'air) atteignent 116 GWh en 2016, soit 0,4% de la consommation totale du secteur et 11,6% de ses besoins de froid. Ces 116 GWh sont donc le potentiel maximal substituable pour le résidentiel en région wallonne.

Le détail des besoins de froid est donné dans le tableau suivant. Dans le secteur résidentiel, près de 90% des besoins de froid proviennent de la réfrigération.

Type logement	Usage	Electricité	Total
Tous logements	Conditionnement d'air	116	116
Tous logements	Réfrigération	881	881
Tous logements	Autres usages (hors froid)	5.603	29.446
<b>Consommation énergétique totale</b>		<b>6.599</b>	<b>30.442</b>
Besoin de froid	Total	997	997
	En part du total	15,1%	3,3%
Froid substituable	Total	116	116
	En part du total	1,8%	0,4%

Tableau 9 : Répartition de la consommation d'énergie finale liée aux besoins de froid en 2016 (GWh)

<sup>16</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019)

## II.5. Les besoins en froid dans le secteur résidentiel : énergie utile

### II.5.1. Sources et méthodologie

L'approche choisie pour estimer les besoins de froid du secteur résidentiel en termes d'énergie utile se base sur les usages du froid et se compose de quatre étapes qui sont présentées ci-dessous :

#### Identification des usages principaux.

Le besoin de froid se répartissent entre deux usages : le conditionnement de l'air et la réfrigération. Tous les besoins de froid sont alimentés par de l'électricité.

#### Identification des technologies de référence usages principaux.

Pour chaque usage principal, une ou plusieurs technologies de référence y sont associées.

#### Estimation de la répartition de ces technologies.

Lorsque plusieurs technologies de référence sont associées à un même usage, un taux de répartition est attribué à chacune d'entre elles sur base de leur présence sur le marché.

#### Estimation des rendements énergétiques de ces technologies.

Un rendement énergétique est associé à chaque technologie de référence.

### II.5.2. Résultats

Les besoins de froid du secteur résidentiel en termes d'énergie utile s'élèvent à 2.354 GWh. Par conséquent, le rendement énergétique moyen du secteur correspond à 236%.

Vecteurs énergétiques du résidentiel	Energie finale (GWh)	Usage principal	Part de l'usage principal (%)	Part de l'usage principal (GWh)	Principales technologies	Répartition sur le marché	Répartition de la consommation finale (GWh)	Rendement	Énergie utile (GWh)
Électricité	997,0	Réfrigération	88,4%	881,0	Electroménager - ancien	44,4%	391,6	200%	783,1
					Electroménager - récent	55,6%	489,4	250%	1.223,6
		Conditionnement d'air	11,6%	116,0	Détente directe/condensation à air	100%	116,0	300%	348,0
Total de la consommation d'énergie finale pour les besoins de froid	997,0			997,0		Total des besoins d'énergie utile nécessaires pour répondre aux besoins de froid			2.354,7

Tableau 10 : Présentation de la méthode de conversion de l'énergie finale répondant aux besoins de froid en énergie utile pour le secteur résidentiel (2016)

## II.6. Les besoins de froid dans le secteur tertiaire : énergie finale

### II.6.1. Sources et méthodologie

Les bilans énergétiques régionaux du SPW-Énergie renseignent la consommation d'énergie finale pour chaque usage des besoins de froid et pour chaque sous-branche du secteur tertiaire pour l'année 2016<sup>17</sup>. À cause d'un problème de rapportage dans le détail des données dans ce document, les données présentées dans cette partie sont estimées sur base des chiffres de l'année 2017<sup>18</sup>. Pour chaque sous-branche du secteur tertiaire, la part de chaque usage dans la consommation énergétique est identifiée. Ensuite, ces ratios sont appliqués à la consommation énergétique de l'année 2016 de chaque sous-branche afin de trouver la répartition par usage en GWh.

Les besoins de froid comprennent les usages du conditionnement d'air de la réfrigération. Les besoins de froid substituable, qui peuvent être couverts par un apport extérieur lié à un réseau de chaleur ou une cogénération ne comprennent pas les besoins de réfrigération.

### II.6.2. Résultats

Selon la précision méthodologique ci-dessus et les données de l'année 2016, la consommation énergétique du secteur tertiaire est de 13.021 GWh et ses besoins de froid s'élèvent à 894,9 GWh, soit 6,9% de l'ensemble de ses besoins énergétiques.

Les besoins de froid substituable (conditionnement d'air) atteignent 518,4 GWh en 2016, soit 4% de la consommation totale du secteur et 58% de ses besoins de froid. Ces 518,4 GWh sont donc le potentiel maximal substituable pour le secteur tertiaire au sein de la Wallonie.

Le détail des besoins de froid est donné par branche d'activité et par usage dans le tableau suivant. Dans le secteur tertiaire, les besoins de froid se répartissent de la manière suivante : 58% pour le conditionnement de l'air et 42% pour la réfrigération. Il est à noter que la branche « Commerce » représente plus de 95% des besoins de réfrigération du secteur.

Secteur tertiaire (2016, GWh)	Conditionnement d'air (1)	Réfrigération	Besoin de froid		Besoins de froid substituable ( $\Sigma$ 1)		Autres usages (hors froid)	Consommation énergétique totale
			Total	Part du total	Total	Part du total		
Commerce	255,5	363,1	618,6	12,3%	255,5	5,1%	4.423,8	5.042,3
Transport et communication	28,9	-	28,9	5,4%	28,9	5,4%	511,3	540,2
Banques assur et serv.aux entr.	78,1	-	78,1	6,9%	78,1	6,9%	1.046,5	1.124,6
Enseignement	28,8	13,4	42,2	2,8%	28,8	1,9%	1.465,1	1.507,3
Santé	43,5	-	43,5	2,9%	43,5	2,9%	1.452,1	1.495,6
Culture sports	22,8	-	22,8	3,5%	22,8	3,5%	631,0	653,9
Autres services	11,7	-	11,7	1,8%	11,7	1,8%	626,3	638,1
Administration	49,1	-	49,1	4,7%	49,1	4,7%	996,7	1.045,8
Divers	-	-	-	0%	-	0%	972,9	972,9
<b>Total</b>	<b>518,4</b>	<b>376,5</b>	<b>894,9</b>	<b>6,9%</b>	<b>518,4</b>	<b>4,0%</b>	<b>12.125,8</b>	<b>13.020,7</b>

Tableau 11 : Répartition de la consommation d'énergie finale liée aux besoins de froid par usage pour chaque branche du secteur tertiaire en 2016 (GWh)

<sup>17</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019), p.24

<sup>18</sup> Inventaire Réseaux de chaleur et de froid 2017 (ICEDD, 2020)

## II.7. Les besoins en froid dans le secteur tertiaire : énergie utile

### II.7.1. Sources et méthodologie

L'approche choisie pour estimer les besoins de froid du secteur tertiaire en termes d'énergie utile se base sur les usages et se compose de quatre étapes présentées ci-dessous :

#### Identification des usages principaux

Les besoins de froid se répartissent entre deux usages : le conditionnement de l'air et la réfrigération. Tous les besoins de froid sont alimentés par de l'électricité.

#### Identification des technologies de référence pour ces usages principaux

Pour chaque usage principal identifié, une ou plusieurs technologies de référence y sont associées.

#### Estimation de la répartition de ces technologies

L'énergie finale est répartie entre les différentes technologies sur base de l'estimation de la répartition des usages.

#### Estimation des rendements énergétiques de ces technologies

Un rendement énergétique est associé à chaque technologie de référence.

### II.7.2. Résultats

Les besoins de froid du secteur tertiaire en termes d'énergie utile s'élèvent à 2.360 GWh. Par conséquent, le rendement énergétique moyen du secteur correspond à 258%.

Vecteurs énergétiques du secteur tertiaire	Energie finale (GWh)	Usage principal	Principales technologies	Répartition sur le marché	Répartition de la consommation finale (GWh)	Rendement	Énergie utile (GWh)
Électricité	913,9	Réfrigération	Electroménager - ancien	41,7%	381,3	200%	762,6
		Conditionnement d'air	Conditionnement d'air (détente directe/condensation à air)	58,3%	532,6	300%	1.597,8
<b>Total de la consommation d'énergie finale pour les besoins de froid</b>	<b>913,9</b>					<b>Total des besoins d'énergie utile nécessaires pour répondre aux besoins de froid</b>	<b>2.360,4</b>

Tableau 12 : Présentation de la méthode de conversion de l'énergie finale répondant aux besoins de froid en énergie utile pour le secteur tertiaire (2016)

## II.8. Les besoins de froid dans le secteur industriel : énergie finale

### II.8.1. Sources et méthodologie

Les bilans énergétiques régionaux du SPW-Énergie renseignent la consommation d'énergie finale pour chaque usage des besoins de froid et pour chaque sous-branche du secteur industriel pour l'année 2016<sup>19</sup>. Les données du bilan énergétique sont rapportées dans cette étude sans être transformées.

Les besoins de froid comprennent les usages du conditionnement d'air et de la réfrigération. Les besoins de froid substituable, qui peuvent être couverts par un apport extérieur lié à un réseau de chaleur ou une cogénération ne comprennent pas les besoins de réfrigération. Il est à noter que le chiller à absorption n'est pas considéré puisqu'il n'est pas pertinent sous notre climat<sup>20</sup>. En effet, ce système n'est efficace que s'il y a concomitance des besoins de chaud et de froid.

### II.8.2. Résultats

Selon la précision méthodologique ci-dessus et les données de l'année 2016, la consommation énergétique du secteur industriel est de 39.674 GWh et ses besoins de froid s'élèvent à 852 GWh, soit 2,1% de l'ensemble de ses besoins énergétiques.

Les besoins de froid substituable (conditionnement d'air) atteignent 129 GWh en 2016, soit 0,3% de la consommation totale du secteur et 15% de ses besoins de froid. Ces 129 GWh sont donc le potentiel maximal substituable pour le secteur industriel au sein de la Région wallonne.

Le détail des besoins de froid est donné dans le tableau suivant par branche d'activité et par usage. Dans le secteur industriel, les besoins de froid se répartissent de la manière suivante : 15,1 % pour le conditionnement de l'air et 84,9% pour la réfrigération. Il est à noter que la majorité des besoins de réfrigération est partagée en les branches « Chimie » et « Alimentation » représentant respectivement 54,8% et 38,7% des besoins de réfrigération du secteur.

Secteur industriel (2016, GWh)	Conditionnement d'air (1)	Réfrigération	Besoin de froid		Besoins de froid substituable ( $\Sigma$ 1)		Autres usages (hors froid)	Consommation énergétique totale (hors NE)
			Total	Part du total	Total	Part du total		
Sidérurgie	1,0	10,4	11,5	0,2%	1,0	0,0%	5.285,2	<b>5.296,7</b>
Non ferreux	-	-	0,0	0%	-	0%	199,1	<b>199,1</b>
Chimie	12,9	395,8	408,6	4,8%	12,9	0,2%	8.048,8	<b>8.457,4</b>
Minéraux non métalliques	0,9	9,4	10,4	0,1%	0,9	0,0%	12.861,8	<b>12.872,2</b>
Alimentation	37,4	280,2	317,7	5,9%	37,4	0,7%	5.045,2	<b>5.362,8</b>
Textile	6,1	2,1	8,2	3,7%	6,1	2,7%	212,9	<b>221,1</b>
Papier	27,7	9,8	37,5	1,0%	27,7	0,7%	3.759,0	<b>3.796,5</b>
Fabrications métalliques	20,3	7,2	27,5	2,2%	20,3	1,6%	1.237,4	<b>1.264,9</b>
Autres industries	22,7	8,0	30,7	1,4%	22,7	1,0%	2.172,4	<b>2.203,2</b>
<b>Total</b>	<b>129,1</b>	<b>723,0</b>	<b>852,1</b>	<b>2,1%</b>	<b>129,1</b>	<b>0,3%</b>	<b>38.821,9</b>	<b>39.674,0</b>

Tableau 13 : Répartition de la consommation d'énergie finale liée aux besoins de froid par usage pour chaque branche du secteur industriel en 2016 (GWh)

<sup>19</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019), p.26

<sup>20</sup> Energie Plus (2019)

[https://energieplus-lesite.be/techniques/climatisation8/production-de-froid/machine-frigorifique-a-ab-adsorption/#L%E2%80%99efficacite\\_energetique\\_ou\\_COPfroid](https://energieplus-lesite.be/techniques/climatisation8/production-de-froid/machine-frigorifique-a-ab-adsorption/#L%E2%80%99efficacite_energetique_ou_COPfroid)

## II.9. Les besoins de froid dans le secteur industriel : énergie utile

### II.9.1. Sources et méthodologie

L'approche choisie pour estimer les besoins de froid du secteur industrie en termes d'énergie utile se base sur les usages et se compose de quatre étapes. Il est à noter que les technologies de référence utilisées pour les secteurs industriels sont celles utilisées pour les secteurs tertiaire faute d'informations/données.

#### Identification des usages principaux

Les besoins de froid se répartissent entre deux usages : le conditionnement de l'air et la réfrigération. Tous les besoins de froid sont alimentés par de l'électricité.

#### Identification des technologies de référence pour ces usages principaux

Pour chaque usage principal identifié, une ou plusieurs technologies de référence y sont associées.

#### Estimation de la répartition de ces technologies

L'énergie finale est répartie entre les différentes technologies sur base de l'estimation de la répartition des usages<sup>21</sup>.

#### Estimation des rendements énergétiques de ces technologies

Un rendement énergétique est associé à chaque technologie de référence.

### II.9.2. Résultats

Les besoins de froid du secteur tertiaire en termes d'énergie utile s'élèvent à 1.833 GWh. Par conséquent, le rendement énergétique moyen du secteur correspond à 215%.

Vecteurs énergétiques	Énergie finale (GWh)	Usage principal	Principales technologies	Répartition sur le marché	Répartition de la consommation finale (GWh)	Rendement	Énergie utile (GWh)
Électricité	852	Réfrigération	Groupe de froid - ancien	84,8%	723	200%	1.446
		Conditionnement d'air	Conditionnement d'air (détente directe/condensation à air)	15,2%	129	300%	387
Total de la consommation d'énergie finale pour les besoins de froid	852	Total des besoins d'énergie utile nécessaires pour répondre aux besoins de froid					1.833

Tableau 14 : Présentation de la méthode de conversion de l'énergie finale répondant aux besoins de froid en énergie utile pour le secteur industriel (2016)

<sup>21</sup> La répartition sur le marché provient du bilan énergétique 2016. Elle est estimée sur la base suivante : la part des besoins en froid de réfrigération = besoin en froid de réfrigération / besoins de froid totaux.



## II.10. *Synthèse*

**En 2016, la consommation énergétique liée au froid se répartit comme suit entre les différents secteurs :**

- Secteur résidentiel : 36%, soit 997 GWh
- Secteur tertiaire : 33%, soit 914 GWh
- Secteur industriel : 31%, soit 852 GWh

Pour ces trois secteurs, les besoins de froid (2.763 GWh) représentent 3,3% de leur consommation énergétique totale.

**En 2016, les principaux usages du froid sont les suivants :**

- Secteur résidentiel : réfrigération (88%) et conditionnement d'air (12%)
- Secteur tertiaire : conditionnement d'air (58%) et réfrigération (42%)
- Secteur industriel : réfrigération (85%) et conditionnement d'air (15%)

**En 2016, en moyenne, les rendements énergétiques des différentes technologies produisant du froid sont les suivants :**

# *Chapitre 3 : Approvisionnement actuel en matière de chaleur et de froid*

## III. Estimation de l'approvisionnement actuel en matière de chaleur et de froid

### III.1. *Rappel de l'Annexe VIII*

Le point 2 (a) de la partie I de l'Annexe VIII de la directive 2012/27/EU sur le contenu des évaluations complètes du potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid requiert :

L'identification de l'approvisionnement actuel en matière de chaleur et de froid :

- a. Par technologie, en GWh par an, si possible pour les secteurs mentionnés au point 1, en distinguant l'énergie provenant de sources fossiles et renouvelable :
  - i. Fourni sur site, relevant du secteur résidentiel ou du secteur des services, par :
    - Chaudières destinées uniquement à la production de chaleur ;
    - Cogénération chaleur/électricité à haut rendement ;
    - Pompes à chaleur ;
    - Autres technologies et sources sur site ;
  - ii. Fourni sur site, sur des sites ne relevant pas du secteur des services ou du secteur résidentiel, par :
    - Chaudières destinées uniquement à la production de chaleur ;
    - Cogénération chaleur/électricité à haut rendement ;
    - Pompes à chaleur ;
    - Autres technologies et sources sur sites ;
  - iii. Fourni hors site par :
    - Cogénération chaleur/électricité à haut rendement,
    - Chaleur fatale ;
    - Autres technologies et sources hors site.

### III.2. *Estimation de l'approvisionnement actuel en matière de chaleur et de froid*

#### III.2.1. *Sources & méthodologie*

Conformément au principe récurrent de l'Annexe VIII, une distinction est réalisée entre les trois principaux secteurs. Pour chacun des secteurs, la méthodologie employée pour analyser l'approvisionnement actuel en matière de chaleur et de froid est composée de 4 étapes.

#### ***Etape 1 : Consommation totale par secteur & distinction par technologie***

Dans un premier temps, il y a lieu de définir la consommation totale par secteur et par technologie. Celle-ci est obtenue à partir des résultats présentés aux chapitres 1 et 2 du présent rapport. Ces résultats peuvent, le cas échéant, être complétés pour couvrir l'entièreté des technologies listées à l'Annexe VIII.

#### ***Etape 2 : Identification des besoins couverts par des énergies renouvelables***

Dans un second temps, il y a lieu de définir la quantité de chaleur qui a été produite à partir d'énergie renouvelable. La directive 2009/28/CE définit **l'énergie produite à partir de sources renouvelables** comme : *une énergie produite à partir des sources non fossiles renouvelables, à savoir : énergie éolienne, solaire, aérothermique, géothermique, hydrothermique, marine et hydroélectrique, biomasse, gaz de décharge, gaz de*

stations d'épuration d'eaux usées et biogaz. Compte tenu de granularités d'information différentes entre les trois secteurs, différentes hypothèses sont formulées :

**Résidentiel** : La production de chaleur à partir d'énergie renouvelable pour le secteur résidentiel est égale à la somme des volumes de chaleur produits à partir du bois, de la chaleur cogénérée, des pompes à chaleur<sup>22</sup>, des panneaux solaires thermiques et d'électricité verte<sup>23, 24</sup>.

**Tertiaire** : La production de chaleur à partir d'énergie renouvelable pour le secteur tertiaire est égale à la somme des volumes produits à partir des sources « autres » identifiées dans le bilan énergétique<sup>25</sup> et de l'électricité verte. En effet, la catégorie « Autres » englobe le charbon<sup>26</sup>, la chaleur cogénérée et les autres RES. La valeur retenue pour la chaleur cogénérée se base sur les valeurs indiquées dans le bilan de production primaire et récupération de la Région Wallonne pour l'année 2016<sup>27</sup>.

**Industriel** : La production de chaleur à partir d'énergie renouvelable pour le secteur industriel est égale au volume identifié pour la catégorie « Autres énergies » dans le bilan énergétique<sup>28</sup>. En effet, la catégorie « Autres énergies » englobe les énergies renouvelables, les déchets, la récupération de vapeur/chaleur cogénérée. La valeur retenue pour la chaleur cogénérée se base sur les valeurs indiquées dans le bilan de production primaire et récupération de la Région Wallonne pour l'année 2016<sup>29</sup>.

### **Etape 3 : Identification des besoins couverts par des énergies produites hors-site**

Dans un dernier temps, il y a lieu de définir la quantité de chaleur et de froid qui a été produite « hors site ». La quantité de chaleur produite hors site est considérée comme étant équivalente à la quantité de chaleur distribuée via des réseaux de chaleur ou de froid en Wallonie<sup>30</sup>. A l'inverse, la production de chaleur ou de froid « sur site » est considérée comme étant équivalente au besoin de chaleur de la Wallonie auquel est soustrait la quantité de chaleur distribuée via les réseaux de chaleur.

---

<sup>22</sup> La part renouvelable des pompes à chaleur se base sur le gain énergétique, soit la production de chaleur totale diminuée de la consommation électrique.

<sup>23</sup> Une partie de l'électricité consommée par les ménages est utilisée pour couvrir leurs besoins de chaleur. Compte tenu du mix énergétique de la Wallonie, il y a lieu de considérer une partie de l'électricité comme étant renouvelable. Sur base des données communiquées sur le site de l'IWEPS (<https://www.iweps.be/indicateur-statistique/production-nette-deelectricite-vecteur-energetique/>), un facteur de 14% a été considéré.

<sup>24</sup> Les données considérées sont celles communiquées dans le bilan énergie pour l'année 2016. Le bilan énergie distingue les volumes de chaleur produit à partir du bois, de la vapeur cogénérée, de la géothermie, des pompes à chaleur, du solaire thermique et l'électricité. La part de l'électricité verte est déterminée à partir du mix énergétique de la Région.

<sup>25</sup> Bilan énergétique de la Wallonie – Secteur domestique et équivalents – chiffres de 2016.

<sup>26</sup> Le degré de granularité du bilan énergétique ne permet pas de dissocier le charbon des autres sources renouvelables identifiées. Cependant, compte tenu du fait que le charbon occupe une place très faible (1,6% selon le bilan énergétique 2017 de la RW) dans le secteur résidentiel, tout laisse présager que la part du charbon dans la catégorie « Autre » ne devrait pas significativement impacter les résultats.

<sup>27</sup> Bilan de production primaire et récupération pour la Région Wallonne pour l'année 2016, p.42

<sup>28</sup> Bilan énergétique de la Wallonie – Secteur domestique et équivalents – chiffres de 2016.

<sup>29</sup> Bilan de production primaire et récupération pour la Région Wallonne pour l'année 2016, p.42

<sup>30</sup> Notez que les chiffres ne tiennent pas compte d'une éventuelle perte de chaleur sur les réseaux de chaleur.

## Etape 4 : Croisement des résultats pour répondre à la granularité du reporting

Tel qu'illustré ci-dessous, la dernière étape vise à déduire les résultats finaux souhaités à partir des résultats obtenus aux étapes précédentes. Les résultats finaux sont obtenus en faisant la soustraction entre les rectangles reliés par des couleurs similaires. En d'autres termes :

- (1) - (2) donne la consommation totale provenant d'énergie fossile ;
- (2) - (4) donne la consommation couverte par de la production sur site à partir de SER ;
- (3) - (4) donne la consommation hors site couverte par des énergie fossile ;
- (1) - (3) donne la consommation couverte par de la production sur site ;
- (5) - (6) donne la consommation produite sur site à partir d'énergie fossile

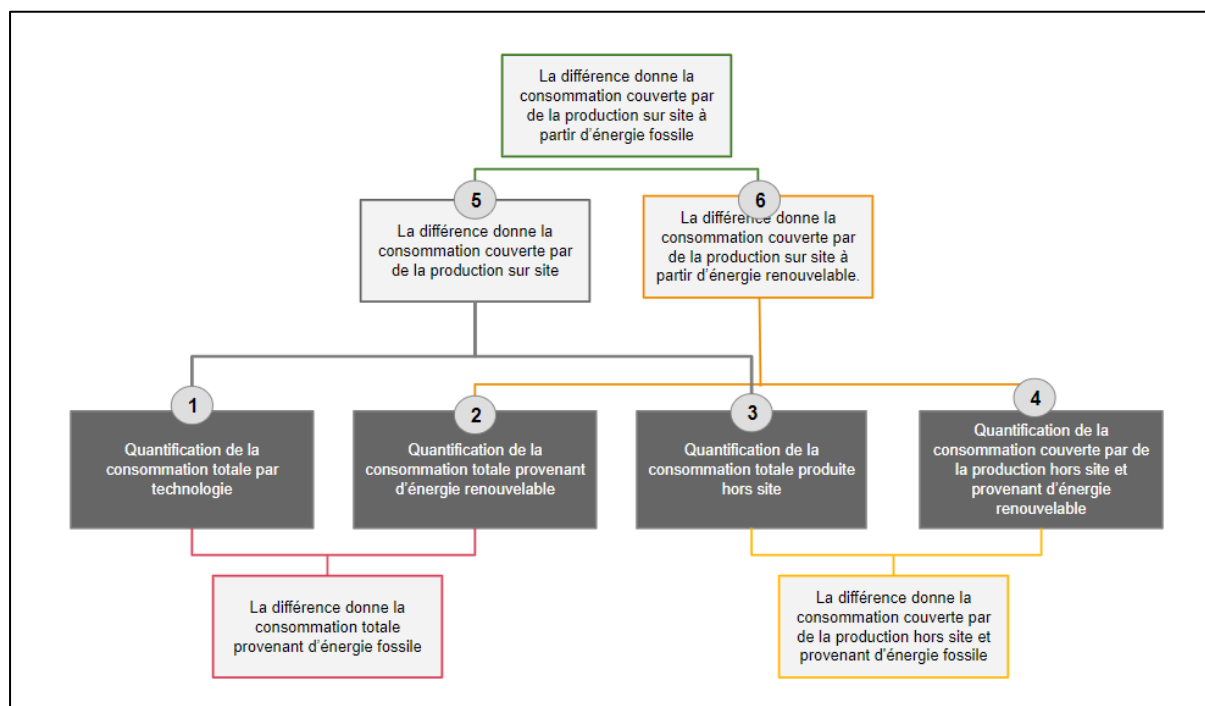


Figure 1: Méthodologie utilisée à l'étape 4

### III.2.2. Résultats – Approvisionnement actuel en matière de chaleur

#### Etape 1 : Consommation totale par secteur & distinction par technologie

La consommation totale par secteur et par technologie est présentée dans les tableaux ci-dessous. Chaque tableau correspond à un secteur. La colonne « Sources/hypothèses » identifie les sources utilisées et, le cas échéant, les hypothèses formulées.

##### Secteur résidentiel

Technologie	Valeur (GWh)	Sources/hypothèses
Chaudière	19.878,12	Par hypothèses, la somme des besoins de chaleur assurés par les vecteurs « gasoil », « gaz » et « butane/propane » pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage <sup>31</sup> .
Cogénération	5,67	Chiffres utilisés dans le bilan énergétique de la Wallonie en 2016 et communiqué par le SPW-Energie
PAC	284,18	Chiffres utilisés dans le bilan énergétique de la Wallonie en 2016 et communiqué par le SPW-Energie
Autres	6.339,02 <sup>32</sup>	Cette valeur est obtenue en faisant la différence entre (1) le total et (2) la somme des trois rubriques ci-dessus.
TOTAL	26.507	Extrait des résultats présentés aux étapes 1 & 2.

Tableau 15 : Consommation totale du secteur résidentiel par technologie (GWh)

<sup>31</sup> Le bilan énergétique considère également la part de la cuisson. Celle-ci n'est pas prise en compte dans la valeur mentionnée car n'est pas produite par une chaudière.

<sup>32</sup> Ce chiffre repose principalement sur (1) la consommation réelle de bois qui est de 3.103 GWh et (2) la consommation réelle d'électricité qui est de 2.664,5 GWh.

## Secteur tertiaire

Technologie	Valeur (GWh)	Sources/hypothèses
Chaudière	6.699,36	Par hypothèse, la chaleur substituable mentionnée à l'étape 1, diminuée des besoins de chaleur assurés par de l'énergie renouvelable <sup>33</sup> .
Cogénération	153,40	Chiffre publié dans le bilan de production primaire et récupération 2016. <sup>34</sup>
PAC	21,10	Chiffre publié dans le bilan de production primaire et récupération 2016. <sup>35</sup>
Autres	147,74	Cette valeur est obtenue en faisant la différence entre (1) le total et (2) la somme des trois rubriques ci-dessus.
TOTAL	7.022	Extrait des résultats présentés aux étapes 1 & 2.

Tableau 16 : Consommation totale du secteur tertiaire par technologie (GWh)

## Secteur industriel

Technologie	Valeur (GWh)	Sources/hypothèses
Chaudière	5.721,71	Par hypothèse, la chaleur substituable diminué de la chaleur produite à partir des cogénérations et des PAC.
Cogénération	5.862,40	Chiffre publié dans le bilan de production primaire et récupération 2016.
PAC	55,20	Chiffre publié dans le bilan de production primaire et récupération 2016.
Autres	18.085,19	Cette valeur est obtenue en faisant la différence entre (1) le total et (2) la somme des trois rubriques ci-dessus.
TOTAL	29.725	Extrait des résultats présentés aux étapes 1 & 2.

Tableau 17 : Consommation totale du secteur industriel par technologie (GWh)

<sup>33</sup> Une méthodologie similaire au cas résidentiel n'est pas possible car la granularité des informations n'est pas suffisante. Il est cependant important de souligner que la cuisson ne représente que 6,5 GWh, soit moins de 0,1% du besoin de chaleur total du secteur tertiaire.

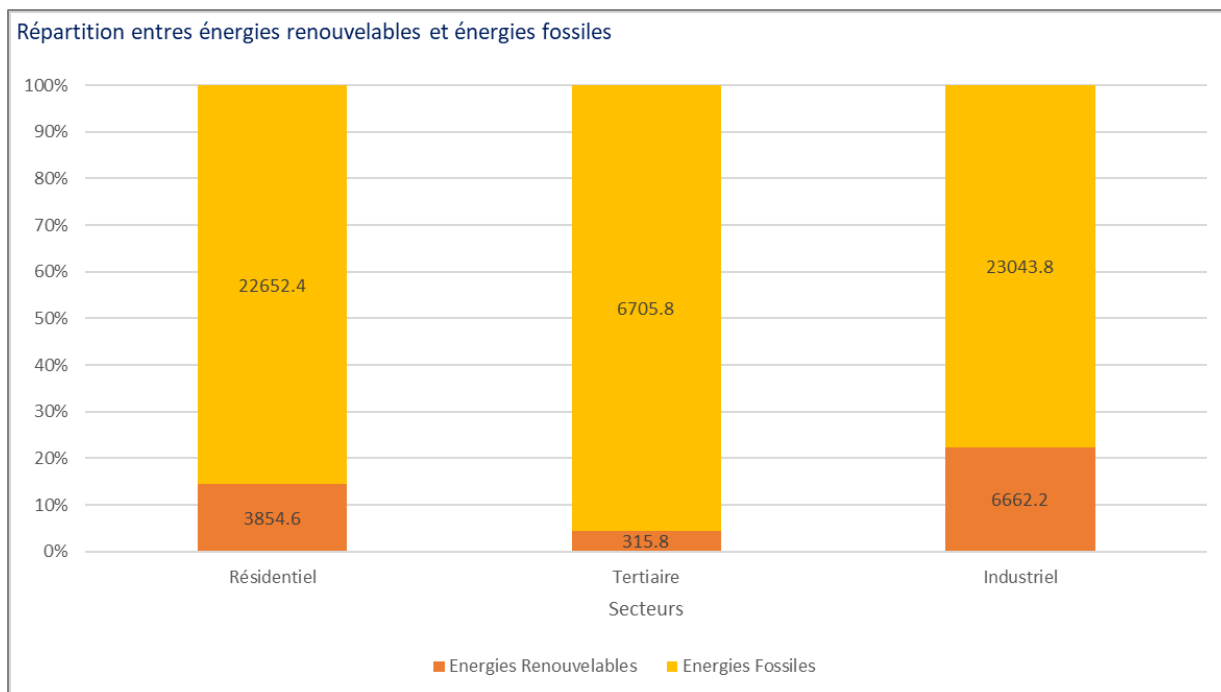
<sup>34</sup> Bilan de production primaire et récupération pour la Région Wallonne pour l'année 2016, p.42

<sup>35</sup> Bilan de production primaire et récupération pour la Région Wallonne pour l'année 2016, p.76



## Etape 2 : Identification des besoins couverts par des énergies renouvelables

Le graphique ci-dessous illustre le volume des besoins de chaleur de chaque secteur couvert par des énergies renouvelables. La part des besoins de chaleur couvert par le renouvelable dans le secteur tertiaire est de 4% contre 15% et 22% dans les secteurs résidentiel et industriel respectivement. Le volume total de chaleur assuré par des énergies renouvelables est estimée à 10.833 GWh<sup>36</sup>.



Graphique 12 : Part des énergies renouvelables dans la production de chaleur en Wallonie

Les besoins en chaleur couverts par des énergies renouvelables sont présentés dans les tableaux ci-dessous. Chaque tableau correspond à un secteur. La colonne « Sources/hypothèses » identifie les sources utilisées et, le cas échéant, les hypothèses formulées.

36 Cette valeur est différente de la valeur communiquée dans la compilation des données sur les installations produisant de l'électricité et/ou de la chaleur à partir de sources renouvelables d'énergie et les cogénérations aux énergies fossiles car (1) la partie de l'électricité verte est prise en compte (+/- 350 GWh) et (2) le bilan énergétique indique une valeur de 1458,4 GWh pour le vecteur « Autre biomasse » qui ne semble pas être repris dans la compilation.

## Secteur résidentiel

Technologie	Valeur (GWh)	Sources/hypothèses
Chaudière	7	n.d. <sup>37</sup>
Cogénération	6	Par hypothèse, la chaleur produite par les cogénérations est considérée comme 100% renouvelable dans le secteur résidentiel.
PAC	190	Par hypothèse, la part relative au gain énergétique est considéré comme renouvelable. La valeur est extraite du bilan de « production primaire et récupération » de la Wallonie en 2016 <sup>38</sup> .
Autres	3.652 <sup>39</sup>	Cette valeur est égale à la différence entre le total des besoins de chaleur couverts par des énergies renouvelables et les valeurs identifiées pour les PAC et les cogénérations.
TOTAL	3.855	Sur base du bilan énergétique de la Wallonie, il apparaît que la chaleur totale produite à partir d'énergie renouvelable (Bois + vapeur cogénérée + PAC + Solaire thermique + Géothermie + électricité renouvelable) s'élève à 3.855 GWh.

Tableau 18 : Consommation totale du secteur résidentiel par technologie (GWh)

## Secteur tertiaire

Technologie	Valeur (GWh)	Sources/hypothèses
Chaudière	22	n.d.
Cogénération	91	Par hypothèse, la chaleur considérée comme renouvelable est identifiée au prorata des combustibles SER. La valeur est extraite du bilan de « production primaire et récupération » de la RW en 2016.
PAC	14	Par hypothèse, la part relative au gain énergétique est considéré comme renouvelable. La valeur est extraite du bilan de « production primaire et récupération » de la Wallonie en 2016.
Autres	189 <sup>40</sup>	Cette valeur est égale à la différence entre le total des besoins de chaleur couverts par des énergies renouvelables et les valeurs identifiées pour les PAC et les cogénérations.
TOTAL	316	Cette valeur est obtenue en additionnant d'une part la part d'électricité verte utilisée et d'autre part la part des « autres combustibles » utilisées pour le chauffage et l'eau chaude du secteur tertiaire.

Tableau 19 : Consommation totale du secteur tertiaire par technologie (GWh)

<sup>37</sup>Non disponible

<sup>38</sup> Bilan de production primaire et récupération pour la Wallonie pour l'année 2016, p.76

<sup>39</sup> Notez que cette valeur englobe la part de chaleur produite à partir des chaudières bois hors site, soit 7,15 MWh.

<sup>40</sup> Notez que cette valeur englobe la part de chaleur produite à partir de chaudière bois hors site, soit 22,36 MWh.

**Secteur industriel**

Technologie	Valeur (GWh)	Sources/hypothèses
Chaudière	4	n.d.
Cogénération	3.175	Par hypothèse, la chaleur considérée comme renouvelable est identifiée au prorata des combustibles SER. La valeur est extraite du bilan de « production primaire et récupération » de la Wallonie en 2016.
PAC	38	Par hypothèse, la part relative au gain énergétique est considéré comme renouvelable. La valeur est extraite du bilan de « production primaire et récupération » de la Wallonie en 2016.
Autres	3.446 <sup>41</sup>	Cette valeur est égale à la différence entre le total des besoins de chaleur couverts par des énergies renouvelables et les valeurs identifiées pour les PAC et les cogénérations.
TOTAL	6.662	Par hypothèse, les « autres énergies » identifiées dans le bilan énergétique de la Wallonie en 2016 sont toutes renouvelables. Le bilan énergétique indique que les « autres énergies » regroupent les énergies renouvelables, les déchets, la récupération et la vapeur/chaleur cogénérée.

*Tableau 20 : Consommation totale du secteur industriel par technologie (GWh)*

---

<sup>41</sup> Notez que cette valeur englobe la part de la chaleur produite à partir de chaudières bois hors site, soit 2,29 GWh.

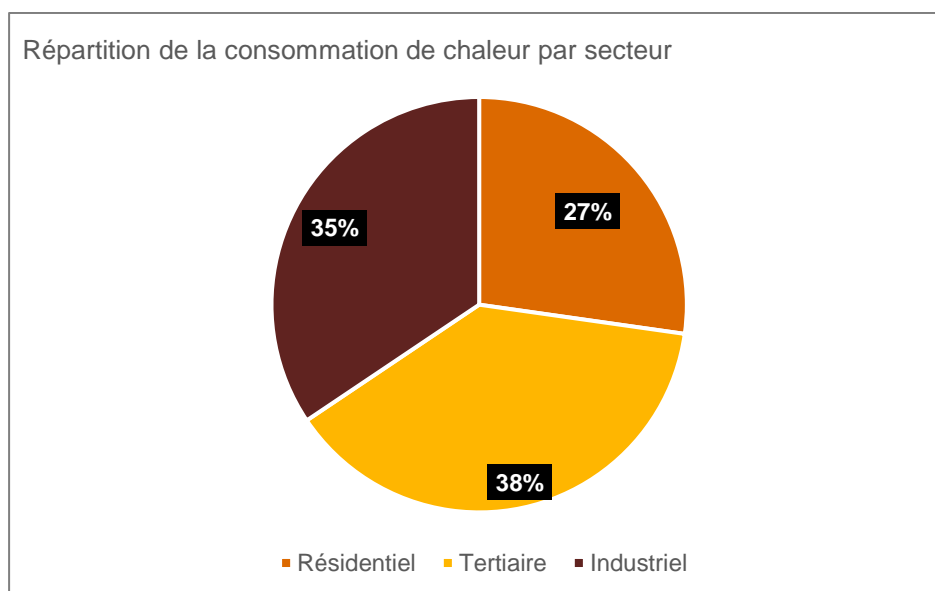
### Etape 3 : Identification des besoins couverts par des énergies produites hors-site

Le tableau ci-dessous reprend, de manière agrégée les caractéristiques principales des réseaux de chaleur en Wallonie.

Information	Valeur
Nombres	57 réseaux de chaleur opérationnels en Wallonie <sup>42</sup>
Puissance installée totale	81.744,5 kW th
Longueur totale	52.374 mètres (de tranchées)
Production thermique (th) distribuée (chaleur utile)	237.119 MWh

Tableau 21 : Données sur les réseaux de chaleur

La production thermique distribuée par les réseaux de chaleur en Wallonie s'élève à 237,12 GWh. La répartition de la chaleur distribuée entre les secteur résidentiel, tertiaire et industriel est respectivement de 66,07 GWh (27%), 92,99 GWh (38%) et 83,48 GWh (35%).



Graphique 13: Répartition de la chaleur véhiculée par des réseaux de chaleur entre les secteurs

<sup>42</sup> Notez que le nombre de réseaux de chaleur en Wallonie est sans aucun doute plus important que le nombre mentionné ci-dessous. Ce chiffre se base sur les données disponibles dans le bilan énergétique de la Wallonie 2016 « Réseaux de chaleur et de froid », p.29 et 30 auquel sont ajoutés les réseaux de chaleur additionnels identifiés par les acteurs actifs sur la mission. A noter qu'il n'existe pas à ce jour de rapportage systématique vers l'Administration wallonne des réseaux de chaleur en activité.

La production décentralisée de chaleur repose principalement sur des turbines vapeur alimentées en biomasse sèche. Cette technologie génère 65,87% de la chaleur produite hors-site. Cette production est assurée par quatre projets. Les cogénérations et les chaudières bois génèrent respectivement 31,61 GWh et 32,89 GWh. Les valeurs relatives à la production et la consommation de chaleur transportée via des réseaux de chaleur en Wallonie sont résumées dans le tableau ci-dessous.

	Résidentiel	Tertiaire	Industriel	TOTAL (GWh)
Turbine vapeur	48,35	41,90	71,05	161,30
Géothermie <sup>43</sup>	8,35	8,35	0,00 <sup>44</sup>	16,70
Cogénération <sup>45</sup>	2,09	19,52	10,00	31,61
Chaudière bois	7,14	23,36	2,39	32,89
Gazéification bois avec cogénération	0,00	0,03	0,00	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>65,93</b>	<b>93,16</b>	<b>83,44</b>	<b>242,53</b>

*Tableau 22 : Caractéristique de la chaleur transportée par des réseaux de chaleur*

<sup>43</sup> Pour chacun des 57 réseaux de chaleur répertoriés, les secteurs (résidentiel, tertiaire, industriel) vers lesquels la chaleur est distribuée ont été identifiés. Cependant, il n'y a que peu d'information disponible au niveau de chaque réseau qui permette d'identifier la part exacte distribuée à chaque secteur. L'approche méthodologique suivante a donc été suivie : au niveau de chaque réseau de chaleur, nous posons l'hypothèse que la distribution de chaleur se répartit de façon équitable entre les secteurs destinataires identifiés. Par exemple, si un réseau de chaleur alimente des bâtiments résidentiels et tertiaires, alors nous considérons que 50% de la chaleur est attribuée au secteur résidentiel et 50% au secteur tertiaire. Dans le cas où un seul secteur est destinataire, 100% lui sont attribués et dans celui où les trois sont identifiés, 33% sont attribués à chaque secteur. Cette approche présente bien sûr des limites mais permet de pallier un manque d'information.

<sup>44</sup> Notez que ces chiffres ne tiennent pas compte du forage de Ghlin qui a été inauguré par IDEA en 2019 et qui dessert le secteur industriel.

<sup>45</sup> Notez que les cogénérations englobent à la fois les cogénération gaz et les cogénérations biomasses.

#### Etape 4 : Croisement des résultats pour répondre à la granularité du reporting

Afin de faciliter la lecture des résultats, deux tableaux ont été réalisés. Le premier tableau présente les valeurs relatives à la production sur-site. Le second tableau présente les valeurs relatives à la production hors-site. Dans chacun des tableaux, une distinction est faite entre la production de chaleur à partir d'énergies renouvelables et la production de chaleur à partir d'énergies fossiles<sup>46</sup>.

	Résidentiel	Tertiaire	Industriel	TOTAL
RES	3.789	240	6.579	10.607
Chaudière	-	-	-	-
Cogénération	4	88	3.165	3.256
Pompes à chaleur	190	14	38	242
Autres	3.595	137	3.376	7.109
Fossile	22.652	6.689	23.062	52.403
Chaudière	19.878	6.699	5.722	32.299
Cogénération	(0)	46	2.688	2.733
Pompes à chaleur	94	7	17	119
Autres	2.680	(63)	14.635	17.252
<b>TOTAL</b>	<b>26.441</b>	<b>6.928</b>	<b>29.641</b>	<b>63.010,57</b>

Tableau 23 : Détail des besoins de chaleur produits sur site (GWh)

	Résidentiel	Tertiaire	Industriel	TOTAL
SER	56	76	83	226
Chaudière	7	22	4	-
Cogénération	2	3	10	15
Pompes à chaleur	-	-	-	-
Autres	47	22	69	211
Fossile	0	17	-	17
Chaudière	-	-	-	-
Cogénération	-	17	-	17
Pompes à chaleur	-	-	-	-
Autres	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>93</b>	<b>83</b>	<b>242,53</b>

Tableau 24 : Détail des besoins de chaleur produit hors-site (GWh)

<sup>46</sup> Les valeurs présentées ne tiennent pas compte des producteurs d'énergies utilisés en backup et exploitant des énergies fossiles.

### III.2.3. Résultats – Approvisionnement actuel en matière de froid

Compte tenu des prérogatives mentionnées à l'Annexe VIII de l'article 14 de la directive 2012/27/EU et du contexte régional, l'analyse de l'approvisionnement actuel en matière de froid est relativement simple :

- La Wallonie ne comprend pas de production décentralisée de froid ;
- L'Annexe VIII ne spécifie pas de technologie propre à la production de froid, donc seule la catégorie « Autre » est retenue ;
- Par hypothèses, le pourcentage de froid produit à partir d'énergie renouvelable est similaire à la proportion d'énergie renouvelable dans le mix énergétique de la Wallonie<sup>47</sup>, vu l'usage quasi exclusif de l'électricité pour la production de froid.

	Résidentiel	Tertiaire	Industriel	TOTAL
SER	147	134	125	406
Fossile	850	780	727	2.357
<b>TOTAL</b>	<b>997</b>	<b>914</b>	<b>852</b>	<b>2.763</b>

Tableau 25 : Répartition des besoins en froid entre énergies renouvelables et fossiles (GWh), production sur site.

### III.3. Synthèse

Le tableau ci-dessous présente pour chaque secteur la production de chaleur en fonction de sa source d'énergie (fossile – SER) et de sa localisation (sur site – hors-site).

Secteur	Production de chaleur sur site		Production de chaleur hors-site	
	Fossile (GWh)	SER (GWh)	Fossile (GWh)	SER (GWh)
Résidentiel	22.652	3.789	0	56
Tertiaire	6.689	240	17	76
Industriel	23.062	6.579	0	83

Tableau 26 : Synthèse de l'origine de la production de chaleur selon le secteur

Les valeurs présentées ici divergent de celles renseignées au niveau de la compilation des données sur les installations produisant de l'électricité et/ou de la chaleur à partir de sources renouvelables d'énergie et les cogénérations aux énergies fossiles (données détaillées au niveau du chapitre 5). En effet, des hypothèses additionnelles sont ici prises en compte, à savoir :

- la partie « électricité verte » est prise en compte (+/- 350 GWh)
- le bilan énergétique indique une valeur de 1458,4 GWh pour le vecteur « Autre biomasse » qui ne semble pas être repris dans la compilation, mais qui est intégrée ici.

Ainsi, si le chapitre 5 de la présente étude renseigne une production de chaleur SER de 8.906,74 GWh, l'estimation réalisée ici se monte à 10.833 GWh.

47 <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/part-denergie-renouvelable-consommation-energetique/>, visité le 8 mai 2020 : La production nette d'électricité renouvelable représente 14,7% de la production nette d'électricité totale.



# *Chapitre 4 : Identification des sources de chaleur fatale*

## IV. Identification des installations qui produisent de la chaleur fatale ou du froid

### IV.1. *Rappel de l'Annexe VIII*

Le point 2 (b) de la partie I de l'Annexe VIII de la directive 2012/27/EU sur le contenu des évaluations complètes du potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid requiert :

L'identification de l'approvisionnement actuel en matière de chaleur et de froid :

- b. Identification des installations qui génèrent de la chaleur ou du froid fatal et leur l'offre potentielle de chauffage ou de refroidissement, en GWh par an :
  - i. Les installations de production d'énergie thermique qui peuvent fournir ou peuvent être réaménagées pour fournir de la chaleur fatale avec un apport thermique total supérieur à 50 MW ;
  - ii. Les installations de cogénération de chaleur et d'électricité utilisant des technologies visées dans la partie II de l'annexe I, d'une puissance thermique totale supérieure à 20 MW ;
  - iii. Les installations d'incinération des déchets ;
  - iv. Les installations d'énergie renouvelable dont la puissance calorifique totale de combustion est supérieure à 20 MW autres que les installations visées au point 2 b) i) et ii) produire du chauffage ou du refroidissement en utilisant l'énergie provenant de sources renouvelables ;
  - v. Les installations industrielles dont la puissance thermique totale est supérieure à 20 MW qui peuvent fournir de la chaleur fatale.

## IV.2. Installations de production d'électricité thermique (>50 MW)

Ce paragraphe vise à identifier les installations de production thermoélectrique qui peuvent fournir ou peuvent être mises à niveau pour fournir de la chaleur fatale, dont la puissance thermique totale est supérieure à 50 MW. Le potentiel de chaleur qui peut être exploité sur ces centrales est estimé comme nul. En effet, compte tenu du prix du gaz et du nombre d'heures de fonctionnement de ces centrales, la valorisation de la chaleur par ces opérateurs semble être impossible économiquement. Sur base des avis d'experts du secteur, aucun projet de valorisation de chaleur serait à l'étude actuellement. Par ailleurs, la technologie CCGT (combined cycle gas turbine) fait déjà usage de la vapeur cogénérée pour produire d'autant plus d'électricité.

Nom de la centrale	Type de centrale	Puissance installée	Chaleur valorisable complémentaire
Saint-Ghislain	Combined cycle gas turbine	350 MW	0 GWh
Marcinelle	Combined cycle gas turbine	450 MW	0 GWh
Amercoeur	Combined cycle gas turbine	451 MW	0 GWh
Seraing	Combined cycle gas turbine	485 MW	0 GWh
Angleur 4	Open Cycle Gas Turbine	126 MW	0 GWh
Angleur 3	Open Cycle Gas Turbine	50 MW	0 GWh
Awirs 4	Turbine Vapeur alimentée par biomasse	80 MW <sup>48</sup>	0 GWh

Tableau 27 : Identification des centrales thermiques<sup>49</sup>

## IV.3. Installations de cogénération

L'analyse décrite ci-après porte sur la chaleur valorisable supplémentaire au niveau de installations de cogénération en service en 2018. La base de données exploitée est issue du marché des certificats verts en Wallonie<sup>50</sup>. Etant donné que ces derniers sont obtenus sur base de la production d'électricité, il est probable que la composante chaleur qui y est renseignée ne soit pas entièrement représentative de la réalité. Cependant, il nous sera possible grâce à cette analyse de dégager un pourcentage d'exploitation de chaleur supplémentaire. Celle-ci provient dans certains cas d'une production non valorisée au niveau du site concerné, ou bien d'un mauvais rendement de l'installation. L'exercice a été réalisé de sorte à différencier les installations ayant une puissance installée supérieure à 20 MW de celles dont la puissance est inférieure.

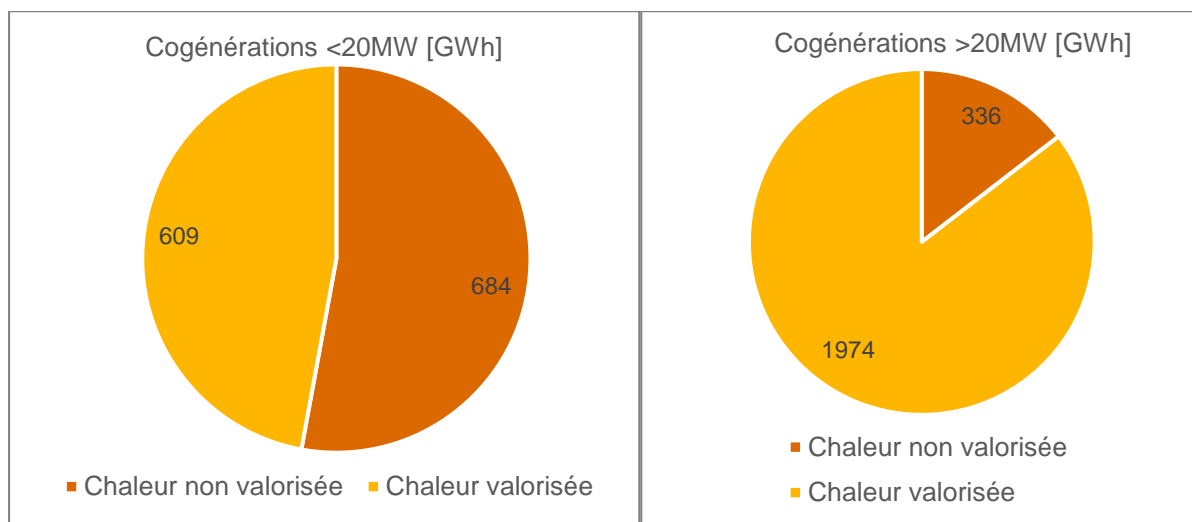
Les données exploitées concernent les installations dont les relevés d'index ont été réalisés uniquement pour les périodes en 2018. En outre, certaines installations ont été analysées, mais leur production thermique non valorisée est estimée sur base d'un rendement thermique de 50% et d'un rendement électrique de 35%. La

<sup>49</sup> Ces chiffres se basent sur le bilan production primaire et récupération 2016, p.19 & 20 ainsi que sur **Adequacy and flexibility study for Belgium 2020 – 2030**, p.51 rédigé par Elia en 2019.

<sup>50</sup> Extrait de la base de données de gestion des Certificats Verts - SPW DOMRE - 25/10/2020

chaleur non valorisée de ces installations constitue donc une estimation. Ces installations constituent cependant une part faible de la puissance totale considérée (75 MW d'un total de 2029 MW, soit un peu moins de 4%). Ces installations présentent des informations réduites étant donné que seule la contribution « électricité » est reprise dans les données les concernant.

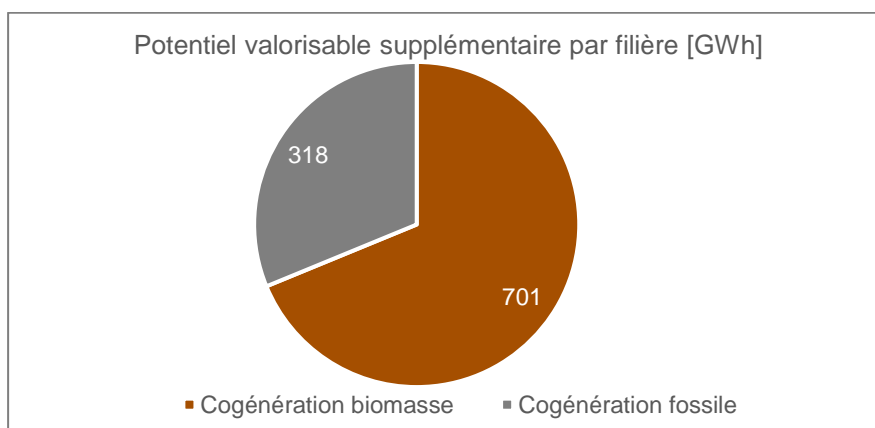
La méthodologie adoptée consiste ainsi à comparer la production valorisée observée pour chaque installation en 2018 à sa production théorique (calculée sur base des heures de fonctionnement et de la puissance nette de l'installation). Cela permet de dégager un écart entre la production observée et la production théorique. Cet écart constitue donc de la chaleur fatale potentiellement valorisable.



Graphique 14: Part non valorisée de chaleur produite

Dans le cas des cogénérations de puissance supérieure à 20MW, on observe donc qu'il serait possible de récupérer **336 GWh** supplémentaires, tandis que pour les cogénérations de moins de 20 MW, **684 GWh**. Cela représente donc respectivement 14,5 et 53% de pertes de chaleur fatale. Au total, cela représente 1.020 GWh de chaleur fatale.

Si l'on observe ces données en fonction du type de combustible utilisé, toutes puissances confondues, on observe que ces pertes proviennent majoritairement des installations fonctionnant à la biomasse.

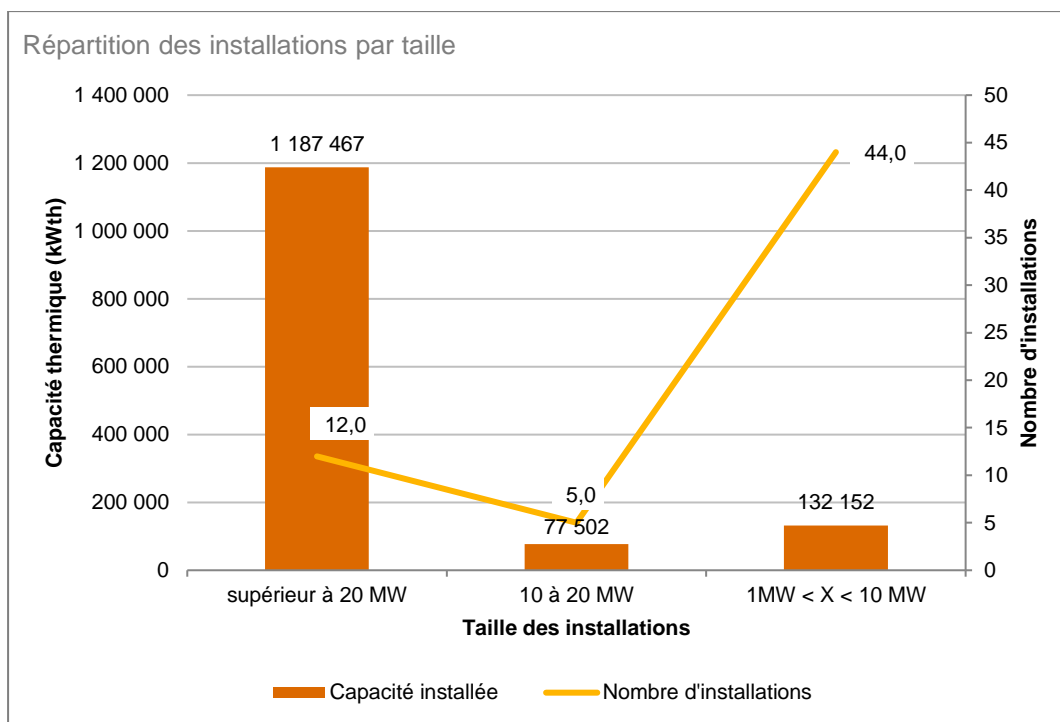


Graphique 15: Chaleur fatale par type de combustible utilisé

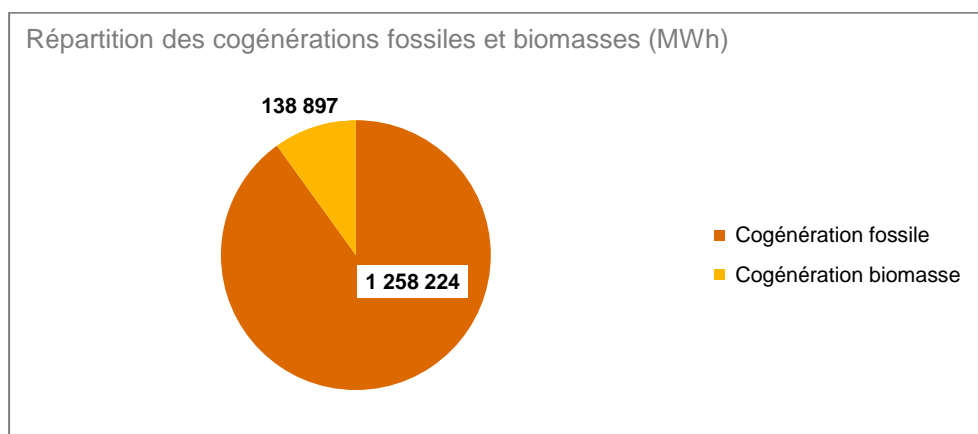
Une seconde base de données a été exploitée pour analyser le parc de cogénérations. Celle-ci présente une vue plus globale du parc mais ne fait pas mention des productions effectives de celui-ci. Celles-ci ont donc été estimées sur base des chiffres publiés dans le bilan de production primaire et récupération de la Wallonie de 2016.

La capacité totale des cogénérations dont la capacité est supérieure à 1 MWth<sup>51</sup> sur le territoire de la Wallonie s'élève à 1.398 MWth. Les cogénérations à énergie fossile représentent 90% de ces installations. Les 10% restant sont des installations alimentées en biomasse. 12 installations ont une capacité supérieure à 20 MW. Elles représentent une capacité de 1.187,48 MW, soit 85% du total installé. La majorité des installations sont inférieures à 10 MW.

Sur base des chiffres publiés dans le **bilan de production primaire et récupération** de la Wallonie en 2016, il apparaît qu'une capacité installée thermique de 1.191,8 MWth permet de générer 6.143,9 GWh de chaleur<sup>52</sup>. En appliquant ce ratio sur la capacité installée identifiée *supra*, il apparaît que la chaleur produite devrait être légèrement supérieure à 7.200 GWh. Les installations supérieures à 20 MWth devraient, à elles seules, produire approximativement 6.125 GWh de chaleur (85% de 7.200GWh).



Graphique 16 : Installations de cogénérations supérieures à 1 MW



Graphique 17 : Répartition des cogénérations fossiles et biomasses

<sup>51</sup> Le bilan de production primaire et récupération 2016 identifie 124 installations dont la puissance thermique est inférieure à 1 MWth pour un total de 24,1MWth.

<sup>52</sup> Bilan de production primaire et récupération 2016, p.41.

## IV.4. Usines d'incinération de déchets

Sur base des chiffres communiqués par BW2E<sup>53</sup> (la fédération des installations belges qui transforment les déchets ménagers résiduels et assimilables, par valorisation énergétique), la production annuelle d'électricité à partir de déchets en Belgique est de 1.500.000 MWh. Ce chiffre correspond à l'approvisionnement de 430.000 ménages. La production annuelle de chaleur est de 1.000.000 MWh, dont 350.000 MWh est destinée à des applications dans l'industrie et le chauffage des bâtiments.

En Région Wallonne, l'incinération des déchets est répartie en quatre sites. L'image ci-dessous présente les principaux chiffres liés à la valorisation des déchets sur chacun de ces sites. Le potentiel total thermique des incinérateurs wallons est estimé à :

**Incinérateur établi sur la commune de Aiseau-Presles<sup>54</sup> : 22,8 GWh th ;**

**Incinérateur établi sur la commune de Herstal<sup>55</sup> : 60 GWh th ;**

**Incinérateur établi sur la commune de Beloeil<sup>56</sup> : 192,70 GWh th ;**

**Incinérateur établi sur la commune d'Ittre<sup>57</sup> : 39,4 GWh th.**

Actuellement, seuls les UVE d'Herstal et d'Aiseau-Presles font l'objet de projets en cours/en développement. Les valeurs identifiées pour les deux autres UVE présentent donc un potentiel additionnel.

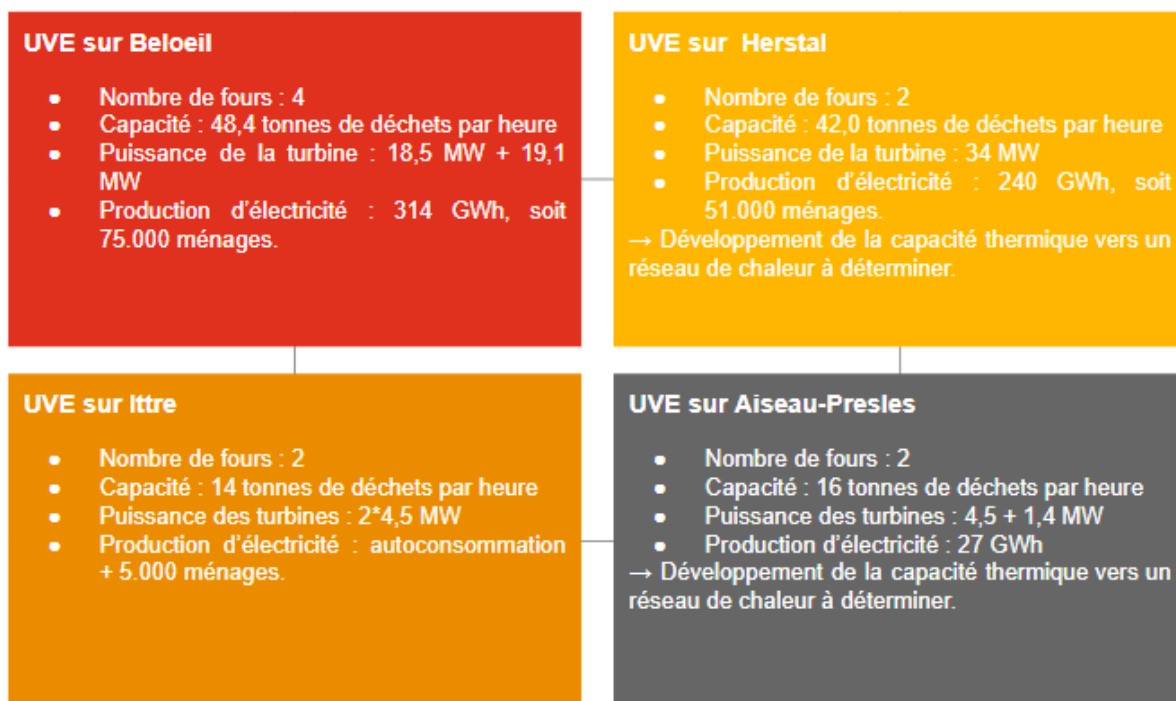


Figure 2: Incinération des déchets

<sup>53</sup> <http://www.bw2e.be/fr/a-propos-de-bw2e/>, visité le 16 avril 2020.

<sup>54</sup> Sur base d'une étude réalisée par le bureau Ph. Deplasse et Associés.

<sup>55</sup> <https://www.intradel.be/qui-sommes-nous/les-outils/le-pole-recyclage-et-valorisation/uvelia.htm?lng=fr>

<sup>56</sup> Données présentées par l'exploitant. Bien que ce chiffre puisse être réalisable d'un point de vue technique, il ne semble pas présenter le meilleur équilibre technico-économique.

<sup>57</sup> Estimation basée sur des hypothèses prudentes qui se basent sur les trois autres cas.

## IV.5. Installations d'énergie renouvelable (>20MW)

Ce paragraphe a pour objectif d'identifier les installations d'énergie renouvelable présentant un potentiel de chaleur valorisable supplémentaire. Les trois technologies suivantes sont considérées :

- Solaire thermique
- Biomasse
- Géothermie

Il n'existe à l'heure actuelle pas d'installation solaire thermique de puissance supérieure à 20MW. Le potentiel supplémentaire valorisable est donc de 0.

Au niveau de la biomasse, une seule installation de plus de 20MW a été identifiée. Il n'est cependant pas possible d'évaluer la chaleur fatale valorisable de cette installation étant donné que nous ne disposons pas d'informations suffisantes. Dès lors, celle-ci est considérée comme nulle.

De manière similaire, nous ne disposons pas d'informations suffisantes pour l'installation géothermique en activité à Saint-Ghislain. La chaleur fatale issue de cette installation est donc également considérée comme nulle.

## IV.6. Chaleur fatale<sup>58</sup>

La quantification du potentiel de la chaleur fatale issue de l'industrie wallonne tient compte des 5 secteurs dont les besoins énergétiques sont les plus élevés. A eux seuls, ils couvrent plus de 90% des besoins énergétiques du secteur industriel de la Région<sup>59</sup>. Dès lors, cette hypothèse simplificatrice permet de réduire la complexité de l'exercice tout en garantissant une exhaustivité suffisante aux résultats obtenus.

Les chiffres présentés dans la suite se basent sur les consommations effectives des entreprises soumises aux accords de branche. Comme en atteste le tableau ci-dessous, la consommation d'énergie couverte par les accords de branche équivaut à 95%<sup>60</sup> de la consommation d'énergie identifiée dans le bilan énergétique de la Wallonie de 2016 pour les 5 secteurs retenus comme exhaustif.

	AdB			Bilan énergétique			% du bilan
	Combustible	Elec	Total	Combustible	Electricité	Total	
SIDERURGIE	3197	1832	5029	3.380	1.916	5297	95%
CHIMIE	6843	2067	8910	5.524	2.933	8457	105%
MINERAUX NON METALLIQUES	9647	1257	10903	11.139	1.733	12872	85%
ALIMENTATION	4057	777	4834	4.058	1.305	5363	90%
PAPIER	3982	252	4234	3.076	720	3797	112%
TOTAL	27726	6185	33911	27.178	8.608	35786	95%

Tableau 28 : Comparaison Accord de Branche & Bilan énergétique (GWh)

La chaleur thermique récupérable au sein de l'industrie wallonne peut être issue de trois sources différentes :

1. La chaleur thermique issue de l'électricité ;
2. La chaleur thermique issue des combustibles.
3. La chaleur renouvelable non-comptabilisé dans les bilans énergétiques.

<sup>58</sup> Les hypothèses et chiffres présentés dans cette section ont été communiqués par le facilitateur Industrie mandaté par la Wallonie. Cette demande s'est inscrite dans le cadre de la mission de facilitateur énergie dans l'industrie qu'il mène pour le SPW-Energie.

<sup>59</sup> Ce pourcentage est déduit à partir des données disponibles dans les bilans énergétiques de la Région Wallonne pour le secteur industriel.



## Chaleur thermique issue de l'électricité

Cette chaleur résulte de l'utilisation de l'électricité pour répondre à des besoins thermiques (aciéries, fours, étuves électriques), mais également de la chaleur récupérable sur des compresseurs froids ou d'air comprimé. Le tableau ci-dessous identifie, dans un premier temps, les besoins de chaleur assurés par de l'électricité au sein des secteurs industriels retenus. Sur base de la consommation électrique sectorielle issue des audits accords de branche (colonne Conso Elec), nous avons estimé soit (colonne Elec process) un pourcentage de cette consommation pour des besoins électriques (Extrudeuse, électrolyse, Lyophilisation, étuves, fondoirs, ...), soit le besoin en chaleur des 3 aciéries électriques wallonnes. La chaleur récupérable est basée sur une étude d'échange de chaleur dans une aciérie pour le secteur de la sidérurgie, soit sur un potentiel de récupération de 10% dans les autres cas. Dans un second temps, le tableau présente la chaleur récupérable. La chaleur récupérable est évaluée à 188 GWh.

	Conso. Elec.	Elec. Process	Besoin chaleur	Chaleur récupérable	Hypothèses
SIDERURGIE	1.832		817	100	Le besoin de chaleur est le besoin de chaleur réel du secteur.
CHIMIE	2.067	35%	723	72	Le besoin de chaleur est une hypothèse sur les besoins de chaleur pour les extrudeuses et les électrolyses. La chaleur récupérable considère un gain de 10% sur les fumées à 200°C.
MINERAUX NON METALLIQUES	1.257	-	-	-	n.d.
ALIMENTATION	777	20%	155	16	Le besoin de chaleur est une hypothèse sur les besoins de chaleur pour les lyophilisation, les étuves et les fondoirs. La chaleur récupérable considère un gain de 10% sur les fumées à 200°C.
PAPIER	252	-	-	-	n.d.
<b>TOTAL</b>	<b>6.185</b>		<b>1.696</b>	<b>188</b>	

Tableau 29 : Chaleur thermique issue de l'électricité (Part. I – GWh)

Le tableau ci-dessous identifie, dans un premier temps, la part d'électricité qui est utilisée dans des compresseurs d'air et des compresseurs de froid. Dans un second temps il quantifie la part de la chaleur récupérable sur ces compresseurs. Tout secteur confondu, une efficacité de 50% a été retenue pour les compresseurs à plaques à contre-courant. La chaleur récupérable est évaluée à 1.513 GWh.

	Compresseurs	Chaleur Compresseur	Chaleur récupérable
SIDERURGIE	5%	366	183
CHIMIE	15%	1.240	620
MINERAUX NON METALLIQUES	5%	251	126
ALIMENTATION	35%	1.088	544
PAPIER	8%	80	40
<b>TOTAL</b>		<b>3.027</b>	<b>1.513</b>

Tableau 30 : Chaleur thermique issue de l'électricité (Part II – GWh)

## Chaleur thermique issue des combustibles

Le tableau ci-après identifie, pour chacun des secteurs industriels, la chaleur consommée (i.e. la chaleur utile) et la chaleur récupérable. Les hypothèses retenues pour cette analyse sont :

- **Sidérurgie** : « 69% » se base sur le rendement des fours de préchauffages sans récupération et 50% sur la chaleur récupérable haute température ;
- **Chimie** : Le pourcentage de récupération est estimé à 25% car une partie importante de la vapeur est déjà utilisée pour créer de l'électricité ;
- **Minéraux non-métalliques** : « 93% » se base sur le rendement des fours rotatifs et le 10%, lié à la chaleur récupérable, sur le fait qu'il y a très peu de besoin de chaleur à proximité ;
- **Alimentation** : « 70% » se base sur le rendement saisonnier d'une chaudière et les 50% de chaleur récupérable sont de la chaleur dont la température est inférieure à 100°C.

Il apparaît que la chaleur récupérable issue de la consommation de combustibles est de 2.987 GWh.

	Conso. Combustible	Chaleur consommée		Chaleur récupérable	
SIDERURGIE	3.197	69%	2.206	50%	496
CHIMIE	6.843		3.290	25%	888
MINERAUX NON METALLIQUES	9.647	93%	8.971	10%	68
ALIMENTATION	4.057	70%	2.840	50%	609
PAPIER	3.982		2.129	50%	927
<b>TOTAL</b>	<b>27.726</b>		<b>19.436</b>		<b>2.987</b>

Tableau 31 : Chaleur thermique issue des combustibles (GWh)

## Chaleur renouvelable non comptabilisée dans les bilans énergétiques

Le tableau ci-dessous identifie le potentiel de chaleur renouvelable au sein de l'industrie qui n'est pas encore valorisée. Ces chiffres se basent sur le résultat de 400 audits « Accords de branche », dont les résultats ont été consolidés par les 14 fédérations sectorielles dans le cadre des accords de branche<sup>61</sup>.

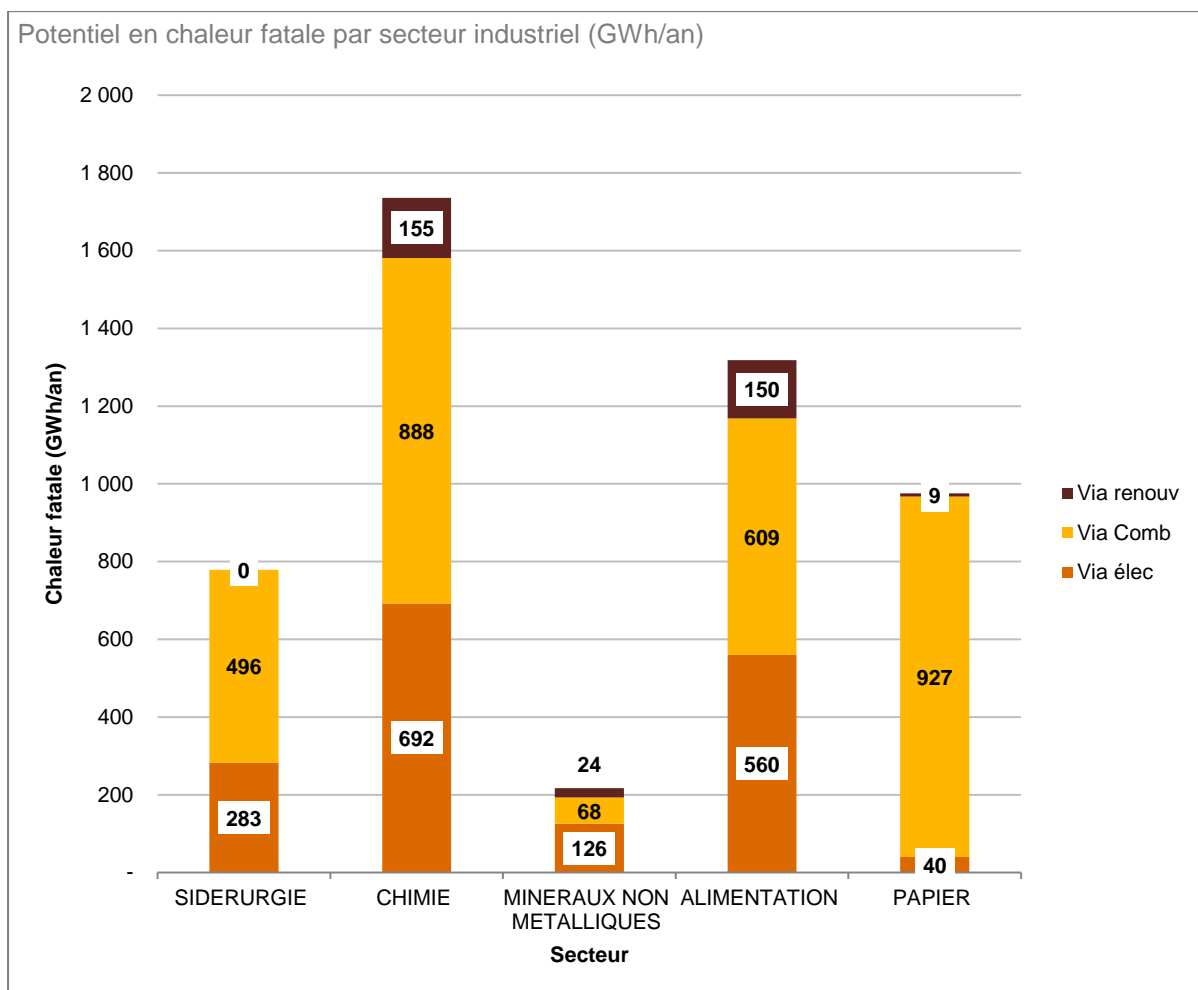
	Potentiel renouvelables (GWh)
SIDERURGIE	0
CHIMIE	155
MINERAUX NON METALLIQUES	24
ALIMENTATION	150
PAPIER	9
<b>TOTAL</b>	<b>338</b>

Tableau 32 : Chaleur renouvelable non comptabilisée dans les bilans énergétiques (GWh)

<sup>61</sup> Ces résultats sont repris dans les rapports sectoriels dont une partie est rendue publique : <https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/adb2-rapport-public-2016.pdf?ID=51070>

## Consolidation des résultats

La chaleur fatale totale est estimée à 5.026 GWh/an. Le secteur de la chimie est celui qui présente le plus important potentiel de chaleur fatale (1.736 GWh). Il est suivi par le secteur de l'alimentation (1.318 GWh). La chaleur thermique issue des combustibles représente la majorité du potentiel (59%) avec une estimation de 2.987 GWh/an.



Graphique 18 : Potentiel de chaleur fatale

## IV.7. Synthèse

Le tableau ci-dessous présente pour chaque type d'installation la chaleur fatale valorisable.

Type d'installations	Chaleur fatale valorisable (GWh)
Installations de production d'électricité thermique (>50 MW)	0
Installations de cogénération	336 (>20MW) ; 684 (<20MW)
Usines d'incinération de déchets	315
Installations d'énergie renouvelable (>20 MW)	0
Chaleur fatale industrielle	5.026
<b>Total</b>	<b>6.361</b>

Tableau 33: Synthèse sur la chaleur fatale valorisable selon le type d'installation

# *Chapitre 5 : Energie renouvelable*

## V. Part des besoins de chaleur satisfaits à partir de sources renouvelables

### V.1. *Rappel de l'Annexe VIII*

Le point 2 (c) de la partie I de l'Annexe VIII de la directive 2012/27/EU sur le contenu des évaluations complètes du potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid requiert :

L'identification de l'approvisionnement actuel en matière de chaleur et de froid :

- c. La part de l'énergie provenant de sources renouvelables et de la chaleur ou du froid fatal dans la consommation finale d'énergie des réseaux de chaleur et de froid urbains au cours des cinq dernières années, conformément à la directive (UE) 2018/2001.

### V.2. *Identification de la part des besoins de chaleur produits à partir de sources renouvelables*

#### V.2.1. *Sources et méthodologie*

Les données présentées dans cette étape sont issues de la « Compilation des données sur les installations produisant de l'électricité et/ou de la chaleur à partir de sources renouvelables d'énergie et les cogénérations aux énergies fossiles » réalisée par l'ICEDD pour le compte du SPW-Énergie en 2018<sup>62</sup>. L'année 2016 reste l'année de référence pour cette partie. L'Annexe VIII de l'Article 14<sup>63</sup> demande de présenter les données concernant la chaleur renouvelable sur les 5 dernières années. Il est à noter que des données sont disponibles jusqu'en 2018. C'est pourquoi, l'intervalle étudié dans cette partie s'étend de 2012 (5<sup>ème</sup> année précédant 2016) à 2018 (données les plus récentes disponibles). Un intervalle plus long étant plus riche à analyser, les évolutions de la chaleur renouvelable sont étudiées sur cet intervalle 2012-2018.

#### V.2.2. *Résultats globaux*

Sur base de la définition d'énergie renouvelable (cf. glossaire), la chaleur produite à partir d'énergies renouvelables en Wallonie provient de, par ordre décroissant de production annuelle : la biomasse au sein des ménages et des entreprises, la cogénération biomasse, les combustibles de substitution, les pompes à chaleur, le solaire thermique, le charbon de bois et la géothermie profonde.

En 2016, la **production de C-SER s'élève à 8.907 GWh**, répondant ainsi à plus de **13,5% des besoins globaux de chaleur de la Wallonie**. En comparaison, en 2012, la production de C-SER, s'élève à 7.568 GWh, répondant à 11,3% des besoins de chaleur en Wallonie. Entre 2012 et 2018, la part de chaleur produite à base d'énergie renouvelable est passée de 11,3% à 13,14% en Wallonie. Cette croissance s'explique d'une part par la diminution globale des besoins de chaleur et d'autre part par l'augmentation de la capacité de production des

---

<sup>62</sup> « Compilation des données sur les installations produisant de l'électricité et/ou de la chaleur à partir de sources renouvelables d'énergie et les cogénérations aux énergies fossiles » (ICEDD, 2018)

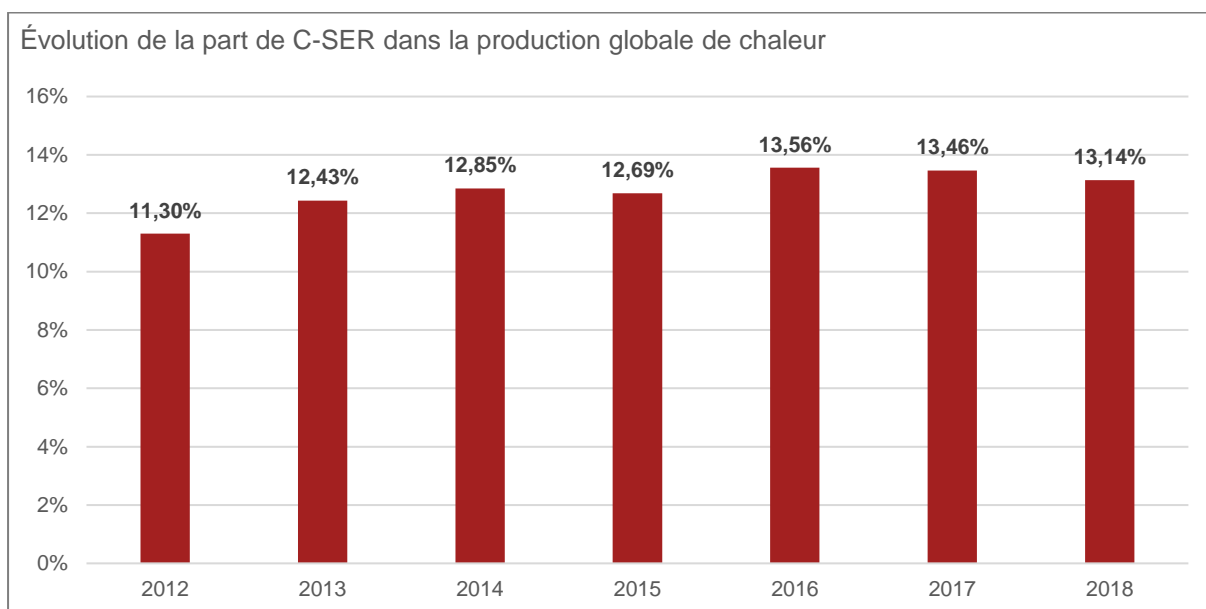
<sup>63</sup> Article 14 de la Directive 2012/27/EU (point 2.c)

sources d'énergies renouvelables. La puissance installée croît **de 3% par an en moyenne** sur la période 2012-2018.

	Unités	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Puissance installée C-SER	GW	4,97	5,18	5,28	5,52	5,69	5,69	5,95
Production C-SER	GWh	7.568,62	8.635,53	7.872,09	8.333,19	8.906,74	8.857,25	8.558,61
Part de C-SER dans le total	%	11,30%	12,43%	12,85%	12,69%	13,56%	13,46%	13,14%
<b>Total de la production de chaleur</b>	<b>GWh</b>	<b>66.988,9</b>	<b>69.462,2</b>	<b>61.247,8</b>	<b>65.693,2</b>	<b>65.689,1</b>	<b>65.789,8</b>	<b>65.135,2</b>

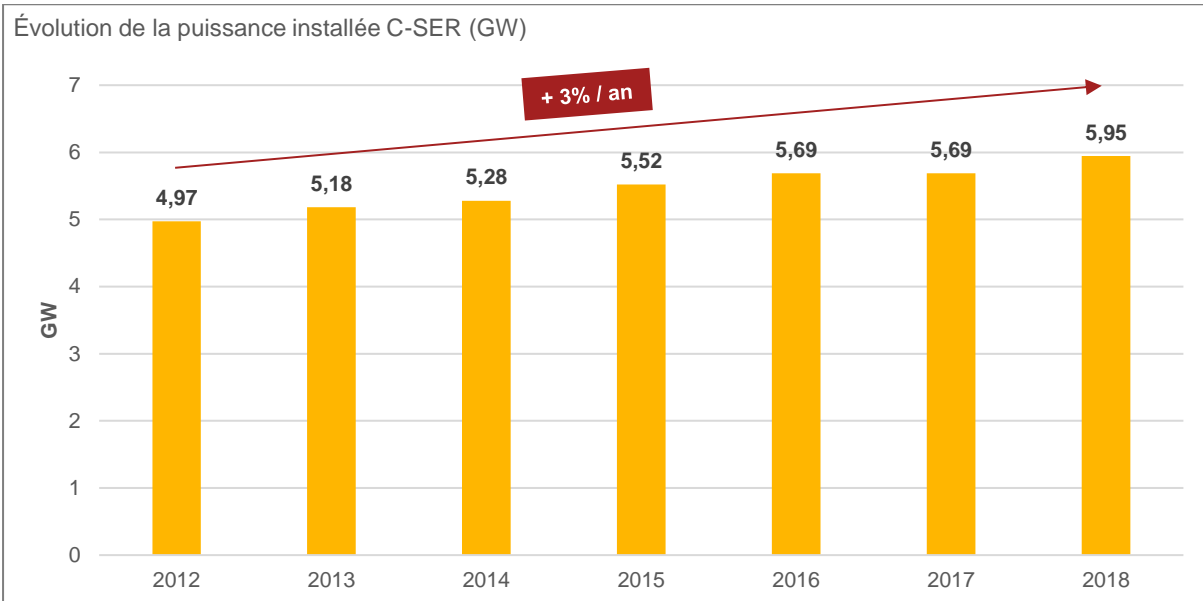
*Tableau 34 : Évolution entre 2012 et 2018 de la puissance installée de C-SER, de la production de C-SER et la part de C-SER dans la production de chaleur globale (GWh)*

L'article 23 de la Directive 2018/2001 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables stipule que chaque État membre s'efforce d'augmenter la part de l'énergie renouvelable dans le secteur du chauffage et du refroidissement. Cet effort doit représenter une augmentation de 1,3 point de pourcentage, à titre indicatif, en moyenne annuelle calculée pour les périodes 2021-2025 et 2026-2030, avec pour point de référence la part d'énergie renouvelable au niveau national dans le secteur du chauffage et du refroidissement en 2020. Cette obligation est limitée à 1,1 point de pourcentage, à titre indicatif, pour les États membres dans lesquels la chaleur et le froid fatales récupérés ne sont pas utilisés. **Sur la période 2012-2018, la part de chaleur produite à partir d'énergie renouvelable a augmenté en moyenne de 0,3 point de pourcentage chaque année.**

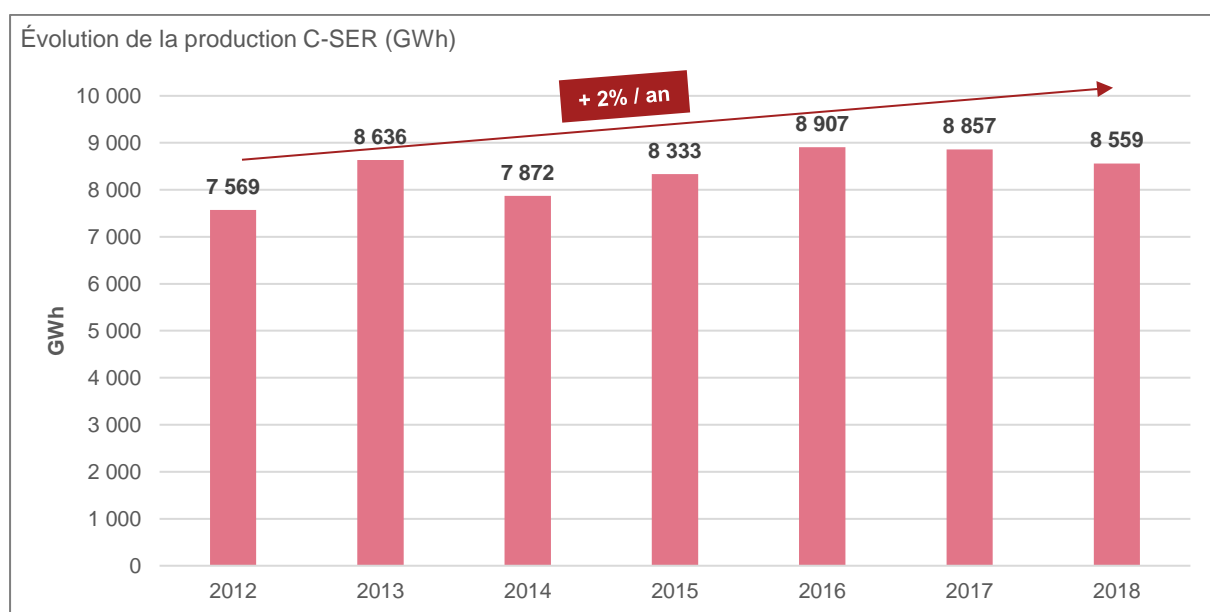


*Graphique 19 : Évolution de la part de C-SER dans la production globale de chaleur*

Le Graphique 20 présente l'évolution de la puissance installée C-SER en Wallonie entre 2012 et 2018. La puissance installée est passée de 4,97 GW en 2012 à 5,95 GW en 2018 représentant une augmentation de près de 20%, soit une croissance moyenne de 3% par an. Le Graphique 21 représente l'évolution de la production de C-SER en Wallonie. La production de C-SER est passée de 7.569 GWh en 2012 à 8.559 GWh en 2018 représentant une augmentation de près de 13%, soit une croissance moyenne de 2% par an. Il est important de noter que la production de chaleur dépend du climat (degrés-jours). Par conséquent, pour la production de chaleur renouvelable présentée dans cette partie, une part des sauts dans les courbes est expliquée par les variations climatiques d'une année à l'autre.



