

Plan Climat Valais

Bilan des émissions de gaz à effet de serre du canton du Valais

Client :



Date : 13.04.2021

Document rédigé par :

Quantis
EPFL Innovation Park Bat D,
1015 Lausanne - Suisse
Tél : +41213535910
Web: www.quantis-intl.com

Chef de projet
Denis BOCHATAY
Denis.bochatay@quantis-intl.com

Analyste
Thibault TRIBOLET

Table des matières

Table des matières	3
Définitions	4
Acronymes	5
1. Introduction	6
1.1 Contexte et périmètre du projet	6
2. Méthodologie	7
2.1 Cadre méthodologique	7
2.2 Gaz à effet de serre inclus	8
2.3 Structure du bilan	9
2.4 Bases de données et facteurs d'émissions	10
3. Résultats généraux	11
3.1 Résultats par catégorie	11
3.2 Résultats par type d'émissions	12
3.3 Résultats par type de gaz	13
4. Analyse et recommandations	14
4.1 Données et méthodologie	14
4.2 Analyse des résultats et recommandations	15
5. Résultats détaillés par catégorie	18
5.1 Combustibles	18
5.2 Électricité	20
5.3 Carburants	22
5.4 Procédés industriels	24
5.5 Traitement des déchets et des eaux usées	25
5.6 Agriculture, bétail et pratiques agricoles	26
5.7 Affectation du sol et du territoire	28
5.8 Consommation	30
Annexe A : facteurs d'émissions principaux utilisés pour le bilan	34
Annexe B : Détermination du facteur d'émission du mix électrique valaisan	35

Définitions

Anthropique : résultant des activités humaines, causé par l'humain.

Approche Bottom-Up : approche opposée à l'approche Top-Down qui consiste à utiliser des valeurs et des données primaires au niveau local afin de calculer les émissions.

Approche Top-Down : approche opposée à l'approche Bottom-Up, qui consiste à utiliser des données d'émission globales (par exemple une moyenne suisse) et de les extrapoler à un niveau local à l'aide d'un ratio, taux de conversion ou autre moyen.

Émissions directes : les émissions directes sont celles produites par un processus émettant des gaz à effet de serre. Il s'agit par exemple des émissions au pot d'échappement d'un véhicule brûlant un carburant fossile.

Émissions indirectes : les émissions indirectes sont émises en amont ou en aval de la chaîne de valeur d'un bien ou service consommé. Par exemple, l'achat d'un véhicule en acier ne génère pas d'émissions directes. Ses émissions indirectes sont par exemple celles émises dans l'aciérie pour produire certaines pièces automobiles. Cette notion est parfois appelée énergie grise.

Énergie stationnaire : l'énergie stationnaire est la quantité d'énergie utilisée pour chauffer ou refroidir des bâtiments, ainsi que l'eau chaude sanitaire. Le chauffage peut être alimenté par différents combustibles. On oppose l'énergie stationnaire et l'énergie provenant de carburants et utilisée dans les différents moyens de transport.

Facteur d'émission : le facteur d'émission est la quantité de gaz à effet de serre émise par une activité, un objet, un flux ou une matière, par unité caractéristique de l'objet ou de la matière, mesurée dans l'unité qui la définit le mieux (p.ex. quantité de gaz à effet de serre par kWh pour l'énergie, quantité de gaz à effet de serre par kg pour un aliment, etc.).

Gaz à effet de serre (GES) : les gaz à effet de serre sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et le redistribuent. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est le principal facteur à l'origine du réchauffement climatique. Plus d'une quarantaine de gaz à effet de serre ont été recensés par le groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) parmi lesquels figurent notamment le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O), les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC) ainsi que l'hexafluorure de soufre (SF₆).

Acronymes

AR5	5e rapport d'évaluation du GIEC, publié en 2014
CFC	Chlorofluorocarbure
CH ₄	Méthane
CO ₂	Dioxyde de carbone
ecoinvent	Base de données d'inventaire de cycle de vie
DEFRA	UK Department for Environment, Food & Rural Affairs
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HFC	Hydrofluorocarbure
kWh	Kilowattheure
LULUC	Land-use, land-use change : Changement d'utilisation des sols
MRMT	Microrecensement mobilité et transports
MWh	Mégawattheure
NFI	Inventaire national des forêts (National Forest Inventory)
NIR	National Inventory Report (Inventaire suisse des gaz à effet de serre)
N ₂ O	Protoxyde d'azote, oxyde nitreux, gaz hilarant
OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFS	Office fédéral de la statistique
PCI	Pouvoir calorifique inférieur
PRG ₁₀₀	Potentiel de réchauffement global à 100 ans
SF ₆	Hexafluorure de soufre
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WFLDB	World Food LCA Database

1. Introduction

1.1 Contexte et périmètre du projet

Le Valais s’est résolument engagé dans une voie de durabilité en adoptant en 2018 son nouvel Agenda cantonal 2030. Dans ce contexte, une des mesures fortes prévues pour 2020 est l’établissement d’un plan climat cantonal. Celui-ci sera constitué d’un plan de réduction des gaz à effet de serre (GES) et d’un plan d’adaptation aux changements climatiques. Le développement du bilan des gaz à effet de serre du Valais s’inscrit dans ce contexte.

L’objectif principal est d’inventorier les émissions de gaz à effet de serre (GES) du Valais (canton) pour l’année de référence 2019.

Bilan GES du Valais (ou inventaire GES du Valais) : Il s’agit ici des émissions du canton du Valais au sens large, incluant l’autorité publique, les particuliers et les entreprises résidentes. Le contrôle des pouvoirs publics sur ces émissions est variable, dépendant du secteur concerné. Pour ce bilan, l’approche choisie est celle d’une vision holistique, couvrant l’ensemble des émissions imputables au canton, y compris les GES émis en dehors du périmètre géographique valaisan. C’est pourquoi le bilan inclut à la fois les émissions directes (ou territoriales) produites sur le territoire cantonal, mais aussi les émissions « causées » par les activités du canton mais générées à l’extérieur du territoire cantonal. A noter que cette approche ne peut exclure certains risques de double-comptage. La [Figure 1](#) ci-dessous présente le périmètre du bilan GES du Valais.

Le bilan GES à réaliser dans le cadre du plan climat est réalisé sur la période de référence 2019. Puisqu’il n’est pas prévu de mettre à jour l’inventaire chaque année et pour éviter les biais statistiques, des données pluriannuelles (5 ans) sont utilisées dans de rares cas. Le bilan inclut non seulement le CO₂, mais également les autres gaz à effet de serre listés par le Protocole de Kyoto.

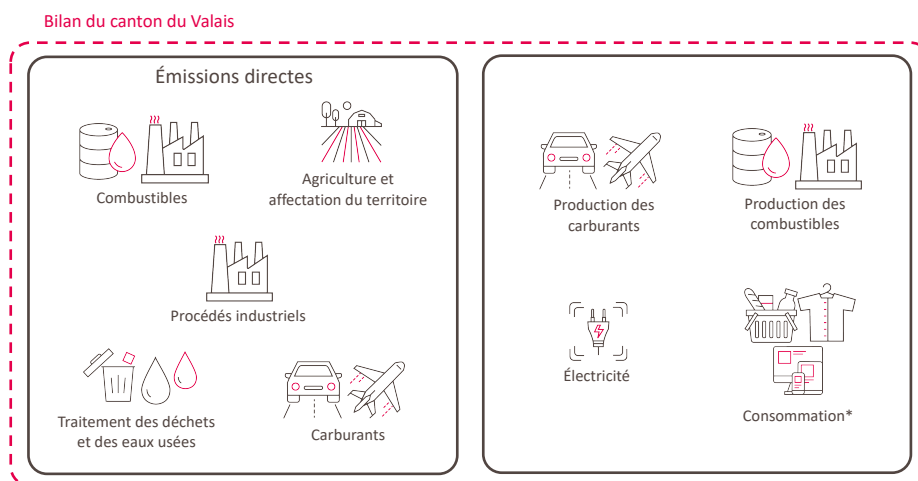


Figure 1 : Périmètre du bilan des GES du Valais. * En plus des biens importés, les biens produits en Valais figure dans cette catégorie. Le double-comptage induit n’est pas corrigé et cette catégorie est donc légèrement surévaluée.

2. Méthodologie

2.1 Cadre méthodologique

Le [GHG Protocol Community-Scale](#), dédié aux entités territoriales telles que pays, cantons ou villes, a été utilisé comme base pour le développement du bilan carbone territorial valaisan. En plus des émissions directes (= émises sur le territoire valaisan) similaires à celles publiées chaque année par la Confédération dans le cadre du *reporting* transmis aux Nations-Unies (*National Inventory Report*, ou NIR¹), les GES causés par le Valais mais émis en dehors des frontières cantonales sont également estimés. Le terme « d'approche causale », par opposition à « l'approche territoriale », est parfois utilisé. A titre d'information, un pays tel que la Suisse, dont l'économie repose essentiellement sur les services et non pas sur le secteur primaire et secondaire, produit une minorité de ses émissions de GES à l'intérieur des frontières nationales, le solde des émissions proviennent de produits importés.

Le *GHG Protocol* liste l'ensemble des principes méthodologiques suivants :

- Pertinent : le bilan doit refléter les émissions de GES de façon utile, afin de guider la prise de décision en matière climatique ;
- Complet : le bilan doit couvrir l'ensemble des sources d'émissions liées aux activités considérées. D'éventuelles exceptions doivent être présentées et justifiées ;
- Cohérent : le bilan, et notamment ses mises à jour successives, doivent être alignés sur des méthodes à jour qui permettent suivis et comparaisons dans le temps ;
- Transparent : le bilan doit faire preuve de transparence sur les données utilisées, les hypothèses effectuées et les choix méthodologiques ;
- Précis : les données utilisées et les hypothèses réalisées doivent permettre une évaluation correcte, réduisant l'incertitude, en évitant des sous-estimations ou surestimations systématiques.

