

Rapport final, 09.2024

# Mesures d'efficacité énergétique pour les exploitants d'infrastructures golfiques



## **Auteurs**

Nathanaël Gobat, enerprocess Sàrl

La présente étude a été élaborée pour le compte de SuisseEnergie.

La responsabilité du contenu incombe exclusivement aux auteurs.

# Contenu

<b>1.</b>	<b>Management Summary</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>État des lieux</b>	<b>5</b>
3.1	Infrastructure golfique type	6
3.2	Émissions et consommation énergétiques – branche golfique	8
<b>4.</b>	<b>Trajectoire de réduction des émissions</b>	<b>9</b>
4.1	Vue d'ensemble des mesures	10
4.2	Classement des mesures d'efficacité énergétique	13
4.3	Mise en œuvre des mesures d'efficacité énergétique	14
<b>5.</b>	<b>Mesures d'efficacité énergétique - PEIK</b>	<b>15</b>
5.1	Tondeuses électriques Greens	15
5.2	Tondeuses électriques autonomes – Fairways	16
5.3	Solaire thermique	16
5.4	Optimisation mazout	17
5.5	Récupération de chaleur sur le groupe froid	18
5.6	Récupération de chaleur eaux usées – préchauffage douches	19
5.7	Optimisation électrique	19
5.8	Installation photovoltaïque	20
<b>6.</b>	<b>Mesures d'efficacité énergétique – autres mesures</b>	<b>21</b>
6.1	Électrification totale du parc machines	21
6.2	Assainissement de l'enveloppe thermique	22
6.3	Remplacement du producteur de chaleur	22
<b>7.</b>	<b>Outils de financement</b>	<b>23</b>
7.1	Programmes de soutien financier	23
7.2	Remboursement de la taxe CO <sub>2</sub>	24
7.3	Contracting énergétique	25
<b>8.</b>	<b>Conclusion</b>	<b>25</b>
<b>9.</b>	<b>Sources</b>	<b>26</b>
<b>10.</b>	<b>Annexes</b>	<b>26</b>
10.1	Coefficient CO <sub>2</sub> / UBP	26

# 1. Management Summary

La branche du golf avec ses infrastructures spécifiques se prête bien à la mise en place de mesures d'efficacité énergétiques. Le présent rapport fait la synthèse de ce qu'il est possible de faire, et propose des recommandations à l'intention des exploitants d'infrastructures golfs ainsi que des spécialistes en énergie actifs auprès d'eux.

Une infrastructure golfique typique se compose, outre le parcours et le terrain proprement dits, de bâtiments d'entretien et de maintenance avec le parc de machines nécessaires à l'entretien du parcours et du terrain, d'infrastructures golfs (local chariots et caddies, local à balles, espaces d'entraînement à l'air libre et/ou couverts voire fermés, etc.), d'infrastructures sportives (vestiaires, sanitaires, bureaux/secrétariat, etc.) ainsi que d'espaces de détente et restauration (salon, salle à manger, terrasse, cuisines, chambres froides, stockage). Une installation golfique est exploitée de manière saisonnière dans la plupart des cas (avril – octobre), la saison d'hiver étant généralement peu propice en raison du gel et de la neige à la pratique du golf en Suisse, sauf peut-être au Tessin et dans certains endroits peu exposés. La vie d'une installation golfique est donc rythmée par l'influence du climat sur le parcours de golf.

Les principaux agents énergétiques utilisés dans l'exploitation d'une infrastructure golfique sont le diesel (équipements et machines d'entretien), le mazout pour le chauffage des bâtiments et le besoin d'eau chaude sanitaire ainsi que l'électricité pour les infrastructures golfs et la restauration. Les coûts énergétiques s'élèvent en moyenne à **76'000 CHF/an**, dont **27'000 CHF/an (35%)** pour l'électricité, **15'000 CHF/an (20%)** pour le mazout et **34'000 CHF/an (45%)** pour le diesel <sup>1</sup>.

L'objectif étant d'atteindre le net zéro en 2035 pour toutes les infrastructures golfs <sup>2</sup>, cela passe par une suppression des agents énergétiques fossiles et une optimisation générale de l'efficacité et de la consommation électrique.

Par la spécificité de l'exploitation d'une infrastructure golfique (saisonnalité, en général proximité des infrastructures sportives et restauration), plusieurs synergies et mesures d'efficacité énergétique, dont certaines très simples, sont envisageables :

- **Optimisation électrique des infrastructures sportives – restauration** : La restauration est grande consommatrice d'électricité (fours, hotte de ventilation) et d'eau chaude. La plupart du temps, les systèmes de ventilation ne sont pas réglés sur les besoins effectifs de la restauration. Il est donc possible d'enclencher la ventilation de manière plus ciblée. De plus, chaque infrastructure golfique possède une machine à laver le linge pour les besoins des vestiaires et/ou de la restauration. Une mesure simple mais efficace consiste, lors d'un prochain remplacement de la machine à laver, à préchauffer l'eau en raccordant la machine directement au réseau d'eau chaude du bâtiment.
- **Optimisation thermique des infrastructures sportives – restauration** : Comme l'exploitation d'une infrastructure golfique est saisonnière, pendant la période hivernale, il est impératif de réduire au minimum les besoins de chaleur des bâtiments en régulant plus finement la température nécessaire de ceux-ci. Une autre mesure consiste à optimiser le fonctionnement des pompes de circulation (boucle d'eau chaude sanitaire).
- **Électrification autonome du parc machines – fairways** : L'entretien des fairways nécessite en saison, de nombreuses machines de tonte. Une mesure est d'installer des tondeuses électriques autonomes pour la tonte des fairways, ce qui permet une réduction importante de la consommation énergétique ainsi que la suppression des émissions de CO<sub>2</sub> pour ce poste. Avec l'électrification autonome des fairways, un autre point de réduction des coûts est la diminution du nombre d'heures nécessaire à l'entretien des fairways (main-d'œuvre), dans un contexte où le personnel pour l'exploitation de parcours de golfs est très recherché et parfois fait défaut.

<sup>1</sup> Les coûts énergétiques présentés sont les coûts énergétiques d'une installation golfique en moyenne en Suisse et comprennent toute l'énergie utilisée **directement** pour le fonctionnement des infrastructures et du parc machines.

<sup>2</sup> Swiss Golf Objectifs stratégiques : <https://swissgolf.ch/fr/durabilite/golf-durabilite-en-suisse/golf-course-2030-switzerland/> 16.10.2024

- **Installation solaire thermique :** Tous les besoins de chaleur estivaux concernent l'eau chaude sanitaire pour les douches des vestiaires. Une mesure très intéressante consiste à installer des panneaux solaires thermiques permettant de couvrir les besoins d'eau chaude sanitaires entre avril et octobre. Compte tenu des besoins importants durant la période estivale, cette mesure est très rentable par rapport à d'autres solutions de chauffage et peut donc être fortement recommandée.
- **Récupération de chaleur des eaux usées – douches :** Comme indiqué et pendant l'exploitation estivale, les douches représentent un gros consommateur thermique. Lors d'une prochaine rénovation des douches, une mesure spécifique peut consister à installer une récupération de chaleur sur les eaux usées tièdes afin de préchauffer l'eau froide (avant le mélangeur). Avec le préchauffage de l'eau froide, la consommation d'eau chaude, donc l'énergie nécessaire pour le chauffage, diminue d'autant<sup>3</sup>.
- **Installation d'un récupérateur de chaleur sur le groupe froid :** Avec la restauration, des besoins de froid (chambres froides), assez faibles, sont couverts par un groupe froid qui n'est généralement pas équipé d'une récupération de chaleur. Lors du prochain remplacement de la machine, il est fortement recommandé d'installer un groupe froid avec récupération de chaleur afin de préchauffer l'eau chaude (complément au solaire thermique). De plus, il est aussi fortement recommandé d'installer un groupe froid pouvant fonctionner en mode pompe à chaleur (PAC) pour maintenir les locaux hors gel pendant la période hivernale. Si les locaux (restauration et vestiaires) ne sont pas exploités en hiver et que l'isolation thermique ne date pas trop (antérieure à <1990), il est possible avec la puissance thermique du groupe froid (15- 30 kW) en mode PAC de maintenir le bâtiment hors gel en hiver.