Graphique 20 : Évolution de la puissance installée C-SER (GW)



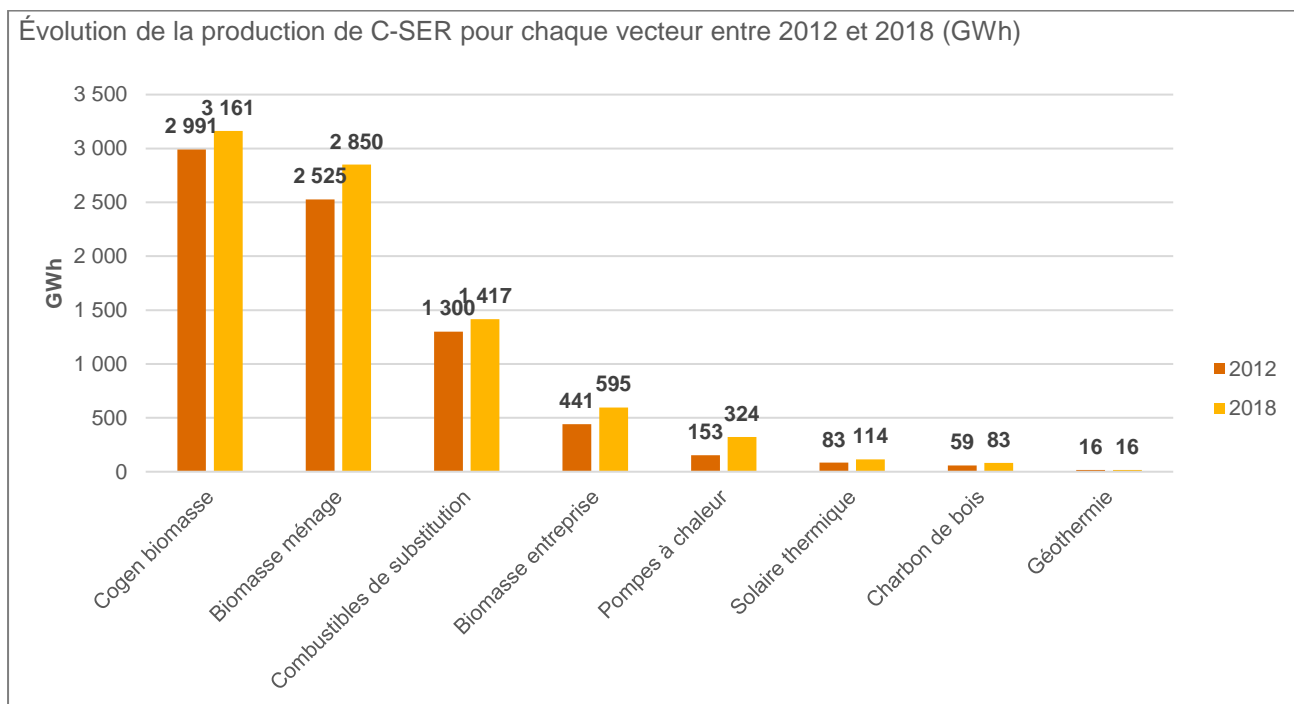
Graphique 21 : Évolution de la production C-SER (GWh)

## Présentation des différentes technologies

Le tableau ci-dessous présente l'évolution de la production de C-SER entre 2012 et 2018 par technologies. En 2018, les trois principales sources de C-SER en Wallonie qui représenté 93% de la C-SER sont : la biomasse au sein des ménages et des entreprises (40%), la cogénération (37%), et les combustibles de substitution (16%). Les pompes à chaleur enregistrent la plus forte croissance sur la période étudiée s'élevant à +110% en 6 ans, soit environ 13% de croissance annuelle moyenne. Le graphique ci-dessous présente la production C-SER de chaque technologie en 2012 comparativement à celle de 2018.

Technologies	Unités	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Croissance annuelle <sup>64</sup>
Cogénération biomasse	GWh	2.991,12	3.358,08	3.616,91	3.392,88	3.424,67	3.575,69	3.161,48	0,9%
Biomasse ménage	GWh	2.525,33	3.064,24	2.120,20	2.669,59	3.103,54	2.884,80	2.849,58	2,0%
Combustibles de substitution	GWh	1.300,09	1.356,73	1.297,03	1.374,09	1.340,14	1.291,13	1.416,64	1,4%
Biomasse entreprise	GWh	440,77	452,34	457,70	430,50	555,11	584,76	595,19	5,1%
Pompes à chaleur	GWh	153,17	188,74	181,73	213,56	242,84	244,76	323,68	13,3%
Solaire thermique	GWh	83,41	84,96	92,04	100,22	95,12	96,80	113,60	5,3%
Charbon de bois	GWh	58,93	112,56	92,36	137,23	129,49	164,10	82,74	5,8%
Géothermie profonde	GWh	15,80	17,89	14,11	15,11	15,82	15,20	15,70	-0,1%
<b>Production de C-SER</b>	<b>GWh</b>	<b>7568,6</b>	<b>8635,5</b>	<b>7872,1</b>	<b>8333,2</b>	<b>8906,7</b>	<b>8857,3</b>	<b>8558,6</b>	<b>2,1%</b>
<b>Part de C-SER dans le total</b>	<b>%</b>	<b>11,30%</b>	<b>12,43%</b>	<b>12,85%</b>	<b>12,69%</b>	<b>13,56%</b>	<b>13,46%</b>	<b>13,14%</b>	<b>2,5%</b>
<b>Total de la production de chaleur</b>	<b>GWh</b>	<b>66.988,9</b>	<b>69.462,2</b>	<b>61.247,8</b>	<b>65.693,2</b>	<b>65.689,1</b>	<b>65.789,8</b>	<b>65.135,2</b>	<b>-0,5%</b>

Tableau 35 : Évolution de la production C-SER par technologies entre 2012 et 2018



Graphique 22 : Évolution de la production de C-SER pour chaque vecteur entre 2012 et 2018 (GWh)

<sup>64</sup> Il s'agit du taux annuel moyen de croissance sur la période 2012-2018.



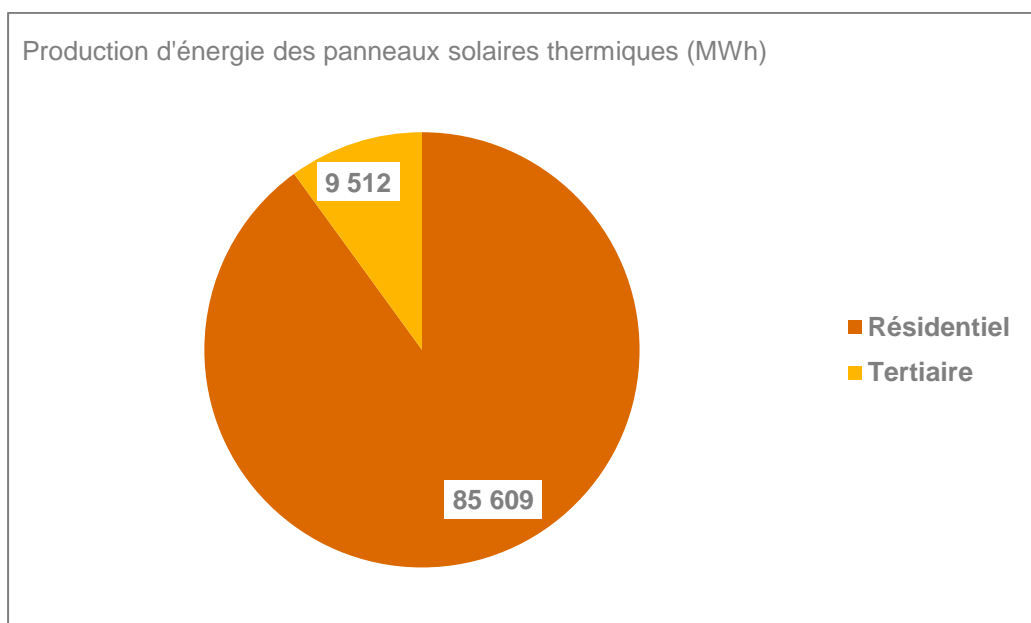
## V.3. Installations d'énergie renouvelable (>20 MW)

Ce paragraphe vise à identifier les installations d'énergie renouvelable dont la puissance thermique totale est supérieure à 20 MW. Trois technologies sont ici analysées :

- L'énergie solaire thermique ;
- Les chaudières à biomasse ;
- La géothermie.

### V.3.1. L'énergie solaire thermique

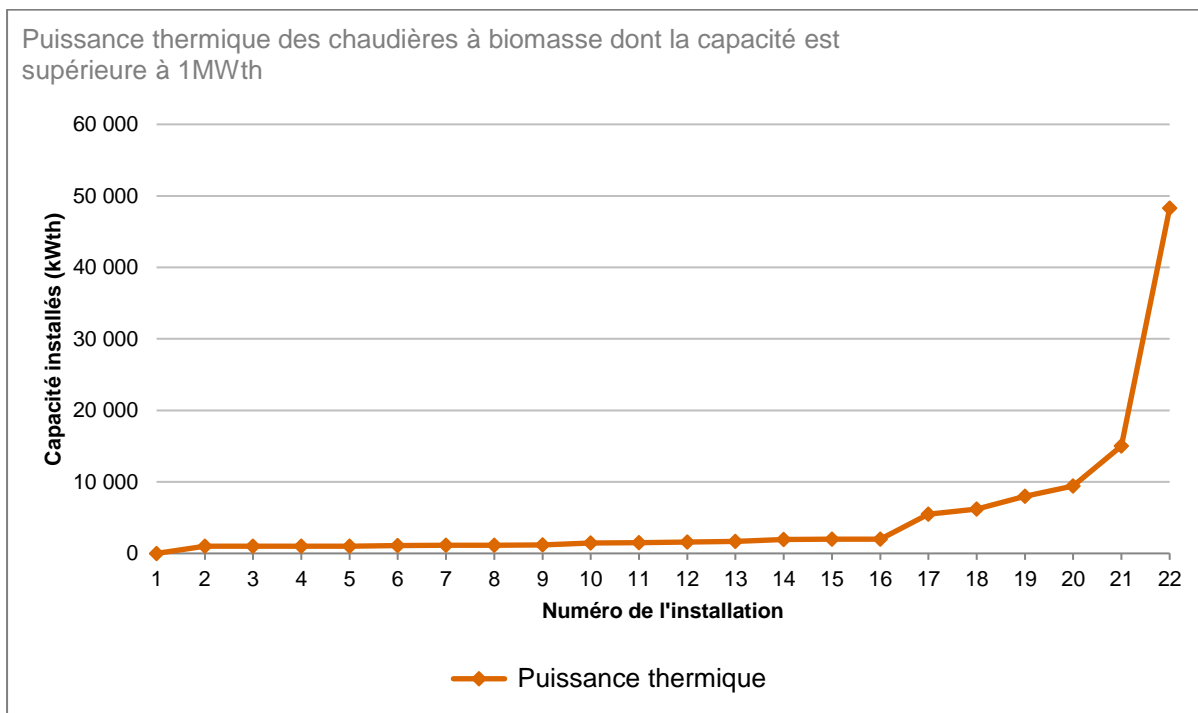
En 2016, la Wallonie comptait 34.421 installations de panneaux solaires thermiques. Leur superficie totale était de 235.363 m<sup>2</sup>. Ils ont généré 95.121 MWh, dont 90% dans le secteur résidentiel. Compte tenu de ces chiffres et du caractère « résidentiel » des installations, il ne semble pas y avoir d'installation d'énergie solaire thermique supérieure à 20 MWth.



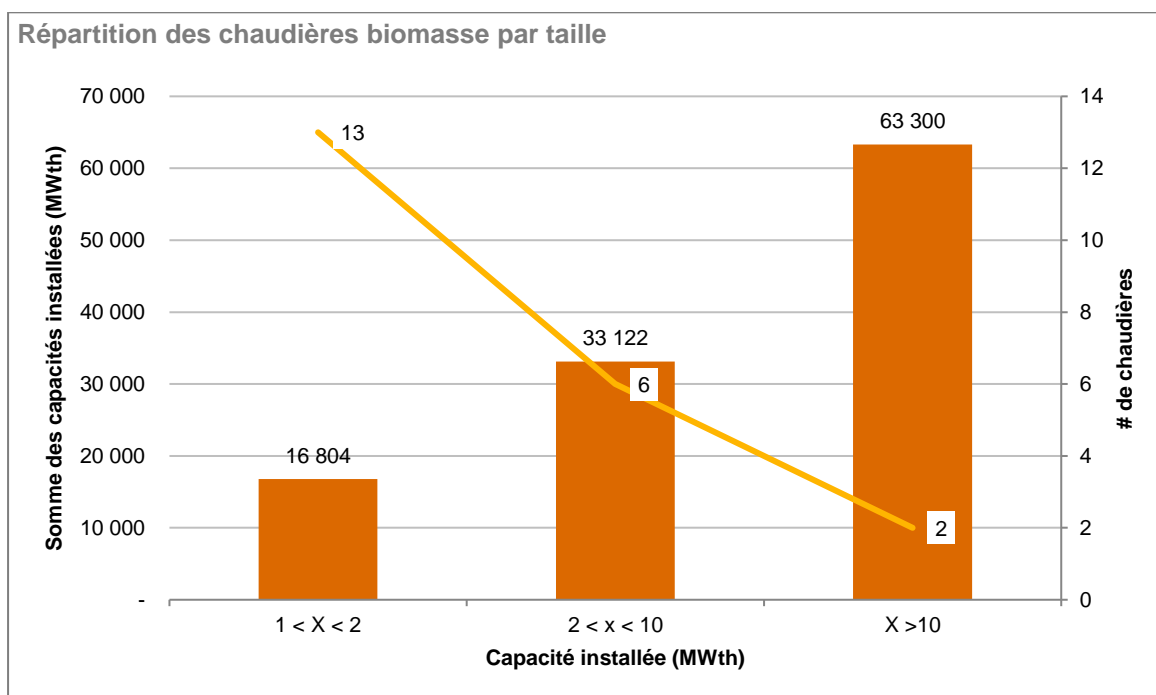
Graphique 23 : Production d'énergie des panneaux solaires thermiques (MWh)

### V.3.2. Les chaudières à biomasse

21 chaudières à biomasse avec une capacité thermique supérieure à 1 MWth ont été identifiées en Wallonie. Elles ont une capacité cumulée de 113,23 MWth. **Une seule installation présente une capacité supérieure à 20 MWth.** 6 installations ont une capacité supérieure à 5 MWth. Leur capacité totale représente 82% de la capacité totale installée pour les chaudières à biomasse identifiées. La production totale de ces installations est estimée approximativement à 1.500 MWh th.



Graphique 24 : Répartition de la capacité des chaudières à biomasse supérieure à 1MWth

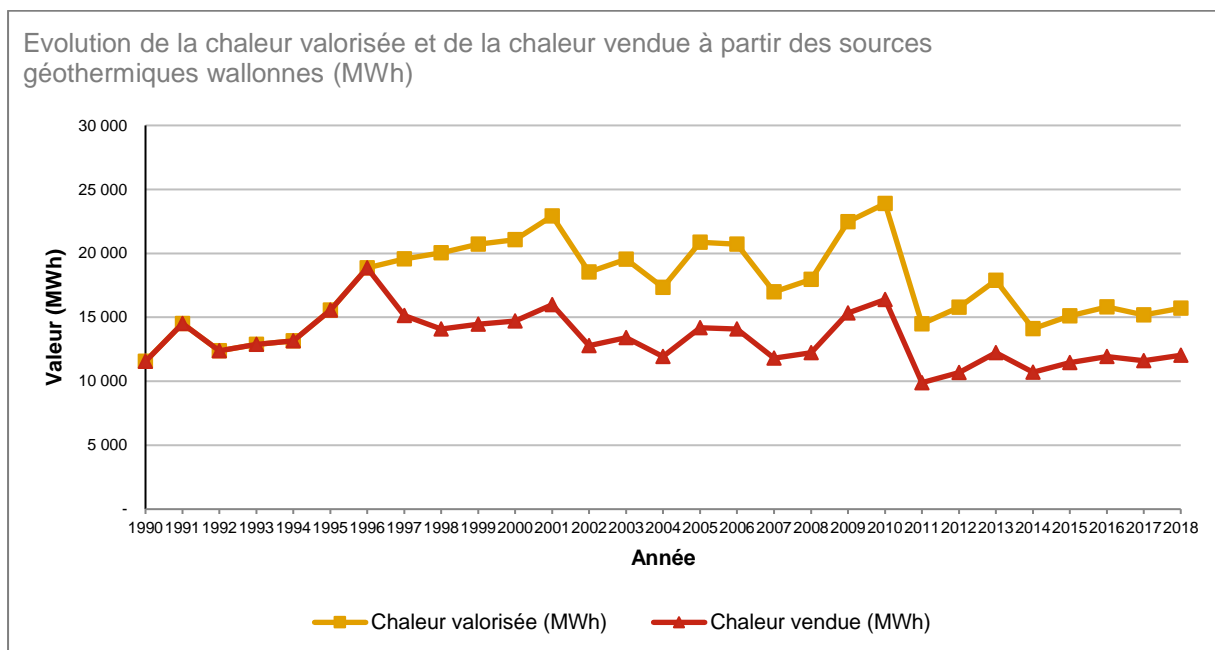


Graphique 25 : Répartition et nombre des chaudières biomasses par classe de taille

### V.3.3. La géothermie

#### Evolution historique

Sur base des données communiquées dans la COMPIL-SER (version 2020 -1), il apparaît que la chaleur valorisée pour les deux puits en exploitation en 2016 est de 15,8 GWh, dont 11,9 GWh sont vendus. Le solde est autoconsommé. Le graphique ci-dessous présente la chaleur valorisée et la chaleur vendue des deux puits en exploitation de 1990 à 2016. La puissance nette installée du puit de Saint-Ghislain est de 6.000 kWth. La puissance installée sur l'entité de Douvrain est de 3.000 kWth.



Graphique 26 : Chaleur produite & valorisée à partir de la géothermie profonde wallonne (MWh)

En sus de ces deux puits, un troisième puits creusé en 1981 est resté inexploité depuis plus de 20 ans, la centrale géothermique a été inauguré en février 2018. Cette dernière servira à alimenter en chauffage les entreprises de la zone d'activité économique qui l'entoure. Ce puit a une profondeur de 1.500 mètres. Il permet d'exploiter de l'eau d'une température de 65°C à la surface. La centrale géothermique de production a une puissance 7MW.

Finalement, en juin 2016, le Gouvernement Wallon a approuvé le projet Géotherwall de l'IDEA, financé par la Wallonie et le Fond européen de développement régional (FEDER). Deux puits d'environ 2.500 mètres de profondeur doivent être creusés en 2021, avec un puits dédié au pompage de l'eau chaude, et un autre destiné à réinjecter l'eau dans le sous-sol, après son passage dans des échangeurs de chaleur. Une centrale géothermique sera ensuite construite, qui devrait être raccordée au réseau de chaleur de l'hôpital Ambroise Paré mi-2023, pour le fournir en chauffage et en eau chaude sanitaire. Le débit escompté est de 150 m³/heure, avec une eau à une température de 73 degrés, soit une capacité de 7 MW et la quantité de chaleur distribuée annuellement via les conduites calorifugées pourrait atteindre 10,5 à 14 GWh.

## Potentiel de la géothermie profonde

En 2011, une étude a été lancée par le SPW-Energie<sup>65</sup> qui visait à déterminer le potentiel géothermique en Wallonie - Cartographie des Cibles géothermiques potentielles en Wallonie. L'objectif étant de déterminer le potentiel qualitatif et les zones favorables à l'exploitation de la géothermie profonde en Wallonie.

Une autre étude a été lancée par le SPW-Energie en 2015, visant à déterminer le potentiel technique de la géothermie profonde en Wallonie. Une analyse chiffrée de ce potentiel a été menée avec toutes les précautions d'usage vu le manque de forages en Wallonie. Des hypothèses ont été prises en considération pour l'estimation de ce potentiel chaleur, seul le réservoir géothermique profond (1 à 5 km de profondeur) des calcaires d'âge Carbonifère (Dinantien) a été pris en considération.

L'évaluation du potentiel géothermique des calcaires carbonifères a été calculée uniquement pour la production et l'utilisation directe de la chaleur.

- La surface au sol correspondant au gisement profond des calcaires carbonifères, principal réservoir pour l'exploitation de la géothermie profonde, représente une superficie de 3.075 km<sup>2</sup>, soit près de 18% du territoire wallon.
- Le calcul de la production d'énergie thermique s'est basé sur la référence du forage de Saint-Ghislain (Mons) fournissant une eau à 70°C, avec un débit de 150 m<sup>3</sup> /h et réinjectant l'eau après utilisation à 30°C, soit une centrale de 7 MW de puissance installée et une production annuelle de 12.000 MWh par doublet, pour un taux d'utilisation-rendement moyen de 20%.

Cette étude évalue de manière estimative **le potentiel technique à 1.536 GWh**. Cette hypothèse considère l'exploitation de 128 doublets d'ici 2050. Cela équivaut approximativement à une production annuelle de 228 GWh.

## Potentiel géothermie minière

En janvier 2019, le SPW-Energie a lancé une étude, visant à déterminer le potentiel technique de la géothermie des anciennes mines désaffectées en Wallonie. Sur base des premiers résultats, quatre bassins houillers wallons ont été identifiés comme présentant a priori un potentiel géothermique non négligeable : les Bassins du Couchant de Mons, du Centre, de Charleroi et de Liège. Le potentiel géothermique des 4 bassins a été estimé sur base des volumes extraits et des profondeurs d'exploitation. L'analyse de la combinaison de ces paramètres clés a permis de fournir une première estimation du potentiel local. Il est estimé à 1690 GWh. Le classement dans le tableau ci-dessous montre que les potentiels les plus intéressants sont ceux des bassins du Couchant de Mons, de Charleroi et de Liège. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Régions analysées	Potentiel estimé
Mons	486 GWh
Centre	259 GWh
Charleroi	501 GWh
Liège	444 GWh
Total	1.690 GWh

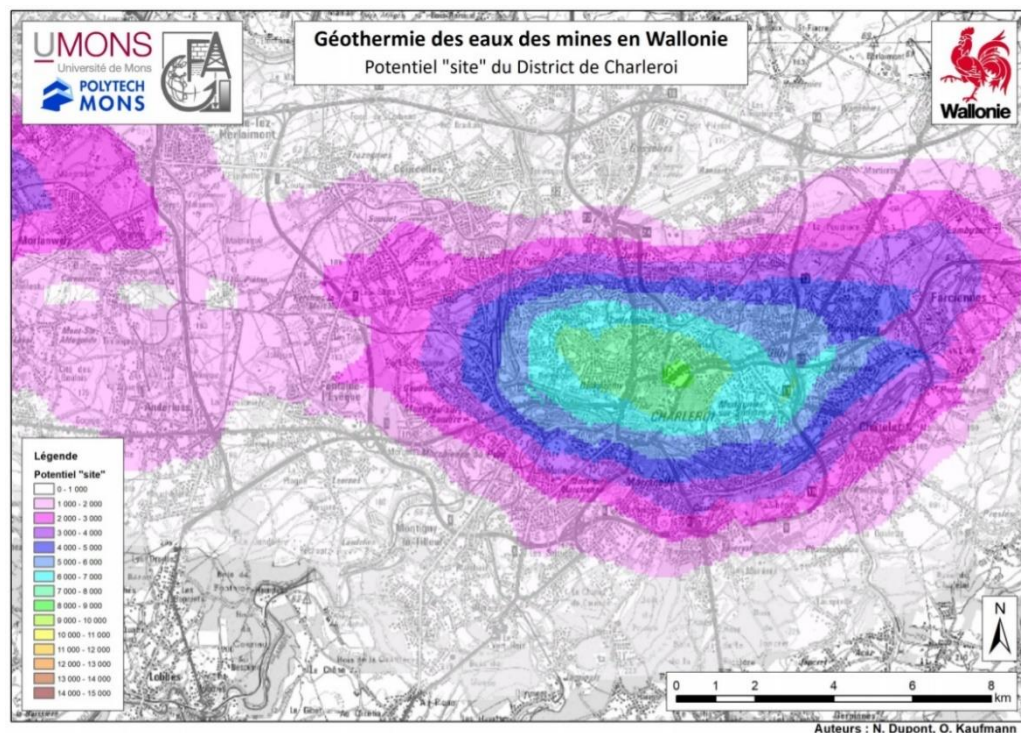
Table 1 : Potentiel technique de la géothermie minière

<sup>65</sup> Toutes les informations relatives à la géothermie en Wallonie sont disponibles sur la page dédiée du site du SPW, <https://energie.wallonie.be/fr/la-geothermie-profonde.html?IDC=6173>

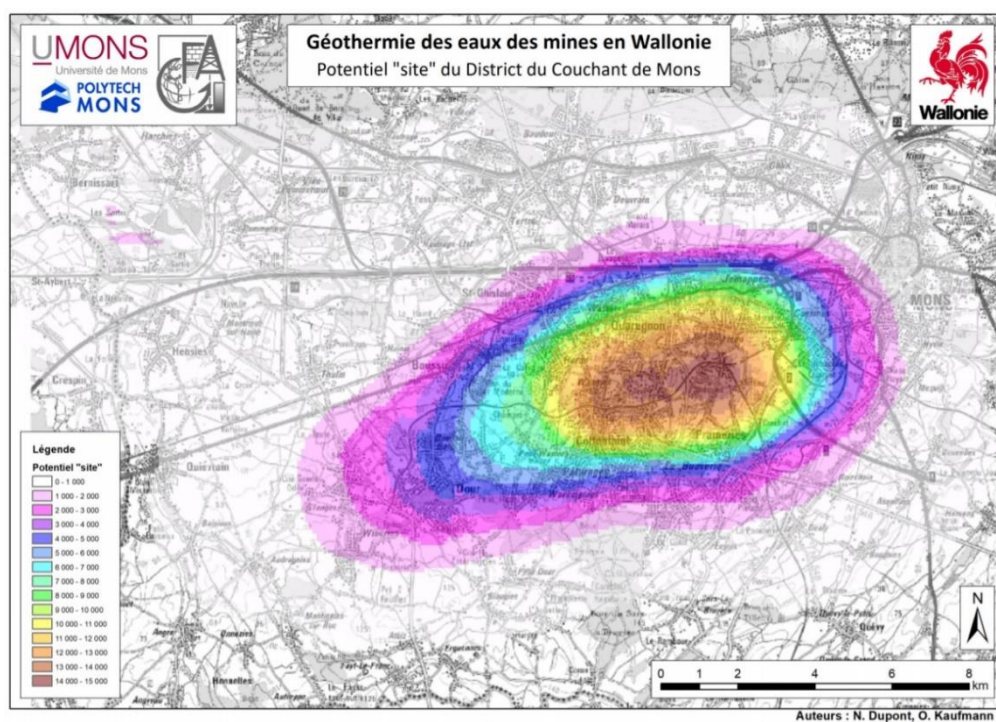
L'étude s'est penchée sur l'identification d'anciens sites miniers favorables à la géothermie basse énergie en Wallonie. Pour cela, elle s'est basée sur les cartes des anciennes mines et des archives permettant de visualiser les veines exploitables, les profondeurs d'exploitations ainsi que les volumes d'eau présente dans celles-ci.

Le potentiel géothermique des 3 sites a été estimé sur base des volumes de minerai extraits et des profondeurs d'exploitation. L'analyse de la combinaison de ces paramètres clés a permis de fournir une première estimation du potentiel local.

De cette étude se dégagent trois cartes présentant les trois zones à haut potentiel géothermique du District de Charleroi, du District du Couchant de Mons et du District de Liège, dont voici les représentations :

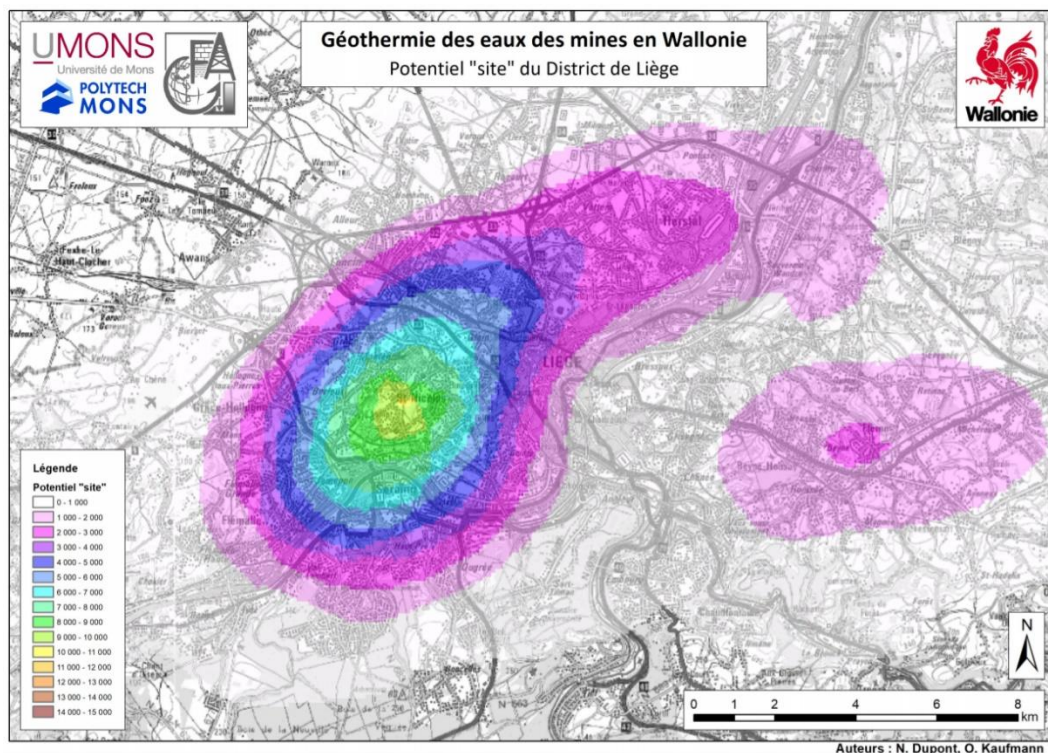


*Carte 1 : Représentation du Potentiel en GWh « site » du District de Charleroi*



*Carte 2 : Représentation du Potentiel en GWh « site » du District du Couchant de Mons*





*Carte 3 : Représentation du Potentiel en GWh « site » du District de Liège*

Les résultats montrent que la capacité thermique des différents bassins miniers estimée à 1690 GWh. Cela représente un réel potentiel chaleur qu'il serait intéressant d'exploiter en Wallonie. Une étude de pré faisabilité devrait être lancée dans le bassin de Charleroi en 2021. Son objectif est de définir les contours du projet pilote en fonction des besoins de chaud et de froid proches de ces gisements actuels, des projets de développement futurs ainsi que de la synchronisation de ces besoins (spatiale et temporelle). Ça sera une première en Wallonie, Le retour d'expérience positive de la ville de Heerlen (Pays-Bas) dans ce domaine montre que l'exploitation de la chaleur via la géothermie minière est un réel gisement à ne pas négliger.

## V.4. Identification de la part des besoins de chaleur fournis par réseau de chaleur produits à partir de sources renouvelables

### V.4.1. Sources et méthodologie

Les données présentées dans cette étape sont issues du Chapitre 3 (étape 3) et de l'inventaire des réseaux de chaleur et de froid réalisé par l'ICEDD<sup>66</sup>. Dans ce document, le combustible à l'origine de la chaleur distribuée par chaque réseau de chaleur est identifié.

### V.4.2. Résultats globaux

En Wallonie, la quasi-totalité de la chaleur distribuée par des réseaux de chaleur est produite à partir d'énergies renouvelables puisqu'elle représente près de 93% de la chaleur distribuée. Les 7% résiduels proviennent de cogénérations fonctionnant au gaz naturel. Plus de 86% de la C-SER distribuée par réseau de chaleur est produite à partir de biomasse sèche. Le solde est assuré par de la géothermie profonde, de la biomasse humide et de la biomasse gazeuse.

	Production distribuée	Part du total
Réseau de chaleur – SER	220 GWh	92,9%
Réseau de chaleur – Fossile	17 GWh	7,1%
Réseau de chaleur – Total	237 GWh	100%

## V.5. Synthèse

**En 2016, les chiffres clés de la production de chaleur à partir de sources d'énergie renouvelables sont les suivants :**

- La production de C-SER s'élève à 8.907 GWh, soit 13,5% de la consommation de chaleur.
- La source d'énergie principale est la biomasse qui assure 80% de la C-SER (via la cogénération biomasse (38%), la biomasse ménage (35%) et la biomasse entreprise (6%)).
- La chaleur distribuée par les réseaux de chaleur établis en Wallonie provient principalement de sources d'énergie renouvelable (près de 93%).
- Sur la période 2012-2018, la part de chaleur produite à partir d'énergie renouvelable a augmenté en moyenne de 0,3 point de pourcentage chaque année.

<sup>66</sup> « Inventaire Réseaux de chaleur et de froid » (ICEDD, 2017)

## V.6. Tableaux récapitulatifs des chapitres 1-5

Le tableau ci-dessous présente pour chaque secteur : les besoins énergétiques totaux, les besoins de chaleur et de froid (précisant les besoins de chaleur et de froid substituable) et l'approvisionnement de chaleur en fonction de l'origine de la production (fossile/renouvelable et sur site/hors site). Pour chaque secteur, il est intéressant de comparer les besoins de chaleur substituable et la production de chaleur hors site. Il apparaît que la production de chaleur hors site présente un important potentiel de développement au vu de la différence entre la part de chaleur substituable et le faible poids de la production de chaleur hors site.

Besoins énergétiques 2016				Approvisionnement de chaleur 2016		
Secteur résidentiel	Total : 30.442 GWh				<b>Fossile</b>	<b>SER</b>
	<b>BC : 26.507 GWh</b>	BF : 997 GWh	Autres : 2.938 GWh	Production sur site	22.652 GWh	3.789 GWh
	<i>BCS : 25.690 GWh</i>	<i>BFS : 116 GWh</i>	-	Production hors site	0 GWh	66 GWh
Secteur tertiaire	Total : 13.020 GWh				<b>Fossile</b>	<b>SER</b>
	<b>BC : 6.985 GWh</b>	BF : 914 GWh	Autres : 5.121 GWh	Production sur site	6.689 GWh	240 GWh
	<i>BCS : 6.980 GWh</i>	<i>BFS : 532 GWh</i>	-	Production hors site	17 GWh	76 GWh
Secteur industriel	Total : 39.674 GWh				<b>Fossile</b>	<b>SER</b>
	<b>BC : 29.724 GWh</b>	BF : 852 GWh	Autres : 9.098 GWh	Production sur site	23.062 GWh	6.579 GWh
	<i>BCS : 11.639 GWh</i>	<i>BFS : 129 GWh</i>	-	Production hors site	0 GWh	83 GWh

Le tableau ci-dessous présente, pour chaque source de chaleur fatale en Wallonie, la quantité d'énergie fatale valorisable en GWh.

Type d'installations	Chaleur fatale valorisable (GWh)
Installations de production d'électricité thermique (>50 MW)	0
Installations de cogénération (>20 MW)	336 (>20MW) ; 684 (<20MW)
Usines d'incinération de déchets	315
Installations d'énergie renouvelable (>20 MW)	0
Chaleur fatale industrielle	5.026
<b>Total</b>	<b>6.361</b>



# *Chapitre 6 : Evolution de la consommation de chaleur et de froid*

## VI. Evolution de la consommation de chaleur et de froid

### VI.1. *Rappel de l'Annexe VIII*

Le point 4 de la partie I de l'Annexe VIII de la directive 2012/27/EU sur le contenu des évaluations complètes du potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid requiert :

Une prévision des tendances de la demande de chauffage et de refroidissement pour maintenir une perspective des 30 prochaines années en GWh et en tenant compte notamment des projections pour les 10 prochaines années, de l'évolution de la demande dans les bâtiments et les différents secteurs de l'industrie, et de l'impact des politiques et stratégies liées à la gestion de la demande, telles que les stratégies de rénovation des bâtiments à long terme au titre de la directive (UE) 2018/844.

### VI.2. *Introduction*

**Le présent chapitre présente distinctement l'évolution de la consommation de chaleur et de froid pour les secteurs résidentiels, tertiaire et industriel.** Ces estimations reposent sur l'évaluation de la consommation de chaleur de 2016 et considèrent l'évolution prospective de différents paramètres clés sur base de projections existantes (réalisées par le Bureau fédéral du Plan par exemple), de l'évaluation historique de certains paramètres ou encore d'objectifs stratégiques. Les données énergétiques de départ du modèle, c'est-à-dire les données pour l'année 2016, sont issues du bilan énergétique 2016<sup>67</sup> et sont présentées dans les chapitres 1 et 2 de cette étude. **Cet exercice de projection doit prendre en compte l'impact des politiques et stratégies visant à une amélioration de l'efficacité énergétique de la demande de chaleur et de froid.**

Il est à noter que les projections présentées ici n'intègrent pas les potentiels impacts de la crise sanitaire du Covid-19 (impacts sur l'économie, la capacité financière des investisseurs, les budgets publics, les prix des combustibles fossiles, ...).

Ci-dessous, les résultats des projections sont présentés pour chaque secteur concernant la chaleur et le froid.

### VI.3. *Méthodologie*

Les différentes méthodologies sont présentées dans l'Annexe au Chapitre 6.

---

<sup>67</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019)

## VI.4. Projections pour le secteur résidentiel

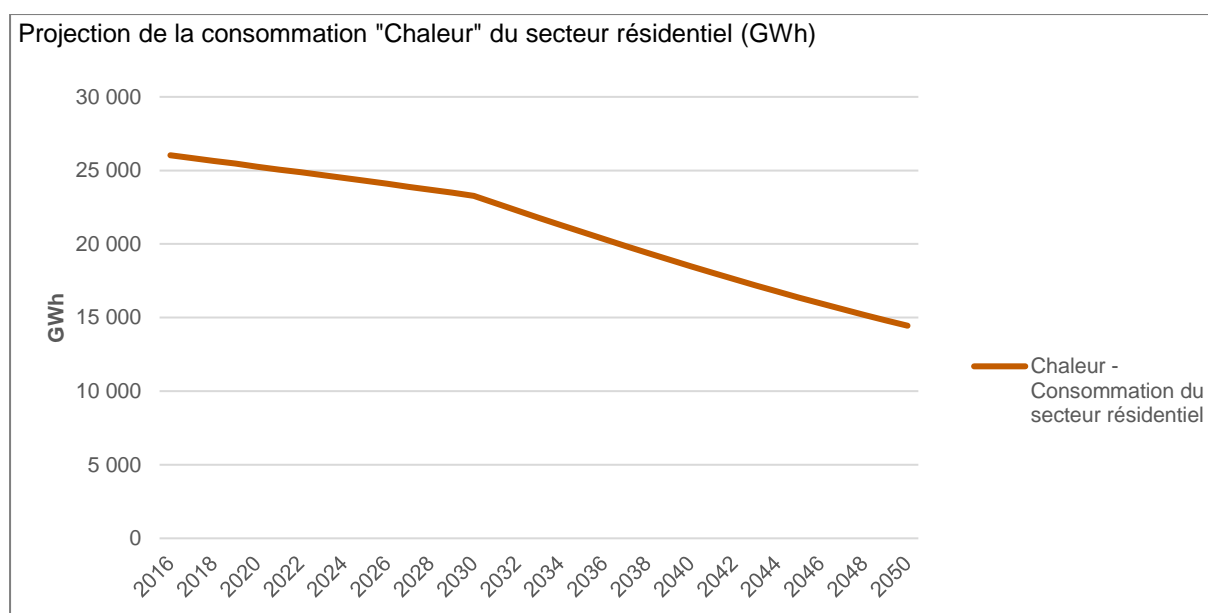
### VI.4.1. Projections de la consommation de chaleur

Globalement, il apparaît que la consommation de chaleur du secteur résidentiel va diminuer sur la période 2016-2050, avec une plus forte intensité à partir de 2030. Pour le secteur résidentiel, l'évolution de trois variables explicatives des besoins de chaleur sont estimées :

- Le nombre de logements ;
- La superficie moyenne des logements ;
- La performance énergétique des logements (amélioration des équipements compris).

L'évolution de cette dernière variable se base sur les objectifs de la Stratégie de rénovation (version 2017)<sup>68</sup> aux horizons 2030 et 2050 et les considère réalisés. Comme demandé par la Directive, les projections doivent prendre en compte les stratégies élaborées et mesures politiques déployées.

En 2016, la consommation « Chaleur » du secteur résidentiel s'élève à 26.031 GWh. Sur base des projections, il est attendu que **cette consommation « Chaleur » du secteur résidentiel s'élève à 14.448 GWh en 2050**, soit une **diminution moyenne annuelle de 1,22% entre 2016 et 2030 et de 2,62% entre 2030 et 2050**.



Graphique 27 : Projection de la consommation « Chaleur » du secteur résidentiel (GWh)

<sup>68</sup> Stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment, SPW (2017)

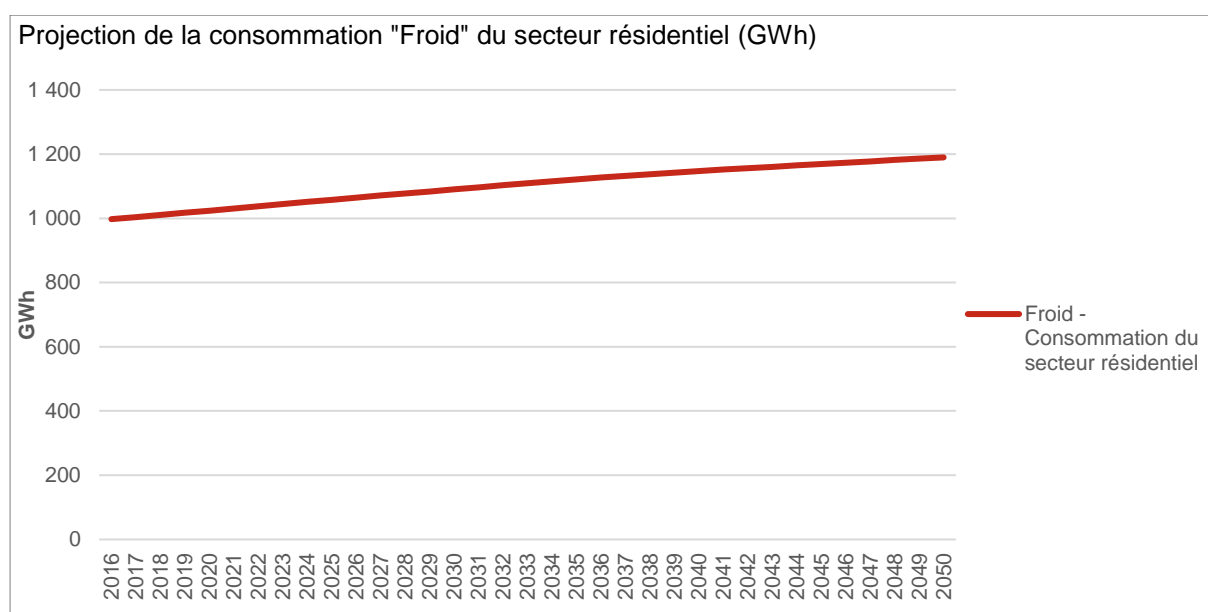
## VI.4.2. Projections de la consommation de froid

Globalement, il apparaît que la consommation de froid du secteur résidentiel va augmenter sur la période 2016-2050. Pour le secteur résidentiel, l'évolution de variables explicatives suivantes de la consommation de froid sont estimées :

- Les besoins de « conditionnement d'air » dépendant de :
  - Les performances énergétiques du bâti
  - La part de logements équipés de systèmes de conditionnement d'air
- Les besoins de « réfrigération » dépendant de :
  - Le nombre de logements

L'évolution de la variable « performances énergétiques du bâti » se base sur objectifs de la Stratégie de rénovation<sup>69</sup> aux horizons 2030 et 2050 et les considère réalisés, comme dans les projections de chaleur.

En 2016, la consommation « Froid » du secteur résidentiel s'élève à 998 GWh. Sur base des projections, il est attendu que **cette consommation « Froid » du secteur résidentiel s'élève à 1.190 GWh en 2050, soit une augmentation moyenne annuelle de 0,52% entre 2016 et 2050**. Cette évolution découle principalement de la forte augmentation de la demande d'équipements de conditionnement d'air.



Graphique 28 : Projection de la consommation « Froid » du secteur résidentiel (GWh)

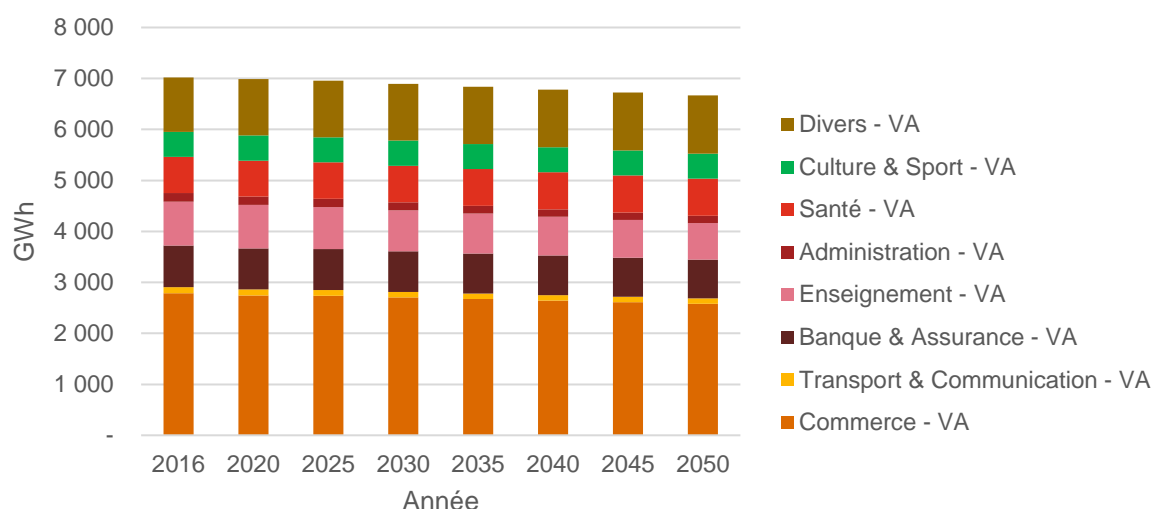
<sup>69</sup> Stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment, SPW (2017)

## VI.5. Projections pour le secteur tertiaire

### VI.5.1. Projections de la consommation de chaleur

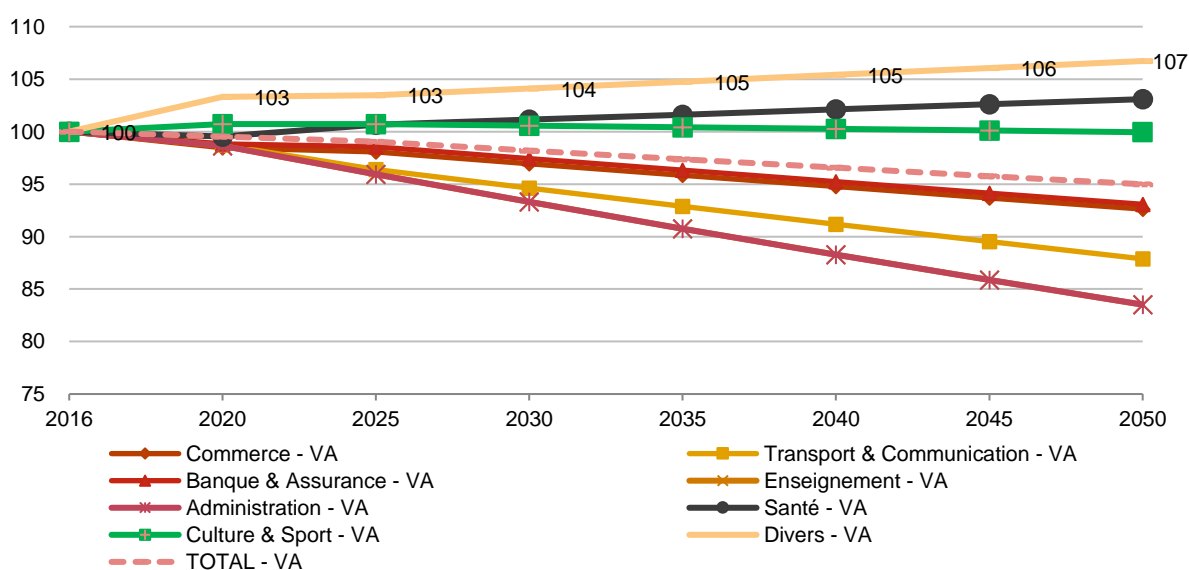
Globalement, il apparaît que la consommation de chaleur du secteur tertiaire va diminuer en moyenne annuelle de 0,13%, en passant de 7.021,61 GWh en 2016 à 6.895,51 GWh en 2030. Entre 2016 et 2050, la consommation de chaleur devrait diminuer de 5,00% (diminution annuelle de 0,15%) pour atteindre 6.669,44 GWh en 2050. Les secteurs de l'enseignement et de l'administration sont les secteurs qui présentent les diminutions de consommation de chaleur les plus marquées (-0,53% de diminution annuelle moyenne). Les secteurs de la santé, de la culture et du sport ainsi que ceux classifiés dans la catégorie « autres » présentent une augmentation de leurs consommations de chaleur.

Projection de la consommation "Chaleur" du secteur tertiaire (GWh)



Graphique 29 : Projection de la consommation de chaleur du secteur tertiaire (GWh)

Projection de la consommation de chaleur du secteur tertiaire (Indice 2016:100)



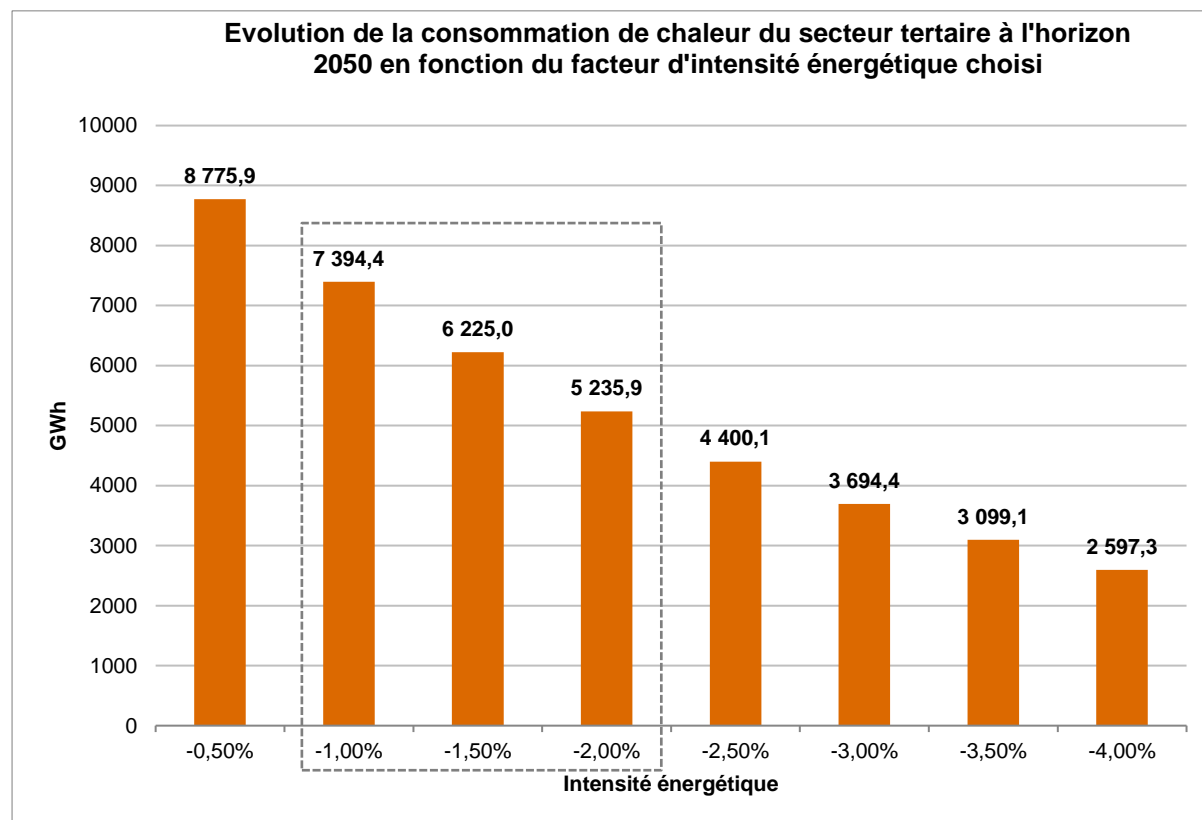
Graphique 30 : Projection de la consommation de chaleur du secteur tertiaire – Indice 2016

## Mise en perspective avec les politiques régionales

L'ambition régionale quant à l'efficacité énergétique du parc des bâtiments tertiaires à l'horizon 2050 est claire : un parc de bâtiments neutre pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement et l'éclairage. Ces bâtiments produiront autant d'énergie qu'ils en consomment, en tenant compte qu'une partie de la production d'énergie d'origine renouvelable pourra être décentralisée<sup>70</sup>.

Sur base de cette volonté politique, il y a lieu de challenger la valeur du « g » (intensité énergétique) mesurée par le Bureau Fédéral du Plan et utilisée dans l'analyse effectuée *supra*. En effet, pour atteindre ses objectifs, la Région devra à la fois s'atteler à mettre en place des mesures qui visent à maximiser l'efficacité énergétique du parc tout en installant les moyens de productions décentralisés renouvelables nécessaires pour répondre à la demande résiduelle.

La consommation de chaleur du secteur tertiaire de la Région Wallonne en 2050 varierait entre 4.400,1 GWh & 8.775,9 GWh pour un facteur d'intensité énergétique égal respectivement à -0,5% et -2,5%. Compte tenu des résultats obtenus dans l'analyse de l'évolution de la consommation de chaleur dans le secteur tertiaire, il apparaît qu'un parc de bâtiments résidentiel avec un PEB A permettrait de réduire la consommation énergétique par m<sup>2</sup> de 0,89% à 2,05% par an. Partant du principe que l'amélioration de la performance énergétique du parc de bâtiments tertiaires permettrait d'atteindre le même niveau de réduction de consommation énergétique que celui du parc résidentiel, il serait alors envisageable d'avoir une consommation de chaleur dans le secteur tertiaire comprise entre 5.200 GWh et 7.400 GWh (cf. rectangle gris sur le graphique). La fourchette basse (5.200 GWh) devrait être retenue pour refléter les politiques régionales ambitieuses.



Graphique 31 : Evolution des besoins de la consommation de chaleur du secteur tertiaire à l'horizon 2050 en fonction du facteur d'intensité énergétique choisi

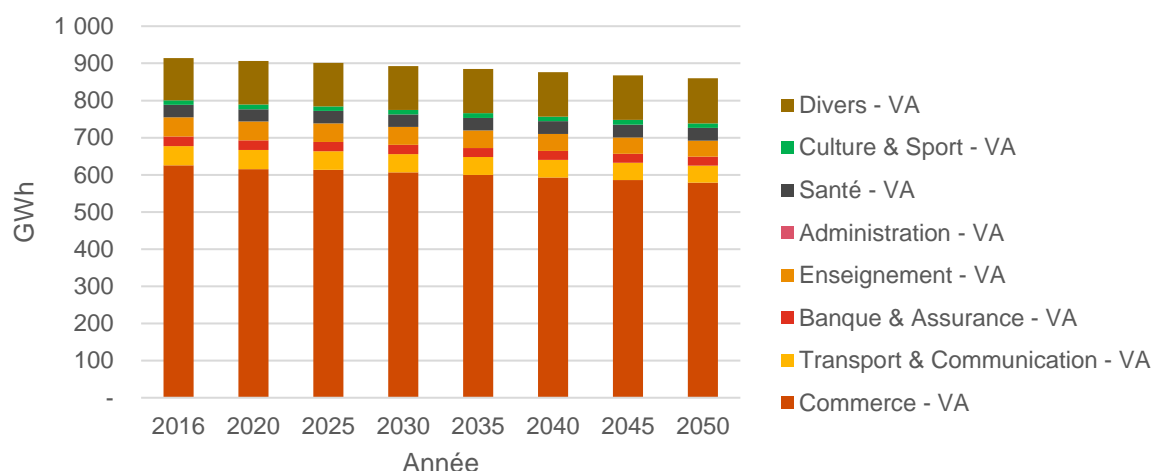
<sup>70</sup> Stratégie Wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment - actée par le gouvernement wallon le 20 avril 2017, p.26.

## VI.5.2. Projections de la consommation de froid

### Scénario « optimiste »

Sur base des analyses effectuées, il apparaît que la consommation de froid le secteur tertiaire devrait diminuer légèrement au sein de la Wallonie jusqu'en 2050, passant de 913,90GWh à 859,79GWh, soit une diminution annuelle moyenne de 0,18%. Cette évolution est en grande partie imputable au secteur tertiaire au sein duquel la consommation de froid était le plus importante en 2016, à savoir le commerce. Entre 2016 et 2050, la diminution annuelle la consommation de froid dans le secteur du commerce est estimée à 0,23% découlant en grande partie de l'amélioration de l'efficacité énergétique.

**Projection de la consommation de froid du secteur tertiaire (GWh)**

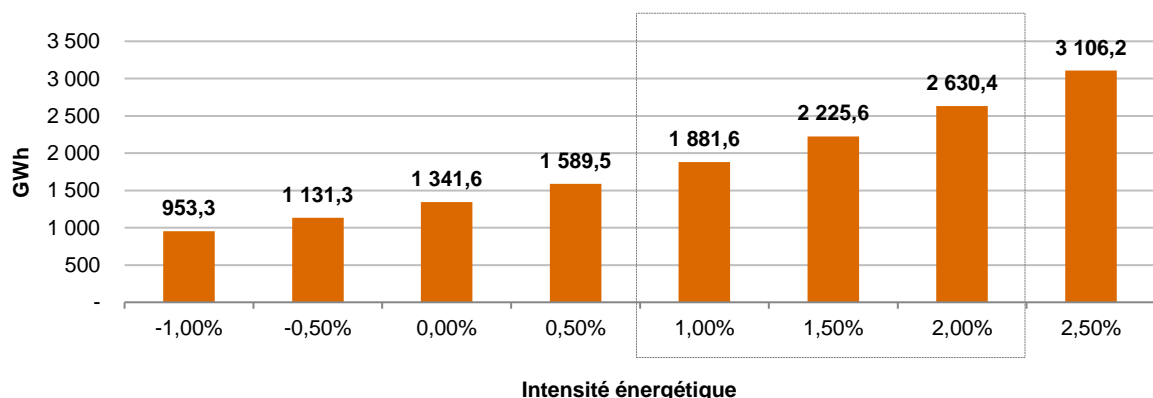


Graphique 32 : Projection de la consommation de froid du secteur tertiaire (GWh)

### Scénario « réaliste »

La consommation de froid du secteur tertiaire de la Région Wallonne en 2050 varierait entre 1.800 GWh & 3.100 GWh pour un facteur d'intensité énergétique égal respectivement à 0,5% et 2,5%. Compte tenu des résultats obtenus dans l'analyse de l'évolution de la consommation de froid dans le secteur tertiaire, il apparaît que la consommation énergétique par m<sup>2</sup> devrait augmenter annuellement de 1,04% à 2,23% en fonction du scénario retenu. Partant du principe que la consommation de froid des bâtiments du secteur tertiaire suit la même tendance que ceux du secteur résidentiel, il serait alors envisageable d'avoir une consommation de froid dans le secteur tertiaire comprise entre 1.900 GWh et 2.700 GWh (cf. rectangle gris ci-dessous).

**Evolution de la consommation de froid du secteur tertiaire à l'horizon 2050 en fonction du facteur d'intensité énergétique choisi**



Graphique 33 : Projection de la consommation de froid dans le secteur tertiaire – Scénario pessimiste (GWh)

## VI.6. Projections pour le secteur industriel

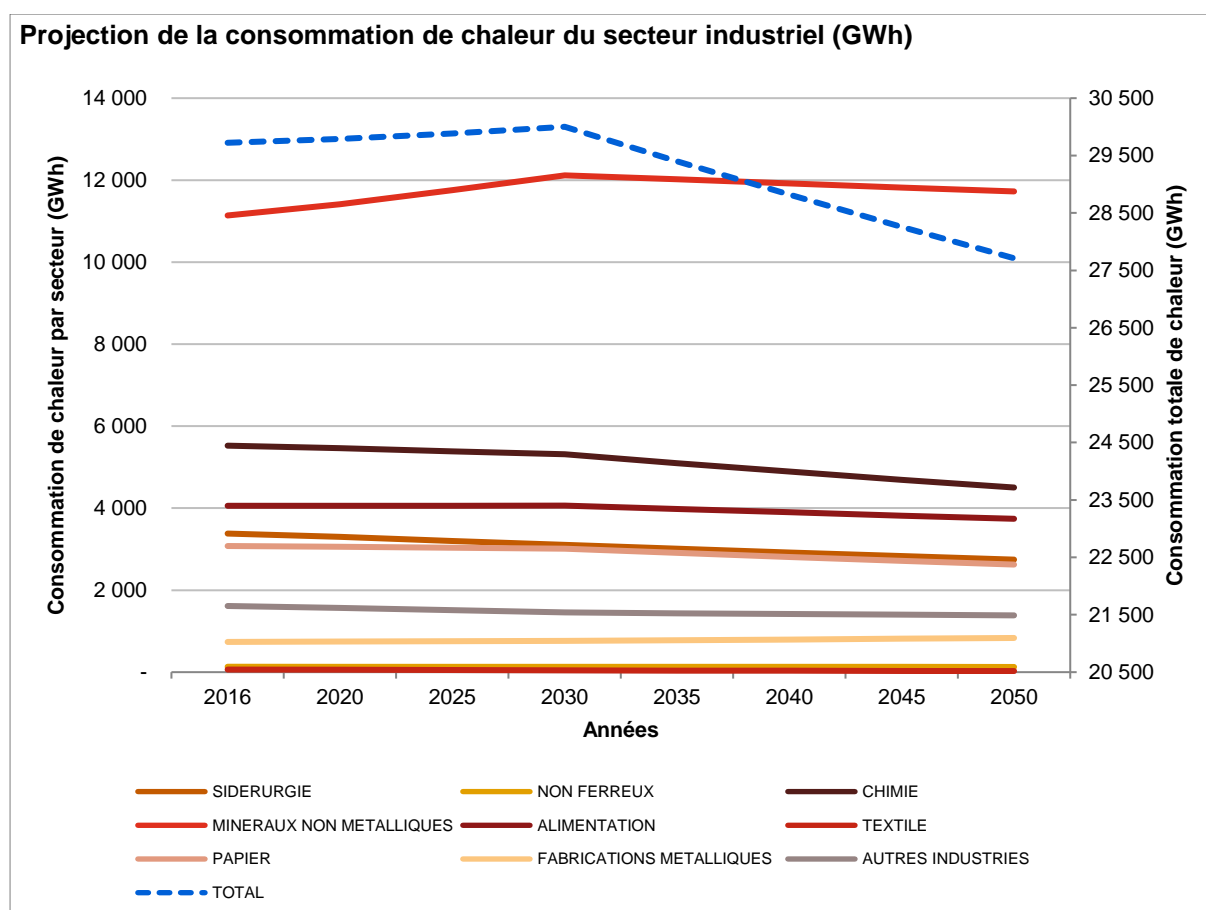
### VI.6.1. Projections de la consommation de chaleur

Globalement, les analyses présentées et développées dans l'Annexe du Chapitre 6 soutiennent une augmentation annuelle moyenne de la consommation de chaleur de 0,07% entre 2016 et 2030, passant de 29.724,48 GWh en 2016 à 30.001,53 GWh en 2030. Cette tendance va ensuite s'inverser à partir de 2030 et afficher une diminution annuelle moyenne de 0,4% jusqu'en 2050 et atteindre une consommation de chaleur de 27.710,66 GWh. Cela se traduit, pour la période allant de 2016 à 2050, par une diminution de la consommation de chaleur de 0,4% par an.

Cette tendance est principalement influencée par le secteur des minéraux non-métalliques. Sa demande de chaleur représente 37% de la consommation de chaleur de l'industrie wallonne. Sa consommation de chaleur augmente annuellement de 0,6% entre 2016 et 2030. À partir de 2030, la demande de chaleur va diminuer annuellement de 0,41% jusqu'en 2050.

Pour le secteur industriel, l'évolution de variables explicatives suivantes de la consommation de chaleur sont estimées :

- Les besoins de chaleur par unité de valeur ajoutée
- La valeur ajoutée.

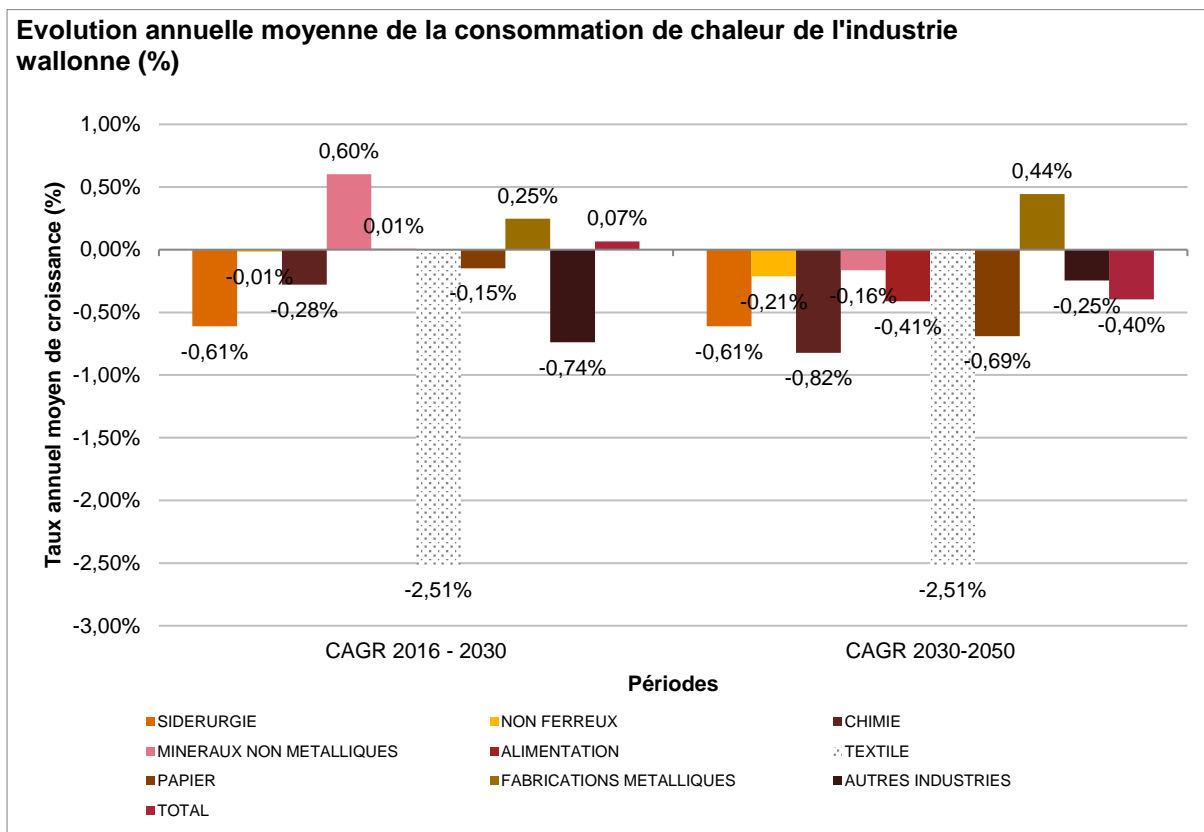


Graphique 34 : Evolution de la consommation de chaleur des secteurs industriels wallon



Parmi les autres secteurs, il est important de souligner que :

- Le secteur de la **chimie** devrait connaître une légère diminution annuelle de sa consommation de chaleur jusqu'en 2030 (-0,28%). Celle-ci devrait s'accroître ensuite et atteindre -0,82% pour la période s'écoulant de 2030 à 2050. ;
- Le secteur du textile connaît une diminution annuelle de sa consommation de chaleur de -2,51% entre 2016 et 2050. Bien que ces chiffres soient nettement au-dessus de la tendance des autres secteurs, il est important de souligner que le poids de l'industrie du textile dans la consommation de chaleur de l'industrie wallonne est infime (<1,00%). Cette diminution s'explique principalement par une diminution de sa valeur ajoutée sur la période.



Graphique 35 : Evolution annuelle moyenne de la consommation de chaleur de l'industrie wallonne (%)

## Mise en perspective avec les politiques régionales

Au niveau de l'industrie wallonne, les ambitions énergétiques sont traduites dans les accords de branche. Ceux-ci sont des accords volontaires entre la Région et les entreprises pour améliorer l'efficacité énergétique et réduire les émissions en CO<sub>2</sub> des procédés industriels. Ils s'inscrivent dans la volonté européenne de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 80% à 95% par rapport à 1990 à l'horizon 2050. Le secteur industriel est également influencé par le marché de quota EU (politique européenne – Emission Trading System).

Compte tenu de l'échéance prochaine des accords de branche seconde génération (2023) et de l'horizon de temps dans lequel s'inscrit cette étude, il est proposé de confronter le facteur « g » (intensité énergétique) mesuré par le Bureau Fédéral du Plan avec les roadmaps sectorielles<sup>71</sup> réalisées par chacune des fédérations et entreprises signataires d'une convention « Accords de branche » avec le Gouvernement wallon.

<sup>71</sup> Ces roadmaps sont disponibles sur le site : <https://energie.wallonie.be/fr/roadmaps-2050.html?IDC=9643>

Le tableau ci-dessous présente les potentiels d'efficacité énergétique identifiés dans les roadmaps réalisées par les fédérations. Bien que ces chiffres ne soient pas engageants pour les différents industries<sup>72</sup>, ils permettent d'identifier les évolutions potentielles en termes d'efficacité énergétique.

Secteur	Fédération	Potentiel de réduction à l'horizon 2050 <sup>73,74</sup>
SIDERURGIE	GSV	n.d.
NON FERREUX	AGORIA	32%
CHIMIE	ESSENSCIA	n.d.
MINERAUX NON METALLIQUES		
Ciment	INDUSTRIE CIMENTIERE BELGE	20%
Chaux/Carr/Dolomie <sup>75</sup>	LHOIST & CARMEUSE	0%
Verre	FEDERATION DE L'INDUSTRIE DU VERRE	10%
Autres <sup>76</sup>	FEDERATION DE L'INDUSTRIE EXTRACTIVE	3%
ALIMENTATION	FEVIA	27%
TEXTILE	FEDUSTRIA	10%
PAPIER <sup>77</sup>	COBELPA	47%
FABRICATIONS METALLIQUES	AGORIA	32%
AUTRES INDUSTRIES	n.d.	n.d.

Tableau 36: Potentiels d'efficacité énergétique identifiés

<sup>72</sup> Résumé des objectifs d'une roadmap : « aider les fédérations et les entreprises membres à anticiper les évolutions et à tirer parti des contraintes futures. Elle se veut être un outil aux services des fédérations mais aussi des entreprises. »

<sup>73</sup> Pour les secteurs qui n'ont pas quantifié de potentiel de réduction, le pourcentage utilisé sera égal à celui calculé à l'étape précédente.

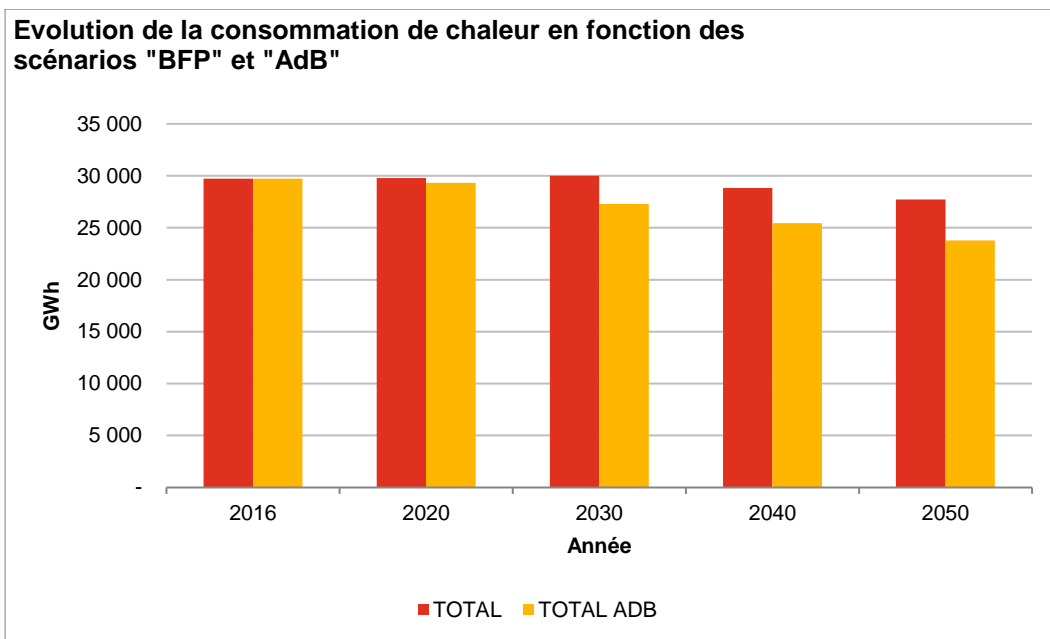
<sup>74</sup> Les roadmaps ont été généralement publiées au cours des années 2017 et 2018. Les pourcentages mis en avant considèrent une diminution de la consommation entre l'année de rédaction et l'échéance, soit 2050.

<sup>75</sup> « **Accords de branche « Energie/CO2 » avec les secteurs industriels wallons – Rapport public concernant les roadmaps sectorielles**, avril 2018, p.10 : « Aucun saut technologique n'est attendu au niveau de l'efficacité énergétique de la production de la chaux »

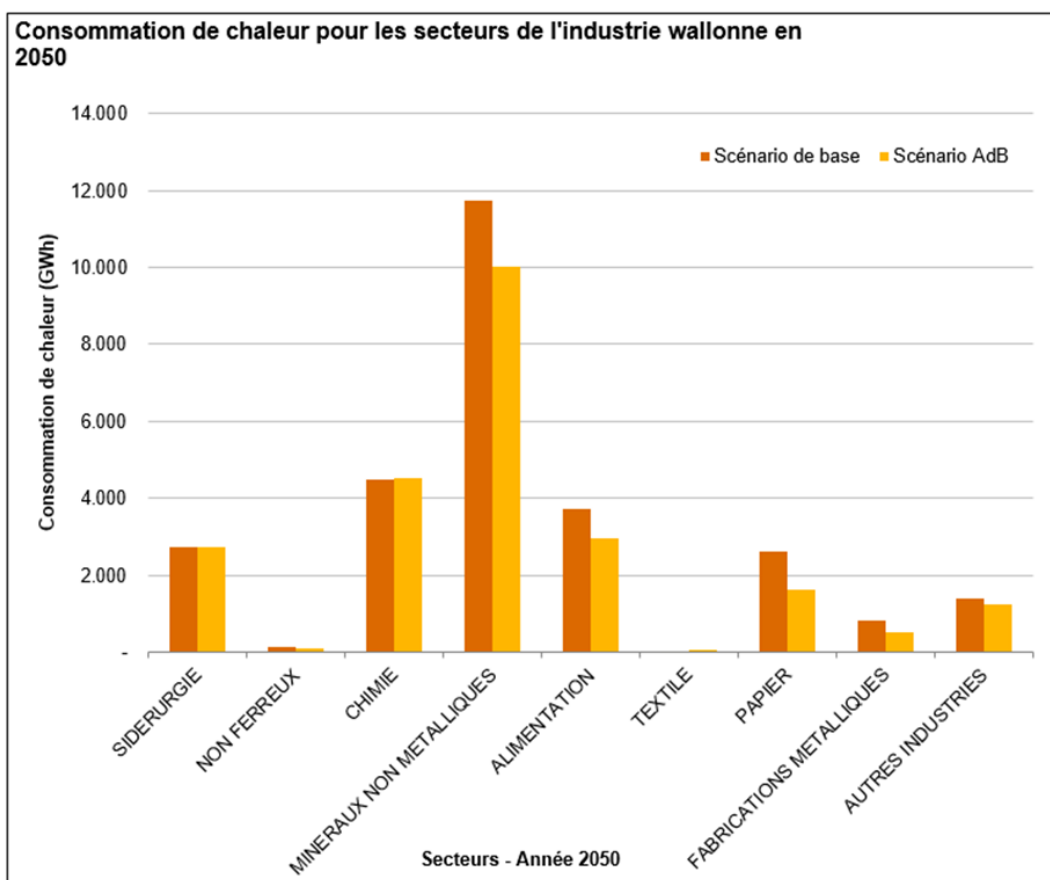
<sup>76</sup> « **Accords de branche « Energie/CO2 » avec les secteurs industriels wallons – Rapport public concernant les roadmaps sectorielles**, avril 2018, p.8 « Le potentiel d'amélioration encore existant est quant à lui très faible (2 à 3 %) car l'énergie nécessaire à la fragmentation de la roche est bien entendu invariable et les différentes phases de traitement uniquement mécaniques »

<sup>77</sup> Prise en compte du scénario ambitieux.

Sur base de ces chiffres, il apparaît que le secteur industriel wallon pourrait connaître une diminution de sa consommation de chaleur de 25% entre 2016 et 2050. La différence entre les résultats issus de l'analyse basées sur les chiffres publiés par le Bureau Fédéral du Plan (BFP) et les résultats issus de l'analyse basée sur les accords de branche (AdB) s'explique par des chiffres plus ambitieux dans les secteurs des matériaux non-métalliques (-1.702 GWh-), de l'alimentation (-778 GWh) et du papier (-998 GWh).



Graphique 36 : Evolution des besoins de chaleur en fonction des scénarios « BFP » et « AdB »

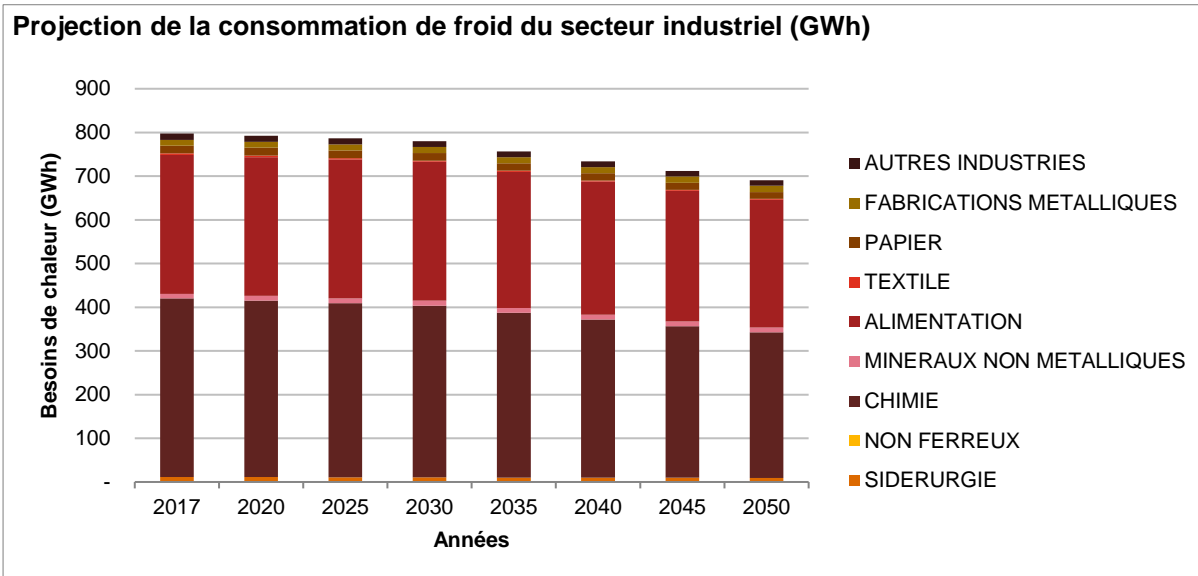


Graphique 37 : Consommation de chaleur pour les secteurs de l'industrie wallonne en 2050

## VI.6.2. Projections de la consommation de froid

### Scénario « optimiste »

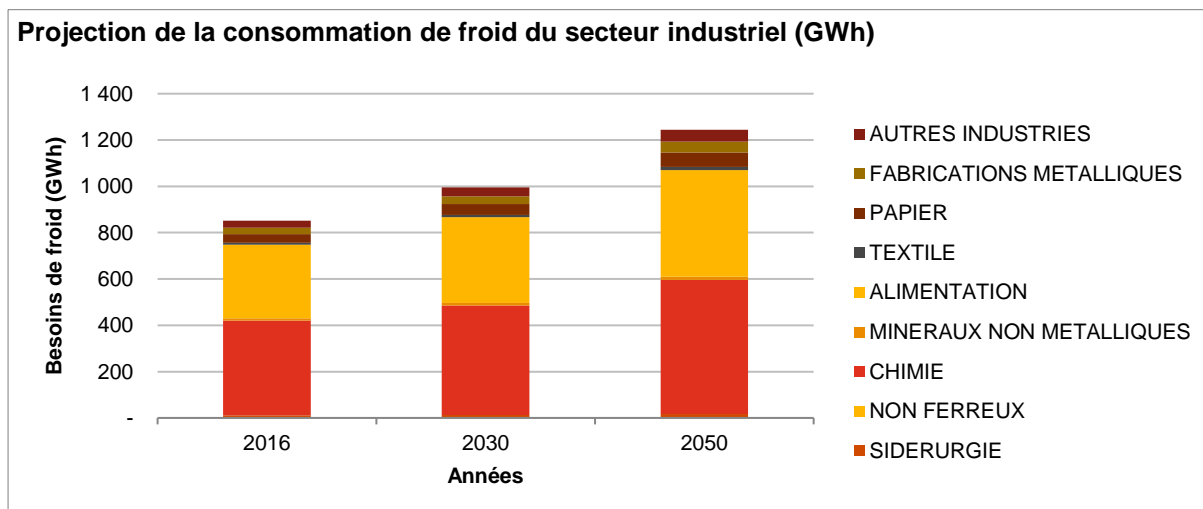
Sur base des analyses effectuées, il apparaît que la consommation de froid dans le secteur industriel devrait diminuer légèrement au sein de la Wallonie jusqu'en 2050, passant de 797,90GWh à 690,66GWh, soit une diminution annuelle moyenne de 0,42%. Cette évolution est en grande partie imputable au secteur industriel au sein duquel la consommation de froid était la plus importante en 2016, à savoir la chimie. Entre 2016 et 2050, la diminution annuelle de la consommation de froid dans le secteur de la chimie est estimée à 0,6%.



Graphique 38 : Evolution de la consommation de froid dans l'industrie wallonne – Scénario optimiste (GWh)

### Scénario « réaliste »

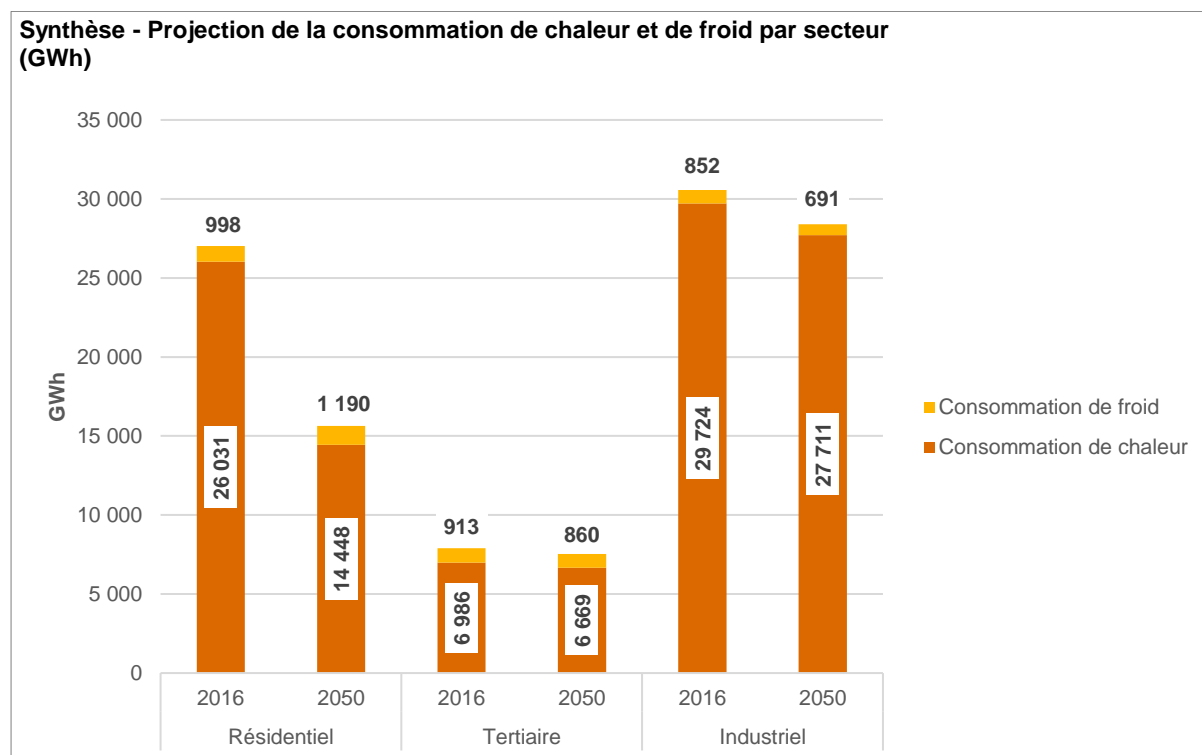
Sur base des analyses effectuées, il apparaît que la consommation de froid dans le secteur industriel devrait augmenter au sein de la Wallonie jusqu'en 2050, passant de 797,9 GWh à 1.243,7 GWh, soit une augmentation annuelle moyenne de 1,12 % et une augmentation totale de 46%. Bien que l'évolution soit plus importante pour la climatisation, il est important de souligner que la consommation actuelle de froid qui y est liée est faible. Dès lors, leur forte augmentation n'impacte que faiblement le résultat final, la majeure partie de l'augmentation étant due aux besoins de froid "process".



Graphique 39 : Evolution de la consommation de froid dans l'industrie – Scénario réaliste (GWh)

## VI.7. Synthèse

Le graphique ci-dessous présente l'évolution attendue pour 2050, sur base des analyses ci-dessus, de la consommation de chaleur et de froid pour chaque secteur.



Graphique 40: Projection de la consommation de chaleur et de froid par secteur (GWh)

# *Chapitre 7 : Cartographie*

## VII. Cartographie

### VII.1. Introduction

Conformément aux dispositions prévues par la Commission européenne, le présent chapitre donne un aperçu des quatorze cartes mentionnées ci-dessous.