Ce protocole a l'avantage de fournir une vision globale de l'impact climatique des personnes et activités du territoire valaisan. Cette approche, de type analyse de cycle de vie, fournit ainsi une empreinte carbone totale du canton du Valais.

Cette méthodologie nécessite de nombreuses données d'entrée. Certaines sont facilement accessibles, d'autres requièrent un travail de collecte important et d'autres encore ne sont tout simplement pas disponibles. Un certain pragmatisme a donc dû être appliqué pour la récolte de données. L'effort nécessaire pour accroître la précision des résultats doit être proportionné à l'intérêt et aux quantités d'émissions en jeu. C'est la raison pour laquelle une approche *top-down* a été retenue pour certaines catégories d'émissions, à partir notamment

¹ OFEV (2020), *Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2018, National Inventory Report*

de données nationales. Le présent rapport liste les hypothèses et la qualité des données utilisées au [chapitre 4.1](#).

Les émissions directes ou territoriales sont toutefois identifiées dans l’inventaire. Il est donc possible de dissocier les objectifs et les plans d’actions pour les émissions territoriales et pour les émissions hors territoire valaisan.

2.2 Gaz à effet de serre inclus

En Suisse, trois gaz constituent plus de 95% de l’effet de serre d’origine anthropique, à savoir le CO₂, le CH₄ et le N₂O. Ces gaz sont inclus par défaut dans le bilan. Toutefois, d’autres familles de gaz fluorés sont incluses dans les protocoles en vigueur. Pour des raisons de pragmatisme, ces gaz sont inclus en fonction de la disponibilité de l’information, notamment lorsqu’ils apparaissent dans le registre fédéral des rejets de polluants (PRTR).

Les résultats de cette étude sont proposés en CO₂eq (CO₂-équivalent). Cela signifie que les émissions de chaque gaz, dont le potentiel de réchauffement global à 100 ans (PRG₁₀₀) intrinsèque diffère, sont rapportées en CO₂eq. Le PRG₁₀₀ représente la contribution de chaque gaz à l’effet de serre sur un horizon de 100 ans. Par convention, le PRG₁₀₀ du gaz carbonique est de 1, les autres gaz étant évalué en fonction de ce dernier (IPCC 2013)². Les différents PRG₁₀₀ des gaz inclus dans le bilan sont résumés dans le [Tableau 1](#) ci-dessous.

Gaz à effet de serre	PRG ₁₀₀	Principales sources d’émissions
CO ₂ fossile	1	Combustion des énergies fossiles
CO ₂ biogénique	0	Combustion de biomasse, digestion
CH ₄ fossile	36	Agriculture (fertilisation), biomasse, déchets, fuites de gaz
CH ₄ biogénique	34	Biogaz, fermentation entérique
N ₂ O	298	Agriculture (fertilisation)
HFCs, PFCs, SF ₆ , NF ₃	Variable	Gaz synthétiques

Tableau 1 : PRG₁₀₀ des principaux gaz à effet de serre.

Les émissions de CO₂ biogéniques, par exemple issues de la combustion de la biomasse, ont par convention un PRG₁₀₀ nul. Il s’agit en effet de cycles d’émission-absorption courts du carbone, sans impact climatique à long terme. En revanche, les changements d’affectation du sol, par exemple la croissance de la forêt ou la diminution de la surface agricole, sont susceptibles d’avoir des effets à long terme sur le cycle du carbone. Ces effets sont pris en compte dans le bilan.

² IPCC (2013). Climate change 2013: The physical science basis. *Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, 1535.

2.3 Structure du bilan

Le bilan des émissions de GES du Valais est issu du cadre méthodologique retenu du *GHG Protocol Community-Scale*. Quelques adaptations sont toutefois apportées à des fins de simplification ou de clarté, ainsi que pour mettre en avant certains postes d'émissions importants pour l'État du Valais. Le bilan est séparé en différentes catégories représentant les principaux postes d'émissions du canton du Valais. Ces catégories sont résumées dans le [Tableau 2](#) ci-dessous. Les émissions de chaque catégorie sont séparées entre émissions directes (émises directement sur le territoire valaisan) et indirectes (émis hors du territoire mais liées à des activités ou acteurs du territoire). Les émissions totales sont agrégées pour chaque catégorie.

Catégorie	Sous-catégorie
Combustibles	Ménages et petits consommateurs
	Grande industrie*
	Pertes de gaz sur le réseau
Électricité	Mobilité, chaleur et usages spécifiques de l'électricité
	Grande industrie*
	Pertes sur le réseau
Carburants	Distinction par carburant
Procédés industriels	Émissions fugitives de CH ₄
	Émissions fugitives de N ₂ O
	Émissions fugitives de HFC
Traitement des déchets et eaux usées	Incineration et compostage des déchets ménagers et industriels
	Traitement des eaux usées
Agriculture, bétail et pratiques agricoles	Pratiques agricoles et fertilisants
	Bétail et fermentation entérique
Affectation du sol et du territoire	Surfaces forestières et agricoles
Consommation	Biens et services
	Alimentation et boissons
	Transport aérien
	Numérique (ICT)
	Construction
	<i>Investissements de la population**</i>

Tableau 2 : Catégories et sous-catégories incluses dans le bilan des GES du Valais. * Cela correspond à la consommation électrique des sites industriels de Viège, Sierre/Chippis et Monthey. ** Les impacts liés aux investissements et à la finance ne sont pas intégrés directement dans le bilan mais sont estimés, en raison du très fort risque de double comptage des émissions et de leur très grande incertitude.

2.4 Bases de données et facteurs d'émissions

Différentes bases de données ont été utilisées pour réunir l'ensemble des facteurs d'émission nécessaires au projet.

La base de données principale est ecoinvent v3.5³, base de données de référence dans le domaine des analyses de cycle de vie, développée principalement par les institutions suisses du domaine des EPF.

Pour les émissions de combustion de carburants et de combustibles, les facteurs d'émissions sont extraits de la fiche d'information de l'OFEV : facteurs d'émissions de CO₂ selon l'inventaire des GES de la Suisse.⁴

La base de données du DEFRA⁵ a été utilisée pour les facteurs d'émission du transport aérien. Ces facteurs sont mis à jour annuellement en tenant compte de l'évolution de paramètres importants comme la composition des flottes d'avions des compagnies aériennes et des taux d'occupation. A noter que le *radiative forcing* est inclus, à savoir les effets climatiques supplémentaires pour les gaz à effet de serre émis à haute altitude.

Pour certaines catégories, les facteurs d'émission issus du NIR 2020 ont été utilisés et adaptés pour le canton du Valais. Les émissions valaisannes ont alors été extrapolées des émissions suisses à l'aide de ratios (par habitant, par surface, ...).

Les principaux facteurs d'émissions utilisés pour l'établissement du bilan sont résumés en [Annexe A](#) de ce rapport. La séparation entre émissions directes et indirectes est précisée, malgré les incertitudes inhérentes à cette distinction.

³ Plus d'info sous : www.ecoinvent.org

⁴ OFEN 2019, fiche d'information. Facteurs d'émission de CO₂ selon l'inventaire des GES de la Suisse

⁵ <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019>

3. Résultats généraux

3.1 Résultats par catégorie

Les émissions totales atteignent plus de 5.5 millions de tonnes de CO₂eq, soit 16.2 tonnes par habitant⁶. En sortant les émissions liées à la grande industrie (combustibles, électricité, incinération des déchets spéciaux et procédés industriels), les émissions par habitant descendent à moins de 12 tonnes de GES par habitant et par année. Pour rappel, la moyenne suisse est estimée entre 14 à 16 tonnes de GES par habitant et par an.

Les principales sources d'émissions sont liées à la consommation d'énergie (combustibles, carburants et électricité) avec plus de 44% des émissions et à la consommation de divers biens par la population valaisanne (38%). Les émissions totales sont résumées par catégorie dans le [Tableau 3](#). La contribution de chaque catégorie est présentée dans la [Figure 2](#).

Catégorie	Émissions totales [t CO ₂ eq]		
	GES	%	Par hab.
Combustibles	1 186 769	21%	3.5
Électricité	365 747	7%	1.1
Carburants	896 384	16%	2.6
Procédés industriels	539 686	10%	1.6
Traitements des déchets et des eaux usées*	533 877	10%	1.5
Affectation du sol et du territoire	-379 614	-7%	-1.1
Agriculture, bétail et pratiques agricoles	288 588	5%	0.8
Consommation**	2 137 167	38%	6.2
Total	5 568 603	100%	16.2
Total sans grande industrie	4 079 004		11.9

Tableau 3 : Bilan GES du Valais par catégorie.

* La contribution élevée de cette catégorie est due notamment à l'inclusion des émissions de déchets spéciaux dans les fours industriels des grands sites chimiques valaisans. Le détail de cette catégorie est explicité au chapitre 4.5.

** Cette catégorie présente un fort risque de double comptage notamment lié aux émissions de l'alimentation des Valaisans. Les détails et limites de cette catégorie sont présentés au Chapitre 4.8.