D'autres mesures de réduction des coûts énergétiques comme l'installation de panneaux solaires photovoltaïques, le remplacement des chauffages fossiles, la modernisation des éclairages par la technologie LED, etc. sont aussi préconisées dans un second temps. Ces mesures sont toutefois moins spécifiques à la branche du golf.

Les mesures de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> supplémentaires comme l'assainissement de l'enveloppe globale des bâtiments, l'électrification totale du parc machines et le remplacement des producteurs de chaleur sont nécessaires et très importantes. Néanmoins, il est important de prioriser les investissements en réalisant les mesures d'efficacité au préalable.

## 2. Introduction

Le présent document présente la synthèse des mesures d'efficacité énergétique visant à réduire la consommation énergétique et les émissions de CO<sub>2</sub> des exploitants d'infrastructures golfeuses (IG). Il a été rédigé à l'intention de Swiss Golf, l'association faitière des clubs de golf de Suisse.

Cette synthèse se base sur les résultats d'audits énergétiques PEIK (le programme de SuisseEnergie) menés dans 5 installations golfeuses suisses en 2023.

## 3. État des lieux

La Suisse comprend 89 parcours de 9 trous et plus dont les clubs sont membres de Swiss Golf. Il y a 9 Clubs de golf supplémentaires, dont les parcours sont sur le territoire frontalier en France et en Allemagne. La Suisse compte plus de 100'000 golfeuses et golfeurs licenciés. Il s'agit de la septième fédération sportive en termes de nombre de licenciés selon les chiffres de la faitière Swiss Olympic.

La plupart des infrastructures golfeuses (IG) sont exploitées de manière saisonnière (avril – octobre) car l'activité sportive (golf) est dépendante du temps et que sa pratique n'est pas possible en dessous d'une certaine température ou en présence de gel ou de neige au risque d'affliger des dommages au parcours.

Dans un Club de Golf (CG), il faut distinguer entre la gestion des infrastructures et la gestion sportive. La gestion des infrastructures est souvent sous la responsabilité du propriétaire des lieux et peut-être organisée en SA ou coopérative. La gestion sportive prend dans la grande majorité la forme d'une association, voire plus rarement d'une coopérative (p.ex. CG Lausanne). Ce sont ces associations/coopératives qui sont

<sup>3</sup> La diminution de la consommation d'eau n'a pas été prise en compte dans l'économie totale.

statutairement membres de Swiss Golf. Le personnel est rattaché à l'exploitant, ou l'association selon le type d'activité et la répartition des tâches. Le rattachement peut fortement varier d'un CG à un autre.

Les besoins énergétiques sont ainsi fortement corrélés avec l'exploitation golfique (printemps – automne). Les principaux besoins énergétiques sont :

- **Installations golfiques :** Les besoins énergétiques des installations golfiques seules sont faibles (éclairage, air comprimé, recharge batterie, etc.) par rapport au reste des besoins énergétiques du site. Le pompage (arrosage du parcours) est, dans la plupart des installations golfiques, un poste énergétique assez faible (5 à 10 MWh électr./an).
- **Équipements d'entretien et machines du parcours et du terrain (tondeuses de greens, fairways, roughs, râteliers à bunker, aérateurs, tracteurs, etc.):** La consommation de carburant (3/4 diesel, ¼ essence) représente une part importante d'env. 1/3 de la consommation énergétique totale. Quelques modèles hybrides (diesel – électrique) sont déjà présents, et des modèles 100% électriques commencent à être proposés par les fabricants de matériel, y.c. des robots tondeurs autonomes.
- **Installations sportives :** Les installations sportives (vestiaires, sanitaires, bureaux/secrétariat, etc.) représentent une partie importante de la consommation énergétique, principalement sous forme de chaleur (chauffage et eau chaude). L'agent énergétique utilisé est principalement le mazout.
- **Restauration :** Tous les CG sont dotés d'un service de restauration à côté des installations sportives. Les besoins énergétiques sont sous forme thermique (froid et chaud), de ventilation et processus de production et de lavage (fours, braisiers, lave-vaisselle, etc.). L'agent énergétique utilisé est principalement l'électricité.

Souvent, le restaurant est indépendant de l'association sportive ou de l'exploitant et sa gestion est confiée à un tiers gérant qui utilise les infrastructures mises à disposition par le CG moyennant le paiement d'un loyer et de charges (chauffage, eau, électricité, déchets, etc.). Dans certains cas, le restaurant est géré directement par l'exploitant du CG. Dans d'autres, le restaurant fonctionne en société jointe entre le gérant et l'exploitant du CG.

D'un point de vue de la gestion énergétique, le fait d'avoir plusieurs acteurs (propriétaire, exploitant, association sportive) et que le consommateur ne soit pas toujours propriétaire des installations peut retarder ou amener des difficultés dans la mise en œuvre de mesures d'amélioration d'efficacité. Cependant, de très bons exemples de réalisations d'installations sont aussi possibles (par exemple contracting énergétique avec du photovoltaïque).

### 3.1 Infrastructure golfique type

L'infrastructure golfique (IG) type fonctionne avec environ 15 à 20 équivalents plein temps (EPT) qui s'occupent non seulement d'un parcours de golf 18 trous répartis sur env. 50 hectares, mais également des 50 à 100 compétitions et 5'000 à 20'000 parties jouées annuellement. L'IG dispose également de vestiaires avec env. 50 à 200 places et douches correspondantes, d'un atelier mécanique de 50 à 100 m<sup>2</sup>, d'un parc machines de 10 à 15 tondeuses et autres utilitaires, ainsi que d'un restaurant de 100 à 200 places, y.c. cuisines pour une surface chauffée totale de 800 à 1'200 m<sup>2</sup>. Les infrastructures sont généralement utilisées entre avril et octobre. Pendant la saison hivernale, le restaurant est généralement fermé, mais l'équipe d'entretien (jardiniers, mécanicien, etc.) ainsi que le secrétariat restent actifs.

Il y a une assez forte homogénéité dans les infrastructures golfiques avec les mêmes installations techniques (chauffage, parc machines, etc.) et une exploitation similaire. L'exploitation et la taille des infrastructures (nombre de parties par année, surface bâtiment et surface de parcours entretenue) influencent bien évidemment la consommation énergétique.

La consommation énergétique représente env. 400'000 kWh/an répartis env. à parts égales entre électricité, carburant (diesel/essence) et mazout/pellets (chauffage). Les coûts de fonctionnement s'élèvent en moyenne à 76'000 CHF/an pour des émissions de CO<sub>2</sub> moyennes d'env. 92 t. CO<sub>2</sub>/an (électricité, mazout et diesel/essence). En charge UBP (UmweltBelastungsPunkte ou Unités de Charge Écologiques UCE), la

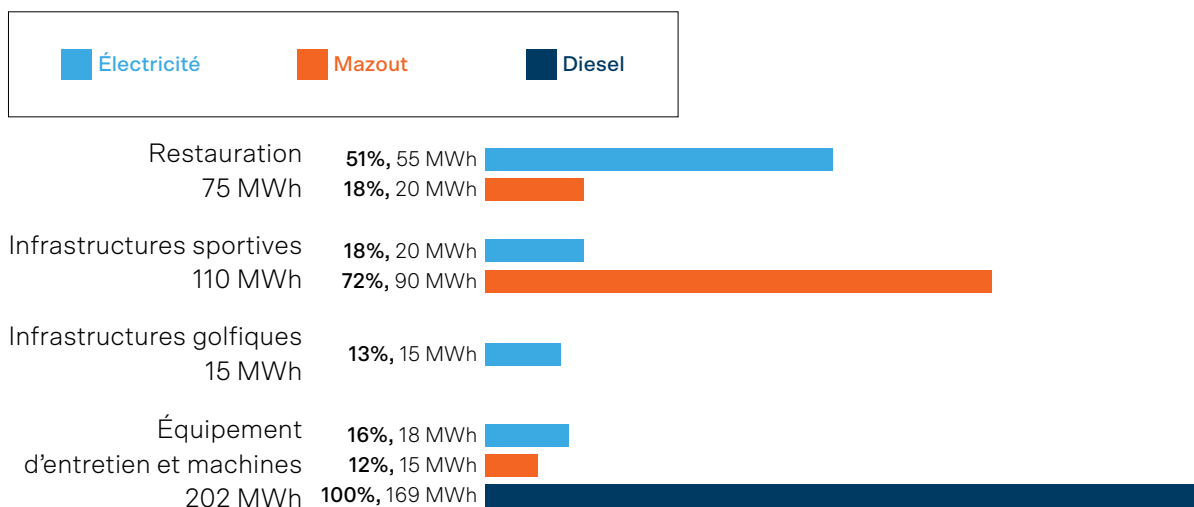
consommation énergétique s'élève à 206 mio d'UBP par infrastructure golfique/an<sup>4</sup>. Le terme UPB sera utilisé tout au long du rapport.