<b>1. Rapport entre le besoin de chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire et la chaleur fatale activable</b>
<b>2. Zones d'intérêt pour la mise en place d'un réseau de chaleur</b>
<b>3. Installations de cogénération de puissance primaire supérieure à 1MW</b>
<b>4. Energie thermique renouvelable – Solaire thermique</b>
<b>5. Energie thermique renouvelable – Chaleur cogénérée (biomasse)</b>
<b>6. Energie thermique renouvelable – Chaleur non cogénérée (biomasse)</b>
<b>7. Energie thermique renouvelable – Géothermie profonde</b>
<b>8. Energie thermique renouvelable</b>
<b>9. Energie électrique renouvelable – Cogénération biomasse</b>
<b>10. Energie électrique renouvelable – Cogénération fossile</b>
<b>11. Energie électrique renouvelable – Pompage</b>
<b>12. Energie électrique renouvelable</b>
<b>13. Chaleur fatale totale disponible</b>
<b>14. Cadastre des réseaux de chaleur connus</b>

### VII.2. Méthodologie

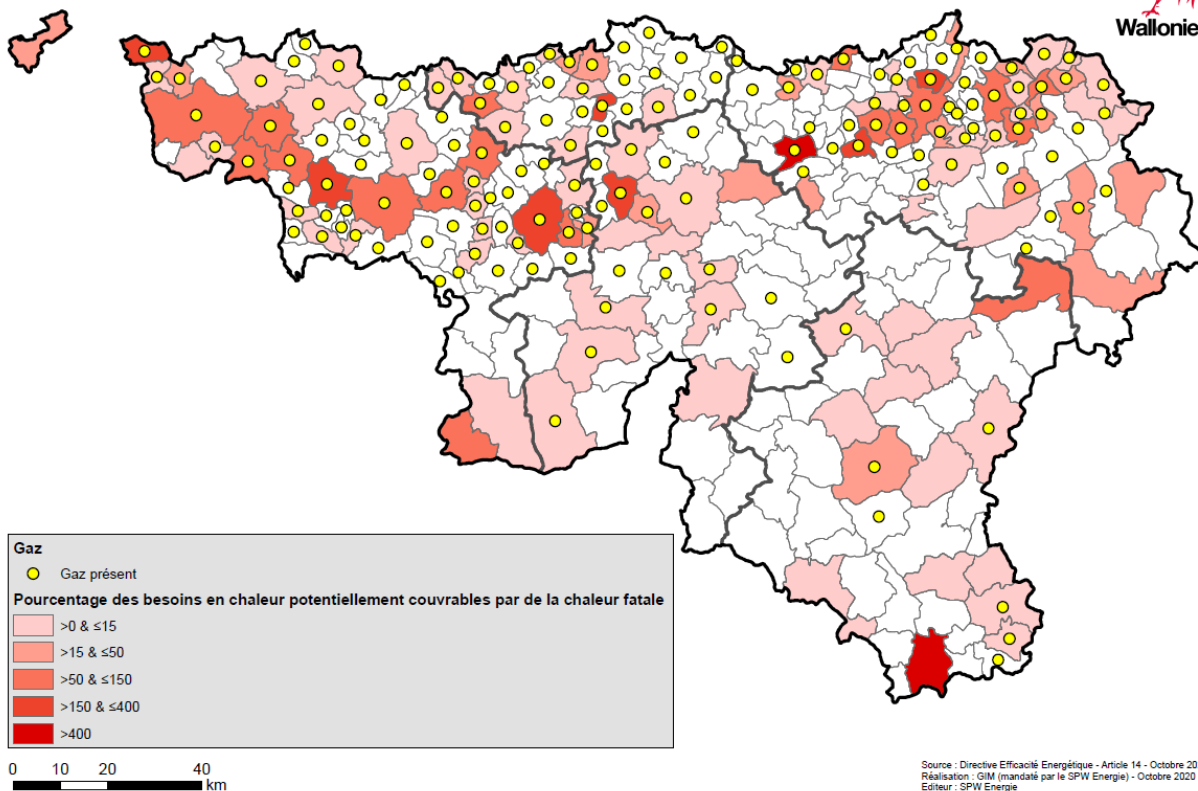
Afin de représenter des informations graphiques et géographiques (traitées dans le cadre des chapitres précédents) sur une carte, les données à traiter ont dû être liées à un attribut géographique dit un format de données SIG (« Système d'information géographique »).

Très souvent, les informations préalablement traitées étaient disponibles dans un fichier .XLS, dans lequel se trouve l'information du format d'affichage, comme l'adresse (catégorisé comme un « point »), ou la commune, la province, ... (catégorisé en « multiligne ») par exemple. Il a donc fallu faire correspondre ce format d'affichage à l'attribut géographique, pour obtenir l'affichage automatique géoréférencé sur chacune des cartes. La réalisation des différentes cartes a été menée en vue de pouvoir géolocaliser les informations nécessaires à la constitution des différentes cartes.

### VII.3. Cartes<sup>78</sup>



1 - Rapport entre le besoin de chaleur total des secteurs résidentiel et tertiaire et la chaleur fatale activable

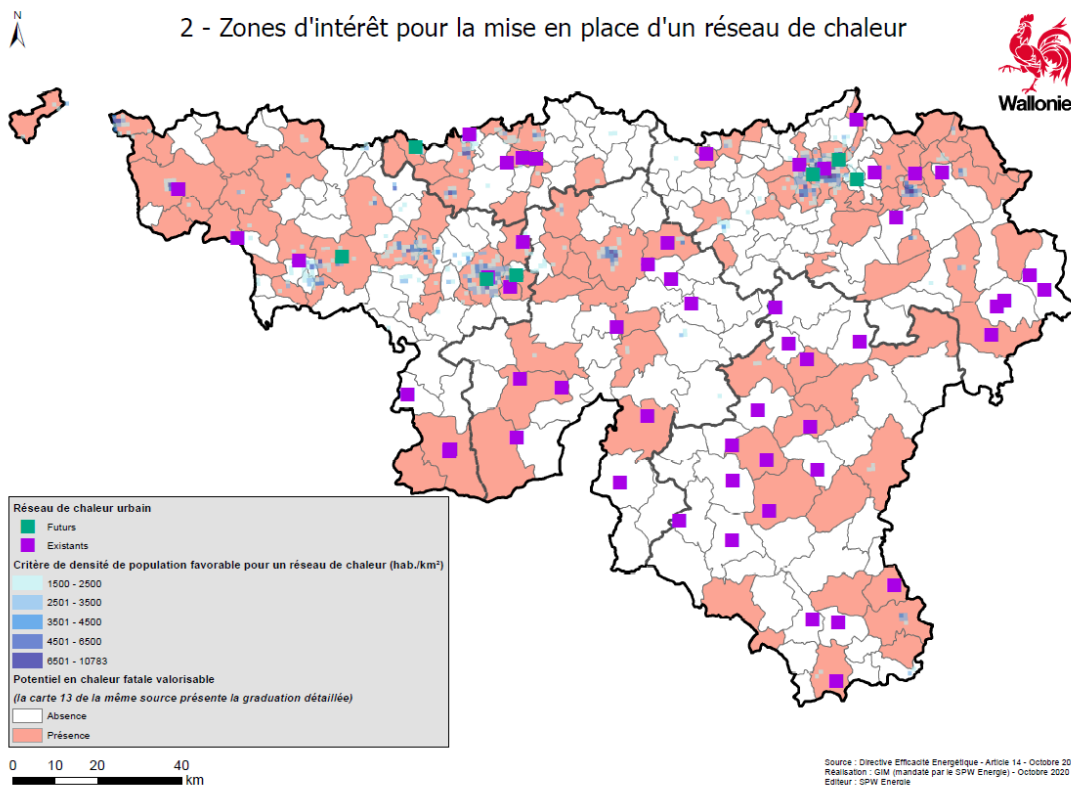


Carte 4 : Rapport entre le besoin de chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire et la chaleur fatale activable

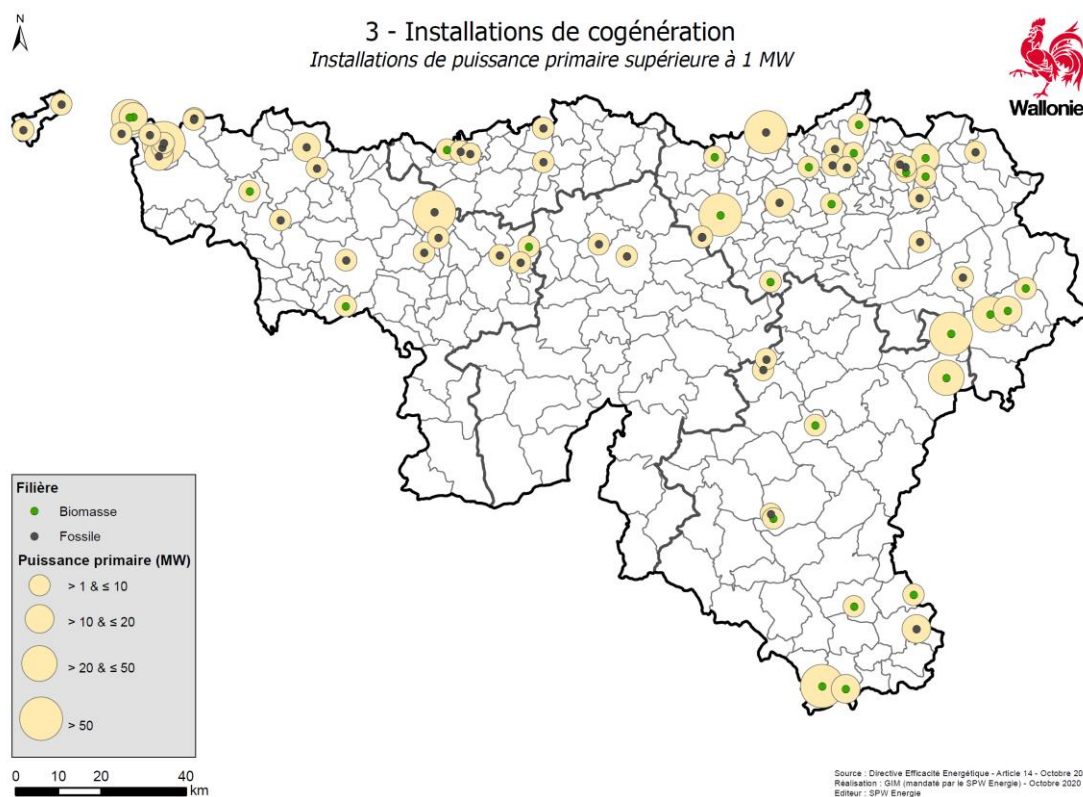
<sup>78</sup> Données utilisées pour la réalisation des cartes :

- SPF Finances-AGPD, Limites administratives belges CadGIS (2019)
- SPW Énergie, Bilan énergétique 2016 (2019)

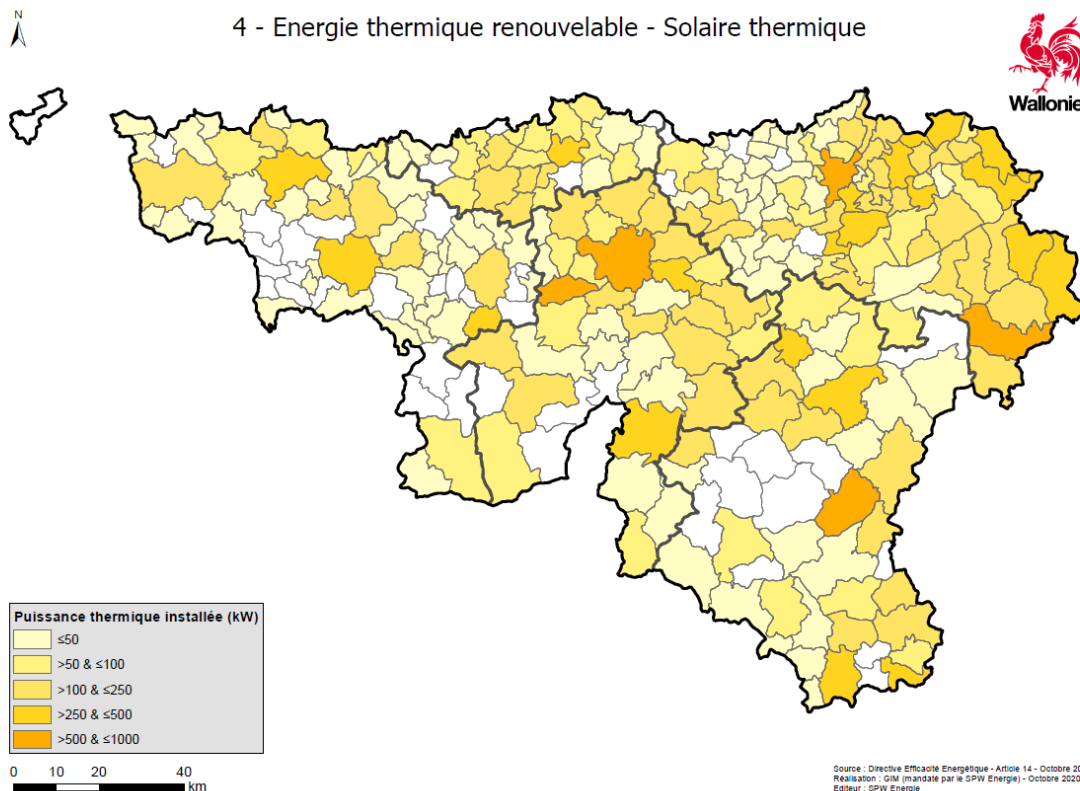




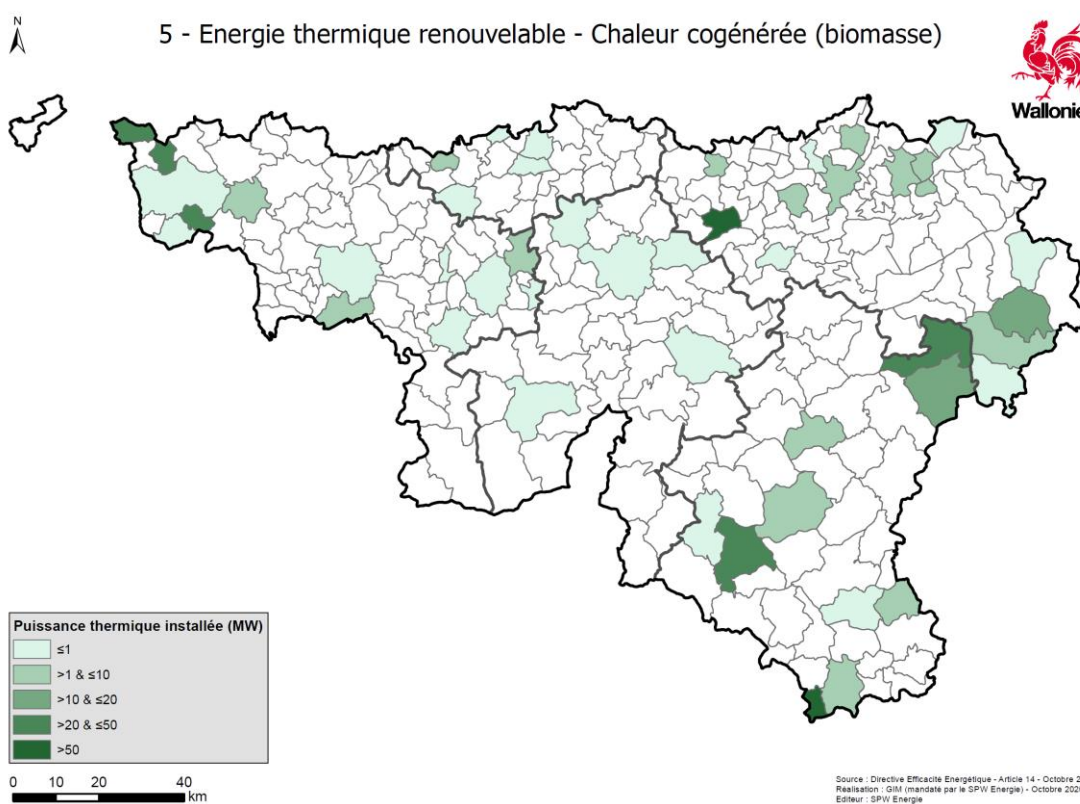
Carte 5 : Zones d'intérêt pour la mise en place d'un réseau de chaleur



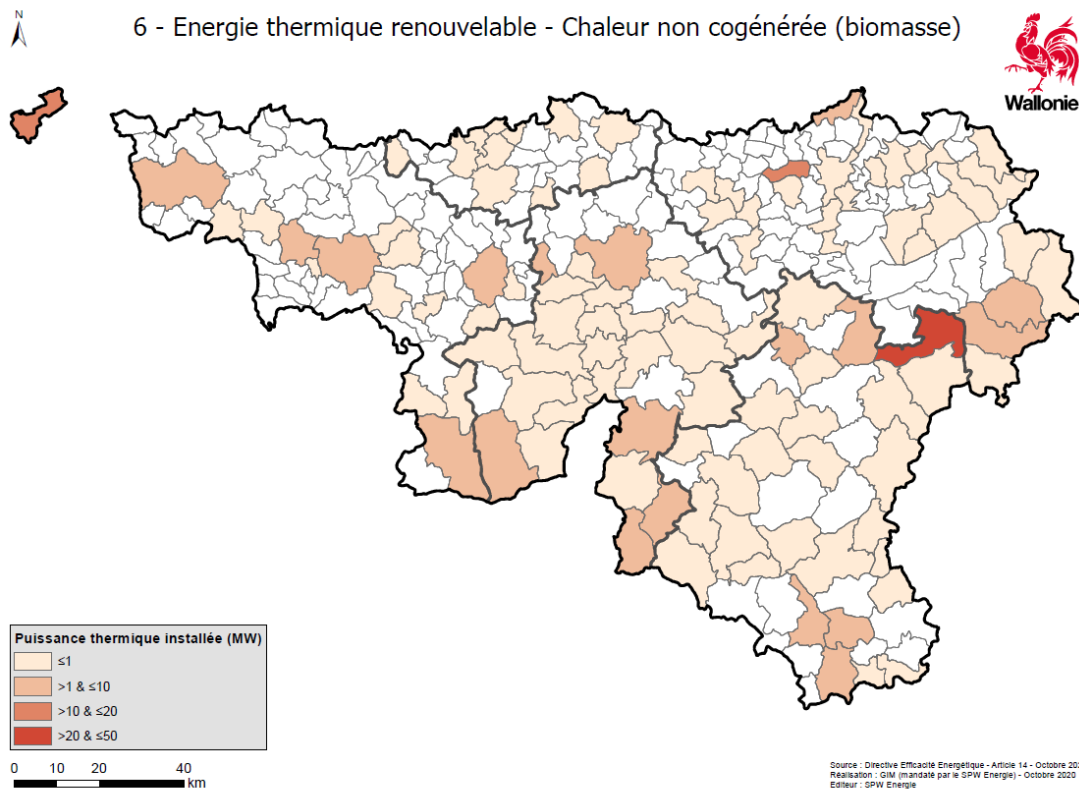
Carte 6: Installations de cogénération de puissance primaire supérieure à 1MW



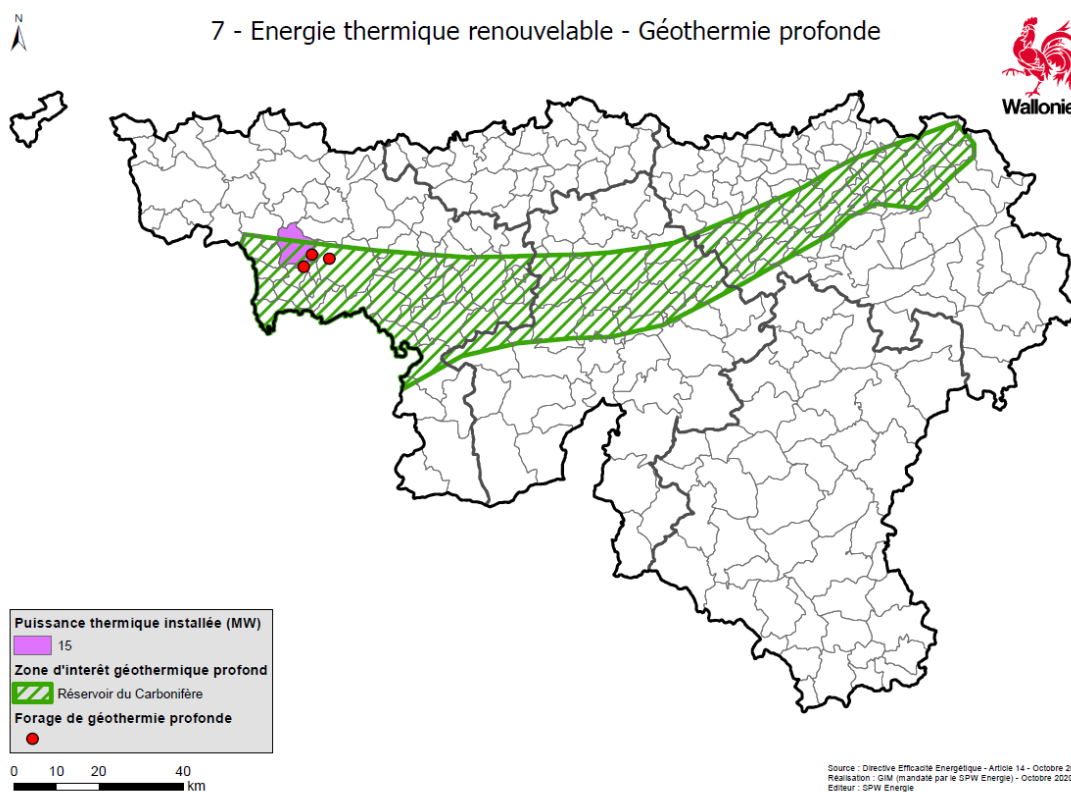
*Carte 7 : Energie thermique renouvelable – Solaire thermique*



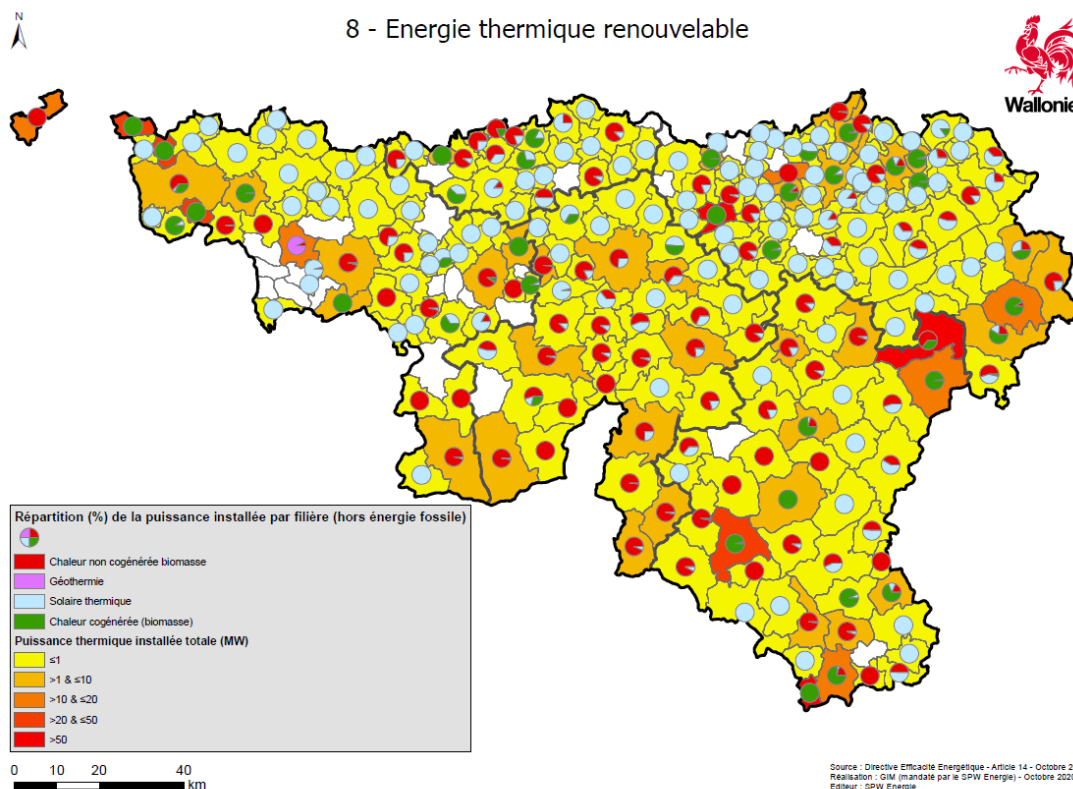
*Carte 8 : Energie thermique renouvelable - Chaleur cogénérée (Biomasse)*



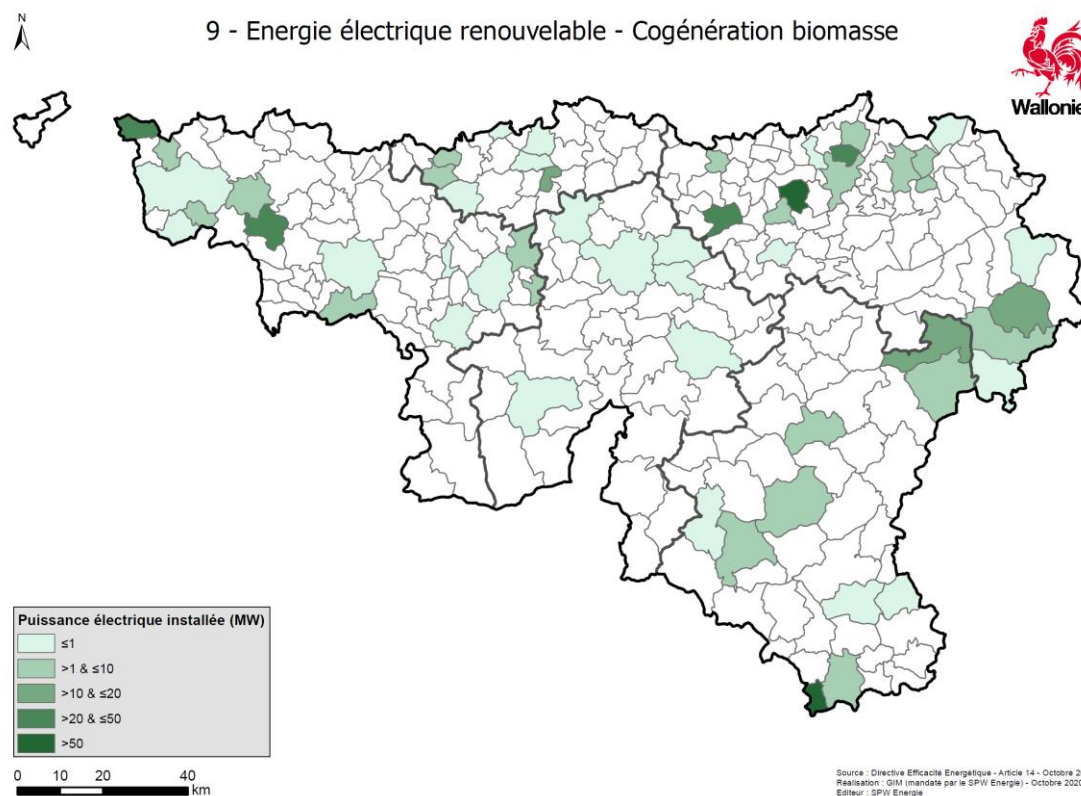
Carte 9: Energie thermique renouvelable – Chaleur non cogénérée (Biomasse)



Carte 10: Energie thermique renouvelable – Géothermie profonde



Carte 11 : Energie thermique renouvelable

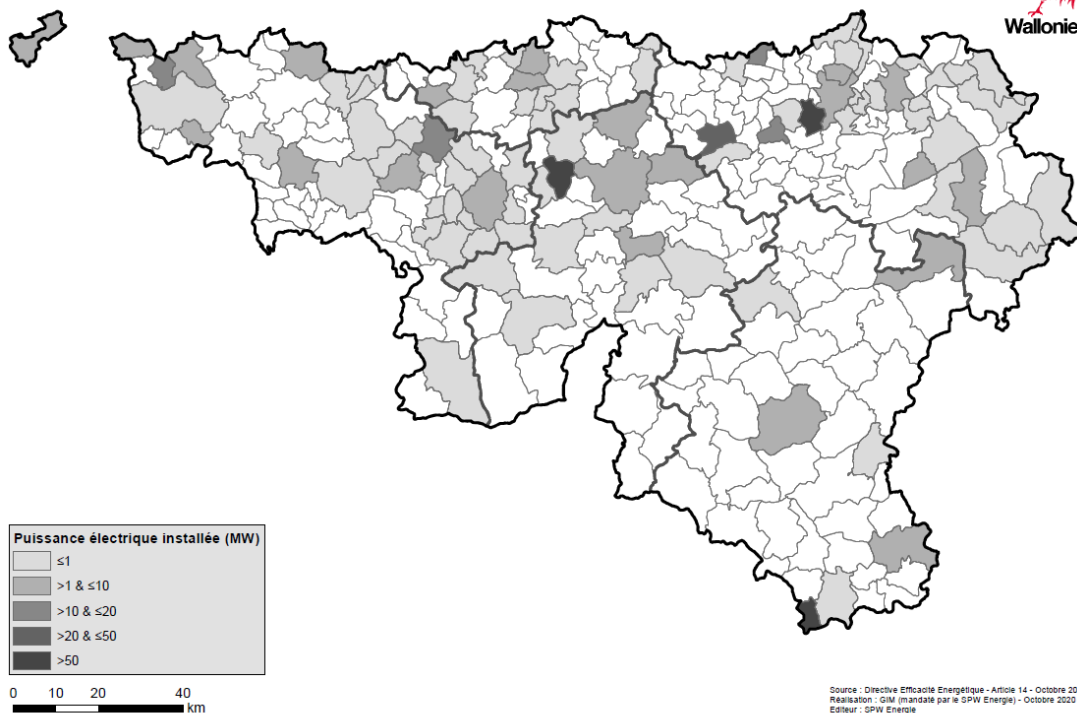


Carte 12 : Energie électrique renouvelable - Cogénération biomasse (solide et biogaz)





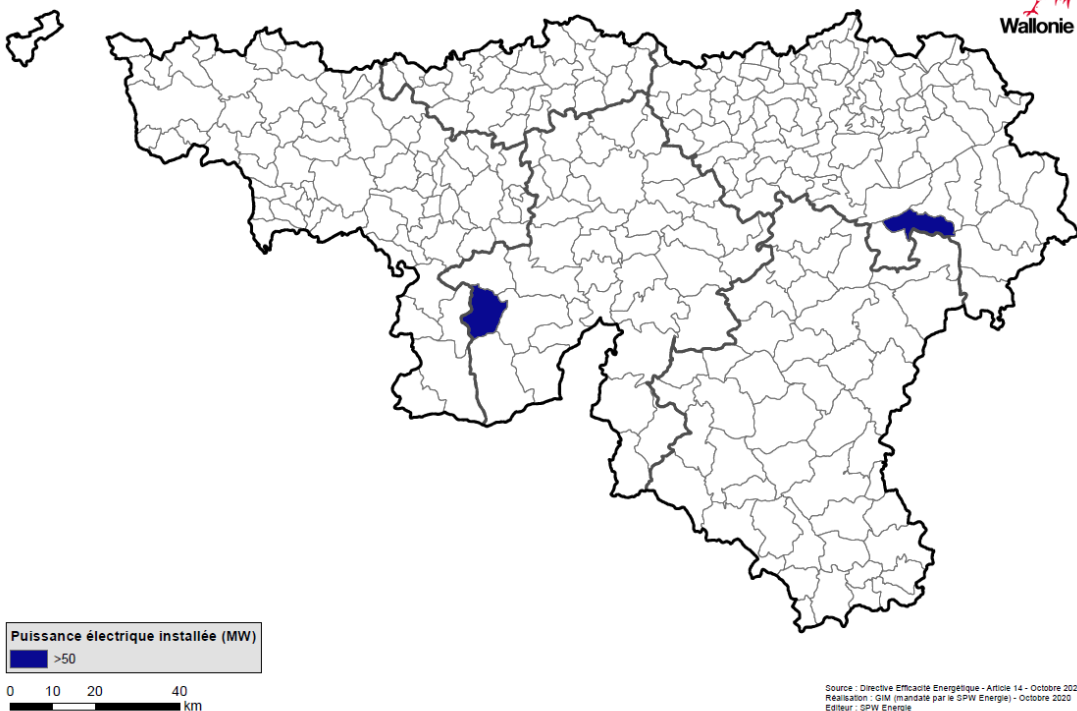
## 10 - Energie électrique renouvelable - Cogénération fossile



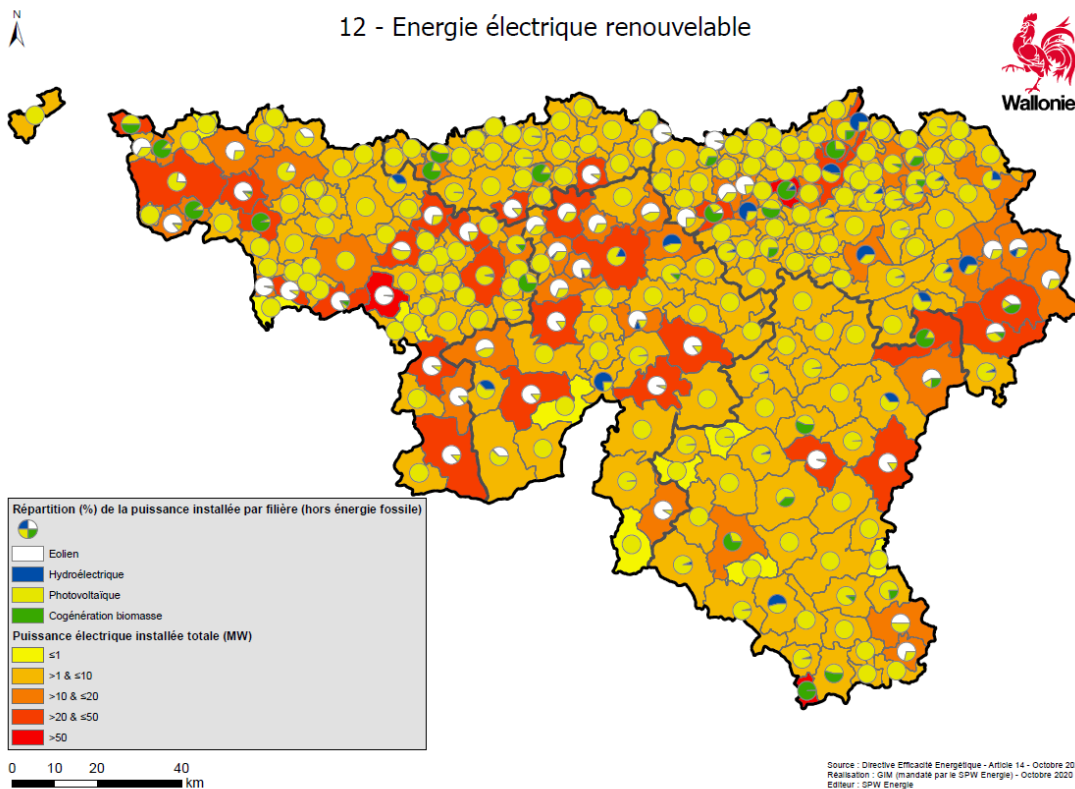
*Carte 13 : Energie électrique renouvelable - Cogénération fossile*



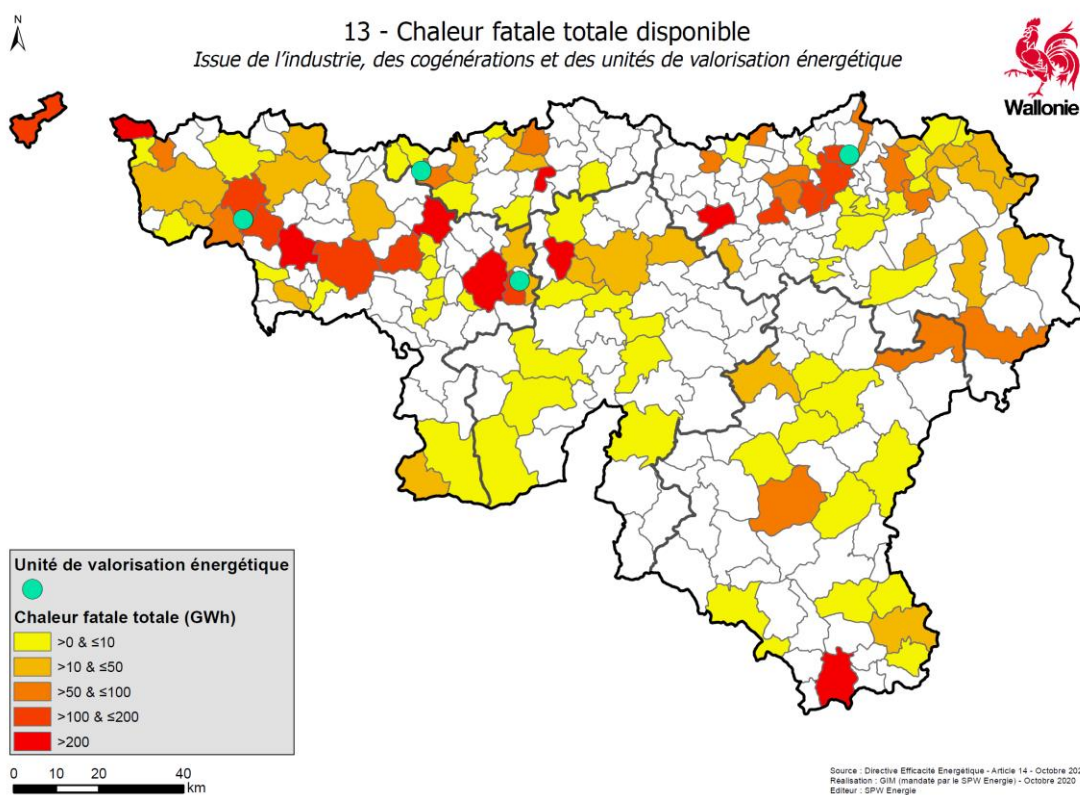
## 11 - Energie électrique renouvelable - Pompage



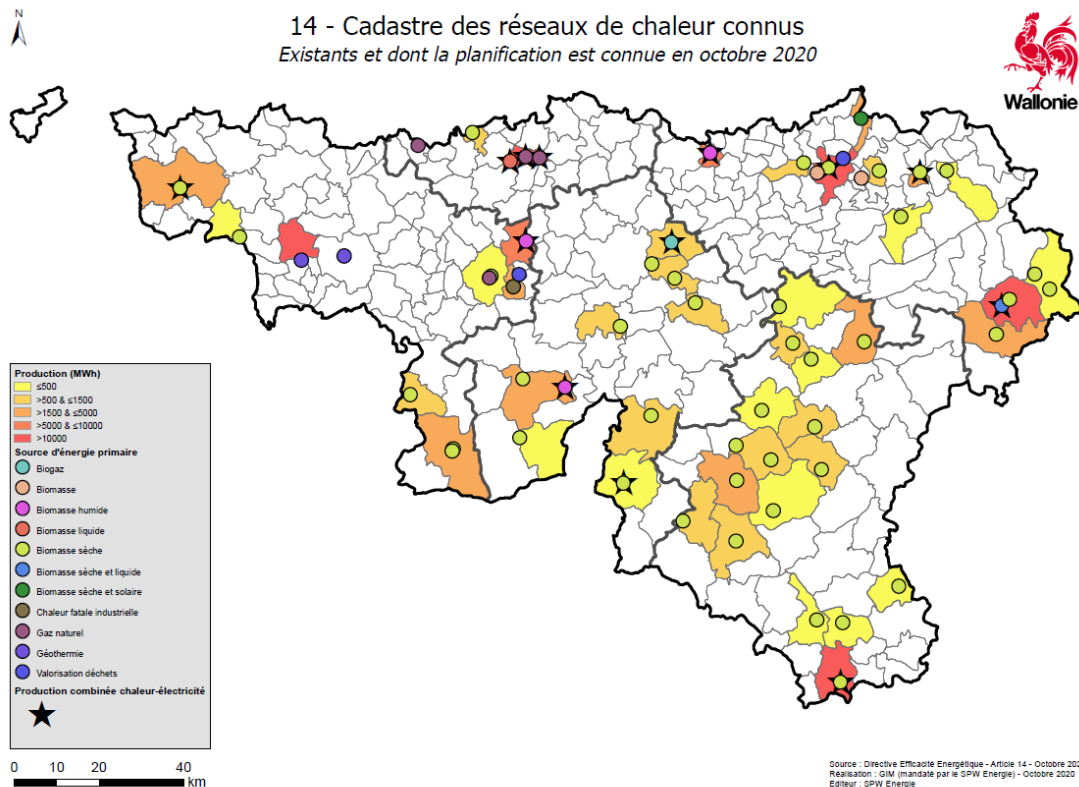
*Carte 14 : Energie électrique renouvelable - Pompage*



Carte 15 : Energie électrique renouvelable



Carte 16 : Chaleur fatale totale disponible



Carte 17 : Cadastre des réseaux de chaleur connus

# ***Chapitre 8 : Description générale de la politique et des mesures actuellement en cours sur le chaud et le froid en Wallonie***



## VIII. Description générale de la politique et des mesures actuellement en cours sur le chaud et le froid en Wallonie

### VIII.1. *Rappel de l'Annexe VIII*

Les points 5 et 6 de la partie II de l'Annexe VIII de la directive 2012/27/EU sur le contenu des évaluations complètes du potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid requièrent :

Objectifs, stratégies et mesures politiques :

- La contribution prévue de l'État membre à ses objectifs, cibles et contributions nationaux pour les cinq dimensions de l'union énergétique, comme indiqué à l'article 3, paragraphe 2, point b), du règlement (UE) 2018/1999, fournie par l'efficacité du chauffage et du refroidissement, en particulier en ce qui concerne les points 1 à 4 de l'article 4, point b), et le paragraphe 4, point b), de l'article 15, en identifiant lequel de ces éléments est additionnel par rapport aux plans nationaux intégrés en matière d'énergie et de climat ;
- Un aperçu général des politiques et mesures existantes telles que décrites dans le dernier rapport présenté conformément aux articles 3, 20, 21 et 27, point a), du règlement (UE) 2018/1999.

### VIII.2. *Introduction*

Conformément aux guidelines européennes<sup>79</sup>, cette étape présente un aperçu des politiques existantes en matière de chauffage et de refroidissement efficaces au sein de la Région wallonne. Ces mesures ont été structurées autour des cinq piliers de la politique énergétique européenne : Décarbonisation ; Efficacité énergétique ; Sécurité énergétique ; Marché intérieur de l'énergie et Recherche, innovation et compétitivité. Les plans et stratégies suivants ont été pris en compte pour réaliser cette compilation :

- Le Plan Air Climat Energie 2016-2022, (PACE 2016-2022) ;
- La Contribution de la Wallonie au Plan National Énergie Climat 2030, 2019 (PWECE 2030) ;
- La Stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment, 2017 (SWR) ;
- Le Plan wallon de Lutte contre la Pauvreté, 2018 (PLCP) ;
- L'Alliance Emploi-Environnement recentrée – Plan pluriannuel 2016-2019, 2016 (AEER) ;
- La 2ème Stratégie de Développement Durable, 2016 (SDD) ;
- Le Plan Marshall 4.0, 2015 (PM4).

---

<sup>79</sup> Annexe I de l'Article 14 de la Directive 2012/27/EU (point 3)

### VIII.3. Présentation des politiques et mesures existantes en Wallonie

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
<b>Pilier 1 : Décarbonisation</b>					
<b>Promouvoir le recours à des combustibles plus neutres d'un point de vue environnemental, aux énergies d'origine renouvelable et/ou à la cogénération</b>					
1	Maintenir les primes à l'investissement pour les installations exploitant des énergies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérenniser les primes à l'investissement pour l'achat d'installations exploitant des énergies renouvelables telles que les primes à l'énergie pour les particuliers et tout un volet d'aides à l'investissement économique dans le secteur tertiaire et industriel (tel que le programme UDE).</li> </ul>	Financement	Réalisé	PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérenniser le programme UREBA classique pour la rénovation des bâtiments du secteur public et du non-marchand public.</li> </ul>	Financement	Réalisé	PACE 2016-2022 AEER SWR
2	Adopter une stratégie biomasse-énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rédiger un document stratégique « Biomasse-Énergie » visant à lever les barrières réglementaires et financières qui entravent le développement de la filière et de promouvoir l'utilisation durable de la biomasse en étant attentif au conflit entre les différents usages de la biomasse (énergie, matière). Le comité transversal de la biomasse, crée en 2018, est en charge de la mise en œuvre de cette mesure et de son suivi.</li> </ul>	Communication / Promotion	En cours	PACE 2016-2022  PWEC 2030
3	Apporter un soutien à la production de chaleur renouvelable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promouvoir et soutenir les sources d'énergie renouvelable pour la production de chaleur notamment en proposant des primes adaptées et dont l'octroi serait lié à la labellisation de l'entreprise. Cette mesure est à destination des particuliers.</li> </ul>	Financement	Réalisé (secteur résidentiel)	PACE 2016-2022 SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Suppression de toute forme d'aide aux chaudières fossiles pour autant qu'il existe des alternatives.</li> </ul>	Financement		PWEC 2030
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en œuvre d'un plan de transition de la chaleur renouvelable établissant la liste des alternatives technologiques pour de multiples applications notamment en vue du remplacement du chauffage aux produits pétroliers par des alternatives moins carbonées (pompes à chaleur, solaire thermique, réseau de chaleur, géothermie, pellets/plaquettes, biogaz, biocarburant, petit réseau de gaz, ...). Ce plan</li> </ul>	Outil	En cours	PWEC 2030

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
		sera élaboré conjointement avec le rapport actualisé de l'article 14 de la directive efficacité énergétique			
4	Encourager la population à passer à un combustible moins polluant	<ul style="list-style-type: none"><li>Inciter à choisir les sources d'énergie renouvelables pour produire la chaleur en portant une attention particulière au type de combustible utilisé</li></ul>	Communication / Promotion		PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"><li>Mettre en place une campagne de sensibilisation sur l'utilisation du bois de chauffage pilotée par le SPW-Energie. La campagne informative « la Maitrise du feu » est un exemple d'action menée.</li></ul>	Communication / Promotion	Réalisé	PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"><li>Encourager les habitants des bâtiments toujours alimentés par le mazout à se raccorder au gaz naturel dans les zones desservies.</li></ul>	Communication / Promotion		PACE 2016-2022
5	Promouvoir les énergies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"><li>Mettre en œuvre le Code du développement territorial (CoDT) pour faciliter l'implantation des sites de production d'énergies provenant de sources renouvelables.</li></ul>	Obligation / réglementation		SDD
		<ul style="list-style-type: none"><li>Adapter les conditions sectorielles éoliennes pour faciliter l'implantation des sites de production d'énergies provenant de sources renouvelables.</li></ul>	Obligation / réglementation	En cours d'élaboration	SPW-ARNE et SPW TLPE
		<ul style="list-style-type: none"><li>Intégrer davantage au sein des parcs d'activités économiques les sources d'énergies renouvelables autres que les panneaux photovoltaïques telles que les éoliennes, la biomasse ou la géothermie, en fonction des ressources naturelles propres au lieu d'implantation.</li></ul>	Développement de projets		SDD PWEC 2030
		<ul style="list-style-type: none"><li>Permettre et promouvoir l'injection de biogaz dans le réseau de gaz naturel.</li></ul>	Obligation / réglementation	Réalisé	SDD PWEC 2030
		<ul style="list-style-type: none"><li>Imposer aux communes la mise en place de Plan d'Actions en faveur de l'Energie Durable et du Climat (PAEDC) par les communes (campagnes POLLEC) en adéquation avec les objectifs à long terme de la région.</li></ul>	Obligation / réglementation		PACE 2016 – 2022 SDD SWR
Agir sur la consommation d'énergie					
6	Favoriser le remplacement des chaudières les plus polluantes	<ul style="list-style-type: none"><li>Imposer à toutes les chaudières des critères de performances et de rendements, tels que décrits dans l'Annexe II de l'AGW de 2009[1]. La principale conséquence potentielle risque d'être la nécessité de remplacer un nombre important de chaudières anciennes. L'objectif de la mesure est d'accélérer le renouvellement du parc de chaudières alimentées en combustibles liquides et gazeux.</li></ul>	Obligation / réglementation		PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"><li>Octroyer des primes à l'achat d'une chaudière à condensation, d'une chaudière biomasse, à l'achat d'une pompe à chaleur, d'une installation solaire thermique ainsi que d'une micro-cogénération au gaz.</li></ul>	Financement	En cours	PACE 2016-2022

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
7	Légiférer sur les installations de chauffage aux combustibles solides, sur les installations de production d'eau chaude sanitaire et sur les installations décentralisées	<p>L'AGW du 29/01/2009 ne réglemente que partiellement les installations de chauffage.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Intégrer les installations actuellement non couvertes dans le champ d'application de cette réglementation.</li> <li>Préciser certaines dispositions.</li> <li>Imposer l'entretien des conduites d'évacuation des rejets atmosphériques.</li> <li>Mettre en place les outils pour le contrôle du respect de la législation sur l'entretien des systèmes.</li> </ul>	Obligation / réglementation	En cours	<p>PACE 2016-2022</p> <p>SWR</p>
			Obligation / réglementation		SWR
8	Mieux caractériser et réduire les émissions de particules provenant des chauffages alimentés en combustibles solides et en améliorer leur efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concevoir un catalogue de mesures potentielles permettant de réduire les émissions lors de la combustion du bois. Il sera utilisé afin d'initier la concertation sur les meilleures mesures à prendre et tiendra compte du résultat des campagnes de mesure visant à caractériser les concentrations ambiantes de particules liées à la combustion du bois et de l'enquête sur les consommations.</li> </ul>	Outil	Réalisé	<p>PACE 2016-2022</p> <p>SWR</p>
<b>Pilier 2 : Efficacité énergétique</b>					
<b>Sensibiliser et accompagner les citoyens</b>					
9	Promouvoir des comportements énergétiques durables	<ul style="list-style-type: none"> <li>Communiquer vers les utilisateurs (citoyens, personnel d'entreprises, etc.) les gestes permettant d'utiliser le bâtiment de manière optimale et donc une réduction des consommations d'énergie et des émissions de GES.</li> </ul>	Communication / Promotion		PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mener des actions de sensibilisation (sensibilisation effectuée via le site énergie du SPW-Énergie qui fournit à l'utilisateur une foule de trucs et astuces pour réduire ses consommations d'énergie).</li> </ul>			PWEC 2030
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre à la disposition des citoyens des informations auprès des guichets de l'énergie, des conseillers en énergie dans les communes qui en sont dotées, des écopasseurs, des tuteurs énergie présents dans les CPAS, etc. Mobiliser les acteurs locaux publics et associatifs, notamment les CPAS et les Régies de quartier, pour faciliter le contact avec les habitants</li> </ul>	Communication / Promotion		<p>SWR</p> <p>PWEC 2030</p>
10	Mettre en place des ateliers collectifs de sensibilisation à la	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place d'ateliers collectifs de sensibilisation à la gestion durable des logements concentrés sur les ménages à faibles revenus et les</li> </ul>	Communication / Promotion	Réalisé	<p>AEER</p> <p>SWR</p>

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
	gestion durable des logements	accompagnateurs techniques et sociaux, sans pour autant exclure d'autres publics.			
11	Renforcer l'information destinée au public sur l'efficacité énergétique des appareils domestiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibiliser le public à réduire ses consommations d'énergie auxiliaires. Différents thèmes à aborder : l'éclairage basse énergie des habitations mais aussi des bureaux et vitrines des commerces, la consommation en mode veille, les équipements électroniques en stand-by, la cuisson, la minimisation voire l'absence de climatisation, le choix des appareils électriques, etc.</li> </ul>	Communication / Promotion		PACE 2016-2022
12	Assurer une réduction structurelle de la consommation énergétique des publics défavorisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mobiliser le Fonds Energie, à hauteur d'un montant de 2,7 millions d'euros par an, pour financer des actions concrètes d'accompagnement et de prévention en faveur des publics précaires via les CPAS.</li> </ul>	Financement		PLCP SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifier les moyens pour aider plus spécifiquement les proprio-occupants à faibles revenus (notamment trouver un mécanisme pour financer les travaux chez personnes âgées isolées, etc.)</li> </ul>	Financement		SWR
13	Coordonner les conseillers en information de l'habitat durable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamique initiée de coordination des structures d'accompagnement. L'objectif visé est de mettre en place une fonction « généraliste » dans chaque guichet d'accompagnement, qui pourrait se référer à des agents plus spécialisés dans les différentes structures de référence. Sur cette base, mise en place et soutien financier des projets pilotes de guichet unique (accompagnement global) intégrant la rationalisation des structures existantes.</li> </ul>	Outil	Réalisé	AEER  SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre en place et soutenir financièrement des projets pilotes de guichet unique (accompagnement global) intégrant la rationalisation des structures existantes</li> </ul>	Outil	En cours	SWR
	Partager l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etablissement d'un cadre favorable aux communautés d'énergie renouvelable</li> </ul>	Obligation / réglementation	En cours	PWEC 2030 Décret du 2 mai 2019
Faire évoluer le système d'incitation					
14	Poursuivre le renforcement des normes (EU) énergétiques dans le respect des directives européennes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour contribuer au respect des engagements pris par la Wallonie au niveau de l'UE, les actions suivantes seront menées dans le cadre de l'Alliance recentrée :</li> </ul>	Obligation / réglementation	Réalisé	PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluation des moyens de contrôle des normes existants afin de permettre d'identifier les pistes d'amélioration</li> </ul>			AEER
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Réévaluation des seuils d'exigences intermédiaires et finales pour les bâtiments non résidentiels à consommation d'énergie quasi nulle (NZEB) nouvellement visés par la législation PEB (autre que Bureaux, services et enseignement)</li> </ul>			SWR

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluation des exigences intermédiaires et NZEB pour vérifier qu'elles ne s'écartent pas de l'optimum économique.</li> </ul>			
15	Renforcer la cohérence des différentes réglementations vis-à-vis des critères d'efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Améliorer la cohérence entre les différentes réglementations pour augmenter la performance énergétique des rénovations. Différentes réglementations sont développées par différents départements de l'Administration en fonction des matières à traiter : aménagement du territoire, logement, énergie, patrimoine, ...</li> </ul>	Obligation / réglementation		SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Extension du mécanisme suivant à l'horizon 2030 : L'article 7 de la directive européenne 2012/27 "Efficacité Énergétique" impose à la Région wallonne la mise en place d'un mécanisme de réduction annuelle de 1.5 % des ventes d'énergie (c'est-à-dire de la consommation finale) sur la période 2014- 2020.</li> </ul>	Obligation / réglementation	En cours	PWEC 2030
16	Finance la rénovation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Créer un fonds spécifique pour la rénovation énergétique en Wallonie, pour augmenter la capacité de mobilisation des ressources financières, centraliser l'information et développer la capacité de développement de nouveaux instruments financiers.</li> </ul>	Financement		SWR
<b>Agir sur le bâti</b>					
17	Mettre en œuvre le passeport du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inclure les moyens de collecter les performances pré- et post-rénovation pour en évaluer les résultats dans tous les programmes de soutien à la rénovation, via une base de données permettant le suivi des passeports bâtiment.</li> </ul>	Outil	Réalisé	SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre en œuvre le passeport du bâtiment qui permet de rassembler l'ensemble des informations administratives liées aux bâtiments (localisation, type d'habitation, permis, demandes et octroi de primes, audits énergétiques, certificats PEB, rapports des estimateurs publics, rapports des écopasseurs, etc.) et rendre opérationnel son volet « énergie ».</li> </ul>	Outil	En cours	AEER SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser comment adapter le précompte immobilier au niveau de performance énergétique des bâtiments. Déterminer, éventuellement sur base de projets pilotes, les éléments nécessaires à la mise à jour des revenus cadastraux qui peuvent être collectés en lien avec le passeport bâtiment</li> </ul>	Financement		SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Promouvoir le passeport du bâtiment</li> </ul>	Communication / Promotion		SWR

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
18	Promouvoir le vade-mecum Bâtiments durables	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permet d'orienter les choix des maîtres d'ouvrage vers les meilleures options en matière de bâtiment durable. Le vade-mecum est un outil pratique qui se décline sous la forme d'un fichier Excel, documenté de 104 fiches thématiques explicatives qui développent les différents aspects de la durabilité du bâtiment tel que l'efficacité énergétique. Promotion via des actions de communication et des formations pratiques à son utilisation.</li> </ul>	Communication / Promotion	Réalisé	AEER
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Étendre le Vade-mecum bâtiment durable aux bâtiments non-résidentiels</li> </ul>	Communication / Promotion		SWR
19	Définir un cadre pour les « contrats de performance énergétique » (CPE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les CPE permettent à une autorité publique de passer un contrat avec une société de service énergétique qui se charge de garantir la performance énergétique d'un bâtiment via le financement et la réalisation des travaux d'amélioration et donc, de garantir la diminution de la consommation d'énergie. Ces sociétés sont rémunérées par les économies financières générées. Il s'agit alors d'un marché de services et non plus d'un marché de travaux</li> </ul>	Financement	En cours	PACE 2016-2022 AEER
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Stimuler les contrats de performance énergétique (CPE) pour assurer aux usagers de réaliser des économies d'énergies et mobiliser les tiers-financements privés</li> </ul>	Financement	En cours	SWR
20	Définir, mettre à jour et communiquer une stratégie de rénovation du bâti	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stratégie à long terme pour mobiliser les investissements dans la rénovation du parc de bâtiments à usage résidentiel et commercial, tant public que privé.</li> </ul>	Obligation / réglementation	Réalisé	PACE 2016-2022 AEER PWEC 2030
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir une communication annuelle sur les résultats de la stratégie</li> </ul>	Communication / Promotion	En cours	SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Développer un guide de sensibilisation sur les objectifs et les enjeux de la stratégie de rénovation à long terme pour les ménages et le rôle du passeport du bâtiment.</li> </ul>	Outil	En cours	AEER SWR PWEC 2030
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sur base annuelle, revoir les moyens mis en œuvre pour la bonne implémentation de la stratégie, et vérifier leurs effets sur les indicateurs de la stratégie afin d'adapter les efforts requis pour l'atteinte des objectifs à long terme.</li> </ul>	Monitoring / connaissance du parc	En cours	SWR PWEC 2030
21	Mettre en œuvre et promouvoir le Label qualité des entreprises	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place d'un label pour soutenir et promouvoir les entreprises d'installation de systèmes renouvelables qui s'inscrivent dans un processus « qualité » afin de donner confiance aux consommateurs et garantir la qualité de leurs installations. Ce label « NRQual » est décliné en trois volets : « NRQual PAC » (pompes à chaleur), « NRQual PV » (photovoltaïque) et « NRQual SOL » (solaire thermique).</li> </ul>	Communication / Promotion		PACE 2016-2022 AEER PWEC 2030



	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Élargir le label progressivement aux entreprises de construction travaillant dans le domaine de l'isolation thermique, de l'étanchéité à l'air, du chauffage, de la ventilation et de la climatisation (HVAC)</li> </ul>	Communication / Promotion	En cours	AEER
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Développer le label en concertation avec le secteur professionnel et développer des liens avec la certification des professionnels et avec les opérateurs de formation.</li> </ul>			SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Promouvoir ces labels auprès des particuliers et analyser sur le plan juridique la possibilité de les intégrer dans le cahier des charges type CCTB 2022.</li> </ul>	Communication / Promotion		AEER SWR
22	Octroyer des primes à l'énergie et à la réhabilitation des logements et des chèques « habitat »	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation de primes à l'énergie et à la rénovation comme levier adapté pour orienter les choix des ménages en matière de rénovation.</li> </ul>	Financement		PACE 2016-2022 AEER
23	Octroyer des prêts pour l'accès au logement et pour la rénovation (accesspack / écopack / rénopack)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Octroyer des prêts hypothécaires sociaux. En complément, l'Ecoprêt puis l'Ecopack ont été développés pour soutenir les ménages dans leurs travaux de rénovation énergétique.</li> </ul>	Financement		PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Amplifier le mécanisme Ecopack, mais en modifiant notamment les conditions d'octroi pour les rendre notamment plus favorables aux ménages à faibles revenus.</li> </ul>			PLCP AEER
24	Rénover les bâtiments publics et renforcer leur rôle d'exemple	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser le taux de rénovation de 3% dans les bâtiments visés par l'article 5 de la directive Efficacité Énergétique et le monitorer.</li> </ul>	Obligation / réglementation	En cours	SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborer et exploiter un cadastre des bâtiments tertiaires publics, dès juin 2018, afin d'identifier les bâtiments qui constituent des gisements d'économies d'énergie rentables à rénover prioritairement.</li> </ul>	Monitoring / connaissance du parc	En cours	SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimenter le plan de rénovation des bâtiments gérés par le SPW par les audits énergétiques déjà réalisés.</li> </ul>	Monitoring / connaissance du parc		PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mener de nouveaux audits énergétiques complémentaires prioritairement dans le cadre des rénovations lourdes.</li> </ul>			AEER
25	Rénover les logements publics	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deux programmes successifs ont permis de remettre à niveau pratiquement 47.000 logements publics, soit 47% du parc, suivant les normes énergétiques et les critères de salubrité/sécurité.</li> </ul>	Financement	Réalisé	PACE 2016-2022 AEER SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>D'ici janvier 2020, faire l'inventaire des données disponibles pour le cadastre des logements publics de la région et identifier les manières de compléter ce cadastre de manière à identifier les bâtiments les plus vétustes à cibler prioritairement.</li> </ul>	Monitoring / connaissance du parc	En cours	SWR PWEC 2030
			Obligation / réglementation	Réalisé	AEER SWR



	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lier tout nouveau programme de rénovation profonde des logements publics en lien avec les objectifs de performance énergétique à long terme</li> </ul>			PWEC 2030
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fixer d'ici mars 2018 des échéances ambitieuses pour la rénovation énergétique des logements publics, en s'engageant sur un planning de rénovation.</li> </ul>	Obligation / réglementation	En cours	SWR PWEC 2030
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborer une feuille de route visant l'amélioration de la performance énergétique de leurs bâtiments ;</li> </ul>	Outil		PWEC 2030
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Établir une stratégie de rénovation ciblée à partir de la feuille de route en vue de réduire la consommation totale d'énergie pour atteindre la neutralité énergétique, avec plan d'actions priorisées ;</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Étudier, lors de toute intervention sur un bâtiment, toutes les mesures liées à l'intervention qui permettent d'augmenter la performance énergétique du bâtiment. Il s'agira dès lors de mettre au minimum en œuvre les mesures de la feuille de route compatibles avec les travaux envisagés.</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>L'imposition de monitoring et de rapportage d'impact des mesures prises</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Le recours facilité aux contrats de performance énergétique</li> </ul>			
<b>26</b>	Conclure des accords de branches simplifiés avec les PME/TPE, les pouvoirs locaux et le secteur non-marchand	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre en place et proposer des « accords de branche simplifiés » aux PME/TPE, aux pouvoirs locaux et au secteur non-marchand afin de les soutenir dans leurs démarches d'amélioration de l'efficacité énergétique et d'alimentation de leurs bâtiments avec de la chaleur d'origine renouvelable.</li> </ul>	Outil	En cours	PACE 2016-2022 AEER  PM4
<b>27</b>	Optimiser le système d'aides aux études énergétiques pour les PME/TPE, les pouvoirs locaux et le secteur non-marchand	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimiser le système des primes Energie des programmes AMURE et UREBA. Afin de répondre à la nécessité de réaliser des audits de qualité, par des experts agréés, que ce soit pour les audits obligatoires ou dans le cadre des mécanismes de financement pour l'amélioration de l'efficacité énergétique, il sera nécessaire de renforcer, réformer et encadrer les audits et les agréments des auditeurs des programmes AMURE et UREBA.</li> <li>Subventions UREBA : soutien aux personnes de droit public et les organismes non-commerciaux qui veulent réduire la consommation énergétique de leurs bâtiments.</li> <li>Subventions AMURE : même objectif mais sont destinées aux entreprises, indépendants et professions libérales.</li> </ul>	Financement	En cours	PACE 2016-2022  AEER

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Subventionner la réalisation d'un audit à travers des primes pour le secteur tertiaire non visé par l'obligation de réaliser un audit. Ceci a été réalisé via le système des chèques Energies, issu du dispositif de subvention AMURE.</li> </ul>	Financement	Réalisé	SWR
28	Lancer un nouveau programme de rénovation des bâtiments publics UREBA exceptionnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lancement d'un nouveau programme UREBA Exceptionnel (allocation de 40 millions d'euros dès 2017 en engagement). Action centrée sur les investissements liés aux systèmes de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire à partir de sources d'énergie renouvelables.</li> </ul>	Financement	Réalisé	PACE 2016-2022 AEER  SWR
29	Créer un mécanisme de financement pour favoriser l'efficacité énergétique des bâtiments du secteur public et du secteur non-marchand (prêt à taux zéro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre en place un instrument de prêt à taux zéro en complément aux subventions UREBA pour les bâtiments des secteurs public et non-marchand afin de financer des investissements en efficacité énergétique de leurs bâtiments.</li> </ul>	Financement		PACE 2016-2022 AEER PM4
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Rendre accessible un prêt à taux zéro aux acteurs du tertiaires (inclus le non-marchand privé) qui souhaitent investir dans l'amélioration des performances énergétiques de leur bâtiment. Via le dispositif Easy'Green, les TPME wallonnes sont accompagnées afin d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments ou du processus de production et également d'intégrer la production d'énergie d'origine renouvelable dans leur consommation d'énergie.</li> </ul>	Financement	En cours	SWR
30	Assurer une gestion énergétique dynamique des bâtiments publics	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encourager les autorités publiques chargées de la gestion d'un parc de bâtiment de grande taille à adopter une gestion énergétique dynamique de leur parc par la mise en place d'une comptabilité énergétique accompagnée de l'installation de compteurs intelligents.</li> </ul>	Outil		PACE 2016-2022 AEER
31	Inciter les Agences Immobilières Sociales (AIS) à améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments qu'elles gèrent	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intégrer de manière cohérente à travers leurs différentes agences d'organismes à finalité sociale (Agence immobilière sociale ou Association de promotion du logement) des critères de performance énergétique dans la rénovation des biens qu'elles gèrent.</li> </ul>	Obligation / réglementation		PACE 2016-2022  SWR
32	Encadrer les relations propriétaires-locataires	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place une grille indicative des loyers pour pallier le manque d'incitants qu'ont les propriétaires à rénover leurs logements mis en location à partir du moment où ce sont les locataires qui prennent en charge les frais de chauffage. Par exemple, mise en place de législations selon lesquelles la réduction des coûts énergétiques obtenue grâce à des</li> </ul>	Outil	Réalisé	PACE 2016-2022  SWR

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
		améliorations de l'efficacité énergétique peut être utilisée pour justifier une augmentation du loyer, celle-ci permettant au propriétaire de rentabiliser son investissement.			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Rendre possible et promouvoir un système de « loyer chaud », en gardant la somme loyer + charges de chauffage inférieure ou égale avant et après la rénovation énergétique.</li> </ul>	Financement	Réalisé	SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifier et mettre en œuvre les moyens d'inciter la rénovation énergétique des logements loués (publics et privés) (notamment la promotion de la feuille de route rénovation).</li> </ul>	Outil	En cours	SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mener une étude sur les impacts de la rénovation énergétique sur le risque d'augmentation des loyers et sur les moyens de la maîtriser.</li> </ul>	Monitoring		SWR
33	Evaluer et améliorer de manière continue les dispositions du Code wallon de l'habitat durable vis-à-vis des critères d'efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le Code wallon de l'habitat durable reprend, pour l'ensemble des logements wallons des critères de salubrité et de performance énergétique minimale liée à l'isolation et à l'étanchéité à l'air. Il s'agira de mettre à jour ces critères de salubrité énergétique en fonction des nouvelles impositions réglementaires et de les améliorer de manière continue en adaptant le texte du CWHHD.</li> </ul>	Obligation / réglementation	En cours	PACE 2016-2022 SWR
34	Encourager et faciliter les approches de rénovation par groupe de logements	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mieux soutenir les situations complexes comme les copropriétés en adaptant pour septembre 2018 les outils d'audit énergétique pour permettre une réflexion globale sur l'ensemble du bâtiment (copropriétés).</li> </ul>	Obligation / réglementation	Réalisé	SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Faciliter les projets de rénovation groupée.</li> </ul>	Obligation / réglementation		SWR
35	Mettre en place les actions préconisées par le Plan de Développement Durable du SPW	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remplacement de chaudières.</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Isolation de toitures.</li> </ul>	Obligation / réglementation		PACE 2016-2022
<b>Agir sur l'aménagement du territoire et les règles d'urbanisme</b>					
36	Agir sur les règles d'urbanisme de manière à lever les obstacles à une rénovation	Intégrer des dispositions favorables à la performance énergétique et à la rénovation énergétique dans le futur guide régional d'urbanisme (certaines règles et guides d'urbanisme trop stricts peuvent entraîner des surcoûts pour atteindre un niveau de performance énergétique donné).	Obligation / réglementation	En cours	PACE 2016-2022 SWR

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
	énergétiquement performante des habitations				
37	Agir sur l'aménagement du territoire en augmentant la mitoyenneté	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appliquer la réforme du Code du Développement Territorial (CoDT) en poursuivant l'objectif d'améliorer la performance énergétique du parc immobilier. La densité de la population conduit à des formes d'urbanisation (mitoyenneté, appartements, ...) qui conduisent à des économies de chauffage. La réforme du Code de développement territorial entend lutter contre l'étalement urbain et favoriser l'utilisation rationnelle des territoires et des ressources en proposant des outils permettant de reconstruire la ville sur la ville avec une densification appropriée. Il s'agit, par exemple, de promouvoir la construction de bureaux et de commerces dans les pôles (urbains et ruraux) et de favoriser la mixité des fonctions en s'orientant vers des bâtiments mitoyens, plus faciles à chauffer. Il sera envisagé de compléter cette mesure du CoDT par une adaptation du régime fiscal incitant à la mitoyenneté.</li> </ul>	Obligation / réglementation	Réalisé	PACE 2016-2022 SDT  SWR
	Favoriser le développement de l'énergie thermique renouvelable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place d'un décret chaleur qui doit permettre : de lever les freins au développement des réseaux de chaleur, de permettre la rentabilisation de l'injection de biogaz dans les réseaux.</li> </ul>	Obligation / réglementation	Réalisé	PWEC 2030
<b>Préparer les industriels à devenir des acteurs de la transition</b>					
38	Poursuivre la démarche « Accords de branche » dans une 2e génération d'accord jusqu'en 2021 et étudier la mise en place d'une 3 <sup>ème</sup> génération	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les accords de branche sont des conventions passées entre le gouvernement régional et les principaux secteurs industriels en vue d'améliorer l'efficacité énergétique et de réduire les émissions de CO2 des sites industriels. En contrepartie, les autorités s'engagent à ne pas imposer par voie réglementaire des exigences complémentaires en matière d'efficacité énergétique et d'émissions spécifiques de CO2, et ce dans le cadre de leurs compétences.</li> </ul>	Outil	Analyse de la mise en place d'une 3 <sup>ème</sup> génération En cours	PACE 2016-2022  PWEC 2030
39	Étendre la démarche d'accords volontaires aux PME/TPE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre en place un mécanisme de soutien s'apparentant à des « accords de branche simplifiés ». Le principe des accords de branche simplifiés volontaires devra permettre, à chaque entreprise, indépendamment d'une fédération, de réaliser une analyse énergétique subsidiée pour mettre en lumière les pistes d'améliorations lui permettant de réduire sa facture énergétique. Un système de soutien sera développé pour réaliser les</li> </ul>	Outil	En cours	PACE 2016-2022

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
		investissements en efficacité énergétique et en production d'énergie renouvelable déterminés dans cette analyse énergétique.			
	Étendre la démarche d'accords volontaires au secteur alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>La mesure consiste à mettre en place un accord volontaire avec le secteur de la distribution alimentaire portant sur la réduction de ses émissions de GES. Tant l'usage de gaz fluorés que la consommation d'énergie sont visés. La mesure s'inscrit au départ dans un contexte de restriction de plus en plus importante de l'utilisation des gaz HFC lié au règlement européen 517/2014.</li> <li>A ce stade, l'objectif qui pourrait figurer dans l'accord volontaire se décline en 3 objectifs secondaires : Agir au niveau des gaz réfrigérants des installations ; Améliorer l'efficacité énergétique des espaces commerciaux de distribution alimentaire ; Développer des sources d'énergies renouvelables afin d'atteindre le « zéro émissions » de GES pour tout nouveau bâtiment commercial de distribution alimentaire à partir de 2025.</li> </ul>	Outil	En cours	PWEC 2030
40	Soutenir les entreprises financièrement et techniquement	<p>Pour réaliser des investissements économiseurs d'énergie, les entreprises industrielles peuvent compter sur divers soutiens financiers, techniques ou d'information de la part des pouvoirs publics :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les aides AMURE pour les audits énergétiques et les études de préféabilité.</li> <li>Un régime d'aides à l'investissement spécifique existe afin de soutenir au mieux les entreprises, tant les PME que les grandes entreprises, qui réalisent des investissements en vue de favoriser la protection de l'environnement ou l'utilisation durable de l'énergie en réduisant la consommation d'énergie dans le processus de production de l'entreprise ou en visant la production d'énergie renouvelable ou la cogénération de qualité.</li> <li>Un soutien via des informations claires concernant les possibilités d'économie d'énergie potentielles dans les installations des entreprises.</li> </ul>	Financement	Réalisé	PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Un réseau de Facilitateurs URE (Utilisation Rationnelle de l'Energie) a été mis en place par le SPW afin d'aider les PME/PMI hors accords de branche à investir dans l'efficacité énergétique.</li> </ul>	Communication / Promotion	Réalisé	PACE 2016-2022 SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimiser, simplifier et harmoniser le système d'aides aux investissements des PME/TPE.</li> </ul>	Financement	Réalisé	AEER SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Soutien aux entreprises en vue du remplacement de leur matériel. L'installation d'équipements de réfrigération utilisant des réfrigérants alternatifs est déjà actuellement éligible aux aides à l'investissement. Néanmoins : le secteur de la distribution, principal émetteur de HFC,</li> </ul>	Financement		PWEC 2030

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
		est exclu ; le principe de calcul des aides est complexe car il s'agit de prendre en charge une partie du surcoût d'investissement par rapport à la technologie de référence (qui doit donc être définie).			
<b>Mettre en œuvre des formations dans les métiers de la construction / rénovation durable</b>					
<b>41</b>	Sensibiliser, former et certifier les professionnels	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renforcer l'offre de formation aux professionnels et de soutenir les centres de formations reconnus dans leurs démarches. Ces formations doivent notamment être axées sur les techniques innovantes d'isolation, de production de froid et de chaud (renouvelable et traditionnelle) permettant de réduire un maximum les charges liées à l'achat de combustible mais aussi sur l'installation de panneaux solaires thermiques et photovoltaïques.</li> </ul>	Formation		PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibiliser et certifier les professionnels.</li> </ul>	Formation	Opérationnel pour PV, Solaire thermique et PAC	PACE 2016-2022 SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifier les moyens d'attirer les professionnels dans les formations.</li> </ul>	Formation		SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Former les auditeurs du secteur tertiaire (AMURE-UREBA) avant de les certifier :</li> </ul>	Formation	En cours	AEER SWR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mettre en place une formation.</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mettre en place une épreuve dont la réussite conditionnera l'accès à l'agrément.</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Renforcement des formations à l'utilisation des réfrigérants alternatifs / technologies alternatives</li> </ul>	Formation		PWEC 2030
<b>Pilier 3 : Sécurité énergétique</b>					
<b>Diminuer la dépendance énergétique</b>					
<b>42</b>	Soutenir l'autoproduction d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser et adapter la réglementation relative à l'autoproduction d'énergie et à l'expansion de l'Énergie Renouvelable (ER) pour le secteur industriel (y compris finaliser les réformes déjà en cours).</li> </ul>	Obligation / réglementation		PM4
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Adapter la stratégie au niveau du mix renouvelable.</li> </ul>	Communication / Promotion		PM4
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Adapter le régime des aides à l'Utilisation Durable de l'Energie (UDE) en vue d'inciter les investissements favorisant l'autoproduction d'électricité et les projets communs.</li> </ul>	Obligation / réglementation		PM4
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Soutenir la recherche et le développement dans la production et le stockage de l'énergie et la mise en œuvre de démonstrateurs (unités pilotes expérimentales).</li> </ul>	Financement		PM4
<b>43</b>	Promouvoir les économies d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Développer un outil permettant de quantifier les impacts des futures constructions (quartiers, villes) et des rénovations lourdes en regard de la consommation propre des bâtiments, de la mobilité et de l'énergie grise,</li> </ul>	Outil		SDD

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
		dans la perspective d'en faire un outil d'aide à la décision sur des projets dans le cadre du Code du développement territorial, en application de l'article 14 de la Directive 2012/27 relative à l'efficacité énergétique.			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser une cartographie indiquant les points de demande de chaud et de froid, les infrastructures existantes de production de chaud et de froid, les points d'approvisionnement potentiel en chaud et froid.</li> </ul>	Outil		SDD
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Poursuivre l'amélioration de la méthodologie d'audit utilisée dans les Accords de branche et qui permet d'identifier tant les flux d'énergie que les flux de matières (en ce compris les déchets).</li> </ul>	Outil	En cours	SDD
<b>Pilier 4 : Marché intérieur de l'énergie</b>					
<b>Promouvoir le recours à des combustibles plus neutres d'un point de vue environnemental, aux énergies d'origine renouvelable et/ou à la cogénération</b>					
44	Doublar la production électrique à partir de déchets	Mise en place d'une triple approche : <ul style="list-style-type: none"> <li>Développer des projets afin d'augmenter le rendement énergétique des incinérateurs (valorisation de la chaleur dans des processus industriels ou de chauffage urbain).</li> </ul>	Développement de projets		PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Développer des projets de valorisation du bois.</li> </ul>	Développement de projets		PACE 2016-2022
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Imposer la séparation des déchets organiques des flux bruts (collectes sélectives ou compostage à domicile) et prévoir prioritairement leur valorisation matière sous forme d'amendements (biométhanisation ou compostage). Cette option est retenue pour les déchets ménagers.</li> </ul>	Obligation / réglementation		PACE 2016-2022 PWEC 2030
45	Soutenir l'injection de biogaz dans le réseau de gaz naturel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place d'un groupe de travail afin d'encourager l'injection de biogaz dans les réseaux là où la valorisation directe n'est pas possible ou pas efficiente.</li> </ul>	Outil	Réalisé	PACE 2016-2022
46	Etendre le réseau de distribution du gaz naturel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inciter les habitants à utiliser le gaz naturel dans les zones connectées. Pour les zones moins denses, des études peuvent être réalisées afin de vérifier le rapport coût/efficacité de l'extension du réseau et de comparer à d'autres alternatives comme le réseau de chaleur. Une politique de densification appropriée des pôles urbains et ruraux pourrait permettre de développer plus facilement le raccordement au gaz naturel de certaines communes rurales pour autant que le rapport coût/efficacité soit positif.</li> </ul>	Communication / Promotion		PACE 2016-2022
<b>Pilier 5 : Recherche, innovation et compétitivité</b>					
<b>Améliorer l'efficacité énergétique des procédés</b>					
47	Promouvoir les solutions innovantes par rapport à	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place un cadre juridique et financier adéquat pour le développement de la géothermie profonde en Wallonie, et, sur base d'une évaluation objective, soutenir le développement de projets d'exploitation.</li> </ul>	Obligation / réglementation	En cours	PACE 2016-2022 PWEC 2030

	Mesure politique	Contenu de la mesure	Type de mesure	Statut	Source
	l'exploitation des énergies renouvelables, soutenir la R&D	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poursuivre la veille technologique et en mettre les résultats à disposition des entreprises.</li> </ul>	Communication / Promotion		PACE 2016-2022
		Soutenir la R&D et le développement de technologies et d'expériences pilotes pour la production d'électricité, de chaleur et de gaz à partir de sources d'énergie renouvelables.	Financement		



## VIII.4. Synthèse

Globalement, les analyses réalisées à la section précédente permettent de constater qu'en Wallonie différentes mesures ont été / sont suivies en vue d'encourager le développement de chauffage et de refroidissement efficaces. Ces différentes mesures répondent aux 5 piliers : (1) Décarbonisation ; (2) Efficacité énergétique ; (3) Sécurité énergétique ; (4) Marché intérieur de l'énergie ; (5) Recherche, innovation et compétitivité. Nous retrouvons davantage de mesures concernant les deux premiers piliers.

En vue de compléter / renforcer ce set de mesures au dernier chapitre de l'étude, nous proposerons des recommandations économiques, juridiques et informatives. Les analyses qui seront réalisées aux chapitres suivants permettront d'identifier quelles technologies doivent être encouragées en considérant notamment les informations relatives à leur potentiel technique sur le territoire wallon, l'identification des points forts, faibles, opportunités et menaces (chapitre 9) ainsi que les résultats des analyses économiques et financières (chapitre 10).

# *Chapitre 9 : Identification des technologies disponibles pour fournir de l'énergie bas carbone sur le territoire*

## IX. Identification des technologies disponibles pour fournir de l'énergie bas carbone sur le territoire

### IX.1. *Rappel de l'Annexe VIII*

Le point 7 de la partie III de l'Annexe VIII de la directive 2012/27/EU sur le contenu des évaluations complètes du potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid requiert :

Une analyse du potentiel économique des différentes technologies de chauffage et le refroidissement est effectué pour l'ensemble du territoire national en utilisant la méthode coût-bénéfice visée à l'article 14, paragraphe 3, et identifie des scénarios alternatifs pour plus les technologies de chauffage et de refroidissement efficaces et renouvelables, en distinguant l'énergie provenant de sources fossiles et renouvelables, le cas échéant.

Les technologies suivantes doivent être prises en considération :

- (a) la chaleur et le froid industriels résiduels ;
- (b) l'incinération des déchets ;
- (c) la cogénération à haut rendement ;
- (d) les sources d'énergie renouvelables (telles que la géothermie profonde, le solaire thermique et la biomasse) autres que celles utilisées pour la cogénération à haut rendement ;
- (e) les pompes à chaleur ;
- (f) la réduction des pertes de chaleur et de froid des réseaux de quartier existants.

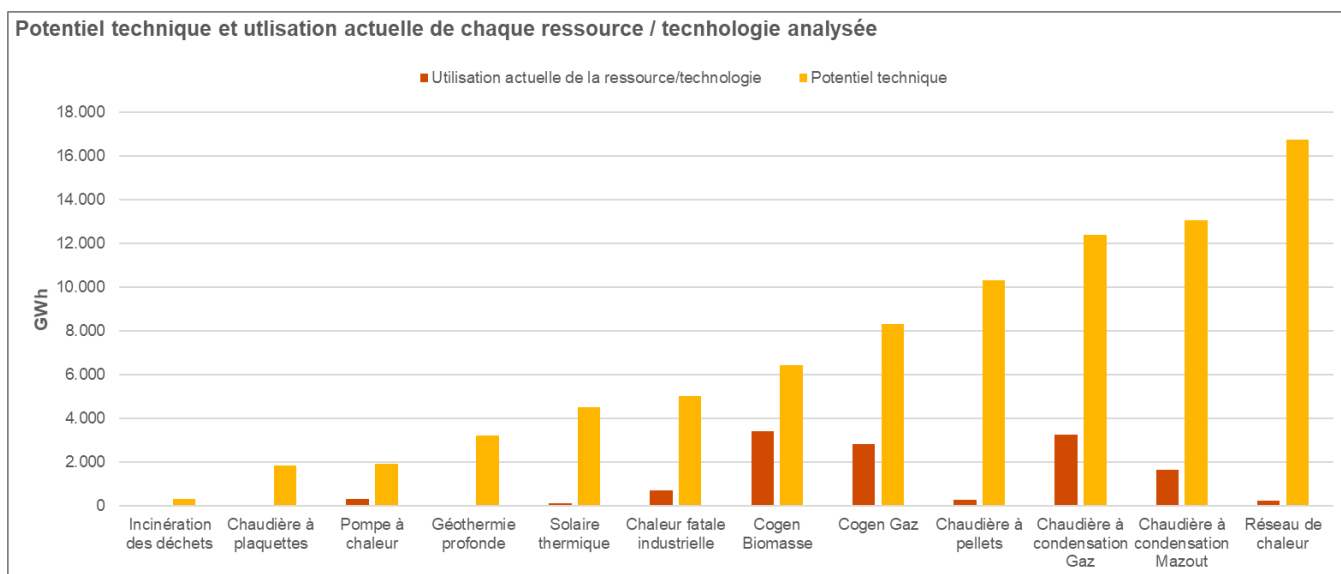
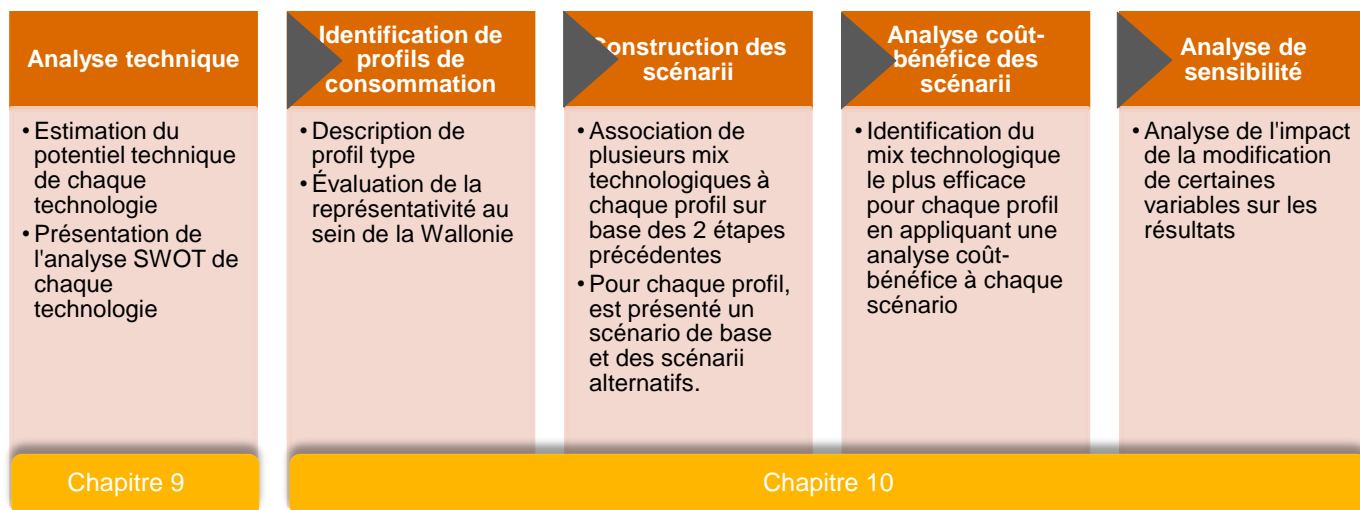
### IX.2. *Introduction*

Ce chapitre a pour objectif d'effectuer une analyse approfondie de la littérature technologique et scientifique en vue d'identifier les sources renouvelables de chaleur et de froid ainsi que les sources d'énergie fatale potentiellement disponibles en Wallonie. Ce chapitre répond au point 4.1.3 de l'Annexe I de l'Article 14 qui demande d'identifier une série de solutions de chauffage et refroidissement hautement efficaces permettant de répondre aux besoins de la Région.

Parmi les technologies de production de chaleur considérées, nous reprenons la chaleur fatale issue de l'industrie et de l'incinération des déchets, la géothermie, le solaire thermique, la cogénération, les pompes à chaleur, les chaudières à condensation (gaz/mazout), les chaudières à pellets et à plaquettes. Certaines de ces technologies peuvent fournir de la chaleur en fonctionnant de manière centralisée ou décentralisée. Les réseaux de chaleur sont présentés en tant que technologie de distribution de chaleur.

Pour chaque technologie, sont présentés leur potentiel technique (principalement établi sur base de la ressource), la part que représente l'exploitation actuelle par rapport au potentiel technique, la part du potentiel technique dans les besoins de chaleur et de chaleur substituable ainsi qu'une analyse des principaux points forts, faibles opportunités, et menaces. Cette analyse a pour objectif de construire les scénarios en allouant les mix technologiques les mieux adaptés à différents profils de consommation. Il est important de considérer que les différents potentiels techniques par technologie ne sont pas cumulables, car l'ensemble des technologies sont dans un marché concurrentiel.

Le schéma repris ci-dessous synthétise les différentes étapes suivies allant de l'analyse des technologies jusqu'à la définition des scénarios ainsi que la réalisation des analyses coûts bénéfices.



Graphique 41: Potentiel technique et utilisation actuelle de chaque ressource/technologie analysée, analyse sous l'angle exclusif de la chaleur

## IX.3. Analyse des technologies bas carbone

Ci-dessous, ce tableau présente pour chaque technologie étudiée les éléments suivants :

- L'exploitation actuelle de la ressource
- Le potentiel technique de la technologie
- La part d'exploitation actuelle par rapport au potentiel technique (1 dans le tableau)
- La part du potentiel technique dans les besoins de chaleur (BC) en Wallonie (2 dans le tableau), « BCS » signifie « besoin de chaleur substituable ».
- Analyse SWOT de la technologie.