⁶ Attention à la lecture de cette valeur. Cela ne signifie pas que les Valaisans sont responsables de ces 16.2 tonnes, car une partie des émissions sont par exemple générées par l'industrie d'exportation présente en Valais, ou encore par les activités du secteur touristique. 16.2 tonnes représentent un indicateur courant divisant les émissions « valaisanne » par la population résidente du canton.

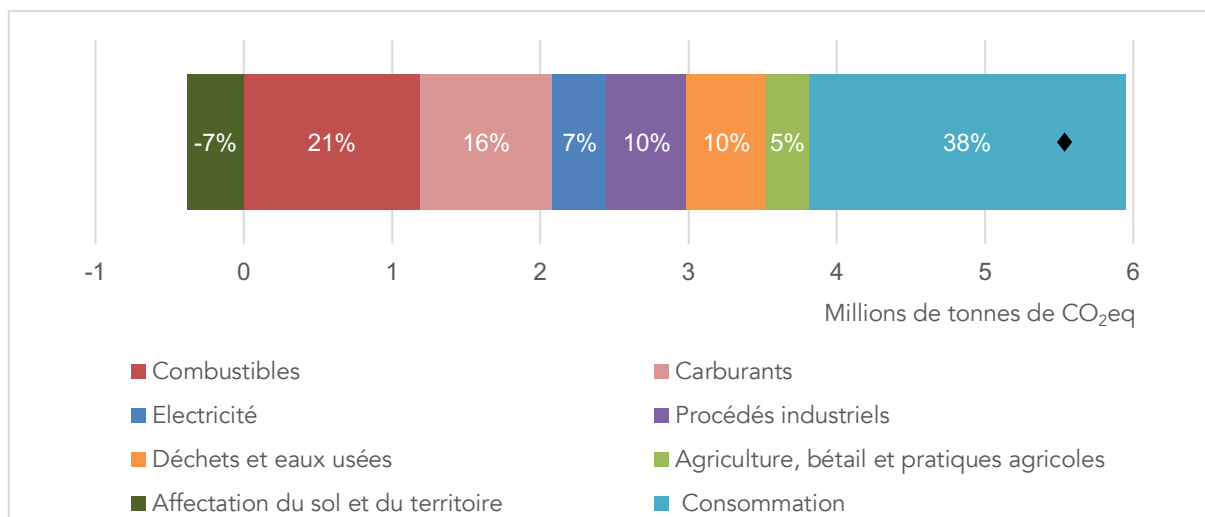


Figure 2 : Contribution des différentes catégories au bilan GES du Valais. ◆ = valeur nette

3.2 Résultats par type d'émissions

Dans le cadre de ce bilan carbone, les émissions directes et indirectes sont considérées. Le [Tableau 4](#) ci-dessous présente les résultats par catégorie et leur répartition entre émissions directes et indirectes. Les émissions directes représentent 48% (7.7 tonnes de CO₂eq par habitant) des émissions totales alors que les émissions indirectes représentent 52% (8.4 tonnes de CO₂eq par habitant).

Sans prise en compte de l'industrie, les émissions de GES annuelles descendent à 4 tonnes (émissions directes) et 7.9 tonnes (émissions indirectes) de CO₂eq par habitant, équivalents à la moyenne suisse.

Catégorie	Émissions [t CO ₂ eq]		
	Directes	Indirectes	Totales
Combustibles	924 492	262 277	1 186 769
Électricité	13 137	352 610	365 747
Carburants	747 971	148 413	896 384
Procédés industriels	539 686	-	539 686
Traitements des déchets et des eaux usées	533 877	-	533 877
Affectation du sol et du territoire	-379 614	-	-379 614
Agriculture, bétail et pratiques agricoles	288 588	-	288 588
Consommation*	-	2 137 167	2 137 167
Total	2 668 137	2 900 467	5 568 603
Pourcentage	48%	52%	100%
Tonnes par habitant	7.8	8.4	16.2

Tableau 4 : Bilan GES du Valais par type d'émission. Les émissions sont divisées entre émissions directes et indirectes.

* Une petite partie des biens de consommation sont produits en Valais. En l'absence de données précises, les émissions de cette catégorie sont intégralement allouées aux émissions indirectes.

3.3 Résultats par type de gaz

Finalement, les émissions totales de ce bilan ont été séparées par type de gaz à effet de serre. Les résultats par type de GES sont résumés dans le [Tableau 5](#) ci-dessous.

Catégorie	Émissions [t CO ₂ eq]			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GES
Combustibles	1 064 049	113 603	9 116	1 186 769
Électricité	365 747	-	-	365 747
Carburants	871 483	15 919	8 982	896 384
Procédés industriels	276	7	539 403	539 686
Traitements des déchets et des eaux usées	518 803	10 596	4 477	533 877
Affectation du sol et du territoire	-379 630	0	15	-379 614
Agriculture, bétail et pratiques agricoles	1 122	221 980	65 486	288 588
Consommation	2 137 167	-	-	2 137 167
Total	4 579 018	362 106	627 479	5 568 603
Pourcentage	82%	7%	11%	100%

Tableau 5 : Bilan GES du Valais par type de gaz à effet de serre

Pour rappel, en Suisse, trois gaz constituent plus de 95% de l'effet de serre d'origine anthropique, à savoir le CO₂, le CH₄ et le N₂O. Ces gaz sont inclus par défaut dans le bilan. Toutefois, d'autres familles de gaz fluorés sont incluses dans les protocoles en vigueur. Pour des raisons de pragmatisme, ces gaz sont inclus en fonction de la disponibilité de l'information, notamment lorsqu'ils apparaissent dans le registre fédéral des rejets de polluants (PRTR). Dans le cadre de ce bilan, les HFC reportés dans le PRTR par les industries ont été mesurés en tonnes de CO₂eq (PRG₁₀₀ de 1'550) et intégrés dans les résultats des émissions de CO₂ du fait de leur contribution minimale. De même pour les émissions de SF₆ liées à la consommation d'électricité, ces dernières ont également été transformées en tonnes de CO₂eq (PRG₁₀₀ de 23'500) et intégrée dans la catégorie CO₂. Pour information, ces catégories représentent respectivement 276 (HCF) et 13'137 (SF₆) tonnes de CO₂eq, soit un total de 0.2% du bilan.

4. Analyse et recommandations

4.1 Données et méthodologie

Les données des différentes catégories collectées lors de la réalisation du projet permettent une première quantification réaliste des émissions de GES sur le territoire valaisan. Toutefois, la qualité des données utilisées varie d'un poste d'émissions à l'autre : certaines données cantonales très précises sont utilisées pour certains postes, alors que des données de moyennes fédérales sont appliquées à d'autres postes. Il est par conséquent très important de bien comprendre les enjeux et les implications de la qualité des données, mais également de la méthode de calcul dans l'interprétation des résultats du bilan des GES du Valais.

Le [Tableau 6](#) ci-dessous résume les différentes sources de données utilisées pour le bilan de GES du canton du Valais ainsi que la qualité de ces données.

Catégorie	Sous-catégorie	Source principale	Qualité des données	Qualité de la méthode	Approche
Combustibles		SEFH (2018)	+++	+++	Bottom-up
Électricité		SEFH (2018)	+++	++	Bottom-up
Carburants		SEFH (2018)	+++	++	Bottom-up
Procédés industriels		PRTR (2018)	++	+++	Bottom-up
Traitement des déchets et eaux usées		DMTE (2019)	+++	+++	Bottom-up
Agriculture	Pratiques agricoles	NIR (2020), OFS	++	+	Top-down
	Bétail	SCA (2019)	+++	++	Bottom-up
Affectation du sol et du territoire		DMTE, IFN4, OFS	+++	++	Top-down
Consommation	Biens et services	OFEV (2020)	++	+	Top-down
	Alimentation et boissons	Ernstoff et al. (2020)	+	+	Top-down
	Transport aérien	OFS	++	++	Top-down
	Numérique (ICT)	Quantis, OFEV (2020)	+	+	Top-down
	Construction	Quantis, OCSP (2019)	++	+	Top-down
	Investissements de la population	Quantis, OFEV (2015)	+	+	Top-down

Tableau 6 : Évaluation de la disponibilité et de la qualité des données ainsi que de la méthode de calcul appliquée pour chaque catégorie et sous-catégorie du bilan des GES du Valais.

Premièrement, comme détaillé dans le [Tableau 6](#) ci-dessus, la qualité de la méthode appliquée varie fortement d'une catégorie à l'autre. Par exemple, pour les impacts liés à la mobilité, un poste qui par essence ne se limite pas aux frontières cantonales, des difficultés inhérentes quant à la modélisation des impacts sont inévitables. Dans cet exemple-là, trois méthodes distinctes de calcul ont été utilisées et comparées afin de déterminer la meilleure solution. Cette première itération du bilan territorial est donc une étape importante afin de localiser les potentiels d'amélioration du bilan sur le long terme.

Deuxièmement, la qualité et la précision des données est un point crucial dans le suivi à long terme des émissions et des mesures de réduction. En effet, des données primaires récoltées au niveau cantonal, permettront lors de la prochaine itération du bilan de mesurer les effets des mesures et politiques publiques mise en place. Des données moyennes fédérales, comme pour la consommation de biens et de services, et extrapolées pour le canton du Valais ne permettent pas ce suivi, les efforts valaisans n'étant pas nécessairement représentés dans les valeurs suisses.

Finalement, un des autres avantages collatéraux de la réalisation d'un bilan tel que celui-ci, est qu'il permet notamment de mettre en lumière la qualité et la disponibilité des données nécessaires. En effet, cet exercice permet de mettre en avant les domaines où les données sont précises et facilement accessibles, ou, au contraire, les catégories où les données sont moins accessibles et moins détaillées. Le cas échéant, cet exercice permet de mettre en place un meilleur monitoring de certaines données sur le long terme, ou alors tout simplement d'intégrer et de collecter de nouvelles données au sein de l'administration cantonale. Cette amélioration continue dans le suivi et la récolte des données permet de raffiner l'analyse et les résultats lors de futures itérations du bilan.