### Consommation énergétique et émissions de CO<sub>2</sub> par agent énergétique

	kWh/a	% énergie	t.CO <sub>2</sub> /a	UBP [-]	% émissions	CHF/a
Chauffage – mazout	129'903	0.32	34.42	53'130'259	0.372	15'588
Électricité	108'867	0.27	13.93	57'590'643	0.150	27'217
Mobilité – diesel	169'674	0.42	44.28	96'035'295	0.478	33'935
<b>Total</b>	<b>408'444</b>	<b>1.00</b>	<b>92.64</b>	<b>206'756'197</b>	<b>1.00</b>	<b>76'740</b>

Le détail des coefficients de conversion se trouve en annexe.

### Ventilation de la consommation énergétique par poste de consommation

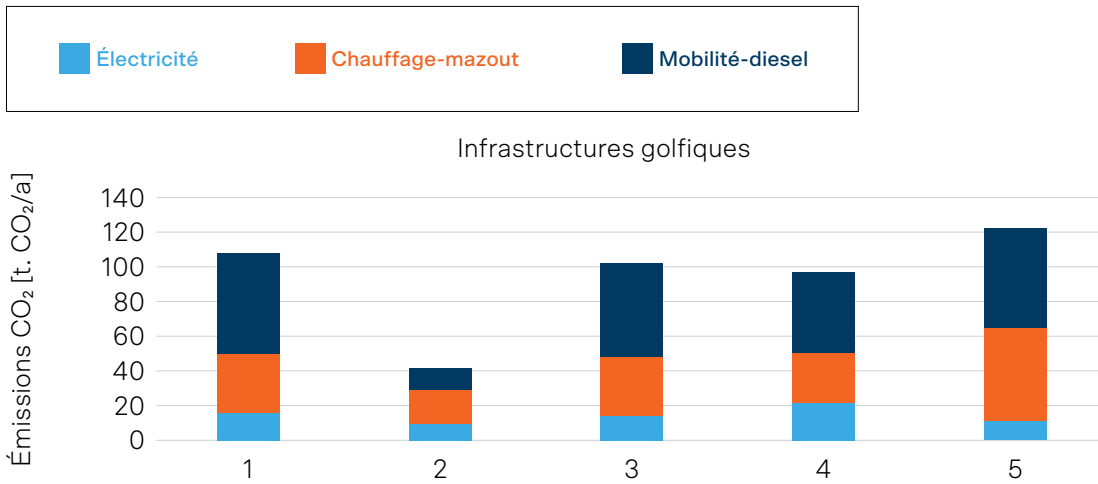


À travers la répartition de la consommation énergétique, les postes de consommation concentrent les agents énergétiques suivants :

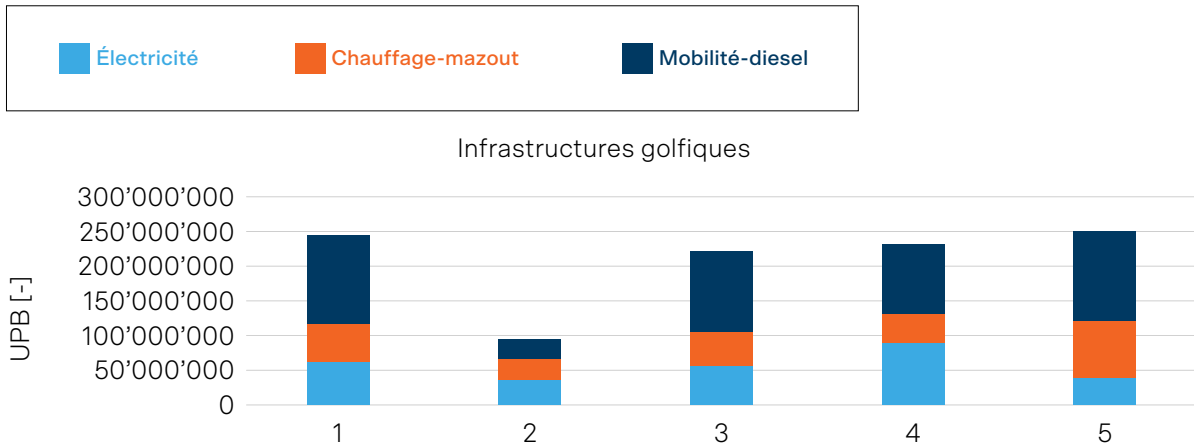
- **Équipement d'entretien et machines.** Ce poste consomme tout le carburant pour l'entretien du parcours (machines d'entretien).
- **Infrastructures sportives.** Principalement composées des bâtiments accueillant les golfeurs, le poste de consommation principale est le mazout pour le chauffage des bâtiments et de l'eau chaude sanitaire (douches).
- **Restauration.** Ce poste est très consommateur d'électricité, car il couvre toutes les installations techniques consommatrices en électricité (groupe froid, ventilation, fours, etc.).

<sup>4</sup> OFEV, Office fédéral de l'environnement, Thèmes Écobilans, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/economie-consommation/info-specialistes/les-bases-methodologiques-des-ecobilans/la-methode-de-la-saturation-ecologique.html>

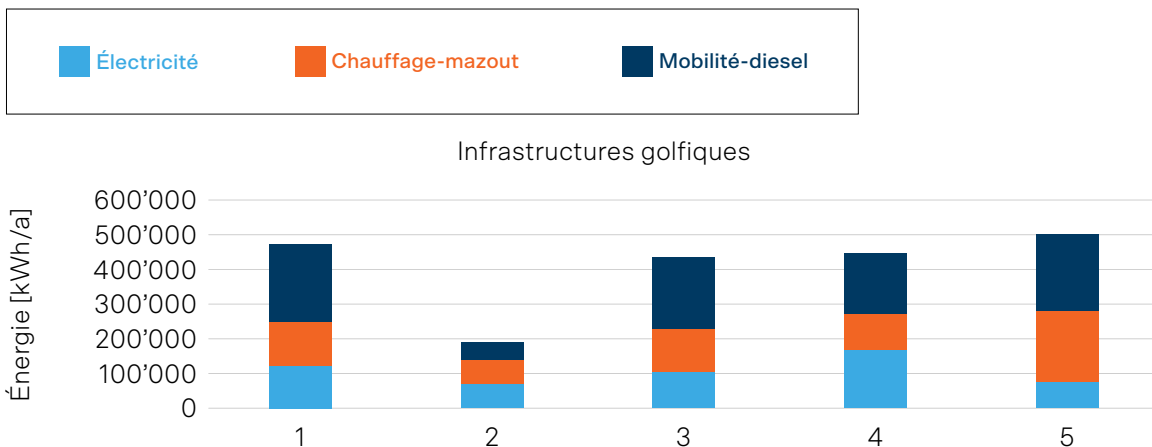
## Émissions de CO<sub>2</sub> par agent énergétique



## UBP par agent énergétique



## Consommation énergétique par agent énergétique



### 3.2 Émissions et consommation énergétiques – branche golfique

Toute la branche golfique suisse émet env. 9 000 t. CO<sub>2</sub>/an au niveau de l'utilisation de l'énergie directe (carburant, combustibles et électricité). Sur ce total, 3/4 des émissions sont imputables à la combustion d'énergie fossile sur site (carburant (mobilité) et combustibles (chauffage)).