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
Technologies de production					
<b>Chaleur fatale de l'industrie</b>	682 GWh  Calcul sur base des ratios fournis par le facilitateur Industrie.	<b>Potentiel technique : 5.026 GWh de chaleur générés par des procédés industriels</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calcul sur base des 5 secteurs industriels dont les besoins énergétiques sont les plus élevés (sidérurgie, chimie, minéraux non métalliques, alimentation et papier) couvrant 90% des besoins énergétique de l'industrie.</li> </ul> <b>Localisation de la ressource :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Principalement située sur le sillon Sambre et Meuse où sont établies la majorité des industries wallonnes.</li> </ul>	13,5%	7,9% des BC  11,3% des BCS	<b>Forces :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bonne maîtrise technique de la plupart des technologies de récupération des fumées.</li> <li>Compatible avec un réseau de chaleur.</li> </ul> <b>Faiblesses :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Coûts d'investissements nécessaires particulièrement élevés et variables selon les applications concernées.</li> <li>Proximité d'une demande de chaleur dans le cas de la valorisation thermique</li> <li>Peu de sites concernés mais grand impact.</li> </ul> <b>Opportunités :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Faible exploitation actuelle de cette ressource qui représente un réel potentiel.</li> <li>Diminution des coûts énergétiques pour les entreprises valorisant cette ressource.</li> <li>Intégration de cogénération.</li> </ul> <b>Menaces :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diminution du gisement au même rythme que la diminution des besoins énergétiques du secteur dans les projections à 2050.</li> </ul>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
<b>Incinération des déchets</b>	0 GWh	<p><b>Potentiel technique : 315 GWh de chaleur générés par l'incinération des déchets</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Données présentées dans le Chapitre 4 de la Partie I.</li> </ul> <p><b>Localisation de la ressource :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Thumaide (rural – entre Tournai et Mons)</li> <li>Herstal (urbain et zoning – Liège)</li> <li>Virginal (rural – Brabant Wallon)</li> <li>Point-de-Loup (urbain et zoning – Charleroi)</li> </ul> <p>Ce potentiel ne considère pas l'exploitation de nouvelles ressources tel que les Combustible solide de récupération (CSR) dont le gisement est au moins aussi important que celui de la biomasse de type « B » (de récupération).</p>	0%	<p>0,5% des BC</p> <p>0,7% des BCS</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Technologies de récupération similaires à celles présentées pour la chaleur fatale industrielle.</li> <li>Production de chaleur compétitive avec les énergies fossiles.</li> <li>Compatible avec un réseau de chaleur.</li> </ul> <p><b>Faiblesses :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Coûts d'investissement particulièrement élevés.</li> <li>Proximité d'une demande de chaleur dans le cas de la valorisation thermique.</li> </ul> <p><b>Opportunités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ressource actuellement inexploitée.</li> <li>Intégration de cogénération possible.</li> <li>Peu de sites concernés mais grand impact.</li> <li>Ressource complémentaire de type CSR (Combustible solide de récupération) actuellement non exploitée. Ressource compatible avec des unités de &lt; 5 MW, avec un potentiel de cogénération. La plus petite taille de ce type d'unité rend l'implantation envisageable dans de nombreuses locations.</li> </ul> <p><b>Menaces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Potentiel limité de développement de nouvelles unités de valorisation énergétique (UVE). En effet, 43% des déchets ménagers wallons sont incinérés, le solde est recyclé. Sur base de l'échelle de Landsik, le recyclage est une valorisation à plus haute valeur que l'incinération, on peut donc considérer la part des déchets ménagers actuellement incinérés comme un plafond. Suivant les objectifs poursuivis par le Plan wallon des déchets, la tendance va à la baisse concernant la production de déchets.</li> </ul>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
<b>Géothermie profonde</b>	15,7 GWh  Donnée issue de la compilation SER <sup>80</sup> .	<p><b>Potentiel technique : 3.226 GWh dont 1.536 GWh par la géothermie profonde et 1.690 GWh par la géothermie des mines.</b></p> <p><b>Localisation de la ressource :</b></p> <p>Depuis l'étude publiée en 2011, la Wallonie a lancé plusieurs projets afin d'identifier le potentiel géothermique des sous-sols wallons :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La première étude (2015) s'est focalisée sur le potentiel de la géothermie profonde (géothermie moyenne énergie). Cette étude estime que l'exploitation du réservoir géothermique profond des calcaires carbonifères représente un potentiel géothermique en Wallonie de 1.536 GWh th.</li> <li>Une seconde étude (2019), qui vise à estimer le potentiel de la géothermie des mines en Wallonie. Les premiers résultats estiment que le potentiel thermique annuel de cette ressource à 1.690 GWh. Ces résultats, déjà présentés dans une section</li> </ul>	0,5%	5,1% des BC  7,3% des BCS	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diversité géologique du territoire permet l'installation de tous les types de géothermie excepté la haute enthalpie (&gt;150°C).</li> <li>Impact environnemental acceptable (olfactif, sol, atmosphérique, etc., ...) :</li> <li>Faible emprise sur le sol et aucun impact sur le paysage.</li> <li>Nombreuses applications possibles : couvre tous types d'usage (chauffage, refroidissement, stockage de chaleur, production d'électricité si température &gt; à 100°C).</li> <li>Adaptable à tous types de bâtiments et activités industrielles.</li> <li>Grande variété de techniques disponibles.</li> <li>Technologie mature (techniques fiables et éprouvées).</li> <li>La basse température est applicable sur tout le territoire wallon et est rentable lorsqu'elle est bien dimensionnée</li> <li>En moyenne température, la ressource en Wallonie est prouvée dans le bassin de Mons : 3 installations d'usage direct existent depuis 1985</li> <li>Énergie renouvelable durable du sous-sol wallon qui permet de renforcer la sécurité énergétique.</li> <li>Mode d'exploitation qui n'engendre pas ou très peu d'émissions CO2 et pas de nuisances.</li> <li>Énergie consommée là où elle est produite.</li> <li>Pas de perte d'énergie ni de pollution liée à son transport.</li> <li>Énergie disponible 24h/24 et 365j/365.</li> <li>Énergie indépendante des conditions climatiques.</li> <li>Énergie facilement exploitable à faible profondeur (PAC).</li> <li>Source de chaleur importante (en remplacement des combustibles fossiles).</li> </ul>

<sup>80</sup> Compilation des données sur les installations produisant de l'électricité et/ou de la chaleur à partir de sources d'énergie renouvelable et les cogénérations aux énergies fossiles (ICEDD & SPW-Énergie, 2019)

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
		<p>précédente de la présente étude, distinguent le potentiel en quatre régions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La région montoise avec un potentiel de 486 GWh</li> <li>• La région du centre avec un potentiel de 259 GWh</li> <li>• La région carolo avec un potentiel de 501 GWh</li> <li>• La région liégeoise avec un potentiel de 444 GWh</li> </ul> <p>En juin 2016, le Gouvernement Wallon a approuvé le projet Géotherwall de l'IDEA, financé par la Wallonie et le Fond européen de développement régional (FEDER). Deux puits d'environ 2.500 mètres de profondeur doivent être creusés en 2021, avec un puits dédié au pompage de l'eau chaude, et un autre destiné à réinjecter l'eau dans le sous-sol, après son passage dans des échangeurs de chaleur. Une centrale géothermique sera ensuite construite, qui devrait être raccordée au réseau de chaleur de l'hôpital Ambroise Paré mi-2023, pour le fournir en chauffage et en eau chaude sanitaire. Le débit escompté est de 150 m³/heure, avec une eau à une température de 73 degrés, soit une capacité de 7 MW et la quantité de chaleur distribuée annuellement via les conduites calorifugées pourrait atteindre 10,5 à 14 GWh.</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût de production relativement faibles, stables et indépendants du prix des combustibles fossiles.</li> <li>• Indépendance des prix de l'énergie géothermique par rapport au prix des commodités.</li> <li>• Compatible avec un réseau de chaleur et d'autres technologies (PAC, ...).</li> </ul> <p><b>Faiblesses :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de visibilité des installations et faible médiatisation.</li> <li>• Pas d'industrie porteuse de la géothermie en Wallonie.</li> <li>• Projets industriels inexistant à ce jour en Wallonie.</li> <li>• Exploitation locale de la géothermie profonde nécessitant la présence de clients à proximité de la ressource et des besoins en chaleur.</li> <li>• Coûts d'investissement (CAPEX) encore élevés (exploration et forage).</li> <li>• Connaissance insuffisante du sous-sol wallon à grande profondeur.</li> <li>• Absence d'un cadre juridique spécifique.</li> <li>• Risque financier conséquent hors assurance.</li> <li>• Manque de soutien financier public spécifique en raison du risque d'échec encore élevé dans la phase d'exploration.</li> </ul> <p><b>Opportunités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorisation de la chaleur souterraine disponible. Selon la température disponible, on peut soit utiliser la chaleur (pour les faibles températures), soit produire de l'électricité (pour les hautes températures), soit combiner les deux.</li> <li>• Disponibilité du potentiel géothermique profond en Wallonie dans les zones à forte densité de population (Sillon Sambre et Meuse), mais très peu exploité.</li> <li>• L'énergie (chaleur) des calcaires carbonifères profonds en Wallonie est estimée entre 1500 et 2800 GWh, mais des actions ambitieuses sont à mener pour garantir le développement du secteur.</li> </ul> <p><b>Menaces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mauvaise connaissance du grand public.</li> <li>• Inquiétude de la population à cause des risques géologiques.</li> </ul>



	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
<b>Solaire thermique</b>	113,6 GWh  Donnée issue de la compilation SER.	<b>Potentiel technique : 4.486 GWh</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Méthode de calcul est la suivante. Capacité théorique : superficie des toits avec une bonne exposition*rendements = <math>263 \text{ km}^2 * 400 = 105.200 \text{ GWh}</math>. Au vu de l'énorme potentiel technique qui dépasse largement les besoins de chaleur de la Wallonie, une hypothèse raisonnable est de fixer la limite supérieure du potentiel solaire thermique au total des besoins d'ECS de la région. Pour répondre aux besoins ECS actuels avec du solaire thermique, 11,2 millions de <math>\text{m}^2</math> sont nécessaires.</li> </ul>	2,5%	7,1% des BC  10,1% des BCS	<b>Forces :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Technologie facilement installable pouvant être déployée aussi bien sur des nouvelles constructions que des bâtiments existants.</li> <li>Utilisation d'une source d'énergie inépuisable, à savoir l'énergie solaire.</li> <li>Pas d'émission de gaz à effet de serre lors du fonctionnement.</li> <li>Compatible avec un réseau de chaleur.</li> </ul> <b>Faiblesses :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rendements globalement faibles et dépendants de la saison.</li> <li>Faible rentabilité de l'investissement en l'absence d'une demande importante et régulière d'eau chaude sanitaire</li> <li>Concernant le chauffage, peu d'intérêt pour le solaire thermique en Belgique car la majorité de la période de production de chaleur est en dehors de la saison de chauffe.</li> <li>Risques liés au développement -nuit, passage en dessous des de la légionelle : cette bactérie est dangereuse pour la santé, à partir du moment où la température de l'eau stagne entre 25 et 45 °C. Puisque le solaire thermique ne chauffe pas durant la nuit, cette baisse de température est inévitable. De plus, le climat belge ne permet pas de, tous les jours, monter à une température qui tuerai la légionelle. Les solutions sont d'augmenter périodiquement la température de l'eau de stockage afin de tuer les bactéries, d'avoir recours à un système évitant à l'eau de stagner, ou de stocker l'eau à une température</li> </ul>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Rendement : 400 à 600 kWh d'eau chaude / m<sup>2</sup> / an<sup>81</sup>.</li> <li>Rendement moyen en Wallonie (2018) : 468 kWh / m<sup>2</sup> / an (Compilation SER) /</li> </ul>			<p>suffisamment élevée<sup>82</sup>. Dans ce dernier cas cependant, le rendement des capteurs s'en trouvent diminués.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grand potentiel mais exploitable via de très nombreuses installations, surtout en résidentiel.</li> <li>Durée de vie des installations et rendements conditionnés par une bonne maintenance, ce qui est difficilement maîtrisable et contrôlable au niveau du secteur résidentiel de la Wallonie.</li> </ul> <p><b>Opportunités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La superficie disponible pour cette installation est importante. Cette superficie théorique s'élève à 263 km<sup>2</sup>.</li> <li><b>Hypothèse 1</b> : superficie des toits = superficie de la Wallonie occupée par du bâti résidentiel<sup>83</sup> = 1.090 km<sup>2</sup>.</li> </ul> <p><b>Hypothèse 2</b> : distribution homogène de la superficie des toitures entre les orientations. 1/4 de la superficie est comprise entre les branches sud-ouest et sud-est = 272 km<sup>2</sup>. Il s'agit d'un plafond théorique car d'autres paramètres sont à prendre en compte tels que : ombre en ville sur des toitures théoriquement bien exposées, toitures difficilement accessibles en ville, ... De plus, il faut retirer la superficie déjà couverte de panneaux solaire thermique et photovoltaïques, respectivement 0,24 km<sup>2</sup> et 8,7 km<sup>2</sup>.</p> <p><b>Menaces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Concernant la superficie disponible, compétition avec le développement du photovoltaïque (ce qui peut néanmoins être en partie compensé par la mise en place de panneaux hybrides).</li> <li>Rentabilité faible sans incitant de la Wallonie.</li> </ul>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
<b>Cogénération</b>	Cogen fossile (2016) : 2.799 GWh de chaleur	<b>Potentiel technique : 8.314 GWh<sup>84</sup></b>  <b>Localisation de la ressource :</b> Accès au réseau de distribution du gaz.	33,6%	13,1% des BC  18,7% des BCS	<b>Forces :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maîtrise de la technologie de la cogénération, celle-ci permet aussi de valoriser des combustibles renouvelables.</li> <li>• Génération de cash flows. La cogénération gaz a l'avantage de générer des cash flows pour le client, servant de levier pour d'autres investissements économeurs d'énergie (isolation de toiture ou de murs pignons dans le cadre d'une copropriété par exemple).</li> <li>• Capacité de production importante. Adaptée aux projets qui ont d'importants besoins de chauffage. Concrètement, on estime que la cogénération est utile pour des projets dont les besoins de chaleur dépassent environ 100 000 litres</li> </ul>

<sup>81</sup> Energie Wallonie, p.31 : <https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/cdb-soltherm-2016.pdf?ID=50009>

<sup>82</sup> De Herde A., Massart C., 2010. Elaboration d'un outil d'aide à la conception de maisons à très basse consommation d'énergie. Conception de maisons neuves durables. Service public de Wallonie, Jambes, 169p.

<sup>83</sup> Iweps, 2020 : <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/artificialisation-du-sol/>

<sup>84</sup> Approche méthodologique présentée en annexe

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
	<p>Cogen biomasse (2016) : 3.231,4 GWh de chaleur et cogen biogaz (2016) 189,7 GWh de chaleur<sup>87</sup></p>	<p><b>Potentiel technique : 6.422 GWh th dont 5.0000 GWh th issus de biogaz et 1422 GWh par biomasse solide.<sup>88</sup></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hypothèse : tout le potentiel de l'énergie tirée de la "combustion" présentée dans le rapport de Valbiom est ajouté en cogénération en appliquant le même ratio GWh th/GWh que pour la cogénération, <math>1.778 * (1.467/3.260) = 800</math>.</li> </ul> <p>« Localisation de la ressource : Diffus sur les différentes zones du territoire : sous-produits agricoles, forestiers, industriels, déchets ménagers, ...</p> <p>A noter qu'une partie des flux de biomasse sont aussi exportés faute de possibilité de valorisation locale.</p>	<p>Pas calculé pour la cogen biomas se étant donné qu'elle fait intervenir des importations et qu'une</p> <p>3,8% pour la cogen biogaz ;</p>	<p>10,2 % des BC</p> <p>14,5des BCS</p>	<p>de fuel ou m3 de gaz par an<sup>85</sup>. Elle convient donc aux affectations suivantes : hôpital, hôtel, séniorerie, logements collectifs, piscine, industrie, réseau de chaleur urbain, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mécanisme de soutien via des « certificats verts » existant et efficace.</li> <li>Compatible avec un réseau de chaleur.</li> <li>Intervention du Comité Transversal de la Biomasse (CTB) sur les aspects « Hiérarchie des usages » et « durabilité ». Permet à l'administration de donner un avis avant lancement du projet.</li> </ul> <p><b>Faiblesses :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durée de vie limitée : la durée de vie des moteurs à combustion interne est généralement comprise entre 50.000 et 60.000 heures et nécessite des entretiens réguliers.</li> <li>Simultanéité des besoins électriques et thermiques. Le dimensionnement de la cogénération dépend des besoins nets en chaleur, et également des heures de fonctionnement qui permettent de valoriser toute la chaleur produite.</li> <li>Encombrant et source potentielle de nuisances sonores.</li> <li>Régularité de fonctionnement. Son fonctionnement doit être le plus régulier possible afin d'assurer son efficacité. Pour garantir l'efficacité et la rentabilité d'une unité de cogénération, il est primordial que celle-ci fonctionne à charge constante le plus longtemps possible, afin de réduire le nombre de cycle arrêts/relances. Ceux-ci auront pour conséquence non seulement de diminuer le rendement global de l'installation, mais également de raccourcir considérablement la durée de vie du moteur.</li> </ul>

<sup>87</sup> Compilation des données sur les installations produisant de l'électricité et/ou de la chaleur à partir de sources renouvelables d'énergie et les cogénérations aux énergies fossiles, ICEDD et SPW (2019)

<sup>88</sup> Cadastre de la biomasse wallonne valorisable énergétiquement – 2015, Valbiom, (2016)

<sup>85</sup> EnergiePlus 2015. Site internet <http://www.energieplus-lesite.be> réalisé par Architecture et Climat (UCL).

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Producteur secondaire : la cogénération n'est généralement pas prévue pour couvrir les pointes des besoins thermiques, et devra la plupart du temps être couplée à un autre moyen de production de chaleur pour assurer les compléments de besoins de chaleur au-delà de la rentabilité de la cogénération. Ce producteur secondaire exploite généralement une source d'énergie fossile pour raison financière.</li> <li>La technologie étant plus complexe qu'une simple chaudière, elle demande un suivi et des coûts d'exploitation plus importants et récurrents.</li> <li>Gestion des polluant émis par les fumées très surveillée, surtout avec les combustibles renouvelables.</li> <li>Pas de certifications des installateurs, qualité des projets très variable.</li> </ul> <p><b>Opportunités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Autoconsommation collective (Momentum de la Directive 2018/2001).</li> <li>Intérêt dans le cadre des Communautés d'Energie Renouvelable ou citoyennes.</li> <li>Potentiel de développement des biométhanisations et des gazéifications.</li> <li>Possibilité d'injection de biogaz dans le réseau pour séparer production et valorisation.</li> <li>Permet de mieux valoriser la ressource bois B dont une partie importante part à l'étranger.</li> <li>Potentiel pour les micro cogen (&lt; 100 kWe) peu exploité.</li> <li>Marché émergent de remplacement des moteurs qui ont plus de 60.000 h. possibilité d'optimiser les rendements, de conditionner les aides à une meilleure valorisation thermique.</li> <li>La mise en œuvre d'une politique de soutien des réseaux de chaleur « privés » permettrait un déploiement de centrales de cogénération renouvelable de plus grande importance.</li> </ul> <p><b>Menaces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Disparition / évolution de l'aide via les certificats verts (concerne les cogénérations renouvelables).</li> <li>Atteinte à la réputation des cogénérations à cause de mauvais fournisseurs de cogénérations, mauvais entretien.</li> </ul>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Complexité des démarches administrative nécessitant un accompagnement des porteurs de projet (par ex. via la création d'un Vademecum).</li> <li>• Manque de régulation à grande échelle du marché et de visibilité à long terme du prix de la biomasse.</li> <li>• Difficulté des montages financiers dû aux restrictions des incitants (en raison par exemple de la distinction entre propriétaire et exploitant d'un bâtiment). Ainsi un exploitant hôtelier est rarement le propriétaire de l'hôtel. Quand ces 2 personnes ne font qu'une, les soutiens aux cogénérations pour un acteur privé sont : les certificats verts, la prime à l'investissement, la récupération de la TVA (21%). Quand ce n'est pas le cas, c'est le propriétaire qui devrait investir (sauf montage juridique complexe) mais il perd alors la prime à l'investissement (non éligible pour une société immobilière) et la récupération de la TVA (à moins d'être un « centre d'affaire » ce qui ne serait jamais le cas pour un hôtel). La complexité juridique des contrats pour éviter de perdre ces avantages implique souvent que le projet ne se fait pas car trop complexe<sup>86</sup>.</li> <li>• Potentiel pour les grosses installations au gaz naturel déjà fortement exploité, la progression doit donc viser les cogénération biomasse et les cogénérations au gaz naturel de plus petites puissances : ratio effort / impact sur les actions moins favorable.</li> <li>• Pour les cogénérations fossiles : variabilité des prix du gaz et de l'électricité.</li> <li>• Pour les cogénérations EnR : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Disponibilité de la ressources (pression de la demande dans les pays limitrophes,</li> <li>○ Statut déchets/sous-produit des intrants,</li> <li>○ Compétition entre les secteurs (papetier, producteur de panneaux, bois énergie, ...).</li> <li>○ Absence de filière de valorisation des cendres organisée et financièrement intéressante.</li> </ul> </li> </ul>

<sup>86</sup> <https://www.wallonie.be/fr/demarches/demander-une-prime-investissement-pme-ou-grande-entreprise>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
<b>Pompes à chaleur</b>	323 GWh (2018)  (Compilation SER)	<b>Potentiel technique : 1.914 GWh</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les PACs sont uniquement adaptées aux bâtiments bien isolés (cfr contraintes techniques). Une hypothèse raisonnable est de fixer la limite du potentiel de la PAC au total des besoins des bâtiments faisant partie des catégories PEB A++/A+/A/B du bâti résidentiel présentées dans les projections. Leurs besoins de chaleur s'élèvent à 1.914 GWh.</li> <li>Sur base des rendements de la PAC (COP 3), la consommation électrique nécessaire pour répondre à ce potentiel s'élève à 638 GWh. Cela représente 2,7% de la consommation actuelle d'électricité en Wallonie (23,1 TWh). Dans l'absolu, cette charge semble supportable pour le réseau puisque la consommation électrique s'élevait à 24,7 TWh en 2010, soit un gap de 1.600 GWh par rapport à 2017. Cependant la notion de simultanéité de la demande et donc de pic de charge semble plus compromise dans de nombreuses zones de distribution.</li> </ul>	16,9%	3% des BC  4,3% des BCS	<b>Forces :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation du vecteur électrique, disponible partout.</li> <li>Rendement énergétique important.</li> <li>Faible encombrement.</li> <li>Facilité d'installation.</li> </ul> <b>Faiblesses :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>La majorité des PACs fonctionnent à l'électricité. Le réseau électrique n'est probablement pas prêt à fournir et supporter la puissance électrique que pourrait nécessiter une utilisation massive des pompes à chaleur en tant que source de chauffage dans l'immobilier.</li> <li>La performance de la PAC dépend du régime de température de l'émetteur (source chaude).</li> <li>Une PAC a de meilleures performances si elle alimente des émetteurs fonctionnant à basse température, comme c'est le cas du chauffage par le sol (avec un régime 30-45°C). La PAC n'est à utiliser que dans des bâtiments basse énergie, très basse énergie ou passifs ou encore dans des bâtiments tertiaires ou industriels ayant de très faibles besoins de chaleur. Les PAC efficaces ne conviennent pas aux bâtiments existants, sauf en cas de rénovation lourde.</li> <li>Une PAC convient moins bien pour l'eau chaude sanitaire. Pour chauffer l'ECS jusque 60°C (température demandée depuis les mesures anti-</li> </ul>



	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
		<p><b>Localisation de la ressource</b> : La ressource est disponible sur tout le territoire.</p> <p><b>Évolution de la ressource</b> : Si le développement des installations PAC suit sa croissance historique de 13,3% / an entre 2016 et 2018, la production sera de 1.448 GWh en 2030 et 17.600 GWh en 2050. Il est donc à noter que le potentiel technique des PACs suivra l'évolution de l'isolation du bâti, sous la contrainte de la capacité du réseau électrique.</p>			<p>légionnelles), il est nécessaire de placer les ballons en série de manière que la PAC puisse préchauffer l'eau à 45°C avec un appoint électrique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PAC génère du bruit qui peut représenter une nuisance pour l'environnement extérieur ou intérieur.</li> <li>• Durée de vie des installations et rendement conditionnées par une bonne maintenance, ce qui est difficilement maîtrisable et contrôlable au niveau du secteur résidentiel de la Wallonie.</li> </ul> <p><b>Opportunités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration de l'isolation des bâtiments attendue dans les années à venir, ils seront de plus en plus nombreux à pouvoir accueillir une PAC.</li> </ul> <p><b>Menaces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible niveau d'isolation du parc immobilier en Wallonie limite le potentiel de développement de la pompe à chaleur.</li> <li>• Qualité environnementale du projet dépend du mix renouvelable transporté par le réseau électrique.</li> </ul>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
<b>Chaudière à pellets</b>	271 GWh	<p><b>Potentiel technique : 10.289 GWh</b></p> <p>Le potentiel technique considéré rassemble les besoins en chaleur des secteurs tertiaire et résidentiel actuellement assurés respectivement par des produits pétroliers et du gasoil. Un facteur de 80% est appliqué sur ce potentiel.</p>	2,6%	<p>16,6% des BC</p> <p>23,7% des BCS</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Source d'énergie renouvelable, sous la condition que son utilisation en tant que biomasse n'excède pas la régénération de la ressource. Ce qui est globalement le cas en Europe : forêts continuent d'être en croissance. De plus bien noter que ce n'est pas la demande en bois énergie qui génère la coupe d'arbres, mais bien la demande en bois d'œuvre. Le bois-énergie, tel qu'il est structuré en Europe, s'approvisionne en grande partie sur les résidus de la sylviculture et de l'exploitation forestière (premières éclaircies, travaux forestiers d'entretien, valorisation des arbres impropres au sciage, valorisation des têtes d'arbres) et les résidus de la première transformation (sciures, copeaux, chutes de découpe, bois déclassés)</li> <li>• Indépendance énergétique : une grande partie de la ressource combustible est disponible localement</li> <li>• Filière locale, fortement intégrée à la filière bois : valorisation des sous-produit de la filière "matière", participe au maintien de l'emploi local et à la valorisation optimale de la ressource via diversification des revenus des acteurs forestiers.</li> <li>• Combustible naturel, stockage et transport à risque très faible pour l'environnement (pas de pollution du sol, de l'eau) et pour la santé</li> <li>• Technologie maîtrisée.</li> <li>• Technologie polyvalente : poêles, chauffage central, production de chaleur industrielle, chauffage collectif, cogénération, intégration avec autre moyen de chauffage (solaire)</li> <li>• Chaîne de production principalement européenne, ne nécessite pas de ressources "rares" ou controversées</li> <li>• Production du combustible à faible intensité énergétique (peu d'énergie "grise").</li> <li>• Rendement compétitif.</li> <li>• Stabilité du prix du combustible sur le long terme et indépendance vis à vis des fluctuations du pétrole (filiale non interdépendante)</li> <li>• 80 % des entretiens (maintenance) réalisables sans qualification spécifique.</li> <li>• Matériel robuste et grande durée de vie (20-30 ans).</li> </ul> <p><b>Faiblesses :</b></p>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rentabilité de l'investissement très fortement lié au prix des énergies fossiles. Compétitivité ardue tant que le réel coût « carbone » n'est pas considéré.</li> <li>• Nécessite une zone de stockage. Les pellets seront privilégiés en milieu urbain, grâce à leur plus grande densité énergétique, la plaquette forestière sera favorisée en milieu rural où la ressource est directement accessible.</li> <li>• Entretien plus récurrent et plus salissant (barrière psychologique)</li> <li>• Stock de bois qualifié zone ATEX mais limitation du risque aisée.</li> <li>• Manque de formation de nombreux installateurs et bureau d'étude, pas de certification existante.</li> <li>• Manque de connaissances des utilisateurs qui pensent pouvoir maîtriser l'autoproduction (plaquettes) ou qui ne maîtrisent pas les notions de qualité du combustible et achète au moins cher.</li> <li>• Manque d'homogénéisation de la qualité du combustible (surtout en plaquettes), nécessité de contrôle permanent</li> <li>• Risque d'émission de poussière, de particule fine en cas de mauvais entretien/mauvaise utilisation.</li> <li>• Pas de filière organisée pour la récolte et le traitement/valorisation des cendres à prix compétitif, freins réglementaires.</li> <li>• Au niveau résidentiel présence d'un parc d'appareil de combustion peu efficace.</li> </ul> <p><b>Opportunités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation de filière locale d'approvisionnement, avec création d'emplois durable (TTCR, miscanthus, coopérative agricole, entreprises d'exploitation forestière).</li> <li>• Valorisation locale d'un sous-produit du bois avec une proximité de la ressource disponible.</li> <li>• L'usage du bois est déjà fortement répandu dans certaines Région de Wallonie et très accepté,</li> <li>• Remplacement du parc des poêle à buche peu efficace.</li> </ul>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcement de l'attractivité envers les produits bois : développer la filière de transformation locale du bois, c'est produire également plus de sous-produits</li> <li>• Organisation d'une filière de valorisation des cendres : boucler le cycle vertueux de la filière bois-énergie via le retour des minéraux au sol ;</li> <li>• Renforcer l'usage du bois d'œuvre (construction, etc...) permet de renforcer le bois énergie qui en utilise les sous-produits.</li> </ul> <p><b>Menaces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Différence de traitement entre les sources d'énergie : Contrairement aux énergies fossiles, la biomasse subit un durcissement de la réglementation environnementale (traitement des fumées, durabilité (REDII Directive), ...)</li> <li>• Bioénergie "bashing" de la part de groupes d'influence contre toute forme d'exploitation de la "nature" : remise en cause fréquente dans les médias de la neutralité carbone, de la durabilité du bois-énergie.</li> <li>• Dégradation du tissu des entreprises de première transformation du bois qui génèrent les sous-produits (surtout en feuillus : forte exportation en grumes vers l'Asie et disparition des scieries locales)</li> <li>• Perte de motivation des propriétaires forestiers qui n'investissent plus dans leur forêt suite au risque grandissants liés aux changements climatiques (scolytes, ...)</li> <li>• Expansion du réseau de distribution du gaz naturel.</li> <li>• Prix artificiellement bas des énergies fossiles,</li> <li>• Maintien des aides pour les énergies fossiles</li> </ul> <p>Absence de conditions et d'évaluation sur les projets énergétiques fossiles (durabilité, environnement, résilience, circularité, traitement des déchets, ...) du même type que le Comité Transversal de la Biomasse,</p>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
<b>Chaudière à plaquettes</b>	43,75 <sup>89</sup> GWh	<b>Potentiel technique : 1.819 GWh</b>  Les plaquettes nécessitent un espace de stockage important. L'hypothèse est donc faite que seuls les besoins de chaleur du secteur tertiaire alimenté actuellement en produits pétroliers. Un facteur de 80% est appliqué sur ce potentiel.	0,6%	11% des BC  15,8% des BCS	Cfr chaudières à pellets

<sup>89</sup> Selon l'OEWB, la consommation s'élève à environ 15.000 tonnes (seulement ménages). En considérant que la MAP équivaut à 300 kg, la production thermique vaut 875 GWh (0,875 kWh/MAP). Hors cogénérations, 43,75 GWh sont assurés avec des chaudières à plaquettes.

## IX.4. Analyse des technologies de référence non renouvelable

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
<b>Chaudière à condensation Gaz</b>	<p>3.233 GWh</p> <p>(Somme des conso des chaudières à condensation au gaz dans les tableaux de calcul d'énergie utile, Partie I)</p>	<p><b>Potentiel technique : 12.393 GWh</b></p> <p>Besoins de chaleur des territoires ayant un accès au réseau de distribution du gaz.</p> <p><b>Localisation de la ressource :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Raccordement au réseau de distribution Gaz</li> </ul> <p>Rmq : les chaudières alimentées par une citerne de propane ne sont pas considérées dans cette analyse.</p>	26%	<p>19,6% des BC</p> <p>27,9% des BCS</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Une chaudière au gaz présente la surface au sol minimale</li> <li>Installation autant déployable dans du bâti existant que dans des projets de constructions neuves ou de grosses rénovations.</li> <li>Rendements élevé et technologie maîtrisée par l'ensemble des acteurs de terrain</li> <li>Durée de vie entre 20 ans et 30 ans.</li> <li>Permet le suivi des consommations du bâtiment le plus facile pour ses occupants ou gestionnaires.</li> <li>Technologie qui a la confiance des utilisateurs.</li> </ul> <p><b>Faiblesses :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite un raccordement au réseau de distribution de gaz.</li> <li>Fonctionne de manière optimale à basse température, elle est donc plus performante quand elle alimente des émetteurs de chaleur surdimensionnés (chauffage par le sol, radiateurs surdimensionnés).</li> <li>Nécessite l'installation d'une cheminée étanche à l'humidité.</li> <li>Source d'énergie fossile émettrice de gaz à effet de serre.</li> <li>Risque opérationnel et humain en cas de fuite de gaz</li> <li>Perte en ligne sur le réseau de gaz lors de son transport</li> <li>Dépendance aux importations de gaz même en réalisant 100 % du potentiel de biogaz de la Wallonie</li> </ul> <p><b>Opportunités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Possibilité de développer de nouveaux raccordements au réseau de distribution.</li> </ul>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité de consommation de gaz « vert » produit par des unités de biométhanisation.</li> </ul> <p><b>Menaces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Politique de décarbonisation de la production d'énergie.</li> <li>• Dépendance énergétique dans un contexte de raréfaction de la ressource</li> <li>• Prise de conscience de l'importance de la qualité de l'air.</li> <li>• Augmentation des prix du gaz et difficulté de contrôle sur la stabilité du marché (facteur externe important)</li> </ul>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
<b>Chaudière à condensation Mazout</b>	<p>1.634 GWh</p> <p>(Somme des conso des chaudières à condensation au mazout dans les tableaux de calcul d'énergie utile, Partie I)</p>	<p><b>Potentiel technique</b> : 13.044 GWh</p> <p>(Somme des besoins de chauffage résidentiel et tertiaire auquel on soustrait le potentiel technique de la chaudière à condensation au gaz).</p> <p><b>Localisation de la ressource</b> : disponible partout.</p> <p><b>Évolution de la ressource</b> : dépendance aux importations et aux politiques de décarbonisation.</p>	12,5%	<p>20,6% des BC</p> <p>29,4% des BCS</p>	<p><b>Forces</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installation bon marché.</li> <li>• Technologie mature présentant de bons rendements et disposant d'un personnel technique qualité et à jour.</li> <li>• Pas de contrainte géographique/démographique d'installation.</li> <li>• Vecteur énergétique peu coûteux.</li> </ul> <p><b>Faiblesses</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollution : CO2 et particules fines.</li> <li>• Vecteur énergétique non renouvelable.</li> <li>• Prix du marché fluctuant.</li> <li>• Encombrement du stockage d'énergie</li> <li>• Risque de pollution des sols</li> </ul> <p><b>Menaces</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Politique de décarbonisation de la production d'énergie.</li> <li>• Dépendance énergétique dans un contexte de raréfaction de la ressource</li> <li>• <b>Prise de conscience de l'importance de la qualité de l'air.</b></li> <li>• <b>Augmentation des prix du mazout (notamment via l'introduction d'une taxe carbone)</b></li> </ul> <p><b>Interdiction Fédérale de la vente de chaudière mazout à partir de 2035</b></p>



## IX.5. Analyse de la technologie de distribution de chaleur centralisée

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
Réseaux de chaleur	237 GWh	<p><b>Potentiel technique : 16.712 GWh</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La méthode de calcul est la suivante. Le potentiel technique est estimé à 37 % des besoins de chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire, comme présenté dans l'étude : Heat Roadmap Belgium. Ce pourcentage exclut l'industrie. 37% des besoins de chaleur substituable de l'industrie sont donc ajoutés.</li> </ul>	1,4%	<p>26,4% des BC</p> <p>37,7% des BCS</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mutualisation de la production. <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmente l'efficacité énergétique du système et réduit les coûts de maintenance.</li> <li>Valoriser de nombreuses sources de chaleur simultanément ou en alternance,</li> <li>Valoriser la chaleur non utilisée par un bâtiment en la partageant à d'autres.</li> <li>Permet un service d'entretien plus professionnel des équipements grâce à la centralisation (meilleure continuité de la fourniture en énergie et de meilleures performances énergétiques et environnementales).</li> <li>Le recours à des énergies intermittentes (par exemple le solaire) rend d'autant plus intéressante la gestion en réseaux de chaleur par effet de mutualisation des besoins mais également par centralisation des capacités de stockage d'énergie thermique.</li> </ul> </li> <li>Système local à adapter à chaque territoire en fonction de ses spécificités.</li> <li>Centralisation des nuisances permettant de les traiter plus facilement.</li> <li>Complémentarité des profils de consommation connectés à un même réseau permet une réduction de la puissance nominale totale à installer et donc une réduction de l'investissement global de la production de chaleur.</li> <li>Imposition de la technologie de chaleur comme moyen de transition énergétique. La mise en place de réseaux de chaleur est de nature à accélérer la transition énergétique dans le secteur des bâtiments dans la mesure où la technologie de production de chaleur est imposée à un ensemble d'utilisateurs connectés aux réseaux.</li> </ul>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexibilité du choix de la technologie de production de chaleur sur le long terme. La centralisation de la production permet une mise à jour/modification des moyens de production en fonction des évolutions technologiques, ressources disponibles et objectifs SER du territoire.</li> <li>Durée de vie importante de l'investissement.</li> <li>Investissement structurant pour une ville, une copropriété, une association de citoyen.</li> <li>Possibilité de partenariat public-privé</li> <li>Plus grande indépendance par rapport aux prix de l'énergie grâce à la flexibilité des moyens de productions</li> </ul> <p><b>Faiblesses :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Investissements importants, principalement lié aux coûts d'installations de transport de la chaleur. Le coût de la chaleur payé par le consommateur peut être à l'origine d'un obstacle au développement de ces réseaux.</li> <li>Pertes thermiques dans le réseau. Ces pertes peuvent aller de 5% à 20% pour les réseaux de première génération qui ont 50 ans.</li> <li>Projet complexe nécessitant l'implication de nombreuses parties prenantes et d'anticiper les besoins futurs du site dès la conception.</li> <li>Système local à adapter à chaque territoire en fonction de ses spécificités.</li> <li>Manque d'expertise des installateurs et bureaux d'études suite au manque de formation disponible sur le territoire et au peu de réseau existant.</li> <li>Très peu connu du grand public.</li> <li>Absence de visibilité médiatique.</li> <li>Dépend de la place pour des impétrants supplémentaires en voirie ou accotement</li> <li>Concurrence avec le réseau de gaz : place et prix final de l'énergie pour le consommateur.</li> <li>Manque d'information et de transparence sur les procédures.</li> </ul>

	Exploitation actuelle de la ressource	Potentiel technique	(1)	(2)	Analyse SWOT
					<p><b>Opportunités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forte densité énergétique en zone urbaine. Les réseaux de chaleur ont un potentiel important au sein des zones urbanisées et dont la demande en chaleur est dense.</li> <li>• Valorisation de la chaleur fatale.</li> <li>• Augmentation de l'indépendance énergétique. La Wallonie dispose de nombreux gisements énergétiques valorisables permettant d'augmenter son indépendance énergétique (biomasse solide, géothermie minière, géothermie profonde, biogaz, ...).</li> <li>• Intérêt dans les zones de plus faibles densité (rurale) mais disposant d'une ressource locale a faible prix.</li> <li>• Fonds Kyoto : 110 millions d'euros débloqués en 2020 par le Gouvernement wallon pour financer des politiques de transition.</li> </ul> <p><b>Menaces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension et concurrence du réseau de Gaz naturel</li> <li>• Ne peut se développer sans une volonté politique de promotion</li> </ul>

## IX.6. Synthèse des analyses techniques

Le tableau ci-dessous reprend les informations clés de l'analyse technique.

Technologies / Ressources	Exploitation actuelle (GWh)	Potentiel technique (GWh)	Part du potentiel technique actuellement exploitée	Part du potentiel technique dans les besoins de chaleur	Part du potentiel technique dans les besoins de chaleur substituable
<b>Technologies de production</b>					
Chaleur fatale industrielle	682	5026	14%	8.0%	11.3%
Incinération des déchets	0	315	0%	0.5%	0.7%
Géothermie profonde	16	3226	0.5%	5.1%	7.3%
Solaire thermique	114	4486	3%	7.1%	10.1%
Cogen Gaz	2799	8314	34%	13.2%	18.8%
Cogen Biomasse	3421	6422	53%	10.2%	14.5%
Pompe à chaleur	323	1914	17%	3.0%	4.3%
Chaudière à condensation Gaz	3233	12393	26%	19.6%	28.0%
Chaudière à condensation Mazout	1634	13044	13%	20.6%	29.4%
Chaudière à pellets	271	10289	3%	16.3%	23.2%
Chaudière à plaquettes	44	1819	2%	2.9%	4.1%
<b>Technologie de distribution</b>					
Réseau de chaleur	237	16.712	1,4%	26,4%	37,7%

Tableau 37: Synthèse des analyses techniques

## IX.7. Matrice profils de consommation - technologies

Sur base des analyses réalisées précédemment, la présente section cherche à identifier les technologies les plus appropriées pour différents profils de consommation qui sont représentatifs des besoins de chaleur en Wallonie. Ils concernent respectivement :

- une commune de type urbain / périurbain (profil 1),
- un habitat collectif de type « habitats modestes et sains » conçus sur base des réflexions et théories modernistes (ex. Etrimo/Amelincks) essentiellement construits après la seconde guerre mondiale et durant les années septante en guise de logements sociaux (profil 2),
- un profil industriel (profil 3),
- une commune, des habitations, des logements, industries, etc., ... située à proximité d'un forage d'un puits géothermique (profil 4),
- un écoquartier (profil 5).

Afin de structurer l'analyse, à chacun des profils de consommation qui sont proposés sont associés un scénario de base et des scénarios alternatifs. Le scénario de base décrit l'évolution la plus probable des technologies permettant de satisfaire les besoins au sein de chacun des profils considérés. Comme mentionné dans la Directive 2012/27/UE, le scénario de base va servir de point de référence. Les scénarios alternatifs sont basés sur des solutions permettant de répondre aux mêmes besoins, mais de manière plus efficace. Les technologies ne présentant pas d'intérêts réels pour des raisons techniques n'ont pas été considérées dans la construction des scénarios alternatifs. Chacun des scénarios fera l'objet d'une analyse coût-bénéfice au chapitre 10.

Scénarios	Profil 1 – Commune urbaine ou périurbaine à forte densité énergétique	Profil 2 – Parc d'immeubles résidentiels	Profil 3 – Site industriel	Profil 4 – Commune à forte densité énergétique située dans une zone où la géothermie profonde est exploitable	Profil 5 – Écoquartier
<b>Scénario de base</b>	SB1 – Chaudière à condensation individuelle	SB2 – Chaudière à condensation décentralisée par bâtiment	SB3 – Chaudière à condensation mazout décentralisée par bâtiment	SB4 – Mix énergétique gaz/mazout décentralisé (chaudières individuelles)	SB5 – Chaudière à condensation individuelle au gaz et mise en place d'un réseau de distribution de gaz
<b>Scénario alternatif 1</b>	SA1.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	SA2.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	SA3.1 – Chaleur fatale industrielle distribuée par RC et chaudière d'appoint centrale au mazout (back-up)	SA4.1 – Installations géothermiques reliée à un RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	SA5.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)
<b>Scénario alternatif 2</b>	SA1.2 – Cogénération gazéification biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	SA2.2 – Chaudière biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	SA3.2 – Cogénération biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au mazout (back-up)	/	SA5.2 – Chaufferie biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)
<b>Scénario alternatif 3</b>	SA1.3 – Chaleur fatale distribuée par RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	SA2.3 – Chaleur fatale distribuée par RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	SA3.3 – Cogénération centralisée au biogaz (obtenu par biométhanisation) avec back-up chaudière d'appoint au mazout	/	SA5.3 – Pompes à chaleur individuelles et chaufferie gaz à condensation décentralisée

Tableau 38: Matrice des scénarios et profils considérés

# *Chapitre 10 : Construction de scénarios et analyses financière, économique et de sensibilité*

# X. Construction de scénarios et analyses financière, économique et de sensibilité

## X.1. *Rappel de l'Annexe VIII*

Le point 8 de la partie III de l'Annexe VIII de la directive 2012/27/EU sur le contenu des évaluations complètes du potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid requiert :

L'objectif de ce chapitre est de réaliser une analyse coûts-bénéfices pour chaque scénario de chaque profil et d'analyser la sensibilité des résultats à plusieurs variables. Les détails des points suivants se trouvent sur les pages 3 à 5 de l'Annexe VIII.

Cette analyse du potentiel économique comprend les étapes et considérations suivantes :

- (a) Considérations
- (b) Coûts et avantages
- (c) Scénarios pertinents par rapport à la situation de référence
- (d) Limites et approche intégrée
- (e) Hypothèses

## X.2. *Introduction*

Pour les différents profils présentés au chapitre précédent, une analyse descriptive suivie d'une analyse de la représentativité précède les analyses économiques ayant été réalisées permettant une estimation de la valeur actualisée et annualisée des coûts nets.

Par ailleurs, pour chaque profil étudié, une analyse environnementale est réalisée. Celle-ci tient uniquement compte des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation de combustibles (gaz<sup>90</sup> et électricité).

Enfin, tel que le requiert la Directive 2012/27/EU, une analyse de sensibilité a été réalisée considérant l'impact d'une variation au niveau des investissements et dépenses opérationnelles, des prix des combustibles considérés, des émissions de CO<sub>2</sub> ainsi que des effets sur l'environnement. Les hypothèses technico-économiques et les données de départ sont reprises en annexe du chapitre X.

Le **Tableau 39** présente succinctement les différents scénarios étudiés pour chaque profil.

---

<sup>90</sup> Notez que par simplification, une distinction a été réalisée entre (1) l'électricité, (2) les combustibles carbonés, à savoir mazout et gaz naturel, et (3) les combustibles décarbonés (à savoir la biomasse). Le facteur d'émission retenu pour les combustibles carbonés est celui du gaz car l'analyse considère principalement des scénarios alternatifs reposant sur des technologies gaz lorsqu'un combustible carboné est considéré. Cela peut engendrer un biais sur certains des résultats de l'analyse qui considère à la fois des technologies au mazout et au gaz.

Profils et scénarios	Caractéristiques
<b>Profil 1 – Commune urbaine ou périurbaine à forte densité énergétique</b>	
SB1 – Chaudière à condensation individuelle	Le scénario de base (SB1) considère une situation dans laquelle chaque bâtiment assure individuellement ses propres besoins, via des chaudières à condensation. Il n'y a pas de réseau de chaleur.
SA1.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	Le scénario alternatif 1 (SA1.1) considère une situation dans laquelle 14% des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération gaz reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.
SA1.2 – Cogénération biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	Le scénario alternatif 2 (SA1.2) considère une situation dans laquelle 32% des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération de biomasse solide (par gazéification) reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.
SA1.3 – Chaleur fatale distribuée par RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	Le scénario alternatif 3 (SA1.3) considère une situation dans laquelle 99% des besoins de chaleur sont couverts par de la chaleur fatale, au travers d'un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.
<b>Profil 2 – Parc d'immeubles résidentiels</b>	
SB2 - Chaudière à condensation décentralisée par bâtiment	Le scénario de base (SB2) considère une situation dans laquelle l'entièreté des besoins de chaleur sont couverts par des chaudières à condensation décentralisées par bâtiment.
SA2.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	Le scénario alternatif 1 (SA2.1) considère une situation dans laquelle 37% des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération gaz reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage collectif au gaz.
SA2.2 – Chaudière biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	Le scénario alternatif 2 (SA2.2) considère une situation dans laquelle 90% des besoins de chaleur sont couverts par une chaudière commune biomasse solide reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par une chaudière au gaz centralisée.



SA2.3 – Chaleur fatale distribuée par RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	Le scénario alternatif 3 (SA2.3) considère une situation dans laquelle 73% des besoins de chaleur sont couverts par de la chaleur fatale. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un appoint gaz centralisé.
<b>Profil 3 – Site industriel</b>	
SB3 – Chaudière à condensation mazout décentralisée par bâtiment	<p>Le scénario de base (SB3) considère une situation dans laquelle un site industriel assure ses propres besoins, via des chaudières à condensation dans chaque bâtiment. Il n'y a pas de réseau de chaleur.</p> <p>En outre, le scénario de base (SB3) considère une situation dans laquelle un site industriel dispose d'un excédent de chaleur (chaleur fatale) non valorisé malgré la présence de consommateur à proximité. Ces consommateurs disposent de chaudière à condensation localisée dans chacun de leurs bâtiments.</p>
SA3.1 - Chaleur fatale industrielle distribuée par RC et chaudière d'appoint centrale au mazout (back-up)	Le scénario alternatif 1 (SA.3.1) considère la distribution de la chaleur fatale industrielle excédentaire vers des consommateurs à proximité. Il s'agit d'une situation dans laquelle 93% des besoins de chaleur sont couverts par de la chaleur fatale industrielle, au travers d'un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au mazout (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.
SA3.2 – Cogénération biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au mazout (back-up)	Le scénario alternatif 2 (SA3.2) considère la présence d'une centrale énergétique alimentée en biomasse solide, dont l'objectif premier est la production d'électricité renouvelable. La chaleur est un produit dérivé de cette production électrique. Il s'agit donc d'une situation dans laquelle 93% des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération alimentée en biomasse solide (bois B) reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au mazout (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur. A noter que ce scénario peut être étendu à tout type de combustible (tel que les combustibles solides de récupération (CSR)) vu qu'il s'agit d'une installation co-incinération.
SA3.3 -Cogénération au biogaz issu d'une unité de biométhanisation, relié à un RC et chaudière d'appoint centrale au mazout (back-up)	Le scénario alternatif 3 (SA3.3) considère une situation dans laquelle 53% des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération biogaz centralisée, alimentée en biogaz via une unité de biométhanisation. L'ensemble est relié à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur sont assurés grâce à une chaudière au mazout également centralisée et connectée au réseau de chaleur.
<b>Profil 4 – Commune/logements /industrie/habitations à forte densité énergétique située dans une zone où la géothermie profonde est exploitable</b>	
SB4 – Mix énergétique gaz/mazout décentralisé (chaudières individuelles)	Le scénario de base (SB4) considère une situation dans laquelle chaque bâtiment assure individuellement ses propres besoins, via des chaudières à condensation (gaz ou mazout). Il n'y a pas de réseau de chaleur.

SA4.1 – Installations géothermiques reliée à un RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	Le scénario alternatif 1 (SA4.1) considère une situation dans laquelle 87% des besoins de chaleur sont couverts par une installation géothermique reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur. La couverture de 87% du besoin par la géothermie profonde vient du fait qu'un appoint est nécessaire et qu'une partie est considérée comme non fournie par la boucle (maintenance par exemple).
Profil 5 - Écoquartier (nouvelles constructions)	
SB5 – Chaudière à condensation individuelle au gaz et mise en place d'un réseau de distribution de gaz	Le scénario de base (SB5) considère une situation dans laquelle chaque bâtiment assure individuellement ses propres besoins, via des chaudières à condensation. Il n'y a pas de réseau de chaleur. Cependant, ce scénario considère la mise en place et le coût d'un réseau pour être raccordé au réseau de distribution de gaz.
SA5.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	Le scénario alternatif 1 (SA5.1) considère une situation dans laquelle 38% des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération gaz reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.
SA5.2 – Chaufferie biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	Le scénario alternatif 2 (SA5.2) considère une situation dans laquelle 89% des besoins de chaleur sont couverts par une chaufferie biomasse reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.
SA5.3 – Pompes à chaleur individuelles et chaufferie gaz à condensation décentralisée	Le scénario alternatif 3 (SA5.3) considère une situation dans laquelle 37% des besoins de chaleur sont couverts par des pompes à chaleur (dans les maisons individuelles). Le reste des besoins de chaleur (immeubles à appartements, tertiaire, ...) est couvert par une chaufferie au gaz à condensation par bâtiment (décentralisée).

Tableau 39: Récapitulatif des scénarios et profils étudiés

## X.3. Analyse du profil 1

### X.3.1. Description du profil de consommation 1

Le tableau ci-dessous présente les données clés de la morphologie et de la consommation du Profil 1. Ce profil correspond une commune urbaine ou périurbaine présentant une densité critique, à savoir une densité linéique énergétique supérieure à 2.000 kWh/m<sup>91</sup>/an. La description se concentre sur la partie de la ville concernée. En effet, tous les logements et entreprises (tertiaire) ne sont pas connectés au réseau de chaleur considéré dans l'analyse.

Profil 1		
Caractéristiques	Commune présentant une densité énergétique linéique supérieure à 2000 kWh/m/an	
Exemple concret	La ville de Farciennes	
Description de la part de la ville concernée		
Consommation énergétique thermique	23.261.000 kWh	
Consommation énergétique électrique	2.394.000 kWh	
Secteurs	Résidentiel	Tertiaire
Caractéristiques du bâti	670 maisons, 7 petits immeubles à appartements	5 écoles, 1 piscine, 1 hall sportif
Consommation énergétique thermique <sup>92</sup>	18.389.727 kWh	4.871.273 kWh
Consommation énergétique électrique <sup>93</sup>	1.892.653 kWh	501.347 kWh

Tableau 40: Description du profil 1

### X.3.2. Représentativité du profil

Le tableau ci-dessous présente la fourchette de représentativité du Profil 1 en fonction la part du bâti connecté à un réseau de chaleur. Sur base des données disponibles sur le projet « Tibi » à Farciennes, environ 30% du bâti est connecté au réseau de chaleur. Il s'agit du seuil nécessaire pour assurer la rentabilité du projet. La fourchette haute présente la représentativité du profil si 100% du bâti est connecté. Autrement dit, 9% des besoins de chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire de la Wallonie sont couverts par ce profil si 30% du bâti des 22 communes correspondant au Profil 1 est connecté à un réseau de chaleur. Dans le cas où cette proportion est à 100%, 30% des besoins de chaleur du résidentiel et tertiaire sont couverts. Les besoins de chaleur pris en compte dans ce profil sont principalement ceux des secteurs résidentiel et tertiaire.

<sup>91</sup> Mètre de fouille

<sup>92</sup> Le ratio de répartition entre le résidentiel et le tertiaire se base sur le bilan énergétique (79%/21%)

<sup>93</sup> Le ratio de répartition des besoins de la consommation thermique est appliqué à la consommation électrique

Profil 1		
Zones similaires au Profil 1	22 communes wallonnes présentent une densité linéique énergétique supérieure à 2000 kWh	
Exemples	Manage, Verviers, Boussu, Tubize, Seraing, Herstal, ...	
Représentativité en termes d'habitants		
	Fourchette basse (30%)	Fourchette haute (100%)
Nombre d'habitants connectés au réseau	327.711 habitants	1.092.370 habitants
Représentativité en termes de besoins de chaleur		
	Fourchette basse (30%)	Fourchette haute (100%)
Besoins de chaleur - Résidentiel	2.383.055.015 kWh	7.943.516.718 kWh
Besoins de chaleur - Tertiaire	631.249.837 kWh	2.104.166.125 kWh
Besoins de chaleur - Total	3.014.304.853 kWh	10.047.682.843 kWh
Part des besoins de chaleur RW (Rési+Tert)	9%	30%

Tableau 41 : Représentativité du profil 1

Pour évaluer au mieux la représentativité de ce profil, il est également important de considérer la place qu'occupe le gaz au sein de ces communes suffisamment denses pour accueillir un réseau de chaleur. La logique est, en fait, la même pour ces deux types d'infrastructures (les réseaux de chaleur et de gaz). Il s'agit d'infrastructures nécessitant d'importants investissements et qui demandent une certaine densité de population et de besoins énergétiques pour pouvoir être viables économiquement. Par conséquent, les 22 communes correspondant au profil 1 sont toutes couvertes par un réseau de distribution de gaz dans des proportions variant d'une commune à l'autre. Sur base des données présentant la part des ménages connectés au réseau de gaz par commune, il est possible d'estimer le potentiel des besoins de chaleur qui peuvent être couverts par un réseau de chaleur dans le cas où tous les bâtiments, n'étant pas connectés au réseau de gaz, se connectaient à un réseau de chaleur. En ramenant les besoins de chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire par habitant et en appliquant à la population de chaque commune la part des ménages étant connectée à un réseau de gaz, il apparaît que 3.504 GWh des besoins de chaleur ne sont pas couverts par un réseau de gaz dans ces 22 communes et peuvent donc être potentiellement couverts par un réseau de chaleur. Cela correspond à 10,5% des besoins de chaleur de la Wallonie pour les secteurs résidentiel et tertiaire et correspond à plus de 380.000 habitants qui pourraient potentiellement être connectés à un réseau de chaleur.

Communes	Population	Densité linéique (kWh/m/an)	Besoins de chaleur Résidentiel + Tertiaire (GWh)	Part des ménages connectés à un réseau de distribution gaz	Besoins de chaleur Résidentiel + Tertiaire pas assurés par le gaz (GWh)
Sources	Statbel (2019) <sup>94</sup>	Calcul PwC sur base des données de l'Iweps	Calcul PwC sur base des données du bilan énergétique 2016	Iweps (2019) <sup>95</sup>	Calcul PwC sur base des données reprises dans ce tableau
Manage	23.308	6.413,93	214,4	76,70%	50,0
Quaregnon	19.007	3.711,55	174,8	77,60%	39,2
Verviers	55.207	3.486,21	507,8	35,10%	329,6
Boussu	19.824	3.305,37	182,3	71,50%	52,0
Comines-Warneton	18.024	3.091,54	165,8	77,20%	37,8
Saint-Nicolas	24.263	3.034,13	223,2	64,20%	79,9
Charleroi	202.267	2.702,45	1860,5	62%	707,0
Liège	197.327	2.675,52	1815,0	66,10%	615,3
Dison	15.248	2.589,15	140,3	66,10%	47,5
Herstal	39.989	2.542,62	367,8	68,80%	114,8
Seraing	64.259	2.524,17	591,1	70,40%	175,0
Beyne-Heusay	11.929	2.384,44	109,7	64,80%	38,6
Mons	95.613	2.347,94	879,4	69,80%	265,6
Mouscron	58.474	2.343,16	537,8	82,30%	95,2
La Louvière	80.757	2.287,37	742,8	71%	215,4
Farciennes	11.316	2.270,85	104,1	43,10%	59,2
Fléron	16.526	2.267,68	152,0	54,80%	68,7
Tubize	26.233	2.112,41	241,3	53,70%	111,7
Colfontaine	20.811	2.047,66	191,4	61,90%	72,9
Jodoigne	14.123	2.037,04	129,9	19,20%	105,0
Braine-l'Alleud	40.008	2.009,14	368,0	66,30%	124,0
Châtelet	35.903	1.997,62	330,2	69,60%	100,4
Total					3.504,6

Tableau 42 : Communes dont le besoin de chaleur linéaire est supérieur à 2000 kWh/m/an

<sup>94</sup> Statbel (2019) : Densité de la population par commune 2019-2020

<https://statbel.fgov.be/fr/themes/population/densite-de-la-population>

<sup>95</sup> Iweps (2019) : Part des ménages utilisant le réseau de gaz

[https://walstat.iweps.be/walstat-catalogue.php?niveau\\_agre=C&theme\\_id=9&indicateur\\_id=813000&sel\\_niveau\\_catalogue=T&ordre=2](https://walstat.iweps.be/walstat-catalogue.php?niveau_agre=C&theme_id=9&indicateur_id=813000&sel_niveau_catalogue=T&ordre=2)

### X.3.3. Scénarios envisagés

#### X.3.3.1. Description des scénarios

Au regard du profil de consommation décrit *supra*, quatre scénarios ont été identifiés :

- **Scénario de base (SB1)** : Le scénario de base (SB1) considère une situation dans laquelle chaque bâtiment assure individuellement ses propres besoins, via des chaudières à condensation. Il n'y a pas de réseau de chaleur.
- **Scénario alternatif 1 (SA1.1)** : Le scénario alternatif 1 (SA1.1) considère une situation dans laquelle 14% des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération gaz reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.

**Scénario alternatif 2 (SA1.2)** : Le scénario alternatif 2 (SA1.2) considère une situation dans laquelle 32% des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération de biomasse solide (par gazéification) reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.

- **Scénario alternatif 3 (SA1.3)** : Le scénario alternatif 3 (SA1.3) considère une situation dans laquelle 99% des besoins de chaleur sont couverts par de la chaleur fatale, au travers d'un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.

#### X.3.4. Présentation des données technico-financières

Le tableau ci-dessous consolide les données technico-financières qui ont été prises en compte pour le modèle qui soutient l'analyse effectuée. Les principales variables utilisées sont :

- La durée de vie de ladite technologie exprimée en année
- Les CAPEX unitaires (investissements) en EUR/kW ou EUR/m pour les réseaux de chaleur
- Les OPEX (charges opérationnelles) en %CAPEX/an
- Les autres frais d'installation en %CAPEX
- Le rendement thermique saisonnier (%)
- Le rendement électrique (%)
- La production annuelle thermique (kWh)
- La puissance thermique installée (kW)

	Scénario de base (SB1)	Scénario alternatif (SA 1.1)	Scénario alternatif (SA 1.2)	Scénario alternatif (SA 1.3)
Description générale du scénario	Chaudière à condensation décentralisée par bâtiment	Cogénération gaz centralisée + chaudière Back-Up/appoint réseau de chaleur	Cogénération gazéification biomasse centralisée + chaudière Back-Up/appoint réseau de chaleur	Réseau de chaleur avec injection de chaleur fatale + chaudière Back-Up/appoint réseau de chaleur
<b>Technologie primaire</b>	<b>Chaudière à condensation</b>	<b>Cogénération gaz</b>	<b>Cogénération biomasse solide</b>	<b>Echangeur de vapeur</b>
Durée de vie	15 ans	12 ans	20 ans	30 ans
CAPEX unitaire (EUR/kWth)	281	758	4.200	199
Autre frais d'installation (% CAPEX)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
OPEX (exploitation) (% CAPEX/an)	4%	10%	7%	15%
Rendement thermique saisonnier sur PCS (%)	90%	54%	50%	98%
Rendement électrique (%)	n.a.	36%	30%	n.a.
Coefficient de performance (chaud ou froid)	n.a.	n.a.	n.a.	3
Production annuelle thermique (kWh/an)	23.261.000	3.250.000	7.380.000	22.950.000
Production annuelle électrique (kWh/an)	n.a.	2.164.662	4.428.000	n.a.
Puissance thermique (kW)	16.748	650	984	2.700
Puissance électrique (kW)	n.a.	433	590	n.a.
<b>Technologie secondaire</b>	<b>n.a.</b>	<b>Chauffage d'appoint central au gaz</b>	<b>Chauffage d'appoint central au gaz</b>	<b>Chauffage d'appoint central au gaz</b>
Durée de vie	n.a.	30 ans	30 ans	30 ans
Capex unitaire (EUR/kW)	n.a.	177	177	177
OPEX (exploitation) (% CAPEX/an)	n.a.	4%	4%	4%
Rendement thermique saisonnier sur PCS (%)	n.a.	90%	90%	90%
Rendement électrique (%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Coefficient de performance (chaud ou froid)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Production annuelle thermique (kWh/an)	n.a.	20.011.000	15.881.000	311.000
Puissance thermique (kW)	n.a.	8.000	8.000	8.000
<b>Réseau</b>	<b>n.a.</b>	<b>OUI</b>	<b>OUI</b>	<b>OUI</b>
Durée de vie (ans)	n.a.	50 ans	50 ans	50 ans
Longueur du réseau (m)	n.a.	7.015	7.015	7.015
CAPEX infrastructure (EUR/m)	n.a.	1.283	1.283	1.283
OPEX (%CAPEX/an)	n.a.	1%	1%	1%
Pertes de distribution (%)	n.a.	10%	10%	10%

Tableau 43 : Données technico-financières du profil 1

### X.3.5. Analyses économiques

#### Valeur actualisée et annualisée des coûts nets

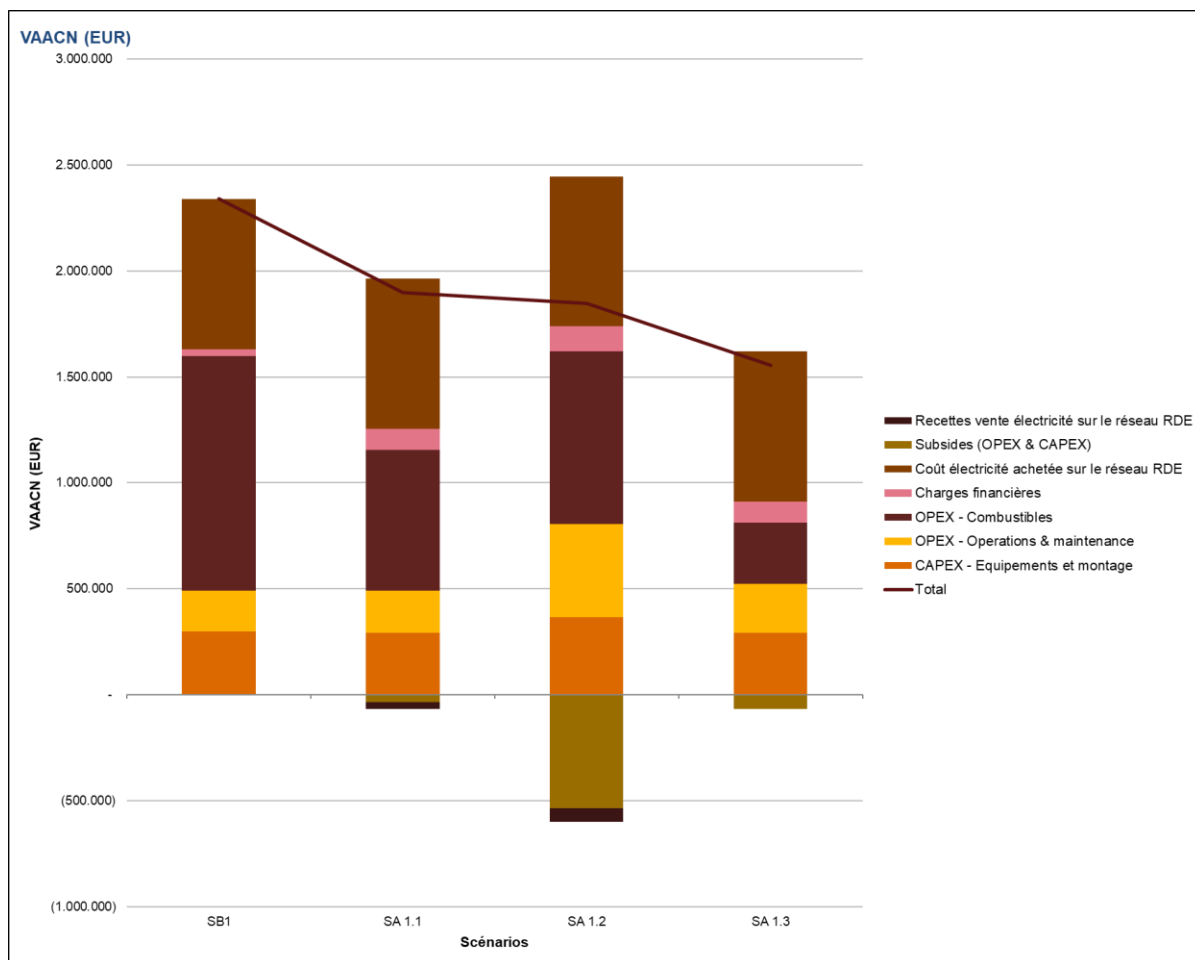
Les scénarios alternatifs présentent tous une valeur actualisée et annualisée des coûts nets (VAACN) inférieure au scénario de base, soit le scénario qui considère l'installation de chaudières à condensation. Bien que le résultat soit positif pour chacune des technologies alternatives, force est de constater que les causes sont différentes :

- **Scénario SA1.1 (cogénération gaz)** : L'avantage de ce scénario repose sur une production d'électricité cogénérée, soit un gain sur la revente de l'électricité autoproduite de EUR 31.800 à laquelle s'ajouterait une valeur de subsides OPEX (certificats verts) et de subsides CAPEX annualisée et actualisée de 33.000 EUR. Ce scénario considère une diminution de 20% des CAPEX pour tenir compte de l'aide à l'investissement (aide UDE pour les cogénérations et réseaux de chaleur).
- **Scénario SA1.2 (cogénération biomasse)** : L'avantage de ce scénario repose sur une production d'électricité cogénérée, soit un gain sur la revente d'électricité autoproduite de EUR 65.000 et une valeur de subsides OPEX (certificats verts) et de subsides CAPEX annualisée et actualisée de EUR 535.000. Ce scénario considère une diminution de 40% des CAPEX pour tenir compte de l'aide à l'investissement (aide UDE pour les cogénérations et réseaux de chaleur).

- **Scénario SA1.3 (chaleur fatale sur incinérateur) :** L'avantage de ce scénario repose principalement sur des coûts liés aux combustibles 2 à 3 fois moins élevés que dans les autres scénarios. Ce scénario considère une diminution de 40% des CAPEX pour tenir compte de l'aide à l'investissement (aide UDE pour les investissements visant à l'amélioration des processus de production et réseaux de chaleur).

Sénario	SB1	SA 1.1	SA 1.2	SA 1.3
Valeur actualisée et annualisée des coûts nets (EUR/an)	2.339.032	1.897.924	1.845.856	1.554.861
Différence	0	441.108	493.175	784.171

Tableau 44 : Résultats globaux pour le profil 1



Graphique 42 : VAN annualisées des quatre scénarios pour le profil 1 (EUR/an)

### Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts

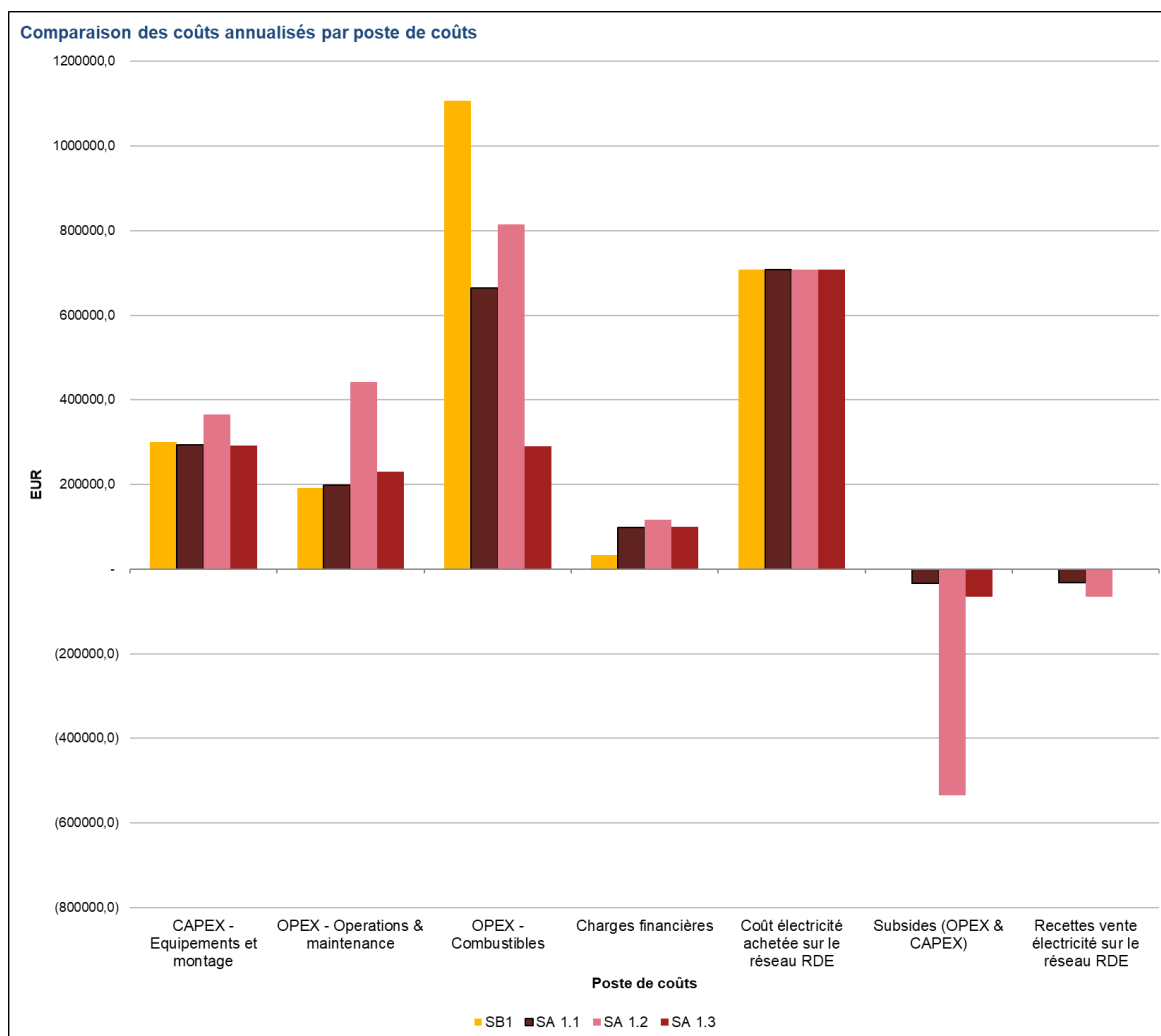
Une analyse des coûts annualisés par poste de coûts permet d'identifier les forces et les faiblesses de chacun des scénarios :

- **CAPEX - Equipement & montage :** Les différents scénarios ont des CAPEX assez équivalents, Malgré que les cogénérations aient des CAPEX au kWh beaucoup plus élevés que les autres scénarios, en étant centralisés, il est possible de diminuer fortement leur puissance et, par conséquent, le coût total des CAPEX.
- **OPEX – Opération & maintenance :** Comparativement aux autres postes de coûts, pour les scénarios SB1, SA1.1 et SA1.3, les charges liées à l'opération et la maintenance des installations sont relativement faibles. Le scénario SA1.2 est celui qui présente les OPEX les plus élevés.
- **OPEX – Combustibles :** Les coûts des combustibles couvrent l'achat des combustibles nécessaires pour couvrir les besoins de chaleur identifiés. Le scénario SA1.3 bénéficie de la chaleur fatale d'un incinérateur à un prix très bas. Les cogénérations (SA1.1 et SA1.2) sont très consommatrices de



combustibles mais bénéficient d'un prix préférentiel (équivalent à celui d'un consommateur industriel) compte tenu du volume de combustible requis. Le scénario de base (SB1) ne bénéficie pas de ce prix avantageux. Cela explique la valeur élevée des OPEX combustible pour ce scénario.

- **Charges financières** : Les charges financières sont les plus faibles dans le scénario de base car la technologie employée a une durée de vie plus courte. Cela réduit plus rapidement le montant des capitaux sur lesquels une charge financière est appliquée.
- **Coût de l'électricité achetée sur le réseau** : Sur base de l'hypothèse que l'autoconsommation collective est inexistante, tous les scénarios se fournissent en électricité à 100% sur le réseau de distribution qu'ils bénéficient d'une technologie productrice d'électricité (SA1.1 et SA1.2) ou non (SB1 et SA1.3).
- **Recette liée à la vente d'électricité sur le réseau** : Compte tenu des tailles et des coefficients de performance considérés, il apparaît que la cogénération biomasse génère plus de revenus que la cogénération gaz. Il est également important de souligner que l'électricité revendue sur le réseau est valorisée à 0,025EUR/kWh (prix Belpex). La totalité de l'électricité cogénérée est revendue sur le réseau sur base de l'hypothèse que l'autoconsommation collective est inexistante.



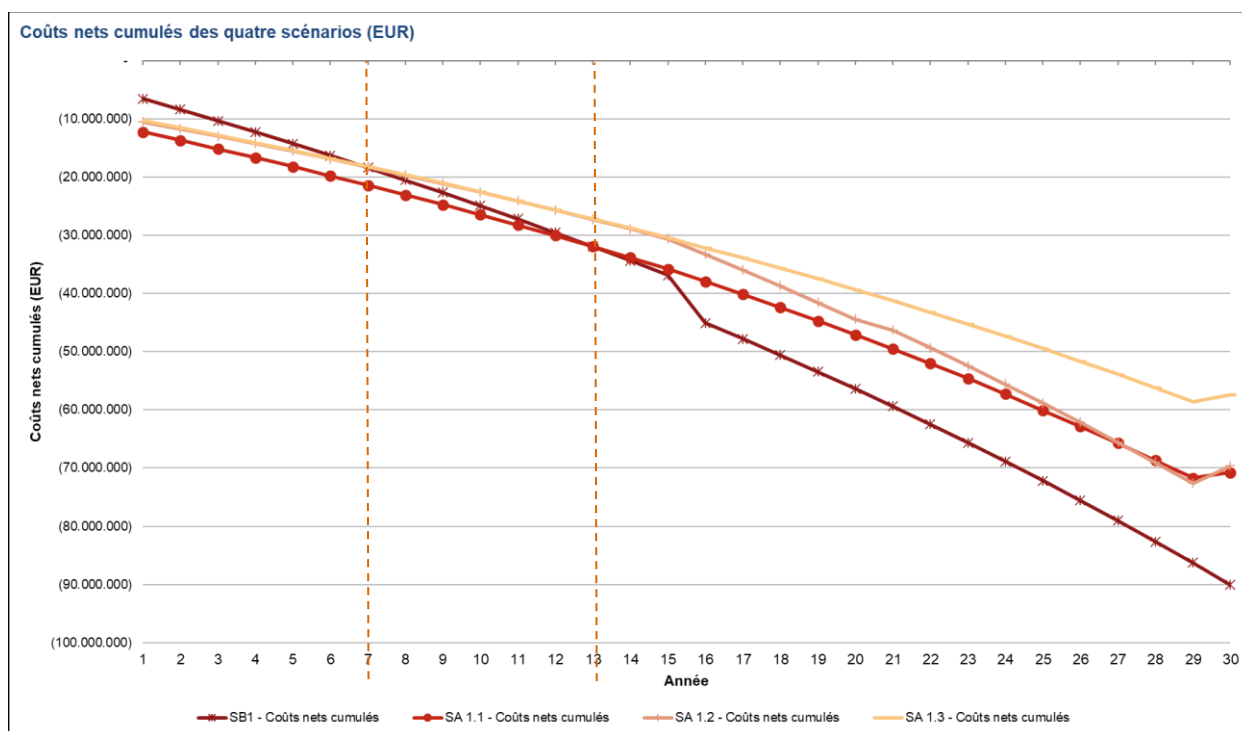
Graphique 43: Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts

## Comparaison des coûts nets cumulés des quatre scénarios (EUR)

Le graphique des coûts nets cumulés des quatre scénarios envisagés doit être mis en perspective avec les investissements et les durées de vie des technologies considérées dans chacun de ces scénarios. En effet, ces informations permettent de comprendre les « paliers » visibles sur le graphique. Bien que le scénario de base présente des investissements plus faibles que les autres, ce qui lui permet d'être le plus rentable sur le court terme, il apparaît que chaque scénario alternatif envisagé est avantageux sur le plus long terme. Il faut attendre une période variant de 7 ans pour que les scénarios alternatifs SA1.1 et SA1.3 et de 13 ans pour le scénario alternatif SA1.2 aient des coûts nets cumulés plus faibles que le scénario de base. L'écart se creuse entre les scénarios alternatifs et le scénario de base lorsque la technologie primaire de ce dernier, qui présente un important investissement et une courte durée, doit être remplacée.

	Investissement tech. Primaire (EUR)	Durée de vie tech. Primaire (ans)	Investissement tech. d'appoint (EUR)	Durée de vie tech. d'appoint (ans)
<b>SB1</b>	4.706.166	15 ans	n.a.	n.a.
<b>SA 1.1</b>	492.700	12 ans	1.416.000	30 ans
<b>SA 1.2</b>	4.132.800	20 ans	1.416.000	30 ans
<b>SA 1.3</b>	537.300	30 ans	1.416.000	30 ans

Tableau 45 : Investissements et durées de vie des technologies du profil 1<sup>96</sup>



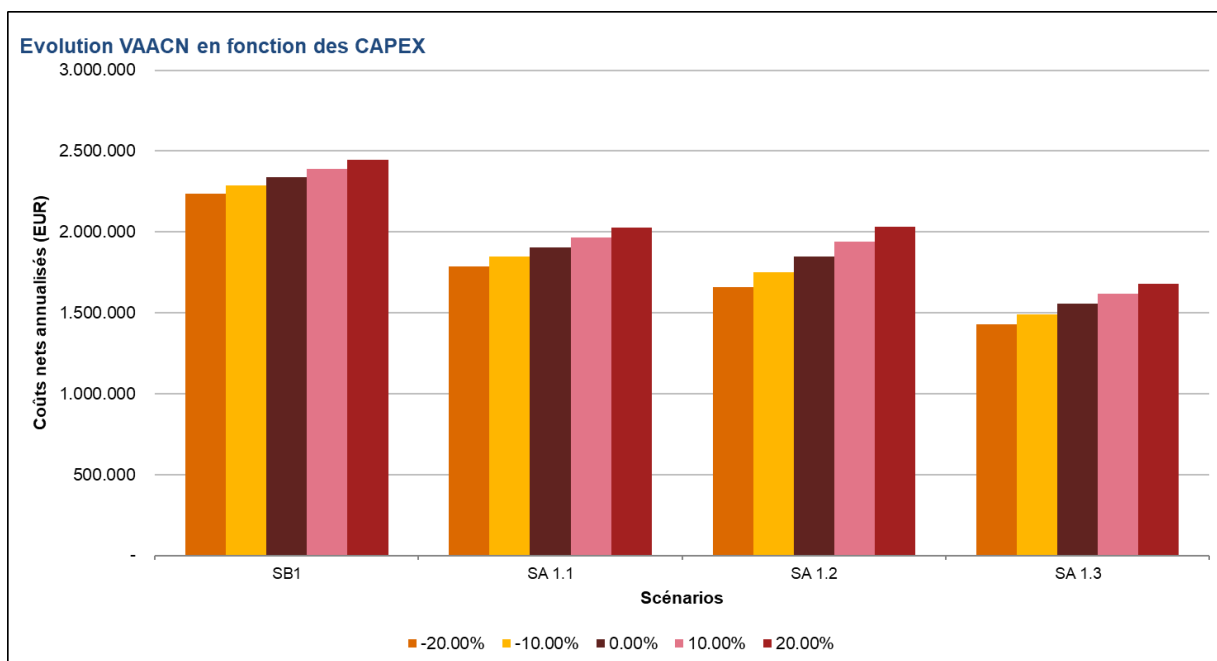
Graphique 44: Coûts nets cumulés des quatre scénarios du profil 1

96 Aux investissements repris dans ce tableau s'ajoutent les investissements relatifs au développement du réseau de chaleur, soit un investissement de 9 millions d'euros amorti sur 50 ans.

### X.3.6. Analyse de sensibilité

#### Analyse de sensibilité sur la variation des CAPEX

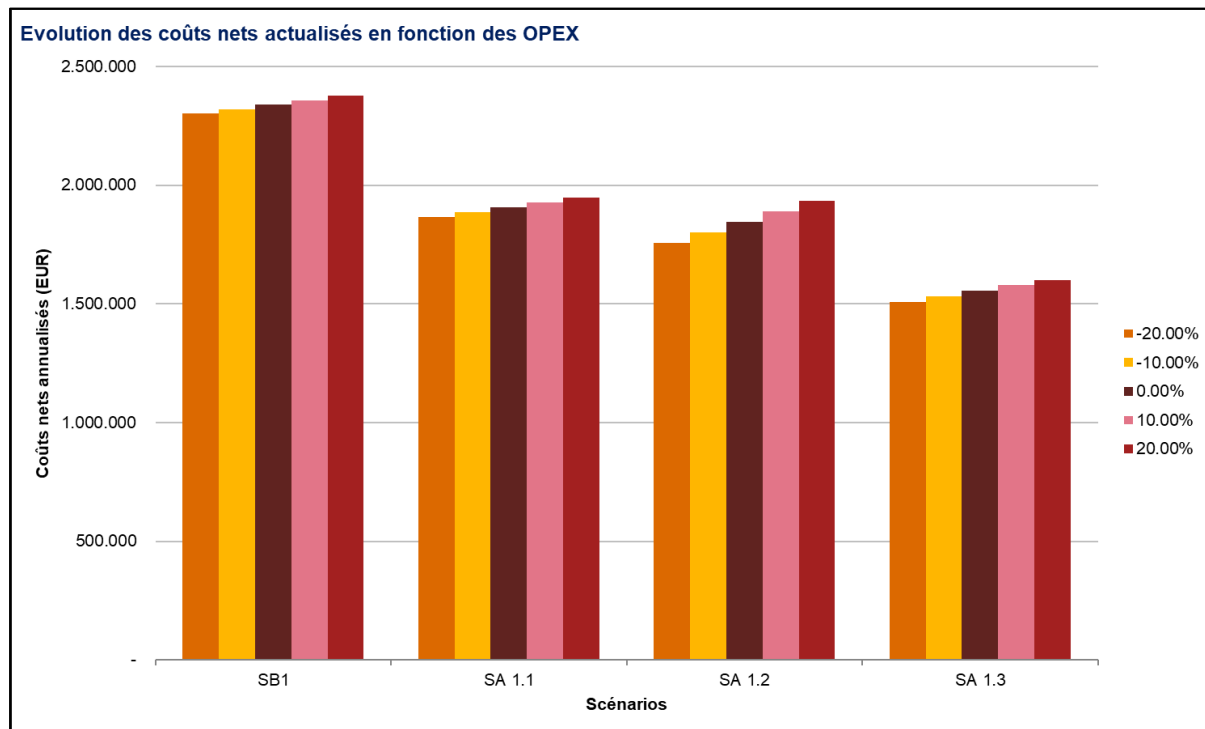
Le graphique ci-dessous illustre la sensibilité des résultats présentés *supra* par rapport à une augmentation ou diminution des investissements envisagés (CAPEX). Quel que soit le scénario alternatif envisagé, il apparaît qu'une augmentation de 20% des CAPEX ne devrait pas compromettre leur avantage par rapport à la technologie de base (chaudière à condensation).



Graphique 45: Variation de la VAACN en fonction des CAPEX pour le profil 1

## Analyse de sensibilité sur la variation des OPEX

Le graphique ci-dessous illustre la sensibilité des résultats présentés *supra* par rapport à une augmentation ou diminution des charges opérationnelles (OPEX) considérées (hors combustibles & certificats verts). Les résultats de cette analyse de sensibilité renforcent les conclusions des résultats présentés précédemment. En effet, les charges opérationnelles ne sont pas les postes de coûts les plus importants. Il est donc vraisemblable que la variation de celles-ci n'impacte que très légèrement les résultats obtenus.

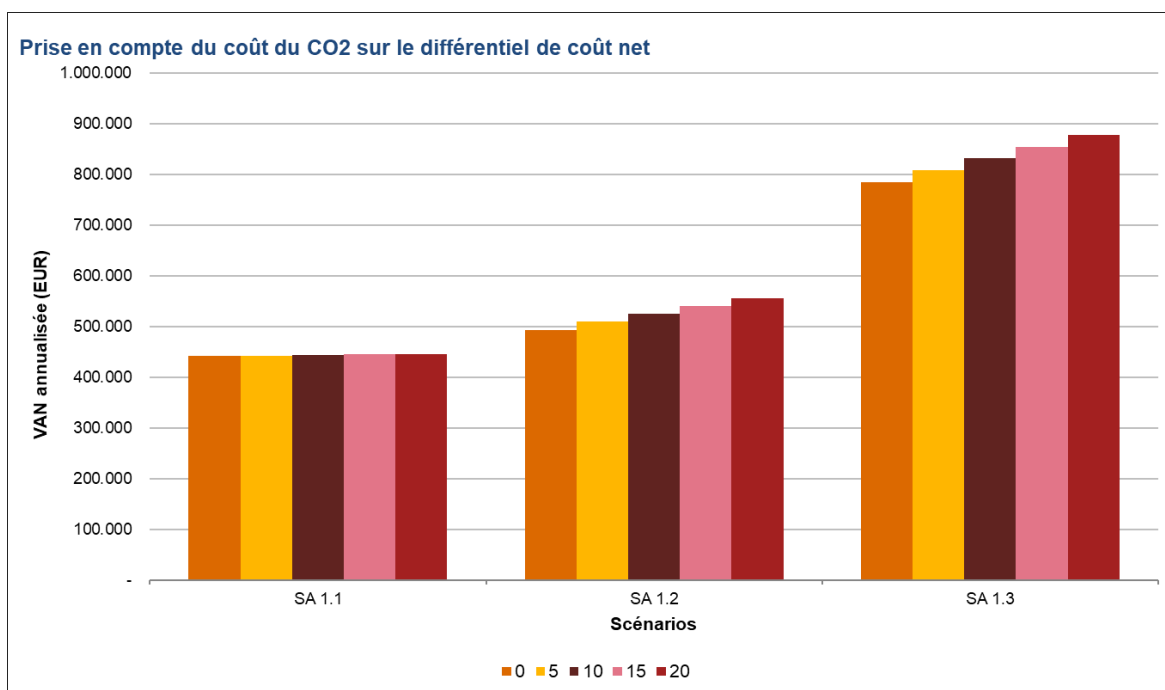


Graphique 46: Evolution des coûts nets actualisés en fonction des OPEX pour le profil 1

## Introduction d'un coût du CO<sub>2</sub>

Le graphique ci-dessous illustre les écarts entre les scénarios alternatifs et le scénario de base dans le cas où les consommateurs sont contraints de payer les tonnes de CO<sub>2</sub> émises par les technologies de production considérées. L'analyse considère une fourchette de prix de la tonne de CO<sub>2</sub> entre 0 EUR/tonne et 20 EUR/tonne. Ce coût s'ajoute à la VAACN de chaque scénario. Les constats sont :

- L'écart entre **le scénario de base et le scénario SA1.1** augmente de façon non significative lorsque les prix de la tonne de CO<sub>2</sub> augmentent. Ceci s'explique par le fait que les technologies considérées dans le scénario SA1.1 consomment plus de gaz que les technologies considérées dans les autres scénarios.
- Quant à eux, les scénarios **SA1.2 et SA1.3** bénéficient de la prise en compte d'un coût du CO<sub>2</sub>. Les écarts augmentent au plus le prix de la tonne de CO<sub>2</sub> est important.