4.2 Analyse des résultats

Le bilan de gaz à effet de serre du Valais intègre les émissions directes (48%) et les émissions indirectes (52%) du Valais, ce qui est une approche plus complète que celles d'autres territoires en Suisse : la Confédération par exemple mesure annuellement ses émissions directes dans le cadre des obligations internationales de *reporting*, mais n'évaluait jusqu'à ce jour⁷ les émissions indirectes de la Suisse que de façon sommaire et peu fréquente. Bien que l'action publique sur les émissions directes est limitée et que celles-ci sont relativement incertaines, cette démarche exhaustive doit être soulignée pour sa transparence et permet d'amorcer des travaux sur l'ensemble des émissions.

Les émissions totales sont évaluées à environ 16 tonnes CO₂-eq par habitant, dont 6 tonnes liées à la consommation de bien divers produits essentiellement à l'extérieur du Valais, et 4

⁷ La « Stratégie climatique à long terme 2050 » publiée par la Confédération en janvier 2021 précise que les émissions indirectes doivent également être considérées, bien que les émissions directes doivent être prioritaires. Il est donc probable que le reporting national des émissions indirectes de la Suisse s'améliore dans le futur.

tonnes issus des activités de la grande industrie située en Valais. Cette dernière valeur est élevée en comparaison cantonale et reflète l'importance économique du secteur secondaire en Valais, ainsi que la spécificité des industries présentes. Un renforcement des collaborations avec ces acteurs économiques est nécessaire pour accélérer le pilotage et la réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre.

Hors consommation, l'énergie est responsable de plus de 70% des émissions de gaz à effet de serre du canton (8.2 tonnes CO₂-eq/hab), essentiellement des émissions directes. Il s'agit donc, et de loin, de l'axe prioritaire pour réduire les émissions du Valais. La grande industrie est une consommatrice importante d'énergie, au côté des chauffages et de la consommation de carburants. Les émissions de 2.6 t CO₂-eq/habitant pour cette dernière sous-catégorie est élevée en comparaison inter-cantonale, et cela s'explique par trois facteurs principaux : la part modale limitée de la mobilité douce et des transports publics, la distance moyenne parcourue élevée et un parc de véhicules essentiellement thermique. La position privilégiée du Valais en matière d'énergie devrait permettre au canton de viser rapidement un objectif de zéro émissions directes liées à l'énergie en bannissant la consommation d'énergie fossile sur son territoire. Cela passe par l'électrification des systèmes, par des projets d'efficacité énergétique et par le développement de la production et de l'utilisation des capacités renouvelables, notamment la biomasse et les différentes technologies d'électricité renouvelables.

Les autres sources d'émissions directes sont largement moins importantes, mais doivent malgré cela contribuer à l'effort collectif en termes de réduction des émissions. L'affectation et l'utilisation du sol a par exemple un potentiel important, à la fois en termes d'émissions et de capture de CO₂. En termes d'émissions, près d'une tonne par habitant est due au bétail et aux pratiques agricoles, via notamment des émissions de méthane et de N₂O. En termes de capture, le potentiel de captage de CO₂ par la forêt et dans les sols agricoles est important, tout comme le stockage de CO₂ biogénique dans la construction en bois. Une étude plus poussée combinant ces différents éléments serait utile pour connaître le potentiel du Valais dans ce domaine, voire de l'ensemble de l'arc alpin. A noter que d'éventuels conflits avec d'autres aspects environnementaux comme la préservation de la biodiversité ou des paysages devrait y être intégré.

Enfin, la consommation (émissions indirectes surtout) et les déchets (émissions directes) qui en découlent, représentent près de 7 tonnes de CO₂-eq par habitant, bien que ce chiffre ne soit qu'une estimation. Les actions des pouvoirs publics sont limitées, mais il est essentiel qu'elles adressent également cette catégorie. La construction a par exemple un potentiel important en réduisant la demande de ciment grand générateur de CO₂ et en préférant des matériaux comme le bois. Il convient de noter que les émissions liées à la consommation ne sont que des estimations relativement grossières, et que les biens de consommation produits et consommés en Valais sont comptés à double.

4.3 Recommandations

Sur la base de l'inventaire, l'État du Valais peut définir une feuille de route et des objectifs de réduction des émissions.

Les mandataires recommandent à l'État du Valais de définir des objectifs chiffrés pour les émissions directes. Afin de participer à l'effort entrepris par la Suisse, ces objectifs devraient au minimum atteindre ceux définis par le Conseil Fédéral, voire être plus ambitieux que ceux-ci. Une réduction de 50%⁸ des émissions directes en 2030 par rapport à 1990 et de zéro émission nette en 2050 (90% de réduction et 10% via des puits de carbone) est prévue par la Confédération. Il est essentiel que des jalons soient définis, que l'évolution des émissions cantonales soit monitorées et que des mesures correctrices soient prises si les objectifs intermédiaires ne sont pas atteints.

Par ailleurs, un plan d'action est nécessaire sur les émissions indirectes, malgré les leviers d'action limités des autorités cantonales. Ce plan d'action serait renforcé si un objectif quantitatif est également défini.

⁸ Dont les trois-quarts par des mesures prises en Suisse. Source : projet de Loi sur le CO₂, art. 3.

5. Résultats détaillés par catégorie

5.1 Combustibles

5.1.1 Résultats

Les combustibles et agents énergétiques utilisés pour la production de chaleur dans le canton du Valais représentent à eux seuls plus de 21% des émissions totales. Ces émissions sont largement dominées par la combustion de combustibles fossiles qui représentent plus de 97% des émissions de cette catégorie. Le gaz naturel (65%) et le mazout (32%) en sont les deux principaux contributeurs. Les autres sources de chaleur ne sont responsables que pour 3% des émissions alors qu'elles représentent plus de 17% de la consommation d'énergie finale. La consommation d'électricité liées aux chauffages électriques et aux PAC n'est pas considérée dans cette catégorie mais dans la catégorie « Électricité ». Le [Tableau 7](#) présente les résultats de cette catégorie.

Consommateur	Émissions totales [t CO ₂ eq]					Par hab.
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GES	%	
Ménages et petits consommateurs	661 070	50 668	8 742	720 479	12.9%	2.1
Industrie et grands consommateurs	402 570	62 936	374	465 880	8.4%	1.4
Pertes de gaz sur le réseau	409	-	-	409	0.0%	0.0
Total	1 064 050	113 654	9 116	1 186 769	21.3%	3.5

Tableau 7 : Émissions totales de la catégorie "Combustibles" par consommateur.

5.1.2 Méthodologie

La consommation de combustibles a été modélisée sur la base des données de consommation totale par agent énergétique sur le territoire valaisan, issues du monitoring annuel du Service de l'énergie et des forces hydrauliques (SEFH). Les consommations par combustible et par agent énergétique sont résumées dans le [Tableau 8](#).

Un facteur d'émission par type d'agent énergétique permet ensuite de calculer les émissions de GES liées à chaque combustible. Le [Tableau 9](#) ci-dessous présente les facteurs d'émission des combustibles, de façon agrégée. Un tableau désagrégé est fourni dans l'[Annexe A](#), présentant la distinction entre les émissions directes (combustion) et les émissions indirectes (production et transport). Les facteurs d'émission pour la combustion proviennent de l'OFEN (2019)⁹ et sont ceux utilisés notamment dans le NIR. Les facteurs d'émission pour les émissions indirectes sont issus de la base de données ecoinvent 3.5. Un très faible risque de

⁹ OFEN 2019, fiche d'information. Facteurs d'émission de CO₂ selon l'inventaire des GES de la Suisse

double comptage existe pour la part indirecte. En effet, une part de la production et du transport de ces différents agents peu avoir lieu sur le territoire valaisan et est par conséquent déjà comptabilisées dans d'autres catégories du bilan.

Consommateur	Combustible / agent énergétique	Consommation [MWh]
Ménages et petits consommateurs	Mazout	1 243 050
	Gaz naturel	1 045 670
	Charbon	40
	CàD	201 940
	Bois	117 690
	Solaire thermique	14 180
	STEP et agriculture	4 200
	Biogaz	1 100
	Chaleur de l'environnement	241 580
	Géothermie profonde	8 740
	Total	2 949 190
Industrie et grands consommateurs	Mazout	310
	Gaz naturel	1 601 960
	Déchets industriels	655 030
	CàD	74 820
	Total	2 332 120

Tableau 8 : Consommation totales de combustibles en 2018 dans le canton du Valais par consommateur et agent énergétique. Source : SEFH

Les facteurs d'émission pour les deux réseaux de chauffage à distance (CàD) distincts (domestique et industriel) ont été calculés en fonction de leur composition respective. La composition des réseaux de CàD pour 2019 a été fournie par le Service de l'énergie et des forces hydrauliques.

L'impact de la production de chaleur fournie par l'incinération des déchets ménagers (UIOM), des déchets industriels et des boues d'épuration (STEP) est alloué à la catégorie déchets et traitement des eaux. Bien que ces installations distribuent l'énergie produite via des réseaux de CàD, les émissions ne sont pas comptabilisées ici.

Finalement, les pompes à chaleur (PAC) ne sont pas incluses ici, car l'ensemble des émissions sont incluses dans d'autres catégories du bilan. C'est notamment le cas de la consommation d'électricité, et dans une proportion faible du matériel et du travail.