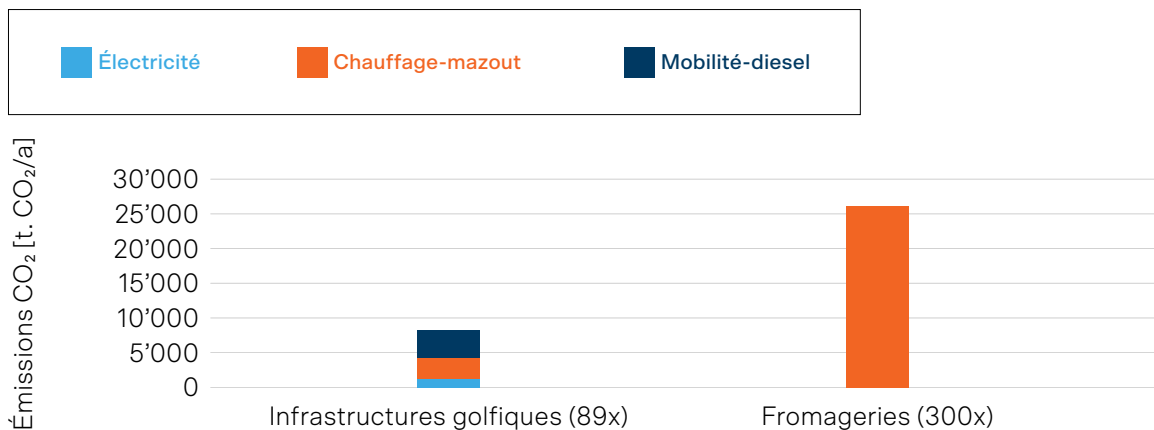
## Consommation énergétique et émissions de CO<sub>2</sub> – branche golfique

	kWh/a	% énergie	t.CO <sub>2</sub> /a	UBP [-]	% émissions	CHF/a
Chauffage – mazout	12'730'478	0.32	3' 374	4'728'593'036	0.37	1'527'657
Électricité	10'668'966	0.27	1'366	5'125'567'227	0.15	2'667'242
Mobilité – diesel	16'628'019	0.42	4'340	8'547'141'285	0.48	3'325'604
<b>Total</b>	<b>40'027'463</b>	<b>1.00</b>	<b>9'079</b>	<b>18'401'301'548</b>	<b>1</b>	<b>7'520'503</b>

La consommation énergétique s'élève à 40 GWh/an, dont 12 GWh électr./an, soit l'équivalent de 2'400 ménages suisses (4'000 kWh électrique/ménage/an). La charge écologique totale (UBP) des émissions directes d'énergie correspond à 18.4 mio UBP, soit la charge écologique de 920 personnes vivant en Suisse par année (20 mio UBP/personne/an<sup>5</sup>).

En comparaison à d'autres branches économiques, par exemple les fromageries, une infrastructure golfique (IG) (92 t.CO<sub>2</sub>/a) émet autant d'émissions de CO<sub>2</sub> qu'une fromagerie moyenne (87 t. CO<sub>2</sub>/a). Une IG moyenne est « énergétiquement » et par la structure (association – coopérative) assez comparable à une fromagerie coopérative moyenne suisse. La branche golfique (89 entités) émet autant qu'un tiers des fromageries soumis au remboursement de la taxe CO<sub>2</sub> (300 entreprises), données concernant uniquement les combustibles. L'électricité et les carburants éventuels consommés par les fromageries ne sont pas pris en compte.

### Comparaison d'émissions de CO<sub>2</sub>: infrastructures golfiques – fromageries



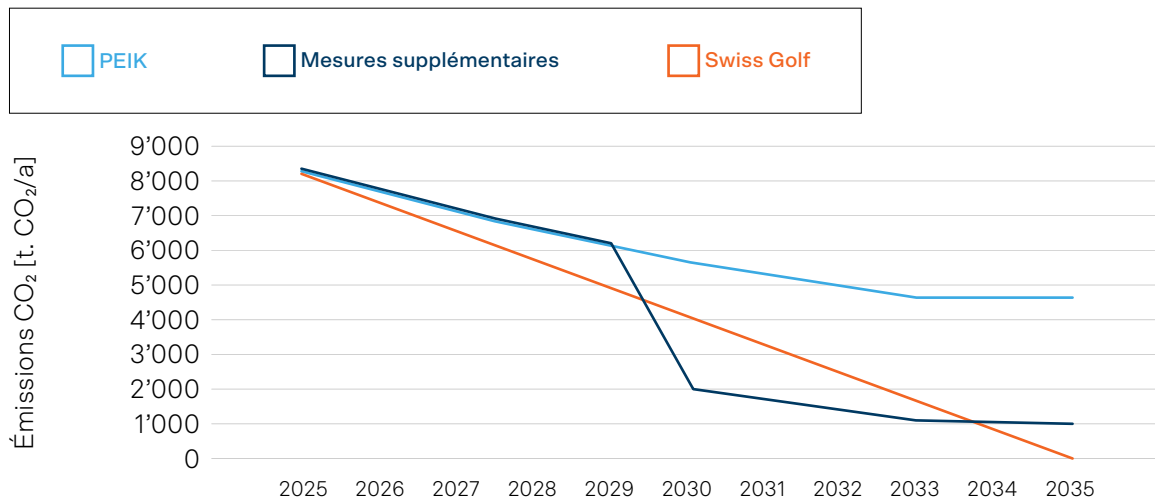
## 4. Trajectoire de réduction des émissions

La réduction possible des émissions de l'ensemble de la branche golfique à l'aide des mesures d'efficacité PEIK est évaluée à env. 3'600 t. CO<sub>2</sub>/an, soit une réduction d'env. 1/3 des émissions actuelles.

Les émissions présentées dans ce document sont uniquement les émissions du scope 1: combustion de l'énergie fossile (carburant et combustible) et du scope 2: consommation électrique. Dans le scope 1, les autres d'émissions potentielles (fluides frigorigènes, etc.) n'ont pas été prises en considération.

5 ESU-services GmbH, Congrès Pusch, EAWG Dübendorf, 29.10.2014, N. Jungbluth

## Trajectoire de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> – infrastructures golfigues



Pour une réduction plus importante, il serait nécessaire de réfléchir à d'autres mesures d'efficacité énergétique, ne figurant pas dans les rapports PEIK. Ces mesures sont généralement plus compliquées à mettre en œuvre, car la technologie n'est pas forcément encore disponible ou pas rentable (par exemple électrification complète du parc machines). Le potentiel de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> des mesures supplémentaires est estimé à 3'650 t. CO<sub>2</sub>/an.

En effet, en l'état, l'électrification du parc machines (achat d'une tondeuse électrique pour la tonte des greens et d'une tondeuse électrique pour les fairways) permet de réduire env. 2'700 l. de diesel/golf/an (7.2 t. CO<sub>2</sub>/CG/an).

Néanmoins, il est encore très difficile de réaliser tout l'entretien d'un parcours CG uniquement avec les modèles électriques proposés (manque d'autonomie, infrastructure de recharge, etc.). C'est pourquoi, la transition s'effectue généralement par étapes, avec quelques machines au départ, souvent encore hybrides. Il est toutefois conseillé aux CG de réfléchir à leur stratégie de remplacement de machines, notamment lorsque certaines machines thermiques arrivent en fin de vie.

Une réduction complète des émissions de CO<sub>2</sub> n'est pas possible, car il subsistera toujours des émissions résiduelles dans l'achat d'électricité pour le fonctionnement des infrastructures. Néanmoins, il est possible de supprimer toutes les émissions CO<sub>2</sub> directes liées aux carburants et combustibles fossiles (principalement diesel et mazout). L'objectif de la branche vise la neutralité carbone à l'horizon 2035, soit une réduction d'env. 8'000 t. CO<sub>2</sub>/a par rapport à aujourd'hui.