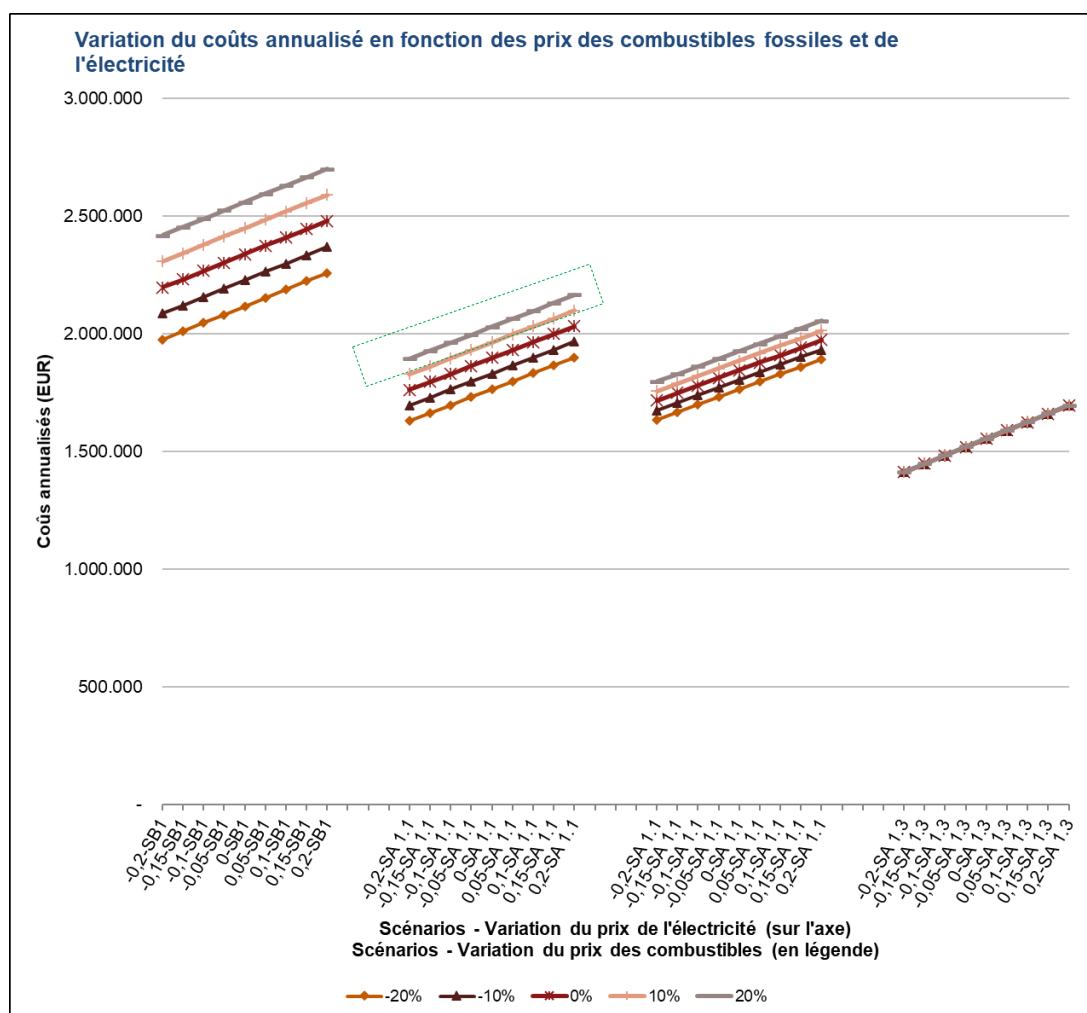


Graphique 47: Prise en compte d'un coût du CO<sub>2</sub> pour le profil 1

## Variation des prix du gaz et de l'électricité

Le Graphique 48 illustre les résultats des scénarios analysés précédemment dans le cas où les coûts du gaz et de l'électricité étaient plus ou moins élevés (fourchette de -20% à +20%). Afin de faciliter la lecture de ce graphique, un exemple (cf. rectangle pointillé vert) est développé. Ce rectangle représente les résultats du scénario SA1.1 (cogénération gaz) dans le cas où le prix du gaz est 20% plus élevé que celui considéré dans l'analyse (à savoir 0,022 EUR/kWh + 20%, soit 0,026 EUR/kWh) et que le prix de l'électricité varie de -20% à +20% de la valeur considérée dans l'analyse. Tous les scénarios présentent la même sensibilité à l'évolution des prix de l'électricité comme le montre la pente de toutes les courbes qui sont similaires. Puisque l'autoconsommation n'est pas envisagée, les scénarios produisant de l'électricité ont la même sensibilité que les autres. Par ailleurs, une augmentation du prix des combustibles fossiles entraîne une augmentation (translation vers le haut de la droite) de la VAACN. Les droites du scénario SA1.3 sont proches. Cela traduit le fait que ce scénario soit très peu dépendant du prix du gaz. Effectivement, la quasi-totalité de l'énergie nécessaire est produite pas de la chaleur fatale.

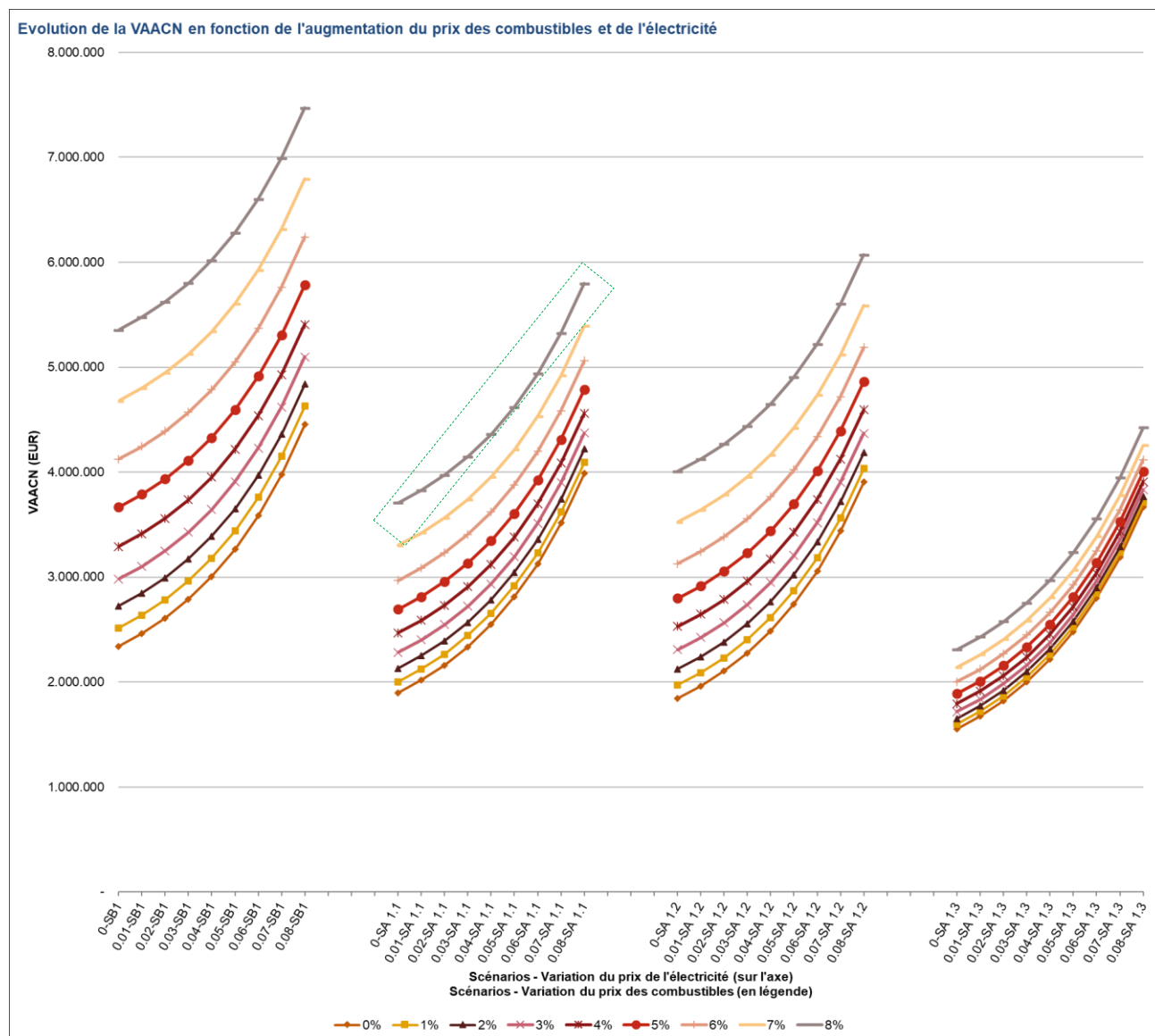
Notez par ailleurs que cette analyse permet de jauger l'impact de la prise en compte de la TVA sur les résultats. En effet, dépendamment des combustibles, il y a lieu de considérer une augmentation proche de 10% (TVA à 6%) ou de 20% (TVA à 21%).



Graphique 48: Variation des prix du gaz et de l'électricité pour le profil 1

## Variation de l'augmentation du prix du gaz et de l'électricité

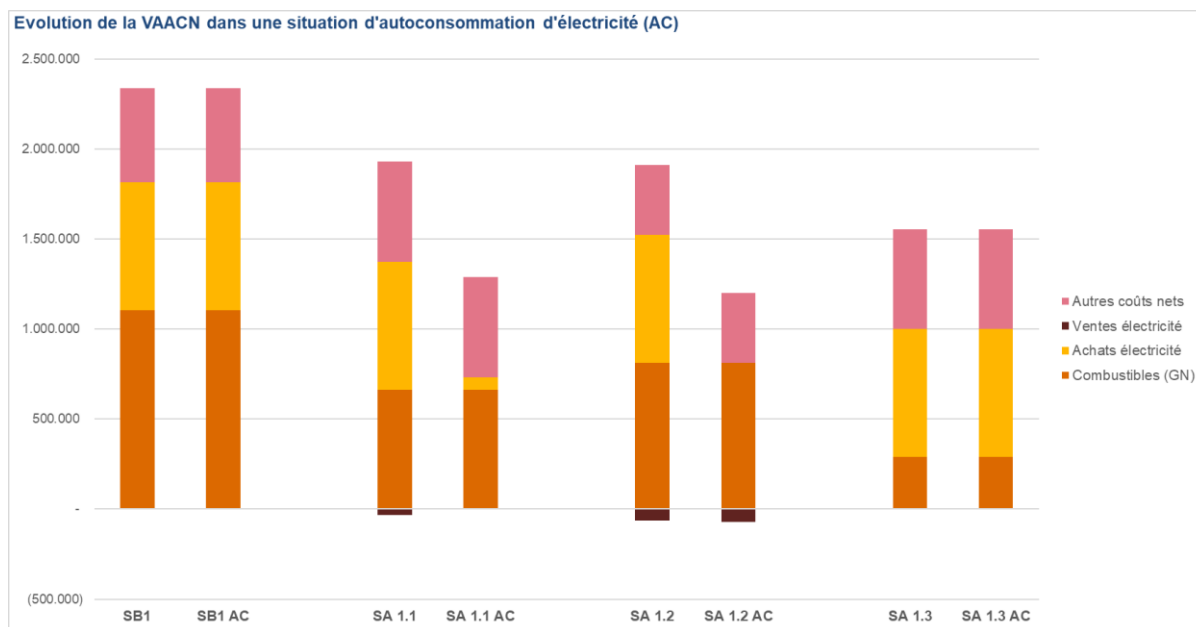
Le Graphique 49 considère une variation de l'augmentation des prix du gaz et de l'électricité (hypothèses initiales respectivement de +2%/an et +4%/an). Afin de faciliter la lecture de ce graphique, un exemple (cf. rectangle pointillé vert) est développé. Cet exemple illustre la situation du scénario SA1.1 (cogénération gaz) dans laquelle le prix du gaz augmente à un taux de 8% supérieur à celui considéré, soit une augmentation annuelle de 10%. Les points de la droite illustrent les résultats de l'analyse dans les cas où l'augmentation du prix de l'électricité est augmentée de 0% à 8% de la valeur initiale considérée, soit une augmentation annuelle comprise entre 4% (0-SA1.1) et 12% (0,08-SA1.1). Il apparaît que la VAACN de tous les scénarios grimpe lorsque l'inflation sur le prix de l'électricité augmente. Il apparaît également que le scénario alternatif SA1.3 est relativement peu sensible à l'inflation du prix des combustibles puisqu'il utilise en partie de la chaleur fatale.



Graphique 49: Evolution de la VAACN en fonction de l'augmentation du prix des combustibles et de l'électricité pour le profil 1

## Analyse de sensibilité sur l'autoconsommation collective

Le graphique ci-dessous présente le VAACN de chaque scénario dans deux situations : (1) sans autoconsommation collective et (2) avec autoconsommation collective (AC) de 100% de l'électricité autoproduite. Seuls les deux scénarios exploitant une cogénération sont concernés mais ce résultat met en lumière l'atout que peut représenter les communautés d'énergie. Le principal gain de l'autoconsommation est au niveau du poste « Achats d'électricité » qui devient nul lorsque la production est supérieure aux besoins. Dans cette situation, les scénarios SA1.1 et SA1.2 exploitants une cogénération deviennent les scénarios les plus avantageux.



Graphique 50: Analyse en cas d'autoconsommation collective



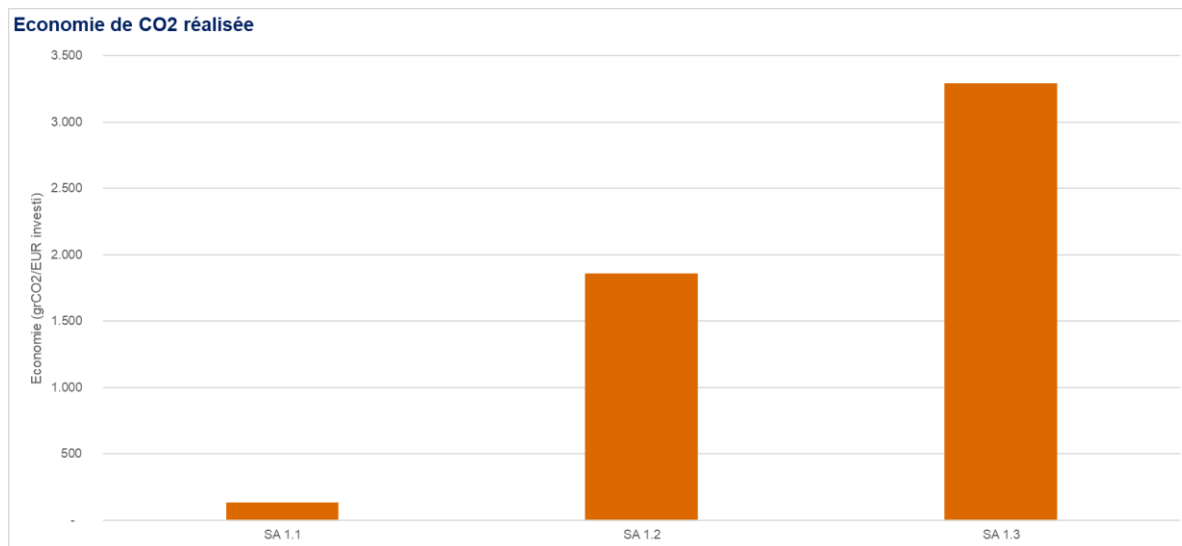
### *.X.3.6.1. Analyse environnementale*

Le scénario de base présente une production annuelle de CO<sub>2</sub> totale de près de 6.400 tonnes. Les scénarios alternatifs SA1.1, SA 1.2 et SA1.3 affichent des émissions annuelles plus faibles, respectivement 6.100 tonnes, 4.000 tonnes et 1.270 tonnes de CO<sub>2</sub>. Cela est cohérent compte tenu du caractère environnemental des énergies consommées pour produire de la chaleur. Il est important de souligner que les cogénérations génèrent également de l'électricité verte. Dans le cas des scénarios SA1.1 et SA1.2, la production d'électricité de la cogénération permet d'éviter, respectivement, l'émission de plus de 870 tonnes et de 1.800 tonnes de CO<sub>2</sub>.



*Graphique 51: Emissions de CO2 par scénario pour le profil 1*

Le Graphique 52 présente l'impact de chaque investissement sur les émissions de CO2 comparativement au scénario de base. Pour identifier les grammes de CO2 économisés par euro investi, l'approche suivante a été suivie. Pour chaque scénario, la différence d'émissions de CO2 avec le scénario de base est divisée par sa VAACN. Il apparaît que le scénario SA1.3 est l'investissement le plus efficace en termes de réduction des émissions de CO2. Chaque euro investi permet de diminuer de plus de 3.000 gr de CO2 par rapport au scénario de base.



*Graphique 52: Impact des investissements sur les émissions de CO2*

### X.3.7. Conclusions

Les analyses économiques et de sensibilité effectuées ci-dessus permettent d'identifier plusieurs points :

1. Toutes les solutions alternatives étudiées intégrant un réseau de chaleur présentent des coûts nets actualisés plus performants qu'une solution décentralisée et fossile. Il est cependant nécessaire d'adopter une vision à long terme pour observer cet avantage. Cette vision, sans un soutien à la production de chaleur « verte », n'est à ce jour pas conciliable avec les impératifs de rentabilité à court terme d'un porteur de projet privé ;
2. La valorisation de chaleur fatale est une solution compétitive avec le plus grand impact positif sur le bilan carbone ;
3. La cogénération gaz reste plus performante d'un point de vue économique grâce à la flexibilité de la technologie en termes de modulation de puissance et son coût moindre. Son impact en matière d'émissions de CO2 est en revanche peu intéressant à cause de l'utilisation d'un combustible fossile ;
4. Sur le long terme, la cogénération gaz et biomasse (gazéification) ont la même rentabilité, mais l'impact CO2 de la technologie biomasse en fait la technologie à privilégier.
5. D'un point de vue du bilan CO2, la première ressource à valoriser est la chaleur fatale qui permet de réduire plus de 5 fois les émissions de CO2 par rapport au scénario de base. Si cette ressource n'est pas disponible, l'usage de la biomasse est la meilleure alternative. La cogénération gaz reste une alternative adaptée au milieu urbain quand le transport de biomasse n'est pas envisageable. De plus, la cogénération permet de réduire les émissions de CO2 grâce à la production d'électricité « verte ». Celle-ci a un impact positif sur le bilan CO2 ;
6. L'augmentation des prix des combustibles « carbonés » améliore le positionnement compétitif des technologies valorisant de la biomasse ou de la chaleur fatale. Cette augmentation permet également de se rendre compte de l'importance d'utiliser la technologie primaire au maximum possible car souvent plus intéressante que la technologie secondaire ;
7. L'autoconsommation de l'électricité produite, sous forme de Communauté d'énergie permet d'augmenter de façon significative l'attractivité des scénarios exploitant une cogénération.

## X.4. Analyse du profil 2

### X.4.1. Description du profil de consommation 2

Le tableau ci-dessous présente les données clés de la morphologie et de la consommation du Profil 2. Ce profil correspond à un parc d'immeubles à appartements tel que le complexe Etrimo à Saint-Exupéry.

Profil 2	
Caractéristiques	Parc d'immeubles (logements collectifs)
Caractéristiques du bâti	3 bâtiments de 12 à 16 étages, 8 blocs, 450 appartements
Exemple concret	Complexe Etrimo à Saint-Exupéry
Consommation énergétique thermique	5.757.440 kWh
Consommation énergétique électrique	140.384 kWh

Tableau 46 : Description du profil de consommation 2

### X.4.2. Représentativité du profil 2

Profil 2	
Zones similaires au Profil 2	Environ 4.650 bâtiments résidentiels de 8 à 13 étages en 3 ou 4 façades <sup>97</sup> en Wallonie
Exemples	Immeubles Etrimo à Charleroi
Représentativité en termes d'habitants	
400.000 et 450.000 habitants	
Représentativité en termes de besoins de chaleur	
Entre 11%-12% des besoins de chaleur du secteur résidentiel (ce type de bâtiment datant des années 50-60, ils sont relativement mal isolés)	

Tableau 47: Représentativité du profil 2

### X.4.3. Scénarios envisagés

#### X.4.3.1. Description des scénarios

Au regard du profil de consommation décrit *supra*, quatre scénarios ont été identifiés et analysés :

- **Scénario de base (SB2)** : Le scénario de base (SB2) considère une situation dans laquelle l'entièreté des besoins de chaleur sont couverts par des chaudières à condensation décentralisées par bâtiment.
- **Scénario alternatif 1 (SA2.1)** : Le scénario alternatif 1 (SA2.1) considère une situation dans laquelle 37%<sup>98</sup> des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération gaz reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage collectif au gaz.

<sup>97</sup> Donnée communiquée par l'expert cartographie

<sup>98</sup> Sur base d'un profil résidentiel particulier calculée selon les règles définies par BRUGEL, le régulateur bruxellois.

- **Scénario alternatif 2 (SA2.2)** : Le scénario alternatif 2 (SA2.2) considère une situation dans laquelle 90% des besoins de chaleur sont couverts par une chaudière commune biomasse solide reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par une chaudière au mazout centralisée.
- **Scénario alternatif 3 (SA2.3)** : Le scénario alternatif 3 (SA2.3) considère une situation dans laquelle 73% des besoins de chaleur sont couverts par de la chaleur fatale. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un appoint gaz centralisé.

#### X.4.4. Présentation des données technico-financières

Le tableau ci-dessous consolide les données technico-financières qui ont été prises en compte pour le modèle qui soutient l'analyse effectuée. Les variables utilisées sont identiques à celles prises en compte dans les analyses financières et économiques des autres profils.

	Scénario de base (SB 2)	Scénario alternatif (SA 2.1)	Scénario alternatif (SA 2.2)	Scénario alternatif (SA 2.3)
Description générale du scénario	Résidentiel: chaudières gaz à condensation décentralisées	Cogénération gaz centralisée plus appoint gaz centralisé avec réseau de chaleur	Chaudière biomasse solide centralisée avec réseau de chaleur - Chaudière gaz en appoint	Réseau de chaleur avec injection de chaleur fatale plus appoint gaz centralisé avec réseau de chaleur
<b>Technologie primaire</b>	<b>Chaudière à condensation</b>	<b>Cogénération gaz</b>	<b>Chaudière commune biomasse solide</b>	<b>Installation pour injection de chaleur fatale</b>
Durée de vie	15 ans	10 ans	25 ans	35 ans
CAPEX unitaire (EUR/kWth)	167	650	695	199
Autre frais d'installation (% CAPEX)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
OPEX (exploitation) (% CAPEX/an)	6%	15%	10%	10%
Rendement thermique saisonnier sur PCS (%)	90%	54%	84%	98%
Rendement électrique (%)	n.a.	36%	n.a.	n.a.
Coefficient de performance (chaud ou froid)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Production annuelle thermique (kWh/an)	5.757.440	2.134.859	5.200.000	4.200.000
Production annuelle électrique (kWh/an)	n.a.	1.421.816	n.a.	n.a.
Puissance thermique (kW)	4.145	390	1.000	1.500
Puissance électrique (kW)	n.a.	260	n.a.	n.a.
<b>Technologie secondaire</b>	<b>n.a.</b>	<b>Chauffage d'appoint centralisé au gaz</b>	<b>Chauffage d'appoint centralisé au gaz</b>	<b>Chauffage d'appoint centralisé au gaz</b>
Durée de vie	n.a.	30 ans	30 ans	30 ans
Capex unitaire (EUR/kW)	n.a.	177	177	177
OPEX (exploitation) (% CAPEX/an)	n.a.	4%	4%	4%
Rendement thermique saisonnier sur PCS (%)	n.a.	90%	90%	90%
Rendement électrique (%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Coefficient de performance (chaud ou froid)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Production annuelle thermique (kWh/an)	n.a.	3.622.581	557.440	1.557.440
Puissance thermique (kW)	n.a.	3.000	3.000	3.000
<b>Réseau</b>	<b>n.a.</b>	<b>OUI</b>	<b>OUI</b>	<b>OUI</b>
Durée de vie (ans)	n.a.	50 ans	50 ans	50 ans
Longueur du réseau (m)	n.a.	200	200	200
CAPEX infrastructure (EUR/m)	n.a.	1.100	1.100	1.100
OPEX (%CAPEX/an)	n.a.	1%	1%	1%
Pertes de distribution (%)	n.a.	3%	3%	3%

Tableau 48 : Données technico-financières du profil 2

## X.4.5. Analyses économiques

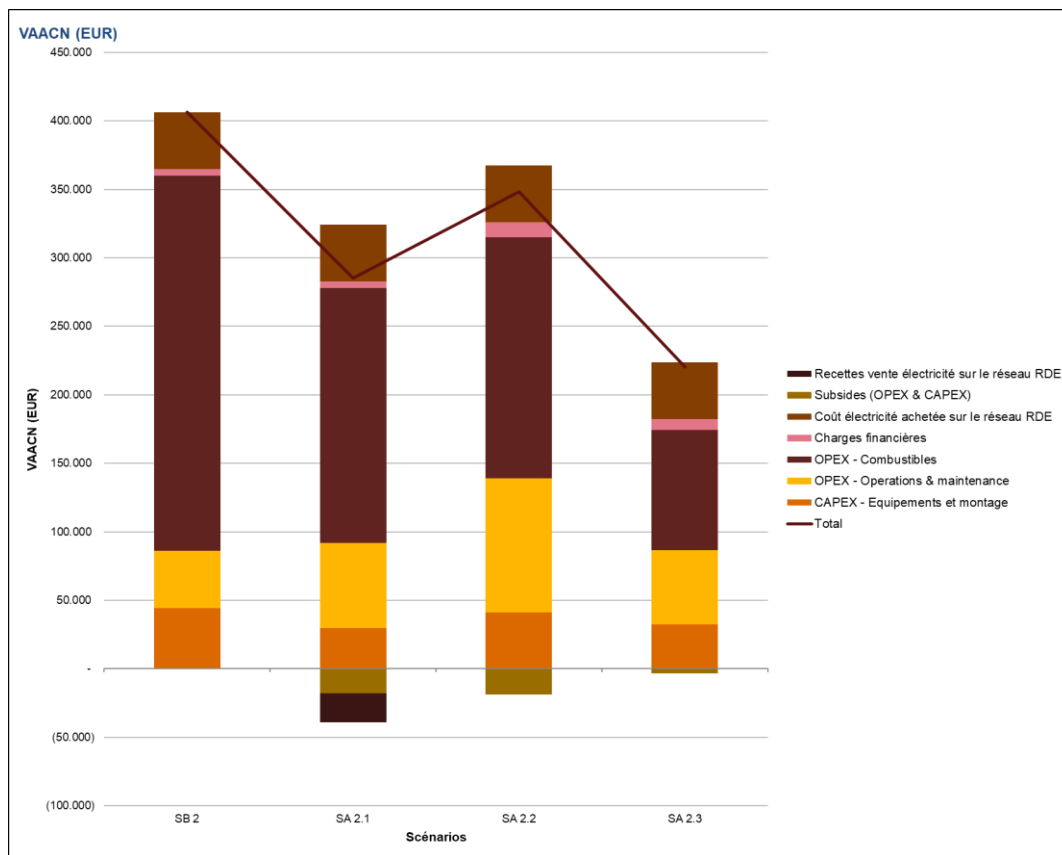
### Valeur actualisée et annualisée des coûts nets

Les scénarios alternatifs présentent tous une valeur actualisée et annualisée des coûts nets (VAACN) inférieure au scénario de base, soit le scénario qui considère l'installation de chaudières à condensation. Bien que le résultat soit positif pour chacune des technologies alternatives, force est de constater que les causes sont différentes :

- **Scénario SA2.1 (cogénération gaz)** : L'avantage de ce scénario repose majoritairement sur le soutien existant pour la production d'électricité verte pendant 15 ans (C.V.) ce qui résulte en une facture énergétique totale très faible. Le scénario considère une situation dans laquelle le prix du gaz est moindre car la cogénération achète de manière centralisée une quantité importante de combustible. Par ailleurs, les consommateurs bénéficient de la vente de l'électricité auto-produite. Ce scénario considère une diminution de 20% des CAPEX pour tenir compte de l'aide à l'investissement (aide UDE pour les cogénérations et réseaux de chaleur).
- **Scénario SA2.2 (chaudière biomasse solide)** : L'avantage de ce scénario repose principalement sur des prix des combustibles (0,027 EUR/kWh) plus faible que dans le scénario de base. Ce scénario considère une diminution de 40% des CAPEX pour tenir compte de l'aide à l'investissement (aide UDE pour les chaudières biomasse solide et réseaux de chaleur). Ce scénario est désavantagé par l'absence de soutien à la production d'énergie verte.
- **Scénario SA2.3 (chaleur fatale)** : L'avantage de ce scénario repose principalement sur des coûts liés aux combustibles 2 à 4 fois moins élevés que dans les autres scénarios. Ce scénario considère une diminution de 40% des CAPEX pour tenir compte de l'aide à l'investissement (aide UDE pour les investissements visant à l'amélioration des processus de production et réseaux de chaleur).

Sénario	SB 2	SA 2.1	SA 2.2	SA 2.3
Valeur actualisée et annualisée des coûts nets (EUR/an)	406.336	285.264	341.914	220.459
Différence	0	121.072	64.422	185.877

Tableau 49 : Résultats globaux pour le profil 2

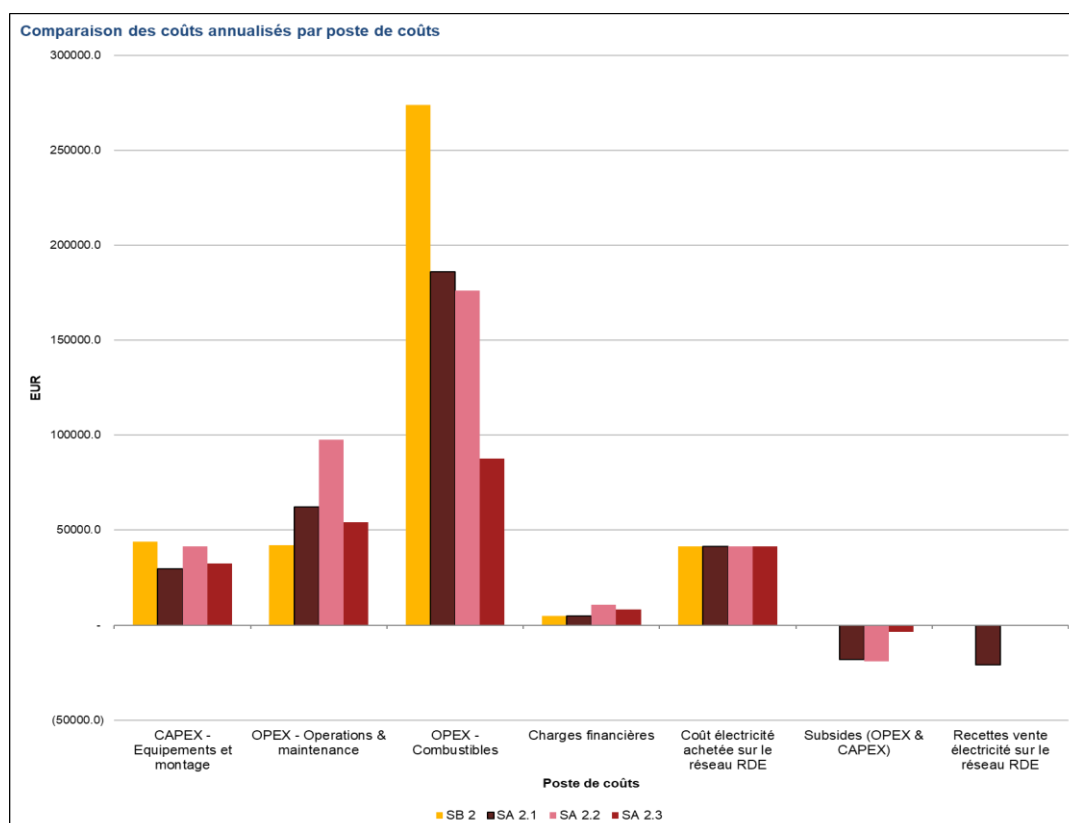


Graphique 53: VAACN annualisées des quatre scénarios du profil 2 (EUR/an)

## Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts

Une analyse des coûts annualisés par poste de coûts permet d'identifier les forces et les faiblesses de chacun des scénarios :

- **CAPEX - Equipement & montage** : Le scénario alternatif SA2.1 présente les CAPEX les plus faibles. Contrairement aux autres profils analysés dans cette étude, les CAPEX des technologies alternatives ne sont pas impactés par un investissement important dans le réseau de chaleur. Cela est dû à la proximité géographique des bâtiments étudiés. Le réseau de chaleur considéré fait seulement 200 mètres.
- **OPEX – Opération & maintenance** : Les charges liées à l'opération et la maintenance des installations sont relativement faibles dans le scénario de base. Le poids de cette composante dans le total de la VAACN est inférieur au poids des CAPEX. Dans les scénarios alternatifs, les OPEX sont plus élevés que les CAPEX respectifs.
- **OPEX – Combustibles** : Les OPEX combustibles couvrent l'achat des combustibles nécessaires pour couvrir les besoins de chaleur identifiés. Le scénario SA2.3 bénéficie de la chaleur fatale d'un incinérateur à un prix très bas. La cogénération gaz (SA2.1) est très consommatrice de combustible mais bénéficie d'un prix préférentiel (équivalent à celui d'un consommateur industriel) compte tenu du volume de combustible requis. Le scénario de base (SB2) ne bénéficie pas de ce prix avantageux. Cela explique la valeur élevée des OPEX combustible. Le scénario SA2.2 est désavantagé par un prix relativement élevé du mazout.
- **Charges financières** : Les charges financières sont les plus faibles dans le scénario de base car la technologie employée a une durée de vie plus courte. Cela réduit plus rapidement le montant des capitaux sur lesquels une charge financière est appliquées.
- **Coût de l'électricité achetée sur le réseau** : Sur base de l'hypothèse que l'autoconsommation collective est inexistante, tous les scénarios se fournissent en électricité à 100% sur le réseau de distribution, qu'ils bénéficient d'une technologie productrice d'électricité (SA2.1) ou non (SB2, SA2.2 et SA2.3)
- **Recette liée à la vente d'électricité sur le réseau** : En vendant l'électricité produite sur le réseau de distribution, le scénario SA2.1 fait une recette de 21.000 EUR.



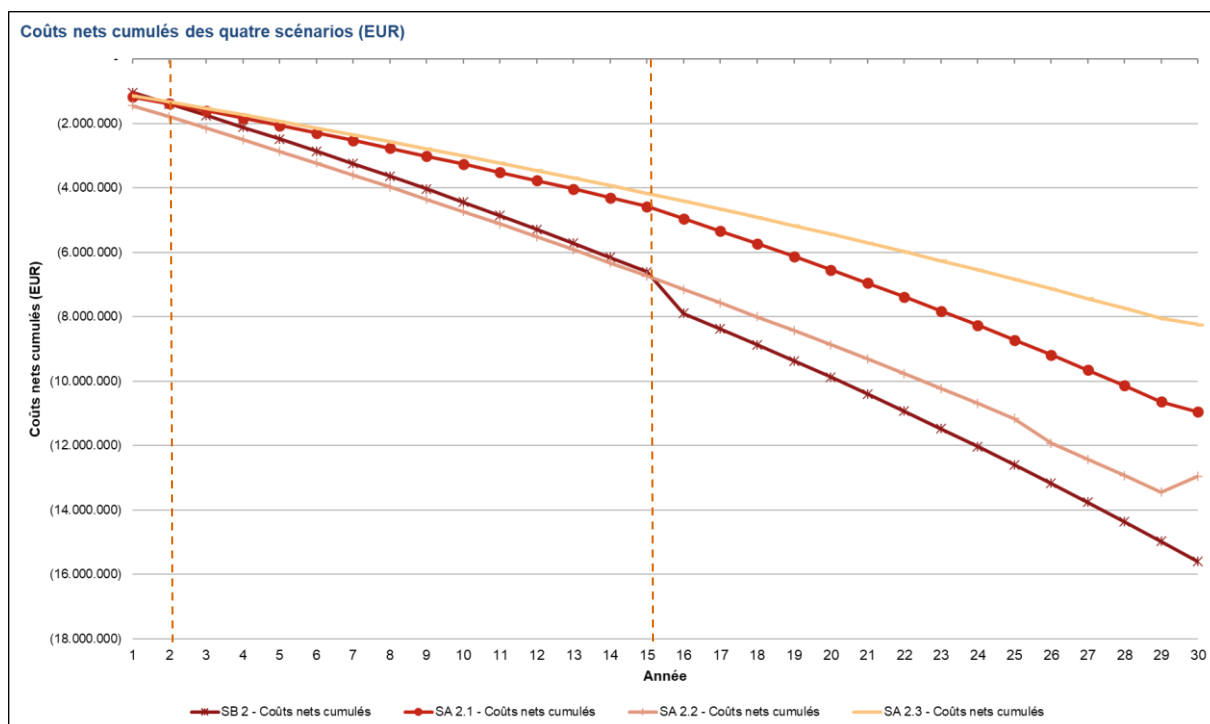
Graphique 54: Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts pour le profil 2

### Comparaison des coûts nets cumulés des quatre scénarios (EUR)

Le graphique des coûts nets cumulés des quatre scénarios envisagés doit être mis en perspective avec les investissements et les durées de vie des technologies considérées dans chacun de ces scénarios. En effet, ces informations permettent de comprendre les « paliers » visibles sur le graphique. Bien que le scénario de base présente des investissements plus faibles que les autres, ce qui lui permet d'être le plus rentable sur le court terme, il apparaît que chaque scénario alternatif envisagé est avantageux sur le plus long terme. Il faut attendre une période de 2 ans pour que les scénarios alternatifs SA2.1 et SA2.3 aient des coûts nets cumulés plus faibles que le scénario de base. A partir de la 15<sup>ième</sup> année, le scénario alternatif SA2.2 devient plus avantageux que le scénario de base. L'écart se creuse entre les scénarios alternatifs car le coût de départ des combustibles dans les scénarios SA2.1 et SA2.3 sont plus faibles que dans le scénario SA2.2.

	Investissement tech. Primaire (EUR)	Durée de vie tech. Primaire (ans)	Investissement tech. d'appoint (EUR)	Durée de vie tech. d'appoint (ans)
<b>SB 2</b>	690.756	15 ans	n.a.	n.a.
<b>SA 2.1</b>	253.500	11 ans	531.000	30 ans
<b>SA 2.2</b>	727.531	25 ans	531.000	30 ans
<b>SA 2.3</b>	298.500	35 ans	531.000	30 ans

Tableau 50 : Investissements et durées de vie des technologies du profil 2<sup>99</sup>



Graphique 55: Coûts nets cumulés des quatre scénarios du profil 2

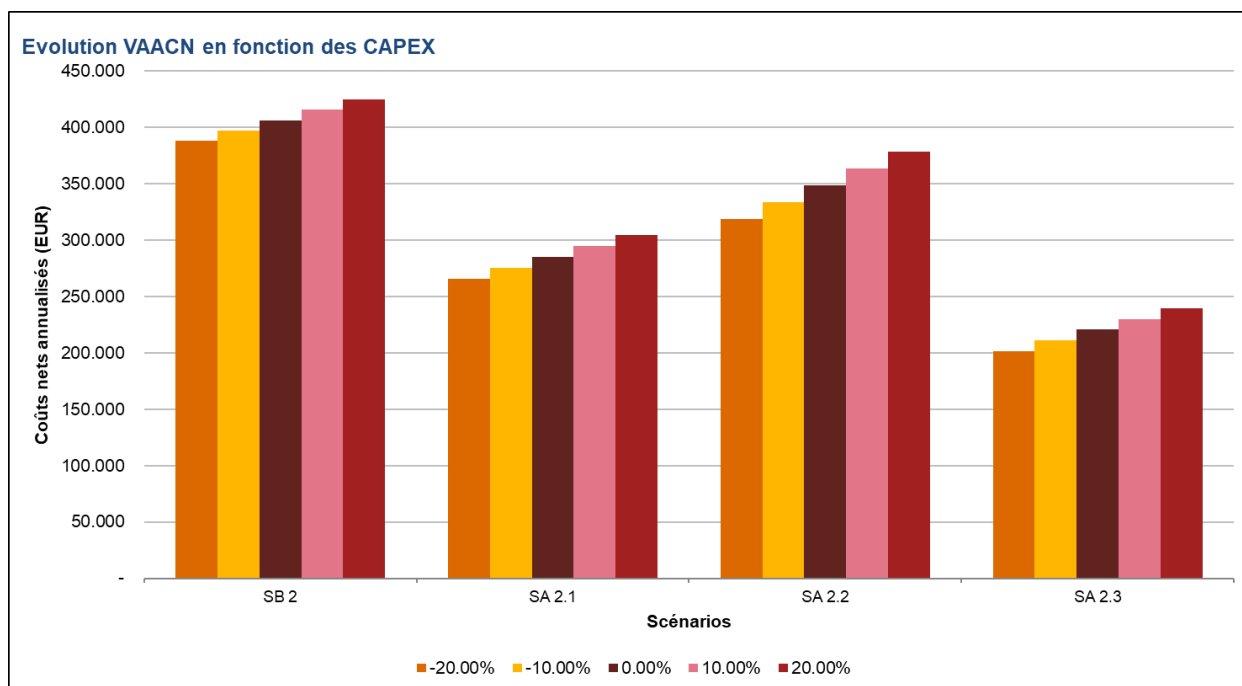
<sup>99</sup> Aux investissements repris dans ce tableau s'ajoutent les investissements relatifs au développement du réseau de chaleur, soit un investissement de 220.000 EUR amorti sur 50 ans.



## X.4.6. Analyse de sensibilité

### Analyse de sensibilité sur la variation des CAPEX

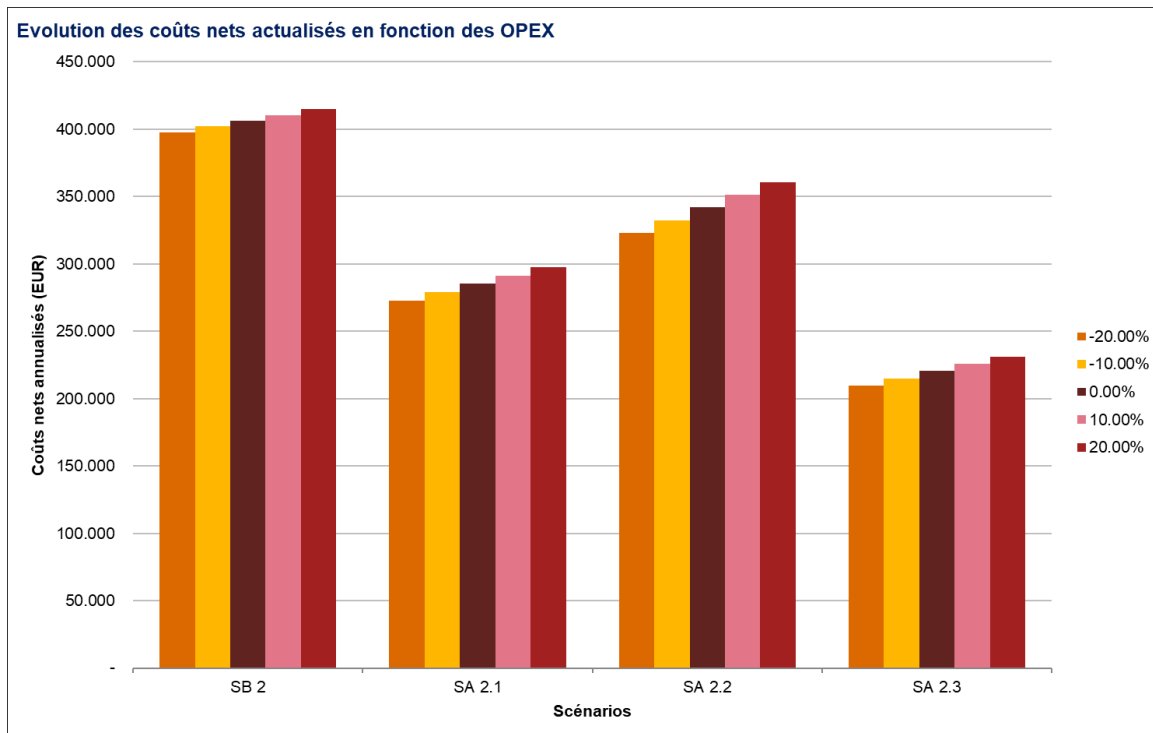
Le graphique ci-dessous illustre la sensibilité des résultats présentés *supra* par rapport à une augmentation ou diminution des investissements envisagés (CAPEX). Quel que soit le scénario alternatif envisagé, il apparaît qu'une augmentation de 20% des CAPEX ne devrait pas compromettre leur avantage par rapport à la technologie de base (chaudière à condensation). Il est important de souligner que les analyses initiales tiennent compte des subsides accordés actuellement aux différentes technologies (subsides à l'investissement tels que les aides UDE).



Graphique 56: Variation de la VAACN en fonction des CAPEX pour le profil 2

## Analyse de sensibilité sur la variation des OPEX

Le graphique ci-dessous illustre la sensibilité des résultats présentés *supra* par rapport à une augmentation ou diminution des charges opérationnelles (OPEX) considérées (hors combustibles & certificats verts). Les résultats de cette analyse de sensibilité renforcent les conclusions des résultats présentés précédemment. En effet, les charges opérationnelles ne sont pas les postes de coûts les plus importants. Il est donc vraisemblable que la variation de celles-ci n'impacte que très légèrement les résultats obtenus.

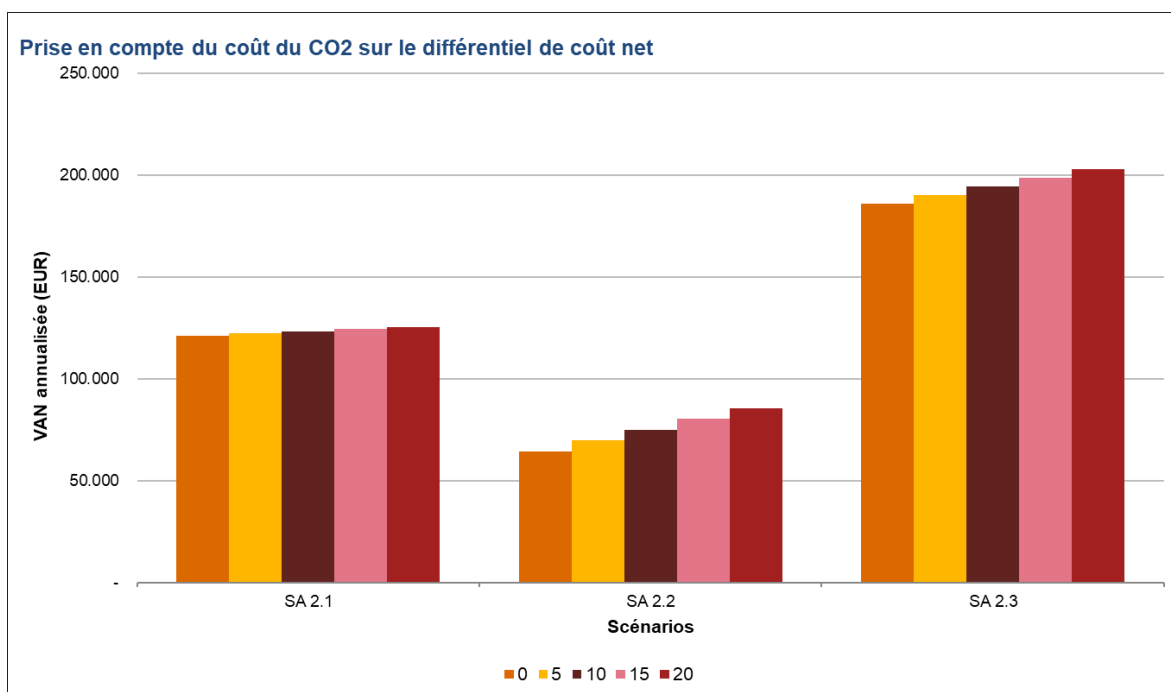


Graphique 57: Evolution des coûts nets actualisés en fonction des OPEX pour le profil 2

## Introduction d'un coût du CO<sub>2</sub>

Le graphique ci-dessous illustre les écarts entre les scénarios alternatifs et le scénario de base dans le cas où les consommateurs sont contraints de payer les tonnes de CO<sub>2</sub> émises par les technologies de production considérées. L'analyse considère une fourchette de prix de la tonne de CO<sub>2</sub> entre 0 EUR/tonne et 20 EUR/tonne. Ce coût s'ajoute à la VAACN de chaque scénario. Les constats sont :

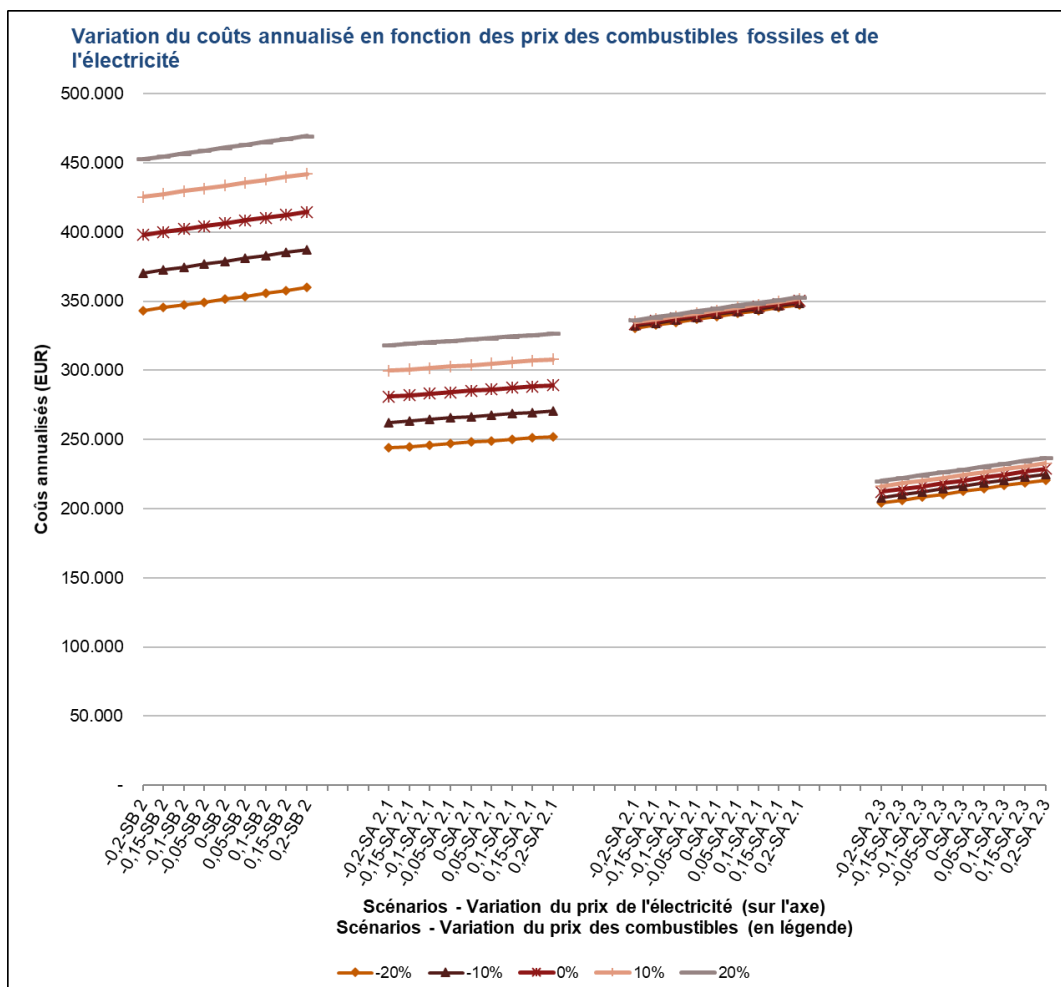
- L'écart entre **le scénario de base et le scénario SA1.1** augmente de façon non significative lorsque les prix de la tonne de CO<sub>2</sub> augmentent. Ceci s'explique par le fait que les technologies considérées dans le scénario SA1.1 consomment plus de gaz que les technologies considérées dans les autres scénarios.
- A l'inverse, les scénarios **SA1.2 et SA1.3** bénéficient de la prise en compte d'un coût du CO<sub>2</sub>. Les écarts augmentent au plus le prix de la tonne de CO<sub>2</sub> est important.



Graphique 58: Prise en compte d'un coût du CO<sub>2</sub> pour le profil 2 – Ecart de VAACN au scénario de base

## Variation des prix du gaz et de l'électricité

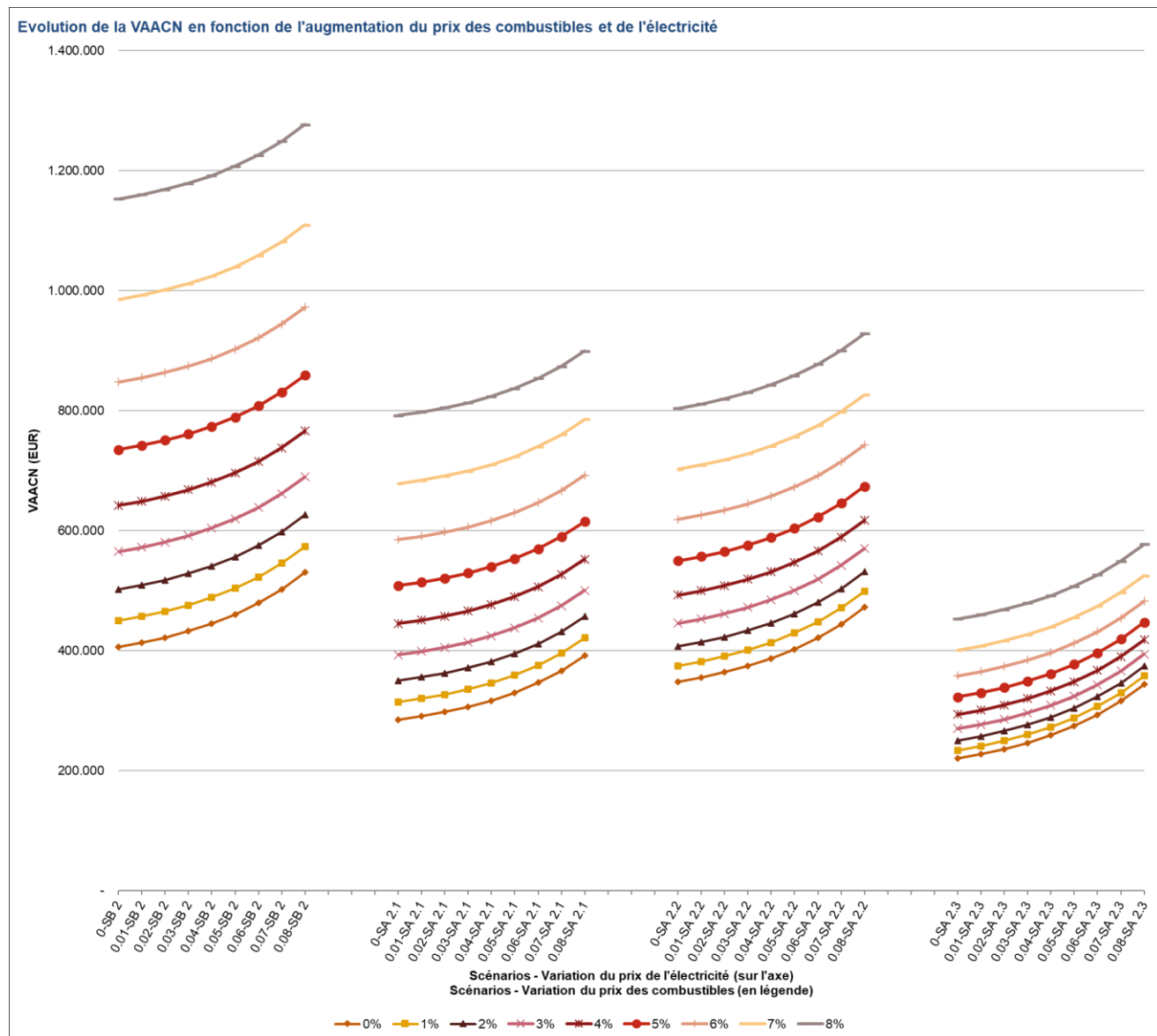
Cette analyse permet de jauger l'impact de la prise en compte de la TVA sur les résultats. En effet, dépendamment des combustibles, il y a lieu de considérer une augmentation proche de 10% (TVA à 6%) ou de 20% (TVA à 21%). Compte tenu de l'écart entre chaque scénario, il apparaît que la prise en compte de la TVA n'aurait pas eu d'impact sur le « classement » des VAACN des technologies bien que le scénario SA2.1 se rapproche des valeurs du scénario SA2.2, de même qu'une diminution du prix du gaz pour le scénario SB2. Les scénarios envisagés présentent une sensibilité faible à une variation du prix de l'électricité au vu de la pente des droites.



Graphique 59: Variation des prix du gaz et de l'électricité pour le profil 2

## Variation de l'augmentation du prix du gaz et de l'électricité

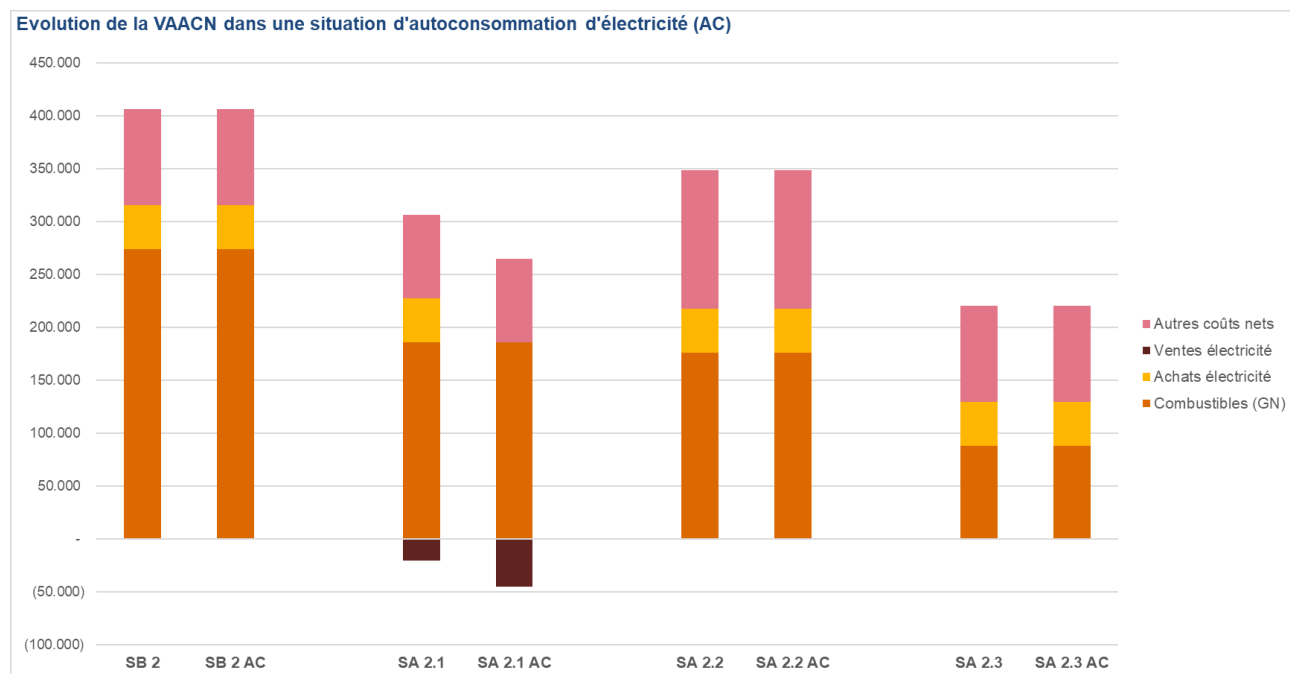
Il apparaît que la VAACN des scénarios SB2, SA2.2 et SA2.3 grimpe lorsque l'inflation sur le prix de l'électricité augmente.



Graphique 60: Variation de la VAACN en fonction d'inflation des prix du gaz et de l'électricité pour le profil 2

## Analyse de sensibilité sur l'autoconsommation collective

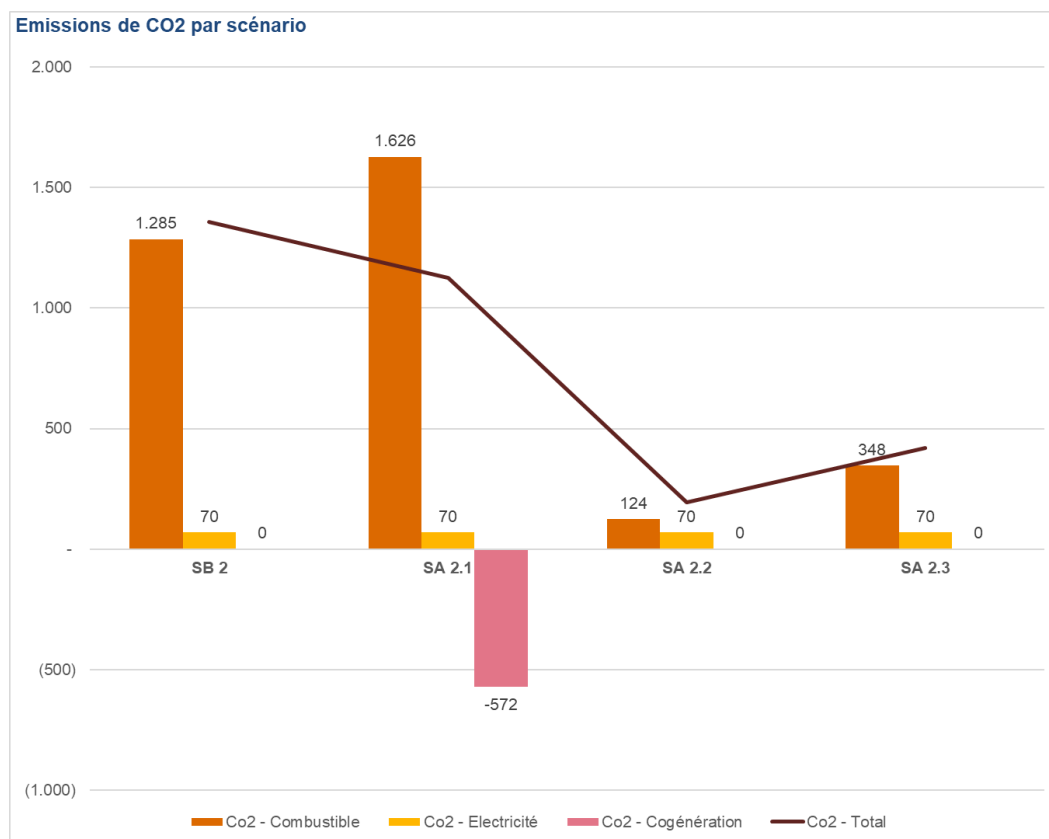
Le graphique ci-dessous présente le VAACN de chaque scénario dans deux situations : (1) sans autoconsommation collective et (2) avec autoconsommation collective (AC) de 100% l'électricité autoproduite. Seul le scénario exploitant une cogénération est concerné mais ce résultat met en lumière l'atout que peut représenter les communautés d'énergie. Le principal gain de l'autoconsommation est au niveau du poste « Achats d'électricité » qui devient nul lorsque la production est supérieure aux besoins. Cependant, les coûts liés à l'achat de combustible l'empêchent d'être plus intéressant que le scénario SA2.3.



Graphique 61: Analyse en cas d'autoconsommation collective

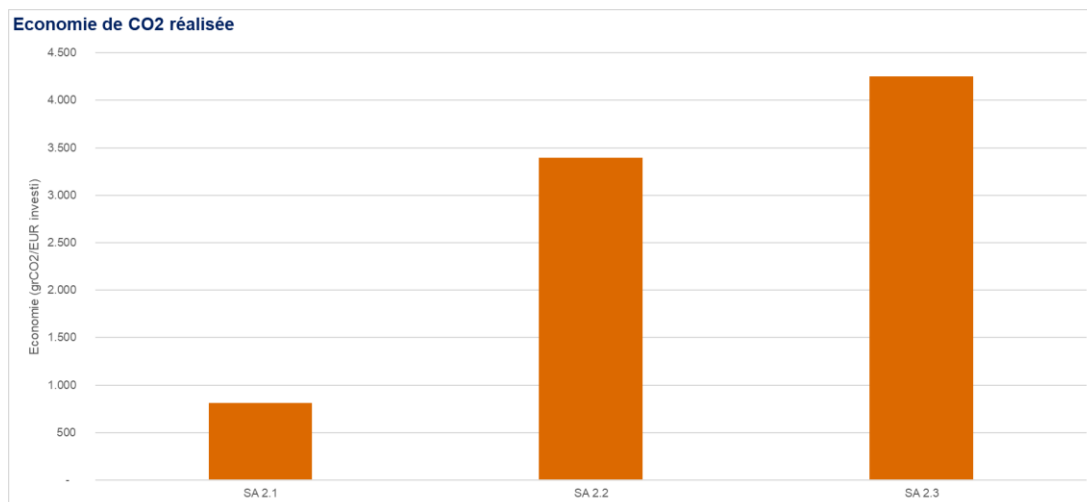
### *.X.4.6.1. Analyse environnementale*

Le scénario de base présente une production annuelle de CO<sub>2</sub> de 1.350 tonnes. Les scénarios alternatifs SA2.1, SA2.2 et SA2.3 affichent des émissions annuelles plus faibles, respectivement de 1.100 tonnes, 190 tonnes et 420 tonnes de CO<sub>2</sub>. Cela est cohérent compte tenu du caractère renouvelable des énergies consommées pour produire de la chaleur dans ces scénarios. Il est important de souligner que les cogénérations génèrent également de l'électricité verte. Dans le cas du scénario SA2.1, la production d'électricité de la cogénération permet d'éviter l'émission de plus de 570 tonnes CO<sub>2</sub>.



*Graphique 62: Emissions de CO<sub>2</sub> par scénario pour le profil 2 (en tonnes de CO<sub>2</sub>)*

Le Graphique 63 présente l'impact de chaque investissement sur les émissions de CO<sub>2</sub> comparativement au scénario de base. Pour identifier les grammes de CO<sub>2</sub> économisé par euro investi, l'approche suivante a été suivie. Pour chaque scénario, la différence d'émissions de CO<sub>2</sub> avec le scénario de base est divisée par sa VAACN. Il apparaît que le scénario SA2.3 est l'investissement le plus efficace en termes de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Chaque euro investi permet de diminuer de plus de 4.000 gr de CO<sub>2</sub> par rapport au scénario de base.



*Graphique 63: Economie de CO2 réalisée avec les scénarios alternatifs*

### X.4.7. Conclusions

Les analyses économiques et de sensibilité effectuées ci-dessus permettent d'identifier plusieurs points :

1. Toutes les solutions alternatives étudiées présentent des coûts nets actualisés inférieurs à ceux du scénario de base dans le contexte actuel (à très court terme pour les scénarios intégrant une cogénération et une valorisation de la chaleur fatale et à moyen terme pour le scénario intégrant une chaudière biomasse) ;
2. La valorisation de chaleur fatale est une solution compétitive mais qui n'offre pas le plus grand impact sur le bilan carbone. ;
3. La cogénération gaz reste plus performante que la biomasse d'un point de vue économique grâce à ses coûts d'exploitation moindres et la vente d'électricité. Ceci est majoritairement dû au combustible qui n'est pas « normé » en biomasse et donc peut engendrer plus d'entretien et de surveillance. Une filière biomasse mieux organisée pourrait réduire partiellement ce problème ;
4. L'augmentation des prix des combustibles « carbonés » améliore le positionnement compétitif des technologies alternatives considérées. Cette augmentation permet également de se rendre compte de l'importance d'utiliser la technologie primaire au maximum possible car souvent plus intéressante que la technologie secondaire, surtout pour les technologies fonctionnant à la biomasse ou à la chaleur fatale. ;
5. La centralisation de la technologie de chauffe permet de réduire le prix du combustible et rendre la solution plus attrayante qu'une solution décentralisée. ;
6. L'autoconsommation de l'électricité produite, sous forme de Communauté d'énergie permet d'augmenter de façon significative l'attractivité des scénarios exploitant une cogénération.
7. Le scénario « cogénération gaz » permet de réduire légèrement le CO2 produit par rapport au scénario de base à cause de l'utilisation d'une énergie fossile, émettrice de CO2. Les scénarios alternatifs 2 et 3 permettent de réduire significativement les émissions de CO2. On remarque l'intérêt d'utiliser un combustible SER ou de la chaleur fatale qui ne produit pas de CO2. ;
8. Un soutien à la chaleur verte permettrait d'égaliser les scénarios cogénération et biomasse.



## X.5. Analyse du profil 3

### X.5.1. Description du profil de consommation 3

Le tableau ci-dessous présente les données clés de la morphologie et de la consommation du Profil 3. Ce profil correspond à un site industriel.

Profil 3	
Caractéristiques	Site industriel
Consommation énergétique thermique	15.000.000 kWh
Consommation énergétique électrique	1.543.785 kWh

Tableau 51 : Description du profil de consommation 3

### X.5.2. Représentativité du profil

Le scénario alternatif 1 (SA3.1) se base sur l'exploitation de la chaleur fatale industrielle. Par conséquent, l'estimation de la représentativité doit se dimensionner sur base de la chaleur fatale industrielle disponible dont le potentiel technique s'élève à 5.026 GWh<sup>100</sup> en Wallonie. Cela représente plus de 43% des besoins de chaleur substituable du secteur industriel wallon (11.639 GWh en 2016)<sup>101</sup>. La longueur du réseau de chaleur envisagé dans les scénarios alternatifs est de plus de 4.000 mètres. Cela offre la possibilité de distribuer la chaleur au sein d'un zoning industriel. La majorité des sites industriels wallons étant localisés dans une zone géographique limitée (sillon Sambre-et-Meuse) et au sein de zonings industriels, la représentativité de ce profil en est renforcée.

### X.5.3. Scénarios envisagés

#### X.5.3.1. Description des scénarios

Au regard du profil de consommation décrit *supra*, quatre scénarios ont été identifiés :

- **Scénario de base (SB3)** : Le scénario de base (SB3) considère une situation dans laquelle un site industriel assure ses propres besoins, via des chaudières à condensation mazout dans chaque bâtiment. Il n'y a pas de réseau de chaleur.
- **Scénario alternatif 1 (SA3.1)** : Le scénario alternatif 1 (SA3.1) considère une situation dans laquelle 93% des besoins de chaleur sont couverts par de la chaleur fatale industrielle, au travers d'un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au mazout (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.
- **Scénario alternatif 2 (SA3.2)** : Le scénario alternatif 2 (SA3.2) considère une situation dans laquelle 93% des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération de biomasse solide (de type bois B) reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au mazout (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.
- **Scénario alternatif 3 (SA3.3)** : Le scénario alternatif 3 (SA3.3) considère une situation dans laquelle 53% des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération biogaz centralisée, alimentée en biogaz via une unité de biométhanisation. L'ensemble est relié à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur sont assurés grâce à une chaudière au mazout également centralisée et connectée au réseau de chaleur.

<sup>100</sup> Voir Chapitre 9

<sup>101</sup> Voir Chapitre 1

### X.5.4. Présentation des données technico-financières

Le tableau ci-dessous consolide les données technico-financières qui ont été prises en compte pour le modèle qui soutient l'analyse effectuée. Les principales variables utilisées sont :

- La durée de vie de ladite technologie exprimée en année
- Les CAPEX unitaires (investissements) en EUR/kW ou EUR/m pour les réseaux de chaleur
- Les OPEX (charges opérationnelles) en %CAPEX/an
- Les autres frais d'installation en %CAPEX
- Le rendement thermique saisonnier (%)
- Le rendement électrique (%)
- La production annuelle thermique (kWh)
- La puissance thermique installée (kW)

	Scénario de base (SB3)	Scénario alternatif (SA 3.1)	Scénario alternatif (SA 3.2)	Scénario alternatif (SA 3.3)
Description générale du scénario	Chaudière à condensation mazout décentralisée par bâtiment	Chaleur fatale industrie et appoint chaudière mazout	Centrale biomasse et appoint chaudière mazout	Cogénération biogaz centralisée et appoint chaudière mazout
<b>Technologie primaire</b>	<b>Chaudière à condensation</b>	<b>Echangeur de vapeur</b>	<b>Cogénération biomasse solide</b>	<b>Cogénération biogaz</b>
Durée de vie	15 ans	30 ans	15 ans	8 ans
CAPEX unitaire (EUR/kWth)	323	199	2.500	4.330
Autre frais d'installation (% CAPEX)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
OPEX (exploitation) (% CAPEX/an)	6%	8%	9%	10%
Rendement thermique saisonnier sur PCS (%)	85%	98%	50%	54%
Rendement électrique (%)	n.a.	n.a.	15%	0%
Coefficient de performance (chaud ou froid)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Production annuelle thermique (kWh/an)	15.000.000	14.000.000	14.000.000	8.000.000
Production annuelle électrique (kWh/an)	n.a.	n.a.	4.200.000	10.800.000
Puissance thermique (kW)	5.400	4.000	2.000	2.000
Puissance électrique (kW)	n.a.	n.a.	600	1.350
<b>Technologie secondaire</b>	<b>n.a.</b>	<b>Chaudière d'appoint central au mazout</b>	<b>Chaudière d'appoint central au mazout</b>	<b>Chaudière d'appoint central au mazout</b>
Durée de vie	n.a.	30 ans	30 ans	30 ans
Capex unitaire (EUR/kW)	n.a.	177	177	177
OPEX (exploitation) (% CAPEX/an)	n.a.	4%	4%	4%
Rendement thermique saisonnier sur PCS (%)	n.a.	90%	90%	90%
Rendement électrique (%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Coefficient de performance (chaud ou froid)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Production annuelle thermique (kWh/an)	n.a.	1.000.000	1.000.000	7.000.000
Puissance thermique (kW)	n.a.	5.000	5.000	5.000
<b>Réseau</b>	<b>n.a.</b>	<b>OUI</b>	<b>OUI</b>	<b>OUI</b>
Durée de vie (ans)	n.a.	50 ans	50 ans	50 ans
Longueur du réseau (m)	n.a.	4.384	4.384	4.384
CAPEX infrastructure (EUR/m)	n.a.	1.283	1.283	1.283
OPEX (%CAPEX/an)	n.a.	1%	1%	1%
Pertes de distribution (%)	n.a.	10%	10%	10%

Tableau 52 : Données technico-financières du profil 3

## X.5.5. Analyses économiques

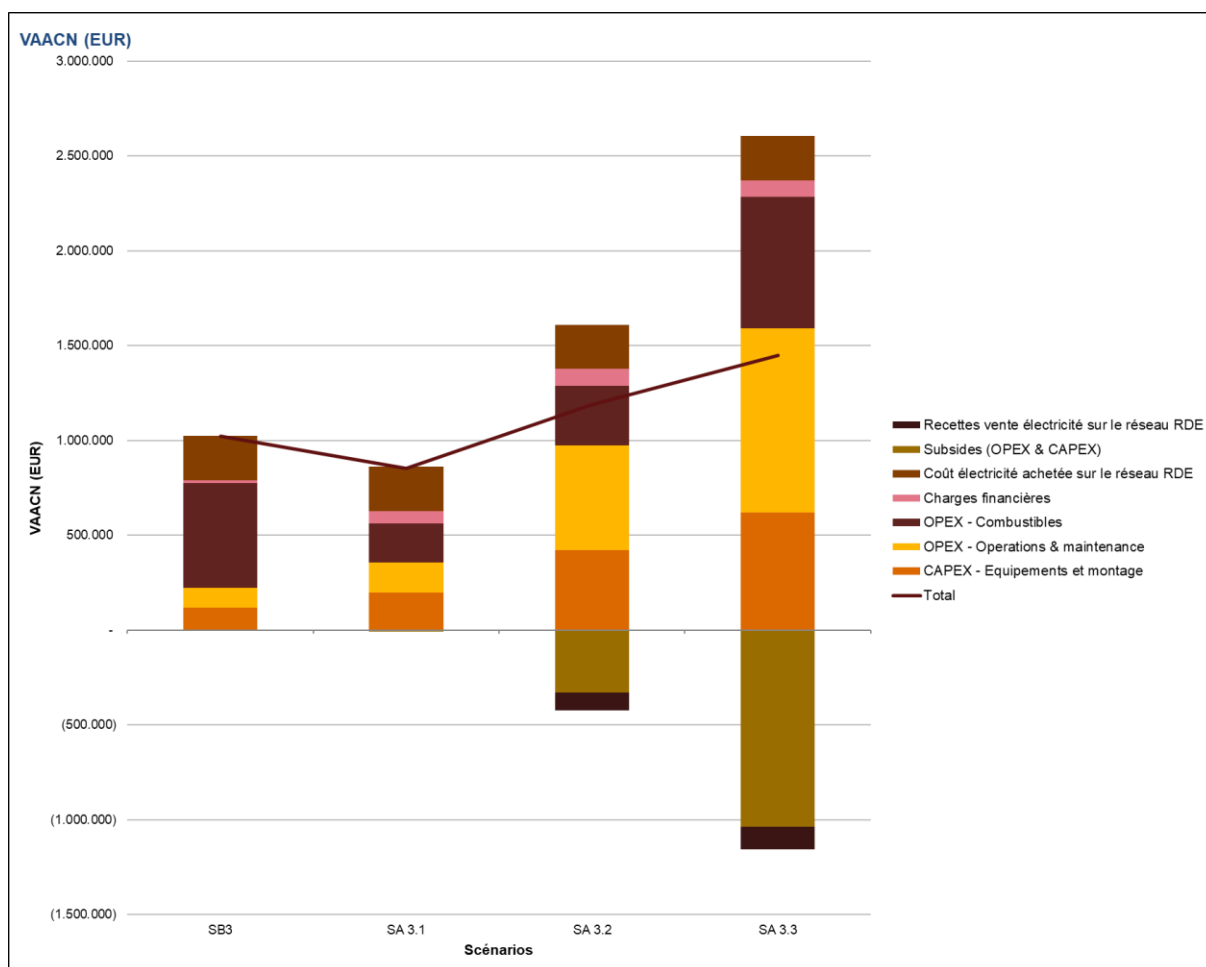
### Valeur actualisée et annualisée des coûts nets

Le scénario alternatif SA3.1 présente une valeur actualisée et annualisée des coûts nets (VAACN) inférieure au scénario de base, soit le scénario qui considère l'installation de chaudières à condensation. Ce n'est pas le cas pour le scénario SA3.2. Les principales raisons de ces résultats sont les suivantes :

- **Scénario SA3.1 (chaleur fatale)** : L'avantage de ce scénario repose principalement sur des coûts liés aux combustibles environ 2 fois moins élevés que dans les autres scénarios.
- **Scénario SA3.2 (cogénération biomasse)** : L'inconvénient de ce scénario réside dans le fait que les CAPEX et les OPEX sont beaucoup plus importants que dans les autres scénarios.
- **Scénario SA3.3 (cogénération biogaz)** : L'inconvénient de ce scénario réside dans le fait que l'installation de biométhanisation et la cogénération ainsi que la maintenance sont beaucoup plus importants que les autres scénarios.

Sénario	SB3	SA 3.1	SA 3.2	SA 3.3
Valeur actualisée et annualisée des coûts nets (EUR/an)	1.022.484	852.693	1.186.506	1.448.774
Différence	0	169.791	-164.021	-426.290

Tableau 53 : Résultats globaux pour le profil 3

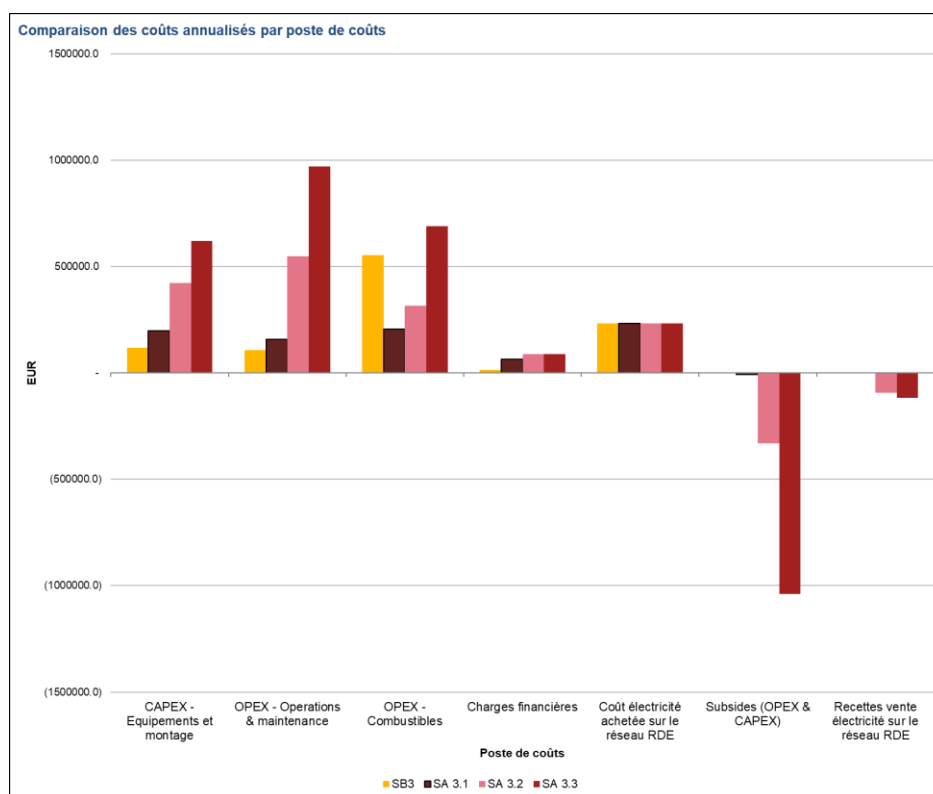


Graphique 64: VAN annualisées des trois scénarios du profil 3 (EUR/an)

## Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts

Une analyse des coûts annualisés par poste de coûts permet d'identifier les forces et les faiblesses de chacun des scénarios :

- **CAPEX – Equipement & montage** : Les cogénérations biomasse et biogaz (SA3.2 et SA3.3) ont pour principal inconvénient la valeur élevée des CAPEX nécessaires. A l'inverse, les CAPEX nécessaires pour les scénarios SB3 et SA3.1 sont relativement faibles.
- **OPEX – Opération & maintenance** : Comparativement aux autres postes de coûts, les charges liées à l'opération et la maintenance des installations sont relativement faibles pour les scénarios SB3 et SA3.1. Pour les scénarios SA3.2 et SA3.3, cette charge est beaucoup importante (près de 4 fois plus élevée que pour les scénarios SB3 et SA3.1 pour le scénario SA3.2 et plus de 6 fois plus élevée pour le scénario SA3.3).
- **OPEX – Combustibles** : Les OPEX combustibles couvrent l'achat des combustibles nécessaires pour répondre aux besoins de chaleur identifiés. Le scénario SA3.1 bénéficie de la chaleur fatale industrielle à un prix très bas. La cogénération (SA3.2) est très consommatrice de combustibles mais bénéficie d'un prix préférentiel (équivalent à celui d'un consommateur industriel) compte tenu du volume de combustible requis. La seconde cogénération consomme également beaucoup de combustible mais à un prix beaucoup moins avantageux (près de 2 fois plus cher que le SA3.2), ce qui explique que ce scénario coûte près de 2 fois plus en combustibles.
- **Charges financières** : Les charges financières sont les plus faibles dans le scénario de base car la technologie employée a une durée de vie plus courte. Cela réduit plus rapidement le montant des capitaux sur lesquels une charge financière est appliquée.
- **Coût de l'électricité achetée sur le réseau** : Sur base de l'hypothèse que l'autoconsommation collective est inexistante, tous les scénarios se fournissent en électricité à 100% sur le réseau de distribution, qu'ils bénéficient d'une technologie productrice d'électricité (SA3.2 et SA3.3) ou non (SB3 et SA3.1)
- **Recette liée à la vente d'électricité sur le réseau** : Seul les scénarios SA3.2 et SA3.3 produisent de l'électricité et peuvent ainsi la valoriser en la revendant sur le réseau. Il est également important de souligner que l'électricité revendue sur le réseau est valorisée à 0,040EUR/kWh.