Combustibles	Émissions [kg CO ₂ eq/MWh]			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GES
Biogaz	0.9	155.0	-	155.9
Bois	33.5	3.6	3.9	41.0
CàD domestique	66.8	9.3	1.9	78.0
CàD industrie (biomasse et chaleur résiduelle)	-	-	-	-
Chaleur de l'environnement	-	-	-	-
Charbon	335.8	11.5	2.2	349.5
Déchets industriels	-	-	-	-
Gaz naturel	251.2	39.3	0.2	290.7
Géothermie profonde	18.3	2.7	0.1	21.1
Mazout	301.5	5.2	0.8	307.5
Solaire thermique	9.3	1.2	0.3	10.6
UIOM et STEP	-	-	-	-

Tableau 9 : Facteurs d'émissions de la combustion et de la production des différents combustibles. Source : OFEV 2019 et ecoinvent 3.5

5.2 Électricité

5.2.1 Résultats

La production d'électricité et sa consommation sont un enjeu majeur, et ce particulièrement pour un canton producteur tel que le Valais. Les émissions liées à la consommation d'électricité sur le territoire valaisan représentent près de 7% des émissions totales et plus d'une tonne de GES par habitant et par an. Les résultats de cette catégorie sont déclinés dans le [Tableau 10](#) et présentent les émissions par type d'utilisation de l'électricité.

Type d'utilisation	Consommation [GWh]	Émissions totales [t CO ₂ eq]		
		GES	%	Par hab.
Mobilité	37	3 998	0.1%	0.01
Chaleur (bâtiments + process)	520	55 719	1.0%	0.16
Usages spécifiques de l'électricité	1 809	193 552	3.5%	0.56
Grande industrie	830	88 778	1.6%	0.26
Fuites de SF ₆		13 137	0.2%	0.04
Pertes sur le réseau	99	10 563	0.2%	0.03
Total	3 295	365 747	6.6%	1.06

Tableau 10 : Consommation d'électricité en 2018 et émissions totales de la catégorie "Électricité" par type d'utilisation. Source : SEFH

5.2.2 Méthodologie

Le facteur d'émission considéré dans l'inventaire pour l'électricité consommée en Valais¹⁰ a été fourni par le Service de l'énergie et des forces hydrauliques, soit 107 g CO₂eq/kWh. Cette valeur est déterminée en recourant aux déclarations de marquage de l'électricité. Les calculs de l'intensité carbone du mix électrique valaisan sont détaillés en [Annexe B](#). Les données du marquage sont mises en relation avec les données mensuelles de production d'électricité en mains valaisannes et injectées sur le réseau cantonal ainsi que les données mensuelles de consommation d'électricité. Ceci permet de s'assurer que l'électricité marquée pourrait provenir mensuellement de capacités de production indigènes et renouvelables en mains valaisannes raccordées au réseau cantonal.

Cette valeur diffère de celle proposée par Quantis. Cette dernière, de 172 g CO₂eq/kWh, est construite sur la base du mix suisse moyen publié par l'OFEV, adapté pour l'électricité provenant des nouvelles énergies renouvelables contribuant à la transition énergétique. En utilisant ce facteur d'émission, les émissions liées à la consommation d'électricité augmenteraient de plus de 200'000 tonnes de GES par an.

Cette différence d'approche provient du manque de consensus à l'échelle suisse et internationale pour déterminer de façon harmonisée le facteur d'émission de l'électricité d'une collectivité ou d'un territoire. Dans sa fiche d'information pour l'établissement des rapports CO₂ par les cantons, l'OFEV recommande l'utilisation d'un facteur correspondant au mix électrique suisse incluant les importations, soit 181 g CO₂eq/kWh, tout en ouvrant la porte à d'autres méthodes « s'il existe des données plus détaillées » (OFEV 2018)¹¹.

Tout comme le Valais, la plupart des villes et cantons suisses considèrent un facteur d'émission plus bas voire sensiblement plus bas que la valeur publiée par l'OFEV. Cette situation, qui tend à sous-estimer les impacts réels de la consommation d'électricité dans les villes et les cantons, résulte le plus souvent de l'utilisation du marquage de l'électricité pour l'établissement d'inventaires de gaz à effet de serre. Cette approche est discutable pour différentes raisons. D'une part, le système des garanties d'origine est inadapté dans le cadre des inventaires de gaz à effet de serre. En effet, la causalité environnementale de cette approche n'est qu'apparente, car les garanties d'origine sont délivrées sur une base annuelle alors que l'intensité carbone du mix électrique varie à chaque instant, avec de fortes variations horaires et saisonnières¹². D'autre part, il s'agit d'une approche comptable, qui ne

¹⁰ Les infrastructures électriques situées en Valais, essentiellement hydrauliques à très basse empreinte carbone, produisent plus de triple (10 TWh) de la consommation valaisanne. Bien que cette contribution soit essentielle et de très grande valeur pour le climat, cet apport n'est pas quantifié comme un bonus dans l'inventaire de gaz à effet de serre du Valais. Cette électricité à bas carbone contribue toutefois à diminuer les facteurs d'émissions suisse et européen moyens.

¹¹ A noter que ce facteur, élevé par rapport au mix de production suisse, s'explique par les quantités massives d'imports et d'exports tout au long de l'année, dans un marché électrique européen fortement interconnecté.

¹² Voir par exemple Romano E., P. Hollmuller, Patel M., "Hourly carbon emission due to electricity consumption - an incremental approach for an open economy", submitted 2019.

correspondrait à une réalité physique que si elle était adoptée par l'ensemble des acteurs suisses et internationaux. Ce n'est pas le cas, et cela aboutit à un double comptage des capacités électriques renouvelables et minimise l'impact réel de la consommation d'électricité. Pour corriger cet état de fait, nous recommandons une harmonisation au niveau suisse ou tout du moins au niveau inter-cantonal, afin d'intégrer dans les bilans carbone communaux et cantonaux une approche coordonnée reflétant au plus près les émissions de la consommation d'électricité.

5.3 Carburants

5.3.1 Résultats

Les émissions liées à la consommation de carburant représentent plus de 16% des émissions totales. Cette catégorie est largement dominée par la consommation de carburants fossiles tels que l'essence et le diesel (97%). Les résultats sont détaillés dans le [Tableau 11](#).

Carburant	Émissions totales [t CO ₂ eq]					%	Par hab.
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GES			
Essence	401 571	7 970	1 090	410 632	7.4%	1.2	
Kérosène	15 520	267	41	15 828	0.3%	0.0	
Diesel	448 460	6 990	1 225	456 675	8.2%	1.3	
Biodiesel	5 891	634	6 626	13 151	0.2%	0.0	
Gaz naturel	40	6	0	47	0.0%	0.0	
Biogaz	1	171	-	172	0.0%	0.0	
Total	871 483	15 919	8 982	896 384	16.1%	2.6	

Tableau 11 : Émissions totales de la catégorie "Carburants" par type de carburant.

5.3.2 Méthodologie

Dans le cadre de ce bilan, la consommation de carburants a été modélisée sur la base des données de consommation totale sur le territoire valaisan, issues du monitoring annuel du Service de l'énergie et des forces hydrauliques (SEFH). Un facteur d'émission par type de carburant permet ensuite de calculer les émissions de GES liées à chaque carburant. Le [Tableau 12](#) ci-dessous présente les facteurs d'émission des carburants, de façon agrégée. Un tableau désagrégé est fourni dans l'[Annexe A](#), présentant la distinction entre les émissions directes (combustion) et les émissions indirectes (production et transport). Les facteurs d'émission pour la combustion proviennent de l'OFEN (2019) et sont ceux utilisés notamment dans le NIR. Les facteurs d'émission pour les émissions indirectes sont issus de la base de données ecoinvent 3.5. Un double comptage en proportion faible est présent lorsque les émissions indirectes sont émises en Valais (par exemple : livraison du carburant).

Carburants	Émissions [kg CO ₂ eq/MWh]			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GES
Biodiesel	83.0	8.9	93.3	185.2
Biogaz	0.9	155.0	-	155.9
Diesel	291.4	4.5	0.8	296.7
Essence	328.3	6.5	0.9	335.8
Gaz naturel	251.2	39.3	0.2	290.8
Kérosène	298.5	5.1	0.8	304.4

Tableau 12 : Facteurs d'émissions de la combustion et de la production des différents combustibles. Source : OFEV 2019 et ecoinvent 3.5

5.3.3 Autres méthodes

La méthode présentée précédemment est celle sélectionnée pour modéliser les émissions de GES liées à la mobilité sur le territoire valaisan. La qualité des données fournies par le SEFH sur la consommation des carburants sur le territoire valaisan a motivé le choix la méthode décrite précédemment. Deux autres approches méthodologiques ont été envisagée pour comparaison, afin de mieux comprendre les difficultés de modélisation des émissions liées aux transports et à la mobilité. Chacune de ces méthodes comporte des avantages et des inconvénients.

1. Approche du microrecensement de la mobilité et données cantonales :

Les données fournies par le *microrecensement de la mobilité et des transports 2015* ont été utilisées afin d'estimer les impacts de la mobilité des valaisans. Les parts modales ainsi que les kilométrages journaliers par mode de transport sont extraites de cette étude. Les données pour les transports publics sont affinées par les données fournies par le DMTE. Le transport aérien au départ des aéroports valaisans est estimé à l'aide des données de consommation de carburants fournies par la SEFH. Finalement, les impacts du transport *Offroad* (engins de chantiers, machines agricoles) sont estimées selon les données suisses du NIR 2020.