### 4.1 Vue d'ensemble des mesures

#### 4.1.1 Infrastructure golfigue moyenne en Suisse

Pour une IG, l'investissement pour réduire les émissions d'env. **41 t. CO<sub>2</sub>/an** (env. 45% des émissions de CO<sub>2</sub>) s'élève à **518'000 CHF**, dont les 2/3 uniquement dans la mobilité (remplacement du parc machines thermiques par des machines électriques). Le gain moyen s'élevant à env. 73'600 CHF/an, il s'ensuit un payback [retour sur investissement] d'env. 7.03 ans. La charge écologique est réduite d'env. 79 mio UBP, soit 40% par rapport à la situation initiale.

## Mesures d'efficacité énergétique PEIK

Nom Mesure	Coûts [CHF]	Agent énergétique	Économies [kWh/an]	Économies [l. mazout-diesel/an]	Économies substitution [kWh/an]	Gain [CHF/an]	Payback [ans]	Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	UPB [-]
Tondeuses électriques Green/Fairways	80'000	Diesel	27'648	2'765	-3'456	4'402	9.09	7.22	13'820'544
Solaire thermique	37'500	Mazout	20'404	2'040	0	2'449	9.77	5.41	8'345'425
E-mobilité tracteur	100'000	Diesel	21'875	2'188	-5'313	2'437	19.58	5.80	9'570'938
Tondeuses autonomes fairways	200'000	Diesel	43'920	4'392	-4'800	50'784	3.94	11.46	22'319'520
Optimisation mazout	300	Mazout	13'602	1'360	0	1'632	0.18	3.6	5'563'043
Récupération de chaleur sur le groupe froid	15'000	Mazout	11'746,5	1'175	0	1'410	10.6	3.11	4'804'319
Récupération eau usées – préchauffage douches Joolia	20'000	Mazout	5'508	551	0	661	15.1	1.46	2'252'729
Optimisation électricité	3'270	Électricité	6'375	0	0	1'594	0.49	0.8	3'372'587
Installation photovoltaïque	62'000	Électricité	18'774	0	0	8'295	7.5	2.40	9'931'552
<b>Total</b>	<b>518'070.2</b>		<b>169'853</b>	<b>14'470,3</b>	<b>-13'568,5</b>	<b>73'663</b>	<b>7.03</b>	<b>41.3</b>	<b>79'980'655</b>

Les mesures supplémentaires (hors mesures PEIK) permettent de réduire aussi de manière importante les émissions de CO<sub>2</sub> (réduction d'env. 41 t. CO<sub>2</sub>/a) et la charge écologique (58 mio UBP/an).

## Mesures d'efficacité énergétique supplémentaires

Nom Mesure	Coûts [CHF]	Agent énergétique	Économies [kWh/an]	Économies [l. mazout-diesel/an]	Économies substitution [kWh/an]	Gain [CHF/an]	Payback [ans]	Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	UPB [-]
Électrification totale du parc machines	480'000	Diesel	76'231	7'623	-15'246	10'709	44.8	20.20	35'081'353
Assainissement des bâtiments (enveloppe thermique)	200'000	Mazout	25'243	2'524	0	3'029	66.0	6.69	10'324'486
Remplacement du producteur de chaleur	70'000	Mazout	53'399	5'340	-16'952	2'170	32.3	14.15	12'872'589
<b>Total</b>	<b>750'000</b>	<b>0</b>	<b>154'873</b>	<b>15'487</b>	<b>-32'198</b>	<b>15'908</b>	<b>47</b>	<b>41</b>	<b>58'278'427</b>

#### 4.1.2 Ensemble des installations golfiques de Suisse

À l'échelle de la branche (89 IG), l'investissement pour réduire les émissions d'env. 3 670 t. CO<sub>2</sub>/an (env. 45% des émissions de CO<sub>2</sub>) s'élève à 46 mio CHF, dont les 2/3 uniquement dans la mobilité (remplacement du parc machines thermiques par des machines électriques). Le gain moyen s'élevant à env. 6.3 mio CHF/an, il s'ensuit un payback d'env. 7.3 ans. La charge écologique est réduite d'env. 7.1 mia UBP/an, soit 40% par rapport à la situation initiale.

#### Mesures d'efficacité énergétique PEIK

Nom Mesure	Coûts [CHF]	Agent énergétique	Économies [kWh/an]	Économies [l. mazout-diesel/an]	Économies substitution [kWh/an]	Gain [CHF/an]	Payback [ans]	Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	UBP
Tondeuses électriques Green/Fairways	7'120'000	Diesel	2'460'672	246'067	-307'584	391'803	9.1	642	1'230'028'416
Solaire thermique	3'337'500	Mazout	20'404	2'040	0	2'449	9.8	481	742'742'839
E-mobilité tracteur	8'900'000	Diesel	1'946'875	194'688	-472'813	216'887	19.6	516	851'813'438
Tondeuses autonomes fairways	17'800'000	Diesel	3'908'880	390'888	-427'200	4'519'776	3.9	1'020	1'986'437'280
Optimisation mazout	26'700	Mazout	1'210'540	121'054	0	145'265	0.2	321	495'110'788
Récupération de chaleur sur le groupe froid	1'335'000	Mazout	1'045'439	104'544	0	125'453	10.6	277	427'584'347
Récupération eau usées – préchauffage douches Joolia	1'780'000	Mazout	490'203	49'020	0	58'824	15.1	130	200'492'876
Optimisation électricité	291'030	Électricité	567'411	0	0	141'853	2.1	72.6	300'160'207
Installation photovoltaïque	5'518'018	Électricité	1'670'904	0	0	738'224	7.5	213.9	883'908'110
<b>Total</b>	<b>46'108'248</b>	<b>0</b>	<b>13'321'327</b>	<b>1'108'301</b>	<b>-1'207'597</b>	<b>6'340'533</b>	<b>7.27</b>	<b>3'674</b>	<b>7'118'278'301</b>

Les mesures supplémentaires (hors mesures PEIK) permettent de réduire aussi de manière importante les émissions de CO<sub>2</sub> (réduction d'env. 3600 t. CO<sub>2</sub>/an) et la charge écologique (5.1 mia UBP/an).

#### Mesures d'efficacité énergétique supplémentaires

Nom Mesure	Coûts [CHF]	Agent énergétique	Économies [kWh/an]	Économies [l. mazout-diesel/an]	Économies substitution [kWh/an]	Gain [CHF/an]	Payback [ans]	Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	UPB [-]
Électrification totale du parc machines	42'720'000	Diesel	6'784'529	678'453	-1'356'906	953'065	45	1'798	3'122'240'399
Assainissement des bâtiments (enveloppe thermique)	17'800'000	Mazout	2'246'648	224'665	0	269'598	>40	595	918'879'220
Remplacement du producteur de chaleur	6'230'000	Mazout	4'752'526	475'253	-1'508'738	193'119	32	1'259	1'145'660'415
<b>Total</b>	<b>66'750'000</b>	<b>0</b>	<b>13'783'703</b>	<b>1'378'370</b>	<b>-2'865'644</b>	<b>1'415'781</b>	<b>47</b>	<b>3'653</b>	<b>5'186'780'034</b>

## 4.2 Classement des mesures d'efficacité énergétique

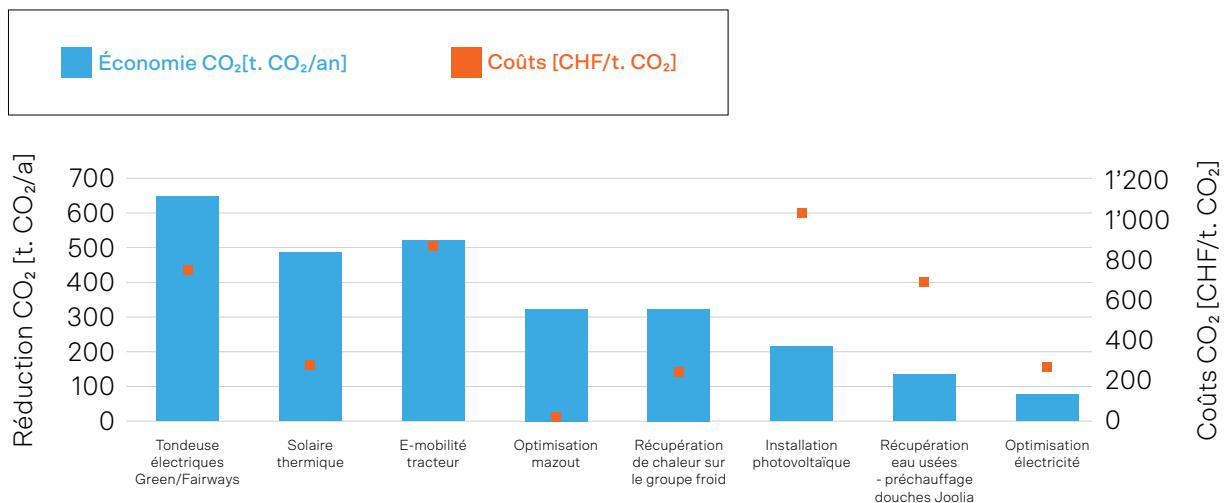
En fonction du coût de la mesure [CHF/t. CO<sub>2</sub> économisée] et du potentiel d'économies par mesure [t. CO<sub>2</sub>/an], les mesures sont classées par ordre d'importance.