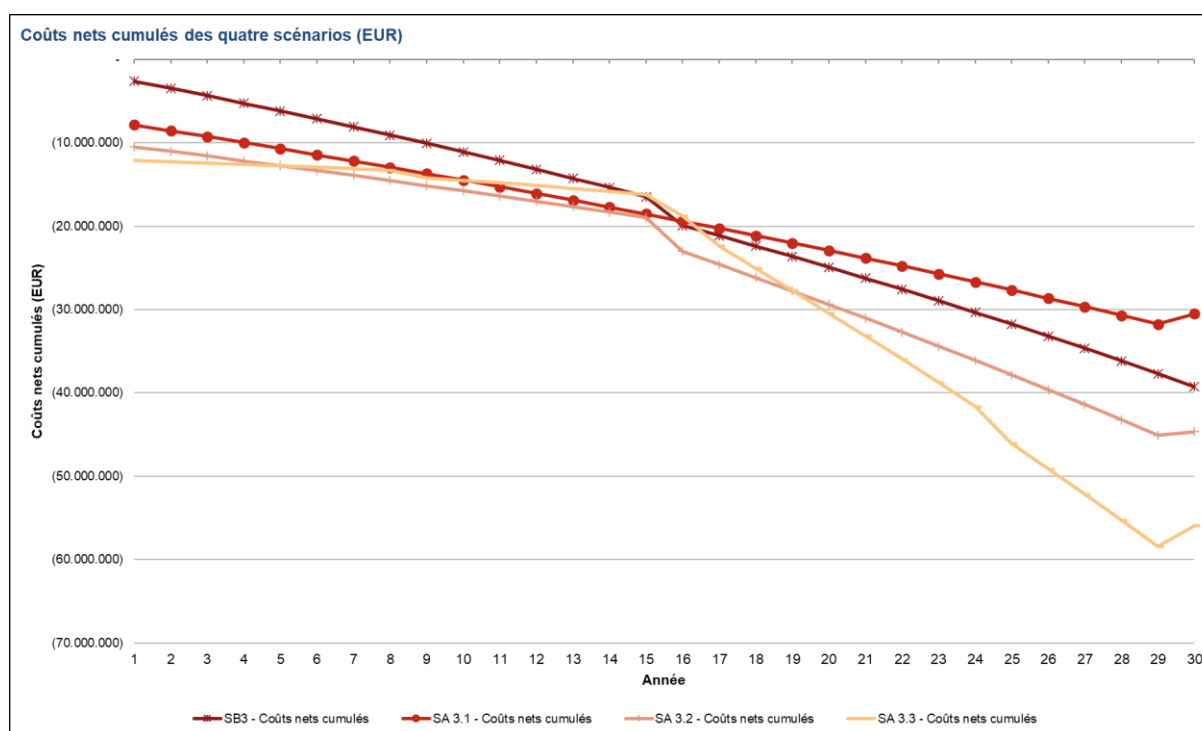
Graphique 65: Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts pour le profil 3

## Comparaison des coûts nets cumulés des trois scénarios (EUR)

Le graphique des coûts nets cumulés des trois scénarios envisagés doit être mis en perspective avec les investissements et les durées de vie des technologies considérées dans chacun de ces scénarios. En effet, ces informations permettent de comprendre les « paliers » visibles sur le graphique. Bien que le scénario de base présente des investissements plus faibles que les autres, ce qui lui permet d'être le plus rentable sur le court terme, il apparaît que le scénario alternatif SA 3.1 est avantageux sur le plus long terme. Il faut attendre une période de 16 ans pour que ce scénario alternatif ait des coûts nets cumulés plus faibles que le scénario de base. Dès la 15<sup>ème</sup> année, on remarque une augmentation des prix nets du scénario de base dû au fait qu'il faille remplacer l'ensemble des chaudières. En revanche, les scénarios SA3.2 et SA3.3 ne deviendront jamais plus intéressant que le scénario de base en raison tout d'abord de leurs CAPEX élevés, et ensuite de par l'absence de subsides à partir de la 15<sup>e</sup>

	Investissement tech. Primaire (EUR)	Durée de vie tech. Primaire (ans)	Investissement tech. d'appoint (EUR)	Durée de vie tech. d'appoint (ans)
<b>SB3</b>	1.745.010	15 ans	0	n.a.
<b>SA 3.1</b>	796.000	30 ans	885.000	30 ans
<b>SA 3.2</b>	5.000.000	15 ans	885.000	30 ans
<b>SA 3.3</b>	8.660.000	8 ans	885.000	30 ans

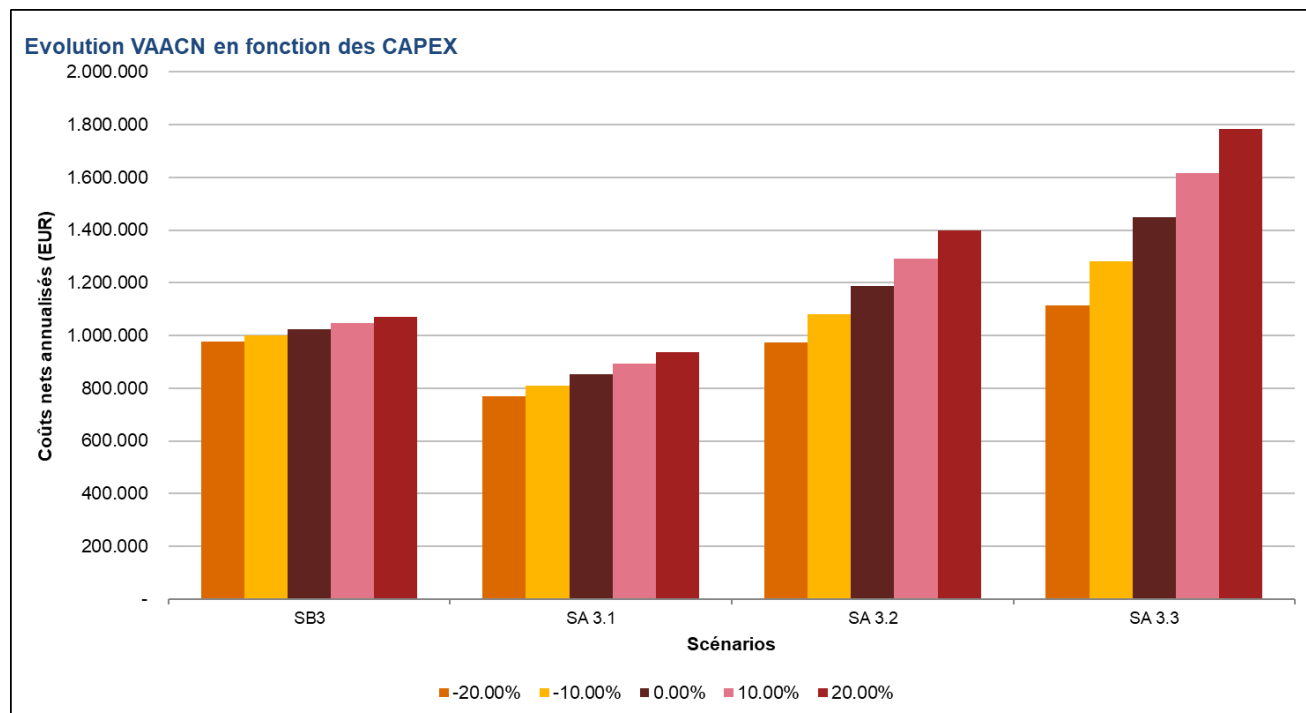
Tableau 54 : Investissements et durées de vie des technologies du profil 3



Graphique 66: Coûts nets cumulés des trois scénarios du profil 3

### X.5.6. Analyse de sensibilité sur la variation des CAPEX

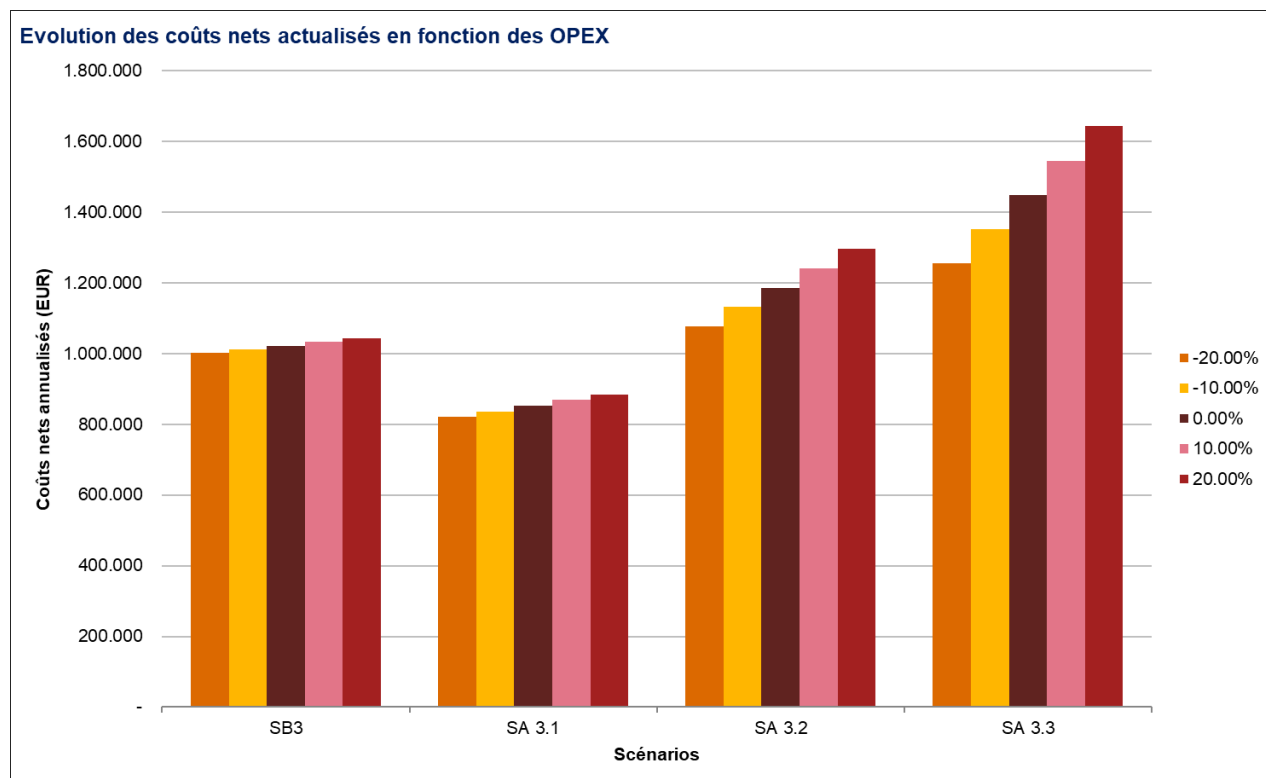
Le graphique ci-dessous illustre la sensibilité des résultats présentés *supra* par rapport à une augmentation ou diminution des investissements envisagés (CAPEX). Il apparaît que le scénario de base et SA3.1 ne varient pas beaucoup en fonction du CAPEX puisque l'investissement de base est plus réduit. Les VAACN des scénarios alternatifs SA3.2 et SA3.3, eux, varient beaucoup en fonction de l'augmentation ou de la diminution des CAPEX. Une diminution de 20% des CAPEX du scénario SA3.2 lui permet de devenir compétitif avec les scénarios SB3 et SA3.1. Malgré une grosse diminution du VAACN du scénario SA3.3, celui-ci reste plus cher que le reste.



Graphique 67 : Variation de la VAACN en fonction des CAPEX pour le profil 3

## Analyse de sensibilité sur la variation des OPEX

Le graphique ci-dessous illustre la sensibilité des résultats présentés *supra* par rapport à une augmentation ou une diminution des charges opérationnelles (OPEX) considérées (hors combustibles). Les résultats de cette analyse de sensibilité renforcent les conclusions des résultats présentés précédemment. En effet, les charges opérationnelles ne sont pas les postes de coûts les plus importants. Il est donc vraisemblable que la variation de ceux-ci n'impacte que très légèrement les résultats obtenus. Les OPEX étant des pourcentages des CAPEX, on obtient une variation très similaire par rapport au graphique précédent.

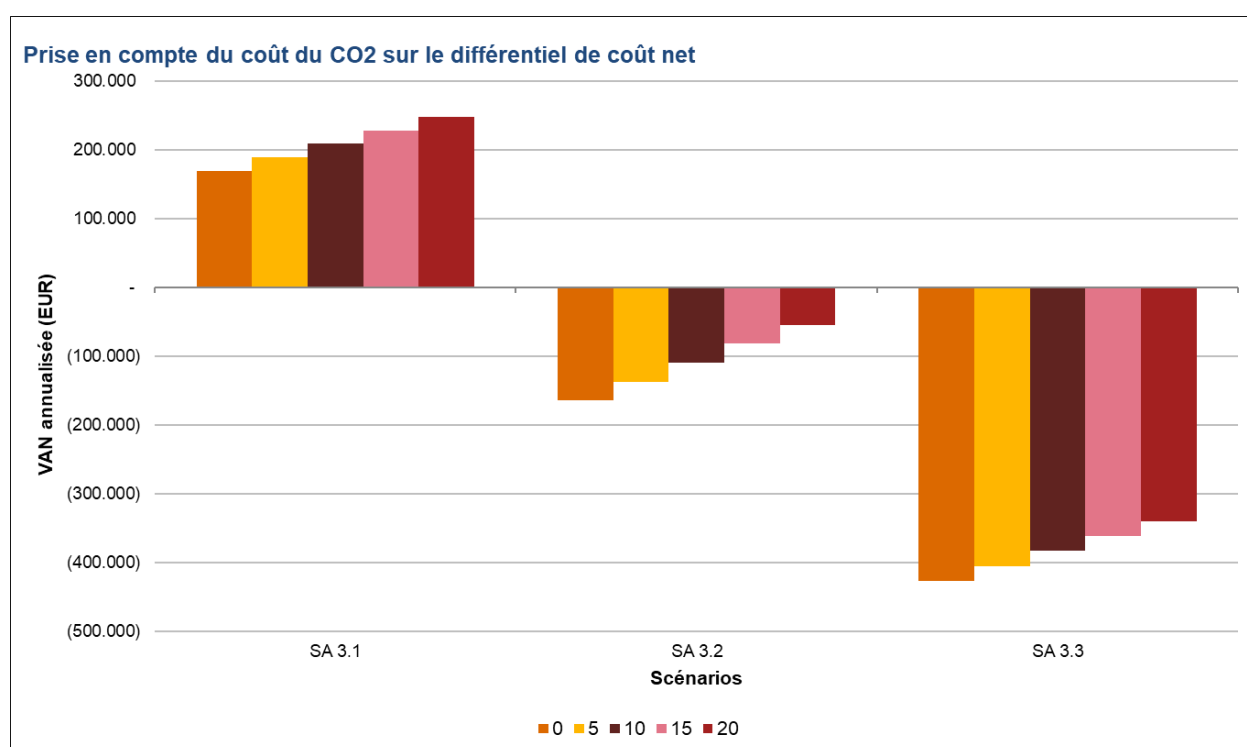


Graphique 68 : Evolution des VAACN en fonction des OPEX pour le profil 3

## Introduction d'un coût du CO<sub>2</sub>

Le graphique ci-dessous illustre les écarts entre les scénarios alternatifs et le scénario de base dans le cas où les consommateurs sont contraints de payer les tonnes de CO<sub>2</sub> émises par les technologies de production considérées. L'analyse considère une fourchette de prix de la tonne de CO<sub>2</sub> entre 0 EUR/tonne et 20 EUR/tonne. Les constats sont :

- L'écart entre le **scénario de base** et le **scénario SA3.1**, augmente lorsque le prix de la tonne de CO<sub>2</sub> augmente. Ceci s'explique par le fait que la technologie considérée dans le scénario alternatif consomme moins d'énergie fossile que la technologie considérée dans le scénario de base.
- Pour les scénarios SA3.2 et SA3.3, l'introduction d'un coût du CO<sub>2</sub> permet de réduire la VAN annualisée. En effet, la technologie mise en œuvre (biométhanisation) utilise des combustibles permettant de produire de gaz vert, considéré comme non-émetteur de CO<sub>2</sub>. On remarque cependant que l'introduction d'un coût du CO<sub>2</sub> ne permet pas de rattraper l'écart avec le scénario de base et le scénario SA3.1, confirmant leur non rentabilité dans les conditions mises en œuvre ici.

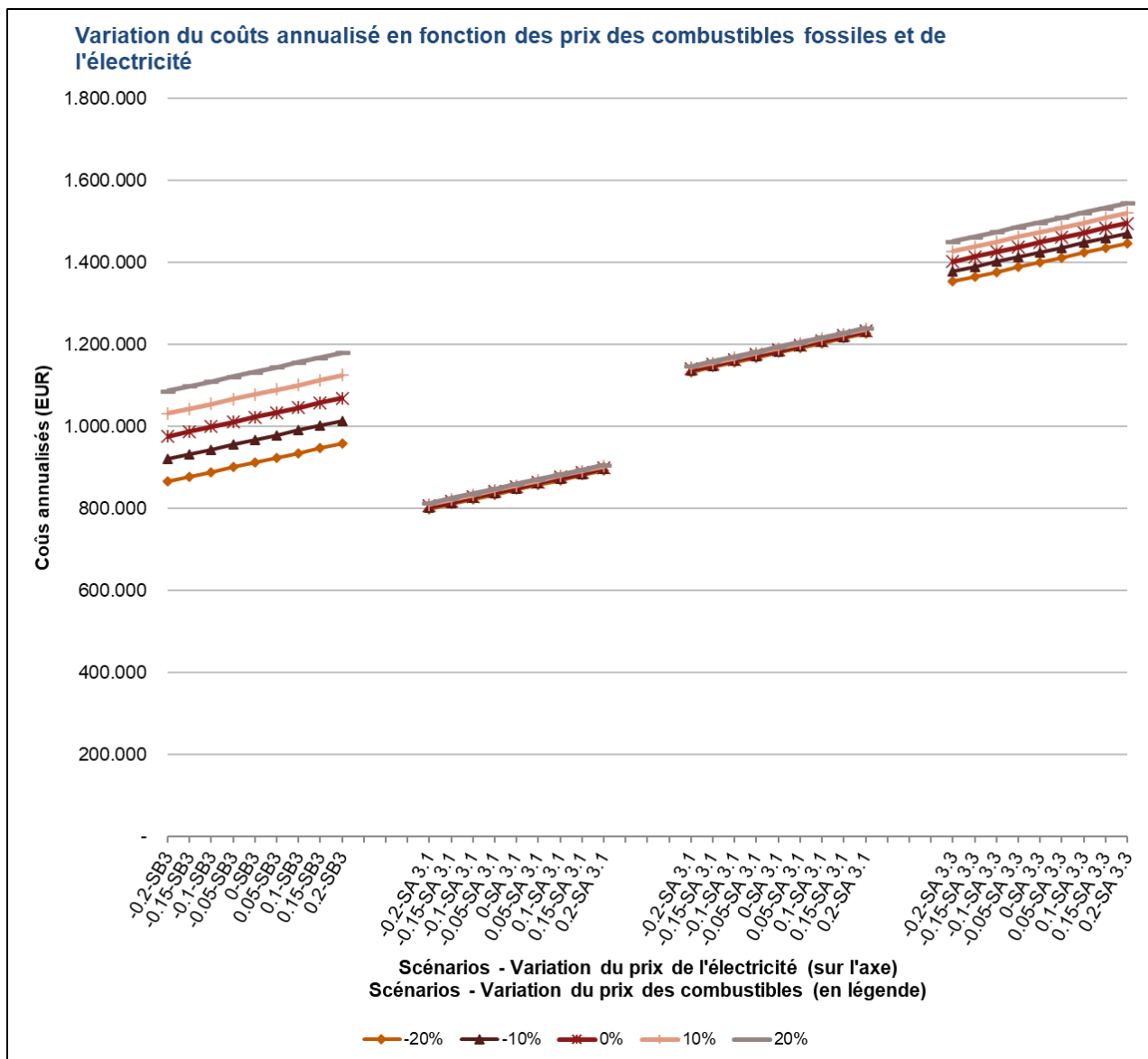


Graphique 69: Prise en compte d'un coût du CO<sub>2</sub> pour le profil 3



## Variation des prix du gaz et de l'électricité

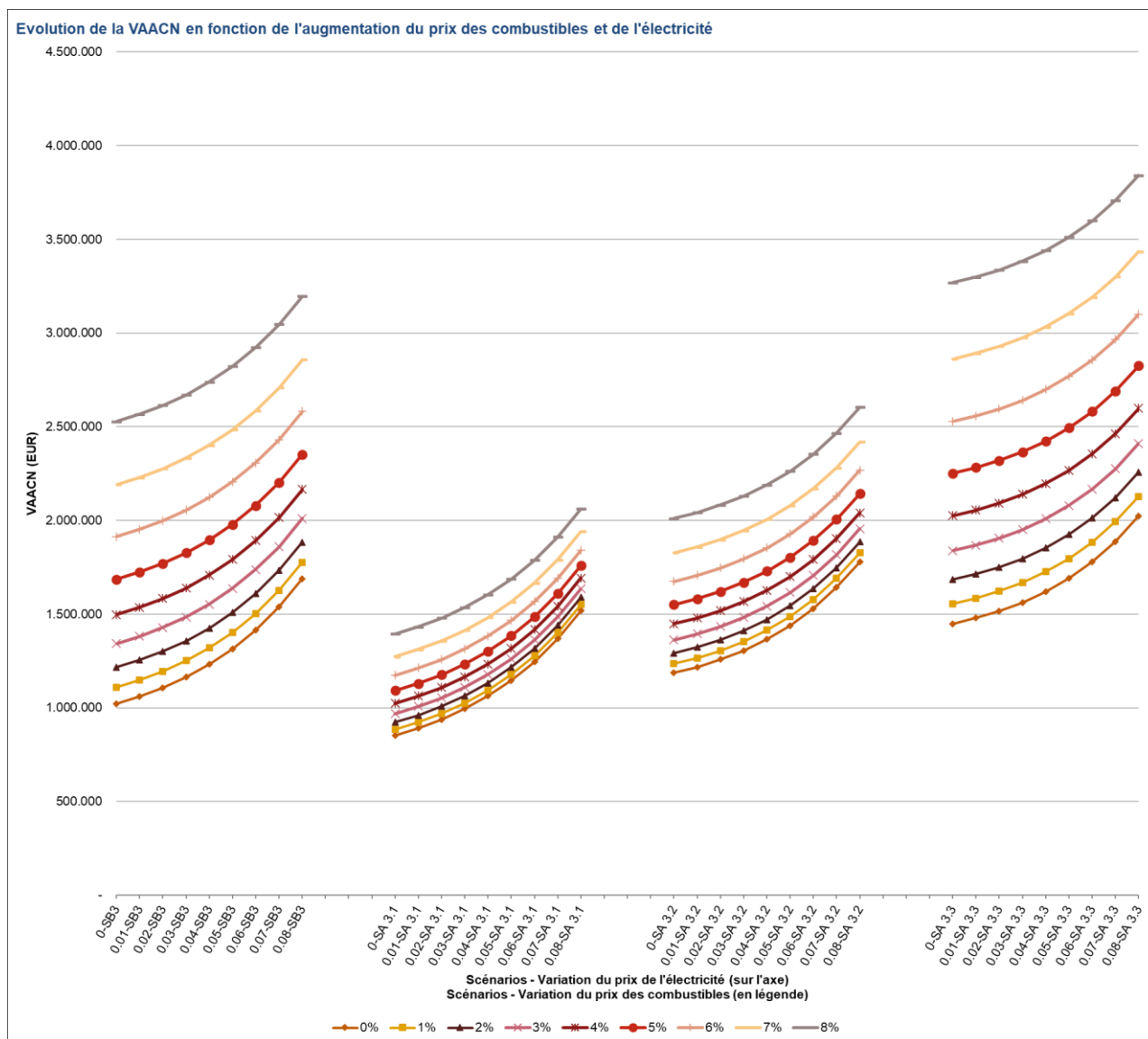
Le graphique ci-dessous illustre les résultats des scénarios analysés précédemment dans le cas où les coûts du gaz et de l'électricité étaient plus ou moins élevés (fourchette de -20% à +20%). Sur base de cette analyse, il apparaît que quelle que soit la variation des prix du gaz et de l'électricité, aucun scénario ne modifie sa position (avantageuse ou non) par rapport aux autres du point de vue des coûts annualisés. Une augmentation du prix de l'électricité aurait un impact identique sur les différents scénarios (droites parallèles). Cependant, une augmentation du prix des combustibles entraîne une augmentation (translation vers le haut des droites) de la VAACN, surtout dans les scénarios SB3 et SA3.3 qui consomment plus d'énergie fossile que les deux autres scénarios. En effet, dans le cas du scénario SA3.3, 47% des besoins de chaleur sont couverts par une chaudière mazout d'appoint, tandis que les scénarios SA3.1 et SA3.2 assurent 93% de leurs besoins de chaleur grâce à des technologies vertes (chaleur fatale et centrale biomasse).



Graphique 70: Variation des prix du gaz et de l'électricité pour le profil 3

## Variation de l'augmentation du prix du gaz et de l'électricité

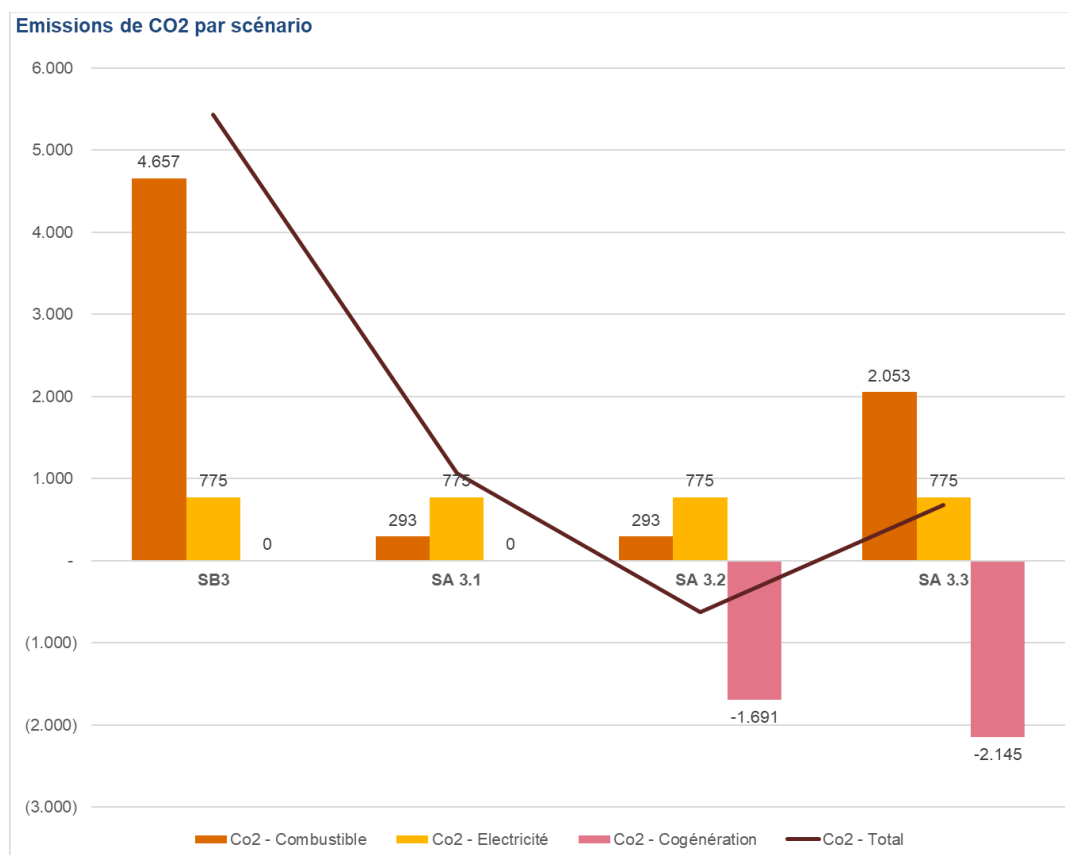
Le graphique ci-dessous considère une variation de l'augmentation des prix du gaz et de l'électricité (hypothèses initiales respectivement de +2%/an et +4%/an). Sur base de cette analyse, il apparaît que, dans une situation où les coûts de l'électricité augmentent fortement et les coûts du combustible restent stables ou augmentent légèrement (maximum 6%), le scénario SA 3.2 présente potentiellement des coûts nets actualisés inférieurs aux autres scénarios. Ce résultat s'explique par le fait que la technologie du scénario SA3.2 est génératrice d'électricité ce qui lui procure un double avantage dans une situation d'autoconsommation : l'électricité n'est pas un poste de dépense et la production du surplus de production génère un revenu.



Graphique 71: Evolution de la VAACN en fonction de l'augmentation du prix des combustibles et de l'électricité pour le profil 3

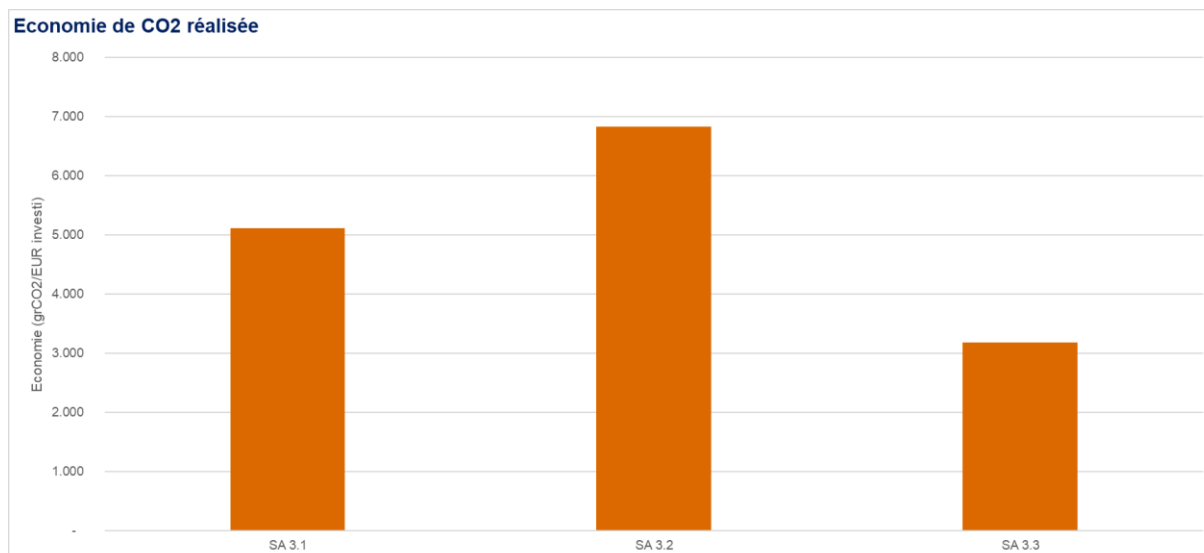
### *.X.5.6.1. Analyse environnementale*

Le scénario de base présente une production annuelle de CO<sub>2</sub> de plus de 5.400 tonnes. Les scénarios alternatifs SA3.1 et SA3.3 affichent des émissions annuelles plus faibles, respectivement 1.000 tonnes et 700 tonnes de CO<sub>2</sub>. Cela est cohérent compte tenu du caractère environnemental des énergies consommées pour produire de la chaleur. De plus, le scénario SA3.2 permet de réduire l'impact CO<sub>2</sub> du projet grâce à la production d'électricité verte et l'utilisation d'un combustible SER. Son impact est de -600 tonnes de CO<sub>2</sub> par an. Il est important de souligner que les cogénérations du scénario SA3.2 et SA3.3 génèrent de l'électricité verte, ce qui réduit encore leurs émissions relativement à la quantité d'énergie générée de 1.690 et 2.150 tonnes de CO<sub>2</sub>. Par ailleurs le scénario SA3.3 ne permet pas de couvrir 100% de la demande de chaleur du profil, un combustible fossile d'appoint est donc encore nécessaire.



*Graphique 72: Emissions de CO<sub>2</sub> par scénario pour le profil 3*

Le Graphique 73 présente l'impact de chaque investissement sur les émissions de CO<sub>2</sub> comparativement au scénario de base. Pour identifier les grammes de CO<sub>2</sub> économisés par euro investi, l'approche suivante a été suivie. Pour chaque scénario, la différence d'émissions de CO<sub>2</sub> avec le scénario de base est divisée par sa VAACN. Il apparaît que le scénario SA3.2 est l'investissement le plus efficace en termes de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Chaque euro investi permet de diminuer de près de 7.000 gr de CO<sub>2</sub> par rapport au scénario de base.



Graphique 73: Economie de CO2 réalisée avec les scénarios alternatifs pour le profil 3.

### X.5.7. Conclusions

Les analyses économiques et de sensibilité effectuées ci-dessus permettent d'identifier plusieurs points :

1. Le scénario « chaleur fatale » (SA3.1) présente des coûts nets actualisés inférieurs à ceux du scénario de base. Dû à une importante charge de CAPEX et d'OPEX pour l'installation et l'entretien d'une centrale de biométhanisation d'une taille critique suffisante, le scénario SA3.3 présente des coûts nets actualisés supérieurs au scénario de base. De manière similaire, le scénario SA3.2 ne présente pas des coûts nets inférieurs au scénario de base. ;
2. Dans une situation où les coûts de l'électricité augmentent fortement et les coûts du combustible restent stables ou augmentent légèrement (maximum 6%), le scénario « cogénération biomasse » (SA 3.2) présente potentiellement des coûts nets actualisés inférieurs à ceux du scénario de base et à ceux du scénario alternatif « biométhanisation » (SA 3.1) grâce à la cogénération qui permet de produire de l'électricité. ;
3. Le scénario « biométhanisation » SA3.3 présente des coûts nets actualisés supérieurs à tous les autres scénarios. De plus, il profite de beaucoup de subsides mais ceux-ci ne lui permettent pas d'être compétitif par rapport aux autres technologies, surtout dans un contexte de faible prix des énergies fossiles. Seul un maintien du mécanisme de soutien à la production d'électricité renouvelable (CV) pendant toute la durée de vie du projet permet de garantir une rentabilité suffisante.
4. L'augmentation sensible des prix des combustibles « carbonés » améliore le positionnement compétitif des technologies utilisant de l'énergie renouvelable telle que la chaleur fatale ou la biomasse ;
5. La mise en place d'un coût « CO2 » permet d'améliorer le positionnement des technologies exploitant des énergies renouvelables telle que la chaleur fatale ou de la biomasse. Cependant, pour la biomasse (solide & biogaz), il n'est pas suffisant pour atteindre un point d'équilibre financier sans CV.
6. La solution de biométhanisation présente le gain le plus faible en CO2 par € investi. Cependant, l'analyse ne prend pas en compte les bénéfices « externes » en termes d'économie circulaire, de qualité des sols et donc réduction d'usage d'engrais, etc...

## X.6. Analyse du profil 4

### X.6.1. Description du profil de consommation 4

Le tableau ci-dessous présente les données clés de la morphologie et de la consommation du Profil 4. Ce profil correspond à une commune présentant une densité énergétique critique et une situation géographique adéquate (à savoir une zone où la géothermie profonde est exploitable). Les besoins de chaleur pris en compte dans ce profil sont principalement ceux des secteurs résidentiel et tertiaire.

Profil 4	
Caractéristiques	Commune urbain ou périurbaine
Exemple concret	Verviers
Consommation énergétique thermique	23.261.000 kWh
Consommation énergétique électrique	1.543.785 kWh

### X.6.2. Représentativité du profil

Sur base de l'étude sur le potentiel de la géothermie profonde en Wallonie (Analyse de l'utilisation de la chaleur géothermique via des réseaux de chaleur en Wallonie)<sup>102</sup>, il apparaît que 18 communes sont pertinentes pour le développement de projets géothermiques. Ces communes ont été identifiées sur base de la proximité géographique avec des sites exploitables et de la densité de leur besoins énergétiques. Pour évaluer au mieux la représentativité de ce profil, une approche similaire au profil 1 est utilisée en considérant la place qu'occupe le gaz au sein de ces communes. Ces 18 communes sont toutes couvertes par un réseau de distribution de gaz. Sur base des données présentant la part des ménages connectés au réseau de gaz par commune, il est possible d'estimer le potentiel des besoins de chaleur qui peuvent être couverts par un réseau de chaleur dans le cas où tous les bâtiments, n'étant pas connectés au réseau de gaz, se connectaient à un réseau de chaleur. En ramenant les besoins de chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire par habitant et en appliquant à la population de chaque commune la part des ménages assurés par un réseau de gaz, il apparaît que 3.281 GWh des besoins de chaleur ne sont pas couverts par un réseau de gaz dans ces 18 communes et peuvent donc être potentiellement couverts par un réseau de chaleur. Cela correspond à près de 10% des besoins de chaleur de la Wallonie pour les secteurs résidentiel et tertiaire et correspond à plus de 355.000 habitants potentiellement connectés à un réseau de chaleur.

Communes	Population	Besoins de chaleur Résidentiel + Tertiaire (GWh)	Part des ménages connectés à un réseau de distribution gaz	Besoins de chaleur Résidentiel + Tertiaire pas assurés par le gaz (GWh)
Sources	Statbel (2019) <sup>103</sup>	Calcul PwC sur base des données du bilan énergétique 2016	Iweps (2019) <sup>104</sup>	Calcul PwC sur base des données reprises dans ce tableau
Jemeppe-sur-Sambre	19.190	176,5	4,5%	168,6
Saint-Georges-sur-Meuse	6.803	62,6	16,2%	52,4
Saint-Ghislain	23.311	214,4	39,4%	129,9
Manage	23.308	214,4	76,7%	50,0
Visé	17.812	163,8	56,1%	71,9

<sup>102</sup> « Le potentiel de la géothermie profonde en Wallonie : Analyse de l'utilisation de la chaleur géothermique via des réseaux de chaleur en Wallonie » (PwC, 2019)

<sup>103</sup> Statbel (2019) : Densité de la population par commune 2019-2020

<https://statbel.fgov.be/fr/themes/population/densite-de-la-population>

<sup>104</sup> Iweps (2019) : Part des ménages utilisant le réseau de gaz

[https://walstat.iweps.be/walstat-catalogue.php?niveau\\_agre=C&theme\\_id=9&indicateur\\_id=813000&sel\\_niveau\\_catalogue=T&ordre=2](https://walstat.iweps.be/walstat-catalogue.php?niveau_agre=C&theme_id=9&indicateur_id=813000&sel_niveau_catalogue=T&ordre=2)

Verviers	55.207	507,8	35,10%	329,6
Mons	95.613	879,4	69,80%	265,6
Châtelet	35.903	330,2	69,6%	100,4
Wanze	13.738	126,4	35,2%	81,9
Charleroi	202.267	1.860,5	62%	707,0
Quaregnon	19.007	174,8	77,6%	39,2
Boussu	19.824	182,3	71,5%	52,0
Liège	197.327	1.815,0	66,1%	615,3
La Louvière	80.757	742,8	71%	215,4
Seraing	64.259	591,1	70,4%	175,0
Engis	6.138	56,5	41,9%	32,8
Herstal	39.989	367,8	68,8%	114,8
Saint-Nicolas	24.263	223,2	64,20%	79,9
Total				3.281,5

### X.6.3. Scénarios envisagés

#### .X.6.3.1. Description des scénarios

Au regard du profil de consommation décrit *supra*, quatre scénarios ont été identifiés :

- **Scénario de base (SB4)** : Le scénario de base (SB4) considère une situation dans laquelle chaque bâtiment assure individuellement ses propres besoins, via des chaudières à condensation (gaz ou mazout). Il n'y a pas de réseau de chaleur.
- **Scénario alternatif 1 (SA4.1)** : Le scénario alternatif 1 (SA4.1) considère une situation dans laquelle 85% des besoins de chaleur sont couverts par une installation géothermique reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur. La couverture de 85% du besoin par la géothermie profonde vient du fait qu'un appoint est nécessaire et qu'une partie est considérée comme non fournie par la boucle (maintenance par exemple).

### X.6.4. Présentation des données technico-financières

Le tableau ci-dessous consolide les données technico-financières qui ont été prises en compte pour le modèle qui soutient l'analyse effectuée. Les principales variables utilisées sont :

- La durée de vie de ladite technologie exprimée en année
- Les CAPEX unitaires (investissements) en EUR/kW ou EUR/m pour les réseaux de chaleur
- Les OPEX (charges opérationnelles) en %CAPEX/an
- Les autres frais d'installation en %CAPEX
- Le rendement thermique saisonnier (%)
- La production annuelle thermique (kWh)
- La puissance thermique installée (kW)

	Scénario de base (SB4)	Scénario alternatif (SA4.1)
Description générale du scénario	Mix énergétique gaz/mazout wallon décentralisé	Géothermie avec appoint gaz
<b>Technologie primaire</b>	<b>Chaudière à condensation mazout</b>	<b>Installation géothermique</b>
Durée de vie	15 ans	50 ans
CAPEX unitaire (EUR/kWth)	323	3.014
Autre frais d'installation (% CAPEX)	n.a.	n.a.
OPEX (exploitation) (% CAPEX/an)	3%	1%
Rendement thermique saisonnier sur PCS (%)	88%	100%
Rendement électrique (%)	n.a.	n.a.
Coefficient de performance (chaud ou froid)	n.a.	n.a.
Production annuelle thermique (kWh/an)	14.654.430	20.125.000
Production annuelle électrique (kWh/an)	n.a.	n.a.
Puissance thermique (kW)	13.957	7.000
Puissance électrique (kW)	n.a.	n.a.
<b>Technologie secondaire</b>	<b>Chaudière à condensation gaz</b>	<b>Chaudière d'appoint central au gaz</b>
Durée de vie	15 ans	15 ans
Capex unitaire (EUR/kW)	281	177
OPEX (exploitation) (% CAPEX/an)	4%	4%
Rendement thermique saisonnier sur PCS (%)	90%	90%
Rendement électrique (%)	n.a.	n.a.
Coefficient de performance (chaud ou froid)	n.a.	n.a.
Production annuelle thermique (kWh/an)	8.606.570	3.136.000
Puissance thermique (kW)	8.907	8.000
<b>Réseau</b>	<b>n.a.</b>	<b>OUI</b>
Durée de vie (ans)	n.a.	50 ans
Longueur du réseau (m)	n.a.	4.384
CAPEX infrastructure (EUR/m)	n.a.	1.283
OPEX (%CAPEX/an)	n.a.	1%
Pertes de distribution (%)	n.a.	10%

Tableau 55 : Données technico-financières du profil 4

## X.6.5. Analyses économiques

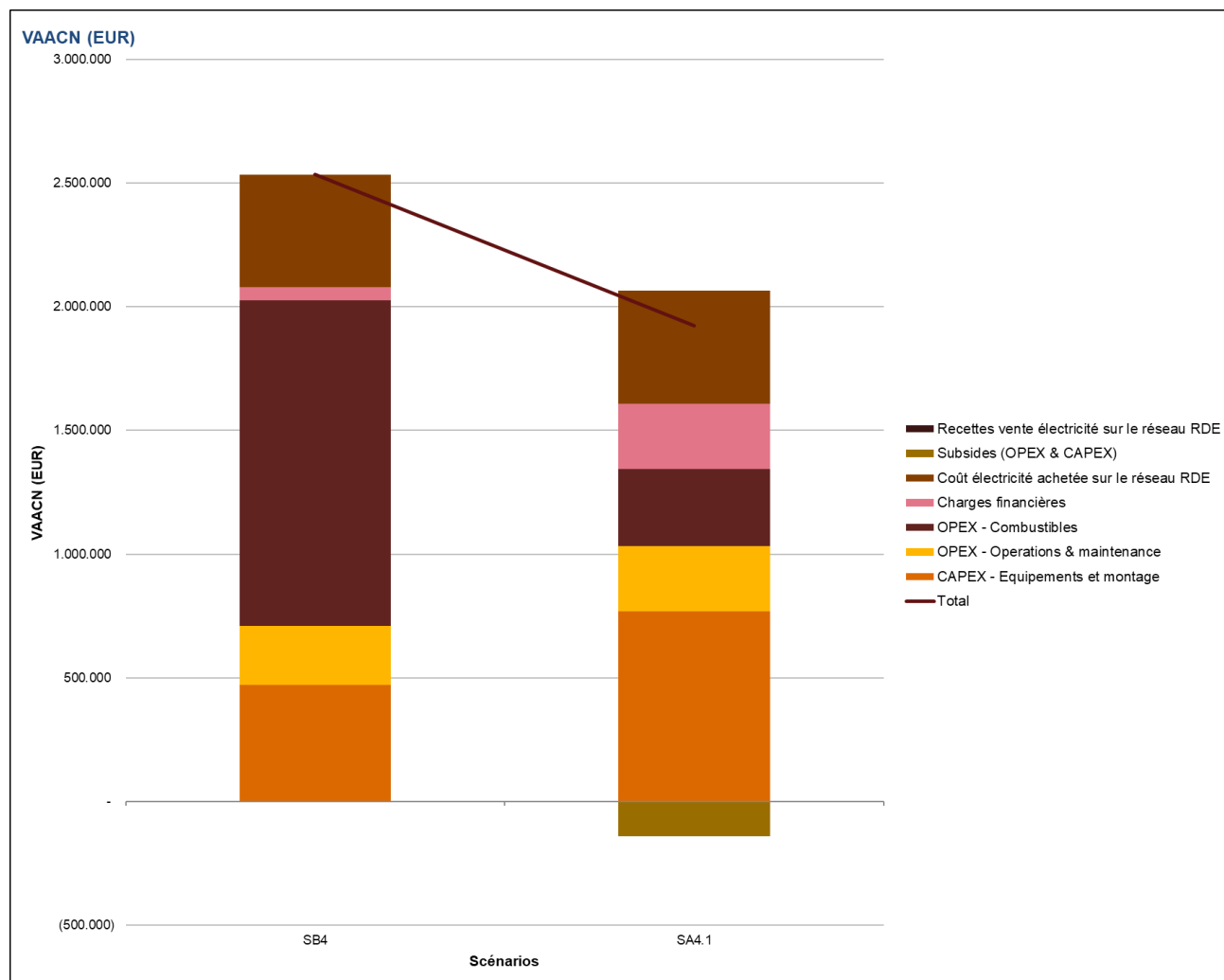
### Valeur actualisée et annualisée des coûts nets

Le scénario alternatif SA4.1 présente une valeur actualisée et annualisée des coûts nets (VAACN) inférieure au scénario de base. Les principales raisons de ce résultat sont les suivantes :

- **Scénario SA4.1 (géothermie profonde avec appoint gaz)** : L'avantage de ce scénario repose sur des OPEX combustibles plus de 7 fois inférieurs à ceux du scénario de base. Cela se justifie par le fait que la part de la chaleur produite par la géothermie profonde (87%) consomme un combustible très peu cher, à savoir de la chaleur fatale (géothermique).

Sénario	SB4	SA4.1
Valeur actualisée et annualisée des coûts nets (EUR/an)	2.534.503	1.923.108
Différence	0	611.396

Tableau 56 : Résultats globaux pour le profil 4



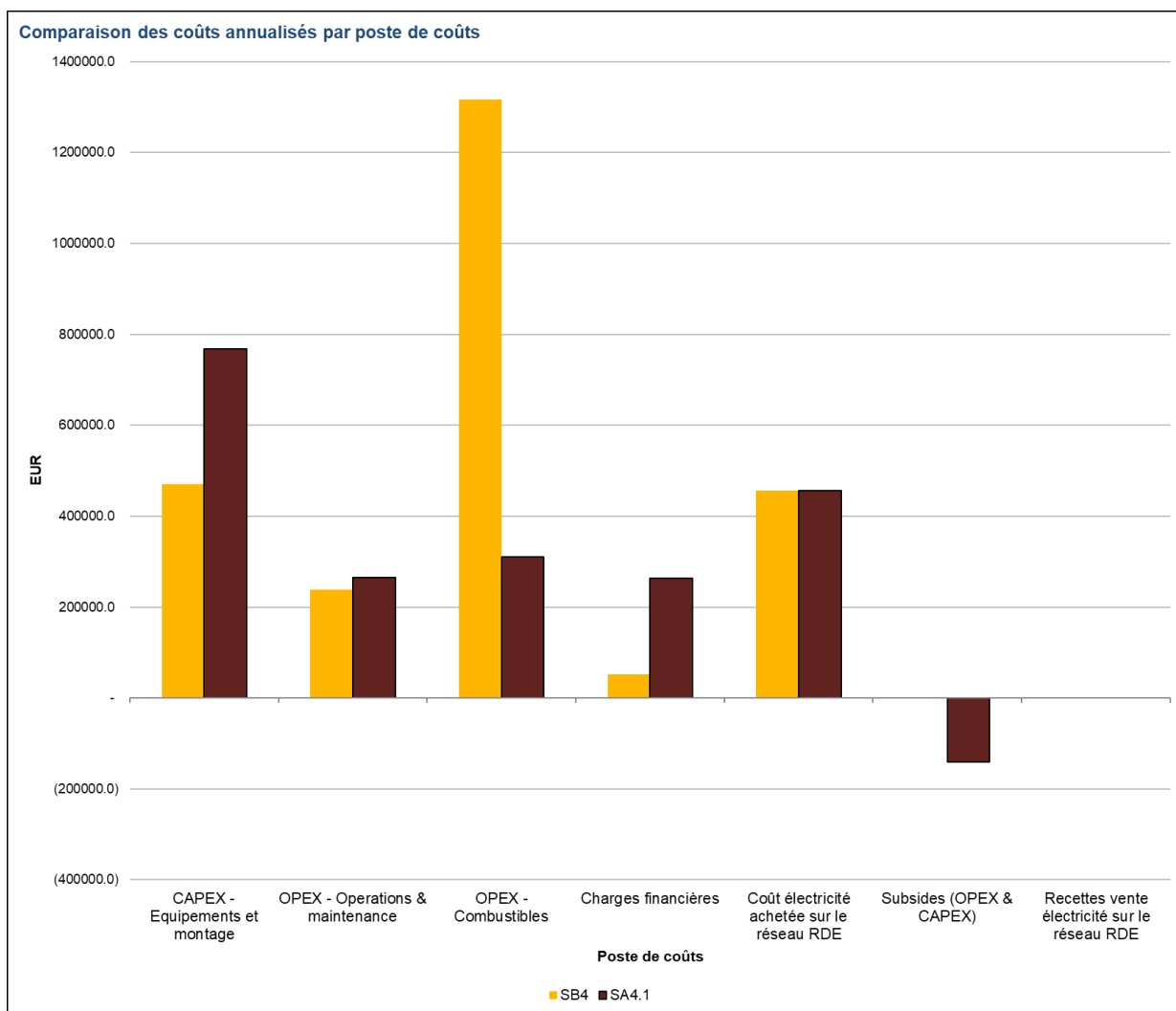
Graphique 74: VAN annualisées des deux scénarios du Profil 4 (EUR/an)



## Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts

Une analyse des coûts annualisés par poste de coûts permet d'identifier les forces et les faiblesses de chacun des scénarios :

- **CAPEX - Equipement & montage** : La géothermie (SA4.1) a pour principal inconvénient la valeur élevée des CAPEX (liés aux forages) nécessaires par rapport au scénario de base.
- **OPEX – Opération & maintenance** : Comparativement au scénario de base, les charges liées à l'opération et la maintenance des installations sont légèrement plus élevées pour la géothermie.
- **OPEX – Combustibles** : Les coûts des combustibles couvrent l'achat des combustibles nécessaires pour couvrir les besoins de chaleur identifiés. Cette charge est significativement moins importante dans le cas du scénario alternatif (SA4.1) qui considère la géothermie. C'est principalement par ce paramètre que le scénario SA4.1 est plus avantageux.
- **Charges financières** : Les charges financières sont plus faibles dans le scénario de base car la technologie employée a (1) une durée de vie plus courte et (2) des CAPEX nettement moins importants.
- **Coût de l'électricité achetée sur le réseau** : Ne bénéficiant pas d'une technologie productrice d'électricité, les scénarios SB4 et SA4.1 considèrent une consommation d'électricité intégralement couverte par le réseau.



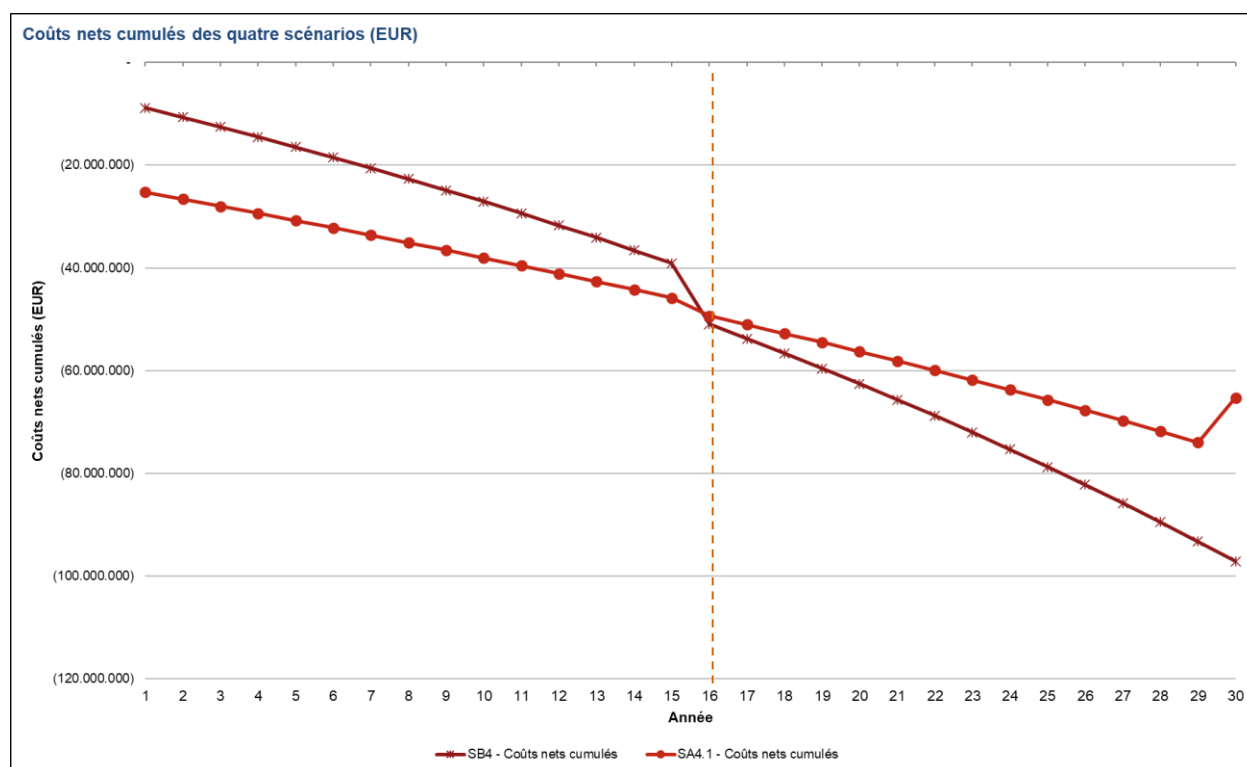
Graphique 75: Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts pour le profil 4

## Comparaison des coûts nets cumulés des quatre scénarios (EUR)

Le graphique des coûts nets cumulés des deux scénarios envisagés doit être mis en perspective avec les investissements et les durées de vie des technologies considérées dans chacun de ces scénarios. En effet, ces informations permettent de comprendre les « paliers » visibles sur le graphique. En analysant, l'évolution de coûts sur une période de 30 ans, le scénario alternatif devient plus avantageux à partir de la 16<sup>ième</sup> année. Cela s'explique principalement par la courte durée de vie de la technologie du scénario de base.

	Investissement tech. Primaire (EUR)	Durée de vie tech. Primaire (ans)	Investissement tech. d'appoint (EUR)	Durée de vie tech. d'appoint (ans)
<b>SB4</b>	4.510.075	15 ans	2.502.922	15 ans
<b>SA4.1</b>	21.098.000	50 ans	1.416.000	15 ans

Tableau 57 : Investissements et durées de vie des technologies du profil 4

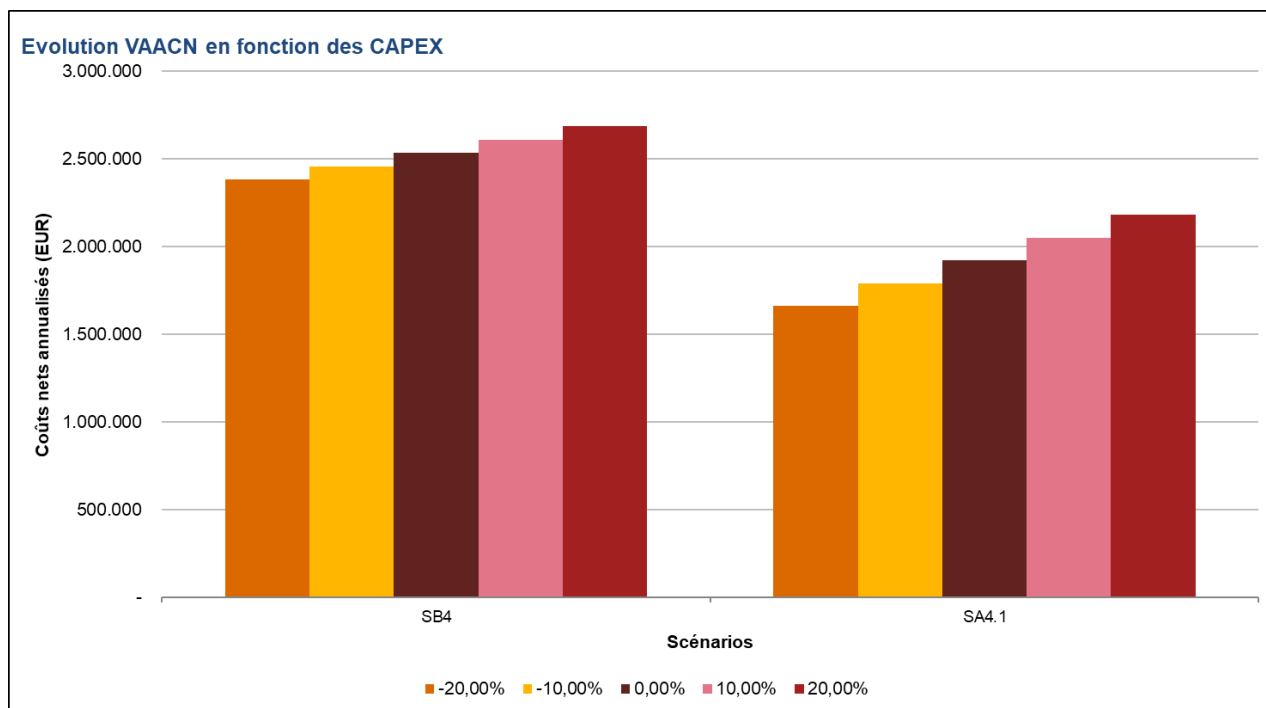


Graphique 76: Coûts nets cumulés des deux scénarios du Profil 4

## X.6.6. Analyse de sensibilité

### Analyse de sensibilité sur la variation des CAPEX

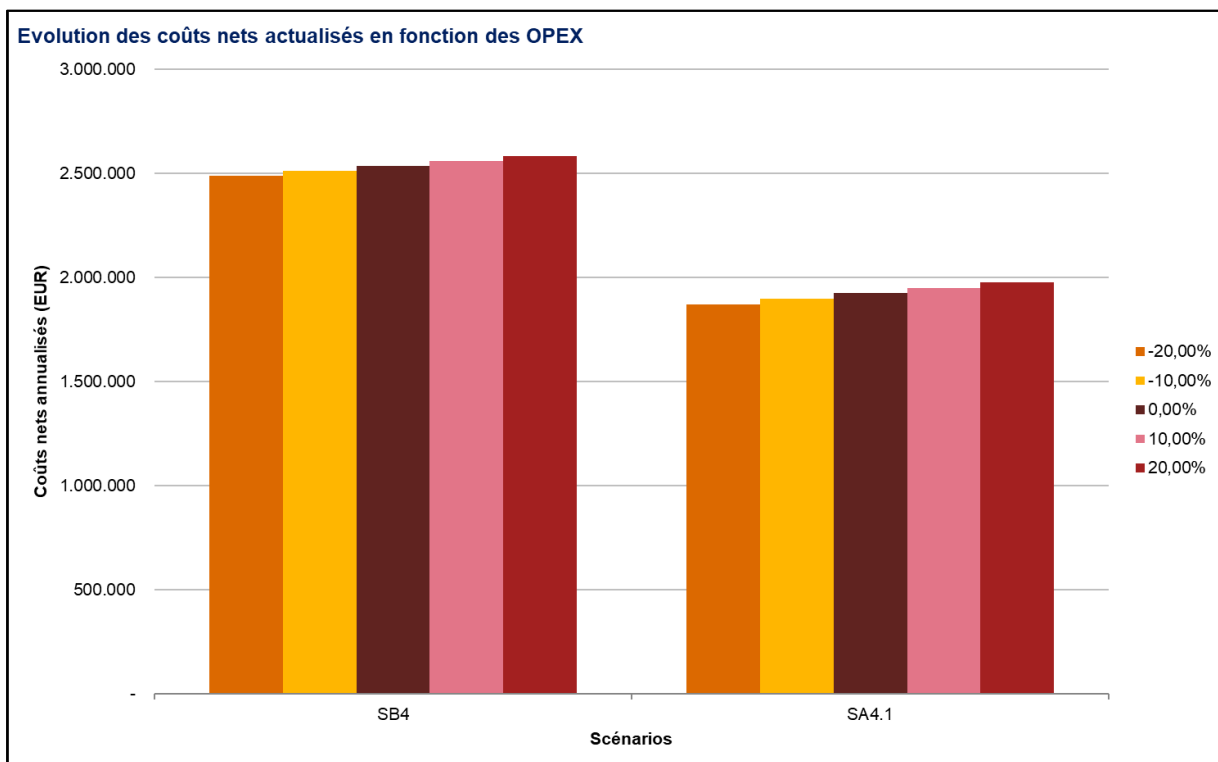
Le graphique ci-dessous illustre la sensibilité des résultats présentés *supra* par rapport à une augmentation ou diminution des investissements envisagés (CAPEX). Étant donné que le CAPEX représente une part importante des coûts du scénario alternatif, une augmentation élevée de celui-ci simultanée à une diminution du CAPEX du scénario de base pourrait lui faire perdre sa position avantageuse.



Graphique 77: Variation de la VAACN en fonction des CAPEX pour le profil 4

## Analyse de sensibilité sur la variation des OPEX

Le graphique ci-dessous illustre la sensibilité des résultats présentés *supra* par rapport à une augmentation ou diminution des charges opérationnelles (OPEX) considérées (hors combustibles). Les résultats de cette analyse de sensibilité renforcent les conclusions des résultats présentés précédemment. En effet, les charges opérationnelles ne sont pas les postes de coûts les plus importants. Il est donc vraisemblable que la variation de celles-ci n'impacte que très légèrement les résultats obtenus. L'impact plus important d'une variation des OPEX pour le scénario alternatif SA4.1 s'explique par le fait que les OPEX sont calculés comme un pourcentage des CAPEX. Dès lors, ils sont tributaires de la valeur élevée des CAPEX de ce scénario.

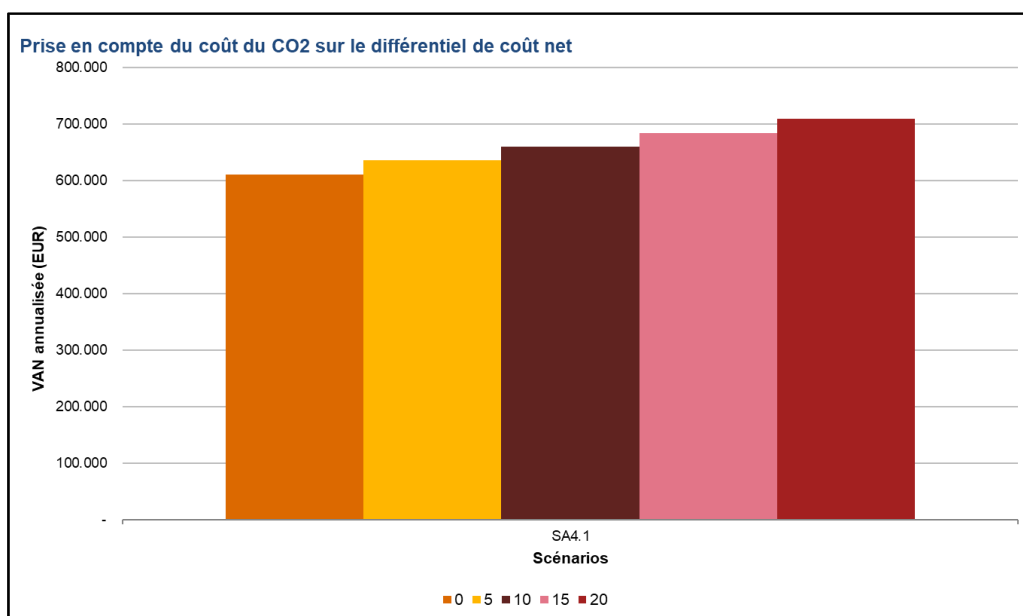


Graphique 78: Evolution de la VAACN en fonction des OPEX pour le profil 4

## Introduction d'un coût du CO<sub>2</sub>

Le graphique ci-dessous illustre les écarts entre le scénario alternatif et le scénario de base dans le cas où les consommateurs sont contraints de payer les tonnes de CO<sub>2</sub> émises par les technologies de production considérées. L'analyse considère une fourchette de prix de la tonne de CO<sub>2</sub> entre 0 EUR/tonne et 20 EUR/tonne. Les constats sont :

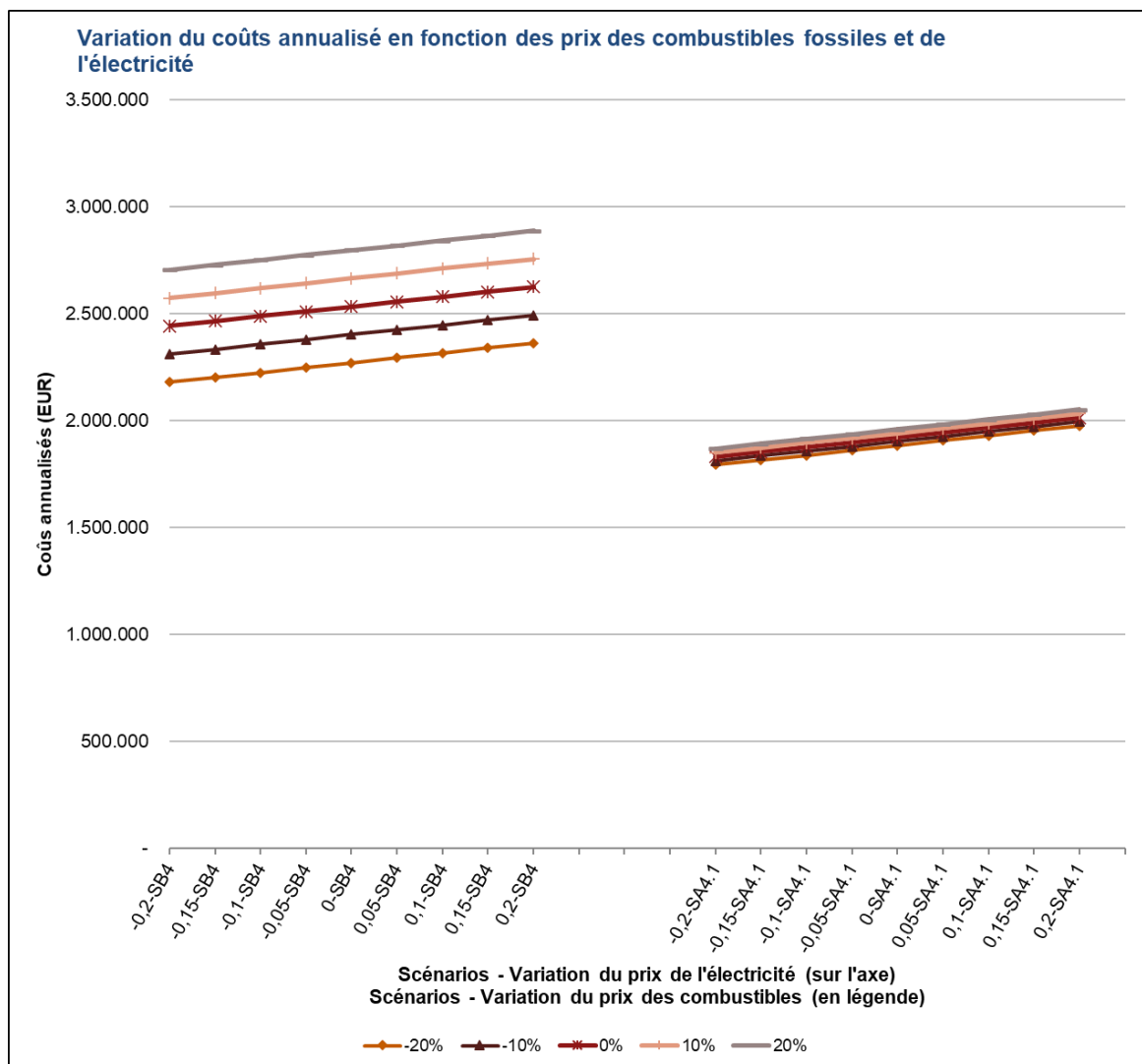
- L'écart entre le **scénario de base** et le **scénario alternatif** augmente lorsque le prix de la tonne de CO<sub>2</sub> augmente. Ceci s'explique par le fait que les technologies considérées dans le scénario SB4 consomment des combustibles émetteurs de CO<sub>2</sub> tandis que les technologies considérées dans le scénario alternatif fonctionnent avec de la chaleur fatale. Il apparaît donc qu'imposer un prix sur la tonne de CO<sub>2</sub> permettrait de renforcer la compétitivité de la géothermie profonde par rapport aux technologies basées sur les combustibles fossiles.



Graphique 79: Prise en compte d'un coût du CO<sub>2</sub> pour le profil 4

## Variation des prix du gaz et de l'électricité

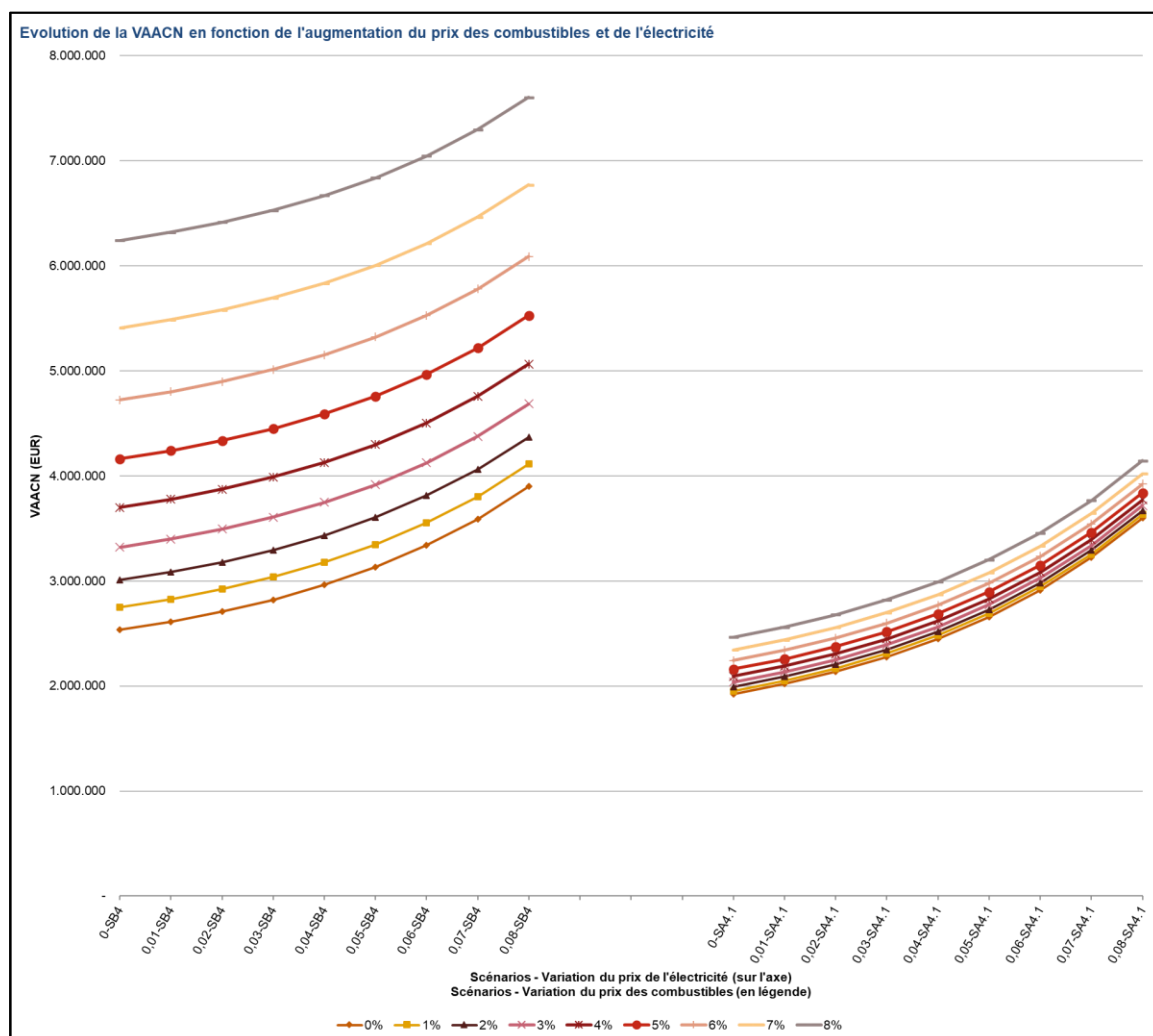
Le graphique ci-dessous illustre les résultats des scénarios analysés précédemment dans le cas où les coûts du gaz et de l'électricité étaient plus ou moins élevés (fourchette de -20% à +20%). Sur base de cette analyse, il apparaît que quel que soit la variation des prix du gaz et de l'électricité dans cette fourchette, aucun scénario ne modifie sa position (avantageuse ou non) par rapport à l'autre du point de vue des coûts annualisés. Il apparaît également que la solution mettant en œuvre de la géothermie présente une sensibilité très faible à l'évolution des prix des combustibles. Les deux scénarios ont la même sensibilité à la variation du prix de l'électricité puisque aucun scénario ne produit de l'électricité et que l'hypothèse d'autoconsommation n'est pas analysée.



Graphique 80 : Variation des prix du gaz et de l'électricité pour le profil 4

## Variation de l'augmentation du prix du gaz et de l'électricité

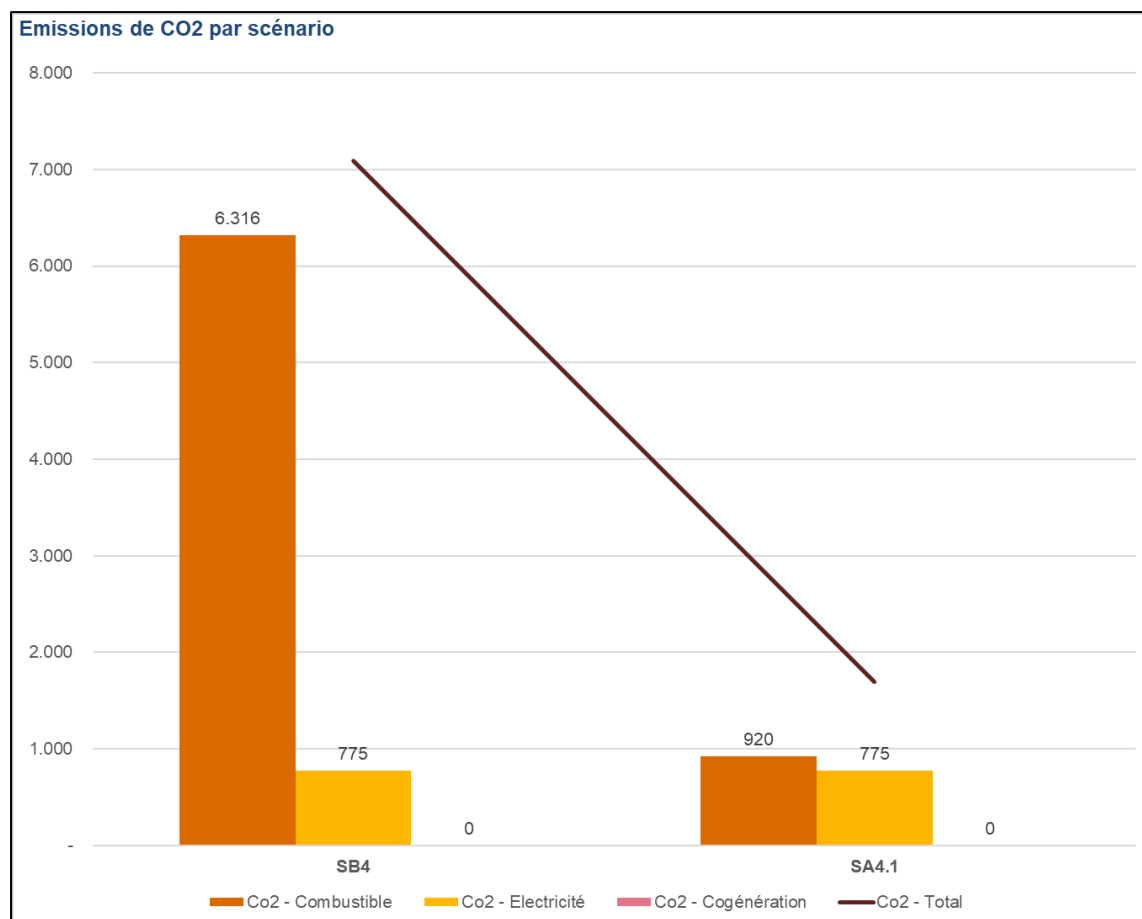
Le graphique ci-dessous considère une variation de l'augmentation des prix du gaz et de l'électricité (hypothèses initiales respectivement de +2%/an et +4%/an). Sur base de cette analyse, il apparaît que quelle que soit la variation des prix du gaz et de l'électricité, aucun scénario ne modifie sa position (avantageuse ou non) par rapport à l'autre du point de vue de leur VAACN. La sensibilité de chaque scénario au prix de l'électricité est similaire étant donné qu'ils ont les mêmes besoins d'électricité assurés par une source externe à leurs technologies (ces mix technologiques ne produisent pas d'électricité). La différence de sensibilité par rapport aux prix des combustibles est à nouveau mise en évidence.



Graphique 81 : Evolution de la VAACN en fonction de l'augmentation du prix des combustibles et de l'électricité pour le profil 4

### *.X.6.6.1. Analyse environnementale*

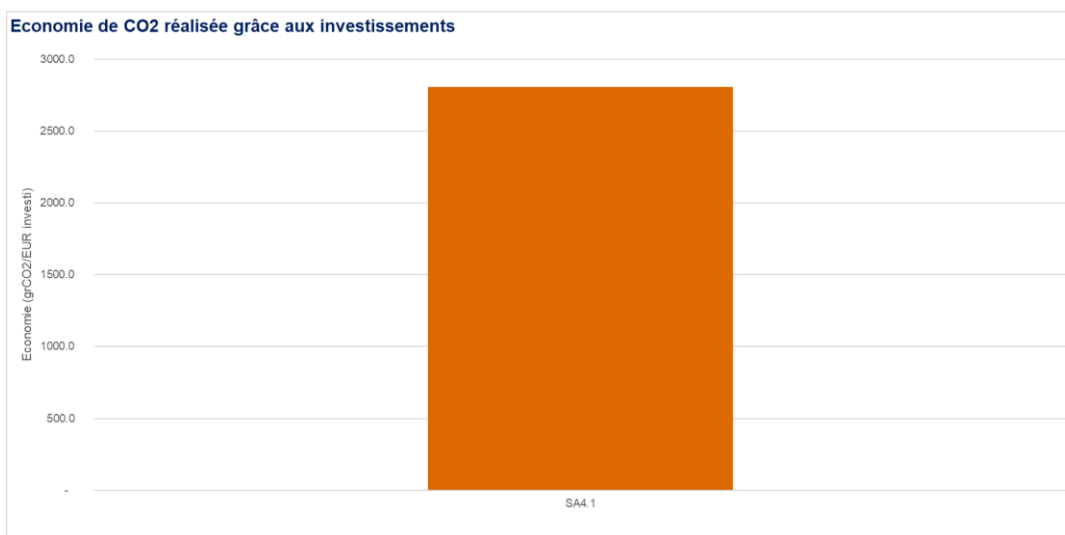
Le scénario de base présente une production annuelle de CO<sub>2</sub> de plus de 7.000 tonnes. Le scénario alternatif SA4.1 affiche des émissions annuelles beaucoup plus faibles, soit près de 775 tonnes uniquement imputées aux besoins d'électricité et des émissions de 920 tonnes pour la production de chaleur liées à l'appoint gaz nécessaire. Ce résultat est cohérent puisque la technologie alternative (géothermie) n'émet pas de CO<sub>2</sub> lors de son fonctionnement, mais elle consomme par contre de l'électricité. Celui-ci justifie également l'impact positif de l'introduction d'un prix du carbone sur la compétitivité du scénario alternatif par rapport au scénario de base.



*Graphique 82: Emissions de CO2 par scénario pour le profil 4*

Le Graphique 83 présente l'impact des investissements du scénario alternatif sur les émissions de CO<sub>2</sub> comparativement au scénario de base. Pour identifier les grammes de CO<sub>2</sub> économisé par euro investi, l'approche suivante a été suivie. Pour chaque scénario, la différence d'émissions de CO<sub>2</sub> avec le scénario de base est divisée par sa VAACN. Il apparaît que le scénario SA4.1 permet de diminuer de 2.800 gr de CO<sub>2</sub> pour chaque euro investi par rapport au scénario de base.





Graphique 83: Economie de CO2 réalisée grâce aux investissements réalisés dans le scénario SA4.1

## X.6.7. Conclusions

Les analyses économiques et de sensibilité effectuées sur le profil 4 permettent d'identifier plusieurs points :

1. Quelles que soient les évolutions des prix des combustibles et de l'électricité envisagées, le scénario alternatif (géothermie) reste plus avantageux que le scénario de base d'un point de vue économique sur le long terme.
2. La faible place occupée par les combustibles dans la structure des coûts du scénario alternatif rend celui-ci très peu élastique à l'évolution des prix des combustibles. D'ailleurs une augmentation du prix du combustible rend le scénario alternatif de plus en plus rentable par rapport au scénario de base. ;
3. La mise en place d'un coût « CO2 » permet d'améliorer le positionnement compétitif des installations géothermiques. ;
4. Le scénario alternatif présente un meilleur bilan carbone avec plus de 4 fois moins d'émissions de CO2.

Remarque : Malgré l'ensemble de ces indicateurs favorables au scénario géothermie profonde, il est utile de rappeler que la géothermie profonde ne devient plus rentable que le scénario de base qu'après 16 ans. Ce détail crucial démontre le risque financier encouru avec ce projet au vu de l'investissement initial requis.

Au regard des résultats mentionnés supra, il s'avère donc important de mettre en place une base légale relative à un système de garantie géothermique régionale pour les projets de géothermie profonde, à savoir la couverture du risque géologique en ce qui concerne la ressource géothermique.

Compte tenu des coûts d'investissement importants, du risque de ne pas atteindre la ressource géothermale escomptée et de l'inexistence d'une police d'assurance couvrant ce risque « naturel », un tel système de garantie est considéré comme nécessaire pour créer un climat d'investissement favorable à la production de chaleur renouvelable à partir de la géothermie profonde.

## X.7. Analyse du profil 5

### X.7.1. Description du profil de consommation 5

Le tableau ci-dessous présente les données clés de la morphologie et de la consommation du Profil 5. Ce profil correspond à un écoquartier mixte. De nombreux écoquartiers voient le jour ou sont en projet au sein de la Wallonie. Les promoteurs actifs dans ce secteur ne cachent pas leur intérêt pour la technique des réseaux de chaleur. En effet, tirer des conduites de réseau de chaleur ou de conduites de gaz représente un coût relativement similaire dans la création d'un nouveau quartier. Dès lors, une analyse plus approfondie de ce profil de consommation semble trouver sa place au sein de cette étude.

Profil 5		
Caractéristiques	La construction d'un écoquartier présentant (1) une taille suffisante et (2) des profils de consommations variés	
Exemple concret	L'écoquartier « Bella Vita » à Waterloo	
Description		
Consommation énergétique thermique	4.217.000 kWh	
Consommation énergétique électrique	2.210.300 kWh	
Secteurs	Résidentiel	Tertiaire
Caractéristiques du bâti	87 maisons & 182 appartements	Une crèche, une résidence service, une maison de repos, un centre de soins
Consommation énergétique thermique <sup>105</sup>	3.331.443 kWh	885.570 kWh
Consommation énergétique électrique <sup>106</sup>	1.746.137 kWh	464.163 kWh

Tableau 58 : Description du profil 5

### X.7.2. Représentativité du profil

Partant de la définition de l'écoquartier proposée par le CPDT<sup>107</sup> : « Une partie d'agglomération vécue à l'échelle des déplacements piétons qui optimise l'usage de ses ressources environnementales, sociales et économiques propres afin de minimiser son incidence environnementale et qui agit comme levier pour engager l'éco transition des territoires qui l'entourent », il apparaît que les écoquartiers se positionnent comme solution du futur pour répondre aux défis environnementaux. Sur base des projections du Bureau fédéral du Plan, une augmentation de 13,9% du nombre de logements wallons est attendue entre 2016 et 2050, soit plus de 200.000 nouveaux logements. Avec une pression croissante sur les sols pour la construction de nouveaux logements, il y a une réelle remise en question du modèle de la maison "4 façades" au niveau politique. L'écoquartier se positionne également comme une réponse à la question démographique.

Il n'existe actuellement pas de cadastre des écoquartiers en Wallonie. Ceci s'explique par l'absence d'une labélisation reconnue. Malgré tout, il apparaît, sur base d'une recherche qualitative, que le nombre de projets qui se qualifient d'écoquartier est en croissance. Citons par exemple :

- Le quartier de l'île aux oiseaux à Mons
- L'écoquartier du Sart-Tilman
- Jambe Gameda

<sup>105</sup> Le ratio de répartition entre le résidentiel et le tertiaire se base sur le bilan énergétique (79%/21%)

<sup>106</sup> Le ratio de répartition des besoins de la consommation thermique est appliqué à la consommation électrique

<sup>107</sup> CPDT, **Ecoquartiers : faut-il labéliser ... ?**, les cahiers nouveaux N°78, Août 2011.

- L'écoquartier situé Fontaine Domalus à Bonnelles
- Le projet I-dyle à Genappe
- L'écoquartier à Coronmeuse
- L'écoquartier « Bella Vita » à Waterloo.

### *X.7.3. Scénarios envisagés*

#### *.X.7.3.1. Description des scénarios*

Au regard du profil de consommation décrit *supra*, quatre scénarios ont été identifiés :

- **Scénario de base (SB5)** : Le scénario de base (SB5) considère une situation dans laquelle chaque bâtiment assure individuellement ses propres besoins, via des chaudières à condensation au gaz. Il n'y a pas de réseau de chaleur. Cependant, ce scénario considère la mise en place et le coût d'un réseau pour être raccordé au réseau de distribution de gaz.
- **Scénario alternatif 1 (SA5.1)** : Le scénario alternatif 1 (SA5.1) considère une situation dans laquelle 38% des besoins de chaleur sont couverts par une cogénération gaz reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.
- **Scénario alternatif 2 (SA5.2)** : Le scénario alternatif 2 (SA5.2) considère une situation dans laquelle 89% des besoins de chaleur sont couverts par une chaufferie biomasse reliée à un réseau de chaleur. Le reste des besoins de chaleur est couvert par un chauffage d'appoint central au gaz (servant également de back-up), connecté au réseau de chaleur.
- **Scénario alternatif 3 (SA5.3)** : Le scénario alternatif 3 (SA5.3) considère une situation dans laquelle 37% des besoins de chaleur sont couverts par des pompes à chaleur (dans les maisons individuelles). Le reste des besoins de chaleur (immeubles à appartements, tertiaire, ...) sont couverts par une chaufferie au gaz à condensation par bâtiment (décentralisée).

## X.7.4. Présentation des données technico-financières

Le tableau ci-dessous consolide les données technico-financières qui ont été prises en compte pour le modèle qui soutient l'analyse effectuée.

	Scénario de base (SB5)	Scénario alternatif (SA 5.1)	Scénario alternatif (SA 5.2)	Scénario alternatif (SA 5.3)
Description générale du scénario	Chaudière à condensation décentralisée par bâtiment (100)	Cogénération gaz centralisée + chaudière Back-Up/appoint réseau de chaleur	Chaufferie biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	Pompe à chaleur Maison + gaz décentralisé immeuble
<b>Technologie primaire</b>	<b>Chaudière à condensation gaz</b>	<b>Cogénération gaz</b>	<b>Chaudière biomasse</b>	<b>Pompes à chaleur individuelles</b>
Durée de vie	15 ans	15 ans	25 ans	15 ans
CAPEX unitaire (EUR/kWth)	281	758	695	1.000
Autre frais d'installation (% CAPEX)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
OPEX (exploitation) (% CAPEX/an)	5%	10%	6%	4%
Rendement thermique saisonnier sur PCS (%)	92%	54%	84%	100%
Rendement électrique (%)	n.a.	36%	n.a.	n.a.
Coefficient de performance (chaud ou froid)	n.a.	n.a.	n.a.	3
Production annuelle thermique (kWh/an)	4.217.000	1.600.000	3.750.000	1.566.000
Production annuelle électrique (kWh/an)	n.a.	1.065.680	n.a.	n.a.
Puissance thermique (kW)	2.800	400	1.500	1.305
Puissance électrique (kW)	n.a.	266	n.a.	n.a.
<b>Technologie secondaire</b>	<b>n.a.</b>	<b>Chaudière d'appoint central au gaz</b>	<b>Chaudière d'appoint central au gaz</b>	<b>Chaudière à condensation au gaz décentralisée</b>
Durée de vie	n.a.	30 ans	30 ans	30 ans
Capex unitaire (EUR/kW)	n.a.	177	177	321
OPEX (exploitation) (% CAPEX/an)	n.a.	4%	4%	4%
Rendement thermique saisonnier sur PCS (%)	n.a.	90%	90%	90%
Rendement électrique (%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Coefficient de performance (chaud ou froid)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Production annuelle thermique (kWh/an)	n.a.	2.617.000	467.000	2.651.000
Puissance thermique (kW)	n.a.	2.000	2.000	2.000
<b>Réseau</b>	<b>OUI</b>	<b>OUI</b>	<b>OUI</b>	<b>OUI</b>
Durée de vie (ans)	50 ans	50 ans	50 ans	50 ans
Longueur du réseau (m)	6.000	6.000	6.000	2.500
CAPEX infrastructure (EUR/m)	825	1.100	1.100	825
OPEX (%CAPEX/an)	1%	1%	1%	1%
Pertes de distribution (%)	0%	15%	15%	0%

Tableau 59 : Données technico-financières du profil 5

## X.7.5. Analyses économiques

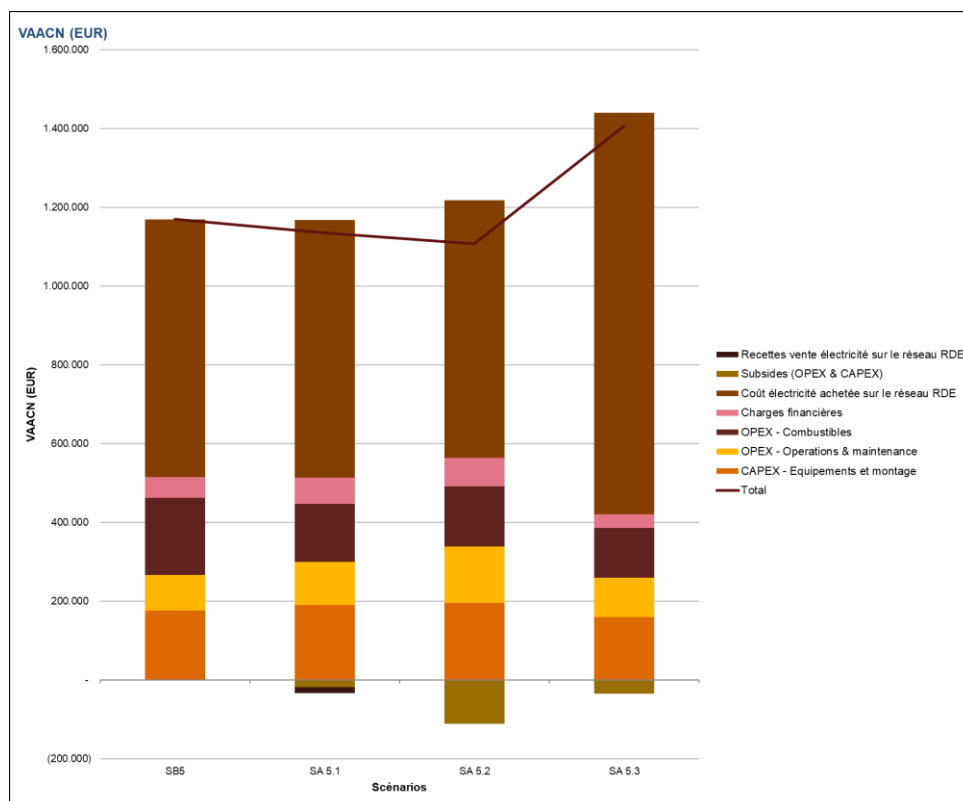
### Valeur actualisée et annualisée des coûts nets

Les scénarios alternatifs SA2.1 et SA5.2 présentent une valeur actualisée et annualisée des coûts nets (VAACN) inférieure au scénario de base, soit les scénarios qui considèrent respectivement l'installation d'une chaudière biomasse et d'une cogénération au gaz. Le résultat obtenu pour chacune des technologies alternatives se justifient principalement pour les raisons suivantes :

- **Scénario SA5.1 (cogénération gaz)** : L'avantage de ce scénario repose sur la vente de l'électricité produite, soit un gain annuel de plus de EUR 15.000 et sur les subsides CAPEX et OPEX (l'octroi de certificats verts annualisée et actualisée rapporte 17.000 EUR<sup>108</sup>).
- **Scénario SA5.2 (chaufferie biomasse)** : La chaufferie biomasse est tributaire de la valeur élevée de CAPEX nécessaires (technologies & réseau). Ce scénario présente des CAPEX actualisés et annualisés de près de 20.000 EUR par rapport au scénario de base (chaudière gaz à condensation). Cependant, les subsides (OPEX et CAPEX) lui permettent d'être plus compétitif que le scénario de base. Ceux-ci s'élèvent, en valeur actualisée et annualisée, de plus de EUR 110.000 par an.
- **Scénario SA5.3 (pompes à chaleur)** : Le principal inconvénient de ce scénario réside dans l'importance de ses coûts liés à l'énergie (les OPEX combustibles et l'électricité achetée sur le réseau de distribution) qui représente plus de 80% de la VAACN.