2. Approche de l'inventaire national (NIR) :

L'inventaire national répertorie les émissions liées aux différents transports et à la mobilité. Ces données ont été extrapolées pour le canton du Valais à l'aide du rapport de population. Ces résultats ont été affinés et adaptés au contexte valaisan grâce au taux de motorisation et aux distances journalières moyennes parcourues. Ces trois méthodes et leurs résultats respectifs sont présentés dans le [Tableau 13](#).

Approche	Émissions totales [t CO ₂ eq]	
	GES	Par hab.
Carburants	896 355	2.6
Microrecensement	862 319	2.5
Inventaire national	816 041	2.4

Tableau 13 : Émissions totales de GES liées à la mobilité par méthode.

5.4 Procédés industriels

5.4.1 Résultats

Cette catégorie inclut les gaz à effet de serre émis par des procédés industriels autres que la combustion de carburant et de combustible fossiles, déjà considérés dans les catégories correspondantes. Toutefois, de multiples procédés chimiques, physiques ou biologiques peuvent émettre des gaz à effet de serre.

Ces émissions sont largement dominées par les émissions fugitives de N₂O. En effet, plus de 1'800 tonnes de N₂O ont été relâchées en 2018, équivalant à plus de 540'000 tonnes de CO₂eq (plus de 10% des émissions totales du canton). Les résultats par gaz sont résumés dans le [Tableau 14](#).

Procédés industriels	Émissions totales [t CO ₂ eq]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GES	%	Par hab.
Émissions fugitives de CH ₄	-	7	-	7	0.0%	0.0
Émissions fugitives de N ₂ O	-	-	539 403	539 403	9.7%	1.6
Émissions fugitives de HFC	276	-	-	276	0.0%	0.0
Total	276	7	539 403	539 686	9.7%	1.6

Tableau 14 : Émissions totales de la catégorie "Procédés industriels" par type d'émission fugitive.

5.4.2 Méthodologie

Les émissions de GES (N₂O, CH₄ et HFC) ont été extraites à partir des données reportées par les industries valaisannes dans le registre fédéral des rejets de polluants (PRTR)¹³ pour l'année 2018. Les émissions de CO₂ reportées dans le registre ont été exclues, puisqu'elles sont pour l'essentiel issues des combustibles et déjà comptabilisées. En effet, les émissions liées à la production de chaleur ainsi que les émissions liées à l'incinération des déchets spéciaux dans les fours industriels sont déjà comptabilisées dans leur catégorie respective. Aucun processus industriel producteur de quantité significative de CO₂ n'a été identifié lors de l'établissement de l'inventaire, et les omissions potentielles devraient alors être négligeables.

Les émissions de GES reportées ont été traduites en CO₂eq par le biais des PRG₁₀₀ cités dans le [Tableau 1](#).

¹³ <https://www.prtr.admin.ch/>

5.5 Traitement des déchets et des eaux usées

5.5.1 Résultats

Cette catégorie regroupe les émissions de GES liées à l'incinération des déchets dans les usines d'incinération du canton et dans les fours industriels, les émissions liées au compostage des déchets verts ainsi que les émissions liées au traitement des eaux usées valaisannes aux différentes STEP du canton. Les émissions liées à cette catégorie s'élèvent à plus de 530'000 tonnes de GES par année. Cette catégorie est largement dominée par l'incinération des déchets spéciaux dans les fours industriels situés sur le territoire.

Catégorie	Émissions totales [t CO ₂ eq]					%	Par hab.
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GES			
Déchets incinérés - UIOM	133 520	0	-	133 520	2.4%	0.4	
Déchets spéciaux - Fours industriels	385 283	7 842	2 129	395 255	7.1%	1.1	
Compostage	-	1 652	724	2 376	0.0%	0.0	
Traitement des eaux usées	-	1 102	1 624	2 726	0.0%	0.0	
Total	518 803	10 596	4 477	533 877	9.6%	1.5	

Tableau 15 : Émissions totales de la catégorie "Traitement des déchets et des eaux usées".

5.5.2 Méthodologie : traitement des déchets

Pour l'incinération des déchets, le poids des déchets incinérés (en tonnes) a été fourni par le département de la mobilité, du territoire et de l'environnement (DMTE) pour l'année 2019. Ces données comprennent le tonnage de déchets incinérés dans les différentes usines valaisannes de valorisation des déchets, le tonnage de déchets spéciaux incinérés dans les fours des grands sites industriels et chimiques ainsi que le tonnage des bio-déchets traités et compostés. Le [Tableau 16](#) résume les quantités de déchets traitées en Valais en 2019.

La totalité des déchets incinérés dans les UIOM a été allouée au canton du Valais, y compris les déchets provenant du canton de Vaud voisin et étant traitées en Valais à la SATOM notamment. Ce choix se justifie de la façon suivante : d'une part, les émissions sont situées sur le territoire valaisan ; d'autre part, la valorisation sous forme de chaleur de l'incinération des déchets alimente le réseau de chauffage à distance valaisan. Pour rappel, les émissions de l'incinération sont considérées dans le secteur déchets et non pas dans le secteur énergie. Le facteur d'émission par tonne de déchets incinérés a été fourni par l'OFEV¹⁴ et correspond à celui utilisé dans le NIR 2020. Les émissions de méthane notamment liées au processus de compostage sont également issues des valeurs présentées dans le NIR 2020. Finalement, le facteur d'émission par tonne de déchet spéciaux incinérée est issu d'ecoinvent 3.5.

¹⁴ OFEV (2018), *Fiche d'information : Facteurs d'émission de CO₂ pour l'établissement de rapports par les cantons*

Type de déchets	Tonnage annuel
Déchets ménagers - UIOM	255 585
Déchets spéciaux - Fours industriels	170 452
Déchets verts	48 595

Tableau 16 : tonnage de déchets ménagers, industriels et verts pour l'année 2019. Source : DMTE

5.5.3 Méthodologie : traitement des eaux usées

Concernant le traitement des eaux usées, les émissions liées au traitement biologique, à la dénitrification ainsi qu'au prétraitement des boues ont été considérées. Les volumes d'eaux usées traitées annuellement ont été fournis par le département de la mobilité, du territoire et de l'environnement pour l'année 2019. Ces données comprennent les volumes traités dans les STEP domestiques, industrielles et mixtes. Les données sur l'incinération des boues d'épuration ont été également fournies par le DMTE pour l'année 2019 et représentent plus de 71 millions de m³ d'eaux usées traitées annuellement et plus de 36'000 tonnes de boues d'épuration incinérées.

Les facteurs d'émission pour les différentes étapes de traitement des eaux sont issus de la base de données ecoinvent 3.5 et considère les impacts du traitement des eaux dans les STEP en Suisse. Comme pour les UIOM, l'entier des émissions liées aux activités des stations d'épuration ont été allouées au canton du Valais sur la base du volume d'eau total traité mécaniquement, biologiquement et chimiquement. Par conséquent, les potentielles émissions liées aux eaux traitées provenant de cantons voisins (Vaud) ont également été prises en compte dans le calcul, les émissions ayant effectivement lieu sur le territoire cantonal comme suggéré par le *GHG Protocol*. A l'inverse, les eaux usées valaisannes traitées dans le canton de Vaud ne sont pas incluses.

5.6 Agriculture, bétail et pratiques agricoles

5.6.1 Résultats

Les émissions territoriales de GES liées à l'agriculture comprennent celles liées aux pratiques agricoles (application de fertilisants, etc...) ainsi que les émissions liées au bétail (fermentation entérique, fumier et lisier). Elle représente plus de 5% de émissions totales du territoire, soit près de 300'000 tonnes de CO₂eq annuellement (majoritairement des émissions de méthane). Les résultats sont détaillés dans le [Tableau 17](#).

Catégorie	Émissions totales [t CO ₂ eq]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GES	%	Par hab.
Pratiques agricoles et fertilisants	1 122	98 568	46 478	146 169	2.6%	0.4
Bétail et fermentation entérique	-	123 412	19 007	142 419	2.6%	0.4
Total	1 122	221 980	65 486	288 588	5.2%	0.8

Tableau 17 : Émissions totales de la catégorie "Agriculture, bétail et pratiques agricoles".

5.6.2 Méthodologie : bétail

Les impacts liés au bétail comprennent notamment les émissions de méthane (CH₄) dues à la fermentation entérique par les animaux de rente. Les bovins en sont la principale source, en raison de leur nombre et des particularités de leur système digestif. La méthodologie retenue utilise les facteurs d'émissions présents dans le NIR 2020, qui comprennent la production de méthane en fonction du taux de conversion en gaz du système digestif de chaque type d'animal ainsi que l'apport énergétique alimentaire qui lui est apporté.

Cette catégorie inclut également les émissions de GES de la gestion et du stockage du fumier et du lisier. Il s'agit essentiellement d'émissions de CH₄ en raison de processus de fermentation, mais également de N₂O par processus de nitrification et dénitrification. Les facteurs d'émissions sont identiques aux facteurs d'émissions utilisés dans le NIR 2020, disponibles par tête. Ces facteurs prennent notamment en compte l'apport énergétique journalier par tête, la digestibilité de cette nourriture ou encore le type de lisier utilisé pour chaque catégorie de bétail.

Les données sur le cheptel valaisan 2019 ont été fournies par l'Office de l'économie animale. L'estivage de bétail provenant d'autres cantons est également pris en compte. Les effectifs sont résumés dans le [Tableau 18](#) ci-dessous.