Les mesures les plus intéressantes avec ces critères sont les mesures réduisant directement les agents énergétiques fossiles (carburant et combustibles). Les mesures préconisées sont :

- **Solaire thermique** : installation d'une installation solaire thermique (1x/IG)
- **Optimisation mazout** : mesures d'optimisation des installations de chauffage.
- **Récupération de chaleur sur le groupe froid** : installation d'une récupération de chaleur sur le groupe froid (pour autant que la situation le permette) afin de valoriser la chaleur excédentaire dans le réseau de chauffage/eau chaude.

Les mesures liées à la mobilité (électrification des tondeuses et tracteurs électriques) présentent un gros potentiel d'économies, mais coûtent très chères à mettre en œuvre par rapport aux émissions de CO<sub>2</sub> évitées [t. CO<sub>2</sub>/an].

### Mesures de réduction CO<sub>2</sub> selon le potentiel d'économie et les coûts



Un autre classement des mesures est aussi effectué par rapport à la rentabilité des mesures (payback). Les mesures préconisées sont identiques à celles du précédent classement, c'est-à-dire :

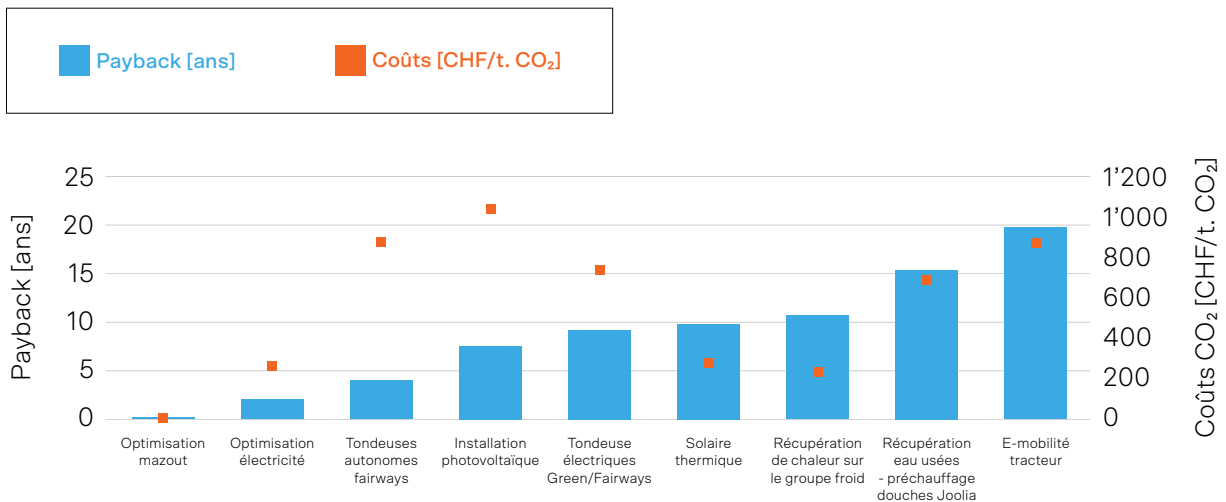
- **Solaire thermique** : installation d'une installation solaire thermique (1x/IG)
- **Optimisation combustibles** : mesures d'optimisation des installations de chauffage.

De plus, les mesures d'optimisation électrique et d'éventuelles installations photovoltaïques sont aussi fortement encouragées.

D'un point de vue énergétique [kWh produits / m<sup>2</sup> surface de toit] et des émissions de CO<sub>2</sub>, une installation solaire thermique est prioritaire sur une installation photovoltaïque pour plusieurs raisons :

- **Efficacité énergétique.** Par rapport à la surface de toiture occupée [m<sup>2</sup>], le rendement énergétique d'une installation solaire thermique [kWh produit / m<sup>2</sup> surface], pour le cas spécifique d'un IG, est très supérieur à une installation photovoltaïque.
- **Intégration dans le système énergétique.** Une installation solaire thermique a une meilleure intégration par rapport aux besoins (besoins d'eau chaude sanitaire pendant la période estivale) du IG.
- **Réduction des émissions des CO<sub>2</sub>.** Les émissions de CO<sub>2</sub> sont fortement réduites avec une installation solaire thermique, car cela permet d'éliminer l'utilisation de combustibles fossiles. Une installation photovoltaïque réduit les émissions de CO<sub>2</sub> très faiblement car le mix électrique suisse est déjà faiblement carboné.

## Mesures de réduction CO<sub>2</sub> selon le payback et les coûts



### 4.3 Mise en œuvre des mesures d'efficacité énergétique

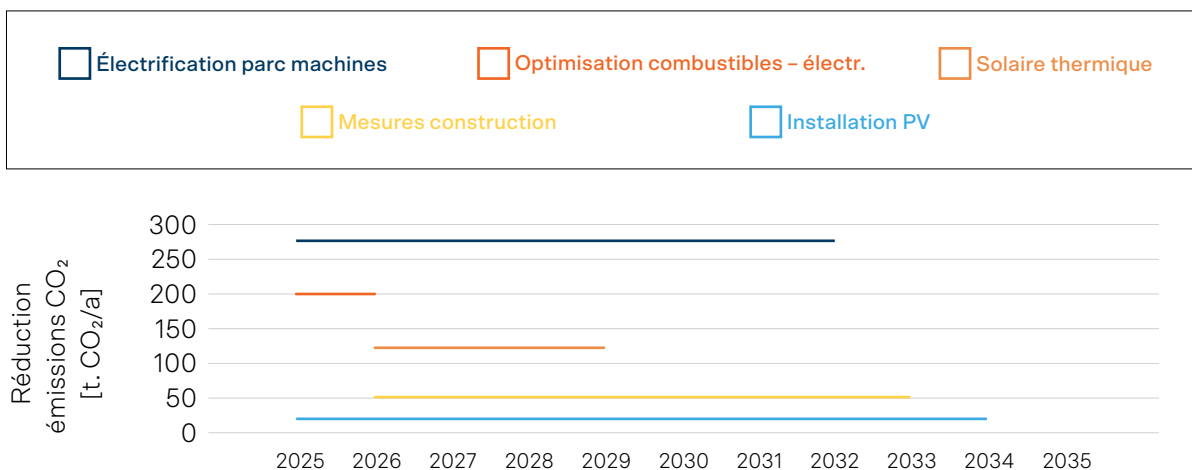
Lors de la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique, il est très important de respecter un ordre de mise en œuvre pour atteindre l'objectif de réduction.

En effet, la mise en œuvre de certaines mesures doit impérativement être priorisées afin d'atteindre les objectifs fixés. Il s'agit de :

- **Optimisation électrique et de combustibles.** Les mesures d'optimisation, rentables en quelques mois, sont absolument nécessaires et utiles à mettre en œuvre au début. Elles permettent de réduire les besoins en énergie et réduisent la consommation énergétique.
- **Solaire thermique.** L'intégration du solaire thermique dans les IG est la première solution de production d'énergie renouvelable à mettre en œuvre. Elle s'intègre parfaitement bien avec les besoins (adéquation besoins chaleur = production). Ne pas investir dans le solaire thermique augmenterait la consommation énergétique d'un autre agent énergétique renouvelable futur (électricité, bois, etc.), ce qui n'est pas pertinent énergétiquement.
- **Mesures construction.** Les mesures « construction » concernent la récupération de chaleur des eaux usées sur les douches et la récupération de chaleur sur le groupe froid. Ce sont des mesures à mettre impérativement en œuvre lors du remplacement des équipements (douches et groupe froid).