Sénario	SB5	SA 5.1	SA 5.2	SA 5.3
Valeur actualisée et annualisée des coûts nets (EUR/an)	1.170.568	1.135.487	1.107.679	1.406.676
Différence	0	35.081	62.888	-236.108

Tableau 60 : Résultats globaux pour le profil 5



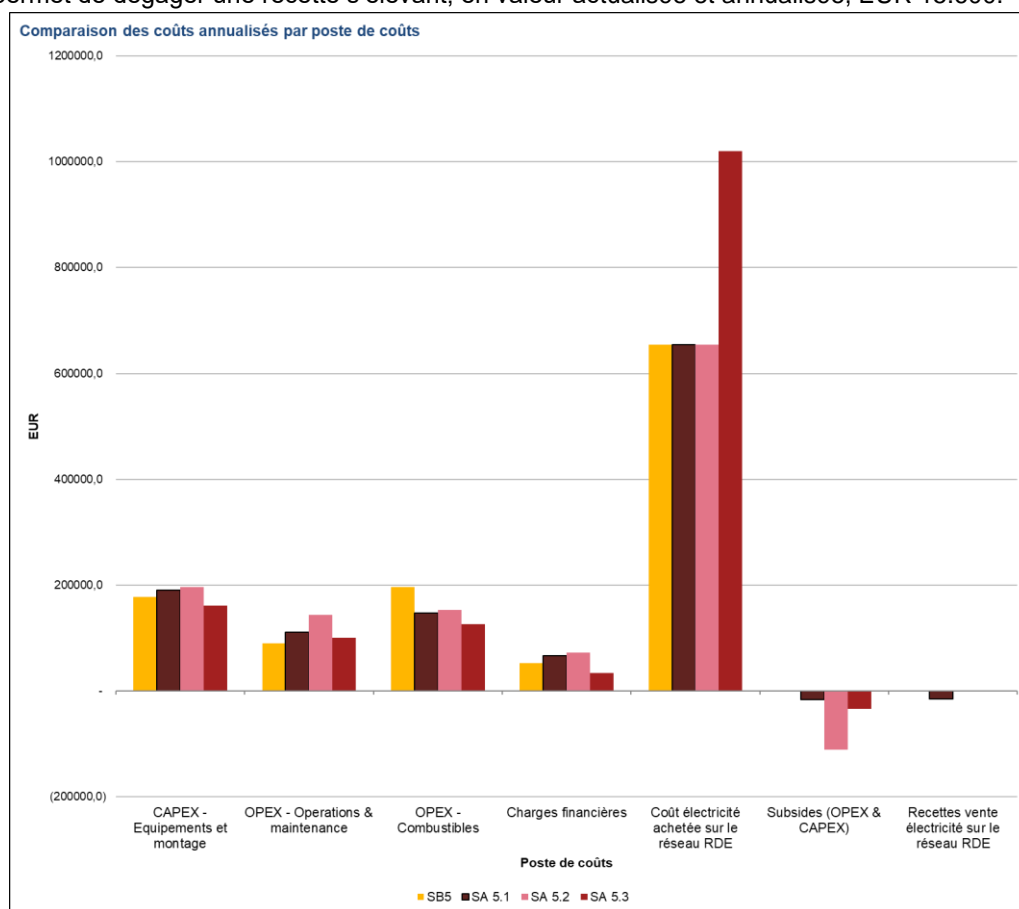
Graphique 84 : VAN annualisées des quatre scénarios pour le profil 5 (EUR/an)

<sup>108</sup> Le nombre de certificats verts est calculé sur base de l'outil mis à disposition par le SPW sur son site internet : <https://energie.wallonie.be/fr/estimation-du-nombre-de-certificats-verts-en-fonction-du-coefficient-keco.html?IDC=9787&IDD=135639>, visité le 01/07/2020.

## Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts

Une analyse des coûts annualisés par poste de coûts permet d'identifier les forces et les faiblesses de chacun des scénarios :

- **CAPEX - Equipement & montage** : Les technologies des deux premiers scénarios alternatifs SA5.1 et SA5.2 présentent des CAPEX supérieurs à la technologie de base. Il est important de souligner que les investissements nécessaires pour le réseau de chaleur représentent la majorité des investissements de ce scénario (6.000.000 EUR d'investissement de départ). Les CAPEX du scénario SA5.3 sont les plus faibles car il n'y a pas de construction de réseau dans ce scénario (ni de gaz, ni de chaleur).
- **OPEX – Opération & maintenance** : Les charges opérationnelles (hors combustibles) sont légèrement plus élevées dans les deux premiers scénarios alternatifs. A l'instar des autres profils étudiés, les coûts opérationnels ne sont pas les *drivers* principaux des coûts.
- **OPEX – Combustibles** : Le scénario alternatif SA5.3 affiche les coûts de combustibles le plus faible. Ceci s'explique par la technologie employée qui est les PAC. Celles-ci consomment surtout de l'électricité qui est repris dans une autre catégorie. Les OPEX des autres scénarios alternatifs sont, eux, plus faibles que le scénario de base grâce à un prix du combustible plus faible puisque la demande est centralisée et donc une demande industrielle.
- **Charges financières** : Les charges financières sont faibles par rapport aux autres postes de coûts. Elles suivent la même tendance que les CAPEX, soit un montant plus faible pour le scénario SA5.3.
- **Coût de l'électricité achetée sur le réseau** : Le scénario alternatif SA5.3 présente les coûts les plus élevés puisqu'une partie de sa chaleur est produite à partir d'électricité (via les pompes à chaleur), ce qui s'ajoute à la charge électrique de base. Les autres scénarios ont des coûts similaires puisque, sur base de l'hypothèse de l'autoconsommation collective inexistante, tous les scénarios se fournissent à 100% sur le réseau de distribution.
- **Recette liée à la vente d'électricité sur le réseau** : Seul le scénario SA5.1 tient compte d'une technologie génératrice d'électrons. Cette production est revendue sur le réseau de distribution et permet de dégager une recette s'élevant, en valeur actualisée et annualisée, EUR 15.600.



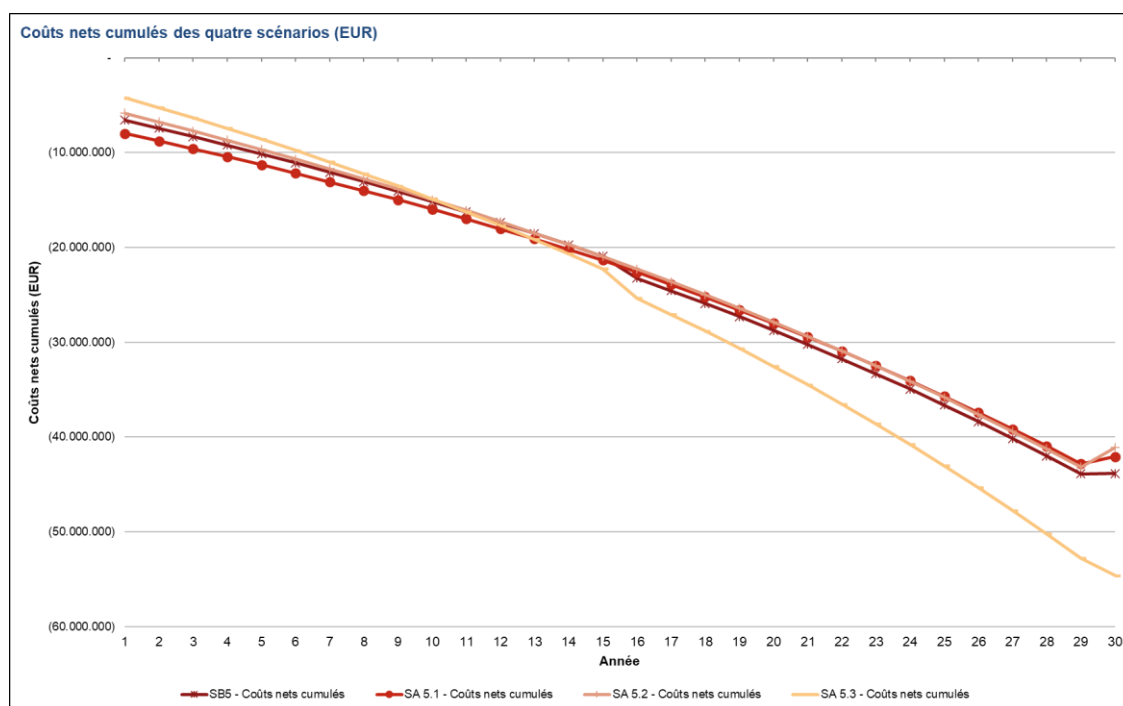
Graphique 85 : Comparaison des coûts annualisés par poste de coûts pour le profil 5

## Comparaison des coûts nets cumulés des trois scénarios (EUR)

Le graphique des coûts nets cumulés des quatre scénarios envisagés doit être mis en perspective avec les investissements et les durées de vie des technologies considérées dans chacun de ces scénarios. En effet, ces informations permettent de comprendre les « paliers » visibles sur le graphique. Il apparaît que, à court terme, le scénario SA5.3 soit plus avantageux des scénarios. Dès la 11<sup>ème</sup> année, le scénario alternatif SA5.1 devient plus avantageux que ce dernier et, à partir de la 15<sup>ème</sup> année, il devient le moins avantageux de tous les scénarios. Cela s'explique par le remplacement de toutes les pompes à chaleur.

	Investissement tech. Primaire (EUR)	Durée de vie tech. Primaire (ans)	Investissement tech. d'appoint (EUR)	Durée de vie tech. d'appoint (ans)
<b>SB5</b>	786.800	15 ans	n.a.	n.a.
<b>SA 5.1</b>	303.200	15 ans	354.000	30 ans
<b>SA 5.2</b>	1.042.500	25 ans	354.000	30 ans
<b>SA 5.3</b>	1.305.000	15 ans	642.000	30 ans

Tableau 61 : Investissements et durées de vie des technologies du profil 5

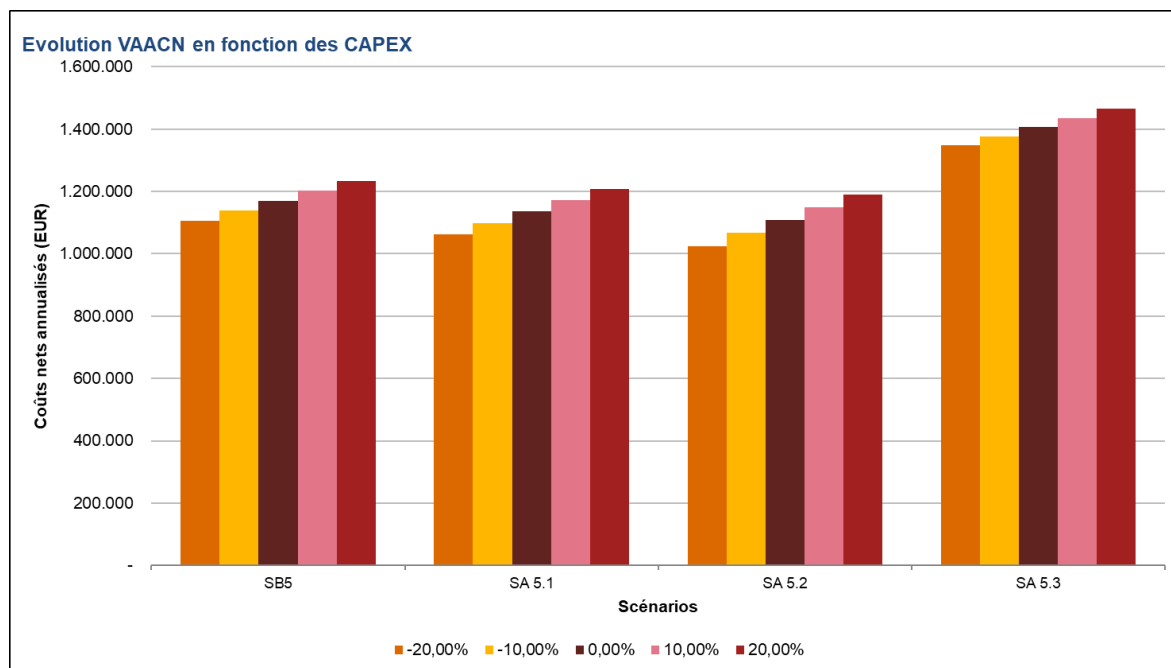


Graphique 86 : Coûts nets cumulés des quatre scénarios pour le profil 5

## X.7.6. Analyse de sensibilité

### Analyse de sensibilité sur la variation des CAPEX

Le graphique ci-dessous illustre la sensibilité des résultats présentés *supra* par rapport à une augmentation ou diminution des investissements envisagés (CAPEX). Dans l'analyse actuelle, les aides à l'investissement pour les cogénérations, chaudières biomasse, et réseaux de chaleur ont été considérées. Il apparaît sur le graphique que si cette déduction n'avait pas été prise en compte, le technologie alternative SA5.2 ne pourrait pas concurrencer la technologie de base (chaudière gaz à condensation).

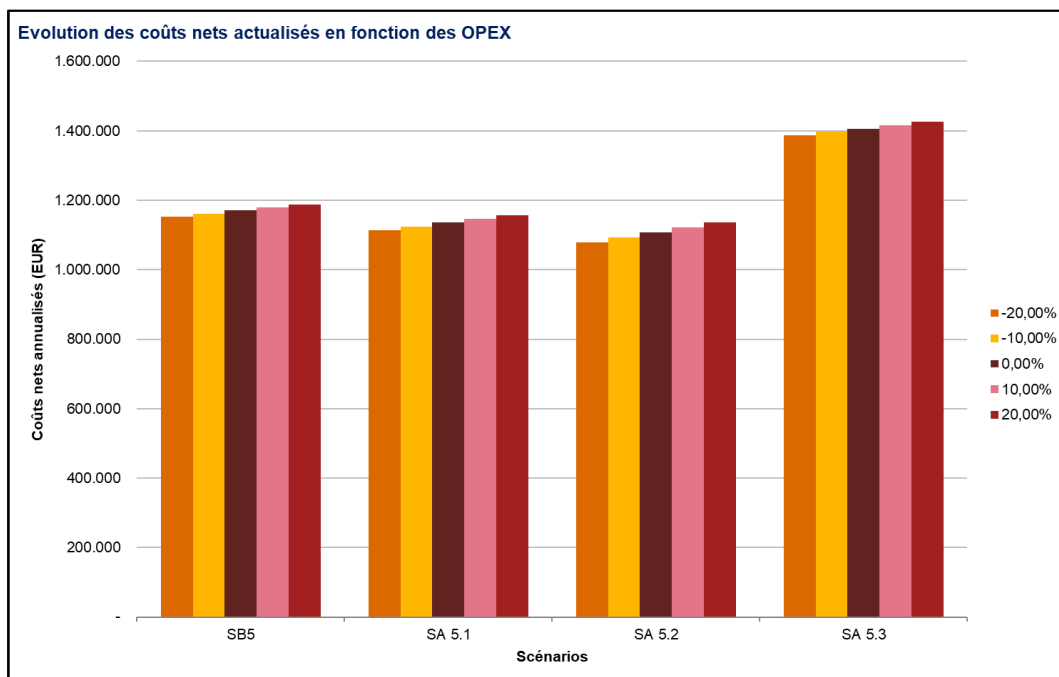


Graphique 87 : Variation de la VAACN en fonction des CAPEX pour le profil 5



## Analyse de sensibilité sur la variation des OPEX

Le graphique ci-dessous illustre la sensibilité des résultats présentés *supra* par rapport à une augmentation ou diminution des charges opérationnelles (OPEX) considérées (hors combustibles & certificats verts). Les résultats de cette analyse de sensibilité renforcent les conclusions des résultats présentés précédemment. En effet, les charges opérationnelles ne sont pas les postes de coûts les plus importants. Il est donc vraisemblable que la variation de celles-ci n'impacte que très légèrement les résultats obtenus. Il est cependant important de souligner qu'une diminution des OPEX dans le scénario alternatif SA5.2 pourrait renforcer la position de cette technologie par rapport à la technologie de base (chaudière gaz à condensation).

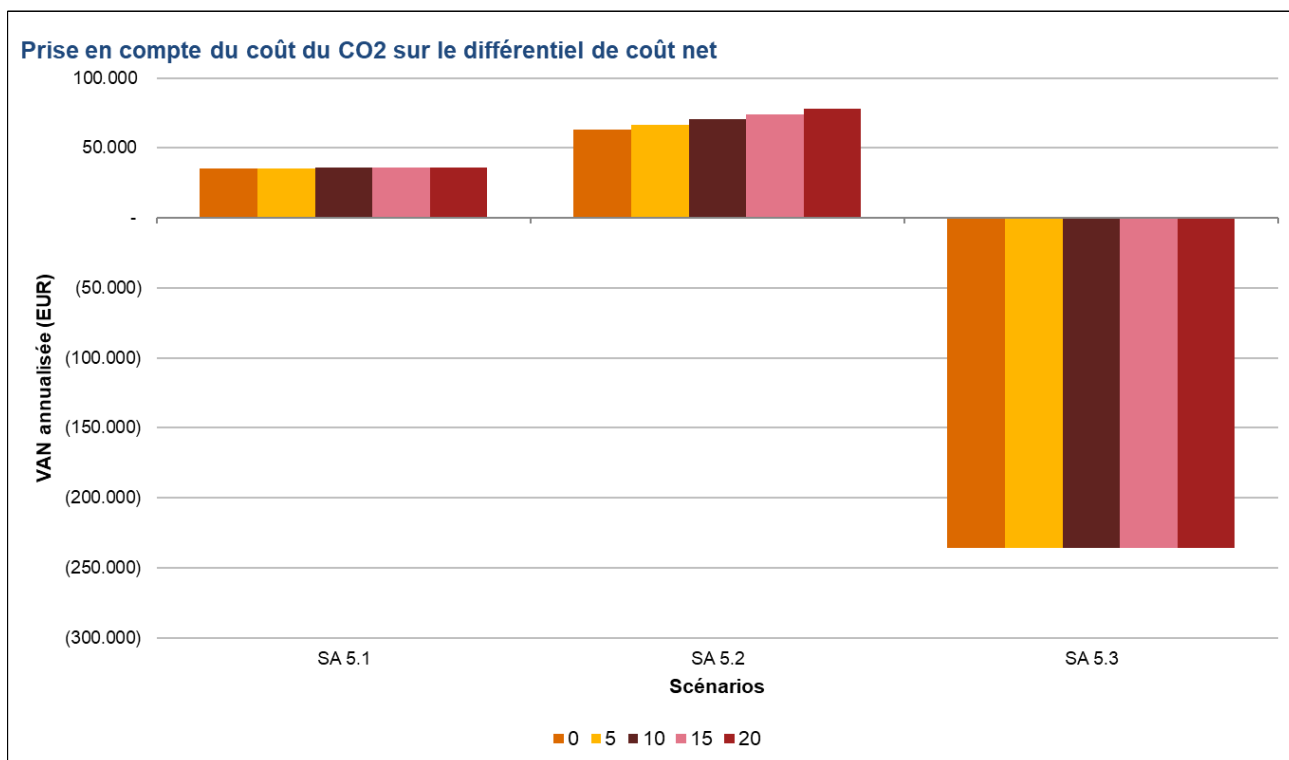


Graphique 88 : Evolution des coûts nets actualisés en fonction des OPEX pour le profil 5

## Introduction d'un coût du CO<sub>2</sub>

Le graphique ci-dessous illustre les écarts entre les scénarios alternatifs et le scénario de base dans le cas où les consommateurs sont contraints de payer les tonnes de CO<sub>2</sub> émises par les technologies de production considérées. L'analyse considère une fourchette de prix de la tonne de CO<sub>2</sub> entre 0 EUR/tonne et 20 EUR/tonne. Les constats sont :

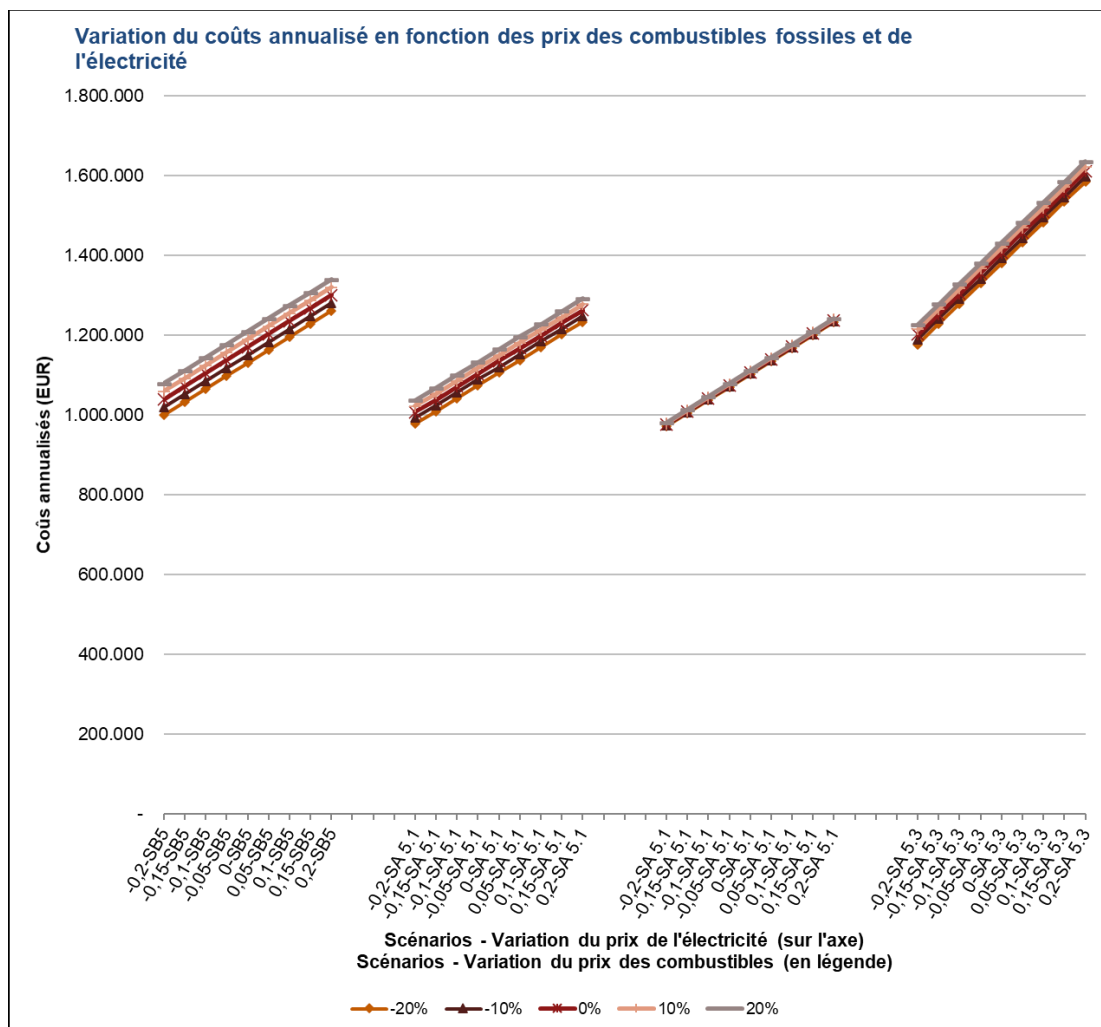
- Le scénario alternatif SA5.2 bénéficierait de l'introduction d'une taxe carbone. Cela se justifie par la majeure partie de sa chaleur produite à partir d'un vecteur renouvelable.
- Les scénarios alternatifs SA5.1 et SA5.3 ne seraient impactés que d'une façon non significative.
- L'introduction d'un coût du CO<sub>2</sub> ne permet pas au scénario SA5.3 de devenir compétitif avec les autres scénarios.



Graphique 89 : Prise en compte d'un coût du CO<sub>2</sub> pour l'analyse du profil 5

## Variation des prix du gaz et de l'électricité

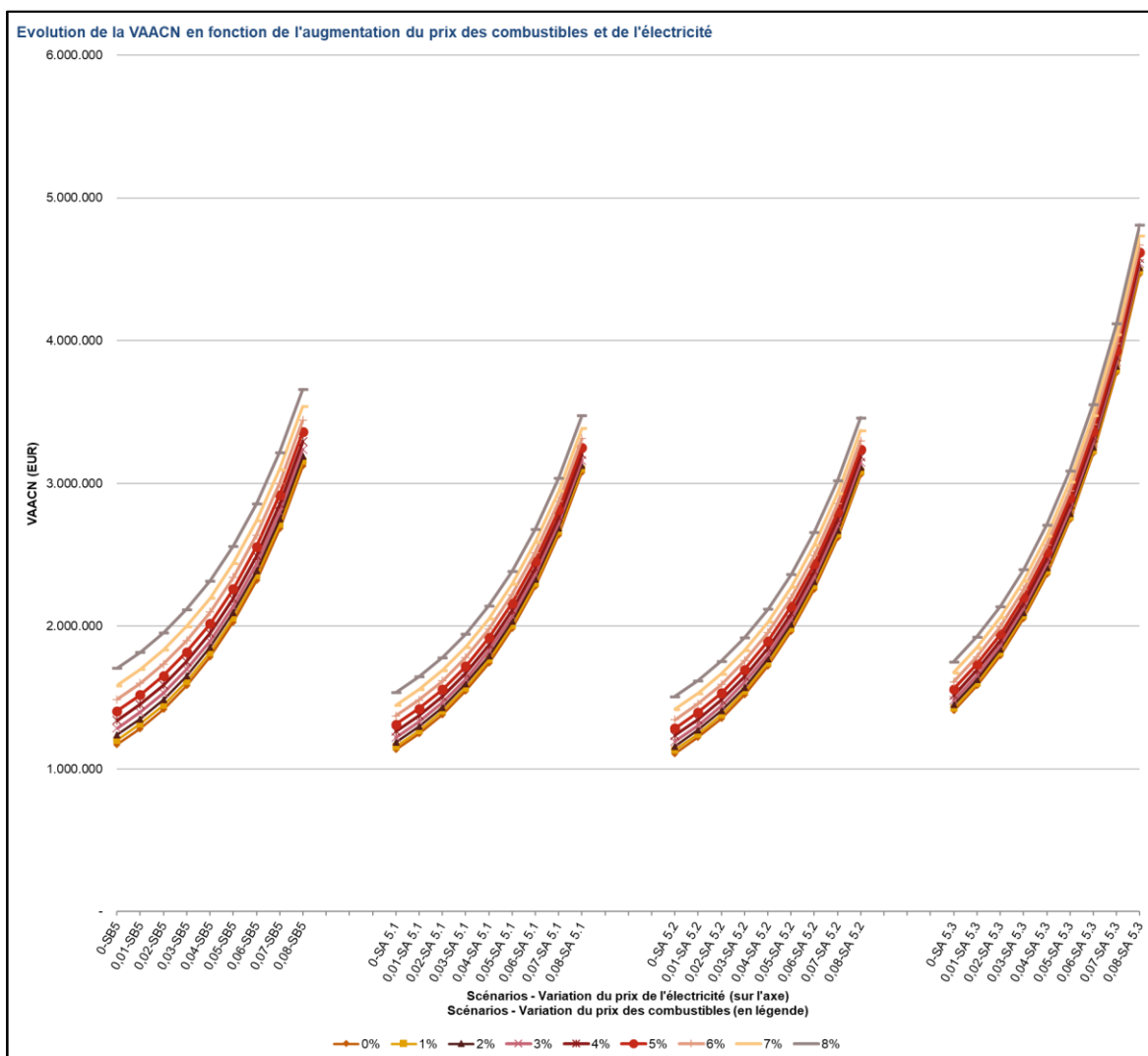
Le graphique ci-dessous illustre les résultats des scénarios analysés précédemment dans le cas où les coûts du gaz et de l'électricité étaient plus ou moins élevés (fourchette de -20% à +20%). Le scénario de base SB5 a une sensibilité légèrement plus élevée au prix du combustible comparativement aux scénarios alternatifs. Cela traduit la dépendance de ce scénario au prix du gaz. Le scénario alternatif SA5.3 présente une sensibilité très élevée au prix de l'électricité puisqu'une partie de la chaleur provient de cette source d'énergie (via les pompes à chaleur). Notez par ailleurs que cette analyse permet de jauger l'impact de la prise en compte de la TVA sur les résultats. En effet, dépendamment des combustibles, il y a lieu de considérer une augmentation proche de 10% (TVA à 6%) ou de 20% (TVA à 21%).



Graphique 90 : Variation des prix du gaz et de l'électricité pour l'analyse du profil 5

## Variation de l'augmentation du prix du gaz et de l'électricité

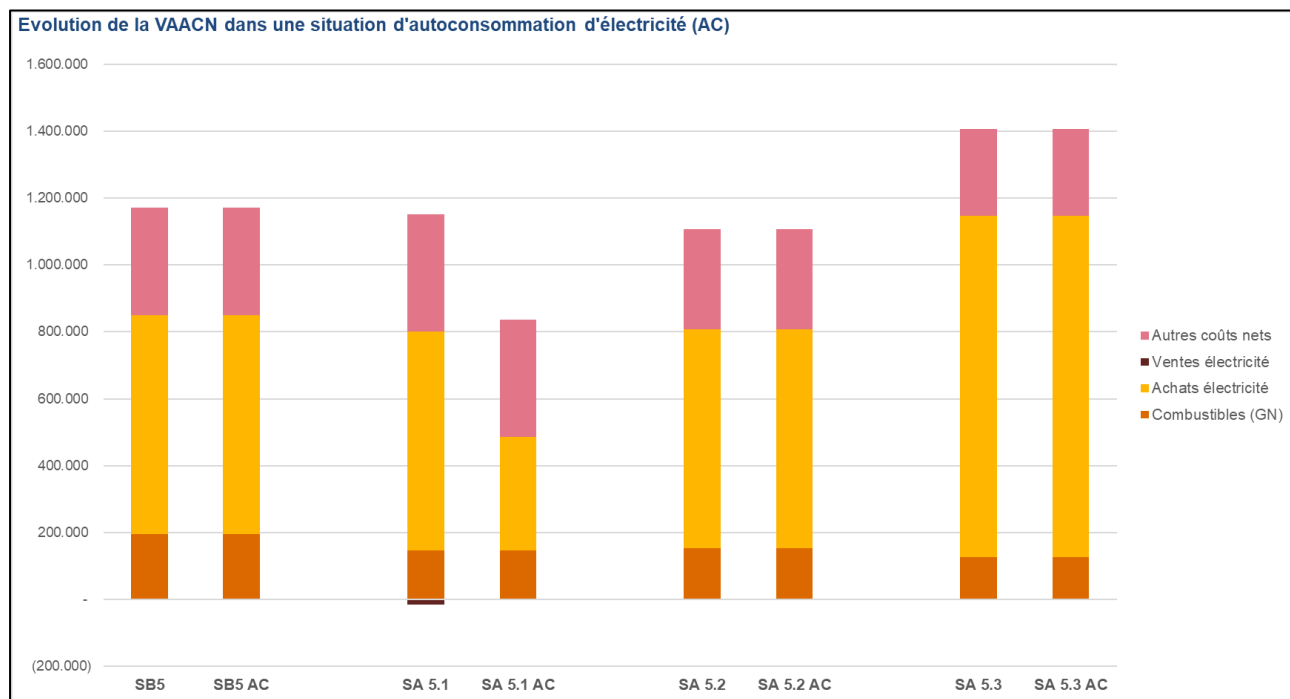
Le graphique ci-dessus considère une variation de l'augmentation des prix du gaz et de l'électricité (hypothèses initiales respectivement de +2%/an et +4%/an. Il apparaît que la VAACN du scénario SA5.3 grimpe lorsque l'inflation sur le prix de l'électricité augmente.



Graphique 91 : Variation de l'augmentation du prix du gaz et de l'électricité pour le profil 5

## Analyse de sensibilité sur l'autoconsommation collective

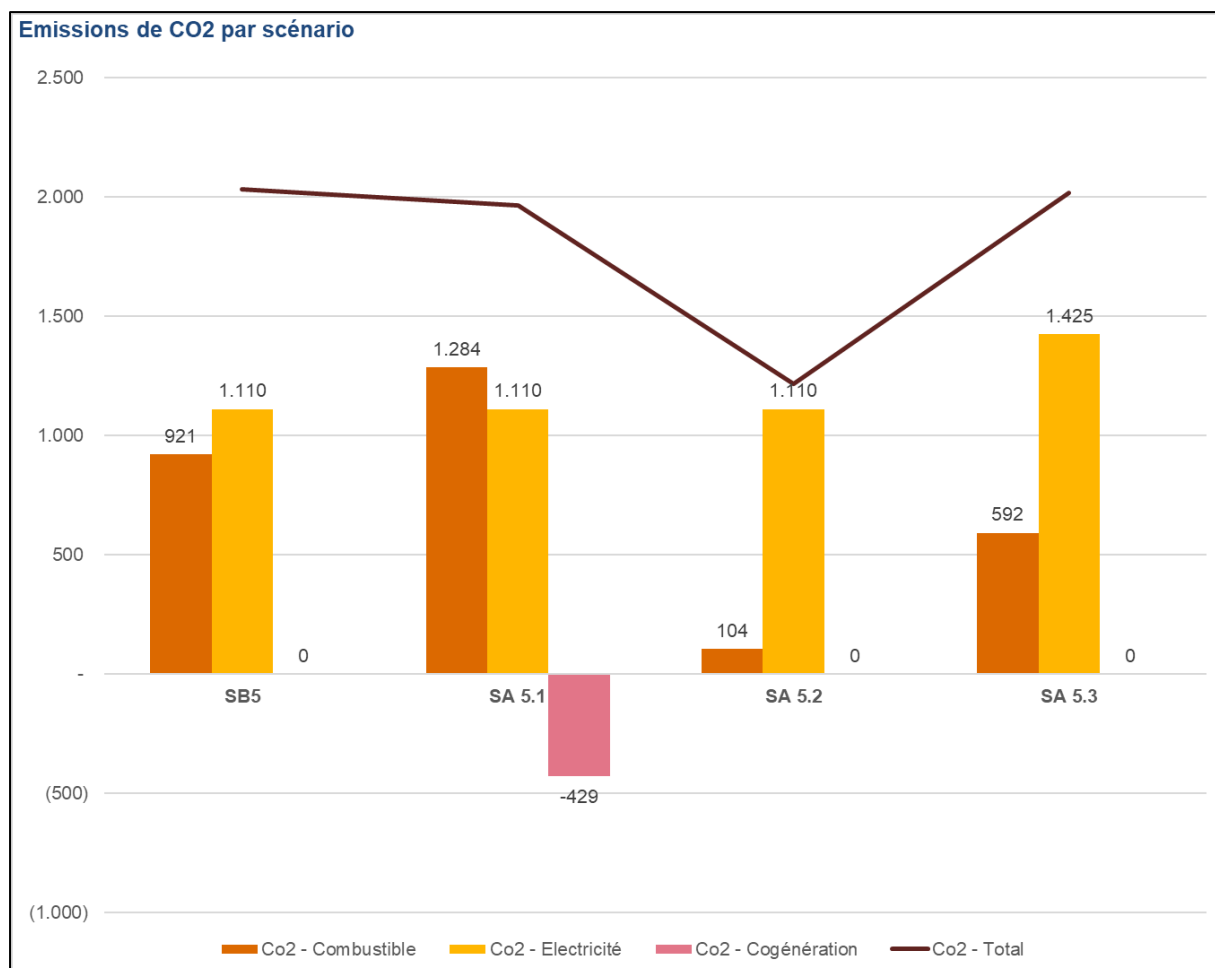
Le graphique ci-dessous présente le VAACN de chaque scénario dans deux situations : sans autoconsommation collective et avec autoconsommation collective (AC) de 100% l'électricité autoproduite. Seul le scénario exploitant une cogénération est concerné mais ce résultat met en lumière l'atout que peut représenter les communautés d'énergie. Le principal gain de l'autoconsommation collective est au niveau du poste « Achats d'électricité » qui est amputée par la production d'électricité cogénérée. Dans cette situation, le scénario SA5.1 exploitant une cogénération renforce sa position et devient presque un tiers fois moins cher que le scénario de base en divisant ses coûts d'achat d'électricité par un facteur 2.



Graphique 92 : Variation des coûts en situation d'autoconsommation d'électricité.

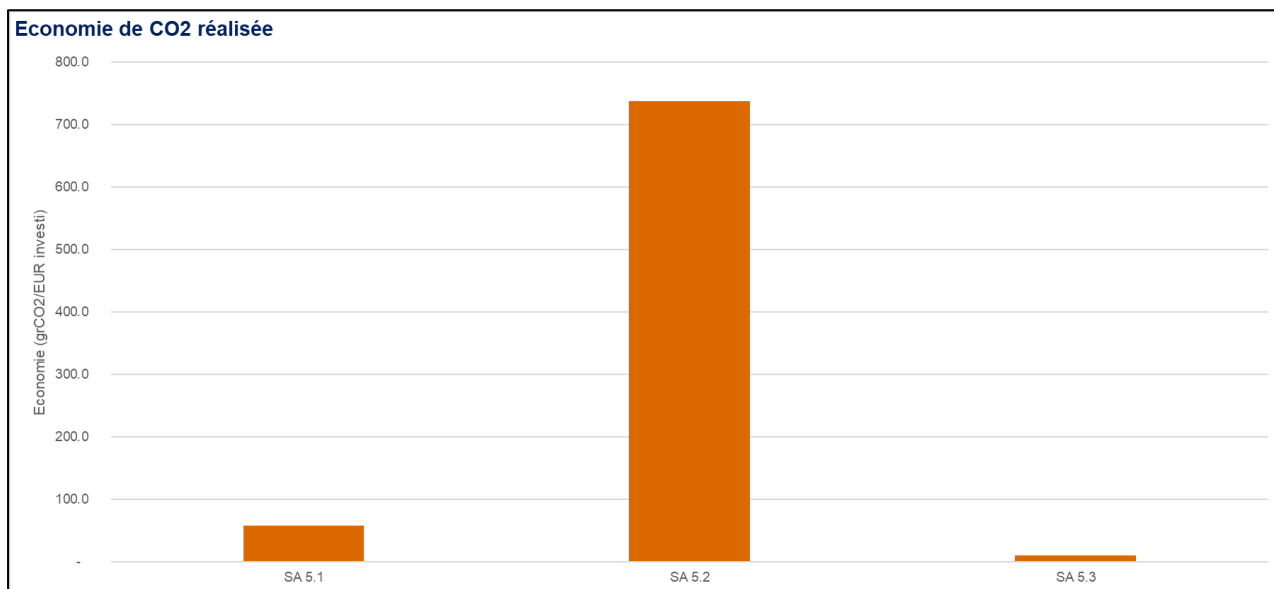
### *.X.7.6.1. Analyse environnementale*

Le scénario de base présente une production annuelle de CO<sub>2</sub> de plus de 2.000 tonnes. Le scénario SA5.1 présente des émissions de CO<sub>2</sub> annuelles inférieures au scénario de base avec un total d'émissions de 1960 tonnes de CO<sub>2</sub>. Le scénario alternatif SA5.2 affiche des émissions annuelles plus faibles de 1.200 tonnes de CO<sub>2</sub>. Le scénario SA5.2 présente des émissions très faibles de CO<sub>2</sub> car le combustible utilisé provient de la biomasse et est considéré comme une source d'énergie renouvelable. Le scénario SA5.3 produit approximativement la même quantité de CO<sub>2</sub> par an que le scénario de base, à savoir, 2.000 tonnes.



*Graphique 93: Emissions de CO<sub>2</sub> par scénario pour le profil 5*

Le graphe ci-dessous présente l'impact de chaque investissement sur les émissions de CO<sub>2</sub> comparativement au scénario de base. Pour identifier les grammes de CO<sub>2</sub> économisé par euro investi, l'approche suivante a été suivie. Pour chaque scénario, la différence d'émissions de CO<sub>2</sub> avec le scénario de base est divisée par sa VAACN. Il apparaît que le scénario SA5.2 est l'investissement le plus efficace en termes de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Chaque euro investi permet de diminuer de plus de 700 gr de CO<sub>2</sub> par rapport au scénario de base.



Graphique 94 : Economies de CO2 réalisées par scénarios du profil 5

### X.7.7. Conclusions

Les analyses économiques et de sensibilité effectuées ci-dessus permettent d'identifier plusieurs points :

1. A court terme, et d'un point de vue économique uniquement, le scénario alternatif 3 (PAC) est plus intéressant que l'ensemble des autres scénarios. Après une dizaine d'année, l'ensemble des scénarios présente de coûts nets actualisés inférieurs à ce scénario et l'écart se creuse après 15 ans à cause du remplacement de l'ensemble des PAC ;
2. Le scénario le plus pertinent économiquement et environnementalement est celui de la chaufferie biomasse et du réseau de chaleur.
3. Les scénarios alternatifs SA5.1 (cogénération gaz) et SA5.2 (chaudière biomasse) présentent des coûts nets actualisés inférieurs à ceux du scénario de base compte tenu des mécanismes de soutien actuels.
4. Le scénario PAC est fort consommateur d'électricité et cela le rend très sensible à l'évolution du prix de l'électricité, avec un risque important de fragilisation des consommateurs finaux.
5. Le scénario SA5.2, consommateur de biomasse, est très peu sensible à l'évolution du prix du combustible fossile. Sa sensibilité aux variations du prix de l'électricité est identique aux scénarios de base et alternatif 2.
6. L'autoconsommation collective de l'électricité permet de renforcer le positionnement compétitif du scénario SA1, intégrant une cogénération gaz ;
7. Le scénario « chaufferie biomasse centralisée » (SA5.2) présente le plus fort impact en termes de CO2 économisé par euro investi.
8. L'investissement des PAC (SA5.3) ne permet pas, sur le long terme, de concurrencer, en termes de coûts nets, les différents scénarios.

## X.8. Synthèse

Profil	Scénario optimal	Scénario (2 <sup>ème</sup> position)		Scénario (3 <sup>ème</sup> position)		Scénario (4 <sup>ème</sup> position)		Principaux points de sensibilité
			Écart avec le scénario optimal (%)		Écart avec le scénario optimal (%)		Écart avec le scénario optimal (%)	
Profil 1 – Commune urbaine ou périurbaine à forte densité énergétique	SA1.3 – Chaleur fatale distribuée par RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	SA1.2 – Cogénération biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	<b>VAACN :</b> + 19% <b>Émissions de CO2 :</b> + 217%	SA1.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	<b>VAACN :</b> + 22% <b>Émissions de CO2 :</b> + 424%	SB1 – Chaudière à condensation individuelle	<b>VAACN :</b> + 50% <b>Émissions de CO2 :</b> + 403%	Subsides (certificats verts) Prix des combustibles carbonés Prix des OPEX (entretien et maintenance) Coût du CO2
Profil 2 – Parc d'immeubles résidentiels	SA2.3 – Chaleur fatale distribuée par RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	SA2.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	<b>VAACN :</b> + 29% <b>Émissions de CO2 :</b> + 251%	SA2.2 – Chaudière biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au mazout (back-up)	<b>VAACN :</b> + 55% <b>Émissions de CO2 :</b> - 53 %	SB2 – Chaudière à condensation décentralisée par bâtiment	<b>VAACN :</b> + 84% <b>Émissions de CO2 :</b> + 224%	Prix des combustibles carbonés Prix des OPEX (entretien et maintenance) Coût du CO2
Profil 3 – Site industriel	SA3.1 – Chaleur fatale industrielle distribuée par RC et chaudière d'appoint centrale au mazout (back-up)	SA3.2 – Cogénération biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au mazout (back-up)	<b>VAACN :</b> + 4% <b>Émissions de CO2 :</b> - 63%	SB3 – Chaudière à condensation mazout décentralisée par bâtiment	<b>VAACN :</b> + 20% <b>Émissions de CO2 :</b> + 408%	SA3.3 – Cogénération biogaz centralisée et appoint chaudière mazout	<b>VAACN :</b> + 75% <b>Émissions de CO2 :</b> - 84%	Prix des combustibles carbonés Coût du CO2
Profil 4 – Commune à forte densité énergétique située dans une zone où la géothermie profonde est exploitable	SA4.1 – Installations géothermiques reliée à un RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	SB4 – Mix énergétique gaz/mazout décentralisé (chaudières individuelles)	<b>VAACN :</b> + 32% <b>Émissions de CO2 :</b> + 318%					Prix des combustibles carbonés Prix des CAPEX Coût du CO2
Profil 5 – Écoquartier	SA5.2 – Chaufferie biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	SA5.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	<b>VAACN :</b> + 3% <b>Émissions de CO2 :</b> + 83%	SB5 – Chaudière à condensation individuelle au gaz et mise en place d'un réseau de distribution de gaz	<b>VAACN :</b> + 6% <b>Émissions de CO2 :</b> + 67%	SA5.3 – Pompes à chaleur individuelles et chaufferie gaz à condensation décentralisée	<b>VAACN :</b> + 27% <b>Émissions de CO2 :</b> + 66%	Prix des combustibles carbonés Prix des OPEX (entretien et maintenance) Subsides (certificats verts) Coût du CO2



# ***Chapitre 11 : Proposition de mesures & analyse d'impacts***

## XI. Introduction

### XI.1. *Rappel de l'Annexe VIII*

Le point 9 de la partie IV de l'Annexe VIII de la directive 2012/27/EU sur le contenu des évaluations complètes du potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid requiert :

Un aperçu des nouvelles mesures législatives et non législatives visant à réaliser le potentiel économique identifié conformément aux points 7 et 8, ainsi que des mesures prévues :

- a) Réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
- b) Economies d'énergie primaire en GWh par an ;
- c) L'impact sur la part de la cogénération à haut rendement ;
- d) L'impact sur la part des énergies renouvelables dans la combinaison énergétique nationale et dans le secteur du chauffage et du refroidissement ;
- e) Liens avec la programmation financière nationale et économies de coûts pour le budget public et les acteurs du marché ;
- f) Estimation des mesures de soutien public, le cas échéant, avec leur budget annuel et identification de l'élément d'aide potentiel.

### XI.2. *Introduction*

Nous reprenons au sein de la section XI.3 un descriptif des différentes mesures ayant été définies pour contribuer à la réalisation du potentiel économique des technologies présentées au chapitre 9 de la présente étude dans le cadre de l'élaboration des scénarios alternatifs. Le descriptif des mesures reprend les informations suivantes : type de mesure, objectif poursuivi, acteurs potentiels pour l'implémentation de la mesure, technologie(s) concernée(s), constats en lien avec les analyses menées au chapitre 10, les actions à envisager. Enfin, pour chaque mesure, le lien avec les mesures de politique énergétique présentées au chapitre 9.

Au sein de la section XI.4, une analyse qualitative de la contribution de chacune des mesures permet de voir dans quelle mesure elles contribuent à la réalisation des objectifs suivants : réduction des économies de gaz à effet de serre, économies d'énergie primaire en GWh par an, impact sur la part de cogénération à haut rendement.

## XI.3. Présentation des mesures proposées

### XI.3.1. Liste des mesures proposées

N°	Nom de la mesure	Concerne
	<b>En Cours</b>	
1	Prendre des arrêtés d'exécution relatifs à l'organisation du marché thermique et aux réseaux d'énergie thermique	Global SER
2	Permettre la mise en place des communautés d'énergie renouvelable (chaleur et électricité)	Global SER
3	Prise en compte des réseaux de chaleur dans le calcul de la PEB	Réseau de chaleur
4	Décret sous-sol	Géothermie
	<b>Mesures Prioritaires</b>	
5	Arrêter toutes subventions des énergies fossiles en lien avec les objectifs de la RW	Global SER
6	Soutenir la valorisation de la chaleur SER et fatale	Chaleur SER
	<b>Mesures avec Impacts Importants</b>	
7	Mettre en place une plate-forme en ligne, par secteur d'activité (résidentiel, tertiaire, industrie), permettant de faciliter les démarches menant à la concrétisation d'un projet	Global SER
8	Faire évoluer les aides AMURE et UREBA	Global SER
9	Maintenir et adapter les aides à l'investissement (UDE)	Global SER
10	Inciter au maintien des performances des installations de production SER	Global SER
11	Proposer un mécanisme de financement adapté à une durée de vie importante des équipements réseaux de chaleur / cogénération	Réseau de chaleur
12	Revoir la durée d'amortissement des RCU d'un point de vue comptable	Réseau de chaleur
13	Intégrer au niveau communal, ou d'un quartier, des obligations d'étude sur les RCU et les énergies renouvelables dans le cadre de chantiers importants	Réseau de chaleur
14	Création d'un fond de garantie pour la dépollution des terres excavées	Réseau de chaleur
15	Développement d'un système cartographique (SIG) recensant les besoins de chaleur, les réseaux de chaleur, les installations techniques	Réseau de chaleur
16	Elargir la mission du facilitateur industrie en y intégrant un volet sur la valorisation de la chaleur fatale	Chaleur Fatale
17	Création d'un fonds de garantie contre le risque industriel dans les projets de valorisation de chaleur fatale	Chaleur Fatale
18	Favoriser le développement d'installations alimentant des réseaux de chaleur (géothermie profonde, géothermie minière et géothermie peu profonde à système ouvert)	Géothermie

N°	Nom de la mesure	Concerne
19	Modification du système de permis relatif aux systèmes ouverts en géothermie peu profonde et à la gazéification de la biomasse	Géothermie, Biomasse
20	Mesures permettant de diminuer le risque géologique des projets de géothermie profonde	Installations géothermiques profondes
<b>Mesures avec Impacts Modérés</b>		
21	Professionnalisation des secteurs « Cogénération », « Réseau de chaleur », « Géothermie », « Biomasse »	Global SER
22	Intégrer un système de facilitateur/expertise directement dans l'administration - avec des agents de terrains	Global SER
23	Mise en place d'un système efficace de suivi d'impétrants	Réseau de chaleur
24	Organiser une filière de récolte et de traitement / valorisation des cendres	Biomasse solide
25	Favoriser la biomasse de qualité avec faibles émissions de particules fines (éventuellement d'origine wallonne)	Biomasse solide
<b>Mesures nécessitant une analyse complémentaire</b>		
26	Planifier la fin du recours au mazout et au gaz naturel	Global SER
27	Analyser l'intérêt du développement d'installations solaire thermiques alimentant des réseaux de chaleur	Réseau de chaleur
28	Mettre en place une politique de valorisation des Combustibles Solides de Récupération (CSR)	Global SER

Les mesures proposées ne portent pas préjudice aux plans déjà approuvés par le Gouvernement. Là où l'opérationnalisation de ceux-ci permet encore de tenir compte des mesures proposées ci-dessous, celles-ci seront intégrées (par exemple, via circulaire, pour les projets qui n'ont pas encore été finalisés, etc.).

### XI.3.2. Mesures en cours

Les mesures de ce chapitre ont déjà été démarrées, certaines avec une transposition légale, d'autres sont au stade de la réflexion. Cependant, elles nécessitent toutes encore un suivi et une acceptation du Gouvernement Wallon pour être menées à terme.

Mesures en cours	
Fiche Mesure #1	Prendre les arrêtés d'exécution relatifs à l'organisation du marché thermique et aux réseaux d'énergie thermique
Type de mesure	Juridique (court-terme)
Objectif	<p>D'une manière générale, transposer les obligations européennes relatives au comptage et à l'information sur la facturation et la tarification.</p> <p>D'une manière plus spécifique, traiter les réseaux d'énergie thermique soumis à certaines obligations dès lors qu'il y a vente d'énergie à un ou plusieurs consommateurs.</p>
Acteurs potentiels	SPW TLPE – GW
Technologie(s) concernée(s)	Réseau de chaleur
Constats Chap. 10	La rentabilité d'un réseau de chaleur est conditionnée à de nombreux risques, notamment sur la revente de l'énergie thermique. Il est nécessaire de disposer d'un cadre juridique clair.
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en place un cadre juridique pour les réseaux de chaleur</li> <li>• Transposer les dispositions des directives du paquet « une énergie propre pour tous les Européens » pour respecter les standards en matière de comptage, d'informations des clients, du droit de déconnexion et de garantie de ce droit et concernant les réseaux d'énergie thermique avec vente</li> </ul>
Lien stratégie	<p>PWEC 2030 (réseaux de chaleur sont une option pertinente pour valoriser la chaleur renouvelable)</p> <p>PACE 2016-2022 (mesure de soutien à la chaleur verte, notamment au travers des réseaux de chaleur)</p>

Mesures en cours	
Fiche Mesure #2	Permettre la mise en place des communautés d'énergie renouvelable (chaleur et électricité)
Type de mesure	Juridique (moyen-terme)
Objectif	Encourager l'autoconsommation collective d'électricité et de chaleur
Acteurs potentiels	SPW TLPE – CWAPE – GW – PW
Technologie(s) concernée(s)	Cogénération, Réseaux de chaleur
Constats Chap. 10	<p>Le développement de communauté d'énergie « chaleur » présente un réel potentiel de projet d'économie locale et sociétale en intégrant par exemple aussi la production du combustible.</p> <p>Les analyses de sensibilité ont démontré l'intérêt d'une valorisation de l'électricité SER à un juste prix pour le développement des cogénérations liées à un réseau de chaleur. Pour le calcul du taux d'octroi de certificats verts, il est tenu compte d'une part importante d'électricité autoconsommée, valorisée à un prix plus élevé que celui de revente sur le marché. Un taux d'autoconsommation élevé n'est que rarement atteint dans le cadre d'un réseau de chaleur car la production de chaleur est partagée entre les consommateurs mais le cadre actuel en électricité ne le permet pas. Ce frein sera partiellement levé avec la mise en place des communautés d'énergie.</p> <p>De nombreux réseaux de chaleur sont donc dépourvus de cogénération car cet investissement est économiquement non viable à cause du faible coût de rachat de l'électricité injectée sur le réseau. Les autres possibilités de valorisations d'électricité (licence de fourniture ou revente à un agrégateur), sont trop complexes à mettre en œuvre pour des projets de moyenne taille.</p> <p>La mise en œuvre prochaine des communautés d'énergie « électricité », va résoudre cette problématique dans certaines conditions précises (cogénérations fossiles exclues, cogénération doit être propriété de la CE, uniquement les nouvelles installations). Il convient donc de réfléchir à d'autres moyens de valorisation de cette électricité.</p>
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marché public en cours relatif à un appui technique et juridique pour favoriser le développement de différentes formes de partage d'énergie en Wallonie</li> <li>• Implémentation des dispositions réglementaires encadrant la vente d'énergie thermique à un ou plusieurs consommateurs</li> <li>• Transposer l'article 22 de la Directive RED II prévoyant que les Etats membres doivent veiller à ce que les clients finaux, en particulier les ménages, puissent participer à une communauté d'énergie renouvelable, tout en conservant leurs droits ou obligations en tant que clients finaux et sans être soumis à des conditions ou des procédures injustifiées ou discriminatoires (...).</li> <li>• Intégrer le cas particulier des réseaux de chaleur renouvelable dans les réflexions en cours sur la mise en œuvre des communautés d'énergie et sur la mise en œuvre du mécanisme de « pair à pair » (REDII art 2.18).</li> </ul>
Lien stratégie	Lien avec le PWEC 2030 (« Encadrement du déploiement de sources décentralisées en visant la maximisation du bien-être collectif via notamment les schémas d'autoconsommation collective ») et le PACE 2016-2022 (« Création des conditions favorables au développement des communautés d'énergie renouvelable »)

Mesures en cours	
Fiche Mesure #3	Prise en compte des réseaux de chaleur dans le calcul de la PEB
Type de mesure	Communication (court-terme)
Objectif	Rendre les réseaux de chaleur attractifs aux yeux des promoteurs immobiliers
Acteurs potentiels	SPW TLPE
Technologie(s) concernée(s)	Réseau de chaleur, cogénération
Constats Chap. 10	<p>Dans le cadre de nouveaux lotissements de maisons individuelles, de nombreux nouveaux logements sont équipés par défaut d'une pompe à chaleur. Or l'analyse a démontré que ce type d'équipement n'est pas le plus rentable économiquement et environnementalement à long terme.</p> <p>Historiquement, pour le calcul de leur PEB (Performance énergétique), les bâtiments connectés à un réseau de chaleur étaient négativement impactés d'un facteur énergétique par défaut. La mise en œuvre d'un réseau de chaleur pour de nouveaux logement, qui doivent respecter l'exigence PEB en était presque impossible. Un nouvel outil permet une prise en compte plus objective de la performance du réseau de chaleur.</p>
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Communiquer sur l'existence de l'outil PEB pour les réseaux de chaleur</li> <li>• Etablir un lien entre les déclarations PEB réseau de chaleur et le rapportage vers l'Administration prévu dans le « Décret/AGW Energie Thermique » en cours de validation</li> </ul>
Lien stratégie	Lien avec la mesure 14 du chapitre 8 (« Poursuivre le renforcement des normes (EU) énergétiques dans le respect des directives européennes ») et la mesure 17 (« Mettre en œuvre le passeport du bâtiment ») basées sur le PACE 2016-2022, le PWEC 2030, AEER et SWR

Mesures en cours	
Fiche Mesure #4	Décret sous-sol
Type de mesure	Juridique (court-terme)
Objectif	Réglementation globale pour l'exploration et l'exploitation de la ressource du sous-sol wallon
Acteurs potentiels	SPW TLPE – SPW ARNE – GW – PW
Technologie(s) concernée(s)	Géothermie
Actions	<p>Le projet a pour objet d'instaurer un cadre clair et précis des activités et installations visant à explorer et exploiter les ressources du sous-sol wallon.</p> <p>L'enjeu de ce projet consiste notamment à déterminer un cadre juridique clair pour la géothermie destinée à attirer les investisseurs, réticents à entrer sur le marché en raison du vide juridique actuel. Le SPW TLPE s'est donc positionné en faveur d'une intégration au sein du projet de décret sous-sol et ce, afin d'éviter toute redondance et assurer la complémentarité et la sécurité juridique.</p> <p>Il était en outre logique d'envisager les dispositions relatives à la géothermie dans le droit de l'environnement, dans la mesure où d'une part, l'exploitation ne peut être menée sans le permis d'environnement requis et d'autre part, au regard des possibles effets de cette activité, notamment au moment du forage, sur les masses d'eau souterraines. En outre, l'interaction de l'exploitation de la géothermie avec les autres utilisations possibles du sous-sol devait être appréhendée dans un cadre cohérent.</p> <p>Les options proposées par la mission de Codification des ressources du sous-sol ont veillé à permettre l'établissement d'un tronc commun pour les ressources dites « stratégiques », permettant l'octroi de l'exclusivité au candidat explorateur et/ou exploitant, nécessaire à sécuriser les investissements et par conséquent favoriser les initiatives du secteur privé, indispensables dans ce domaine. Cela est d'autant plus important que cela permettra une meilleure connaissance du sous-sol wallon et de ses potentialités entre autres énergétiques par les autorités publiques.</p>
Lien stratégie	PWEC 2030, PNEC 2030 et PACE 2016-2022 (le volet géothermie est abordé dans ces stratégies au travers d'une levée des freins à son développement grâce à un cadre juridique clair)



### XI.3.3. Mesures prioritaires

Mesures prioritaires	
Fiche Mesure #5	Arrêter toutes subsidiations des énergies fossiles en lien avec les objectifs de la RW
Type de mesure	Économique
Objectif	Supprimer les aides qui favorisent la compétitivité des énergies fossiles
Acteurs potentiels	SPW TLPE – CWaPE – SPW économie – GW – PW – Niveau Fédéral (compétences non régionalisées, par ex. fiscalité)
Technologie(s) concernée(s)	Toutes technologie SER
Constats Chap. 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les projets « chaleur » d'énergie fossile bénéficient généralement d'un temps de retour plus avantageux à court terme. Ils n'ont aucunement besoin d'un soutien financier.</li> <li>Le soutien à la production d'électricité à partir d'énergie fossile (gaz naturel) via les Certificats Vert est marginal sur la VAACN.</li> <li>La Région wallonne s'est donnée pour objectif d'atteindre un parc de logements publics dont la performance énergétique est de label A décarboné à l'horizon 2040 ; les autres bâtiments résidentiels devraient atteindre ce même objectif en 2050, tandis que pour le tertiaire, l'ambition est de tendre en 2040 vers un parc de bâtiments à bilan énergétique et carbone annuels nuls pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement et l'éclairage</li> </ul>
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réalisation d'un cadastre permettant d'identifier tous les subsides aux énergies fossiles</li> <li>En lien avec la réflexion et le phasage sur la fin de l'utilisation d'énergies fossiles, modifier les AGW concernés en supprimant ces aides aux énergies fossiles d'ici 2025 au plus tard, pour autant qu'il existe des alternatives durables ou en les transformant en aides aux énergies renouvelables</li> <li>Supprimer les aides déjà identifiées là où il existe des alternatives</li> <li>Etant donné la durée de vie importante de certains des projets subsidiés et la volonté du GW d'atteindre 100% d'énergie renouvelable en 2050, inciter tous les projets qui ne sont pas encore finalisés à opter pour une source d'énergie décarbonée.</li> </ul>
Lien Stratégie	PACE 2016-2022 PWEC 2030 (Lien avec la mesure 4 du chapitre 8 : « Encourager la population à passer à un combustible moins polluant »)

Mesures prioritaires	
Fiche Mesure #6	Soutenir la valorisation de la chaleur SER et fatale
Type de mesure	Économique
Objectif	Augmenter la part de chaleur valorisée à partir de sources renouvelables et/ou fatales
Acteurs potentiels	SPW TLPE – CWaPE – Union wallonne des entreprises – GW
Technologie(s) concernée(s)	Toutes technologies de production de chaleur SER
Constats Chap. 10	La présence d'un soutien à la production d'électricité sans soutien spécifique à la chaleur biaise la compétitivité à court terme des technologies SER et notamment de la récupération d'énergie fatale. Or les Industries n'investissent pas dans les technologies avec un temps de retour supérieur à 3 ans et ne sont donc pas incitées à valoriser leur chaleur fatale au-delà de leur propre besoin.
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer l'opportunité d'étendre la réflexion sur les Accords de Branche après 2023 à la question de la chaleur, en ce compris pour le secteur tertiaire.</li> <li>• Poursuivre et étendre la mise en place de cadastre de la production de chaleur renouvelable en Wallonie</li> <li>• Mettre en place un cadastre de la chaleur fatale en Wallonie : potentiel technique, mise en rapport avec les besoins de chaleur et de froid substituables à proximité</li> <li>• Développer un système de certification du caractère renouvelable ou durable des installations de production de chaleur (via les Garanties d'Origine –AGW « Chaleur » en cours d'approbation)</li> <li>• Développer des mécanismes de soutien à la valorisation de la chaleur SER ou fatale afin de la rendre au minimum aussi rentable que celle produite directement par des énergies fossiles : aide pour la mise en place des installations, soutien financier pour l'énergie calorifique récupérée et utilisée (via des LGO).</li> <li>• Développer des mécanismes de subsides adaptés au temps de retour de l'investissement de la technologie et diminuer le risque pour les investisseurs privés</li> <li>• Développer la communication autour de la chaleur renouvelable envers les industries, les porteurs de projet, et le grand public, avec éventuellement désignation d'un SPOC au niveau de l'administration</li> <li>• Assurer la pérennité du financement du soutien aux SER en mettant en place un financement indépendant de la consommation d'électricité. Ne plus permettre à des installations d'être dimensionnées sans considérer la valorisation de chaleur.</li> <li>• Conditionner l'attribution des subsides à des facteurs techniques, écologiques et de performance maintenue à long terme.</li> </ul>
Lien stratégie	PACE 2016-2022 PWEC 2030 (Soutien à la chaleur verte notamment au travers des réseaux de chaleur)

### XI.3.4. Mesures avec Impacts Importants

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #7	Mettre en place une plate-forme en ligne, par secteur d'activité (résidentiel, tertiaire, industrie), permettant de faciliter les démarches menant à la concrétisation d'un projet
Type de mesure	Simplification administrative
Objectif	Centraliser l'information et les démarches
Acteurs potentiels	SPW TLPE – EWBS – Renowatt
Technologie(s) concernée(s)	Toutes technologies SER
Constats Chap. 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les projet SER sont soumis à une série d'obligations administratives à la mise en œuvre du projet et pendant sa durée de vie, contrairement aux projets « fossiles ».</li> <li>Ces obligations sont gérées par différentes Directions et entités, ce qui engendre une complexité supplémentaire</li> <li>Un encadrement est nécessaire pour les filières SER mais l'impact doit être limité au maximum sur le développement des projets (coût, complexité et durée des démarches)</li> </ul>
Actions proposées	<p>Après avoir mené une réflexion sur les procédures, mettre en place une plateforme en ligne contenant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Une seule source d'information, consolidée, sur les procédures à destination des porteurs de projet</li> <li>Un seul outil de suivi des démarches administratives des différents services (SPW TLPE, Comité transversal de la Biomasse (CTB), Direction des Permis et autorisation (SPW-ARNE, SPW économie, etc.)</li> <li>Un seul outil pour traiter les demandes de subside de type étude et de type investissement sur base d'un workflow « vertueux » : Audit -&gt; Etude -&gt; Investissement -&gt; support à l'exploitation. (Des outils fonctionnels sont déjà disponibles sur le marché et permettraient un déploiement rapide)</li> <li>Un seul outil pour récolter les informations de fonctionnement des équipements SER (encodage certificats verts, suivi des émissions, consommation énergétique et performances (bilan, décret énergie thermique, ...), suivi de la durabilité (Directive REDII), etc....)</li> </ul> <p>Renforcer les synergies entre les outils et les services existants au sein de la Région wallonne (AMURE, UDE, UREBA, Infrasport, Sowalfin, SRIW, Renowatt, etc.). Travailler sur la communication et la reconnaissance mutuelle des services proposés.</p>
Lien Stratégie	PWEC 2030 et PACE 2016-2022 (Lever les barrières administratives et réglementaires afin de promouvoir l'énergie renouvelable)

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #8	Faire évoluer les aides AMURE et UREBA
Type de mesure	Économique
Objectif	Soutenir le développement des SER en Wallonie, notamment améliorer la qualité des projets étudiés dans le cadre des aides AMURE et UREBA pour mieux cibler les projets à subventionner à l'investissement.
Acteurs potentiels	SPW TLPE – SPW EER (Direction des Programmes d'Investissement (DPI)) – GW
Technologie(s) concernée(s)	Réseau de chaleur, cogénération
Constats Chap. 10	Problématique mise en avant par l'analyse
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sauf exception (par exemple selon certains types ou taille d'investissements), pour toute aide à l'investissement relative aux systèmes de production d'énergie thermique, imposer la réalisation d'une étude de (pré-)faisabilité par un auditeur agréé par la Wallonie. Cette étude devra mettre en évidence la pertinence du projet dans l'atteinte des objectifs environnementaux de la Wallonie.</li> <li>Imposer la méthodologie d'audit unifiée proposée par la Région wallonne sur son site internet pour la réalisation des études et audits (actuellement proposée mais non imposée) afin de rendre les analyses comparables.</li> <li>Elargir, au-delà des entreprises en accord de branche, la possibilité de subsidier les études de faisabilité, notamment pour que les PME puissent en bénéficier</li> <li>Subsidier la réalisation de cahiers des charges et suivis de chantier par des bureaux d'études indépendants sur certains projets SER particulièrement complexes (Cogénération, Biomasse, Géothermie, Réseau de chaleur)</li> <li>Ne plus subsidier des études pour des filières concernant des énergies fossiles (par ex : remplacement de chaudière, cogénération au gaz).</li> <li>Imposer et subsidier la réalisation d'audits de performance annuels pour les équipements de production SER avec rapportage vers l'Administration (par exemple rapportage dans le cadre du Décret « énergie thermique »). Pour les projets disposant de subsides à l'exploitation, lier ce subside à la réalisation de l'audit et au maintien des performances (plages de tolérance à convenir).</li> <li>Arrêter toute subsidiation d'énergie fossile, d'ici 2025 au plus tard, pour autant qu'il existe des alternatives durables ou en les transformant en aides aux énergies renouvelables</li> <li>Analyser les règles de subsidiation pour des investissements entre les aides UDE Energie et UREBA, s'assurer de la cohérence des dispositifs.</li> <li>Renforcer les synergies entre les outils et les services existants au sein de la Région wallonne (AMURE, UDE, UREBA, Infrasport, Sowalfin, SRIW, Renowatt, etc.). Travailler sur la communication et la reconnaissance mutuelle des services proposés.</li> </ul>
Lien stratégie	PACE 2016-2022 AEER SWR (Lien avec les mesures 27,28 et 29 du chapitre 8 : « Optimiser le système d'aides aux études énergétiques pour les PME/TPE, les pouvoirs locaux et le secteur non-

	marchand » ; « Lancer un nouveau programme de rénovation des bâtiments publics UREBA exceptionnel » et « Créer un mécanisme de financement pour favoriser l'efficacité énergétique des bâtiments du secteur public et du secteur non-marchand (prêt à taux zéro) »
--	--

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #9	Maintenir et adapter les aides à l'investissement (UDE)
Type de mesure	Économique
Objectif	Favoriser les investissements énergétiques
Acteurs potentiels	SPW TLPE – SPW Economie – Direction des Programmes d'Investissement (DPI) – GW
Technologie(s) concernée(s)	Toutes
Constats Chap. 10	<p>Tant que les prix des combustibles fossiles sont bas, les SER restent fortement dépendantes du soutien à l'investissement.</p> <p>Les réseaux de chaleur sont éligibles aux aides à l'investissement UDE, mais seul un porteur de projet de type PME est éligible. Une grande entreprise qui dispose de chaleur fatale ne bénéficie donc d'aucun soutien pour valoriser cette chaleur.</p> <p>Le soutien de la connexion à un réseau de chaleur pour des bâtiments résidentiels est inexistant, or c'est la diversité des profils de consommations qui fait la rentabilité de ce type de projet.</p> <p>Les taux d'intervention sont forfaitaires et ne correspondent plus à la réalité du marché.</p>
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revoir les montants forfaitaires de surcoût éligible et intégrer une catégorie spécifique Réseau de chaleur SER.</li> <li>Prévoir un mécanisme de révision des forfaits rapide pour correspondre aux évolutions du marché.</li> <li>Conditionner le subside à la rentabilité de la technologie (écarter les projets non rentables même sur la durée de vie de la machine)</li> <li>Prévoir les ressources nécessaires à un contrôle sur site des projet subsidiés, 2 ou 3 ans après leurs démarrages. S'appuyer sur des audits de performance, réalisé par exemple via des auditeurs AMURE ou UREBA, pour garantir la pérennité des fonds investis par la Wallonie</li> <li>Etablir des plafonds hauts de subsidiation par technologie pour éviter de sur-financer des technologies non matures, qui peuvent bénéficier d'autres aides en Recherche.</li> <li>Prévoir une subvention pour le raccordement à tout réseau de chaleur efficace (éventuellement conditionné au fait que le vecteur énergétique soit SER et jugé comme pertinent pour la commune considérée). Cette prime existait (<a href="http://forms6.wallonie.be/DGO4_Energie_v17.07.01/formulaire31.pdf">http://forms6.wallonie.be/DGO4_Energie_v17.07.01/formulaire31.pdf</a>) La prime est demandée par le gestionnaire du réseau de chaleur qui a en charge le raccordement du nouveau consommateur.</li> <li>Etudier la possibilité d'ouvrir le système de prime UDE aux sociétés immobilières pour les projets C-SER avec réseau de chaleur et aux grandes entreprises pour la valorisation de chaleur fatale.</li> </ul>
Lien stratégie	<p>PWEC 2030</p> <p>PACE 2016-2022</p> <p>(Lien avec la mesure 1 du chapitre 8 : » Maintenir les primes à l'investissement pour les installations exploitant des énergies renouvelables »)</p>

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #10	Inciter au maintien des performances des installations de production SER
Type de mesure	Économique
Objectif	Soutenir financièrement le développement d'installations performantes
Acteurs potentiels	SPW TLPE – CWaPE – GW
Technologie(s) concernée(s)	Réseau de chaleur, cogénération
Constats Chap. 10	<p>Les installations SER sont économiquement et environnementalement plus performantes lorsqu'on prend en compte toute la durée de vie des installations. L'atteinte des objectifs d'économie est donc conditionnée par un maintien des outils de production à une performance élevée.</p> <p>Il n'y a aujourd'hui aucun encadrement, aucune agrégation, ni soutien pour une maintenance de qualité des installations SER subsidiées par la Wallonie.</p>
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soutenir / obliger la réalisation d'un audit de performance des installations COGEN, SER et RCU pour en assurer la performance sur long terme et l'organisation d'un rapportage auprès de la Wallonie. La réalisation de cet audit permettrait de conditionner le montant de l'aide (à l'investissement et/ou à l'exploitation), voire de l'étaler et de diminuer le risque de bulle financière.</li> <li>Organiser un soutien financier conditionné par la performance des installations soutenues : nécessité de mise en place de critères précis et vérifiables par le personnel de terrain. Ce personnel de terrain peut être les auditeurs énergétiques déjà reconnus par la Wallonie dans les dispositifs AMURE et UREBA</li> </ul>
Lien stratégie	PWEC 2030 PACE 2016-2022 (Ces stratégies prônent une amélioration des performances énergétiques des installations)
Indicateurs	Rendement moyen observé par les organismes de certification lors des audits de performance des installations

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #11	Proposer un mécanisme de financement adapté à une durée de vie importante des équipements réseaux de chaleur / cogénération
Type de mesure	Économique
Objectif	Faciliter le financement des RCU et Cogen SER
Acteurs potentiels	SRIW – BEI – SPW TLPE – GW
Technologie(s) concernée(s)	Réseau de chaleur, cogénération
Constats Chap. 10	<p>Les réseaux de chaleur SER sont toujours plus intéressants à long terme, financièrement et environnementalement, mais à court terme leur compétitivité est faible au vu de l'importance des CAPEX à engager et des risques liés à la fourniture de chaleur.</p> <p>Il est donc essentiel de disposer d'un mécanisme permettant de lisser les investissements en CAPEX sur la durée de vie importante des équipements et de réduire les risques liés à la disparition d'un des acteurs des réseaux de chaleur.</p>
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faciliter le système de tiers investisseur dans le cadre de projets de réseaux de chaleur / cogénération SER</li> <li>• Mettre en place des systèmes de financement sur des périodes adaptées à la durée de vie des réseaux de chaleur</li> <li>• Mise en place de conditions d'accès au financement fixées par la Wallonie impliquant la maîtrise du développement du réseau d'infrastructure wallon dédié à la chaleur</li> <li>• Envisager la mise en place d'un système de socialisation du réseau : Facteur de solidarité inter-réseaux de chaleur (les + rentables financent les moins rentables)</li> <li>• Envisager un financement des réseaux de chaleur (infrastructure de transport) par les pouvoirs locaux, comme pour le gaz et l'électricité.</li> </ul>
Lien Stratégie	<p>PWEC 2030</p> <p>PACE 2016-2022 (Afin de permettre aux réseaux de chaleur d'être économiquement compétitifs par rapport aux technologies traditionnelles, il est nécessaire de mettre en place un mécanisme de financement)</p>



Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #12	Revoir la durée d'amortissement des RCU d'un point de vue comptable
Type de mesure	Juridique
Objectif	Faire correspondre la rentabilité financière des RCU d'un point de vue comptable avec la réalité
Acteurs potentiels	SPW TLPE – Fédéral (SPF finances) – institut des réviseurs – GW
Technologie(s) concernée(s)	Réseau de chaleur
Constats Chap. 10	Etant donné que le réseau de chaleur à une durée de vie de minimum 50 ans, faire une étude de projet sur 30ans est défavorable pour la charge financière des réseaux de chaleur.
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiser une concertation avec l'étage fédéral et l'institut des réviseurs afin de les sensibiliser sur la durée d'amortissement des RCU à considérer (50 ans)</li> <li>• Prendre compte de la norme IAS 16 indiquant que l'amortissement comptable dépend de la durée de vie effective de l'asset (il devrait être de 50 ans comme les réseaux de gaz).</li> <li>• Indiquer dans le décret ou AGW « énergie thermique » la durée de vie des RCU à prendre en compte pour les amortissements (au même titre que les méthodologies gaz &amp; élec reprennent la durée de vie des différentes immobilisations)</li> </ul>
Lien stratégie	PWEC 2030 PACE 2016-2022 (Dans une optique de soutien à la chaleur verte, les réseaux de chaleur doivent pouvoir devenir compétitifs par rapport aux technologies traditionnelles)

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #13	Intégrer au niveau communal, ou d'un quartier, des obligations d'étude sur les RCU et les énergies renouvelables dans le cadre de chantiers importants
Type de mesure	Juridique
Objectif	Profiter de chantiers importants pour mutualiser les coûts liés à l'ouverture de voirie. Pour ce faire, il s'agit d'avoir étudié au préalable le potentiel des réseaux de chaleur à l'échelle communale ou d'un quartier
Acteurs potentiels	SPW TLPE et Communes (POLLEC) – GW
Technologie(s) concernée(s)	Réseau de chaleur
Constats Chap. 10	Le territoire comporte de nombreuses zones propices à l'installation d'un réseau de chaleur, mais non exploitées.
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intégrer une étude réalisée de manière indépendante sur les réseaux de chaleur et sources d'énergies renouvelables lors de la construction ou la rénovation des systèmes de production d'énergie thermique des bâtiments publics, des systèmes de production d'énergie thermique de bâtiments dont la consommation est importante et constante ou lors de la construction de nouveaux lotissements ;</li> <li>• Intégrer une étude réalisée de manière indépendante sur les réseaux de chaleur et sources d'énergies renouvelables lors de travaux de voirie ou extension du réseau du gaz, y compris lors de passage devant des bâtiments tertiaires ou des industries ;</li> <li>• Inclure une étude réalisée de manière indépendante sur les réseaux de chaleur et les sources d'énergie renouvelable dans le cadre des plans de rénovations de logements publics 2025-2030, dans le futur droit de tirage de création de logements publics et dans les projets de rénovation par quartiers.</li> <li>• Dans la mesure du possible, sur base des plans de rénovation déposés par les SLSP, envisager également la création de réseaux de chaleur dans les rénovations de logements publics qui ont cours dans le cadre du plan 2020-2024 ;</li> <li>• Envisager un élargissement des co-financements pour la réalisation des études de (pré-)faisabilité aux SLSP.</li> </ul> <p>En fonction des situations, ces études reprises ci-dessus seront prises en charge par le porteur de projet de rénovation ou de construction.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer, lors de la conception des différents plans relatifs à l'énergie et à la décarbonation, établis par les communes, la pertinence d'un réseau de chaleur efficace sur leur territoire en impliquant directement les services urbanistiques communaux.</li> </ul>
Lien stratégie	PWEC 2030 PACE 2016-2022 (Dans une optique de soutien à la chaleur verte, il est nécessaire d'étudier cette solution technologique lorsque cela est possible)

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #14	Création d'un fond de garantie pour la dépollution des terres excavées
Type de mesure	Communication et financement
Objectif	Ne pas faire supporter le coût d'une éventuelle pollution des sols au porteur de projet de type réseau de chaleur.
Acteurs potentiels	SPW TLPE – SPW ARNE – GW
Technologie(s) concernée(s)	Réseau de chaleur
Constats Chap.10	<p>Le décret sol (1/03/2018) prévoit actuellement une analyse des terres dans tous les projets de réseaux de chaleur nécessitant l'excavation de terres. En cas de pollution de source inconnue, c'est au porteur de projet d'assumer les coûts de dépollution.</p> <p>Un surcoût forfaitaire important a donc été imputé à l'ensemble des scénarii comportant un réseau de chaleur.</p> <p>A noter que dans certaines régions, ce surcoût peut représenter jusqu'à 30% du coût du réseau de chaleur.</p>
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les outils de la Région wallonne permettant l'analyse à l'échelle d'un réseau de chaleur le niveau de pollution des sols et réaliser des fiches pratiques d'usage de cet outil et communiquer sur celles-ci.</li> <li>• Etudier la possibilité de mettre en place un fonds de garantie pour la dépollution des terres excavées via la Commission Interrégionale de l'Assainissement du Sol</li> <li>• Analyser l'intérêt des acteurs pour un tel fonds et les partenariats public-privé possibles pour sa mise en place</li> <li>• Réaliser une étude économique recensant les coûts induits par le risque de pollution des sols sur les projets, en ce compris les coûts liés à la gestion et à la traçabilité des terres excavées : type de traitement en fonction du type de pollution, conséquences sur la situation économique des projets de manière à assurer une certaine proportionnalité</li> </ul>
Lien stratégie	n.d.

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #15	Développement d'un système d'information géographique (SIG) recensant les besoins de chaleur, les réseaux de chaleur, les installations techniques
Type de mesure	Communication
Objectif	Améliorer le référencement, notamment spatial, des installations techniques liées à la chaleur et à son transport
Acteurs potentiels	SPW TLPE – SPW ARNE – SPW SG (département de la géomatique)
Technologie(s) concernée(s)	Toutes
Constats Chap. 10	La promotion de technologie SER via des incitants nécessite une bonne visibilité du marché, de son passif et de son évolution. La réalisation du présent rapportage a été très complexe au niveau de la récolte de l'information.
Actions proposées	<p>Mise en place d'une base de données avec référencement géographiques alimentée par</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les bilans énergétiques</li> <li>• Les statistiques filières du SPW TLPE (Direction des marchés gaz &amp; électricité)</li> <li>• Les données de Permis d'Environnement des installations liées à la chaleur et à sa distribution</li> <li>• Les cadastres existants</li> <li>• Les études menées par ou pour le service public</li> <li>• Les études subsidiées menées par les auditeurs agréés de la Wallonie</li> </ul>
Lien stratégie	<p>PWEC 2030</p> <p>PACE 2016-2022 (Afin de permettre la mise en place de réseaux de chaleur et donc de maximiser l'utilisation de chaleur verte, il semble logique de développer une cartographie qui y soit relative)</p>

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #16	Elargir la mission du facilitateur industrie en y intégrant un volet sur la valorisation de la chaleur fatale
Type de mesure	Technique
Objectif	Améliorer la communication et le développement de la valorisation de la chaleur fatale. L'accompagnement de terrain du facilitateur industrie permettrait de répondre ou faire remonter les problématiques spécifiques des entreprises dans leur diversité et du coup faciliter cette valorisation intra et inter-entreprises.
Acteurs potentiels	SPW TLPE – Facilitateurs Industrie / Entreprises – GW
Technologie(s) concernée(s)	Réseau de chaleur
Constats Chap. 10	Le potentiel de chaleur fatale valorisable est important et rentable. Mais il n'est pas exploité à ce jour, notamment car cette rentabilité est supérieure à 3 ans.
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer de publications techniques pour la récupération et la valorisation de la chaleur fatale</li> <li>• Identifier des incitants exploitables pour favoriser la chaleur fatale</li> <li>• Mettre en place une personne ressource compétente pour répondre aux questions des acteurs industriels, notamment sur le thème de la valorisation de la chaleur fatale</li> <li>• Proposer des pistes techniques permettant de procéder à l'estimation de la chaleur fatale valorisable et de la valoriser</li> </ul>
Lien stratégie	PWEC 2030 PACE 2016-2022 (L'objectif est de pouvoir mettre en place des mécanismes de soutien à l'utilisation de la chaleur fatale)

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #17	Création d'un fonds de garantie contre le risque industriel dans les projets de valorisation de chaleur fatale
Type de mesure	Incitant financier
Objectif	Diminuer le risque relatif aux projets de récupération de chaleur fatale
Acteurs potentiels	SPW TLPE – GW – PW
Technologie(s) concernée(s)	Installations récupérant la chaleur fatale
Constats Chap. 10	Les projets de valorisation de la chaleur fatale ont un grand potentiel car permettent d'exploiter de l'énergie des industries à un coût bien inférieur aux énergies fossiles. L'exploitation de cette ressource, dans les zones propices, permet de prendre en charge la quasi-totalité des besoins en chaleur de la zone. Cependant, la durée d'amortissement d'un tel projet de valorisation est incompatible avec les contraintes financières et temporelles d'une industrie. De cette incompatibilité émerge un risque industriel bloquant pour le développement de ce type de projet.
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudier la mise en place d'un fonds de garantie ou de tout autre mécanisme permettant de réduire le risque industriel lié à la valorisation de la chaleur fatale.</li> <li>• Analyser l'intérêt des acteurs pour un tel fonds et les partenariats public-privé possibles pour sa mise en place</li> <li>• Définir des mesures couvrant les risques de disparition d'un acteur économique nécessaire à un RdC (producteur, consommateur).</li> </ul>
Lien stratégie	PWEC 2030 PACE 2016-2022 PM4 (En lien avec la mesure 42 « Soutenir l'autoproduction d'énergie » au travers de son objectif « Analyser et adapter la réglementation relative à l'autoproduction d'énergie et à l'expansion de l'Énergie Renouvelable (ER) pour le secteur industriel (y compris finaliser les réformes déjà en cours). » )

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #18	Favoriser le développement d'installations alimentant des réseaux de chaleur (géothermie profonde, géothermie minière et géothermie peu profonde à système ouvert)
Type de mesure	Financier
Objectif	Développer les réseaux de chaleur alimenté par des ressources géothermiques
Acteurs potentiels	SPW TLPE – SRIW – BEI – SPW ARNE (Service géologique de Wallonie) – GW
Technologie(s) concernée(s)	Installations géothermiques profondes, géothermiques minières et géothermiques peu profondes à système ouvert
Constats Chap. 10	Les projets de géothermie (profonde, minière et peu profonde) ont un grand potentiel local et permanent permettant d'exploiter de l'énergie contenue dans le sous-sol à un coût bien inférieur aux énergies fossiles. L'exploitation de cette ressource, dans les zones propices, permet de prendre en charge la quasi-totalité des besoins en chaleur de la zone.
Actions proposée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer la connaissance des ressources géothermiques (chaleur du fluide géothermal) du sous-sol wallon, encore très mal connu, et définir les zones d'exploitation de ressources géothermales</li> <li>• Mettre en place des projets pilotes en Wallonie (essentiellement la géothermie minière dans les trois bassins Mons, Charleroi et Liège) et la géothermie peu profonde à systèmes ouvert.</li> <li>• Développer des mécanismes de subsides adaptés au temps de retour de l'investissement de la technologie et diminuer le risque pour les investisseurs privés</li> </ul>
Lien stratégie	<p>PWEC 2030 (réseaux de chaleur sont une option pertinente pour valoriser la chaleur renouvelable)</p> <p>PACE 2016-2022 (mesure de soutien à la chaleur verte, notamment au travers des réseaux de chaleur)</p>

Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #19	Modification du système de permis relatif aux systèmes ouverts en géothermie peu profonde et à la gazéification de la biomasse
Type de mesure	Juridique
Objectif	Faciliter le développement de : <ul style="list-style-type: none"> <li>- La filière géothermie peu profonde, pour les systèmes ouverts ;</li> <li>- La filière gazéification de la biomasse.</li> </ul>
Acteurs potentiels	SPW TLPE – SPW ARNE – AWAC – DPA
Technologie(s) concernée(s)	Installations géothermiques peu profondes des systèmes ouverts Installations de cogénération par gazéification de biomasse
Constats Chap. 10	<p>Le potentiel géothermique peu profond et de la biomasse par gazéification sont très peu exploités en Wallonie.</p> <p>Géothermie : la contrainte réside dans l'octroi de permis de classe 1 pour la réalisation de tests d'injection (rubrique 41.00.04), qui impose une étude d'incidence. La procédure est trop longue, trop coûteuse et compliquée à réaliser dans le cadre d'un projet et surtout met à mal la rentabilité des projets.</p> <p>Gazéification de biomasse : la contrainte vient de l'application par défaut de la rubrique 40.20.01.02 dans le cadre du permis d'environnement pour tout producteur de gaz, fossile ou renouvelable, avec ou sans stockage. Cette rubrique impose une classe 1 pour un équivalent de 50 kWe, ce qui anéantit la rentabilité du projet en raison du coût important de l'étude environnementale et des démarches supplémentaires nécessaires pour ce type de permis.</p>
Actions proposées	<p>De manière globale, mettre en place d'un comité technique entre les administrations des SPW TLPE et ARNE, et de l'AWAC pour évaluer les différentes modifications à apporter aux textes en vigueur.</p> <p>Dans le cadre de l'exercice général de révision des rubriques de permis d'environnement, accorder une attention particulière aux obligations qui s'imposent aux projets de géothermie peu profonde à systèmes ouverts et de gazéification de la biomasse, afin de limiter celles-ci à ce qui est cohérent dans le cadre de tels projets.</p> <p>Concernant plus particulièrement la gazéification de la biomasse, créer des rubriques de permis spécifiques, comme pour la biométhanisation, afin que la gazéification ne tombe pas par défaut dans une rubrique inadaptée en termes de risque technologique.</p> <p>Concernant la géothermie peu profonde pour les systèmes ouverts,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les zones favorables pour le développement de la géothermie peu profonde à système ouvert, afin de préciser au DPA le potentiel réel de ces projets ;</li> <li>• Il serait indiqué de ne prévoir qu'une seule démarche d'octroi de permis qui contraindrait la délivrance d'un permis d'exploitation à la production d'une étude hydrogéologique exhaustive et de qualité visant à déterminer les incidences du système ainsi que sa pérennité à long terme.</li> </ul>
Lien stratégie	n.d.