Cheptel	Têtes
Équidés	4 130
Bovins	31 100
Bovins - estivage (4 mois)	4 500
Ovins	36 000
Caprins	5 860
Autres Unités de Gros Bétail (UGB)	1 165

Tableau 18 : Cheptel valaisan pour l'année 2019. Ces valeurs incluent les effectifs bovins en estivage en Valais. Source : Office de l'économie animale

5.6.3 Méthodologie : pratiques agricoles

Cette catégorie couvre les émissions de N₂O dues à l'exploitation des sols par l'agriculture. Les sources d'azote sont relativement diverses. Seules les principales catégories sont intégrées ici, à savoir : utilisation d'engrais azotés inorganiques, déjections animales lors du pâturage et les émissions résiduelles des cultures.

Une approche *top-down* a été utilisée l'application d'engrais azotés inorganiques (urée et engrais synthétiques) et les émissions résiduelles en provenance des cultures. Pour ce faire, les statistiques nationales sont utilisées, et extrapolées au canton du Valais en fonction du ratio entre leurs surfaces agricoles respectives. La surface agricole en Valais est de 99 204 hectares selon l'OFS, soit 9% de la surface agricole totale suisse. Les facteurs d'émissions proviennent du NIR 2020.

5.7 Affectation du sol et du territoire

5.7.1 Résultats

L'utilisation du sol, la gestion des terres et les changements d'affectation des surfaces peuvent soit capter, soit libérer des GES. A titre d'exemple, la croissance de la forêt, le déboisement, la photosynthèse, la décomposition, la nitrification/dénitrification, etc. contribuent de manière différenciée au cycle du carbone. Les deux principales affectations du territoire jouant un rôle prépondérant dans le cycle du carbone sont les surfaces forestières et les surfaces agricoles. Les surfaces forestières sont subdivisées en sous-catégories : surfaces forestières existantes et nouvelles surfaces forestières.

Les résultats de cette catégorie sont largement dominés par la capture de CO₂ des surfaces forestières, et ce, principalement par les nouvelles forêts. En effet, les nouvelles surfaces forestières (1'100 hectares en Valais) sont responsables de plus de 40% de la capture de CO₂. La surface forestière existante (136'900 hectares) ne représente relativement que 60% de la capture totale.

Catégorie	Émissions totales [t CO ₂ eq]				%	Par hab.
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GES		
Surfaces forestières existantes	-219 317	0	13	-219 303	- 3.9%	- 0.6
Nouvelles surfaces forestières	-159 975	-	2	-159 973	- 2.9%	- 0.5
Surfaces agricoles existantes	-338	-	-	-338	0.0%	0.0
Total	-379 630	0	15	-379 614	-6.8%	-1.1

Tableau 19 : Émissions totales de la catégorie "Affectation du sol et du territoire".

5.7.2 Méthodologie

Concernant les forêts, la biomasse contenue dans la forêt connaît à intervalles irréguliers des fluctuations très fortes, en raison surtout des effets météorologiques et humains. Ces événements ne touchent pas de façon uniforme l'ensemble des forêts suisses. Afin de lisser ces fluctuations, les données de variation de biomasse utilisées sont une moyenne sur les cinq dernières années disponibles (2014-2018). Une approche *top down* a donc été utilisée à l'aide des données nationales extraites du NIR. La régionalisation est effectuée à l'aide du ratio de surface forestière, disponible dans l'inventaire forestier national. Le dernier inventaire (IFN4) a été réalisé entre 2009 et 2013.

La méthodologie ne pondère pas ces résultats en fonction de paramètres régionaux supplémentaires. Pourtant, les événements météorologiques précités ainsi que les périodes prolongées de sécheresse peuvent affecter très différemment les forêts du pays.

L'accroissement de la forêt, plus particulièrement en Valais, notamment dû à la colonisation de plus hautes altitudes par les forêts, est la principale source de stockage de carbone dans la biomasse. Ce stockage est inclus dans ce bilan en tant qu'émissions négatives. En revanche, il est important de considérer que le CO₂ n'est considéré comme stocké et donc absorbé qu'après plusieurs dizaines d'années. En effet, des cycles courts de déforestation et d'afforestation n'ont pas d'effet direct sur les concentrations de GES dans l'atmosphère. Les valeurs proposées dans l'inventaire pour l'accroissement des forêts sont donc incertaines, soumis à débat méthodologique, et dépendent de la pérennité des nouvelles surfaces forestières, des volumes sur pied réel, de leur exploitation, etc.

Pour les surfaces agricoles, les données du NIR 2020 sur le stockage de carbone par les sols en Suisse ont été extrapolées au Valais grâce au ratio des surfaces agricoles respectives. La capture totale de CO₂ par les forêts et les sols agricoles en Suisse ainsi que la part valaisanne est détaillée dans le [Tableau 20](#).

Type de surface	Périmètre	Surface [Hectares]	Part des surfaces	Émissions [t CO ₂ eq]
Surfaces forestières existantes	Suisse	1 316 900	100%	-2 109 572
	Valais	136 900	10%	-219 303
Nouvelles surfaces forestières	Suisse	3 869	100%	-562 595
	Valais	1 100	28%	-159 973
Surfaces agricoles existantes	Suisse	1 044 976	100%	-356 040
	Valais	99 204	9%	-338

Tableau 20 : Surface forestières et agricoles en Suisse et en Valais. Source : DMTE, OFS et IFN4¹⁵

¹⁵ Inventaire forestier national : <https://www.lfi.ch/index-fr.php>

5.8 Consommation

5.8.1 Résultats

La consommation de biens et de services importés par les habitants du canton a également été considérée, afin d'estimer les GES induits émis en dehors des frontières cantonales (émissions exportées). Cette catégorie est divisée en cinq sous-catégories :

- Biens et services
- Alimentation et boissons
- Transport aérien
- Numérique (ICT)
- Construction
- *Investissements et finance*

Les émissions totales liées à la consommation représentent plus de 6.2 tonnes de CO₂eq par habitant et par an. Cette catégorie présente un fort risque de double comptage des émissions qui seraient potentiellement déjà capturées en partie dans d'autres catégories du bilan. Les émissions totales par sous-catégorie sont détaillées dans le [Tableau 21](#) ci-dessous.

Catégorie de consommation	Émissions totales [t CO ₂ eq]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GES	%	Par hab.
Biens et services	819 900	-	-	819 900	14.7%	2.4
Alimentation et boissons	722 306	-	-	722 306	13.0%	2.1
Tourisme aérien	395 530	-	-	395 530	7.1%	1.1
Numérique (ICT)	73 799	-	-	73 799	1.3%	0.2
Construction	125 633	-	-	125 633	2.3%	0.4
Total	2 137 167	-	-	2 137 167	38.4%	6.2
<i>Investissements et finance</i>	<i>7 364 568</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>7 364 568</i>	<i>-</i>	<i>21.4</i>

Tableau 21 : Émissions totales de la catégorie "Consommation".

5.8.2 Biens et services

Les données sur la consommation de biens et de services ont été extrapolées à partir des données nationales fournies par l'OFEV¹⁶. Ce rapport met à disposition les émissions de GES liées à la consommation de biens et de services en Suisse. Des valeurs totales nationales par catégorie (habits et chaussures, santé, loisirs et culture, biens et services divers ainsi que restaurants et hôtels) sont disponibles. Ces émissions ont été rapportées au canton du Valais

¹⁶ OFEV (2020), *Indicateurs de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, 1990–2018*.

à l'aide du ratio du PIB cantonal par rapport au PIB national, afin de prendre en compte les différences de pouvoir d'achat entre les régions du pays.

L'incertitude relative aux données de consommation est importante. En effet, les données nationales sont issues d'études macro-économiques dont l'utilisation pour cet usage est imprécise et pour lesquelles des différences avec les habitudes de consommation en Valais peuvent exister. Par ailleurs, un risque de double-comptage avec d'autres catégories du bilan ne peut pas être exclu. En effet, certaines émissions liées à la production d'un bien ou d'un service peuvent être produites sur le territoire valaisan et ainsi être comptabilisées dans d'autres postes du bilan.

5.8.3 Alimentation et boissons

Concernant l'alimentation, les émissions de GES ont été estimées sur la base de l'impact moyen d'un régime alimentaire suisse. La moyenne suisse de 2.1 tonnes par habitant et par année a été rapporté à la population valaisanne. Les chiffres sur les impacts des différents régimes alimentaire en Suisse sont basés sur une récente étude sur les impacts de la consommation de nourriture et de boisson en Suisse (Ernststoff et al, 2020)¹⁷.

À nouveau, un risque de double comptage existe. En effet, une partie significative de la de l'alimentation consommée par les Valaisans est produite en Valais et de ce fait, est déjà capturées dans d'autres postes de ce bilan, notamment l'agriculture. Les impacts de cette catégorie sont donc surestimés. Par manque de données disponibles, cette méthodologie a été choisie afin de fournir une première estimation des impacts liés aux régime alimentaire des individus. Pour des résultats plus détaillés, séparant la part de produits locaux consommés notamment, une étude complémentaire serait nécessaire.

5.8.4 Transport aérien

Cette catégorie mesure les impacts liés aux déplacements aériens des Valaisans pour des destination hors de Suisse au départ des grand aéroports suisses. A l'échelle nationale, 9'000 kilomètres en avion sont parcourus chaque année pour les déplacements professionnels et touristiques¹⁸. Comme pour la consommation, cette valeur a été adaptée au PIB valaisan afin d'adapter les distances parcourues au pouvoir d'achat valaisan, fournissant une valeur de 6'000 kilomètres par habitant et par an. Les facteurs d'émissions du DEFRA sont utilisées pour le transport aérien, incluant les effets des émissions en haute altitude. Cette catégorie ne comprend pas la consommation de kérosène mesurée dans la catégorie Carburants des aéroports et héliports valaisans.