Bien entendu, ces mesures impliquent une analyse énergétique individuelle (par ex. audit PEIK) pour identifier et chiffrer le potentiel d'économies de chacun des CG.

### Planning de mise en œuvre des mesures d'efficacité énergétique



Afin d'avoir une vue d'ensemble des mesures à mettre en œuvre, il est fortement conseillé d'être accompagné un spécialiste en énergie pour prioriser les investissements à réaliser.

Le CG peut bénéficier de l'accompagnement à la mise en œuvre SuisseEnergie (50% du tarif horaire jusqu'à 13'000 CHF des frais du spécialiste en énergie) prévu à la suite d'un audit PEIK.

## 5. Mesures d'efficacité énergétique - PEIK

Ce chapitre présente succinctement les mesures d'efficacité énergétique identifiées dans le rapport PEIK. Chaque mesure est présentée pour une infrastructure golfique (IG) type.

### 5.1 Tondeuses électriques Greens

Pour la tonte des greens, un moyen de réduire la consommation de carburant est de remplacer le parc machines par des modèles 100% électriques.

Actuellement, l'entretien des greens est réalisé par des machines hybrides ou 100% fossiles. Lors du prochain remplacement, une alternative est d'investir dans des modèles 100% électriques. En plus de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, un modèle électrique réduit aussi le risque de fuite du circuit hydraulique/réservoir sur le green.

Les modèles 100% électriques ne permettent pas de couvrir tout le parcours (autonomie faible). Pour assurer une autonomie totale du parcours et pour une suppression totale des émissions de CO<sub>2</sub> de ce poste, il est nécessaire de combiner avec d'autres mesures complémentaires plus adaptées à de longues distances (tondeuses automatiques, etc.). Il est conseillé d'investir dans une machine 100% électrique lors du remplacement du parc machines.

L'électrification du parc machines entraîne une consommation supplémentaire d'électricité (env. 1'700 kWh/tondeuse/an). Plusieurs constructeurs proposent des produits (tondeuses électriques) pour le marché.

Agent énergétique	Diesel	Investissements [CHF]	80'000 (surcoût par rapport à diesel)
Économie [kWh/an]	27'048 (diesel) -3'456 (électricité)	Gain financier [CHF/an]	4'402
Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	7.22	Payback [ans]	7.5

#### Tondeuse électrique Toro



## 5.2 Tondeuses électriques autonomes – Fairways

La consommation de carburant est le premier poste d'émissions de CO<sub>2</sub> d'une installation golfique. Les émissions sont dues au parc machines : tondeuses, tracteurs et autres véhicules d'entretien.

Un moyen de réduire la consommation de carburant est d'électrifier le parc machines. L'électrification peut être réalisée avec des véhicules électriques lors de remplacements programmés de véhicules à combustion fossile.

La deuxième manière d'électrifier le parc machines est d'installer des tondeuses électriques autonomes (robots). À l'instar des jardins résidentiels, les tondeuses autonomes électriques peuvent exploiter de nombreuses surfaces sans intervention humaine. Les zones très propices sont les fairways et le ramassage de balles sur le practice. En plus de l'économie énergétique financière, l'installation de tondeuses électriques permet une économie conséquente de main d'œuvre dédiée à l'entretien (gain d'env. 430 h/an, soit 15h/ semaine). Actuellement, il n'y a pas encore de machines autonomes pour la tonte du green.

Le parc machines moyen pour couvrir l'entier d'un parcours typique de 18 trous (fairways et ramassage des balles de practice) doit comprendre 8 tondeuses autonomes.

Agent énergétique	Diesel	Investissements [CHF]	200'000
Économie [kWh/an]	43'920 (diesel) -4'800 (électricité)	Gain financier [CHF/an]	4'402 (énergie) 43'200 (main d'œuvre)
Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	11.64	Payback [ans]	3.9

### Tondeuses électriques autonomes



## 5.3 Solaire thermique

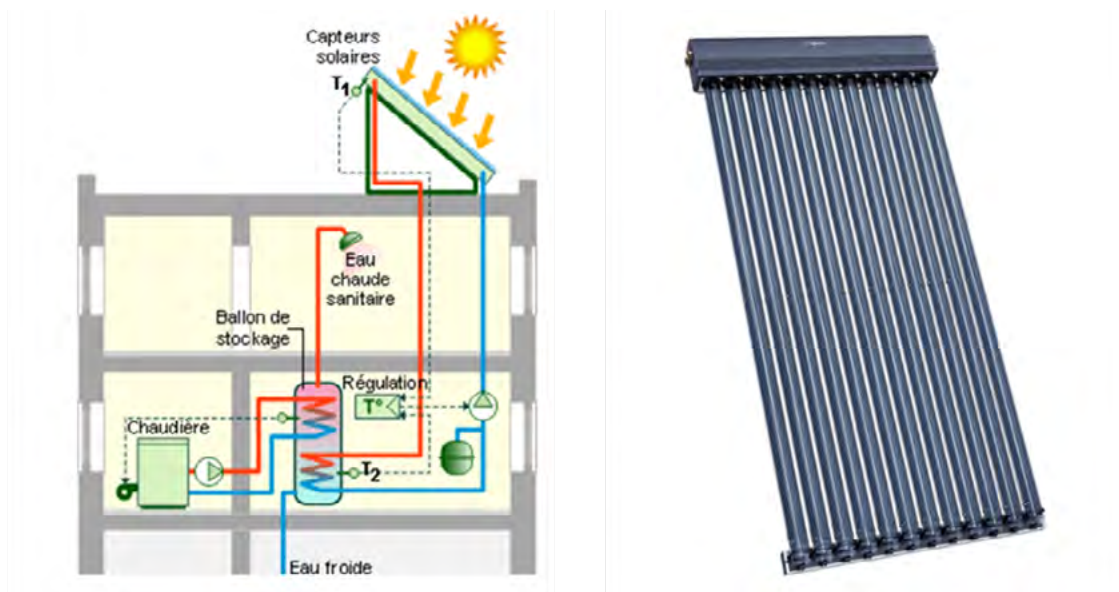
L'installation de capteurs solaire thermique est particulièrement pertinente et intéressante dans le cas d'un CG. En effet, pour maximiser l'utilisation de panneaux solaires thermiques, les besoins doivent être en adéquation avec la production (avril – octobre). Ce qui est le cas avec les IG où les besoins de chaleur sont principalement des besoins d'ECS durant la saison golfique (avril – octobre).

L'objectif est d'arrêter toute forme de production de chaleur pendant la saison estivale et couvrir tous les besoins de chaleur (avril – octobre). La mesure « Solaire thermique » est une mesure principale de réduction des GES (Gaz à Effet de Serre) dans les CG et permet de réduire en moyenne de 7 t. CO<sub>2</sub>/a/CG (2 653 l. mazout/a/IG).



Agent énergétique	Mazout	Investissements [CHF]	37'500
Économie [kWh/an]	26'526	Gain financier [CHF/an]	3'183
Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	7.03	Payback [ans]	7.5

## Schéma installation solaire thermique



[energieplus-lesite.be](http://energieplus-lesite.be) – capteurs Viessmann

Des soutiens financiers via le programme Bâtiments sont aussi possibles pour réduire le prix de l'installation avec l'accompagnement à la mise en œuvre prévu par PEIK.

## 5.4 Optimisation mazout

Les mesures d'optimisation sur le mazout sont des mesures simples à mettre en œuvre (peu coûteuses et ne nécessitant pas forcément l'intervention d'un technicien) sur l'installation de chauffage au mazout.