Mesures avec Impacts Importants	
Fiche Mesure #20	Mesures permettant de diminuer le risque géologique des projets de géothermie profonde
Type de mesure	Financier - Fonds de garantie pour atténuer le risque géologique (détermination de la ressource géothermale souterraine)
Objectif	Le risque géologique en ce qui concerne la détermination de la ressource géothermique est un risque important et partiellement non maîtrisable par les porteurs de projets. Compte tenu des coûts d'investissement importants au départ du projet, du risque de ne pas atteindre la ressource géothermale escomptée et de l'inexistence d'une police d'assurance couvrant ce risque « naturel », une des options à l'étude est la mise en place d'un système de fonds de garantie, ou de rejoindre un système de garantie déjà existant, afin de créer un climat d'investissement favorable à la production de chaleur renouvelable à partir de la géothermie profonde.
Acteurs potentiels	SPW TLPE – GW – PW
Technologie(s) concernée(s)	Installations géothermiques profondes
Constats Chap. 10	Le CAPEX nécessaire à la réalisation d'une installation géothermique profonde est fortement conditionné par la prise de risque sur le premier forage par le porteur de projet. En effet, la ressource géothermale escomptée dépend du débit et de la température du forage. Le risque est donc lié à ces deux paramètres et leur impact sur le projet d'exploitation. En effet, le risque est élevé durant les premières phases de développement d'un projet, il s'estompe progressivement à l'issue de la réalisation du premier forage exploratoire. C'est ce premier forage qui va seulement permettre de confirmer, ou d'infirmer, l'existence d'une ressource géothermale à l'endroit ciblé, et donc le succès d'un projet de géothermie profonde.
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Travailler à une meilleure connaissance des ressources thermiques (chaleur du fluide géothermal) du sous-sol wallon via des campagnes géophysiques, des études de faisabilités et des prospections exploratoires</li> <li>• Etudier différentes options pour garantir le risque financier d'un premier forage, entre autres la mise en place une garantie wallonne.</li> <li>• Analyser l'intérêt des acteurs pour un tel fonds et les partenariats public-privé possibles pour sa mise en place</li> </ul>
Lien stratégie	PWEC 2030 PACE 2016-2022 (Un fonds de garantie régional sera mis en place pour les technologies représentant un risque élevé mais une rentabilité attrayante (ex. la géothermie))

### XI.3.5. Mesures avec Impacts Modérés

Mesures avec Impacts Modérés	
Mesure #21	Professionnalisation des secteurs « Cogénération », « Réseau de chaleur », « Géothermie », « Biomasse »
Type de mesure	Technique
Objectif	Dynamiser le marché en améliorant et reconnaissant les compétences techniques des acteurs du secteur
Acteurs potentiels	SPW TLPE – GW – centres wallons de formation
Technologie(s) concernée(s)	Toutes
Constats Chap. 10	La rentabilité des technologies SER est très sensible au bon dimensionnement des installations. Un déploiement massif de ces technologies nécessite sur le marché un nombre d'acteurs conséquent et bien formé, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui.
Actions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconnaître ou organiser des séances de formation/information pour les porteurs de projet</li> <li>Via les agréments AMURE et UREBA, reconnaître la compétence des experts qui ont été formés sur les thématiques cogen/RDC/géothermie/biomasse</li> <li>Travailler, en collaboration avec les opérateurs de formation, notamment les centres de compétences, à la mise en place de partenariats transfrontaliers pour l'organisation ou la reconnaissance de formations spécialisées</li> <li>Rédiger des Vademecum ou supports de cours pour les installateurs (plus pérenne que les formations)</li> <li>Sensibiliser à l'importance de la maintenance, du suivi et du monitoring</li> <li>Orienter ces outils dans l'optique technico-financière, avec formalisation de la méthodologie de calcul de rentabilité pour permettre une comparaison des projets et éviter les études « commerciales ».</li> <li>Mettre en place un système de certification/labélisation des opérateurs SER</li> </ul>
Lien stratégie	AEER SWR PACE 2016-2022 (Lien avec les mesures 18 « Promouvoir le Vademecum Bâtiments durables » et 41 « Sensibiliser, former et certifier les professionnels »)

Mesures avec Impacts Modérés	
Fiche Mesure #22	Intégrer un système de facilitateur/expertise directement dans l'administration - avec des agents de terrains
Type de mesure	Technique
Objectif	Centralisation des Know how
Acteurs potentiels	SPW TLPE – Guichets énergie Wallonie – Renowatt
Technologie(s) concernée(s)	Toutes
Constats Chap. 10	<p>Les projets en lien avec la récupération de chaleur, la production de chaleur SER et la mise en place de réseau de chaleur sont complexes d'un point de vue technique et financier.</p> <p>Les fonds nécessaires pour le déploiement de ces technologies sont importants et ne sont pas infinis. Il est donc essentiel que la Wallonie se dote d'un outil d'arbitrage neutre et compétent pour conseiller au mieux les porteurs de projet et prioriser l'injection éventuelle de fonds publiques.</p>
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en place un système de facilitateur au sein de l'administration avec centralisation des demandes et répartition vers les experts concernés (qui peuvent être externes) ;</li> <li>• Mettre en place différentes lignes de réponse en fonction de la complexité de la demande ;</li> </ul> <p>Ces deux acteurs auraient pour mission de répondre aux questions posées, d'apporter des renseignements, mais aussi offrir la possibilité d'envoyer des professionnels réaliser des visites sur le terrain</p>
Lien stratégie	PWEC 2030 PACE 2016-2022 SWR (Mise à disposition de services de facilitateurs)

Mesures avec Impacts Modérés	
Fiche Mesure #23	Mise en place d'un système efficace de suivi d'impétrants
Type de mesure	Technique et communication
Objectif	Permettre la mise à disposition de plans d'impétrants par l'ensemble des acteurs concernés dans des délais raisonnables
Acteurs potentiels	SPW TLPE – asbl Powalco –asbl KLIM-CICC – GW
Technologie(s) concernée(s)	Réseaux de chaleur
Constats	<p>Pour la mise en place d'un réseau de chaleur, des travaux dans la voirie sont nécessaires et donc, un plan précis de la position des impétrants, faciliterait sa mise en place et diminuerait les CAPEX.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La plateforme PoWalCo n'est pas à jour (pour les plus anciens impétrants)</b> Pourtant il semble, selon le décret impétrants, que les acteurs mentionnés dans l'article 8 aient l'obligation de s'inscrire sur la plateforme (Gestionnaires des voiries et des canalisations, câbles). De plus, ils ont l'obligation de répondre dans les 15 jours à une demande, mais uniquement dans le cas d'une possible coordination.</li> <li>• <b>Horizon géographique des fichiers trop restreint.</b> Il faudrait pouvoir obtenir les données plus larges qu'une zone uniquement. Par exemple sur une ville entière. Pourtant la zone est censée pouvoir être sélectionnée et donc il devrait être possible d'obtenir des données sur une ville complète.</li> <li>• <b>Manque de</b> connaissance des porteurs de projets de l'existence de cet outil et donc diminution du nombre d'impétrants susceptibles de l'utiliser</li> </ul>
Actions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiser le retour de terrain entre les porteurs de projet et la plateforme PoWalco</li> <li>• Introduction des infrastructures de réseaux de chaleur dans la plate-forme Powalco</li> <li>• Vérifier si les zones cartographiées sont assez grandes pour sélectionner tous les impétrants concernés sur l'étendue d'un réseau de chaleur (1 - 10 km)</li> <li>• Définir des délais raisonnables à respecter pour les déclarations d'ajout d'impétrants</li> </ul>
Lien stratégie	<p>PWEC 2030 PACE 2016-2022 (Lien avec le soutien à la chaleur verte véhiculée par réseau de chaleur ; il est en effet nécessaire de connaître la disposition des impétrants afin d'envisager ce genre de solution)</p>

Mesures avec Impacts Modérés	
Fiche Mesure #24	Organiser une filière de récolte et de traitement / valorisation des cendres
Type de mesure	Juridique et économique
Objectif	Augmenter l'attractivité économique et environnementale de la valorisation des cendres comme matériel bio basé Permettre un retour des cendres en forêt
Acteurs potentiels	SPW TLPE – SPW ARNE - Valbiom – Febhel – DNF – FRW – CRAW – GW
Technologie(s) concernée(s)	Technologies utilisant la biomasse comme vecteur énergétique
Constats Chap. 10	Les cendres issues de la combustion de biomasse, que cette dernière soit polluée ou non, sont actuellement considérées comme un déchet destiné exclusivement à l'enfouissement technique. Cela peut représenter un coût important dans les OPEX des projets, avec le risque d'un dépôt « sauvage » et non maîtrisé en zone agricole ou forestière.
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudier la possibilité de mettre en place une filière de valorisation calquée sur celle des boues de station d'épuration (matières exogènes) en lien avec le règlement fertilisant et avec les législations relatives aux sous-produits, fin de statut de déchet. Pour ce faire : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estimer le potentiel du gisement (brut, net, plausible) de valorisation des cendres en Wallonie (production, contenu, qualité), le géolocaliser et établir un cadastre des installations qui génèrent des cendres ;</li> <li>○ Clarifier la classification des cendres produites à partir des différentes catégories de déchets de bois (AGW du 28 février 2019 portant exécution de l'article 4bis du décret du 27 juin 1996 relatif aux déchets concernant la reconnaissance des sous-produits) ;</li> <li>○ Étudier les potentiels usages et applications pour ce gisement, mettre en évidence les opportunités à exploiter et des freins (économiques, environnementaux, juridiques) à lever ;</li> <li>○ Estimer les répercussions énergétiques et environnementales en Wallonie.</li> </ul> </li> <li>• Adopter l'arrêté d'exécution du code forestier permettant le retour en forêt des cendres non polluées</li> <li>• Faciliter l'accès aux analyses qualitatives des cendres en laboratoire en vue de leur valorisation</li> <li>• Faciliter les démarches pour un retour au sol des cendres propres, créer des synergies entre les acteurs (plateforme d'échange, lien avec la cartographie existante de l'état trophique des sols (<a href="http://geoportail.wallonie.be/">http://geoportail.wallonie.be/</a> - <a href="https://www.fichierecologique.be/#/">https://www.fichierecologique.be/#/</a>, etc.))</li> <li>• Communiquer sur l'intérêt environnemental d'un retour en agriculture, horticulture ou en forêt des cendres non polluées</li> </ul>
Lien Stratégie	Mise en œuvre d'une stratégie pour la biomasse (CTB)

Mesures avec Impacts Modérés	
Fiche Mesure #25	Favoriser la biomasse de qualité avec faibles émissions de particules fines (éventuellement d'origine wallonne)
Type de mesure	Économique
Objectif	Faciliter le développement de la production de biomasse locale tout en garantissant sa qualité
Acteurs potentiels	SPW TLPE – Office Economique Wallon du bois - Febhel - EDORA – TWEED – FRW – AWAC - ISSeP – GW
Technologie(s) concernée(s)	Installations fonctionnant à la biomasse solide
Constats Chap. 10	<p>La combustion de biomasse est souvent décriée pour ses émissions de gaz de combustion. C'est un frein au déploiement de la technologie qui n'est pas toujours correctement objectivé, surtout dans les installations tertiaires et industrielles. Or, l'usage d'une biomasse de qualité permet de mieux maîtriser les paramètres des gaz de combustion, dont les particules fines.</p> <p>Des outils normatifs (ISO – 17225) et de certification existent (DIN+, ENplus, Goodchips, etc.). Le secteur de la plaquette est soumis à une pression forte des prix du marché au détriment de la qualité, majoritairement par méconnaissance des consommateurs, dont les Pouvoirs Publics représentent une part importante.</p> <p>Du combustible de bonne qualité est disponible sur le marché mais n'arrive pas à se démarquer.</p>
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre à disposition des porteurs de projet (public et privé) des outils et des formations pour comprendre, évaluer et suivre la qualité de la biomasse achetée</li> <li>• Travailler sur l'exemplarité des Pouvoirs Public en encadrant les marchés publics de fourniture : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Le prix ne peut être le seul critère d'attribution</li> <li>○ Imposer des livraisons en unité énergétique (kWh) au lieu d'unité de volume (MAP)</li> <li>○ Réaliser un suivi qualitatif local des projets</li> </ul> </li> <li>• Travailler en collaboration avec le SPF Santé sur l'évolution des AR « pellets » (AR du 5/04/2011 – C-2011/24112) et « chauffage » (AR du 24/11/2010 – C-2010/24412)</li> <li>• Mettre en place un mécanisme d'incitation à la certification des producteurs</li> <li>• Mettre en place un mécanisme d'incitation à l'usage de biomasse certifiée par les consommateurs</li> </ul>
Lien Stratégie	<p>PWEC 2030</p> <p>PACE 2016-2022 (Lien avec la mesure 8 du chapitre 8 « Mieux caractériser et réduire les émissions de particules provenant des chauffages alimentés en combustibles solides et en améliorer leur efficacité énergétique »)</p>

### XI.3.6. Mesures nécessitant une analyse complémentaire

Mesures nécessitant une analyse complémentaire	
Fiche Mesure #26	Planifier la fin du recours au mazout et au gaz naturel
Type de mesure	Juridique
Objectif	Planifier la fin du recours au mazout et au gaz naturel
Acteurs potentiels	SPW TLPE - CWAPE – Gestionnaires des réseaux de distribution – GW
Technologie(s) concernée(s)	Toutes
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser un benchmarking des stratégies utilisées dans d'autres pays/régions (dont la Flandre) pour mettre un terme au recours aux énergies fossiles</li> <li>• Déterminer la méthode à privilégier en vue de la fin du recours aux énergies fossiles (fin de vente des installations, fin de raccordement, fin de vente du vecteur énergétique)</li> <li>• Différencier selon le secteur</li> <li>• Déterminer d'un agenda de phasing out</li> <li>• Analyser de manière objective d'un point de vue énergétique, pour les zones non desservies en gaz actuellement, l'intérêt de réaliser un réseau de chaleur</li> <li>• Identifier la potentielle réutilisation du réseau gaz existant pour les gaz renouvelables (biométhane, hydrogène, ...)</li> </ul>
Lien stratégie	PWEC 2030 PACE 2016-2022 (Lien avec la mesure 4 du chapitre 8 « Encourager la population à passer à un combustible moins polluant »)

Mesures nécessitant une analyse complémentaire	
Fiche Mesure #27	Analyser l'intérêt du développement d'installations solaires thermiques alimentant des réseaux de chaleur
Type de mesure	Subsidiation - Mécanisme
Objectif	Développer les réseaux de chaleur et leur alimentation par des installations solaire thermique
Acteurs potentiels	SPW TLPE – SRIW – BEI – GW
Technologie(s) concernée(s)	Installations solaires thermiques
Constats Chap. 10	Vu la faible consommation en été sur les réseaux de chaleur, l'alimentation par des ressources « combustible », impose de considérer un taux de pertes important. L'usage d'une ressource comme le solaire permet de ne pas considérer cette perte et va donc fortement améliorer l'efficacité des réseaux de chaleur.
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudier les différents mécanismes de subsides envisageables : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir les bénéficiaires potentiels</li> <li>• Déterminer la manière dont ce subside sera financé</li> </ul> </li> <li>• Conditionner l'attribution des subsides à des facteurs techniques, écologiques et de performance</li> <li>• Analyser l'opportunité de mettre en place une obligation pour les réseaux de chaleur d'avoir un part de leur fourniture de chaleur provenant de sources renouvelables</li> </ul>
Lien stratégie	PWEC 2030 PACE 2016-2022 (Le solaire thermique constitue une source potentielle de chaleur renouvelable exploitable dans un réseau de chaleur. Il convient donc d'évaluer l'intérêt de ce genre d'installations)



Mesures nécessitant une analyse complémentaire	
Fiche Mesure #28	Mettre en place une politique de valorisation des Combustibles Solides de Récupération (CSR)
Type de mesure	Économique
Objectif	Valoriser le gisement de CSR présent en Wallonie en vue de diminuer la dépendance au combustibles fossiles
Acteurs potentiels	SPW TLPE – AWAC – SPW-ARNE - DSD – GW
Technologie(s) concernée(s)	Réseau de chaleur, cogénération
Constats Chap. 10	<p>La valorisation des combustibles solides de récupération (CSR) n'est aujourd'hui possible que dans des grosses installations car les permis exigent des paramètres de combustion très spécifiques et donc des investissements importants. Vu ces CAPEX élevés, la rentabilité n'est assurée que dans des installations de grandes puissances. La valorisation de la chaleur est souvent problématique faute de consommateur en suffisance à proximité.</p> <p>D'autres types de déchets, actuellement massivement exportés, peuvent être valorisés via des installations de plus petite puissance et donc plus compatible avec des réseaux de chaleur. Les CSR (combustible de récupération solide) sont un déchet à analyser parmi d'autres.</p> <p>Les CSR sont actuellement soumis à une obligation d'enfouissement ou d'incinération dans des conditions non techniquement réalisable dans des unités orientée vers une valorisation énergétique.</p>
Actions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier le potentiel des CSR : consultation des statistiques existantes pour identifier le potentiel de CSR récupérable pour une valorisation énergétique, et l'impact de celle-ci sur les enfouissements de déchets.</li> <li>• Consultation des acteurs du milieu pour identifier les freins et opportunités relatives au développement de la filière (environnementaux, juridiques, ...)</li> <li>• Identifier les mesures et mécanismes à mettre en place pour le développement de la filière CSR (tri des déchets, conditionnement, acheminement,)</li> <li>• Mise en place de mesures permettant la valorisation des CSR comme vecteur énergétique et leur utilisation pour la fourniture d'énergie aux entreprises (aides au financement, subsides, aides fiscales, ...)</li> </ul>
Lien stratégie	PACE 2016-2022 (Mesures visant à réglementer et valoriser les déchets verts) PWEC 2030 (Valorisation de certains types de déchets pour la biométhanisation).

## **XI.4.    *Analyse des potentiels impacts des mesures***

Le Tableau 62 ci-après identifie de quelle manière les différentes mesures vont contribuer à la réalisation de différents indicateurs.

Ces indicateurs sont :

- La réduction des gaz à effet de serre (Réduction GES),
- L'économie d'énergie primaire (Economie Ep)
- L'impact sur la part de la cogénération à haut rendement (% COGEN / Global)
- L'impact sur la part des énergies renouvelables dans la combinaison énergétique nationale et dans le secteur du chauffage et du refroidissement (% SER / Global).
- L'impact estimé sur les finances publiques

Dans ce cadre, nous prenons en compte trois types d'impacts :

- Impacts directs : L'implémentation de la mesure va directement impacter l'indicateur considéré.
- Impacts indirects : De par la mise en place d'une mesure, bien que n'ayant pas pour objectif de contribuer à la réalisation des indicateurs considérés, sa mise en œuvre aura des impacts indirects.
- Impact potentiel : Il est probable que la mise en place de la mesure considérée impacte les indicateurs considérés mais le degré de dépendra de décisions qui seront prises (par exemple : choix des combustibles).

Tableau 62: Participation des mesures identifiées à la réalisation des différents indicateurs

		Réduction GES	Economie Ep	% COGEN / Global	% SER / Global	Impact finances Publiques
Mesure # 1	Prendre les arrêtés d'exécution relatifs à l'organisation du marché thermique et aux réseaux d'énergie thermique	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Impact indirect	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Suivi par Administration
Mesure # 2	Permettre la mise en place des communautés d'énergie renouvelable (chaleur et électricité)	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Impact direct	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Suivi par Administration
Mesure # 3	Prise en compte des réseaux de chaleur dans le calcul de la PEB	Impact potentiel	Impact potentiel	Impact potentiel	Impact potentiel	+
Mesure # 4	Décret sous-sol	Impact direct	Impact direct	Impact potentiel	Impact direct	Suivi par Administration (SPW-ARNE-SPW TLPE)
Mesure # 5	Arrêter toutes subsidiations des énergies fossiles en lien avec les objectifs de la RW	Impact direct	-	Impact indirect	Impact direct	+
Mesure # 6	Soutenir la valorisation de chaleur SER et fatale	Impact direct	Impact direct	Impact direct	Impact direct	+++
Mesure # 7	Mettre en place une plate-forme en ligne, par secteur d'activité (résidentiel, tertiaire, industrie), permettant de faciliter les démarches menant à la concrétisation d'un projet	Impact potentiel	Impact potentiel	Impact direct	Impact direct	++
Mesure # 8	Faire évoluer les aides AMURE et UREBA	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Impact direct	Impact direct	Impact direct	+
Mesure # 9	Maintenir et adapter les aides à l'investissement (UDE)	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Impact direct	Impact direct	Impact direct	+ (Financement plus ciblé)

		Réduction GES	Economie Ep	% COGEN / Global	% SER / Global	Impact finances Publiques
Mesure # 10	Inciter au maintien des performances des installations de production SER	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Impact direct	Impact direct	Impact direct	+
Mesure # 11	Proposer un mécanisme de financement adapté à une durée de vie importante des équipements réseaux de chaleur / cogénération	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	-	Impact direct	Impact direct	+ (Activation de fonds externes)
Mesure # 12	Revoir la durée d'amortissement des RCU d'un point de vue comptable	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Impact potentiel (En fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Impact indirect	Impact potentiel (En fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Néant
Mesure # 13	Intégrer au niveau communal, ou d'un quartier, des obligations d'étude sur les RCU et les énergies renouvelables dans le cadre de chantiers importants	Impact direct	Impact direct	Impact potentiel (en fonction des technologies envisagées)	Impact direct	Faible
Mesure # 14	Création d'un fond de garantie pour la dépollution des terres excavées	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Impact direct	Impact indirect	Impact potentiel (en fonction des vecteurs énergétiques utilisés)	Suivi par l'Administration
Mesure # 15	Développement d'un système d'information géographique (SIG) recensant les besoins de chaleur, les réseaux de chaleur, les installations techniques	Impact potentiel	Impact potentiel	Impact potentiel	Impact potentiel	+
Mesure # 16	Élargir la mission du facilitateur industrie en y intégrant un volet sur la valorisation de la chaleur fatale	Impact direct	Impact direct	Impact direct	Impact direct	+
Mesure # 17	Création d'un fonds de garantie contre le risque industriel dans les projets de valorisation de chaleur fatale	Impact direct	Impact direct	Impact potentiel	Impact direct	++

		Réduction GES	Economie Ep	% COGEN / Global	% SER / Global	Impact finances Publiques
Mesure # 18	Favoriser le développement d'installations alimentant des réseaux de chaleur (géothermie profonde, géothermie minière et géothermie peu profonde à système ouvert)	Impact direct	Impact direct	Impact direct	Impact direct	+++
Mesure # 19	Modification du système de permis relatif aux systèmes ouverts en géothermie peu profonde et à la gazéification de la biomasse	Impact direct	Impact direct	Impact direct	Impact direct	Suivi par Administration
Mesure # 20	Mesures permettant de diminuer le risque géologique des projets de géothermie profonde	Impact direct	Impact direct	Impact potentiel	Impact direct	Suivi par l'Administration
Mesure # 21	Professionnalisation des secteurs « Cogénération », « Réseau de chaleur », « Géothermie », « Biomasse »	Impact potentiel	Impact potentiel	Impact potentiel	Impact potentiel	+
Mesure # 22	Intégrer un système de facilitateur/expertise directement dans l'administration - avec des agents de terrains	Impact potentiel	Impact potentiel	Impact potentiel	Impact potentiel	Suivi par Administration
Mesure # 23	Mise en place d'un système efficace de suivi d'impétrants	-	-	-	Impact potentiel	Suivi par Administration
Mesure # 24	Organiser une filière de récolte et de traitement / valorisation des cendres	-	Impact direct	Impact potentiel	Impact indirect	Néant
Mesure # 25	Favoriser la biomasse de qualité avec faibles émissions de particules fines (éventuellement d'origine wallonne)	Impact direct	Impact direct	Impact direct	Impact direct	+
Mesure # 26	Planifier la fin du recours au mazout et au gaz naturel	Impact indirect	Impact indirect	Impact indirect	Impact indirect	
Mesure # 27	Analyser l'intérêt du développement d'installations solaires thermiques alimentant des réseaux de chaleur	Impact potentiel	Impact potentiel	Impact direct	Impact potentiel	+

		Réduction GES	Economie Ep	% COGEN / Global	% SER / Global	Impact finances Publiques
Mesure # 28	Mettre en place une politique de valorisation des Combustibles Solides de Récupération (CSR)	Impact potentiel	Impact direct	Impact potentiel	Impact direct	++

## XI.5. Contribution des mesures à la réalisation des scénarios alternatifs définis au niveau des différents profils

### XI.5.1. Estimation des impacts à l'échelle des profils

Nous allons ici analyser la relation entre les mesures et les différents scénarios alternatifs proposés de manière à identifier l'impact de ces mesures sur la mise en place des différents scénarios, et donc les conséquences de celle-ci sur la consommation énergétique et les émissions de CO<sub>2</sub> de la Wallonie.

Pour rappel, le tableau ci-dessous reprend une description des différents profils et scénarios envisagés :

Scénarios	Profil 1 – Commune urbaine ou périurbaine à forte densité énergétique	Profil 2 – Parc d'immeubles résidentiels	Profil 3 – Site industriel	Profil 4 – Commune à forte densité énergétique située dans une zone où la géothermie profonde est exploitable	Profil 5 – Écoquartier
<b>Scénario de base</b>	SB1 – Chaudière à condensation individuelle	SB2 – Chaudière à condensation décentralisée par bâtiment	SB3 – Chaudière à condensation mazout décentralisée par bâtiment	SB4 – Mix énergétique gaz/mazout décentralisé (chaudières individuelles)	SB5 – Chaudière à condensation individuelle au gaz et mise en place d'un réseau de distribution de gaz
<b>Scénario alternatif 1</b>	SA1.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	SA2.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	SA3.1 – Chaleur fatale industrielle distribuée par RC et chaudière d'appoint centrale au mazout (back-up)	SA4.1 – Installations géothermiques reliée à un RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	SA5.1 – Cogénération gaz reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)
<b>Scénario alternatif 2</b>	SA1.2 – Cogénération gazéification biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	SA2.2 – Chaudière biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)	SA3.2 – Cogénération biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au mazout (back-up)	/	SA5.2 – Chaufferie biomasse solide reliée à un RC et chaudière d'appoint centrale au gaz (back-up)
<b>Scénario alternatif 3</b>	SA1.3 – Chaleur fatale distribuée par RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	SA2.3 – Chaleur fatale distribuée par RC et chaudière d'appoint central au gaz (back-up)	SA3.3 – Cogénération centralisée au biogaz (obtenu par biométhanisation) avec back-up chaudière d'appoint au mazout	/	SA5.3 – Pompes à chaleur individuelles et chaufferie gaz à condensation décentralisée

Tableau 63: Matrice des scénarios et profils considérés

### *.XI.5.1.1. Impact des mesures sur les scénarios alternatifs*

	Impact sur SA 1.1	Impact sur SA 1.2	Impact sur SA 1.3	Impact sur SA 2.1	Impact sur SA 2.2	Impact sur SA 2.3	Impact sur SA 3.1	Impact sur SA 3.2	Impact sur SA 4.1	Impact sur SA 5.1	Impact sur SA 5.2	Impact sur SA 5.3
Mesure # 1	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Mesure # 2	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Mesure # 3	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Mesure # 4	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui****109
Mesure # 5	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Mesure # 6	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Mesure # 7	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Mesure # 8	Oui***110	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***
Mesure # 9	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***	Oui***
Mesure # 10	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

<sup>109</sup> Si la pompe à chaleur est reliée à une installation géothermique

<sup>110</sup> Si l'énergie renouvelable en question est considérée par les subsides



	Impact sur SA 1.1	Impact sur SA 1.2	Impact sur SA 1.3	Impact sur SA 2.1	Impact sur SA 2.2	Impact sur SA 2.3	Impact sur SA 3.1	Impact sur SA 3.2	Impact sur SA 4.1	Impact sur SA 5.1	Impact sur SA 5.2	Impact sur SA 5.3
Mesure # 11	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Mesure # 12	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Mesure # 13	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Mesure # 14	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Mesure # 15	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Mesure # 16	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Mesure # 17	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non
Mesure # 18	Oui <sup>++111</sup>	Oui <sup>++</sup>	Oui <sup>++</sup>	Oui <sup>++</sup>	Oui <sup>++</sup>	Oui <sup>++</sup>	Oui <sup>++</sup>	Oui <sup>++</sup>	Oui <sup>++</sup>	Oui <sup>++</sup>	Oui <sup>++</sup>	Oui <sup>++</sup>
Mesure # 19	Oui <sup>*****112</sup>	Oui <sup>*****</sup>	Oui <sup>*****</sup>	Oui <sup>*****</sup>	Non	Oui <sup>*****</sup>	Non	Non	Oui	Oui <sup>*****</sup>	Oui <sup>*****</sup>	Oui <sup>*****</sup>
Mesure # 20	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui <sup>*****</sup>
Mesure # 21	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

<sup>111</sup> La géothermie se combine très bien avec les réseaux de chaleur et avec les PAC

<sup>112</sup> Si le gaz utilisé est du biogaz

	Impact sur SA 1.1	Impact sur SA 1.2	Impact sur SA 1.3	Impact sur SA 2.1	Impact sur SA 2.2	Impact sur SA 2.3	Impact sur SA 3.1	Impact sur SA 3.2	Impact sur SA 4.1	Impact sur SA 5.1	Impact sur SA 5.2	Impact sur SA 5.3
Mesure # 22	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Mesure # 23	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Mesure # 24	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non
Mesure # 25	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non
Mesure # 26	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Mesure # 27	Oui <sup>+113</sup>	Oui <sup>+</sup>	Oui <sup>+</sup>	Oui <sup>+</sup>	Oui <sup>+</sup>	Oui <sup>+</sup>	Oui <sup>+</sup>	Oui <sup>+</sup>	Oui <sup>+</sup>	Oui <sup>+</sup>	Oui <sup>+</sup>	Non
Mesure # 28	Non	Oui <sup>*114</sup>	Non	Oui <sup>**115</sup>	Oui <sup>*</sup>	Oui <sup>**</sup>	Oui <sup>*</sup>	Oui <sup>*</sup>	Non	Oui <sup>*</sup>	Non	Non

Tableau 64: Impact de chaque mesure envisagée sur les scénarios

<sup>113</sup> Les installations solaires thermiques sont compatibles et efficaces sur réseau de chaleur

<sup>114</sup> Si les CSR sont considérés comme renouvelable

<sup>115</sup> Si les CSR sont considérés comme des déchets et qu'il y a récupération de chaleur fatale sur l'incinérateur

## *.XI.5.1.2. Implications du développement des scénarios alternatifs*

La mise en place des différentes mesures présentées ci-dessus aura pour conséquences d'encourager le développement des scénarios alternatifs pour chacun des profils envisagés. Ces derniers vont dès lors induire une réduction de la consommation énergétique et une diminution des émissions de CO<sub>2</sub> qui lui sont liées.

### *.XI.5.1.2.1. Profil 1*

	Émissions de CO <sub>2</sub> (T)	Economies CO <sub>2</sub> production électrique (T)	Émissions de CO <sub>2</sub> (Bilan total) (T)	Economies CO <sub>2</sub> par rapport au SB	Économies de CO <sub>2</sub> au niveau de la Wallonie	
					Fourchette basse	Fourchette Haute
SB 1	6394	0	6394	-	-	-
SA 1.1	7010	871	6139	4%	0%	1%
SA 1.2	3544	1782	1762	72%	7%	22%
SA 1.3	1272	0	1272	80%	7%	24%

*Tableau 65: Etude CO<sub>2</sub> pour le profil 1*

#### *.XI.5.1.2.1.1. Scénario Alternatif 1.1*

Le scénario Alternatif 1.1 (SA 1.1) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 24, 26, 27, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 4% par rapport au scénario de base. Ce scénario de base étant représentatif pour une fourchette comprise entre 9% (fourchette basse) et 30% (fourchette haute) de la part totale des besoins de chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire en Wallonie, le développement de ce scénario induirait donc une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de ces secteurs comprise entre 0% et 1%.

#### *.XI.5.1.2.1.2. Scénario Alternatif 1.2*

Le scénario Alternatif 1.2 (SA 1.2) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 72% par rapport au scénario de base. Ce scénario de base étant représentatif pour une fourchette comprise entre 9% (fourchette basse) et 30% (fourchette haute) de la part totale des besoins de chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire en Wallonie, le développement de ce scénario induirait donc une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de ces secteurs comprise entre 7% et 24%.

#### *.XI.5.1.2.1.3. Scénario Alternatif 1.3*

Le scénario Alternatif 1.3 (SA 1.3) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 27, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 80% par rapport au scénario de base. Ce scénario de base étant représentatif pour une fourchette comprise entre 9% (fourchette basse) et 30% (fourchette haute) de la part totale des besoins de chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire en Wallonie, le développement de ce scénario induirait donc une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de ces secteurs comprise entre 7% et 24%.

### *.XI.5.1.2.2. Profil 2*

	Émissions de CO <sub>2</sub> (T)	Economies CO <sub>2</sub> production électrique (T)	Émissions de CO <sub>2</sub> (Bilan total) (T)	Économies CO <sub>2</sub> par rapport au SB	Économies de CO <sub>2</sub> au niveau de la Wallonie	
					Fourchette basse	Fourchette Haute
SB 2	1355	0	1355			
SA 2.1	1697	572	1125	17%	2%	2%
SA 2.2	195	0	195	86%	9%	10%
SA 2.3	418	0	418	69%	8%	8%

*Tableau 66: Etude CO<sub>2</sub> pour le profil 2*

#### *.XI.5.1.2.2.1. Scénario Alternatif 2.1*

Le scénario Alternatif 2.1 (SA 2.1) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 24, 26, 27, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 17% par rapport au scénario de base.

Ce scénario de base étant représentatif pour une fourchette comprise entre 11% (fourchette basse) et 12% (fourchette haute) de la part totale des besoins de chaleur du secteur résidentiel en Wallonie, le développement de ce scénario induirait donc une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de ce secteur de 2%.

#### *.XI.5.1.2.2.2. Scénario Alternatif 2.2*

Le scénario Alternatif 2.2 (SA 2.2) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 25, 26, 27, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 86% par rapport au scénario de base.

Ce scénario de base étant représentatif pour une fourchette comprise entre 11% (fourchette basse) et 12% (fourchette haute) de la part totale des besoins de chaleur du secteur résidentiel en Wallonie, le développement de ce scénario induirait donc une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de ce secteur comprise entre 9% et 10%.

#### *.XI.5.1.2.2.3. Scénario Alternatif 2.3*

Le scénario Alternatif 2.3 (SA 2.3) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 27, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 69% par rapport au scénario de base.

Ce scénario de base étant représentatif pour une fourchette comprise entre 11% (fourchette basse) et 12% (fourchette haute) de la part totale des besoins de chaleur du secteur résidentiel en Wallonie, le développement de ce scénario induirait donc une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de ce secteur d'environ 8%.

### *.XI.5.1.2.3. Profil 3*

	Émissions de CO <sub>2</sub> (T)	Économies CO <sub>2</sub> par rapport au SB	Économies de CO <sub>2</sub> au niveau de la Wallonie
SB 3	5432		
SA 3.1	1068	80%	35%
SA 3.2	1068	111%	48%
SA3.3	2828	87%	38%

*Tableau 67: Etude CO<sub>2</sub> pour le profil 3*

#### *.XI.5.1.2.3.1. Scénario Alternatif 3.1*

Le scénario Alternatif 3.1 (SA 3.1) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 26, 27, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 80% par rapport au scénario de base.

Ce scénario de base étant représentatif de 43% de la part totale des besoins de chaleur substituable du secteur industriel en Wallonie, le développement de ce scénario induirait donc une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de ce secteur de près de 35%.

#### *.XI.5.1.2.3.2. Scénario Alternatif 3.2*

Le scénario Alternatif 3.2 (SA 3.2) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 25, 26, 27, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 111% par rapport au scénario de base.

Ce scénario de base étant représentatif de 43% de la part totale des besoins de chaleur substituable du secteur industriel en Wallonie, le développement de ce scénario induirait donc une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de ce secteur de près de 48%.

#### *.XI.5.1.2.3.3. Scénario Alternatif 3.3*

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 87% par rapport au scénario de base.

Ce scénario de base étant représentatif de 43% de la part totale des besoins de chaleur substituable du secteur industriel en Wallonie, le développement de ce scénario induirait donc une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de ce secteur de près de 38%.

#### *.XI.5.1.2.4. Profil 4*

	Émissions de CO <sub>2</sub> (T)	Économies CO <sub>2</sub> par rapport au SB	Économies de CO <sub>2</sub> au niveau de la Wallonie
SB 4	7091		
SA 4.1	1695	76%	8%

*Tableau 68: Etude CO<sub>2</sub> pour le profil 4*

#### *.XI.5.1.2.4.1. Scénario Alternatif 4.1*

Le scénario Alternatif 4.1 (SA 4.1) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 26, 27, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 76% par rapport au scénario de base.

Ce scénario de base étant représentatif de 10% de la part totale des besoins de chaleur substituable des secteurs résidentiel et tertiaire en Wallonie, le développement de ce scénario induirait donc une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de ces secteurs de près de 8%.

### *.XI.5.1.2.5. Profil 5*

	Émissions de CO <sub>2</sub> (T)	Économies CO <sub>2</sub> par rapport au SB
SB 5	2031	
SA 5.1	2394	3%
SA 5.2	1214	40%
SA 5.3	2016	1%

*Tableau 69: Etude CO<sub>2</sub> pour le profil 5*

#### *.XI.5.1.2.5.1. Scénario Alternatif 5.1*

Le scénario Alternatif 5.1 (SA 5.1) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 1% par rapport au scénario de base

L'absence de cadastre et donc de statistiques relatives aux écoquartiers en Wallonie ne permet pas d'évaluer la représentativité de ce type de profil dans la Région. De plus, ce type de quartiers étant par définition peu énergivores, la part de la consommation d'énergie wallonne qui leur est attribuée sera relativement faible. Ces différents éléments induisent qu'il n'est actuellement pas possible d'estimer la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> que pourrait provoquer le développement de scénarios alternatifs pour ce profil.

#### *.XI.5.1.2.5.2. Scénario Alternatif 5.2*

Le scénario Alternatif 5.2 (SA 5.2) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 24, 26, 27, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 40% par rapport au scénario de base.

L'absence de cadastre et donc de statistiques relatives aux écoquartiers en Wallonie ne permet pas d'évaluer la représentativité de ce type de profil dans la Région. De plus, ce type de quartiers étant par définition peu énergivores, la part de la consommation d'énergie wallonne qui leur est attribuée sera relativement faible. Ces différents éléments induisent qu'il n'est actuellement pas possible d'estimer la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> que pourrait provoquer le développement de scénarios alternatifs pour ce profil.

#### *.XI.5.1.2.5.3. Scénario Alternatif 5.3*

Le scénario Alternatif 5.3 (SA 5.3) pourrait voir son développement facilité par la mise en application des mesures suivantes : 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 18, 20, 24, 28.

La mise en place de ce scénario permettrait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 1% par rapport au scénario de base.

L'absence de cadastre et donc de statistiques relatives aux écoquartiers en Wallonie ne permet pas d'évaluer la représentativité de ce type de profil dans la Région. De plus, ce type de quartiers étant par définition peu énergivore, la part de la consommation d'énergie wallonne qui leur est attribuée sera relativement faible. Ces différents éléments induisent qu'il n'est actuellement pas possible d'estimer la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> que pourrait provoquer le développement de scénarios alternatifs pour ce profil.

# *Annexes*



# Annexe au Chapitre 6

## XII. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de chaleur du secteur résidentiel

### Sources et méthodologie

L'évolution de la consommation de chaleur du secteur résidentiel est estimée sur base des projections de l'évolution annuelle de la consommation de chaleur du secteur en 2016 (soit le « g » de l'équation 1).

#### Equation 1 : Projection du taux de croissance de la consommation de chaleur du secteur résidentiel

$$CC_{t2}^R = CC_{t1}^R * (1 + g) \rightarrow g = \frac{CC_{t2}^R}{CC_{t1}^R} - 1$$

$$\text{Avec } CC = \left[ \frac{CC}{m^2} \right] * \left[ \frac{m^2}{Log} \right] * [Log]$$

$$g = \left\{ \left( 1 + \Delta \frac{CC}{m^2} \right) * \left( 1 + \Delta \frac{m^2}{Log} \right) * (1 + \Delta Log) \right\} - 1$$

Légende : CC = consommation de chaleur ; g = Evolution annuelle de la consommation de chaleur ; Log = Logements

#### Équation 1 Projection du taux de croissance de la consommation de chaleur du secteur résidentiel

Sur base de l'équation ci-dessus<sup>116</sup>, il ressort que l'évolution de la consommation de chaleur du secteur résidentiel est dépendante de l'évolution des performances énergétiques des bâtiments, de l'évolution de la superficie moyenne des logements et de l'évolution du nombre de logements (et donc de la part de logement neuf). Par conséquent, en vue de pouvoir procéder à l'estimation de la consommation de chaleur jusqu'en 2030 et 2050, il convient d'avoir une estimation des variations annuelles de la consommation de chaleur par mètre carré, de la taille moyenne des logements ainsi que du nombre de logements.

### Estimation de l'évolution des performances énergétiques

Comme demandé par la Commission, les projections doivent prendre en compte la Directive 2018/844/UE. Celle-ci impose à chaque Etat de se doter d'une stratégie de rénovation à long terme soutenant « la rénovation du parc national de bâtiments résidentiels et non résidentiels, tant publics que privés, en vue de la constitution d'un parc immobilier à haute efficacité énergétique et décarboné d'ici à 2050 ». La Wallonie se conforme à cette Directive en actant en 2017 la stratégie wallonne de rénovation. Cette stratégie de rénovation est actuellement en cours de mise à jour et cette mise à jour n'est pas considérée dans le cadre de cette étude.

Les performances énergétiques estimées pour 2030 et 2050 ainsi que les taux d'évolution sont repris dans le tableau ci-dessous. Elles sont obtenues en appliquant un coefficient de correction qui tient compte de l'évolution

<sup>116</sup> Directive efficacité énergétique 2012/27 – Art. 14 – Stratégie de réseaux de chaleur et de froid alimentés par des cogénérations et des énergies fatales (PwC, ICEDD, Deplasse & Associés, 2015), p.28

du parc de bâtiments à l'horizon 2030 et l'objectif de consommation défini dans la stratégie de rénovation à l'horizon 2050.

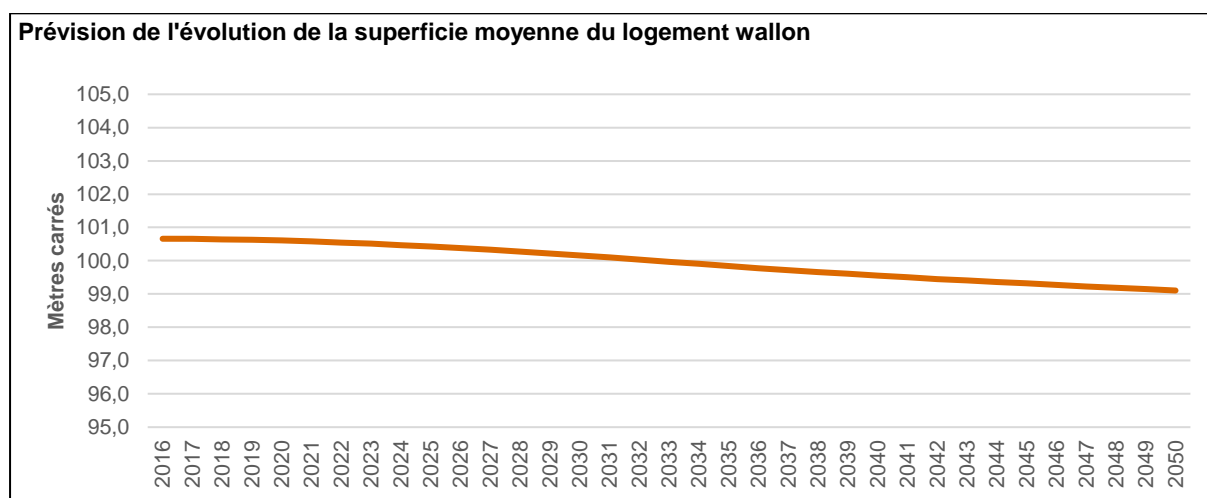
	2016	2030	2050
Consommation de chaleur (kWh/m <sup>2</sup> /an) <sup>117</sup>	172,75	145,39	85,48
Évolution totale sur la période	-15,84%		-41,21%
Évolution annuelle moyenne sur la période	-1,22%		-2,62%

### Estimation de l'évolution de la superficie moyenne des logements

En vue de pouvoir estimer l'évolution de la superficie moyenne des logements, les paramètres suivants ont été pris en compte :

- L'évolution de la superficie totale des logements en faisant la distinction entre les logements existants et les nouveaux logements.
- Les projections de la superficie moyenne des nouveaux logements ont été réalisées en tenant compte de l'évolution de la superficie moyenne des nouveaux logements enregistrée entre 2000 et 2014 en Wallonie sur base des données cadastrales du SPF Economie.<sup>118</sup> Globalement, la superficie moyenne des nouveaux logements a diminué en moyenne de 0,98% par an entre 2000 et 2014.
- L'évolution du nombre de logements occupés (Pour plus d'informations à ce sujet, voir la section suivante).

En tenant compte de l'évolution de la superficie totale des logements (logements existants et nouveaux logements) ainsi que de l'évolution du nombre de logements occupés, nous émettons l'hypothèse que la superficie moyenne des logements va suivre l'évolution reprise dans le graphique ci-dessous, passant en moyenne de 100,66 m<sup>2</sup>/logement en 2016 à 99,1 m<sup>2</sup>/logement en 2050.



Graphique 95 : Evolution de la superficie moyenne du logement wallon

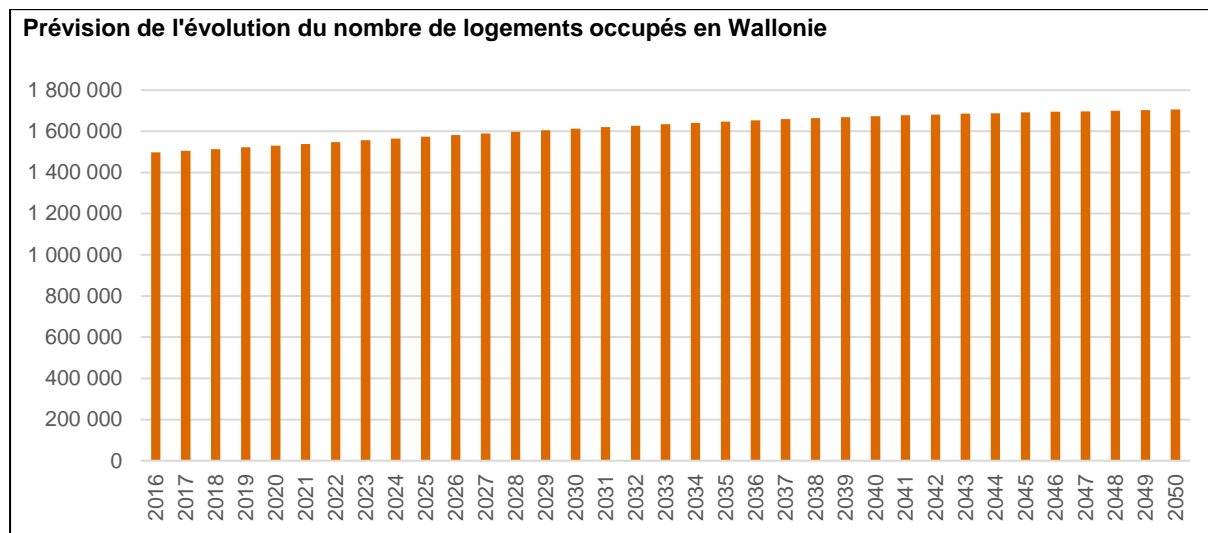
<sup>117</sup> La consommation inclut les besoins en cuisson.

<sup>118</sup><https://statbel.fgov.be/fr/themes/construction-logement/occupation-du-sol-selon-le-registre-cadastral#figures>

## Estimation de l'évolution du nombre de logements

L'évolution du nombre de logements occupés se base sur l'évolution du nombre de ménages en Wallonie jusqu'en 2050 présentée dans les projections jusqu'en 2070 réalisées par le Bureau fédéral du Plan et Statbel (BFP, 2019)<sup>119</sup>. Ces projections considèrent que le nombre de ménages wallons augmentera de 7,8% entre 2016 et 2030 (soit 0,54% en moyenne annuelle), passant de 1.554.771 en 2016 à 1.676.576 ménages wallons. Entre 2030 et 2050, le Bureau fédéral considère que le nombre de ménages augmentera de 5,8% (soit 0,28% en moyenne annuelle), passant de 1.676.576 à 1.773.502 ménages wallons.

Ce sont donc ces variations annuelles de 0,68% sur la période 2016-2030 et de 0,28% sur la période 2030-2050 qui sont pris en considération pour appréhender l'évolution du nombre de logements en Wallonie. Ceux-ci seront appliqués au nombre de logements occupés en 2016 (1.496.955) et donneront une estimation son évolution. Sur cette base, il est attendu que la Wallonie compte 1.612.292 logements en 2030 et 1.705.502 logements en 2050.



Graphique 96 : Evolution du nombre de logement occupés en Wallonie

<sup>119</sup> Bureau fédéral du Plan (2019), « Perspectives de ménages 2019-2070 ».

# XIII. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de froid du secteur résidentiel

## 1. Sources et méthodologie

La consommation de froid se répartit entre le conditionnement de l'air et la réfrigération. En 2016, celle-ci s'élève respectivement à 116,5 GWh et à 881 GWh.

L'évolution de la consommation de réfrigération est dépendante de l'évolution du nombre de logements. L'évolution de la consommation de conditionnement d'air est dépendante de l'évolution du nombre de logements, de l'efficacité énergétique (équipements de conditionnement d'air et isolation du bâti) et de la part de logements équipés. Par conséquent, en vue de pouvoir procéder à l'estimation de la consommation de froid jusqu'en 2030 et 2050, il convient d'avoir une estimation des variations annuelles du nombre de logements, de l'efficacité énergétique des équipements de conditionnement d'air et du bâti et de la part des logements équipés.

### **Estimation de l'évolution de la consommation « Conditionnement d'air »**

L'évolution de la consommation de conditionnement d'air est dépendante de l'évolution du nombre de logements, de l'efficacité énergétique des équipements de conditionnement d'air et de la part de logements équipés.

### **Estimation de l'évolution de l'efficacité énergétique**

L'estimation de ce paramètre se base sur l'hypothèse que l'efficacité énergétique suit l'évolution de celle présentée pour la consommation de chaleur. Cette dernière prend en compte l'amélioration de la performance des équipements et de l'isolation du bâti. Une isolation plus performante permet de diminuer la consommation de froid pour une température extérieur équivalente.

### **Estimation de l'évolution de la part de logements équipés**

Le bilan énergétique de la Wallonie 2016 présente le taux de pénétration de différents équipements électroménagers au sein des ménages wallons. En 2016, 5% des ménages sont équipés d'un appareil mobile de climatisation et 2% sont équipés d'appareil intégré de climatisation.

L'agence internationale de l'énergie (IEA) estime que le nombre d'installations de conditionnement d'air passera de 97 millions en 2016 à 275 millions en 2050 au sein de l'Union Européenne<sup>120</sup>, soit une croissance de 183,5% sur la période considérée. En faisant l'hypothèse que la Wallonie suivra cette tendance, ce taux de croissance est appliqué au taux de pénétration de 2016. Par conséquent, il est attendu, qu'à l'horizon 2050, **14,2% des ménages wallons soient équipés d'appareil mobile** et que **5,7% des ménages soient équipés d'appareil intégré de climatisation**.

---

<sup>120</sup> <https://www.iea.org/reports/the-future-of-cooling>

### Estimation de l'évolution

En appliquant le taux de pénétration des appareils de climatisation mobiles et intégrés au nombre de logements attendus en 2050, il apparaît que 338.463 logements seront équipés de climatiseurs en 2050 en Wallonie, soit 19,8% des logements de 2050. Il apparaît que, pour l'année 2050, la consommation énergétique du conditionnement d'air s'élève à **185,9 GWh**.

Consommation de froid 2050 - Conditionnement d'air				
Équipements	Nombre de ménages équipés	Taux de pénétration	Consommation annuelle (kWh/an)	Consommation totale
Appareil mobile de climatisation	241.759	14,2%	330	79.688.155
Appareil intégré de climatisation	96.704	5,7%	1.099	106.250.873
				<b>185.939.028</b>

### Estimation de l'évolution de la consommation « Réfrigération »

L'évolution de la consommation de réfrigération est dépendante de l'évolution du nombre de logements. L'évolution de la consommation de réfrigération suit l'évolution du nombre de logements en considérant la consommation énergétique de chaque équipement constante. Sur cette base, **la consommation « Réfrigération » est estimée à 1.004 GWh en 2050**, soit une évolution de **13,9% entre 2016 et 2050**.

# XIV. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de chaleur du secteur tertiaire

## Méthodologie

La consommation de chaleur du secteur tertiaire jusqu'en 2050 a été estimée sur base des projections de l'évolution annuelle la consommation de chaleur du secteur tertiaire en 2016 soit le « g » de l'équation ci-dessous :

### Equation 2 : Projection du taux de croissance de la consommation de chaleur du secteur tertiaire

$$CC_{t2}^T = CC_{t1}^T * (1 + g) \rightarrow g = \frac{CC_{t2}^T}{CC_{t1}^T} - 1$$

Avec  $CC = \frac{CC}{VA} * VA$ :

$$g = \frac{\left(\frac{CC_{t2}}{VA_{t2}}\right) * VA_{t2}}{\left(\frac{CC_{t1}}{VA_{t1}}\right) * VA_{t1}} - 1 = \frac{\left[\left(\frac{CC_{t1}}{VA_{t1}}\right) * \left(1 + \Delta \frac{CC}{VA}\right)\right] * [(VA_{t1}) * (1 + \Delta VA)]}{\left(\frac{CC_{t1}}{VA_{t1}}\right) * VA_{t1}} - 1 = \{(1 + \Delta \frac{CC}{VA}) * (1 + \Delta VA)\} - 1$$

$$CC_{t2}^T = CC_{t1}^T * (1 + [(1 + \Delta \frac{CC}{VA}) * (1 + \Delta VA)] - 1) = CC_{t1}^T * \{(1 + \Delta \frac{CC}{VA}) * (1 + \Delta VA)\}$$

### Equation 1 : Projection du taux de croissance de consommation de chaleur du secteur tertiaire

Sur base de cette équation<sup>121</sup>, il ressort que l'évolution de la consommation de chaleur du secteur tertiaire est dépendante de l'évolution de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée (intensité énergétique) ainsi que de l'évolution de la valeur ajoutée. Par conséquent, en vue de pouvoir procéder à l'estimation de la consommation de chaleur jusqu'en 2050, il convient d'avoir une estimation des variations annuelles de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée ainsi que de la valeur ajoutée jusqu'en 2050.

## Estimation de l'évolution de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée :

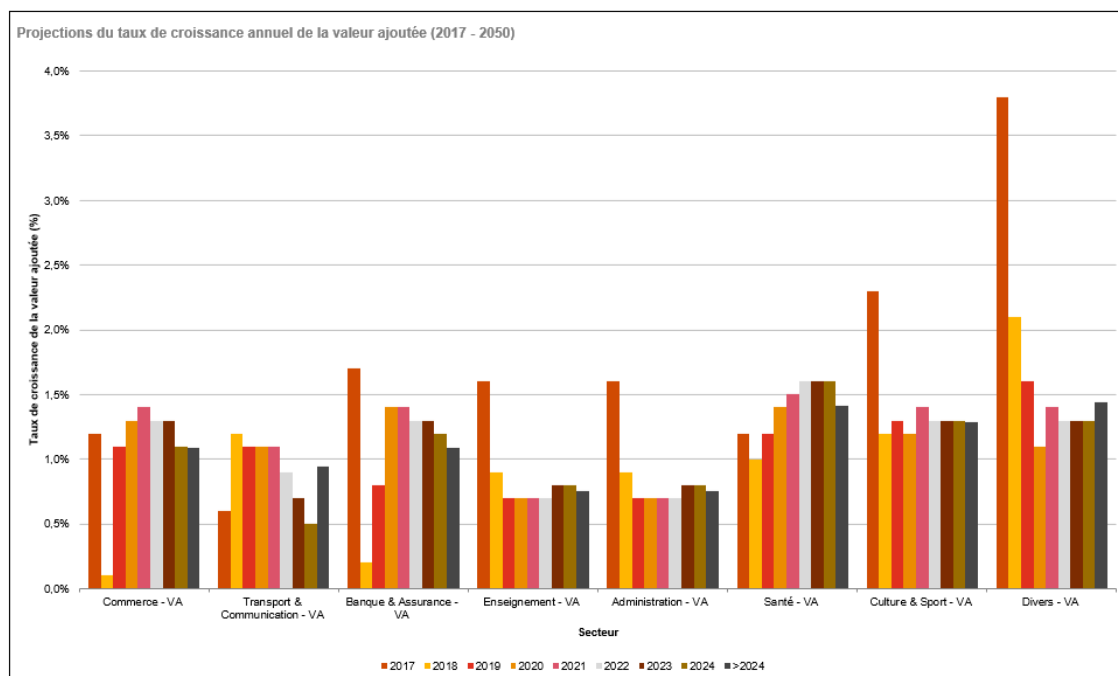
En vue de pouvoir appréhender l'évolution de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée du secteur tertiaire, les projections de l'évolution de l'intensité énergétique tertiaire (rapport entre la consommation d'énergie et la valeur ajoutée) qui sont réalisées par le Bureau Fédéral du Plan (BFP, octobre 2017)<sup>122</sup> sont utilisées. Entre 2015 et 2050, le Bureau fédéral du Plan considère que l'intensité énergétique au sein du secteur tertiaire va s'améliorer de 1,3% par an en Belgique.

<sup>121</sup> Directive efficacité énergétique 2012/27 – Art. 14 – Stratégie de réseaux de chaleur et de froid alimentés par des cogénérations et des énergies fatales (PwC, ICEDD, Deplasse & Associés, 2015), p.33

<sup>122</sup> Bureau Fédéral du Plan, Le paysage énergétique belge à l'horizon 2050, p.38.

## Estimation de l'évolution de la valeur ajoutée :

L'estimation de l'évolution de la valeur ajoutée se base sur des chiffres publiés par le Bureau Fédéral du Plan<sup>123</sup>. Ces projections ont été réalisées jusqu'en 2024 pour chacun des secteurs tertiaires (Transports & communication, commerce & HoReCa, Crédit & assurance, Santé & action sociale, Autres services marchands, Administration publique et éducation). De 2025 à 2050, à défaut de projections réalisées, le choix est posé de se baser sur la moyenne des projections estimées pour la période 2018 – 2024.



Graphique 97 : Projection du taux de croissance annuel de la valeur ajoutée (2017-2050)

<sup>123</sup> Bureau Fédéral du Plan, «Perspectives économiques régionales 2019-2024 ».

## XV. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de froid du secteur tertiaire

### *Sources & méthodologie*

Comme en atteste le rapport JRC<sup>124</sup> qui évalue les notifications nationales en rapport avec l'article 14 de la Directive « Efficacité énergétique », l'exercice de projection de la consommation de froid du secteur tertiaire est un exercice difficile car les données sont plus rares et les hypothèses plus incertaines.

Utiliser la même méthodologie et les mêmes hypothèses (intensité énergétique & évolution de la valeur ajoutée) que pour la projection de la consommation de chaleur semble être cohérent car les principes de l'efficacité énergétique devraient également impacter les consommations de froid.

Cependant, plusieurs études semblent présenter des résultats<sup>125</sup> inverses. Les résultats des projections effectuées par les autres Etats membres de l'Union Européenne affichent principalement des tendances à la hausse.

Partant de ces deux constats, les résultats qui suivent présentent deux scénarios :

Un scénario « optimiste » qui suit la même méthode que celle utilisée dans la projection de la consommation de chaleur ;

Un scénario « réaliste » qui se base sur les évolutions de la consommation de froid calculées au sein du secteur résidentiel. En fonction du scénario choisi, l'évolution annuelle en besoin de froid est estimée entre 1,04% et 2,23%.

---

<sup>124</sup> JRC Science for Policy Report, Synthesis report on the evaluation of national notifications related to Article 14 of the energy Efficiency Directive, 2018, p.15.

<sup>125</sup> Heat Roadmap Belgium, Quantifying the Impact of Low-carbon Heating and Cooling Roadmaps, 2018, p.18.



# XVI. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de chaleur du secteur industriel

## Sources et méthodologie

La consommation de chaleur de l'industrie wallonne jusqu'en 2050 a été estimée sur base des projections de l'évolution annuelle de la consommation de chaleur du secteur industriel en 2016 (soit le « g » de l'équation ci-dessous).

### Equation 3 : Projection du taux de croissance de la consommation de chaleur du secteur industriel

$$CC_{t2}^I = CC_{t1}^I * (1 + g) \rightarrow g = \frac{CC_{t2}^I}{CC_{t1}^I} - 1$$

Avec  $CC = \frac{CC}{VA} * VA$ :

$$g = \frac{\left(\frac{CC_{t2}}{VA_{t2}}\right) * VA_{t2}}{\left(\frac{CC_{t1}}{VA_{t1}}\right) * VA_{t1}} - 1 = \frac{\left[\left(\frac{CC_{t1}}{VA_{t1}}\right) * \left(1 + \Delta \frac{CC}{VA}\right)\right] * [(VA_{t1}) * (1 + \Delta VA)]}{\left(\frac{CC_{t1}}{VA_{t1}}\right) * VA_{t1}} - 1 = \{(1 + \Delta \frac{CC}{VA}) * (1 + \Delta VA)\} - 1$$

$$CC_{t2}^I = CC_{t1}^I * (1 + [(1 + \Delta \frac{CC}{VA}) * (1 + \Delta VA)] - 1) = CC_{t1}^I * \{(1 + \Delta \frac{CC}{VA}) * (1 + \Delta VA)\}$$

Légende : CC = Consommation de chaleur ; g = Evolution annuelle de la consommation de chaleur ; VA = valeur ajoutée

### Équation 2: Projection du taux de croissance de la consommation de chaleur du secteur industriel

Sur base de l'équation<sup>126</sup> ci-dessus, il ressort que l'évolution de la consommation de chaleur de l'industrie est dépendante de l'évolution de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée (intensité énergétique) ainsi que de l'évolution de la valeur ajoutée. Par conséquent, en vue de pouvoir procéder à l'estimation de la consommation de chaleur jusqu'en 2050, il convient d'avoir une estimation des variations annuelles de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée ainsi que de la valeur ajoutée jusqu'en 2050.

<sup>126</sup> Directive efficacité énergétique 2012/27 – Art. 14 – Stratégie de réseaux de chaleur et de froid alimentés par des cogénérations et des énergies fatales (PwC, ICEDD, Deplasse & Associés, 2015), p.35

## Estimation de l'évolution de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée

En vue de pouvoir appréhender l'évolution de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée de l'industrie, les projections de l'évolution de l'intensité énergétique des différents secteurs industriels mesurées par le Bureau Fédéral du Plan<sup>127</sup> sont utilisées.

Secteurs industriels	2015-2030	2030-2050
SIDERURGIE	0,71%	0,71%
NON FERREUX	0,71%	0,71%
CHIMIE	1,07%	1,61%
MINERAUX NON METALLIQUES	0,79%	1,25%
ALIMENTATION	1,18%	1,79%
TEXTILE	1,43%	1,43%
PAPIER	1,43%	1,96% <sup>128</sup>
FABRICATIONS METALLIQUES <sup>129</sup>	1,43%	1,43%
AUTRES INDUSTRIES	1,43%	1,43%

Tableau 70: Projection de l'évolution de l'efficacité énergétique de l'industrie belge appliquée à la Wallonie (taux de croissance annuel moyen)

<sup>127</sup> Bureau Fédéral du Plan, Le paysage énergétique belge à l'horizon 2050 – Perspectives à politique inchangée, Octobre 2017, p.30.

<sup>129</sup> La catégorie "Fabrications métalliques" n'est pas reprise dans le rapport publié par le BFP. Les pourcentages considérés sont ceux de la catégorie « Autres ».

## Estimation de l'évolution de la valeur ajoutée

Les estimations de l'évolution de la valeur ajoutée par sous-secteur reposent sur les chiffres publiés par le Bureau Fédéral du Plan<sup>130</sup>. Ces projections ont été réalisées pour les périodes 2015 à 2030 et 2030 à 2050.

Secteurs industriels	2015-2030	2030-2050
SIDERURGIE	0,1%	0,1%
NON FERREUX	0,7%	0,5%
CHIMIE	0,8%	0,8%
MINERAUX NON METALLIQUES	1,4%	1,1%
ALIMENTATION	1,2%	1,4%
TEXTILE	-1,1%	-1,1%
PAPIER	1,3%	1,3%
FABRICATIONS METALLIQUES	1,7%	1,9%
AUTRES INDUSTRIES	0,7%	1,2%

Tableau 71 : Projection de l'évolution de la valeur ajoutée de l'industrie belge appliquée à la Wallonie

<sup>130</sup> Bureau Fédéral du Plan, Le paysage énergétique belge à l'horizon 2050 – Perspectives à politique inchangée, Octobre 2017, p.16.

## XVII. Méthodologie suivie pour les projections de la consommation de froid du secteur industriel

### Sources & méthodologie

Comme en atteste le rapport JRC<sup>131</sup> qui évalue les notifications nationales en rapport avec l'article 14 de la Directive « Efficacité énergétique », l'exercice de projection de la consommation de froid du secteur industriel est un exercice difficile car les données sont plus rares et les hypothèses plus incertaines.

Utiliser la même méthodologie et les mêmes hypothèses (intensité énergétique & évolution de la valeur ajoutée) que pour la projection de la consommation de chaleur semble être cohérent car l'efficacité énergétique, prônée par les accords de branche, vise la consommation d'énergie dans son ensemble, indépendamment que celle-ci serve à la production de chaleur ou de froid.

Cependant, plusieurs études semblent présenter des résultats<sup>132</sup> inverses. Les résultats des projections effectuées par les autres Etats membres de l'Union Européenne affichent principalement des tendances à la hausse. Dans ce cas, les résultats qui suivent présentent deux scénarios :

Un scénario « optimiste » qui suit la même méthode que celle utilisée dans la projection de la consommation de chaleur ;

Un scénario « réaliste » qui se base sur les chiffres présentés dans l'étude réalisée par *Heat Roadmap Europe*<sup>133</sup> en 2017. Cette étude estime que la consommation de froid pour les procédés industriels augmente de 42% entre 2015 et 2050. Elle évalue l'évolution de la consommation de froid pour refroidissement de l'espace à 79% entre 2015 et 2050.

---

<sup>131</sup> JRC Science for Policy Report, Synthesis report on the evaluation of national notifications related to Article 14 of the energy Efficiency Directive, 2018, p.15.

<sup>132</sup> Heat Roadmap Belgium, Quantifying the Impact of Low-carbon Heating and Cooling Roadmaps, 2018, p.18.

<sup>133</sup> <sup>133</sup> Heat Roadmap Europe, Baseline scenario of the heating and cooling demand in buildings and industry in the 14 MSs until 2050, 2018, p.18.

# Annexe au Chapitre 9

## I. Calcul du potentiel de la cogénération

En vue d'évaluer le potentiel des besoins de chaleur cogénéable, des profils de consommation type ont été identifiés et correspondent à des secteurs repris au bilan énergétique de la Région wallonne. Pour chacun de ces profils types, un dimensionnement a été réalisé en vue de maximiser le taux de couverture des besoins thermiques au moyen d'une unité de cogénération<sup>134</sup>.

Pour chacun de ces profils, ce dimensionnement correspond au pourcentage technique optimal de cogénération pour ce sous-secteur. En multipliant ce pourcentage par le besoin de chaleur du sous-secteur, on obtient son potentiel de cogénération. Le potentiel de cogénération de la Région correspond à la somme des potentiels de chaque sous-secteur<sup>135</sup>.

Les profils-types identifiés sont issus de la Transcription informatique du guide de pertinence "Installer une cogénération dans votre établissement"(Cogencalc) édité par les régions wallonne et bruxelloise :

A : Profil diurne 5j/7 (bureaux, écoles, services aux personnes)

B : Profil diurne 6j/7 (commerces, culture)

C : Profil diurne 7j/7 (centres sportifs)

D : Profil continu 7j/7 (hôpitaux et autres soins, Horeca)

E : Profil diurne 5j/7 (PME, blanchisseries, teintureries, consommations très régulières)

F : Profil Diurne, 7j/7 (logement collectif)

G : Profil spécifique aux hôtels Bruxellois.

Il est à noter que le profil de puisage cumulé des maisons unifamiliales est considéré comme similaire au profil F au prorata du potentiel des réseaux de chaleur.

Profils	Besoins de chaleur (GWh) <sup>136</sup>	Potentiel cogénéable (%)	Heures équivalentes	Potentiel de cogénération (GWh)
Logements collectifs	2.916	49%	4000	1.429
Logements individuels	23.591	49%	4000	4.277 <sup>137</sup>
Santé	840	49%	4000	411
Enseignement-Recherche	1.161	43%	3000	500
Sport-loisirs	402	52%	4000	209
Commerces	2.812	44%	4000	1.237
Cafés, hôtels, restaurants	88	49%	4000	43
Bureaux	943	22%	4000	207
<b>Total</b>				<b>8.314</b>

<sup>134</sup> Analyse du potentiel national pour l'application de la cogénération à haut rendement (Ministère de l'Ecologie, de l'énergie, du Développement durable et de la Mer France)

<sup>135</sup> Le secteur industriel est actuellement exclu de l'analyse en raison d'un déficit d'information sur les profils de demande de chaleur des diverses industries.

<sup>136</sup> Bilan énergétique de la Wallonie 2016 – Réseaux de chaleur et de froid, ICEDD (2019), p.10

<sup>137</sup> Il est à noter que le profil de puisage cumulé des maisons unifamiliales est considéré comme similaire au profil F au prorata du potentiel des réseaux de chaleur. Le facteur utilisé (0,37) est tiré du Heat Roadmap Belgium.

# Annexe au Chapitre 10

## I. Hypothèses technico-économiques des scénarios

### Hypothèses techniques

Le modèle prend en charge les hypothèses techniques de la façon suivante :

- Le modèle distingue trois charges énergétiques : les besoins en chaleur et les besoins en électricité. Les besoins sont globalisés sur une base annuelle et les simulations sont effectuées en régime statique (pas de plages transitoires ; cf. infra).
- Deux moyens de production énergétique complémentaires sont pris en considération dans le calcul : d'une part la source primaire qui couvre les besoins de base et d'autre part la source secondaire qui prend en charge l'appoint. Les technologies peuvent différer selon les cas.
- Les besoins thermiques et électriques du consommateur sont à la base de l'évaluation. La demande thermique doit être couverte par une valeur qui tend vers 100% de façon autonome avec la source primaire et –en général- l'apport complémentaire de l'appoint. Dans le cas de la demande électrique, plusieurs cas de figure sont à considérer selon que :
  - La demande électrique est satisfaite par la production cogénérée (cas théorique).
  - La demande électrique est inférieure à la part cogénérée : dans ce cas le gap de consommation est acheté et importé par le réseau.
  - La demande électrique est supérieure à la part cogénérée : dans ce cas le surplus est revendu sur le réseau.
  - Le système de production ne comprend pas de cogénération et toutes les énergies demandées par le client sont prélevées séparément sur le réseau. C'est le cas en pour les cycles de réfrigération à compression. C'est aussi, par défaut, la situation dans les scénarios de base reposant sur l'utilisation de chaudières classiques.
- Les économies réalisées par l'autoconsommation et le productible vendu sur le réseau viennent en déduction des coûts/cash flows du scénario envisagé (bénéfices).
- Le dimensionnement de l'installation s'inspire de cas pratiques qui peuvent être généralisés au niveau de la Région wallonne.
- L'autoconsommation collective est considérée comme inexistante. C'est pourquoi, dans les scénarios produisant de l'électricité, toute l'électricité produite est revendue sur le réseau et tous les besoins d'électricité sont achetés sur le réseau. Les communautés d'énergie sont amenées à se développer. La sensibilité des différents scénarios à la mise en place d'un tel système est analysée. Dans ce cas, l'hypothèse prise est la suivante : toute l'électricité produite est autoconsommée et le surplus/manque est vendu/acheté sur le réseau.
- L'électricité nécessaire aux équipements de production de chaleur est considérée comme équivalente à celle qui serait utilisée par les chaudières individuelles du scénario de base. Cette hypothèse n'est pas appliquée au PAC.

### Hypothèses économiques

Le modèle prend en charge les hypothèses économiques de la façon suivante :

- Les avantages des options alternatives sont établis sur base des coûts. La comparaison de chaque option avec le scénario de base se fait en utilisant la valeur actualisée et annualisée des coûts nets (VAACN). Les coûts pris en considération sont les soldes nets résultant du cumul de l'ensemble des

coûts de production<sup>138</sup> d'une part après déduction éventuelle des recettes engendrées par la vente de l'électricité produite dans le cas de la cogénération (cf. supra)<sup>139</sup>. Sont également déduits des coûts de production et d'exploitation, les subsides accordés, quand c'est le cas. Les montants octroyés pour les certificats verts sont calculés sur base d'un outil développé par la Région Wallonne. Les considérations d'octroi des certificats verts sont similaires à celles présentes actuellement.

- Puisque les cogénérations sont amenées à produire à la fois de la chaleur et de l'électricité, les bases de comparaison comprennent la demande du consommateur exprimée sous les deux formes et valorisée en unités monétaires (cf. supra).
- La durée d'exploitation est fixée à 30 ans (cf. *infra*). Partant du principe que chaque catégorie de technologies présente une durée d'amortissement physique différente, le modèle tient compte de la récupération de la valeur résiduelle des technologies. En d'autres termes, dans le cas des réseaux de chaleur, le modèle tient compte d'un cash-flow positif la trentième année pour tenir compte de la valeur résiduelle du réseau, soit 20/50 de la valeur du réseau. Dans le cas où la technologie considérée a une durée de vie inférieure à 30 ans, un remplacement de ladite technologie est considéré (ex. l'investissement dans trois cogénération gaz est considéré).
- Les calculs actuariels sont basés sur des données monétaires exprimées en EUR courants donc subissant l'inflation. En conséquence, les résultats obtenus comprennent l'effet spéculatif engendré par le glissement des prix<sup>140</sup>.
- Les cash flows des coûts comprennent à la fois les CAPEX et les OPEX :
  - Les CAPEX, ou dépenses d'investissement, prennent en compte le coût des équipements et les travaux d'installation (infrastructure). Les aides à l'investissement sont également prises en compte lorsque la technologie est éligible (cogénération, réseau de chaleur, ...).
  - Les OPEX, ou charges opérationnelles, couvrent l'entretien et la maintenance. Les charges de combustibles sont prises en charge séparément dans le modèle.
- Les prix des combustibles varient en fonction des profils de consommation (petit vs. gros consommateur). Les scénarios qui considèrent des technologies centralisées et collective bénéficient généralement des prix des combustibles pour les gros consommateurs. A l'inverse, les technologies individuelles bénéficient généralement des prix des combustibles pour les petits consommateurs.
- Aucun frais de désinvestissement n'est pris en compte dans le modèle<sup>141</sup>.
- Les cash flows sont définis avant taxes. Ceci s'explique par le fait que le régime fiscal diffère largement selon le statut et la situation du consommateur. Ainsi, par exemple, les possibilités de déduction des personnes physiques restent influencées par le niveau des revenus. Les grilles applicables sont différentes dans le cas des utilisations commerciales et/ou industrielles. Une approximation de l'effet de la TVA sera cependant quantifiable via les analyses de sensibilités sur les coûts des combustibles et les coûts des CAPEX.
- En raison de l'hétérogénéité des modes de production envisagés, l'expression des gains/pertes découlant de l'implantation de la nouvelle technologie n'a que peu de sens en soi si elle est rapportée au kWh. Des difficultés méthodologiques apparaissent en effet : les gains/pertes doivent-ils être imputés à la production thermique ou électrique ? Dès lors, ces dernières variables ne seront pas calculées. En revanche, les comparaisons entre le scénario de base et les alternatives envisagées sont analysées sous l'angle de la contribution de chaque composant, ou groupe de variables, au résultat actualisé final.
- Les coûts liés à l'établissement du réseau de distribution de gaz ne sont pas pris en compte. Cet élément constitue une biais qui joue en faveur des scénarios basés sur des technologies fonctionnant au gaz. Mais cela représente une réelle spécificité de la région. Une exception est faite dans le profil 5. Étant

<sup>138</sup> Soit les CAPEX, les OPEX de maintenance et les OPEX liés à l'achat des combustibles.

<sup>139</sup> Dans cette analyse, l'entièreté de la chaleur est autoconsommée. Il n'est donc pas question d'une recette liée à la vente de chaleur mais plutôt d'un gain (réduction) sur la facture énergétique.

<sup>140</sup> Les hypothèses relatives à ces variables sont présentées à la section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

<sup>141</sup> Cette hypothèse considère que les coûts de désinvestissement sont similaires pour toutes les technologies. Il y a lieu toutefois de s'interroger sur les coûts de désinvestissements (pollution) des technologies au mazout.

donné que les projets d'écoquartier partent en général d'un terrain vierge, les coûts liés à la construction d'une infrastructure assurant la connexion avec le réseau principal et la distribution sur le site sont considérés.

## Hypothèses environnementales

Pour chaque profil étudié, une analyse environnementale est réalisée. Celle-ci tient uniquement compte des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation de combustibles (gaz<sup>142</sup> et électricité). Les facteurs d'émission retenus sont<sup>143</sup> :

- Gaz naturel: 0,201 kg CO<sub>2</sub>/kWh
- Mazout : 0,264 kg CO<sub>2</sub>/kWh
- Electricité : 0,502 kg CO<sub>2</sub>/kWh

En sus des émissions de CO<sub>2</sub>, chaque technologie présente des avantages et inconvénients environnementaux qui lui sont propres. Parmi ceux-ci :

- D'un point de vue décentralisé, les condensats acides ont peu de chance d'être traités. Par contre, en présence d'une production centralisée, cela est relativement fréquent et l'investissement nécessaire est réduit car il n'y a qu'une seule machine à traiter.
- Les **chaudières biomasses** sont génératrices de particules fines. Les anciennes chaudières biomasses n'étaient pas toujours équipées d'un système de traitement des fumées, car celui-ci est onéreux. Aujourd'hui, ces systèmes sont standardisés (type cyclone, ...) et présentent un coût modéré. Il est important de souligner l'impact sur l'environnement du transport de la matière solide et donc de privilégier des matières issues de circuits courts et locales (idéalement inférieur à 100 km).
- Le **mazout** produit plus de particules fines que le gaz. De plus, il présente des risques de fuites et, *in fine*, de pollution des sols. Il présente aussi un impact environnemental lié à son transport, local et international.

---

<sup>142</sup> Notez que par simplification, une distinction a été réalisée entre (1) l'électricité, (2) les combustibles carbonés, à savoir mazout et gaz naturel, et (3) les combustibles décarbonés (à savoir la biomasse). Le facteur d'émission retenu pour les combustibles carbonés est celui du gaz car l'analyse considère principalement des scénarios alternatifs reposant sur des technologies gaz lorsqu'un combustible carboné est considéré. Cela peut engendrer un biais sur certains des résultats de l'analyse qui considère à la fois des technologies au mazout et au gaz.

<sup>143</sup> SPW TLPE (2019), Logiciel de calcul de certificats verts : <https://energie.wallonie.be/fr/estimation-du-nombre-de-certificats-verts-en-fonction-du-coefficient-keco.html?IDC=9787&IDD=135639>



## II. Données de départ

De façon générale, et pour tous les scénarios, les intrants sont regroupés de la façon suivante :

1. *Les données relatives au cadre économique et financier* : Celles-ci reprennent des variables telles que les taux d'intérêt, les tarifs applicables aux achats et ventes d'énergie sur le réseau, le coût des combustibles, l'inflation, les subsides, etc.
2. *Les données relatives aux besoins thermiques et électriques du consommateur (ou du groupe de consommateurs)* : Ceux-ci sont considérées comme nets, c'est-à-dire hors charge complémentaire qui pourrait être nécessaire pour activer un équipement de production de chaleur ou de froid (comme une pompe à chaleur).
3. *Les données décrivant les solutions envisagées pour la production de base* : les montants relatifs aux investissements des équipements (CAPEX), les autres frais d'installation comme les frais de montage, les aménagements des cheminées pour les chaudières à condensation (exprimés en pourcentage des CAPEX), les frais d'entretien et de maintenance des équipements, les durées d'utilisation, les montants mobilisables pour le démontage en fin de vie d'utilisation, les rendements thermiques (dans le cas des chaudières, des cogénérations) et électriques (dans le cas des cogénérations), les coefficients de performance (cycles à compression et à absorption), la production annuelle et la puissance de l'installation. La production de base peut être décentralisée ou centralisée, par exemple pour un immeuble à appartements ou un bâtiment administratif. L'usage du réseau est optionnel (cf. infra) et ne concerne que le transport du fluide caloporteur à l'extérieur –ou entre- les bâtiments.
4. *Les données comparables concernant la production d'appoint* : Cette dernière concerne aussi bien les besoins de chauffage que l'eau chaude sanitaire. La production d'appoint peut couvrir une partie importante des besoins du consommateur si la source primaire est limitée en fonction des contraintes relatives à la courbe de charge.
5. *Les données relatives au transport par réseau* : Ces dernières comprennent pour l'essentiel les dépenses d'investissement, les frais d'entretien et les pertes. Le réseau s'entend comme système de transport de l'énergie entre les bâtiments. Les réseaux internes, comme ceux utilisés à l'intérieur d'un même bâtiment pour le transport du chaud et du froid d'alimentation d'éjecto-convecteurs, ne sont pas assimilés au réseau à ce stade.

Les données sur les dépenses d'investissement et opérationnelles sont ramenées aux unités physiques : la puissance de l'installation. Les consommations spécifiques sont donc traitées séparément des OPEX. Elles dépendent du rendement ou du coefficient de performance. L'hypothèse sous-jacente est l'absence d'économie d'échelle. Celle-ci est acceptable en pratique si on envisage des plages de puissance suffisamment étroites.

Les simulations reposent sur un tronc commun de données économiques et financières. Celles-ci sont décrites à la suite.

Données économiques et financières	Valeur	Sources & hypothèses
Taux actuariel	1,7%	Taux renseigné par le Bureau Fédéral du Plan comme étant la moyenne pour les années 2018-2024 <sup>144</sup> .
Durée de vie du projet	30 ans	Par hypothèse
Prix du gaz naturel pour les consommateurs individuels (HTVA)	0,041 EUR/kWh	Sur base de l'étude réalisée par PwC sur la comparaison des prix du gaz et de l'électricité en Europe <sup>145</sup> - prix pour un consommateur résidentiel.
Prix du gaz naturel pour les consommateurs « collectifs » (HTVA)	0,022 EUR/kWh	Sur base de l'étude réalisée par PwC sur la comparaison des prix du gaz et de l'électricité en Europe – prix pour un petit consommateur professionnel (profil G0) <sup>146</sup> . Ce choix traduit la possibilité pour une technologie centralisée de négocier les prix.
Inflation du gaz naturel	2%	Sur base de l'évolution des prix de l'énergie en Belgique publié par la CREG chaque trimestre <sup>147</sup> – évolution entre décembre 2015 et décembre 2019.
Prix de la biomasse (HTVA)	0,027 EUR/kWh	Hypothèse PwC : sur base du rapport de ValBiom sur le prix de la biomasse <sup>148</sup> et sur base des données APERe <sup>149</sup>
Prix de la chaleur fatale produite par l'unité de valorisation énergétique (HTVA)	0,012 EUR/kWh	Hypothèse formulée par le bureau Deplasse et Associés. <sup>150</sup>
Prix de l'électricité pour les petits consommateurs (HTVA)	0,21 EUR/kWh	Sur base de l'étude réalisée par PwC sur la comparaison des prix du gaz et de l'électricité en Europe <sup>151</sup> .

<sup>144</sup> Bureau Fédéral du Plan, **Perspectives économiques 2019-2024**, p.39

<sup>145</sup> PwC, **A European comparison of electricity and natural gas prices for residential, small professional and large industrial consumers**, May 2020, p.22

<sup>146</sup> PwC, **A European comparison of electricity and natural gas prices for residential, small professional and large industrial consumers**, May 2020, p.23

<sup>147</sup> <https://www.creg.be/fr/professionnels/fonctionnement-et-monitoring-du-marche/evolution-prix-de-lenergie-belgique-et-pays>, consulté le 20/06/2020

<sup>148</sup> Valbiom, **les chaudières biomasse**, support d'une présentation réalisée le 06/12/2018.

<sup>149</sup> APERe (2020), Observatoire des prix de l'énergie : <https://www.apere.org/fr/observatoire-prix>. Les prix sont considérés inférieurs à ceux des ménages car il y a achat avec un profil de type G0.

<sup>150</sup> Le prélèvement de la vapeur sur le soutirage dégrade le rendement électrique. Ce prix d'achat couvre cette perte ainsi qu'une prise de risque liée à l'obligation de fourniture de chaleur. Valeur issue de projets d'études réels, notamment sur le cas de l'incinérateur de Pont-de-Loup.

<sup>151</sup> PwC, **A European comparison of electricity and natural gas prices for residential, small professional and large industrial consumers**, May 2020, p.17

Prix électricité pour les gros consommateurs (HTVA)	0,125 EUR/kWh	Sur base de l'étude réalisée par PwC sur la comparaison des prix du gaz et de l'électricité en Europe <sup>152</sup> .
Inflation du prix de l'électricité	4%	Sur base de l'évolution des prix de l'énergie en Belgique publié par la CREG chaque trimestre <sup>153</sup> – évolution entre décembre 2015 et décembre 2019.
Tarif revente électricité	0,025 EUR/kWh	Hypothèse PwC – Sur base des chiffres observés dans le cadre de projets tertiaires en Wallonie.
Tarif revente électricité Belpex	0,047 EUR/kWh	Hypothèse PwC – Sur base des prix observés de l'électricité <sup>154</sup>
Prix du mazout HTVA	0,035 EUR/kWh	Prix maximum du mazout sur base de la publication du SPF Economie <sup>155</sup> .
Prix des certificats verts	65€/CV	Prix minimum garanti au niveau régional <sup>156</sup>
Inflation des OPEX	1,8%/an	Progression moyenne totale de l'inflation sur la période 2021 - 2024 <sup>157</sup>
Inflation des CAPEX	1,8%/an	Cf. <i>supra</i>

Tableau 72 : Données économiques et financières communes

<sup>152</sup> PwC, A European comparison of electricity and natural gas prices for residential, small professional and large industrial consumers, May 2020, p.18

<sup>153</sup> <https://www.creg.be/fr/professionnels/fonctionnement-et-monitoring-du-marche/evolution-prix-de-lenergie-belgique-et-pays>, consulté le 20/06/2020

<sup>154</sup> <https://my.elexys.be/MarketInformation/lceEndexAverage.aspx>, consulté le 22 juillet 2020.

<sup>155</sup> <https://economie.fgov.be/fr/themes/energie/prix-de-lenergie/prix-maximum-des-produits/tarif-officiel-des-produits>, consulté le 26 juin 2020.

<sup>156</sup> SPW TLPE (2020), A qui vendre mes certificats verts : [https://energie.wallonie.be/fr/a-qui-vendre-mes-certificats-verts.html?IDC=9788&IDD=135557#:~:text=Ces%20certificats%20verts%2C%20une%20fois,d%C3%A9lais%20de%20paiement%2C%20etc.\)](https://energie.wallonie.be/fr/a-qui-vendre-mes-certificats-verts.html?IDC=9788&IDD=135557#:~:text=Ces%20certificats%20verts%2C%20une%20fois,d%C3%A9lais%20de%20paiement%2C%20etc.))

<sup>157</sup> Bureau Fédéral du Plan, Perspectives économiques 2019-2024, p.2