¹⁷ Ernststoff, A., Stylianou, K. S., Sahakian, M., Godin, L., Dauriat, A., Humbert, S., ... & Jolliet, O. (2020). Towards Win-Win Policies for Healthy and Sustainable Diets in Switzerland. *Nutrients*, 12(9), 2745.

¹⁸ <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/mobilite/bases-et-donnees/mrmt.html>

Les déplacements aériens des touristes se rendant en Valais ne sont pas inclus.

5.8.5 Numérique (ICT)

Pour les émissions de GES liées au numérique, le transfert de données mobiles et *wifi* ainsi que la consommation énergétique et électrique des *data centres* ont été approximés. Les facteurs d'émission pour le transfert de données et les *data centres* ainsi que la moyenne de consommation de données par habitant proviennent d'un projet interne à Quantis sur les impacts du numérique en Suisse. Cette catégorie présente un risque de double comptage si les *data centres* ou les antennes relais sont situées sur le territoire valaisan. En effet, la consommation électrique des antennes et des centres potentiellement situés sur sol valaisan sont déjà intégrées dans la catégorie *Électricité*.

5.8.6 Construction

Pour la construction, les nouvelles surfaces construites (en mètres carrés) proviennent du Registre fédéral des bâtiments et des logements (RegBL). Afin d'éviter tout pic dû à de gros investissements annuels dans la construction, la moyenne des surfaces construites sur les années 2015 à 2019 a été sélectionnée.

Les facteurs d'émissions utilisés permettent de mesurer les impacts moyens de deux types de construction par m² SRE : les constructions conventionnelles en béton et les constructions alternatives privilégiant les matériaux bas-carbone comme le bois. La répartition réelle entre ces deux types de construction en Valais est inconnue. Une estimation de 15% pour les constructions en bois a été retenue ici¹⁹.

5.8.7 Investissements et finance

Les modèles actuels pour estimer les émissions liées au secteur financier et à la fortune des Valaisans sont très incertains. Le problème principal réside dans les risques de comptages multiples, à l'image d'un fond de pension investissant dans l'immobilier valaisan alors que la catégorie « Construction » est déjà modélisée. Par ailleurs, les données détaillées sur l'allocation de la fortune des Valaisans sont inconnues. C'est la raison pour laquelle des estimations ont été faites, mais sont présentées hors bilan.

Le modèle a été construit à l'aide de la fortune moyenne suisse adaptée grâce au PIB cantonal valaisan, soit plus de 160'000 CHF par habitant actif ou à la retraite²⁰. Les facteurs d'émission par million de CHF investis proviennent d'une étude mandatée par l'OFEV

¹⁹ Voir par exemple Roux 2013, Les chiffres de la construction bois en Europe, 3^e forum international bois construction

²⁰ <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/themes-transversaux/mesure-bien-etre/tous-indicateurs/economie/fortune-menages.assetdetail.10487105.html>

(2015)²¹. Deux types d'investissements ont été retenus : des investissements moyens dans l'économie mondiale ainsi qu'une part d'investissements « durables » ayant une plus faible empreinte carbone associée. La part exacte et la destination exacte des investissements de chaque Valaisan étant inconnue, des hypothèses ont été réalisées afin de quantifier les investissements classiques et les investissements dits durables. L'estimation d'un ratio de 90% d'investissements dans des fonds traditionnels et de 10% d'investissements dans des fonds durables a été retenue.

²¹ OFEV (2015), *Risque carbone pour la place financière suisse - résumé*

Annexe A : facteurs d'émissions principaux utilisés pour le bilan

Catégorie	Source	Nom EF	Unit	Total				Directes			Indirectes		
				CO2 [kg CO2eq]	CH4 [kg CO2eq]	N2O [kg CO2eq]	GES [kg CO2eq]	CO2 [kg CO2eq]	CH4 [kg CO2eq]	N2O [kg CO2eq]	CO2 [kg CO2eq]	CH4 [kg CO2eq]	N2O [kg CO2eq]
Électricité	Service de l'énergie VS	Électricité, mix VS	MWh	107.00	-	-	107.00				107.00	-	-
	Quantis / OFEV	Électricité, mix Quantis	MWh	172.00			172.00				172.00		
Carburants et combustibles	OFEV / EcolInvent 3.5	Bois	MWh	33.5	3.6	3.9	41.0				33.46	3.63	3.92
	OFEV / EcolInvent 3.5	Chauffage à distance ménages	MWh	66.7	9.3	1.9	77.9				16.87	9.28	1.83
	OFEV / EcolInvent 3.5	Chauffage à distance industrie	MWh	-	-	-	-				-	-	-
	OFEV / EcolInvent 3.5	Solaire thermique	MWh	9.3	1.2	0.1	10.6				9.32	1.20	0.07
	OFEV / EcolInvent 3.5	Bio-diesel	MWh	83.0	8.9	93.3	185.2				82.98	8.93	93.32
	OFEV / EcolInvent 3.5	Essence	MWh	328.3	6.5	0.9	335.8	266.20	0.39	0.64	62.15	6.13	0.25
	OFEV / EcolInvent 3.5	Diesel	MWh	291.4	4.5	0.8	296.7	263.72	0.39	0.64	27.68	4.15	0.15
	OFEV / EcolInvent 3.5	Gaz naturel	MWh	251.2	39.3	0.2	290.8	224.06	0.13	0.11	27.18	39.16	0.13
	OFEV / EcolInvent 3.5	Kérosène	MWh	298.5	5.1	0.8	304.4	261.67	0.37	0.61	36.79	4.77	0.19
	OFEV / EcolInvent 3.5	Charbon	MWh	335.8	11.5	2.2	349.4	329.04	10.80	2.16	6.72	0.66	0.03
	OFEV / EcolInvent 3.5	Déchets industriels	MWh	-	-	-	-						
	OFEV / EcolInvent 3.5	UIOM et STEP	MWh	-	-	-	-						
	OFEV / EcolInvent 3.5	Chaleur de l'environnement	MWh	-	-	-	-						
	OFEV / EcolInvent 3.5	Géothermie profonde	MWh	18.3	2.7	0.1	21.1				18.28	2.73	0.13
	OFEV / EcolInvent 3.5	Biogaz	MWh	0.9	155.0	-	155.9				0.91	155.02	-
	OFEV / EcolInvent 3.5	Mazout	MWh	301.5	5.2	0.8	307.5	264.56	0.39	0.64	36.92	4.79	0.19
Déchets et traitement des eaux	OFEV / EcolInvent 3.5	Traitement biologique et dénitrification	Mio m3	-	-	8 553.21	8 553.21	-	-	8 553.21			
	OFEV / EcolInvent 3.5	Prétraitement des boues	Mio m3	-	15 307.71	12 818.37	28 126.08	-	15 307.71	12 818.37			
	OFEV / EcolInvent 3.5	Incinération des boues	Mio m3	-	137.10	1 381.98	1 519.08	-	137.10	1 381.98			
	NIR 2020	Compostage	tonnes	-	34.00	14.90	48.90	-	34.00	14.90			
	OFEV / EcolInvent 3.5	Déchets spéciaux - fours industriels	tonnes	2 260.36	46.01	12.49	2 318.86	2 260.36	46.01	12.49			
	OFEV	Incinération des déchets	tonnes	522.41	0.00	-	522.41	522.41	0.00	-			

Annexe B : Détermination du facteur d'émission du mix électrique valaisan

	Marquage de l'électricité VS				Production d'électricité VS	Consommation d'électricité VS considérant le marquage sans la GI	Consommation d'électricité VS considérant le marquage sans la GI	Consommation d'électricité VS considérant le marquage sans la GI	Consommation d'électricité GI VS considérant le marquage	Emissions de CO2 de l'électricité consommée sans la GI	Facteurs [g CO2eq/KWh]					
	Total en %	de Suisse en %	Total en GWh	de Suisse en GWh							Total en GWh	Total en GWh	d'Europe en GWh	de Suisse en GWh	d'Europe en GWh	t CO2e
Energies renouvelables	84.6%	80.4%	1796	1707												
Energie hydraulique	82.4%	78.2%	1750	1661	1 729	1750	89	1661		17 497	10	10				
Autres énergies renouvelables	2.2%	2.2%	46	46						-						
Energie solaire	1.4%	1.4%	31	31	84	31		31		1 650	54	54				
Energie éolienne	0.1%	0.1%	3	3	22	3		3		43	17	17				
Biomasse	0.6%	0.6%	13	13	2	13		13		936	70	70				
Géothermie	0.0%	0.0%	0	0	-	0		0		-	50	50				
Electricité au bénéfice de mesures d'encouragements	5.6%	5.6%	119	119		119		119		3 127		26				
Energies non renouvelables	9.0%	8.9%	190	188												
Energie nucléaire	6.4%	6.3%	136	134		136	1	134		2 038	15	15				
Energies fossiles	2.6%	2.6%	54	54	318					-						
Pétrole			0	0		0	0			-						
Gaz naturel	2.6%	2.6%	54	54		54		54		18 900	350	350				
Charbon			0	0		0	0			-						
Déchets y compris STEP	0.6%	0.6%	13	13	120	13	0	13		-						
Agents énergétiques non vérifiables	0.2%		4			249	249		830	68 402	275	181				
Total	100.0%	95.5%	2 122	2 028	2 276	2 367	339	2 028	830	112 594			48	275	107	