Il s'agit des mesures suivantes :

- **Réduction de la boucle d'Eau Chaude Sanitaire (ECS).** Hors période d'activité (nuit), la circulation de la boucle d'ECS peut être arrêtée, ce qui économise de la chaleur (moins de pertes de rayonnement).
- **Réduction de la température nocturne.** La plupart des IG n'ont pas de régulation de la température nocturne (abaissement de la température). Une réduction de la température pendant la période non-occupée (hiver) permet aussi une économie d'énergie importante.
- **Optimisation des horaires de fonctionnement de l'installation de ventilation.** Dans la plupart des installations golfiques et pour ceux qui en disposent généralement pour leurs cuisines, la ventilation est souvent mal réglée et fonctionne ON/OFF 14h./jour. Il est possible de gagner jusqu'à 2h./jour par rapport à l'exploitation effective de la cuisine. La ventilation est équipée d'un registre pour chauffer l'air pulsé (échangeur circuit de chauffage/air). En diminuant le nombre d'heures de fonctionnement, l'économie est principalement thermique (économie de mazout).

Agent énergétique	Mazout	Investissements [CHF]	300
Économie [kWh/an]	13'602	Gain financier [CHF/an]	1'632
Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	3.6	Payback [ans]	0.18

La mise en œuvre est simple (modification consignes). Il n'y a pas de soutien financier particulier pour cette mesure, excepté l'accompagnement à la mise en œuvre prévu par PEIK.

## Pompe de circulation ECS & monobloc de ventilation



### 5.5 Récupération de chaleur sur le groupe froid

Dans les infrastructures golfigues qui possèdent un restaurant des besoins de froid sont présents pour conserver les denrées alimentaires, chambres froides (10 à 30 m<sup>3</sup>).

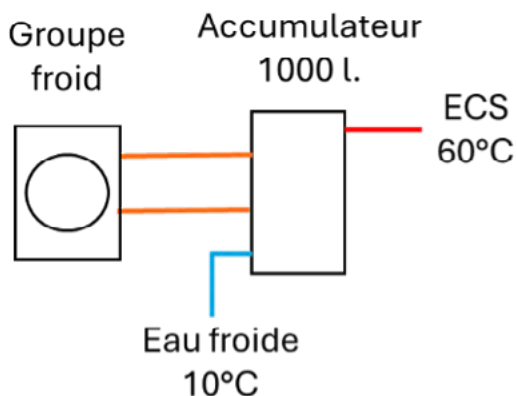
Le plus souvent, les producteurs de froid (puissance froid 4 et 15 kW froid) sont indépendants du reste des installations techniques. Lors du remplacement de la partie froid, une mesure consiste à installer une récupération de chaleur sur le groupe froid afin de préchauffer l'eau chaude sanitaire. En effet, pour la production de froid, tout groupe froid dégage de la chaleur qui peut être valorisée pour préchauffer l'eau chaude sanitaire (ECS).

De plus, il est fortement recommandé de prendre un groupe froid avec un fluide frigorigène qui ne sera pas interdit (fluides naturels ou HFO). La récupération de chaleur sur le groupe froid permet d'économiser jusqu'à 1'200 l. mazout/an, soit env. 3 t. CO<sub>2</sub>/an et n'entraîne pas d'augmentation de la consommation électrique.

Cette mesure est complémentaire au solaire thermique. Il n'y a pas de double comptage d'énergie. L'investissement (15'000 CHF) comprend uniquement le raccordement de la récupération à la production d'ECS et ne comprend pas le remplacement du groupe froid.

Agent énergétique	Mazout	Investissements [CHF]	15'000
Économie [kWh/an]	11'746	Gain financier [CHF/an]	1'410
Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	3.11	Payback [ans]	10.6

### Schéma de principe - récupération de chaleur



## 5.6 Récupération de chaleur eaux usées – préchauffage douches

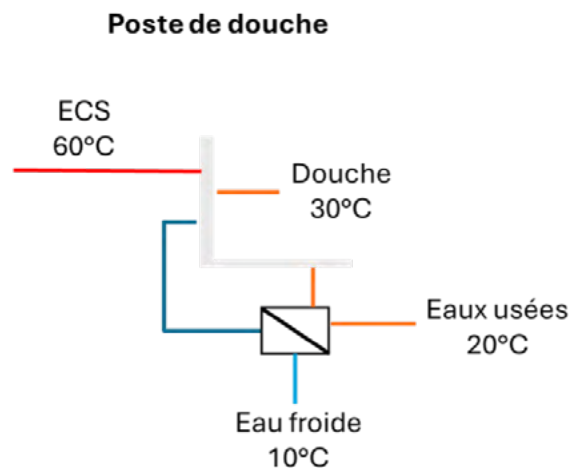
Des vestiaires sont utilisés par les golfeurs et golfeuses après la pratique du sport (changement de vêtements et douches). En moyenne, pour une infrastructure golfique, il y a entre 3 et 8 douches par vestiaires (1x vestiaire/homme et 1x vestiaires/femme), soit un total moyen de 10 douches. Un poste de douche est utilisé en moyenne 3x/jour sur la saison de jeu d'avril à octobre.

Dans tous les cas, comme dans la plupart des postes de douches en Suisse, le réglage de la température est réalisé au moyen d'un mélangeur (ECS – eau froide). Pour les applications intensives en ECS (hôtels, piscines, etc.), dont les vestiaires des infrastructures golfiques, une mesure d'efficacité énergétique consisterait à installer une récupération de chaleur sur les eaux usées pour préchauffer l'eau froide. Comme l'eau froide vient à une température plus chaude, la consommation d'ECS, donc de chaleur, peut être réduite.

Cette mesure est très intéressante lors de rénovation de l'ensemble des vestiaires (mesure de construction) et permet de réduire fortement le besoin de chaleur. Le coût (20'000 CHF pour 10 postes de douches) **ne comprend pas** la production de chaleur renouvelable, ni la réfection complète des vestiaires.

Agent énergétique	Mazout	Investissements [CHF]	20'000
Économie [kWh/an]	5'508	Gain financier [CHF/an]	661
Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	1.46	Payback [ans]	15.1

### Schéma préchauffage eau chaude – douche



## 5.7 Optimisation électrique

Les mesures d'optimisation électrique sont simples à mettre en œuvre (peu coûteuses et ne nécessitant pas forcément l'intervention d'un technicien) sur différents consommateurs électriques.

Il s'agit des mesures suivantes :

- **Optimisation des horaires de fonctionnement de l'installation de ventilation.** Dans la plupart des IG, la ventilation est souvent mal réglée et fonctionne ON/OFF 14h./jour. Il est possible de gagner jusqu'à 2h./jour par rapport à l'exploitation effective de la cuisine. En diminuant le nombre d'heures de fonctionnement, la consommation électrique de ce poste est réduite.
- **Préchauffage ECS machine à laver le linge.** Tous les CG ont au moins une machine à laver utilisée pour le linge des membres et du restaurant (2-3x/jour) avec des programmes à 60°C. La mesure consiste, lors du remplacement de la machine, à brancher celle-ci directement sur le circuit ECS afin d'économiser le chauffage électrique interne de la machine à laver (env. 50% de la consommation électrique d'un cycle).
- **Préchauffage ECS lave-vaisselle.** Comme pour la machine à laver le linge, la mesure consiste à préchauf-

fer le remplissage du premier cycle avec de l'ECS afin d'éviter un chauffage (10–80°C) par la machine elle-même.

- **Éclairage.** Une mesure simple consiste à remplacer les anciens tubes néons par des tubes LED (en conservant les mêmes supports), et les ampoules par des ampoules LED. Cette mesure peut être réalisée par l'exploitant.
- **Réduction de la pression d'air comprimé.** Les IG ont un compresseur pour le nettoyage des chaussures et du matériel roulant. Une mesure est de réduire la pression à 4-5 bars (actuellement la majorité a une pression à 10 bars).

Agent énergétique	Électricité	Investissements [CHF]	3'270
Économie [kWh/an]	6'375	Gain financier [CHF/an]	1'594
Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	0.8	Payback [ans]	0.49

La mise en œuvre est simple (modification consignes). Il n'y a pas de soutien financier particulier pour cette mesure, excepté l'accompagnement à la mise en œuvre prévu par PEIK.

### Mesures d'optimisation électrique (réduction de la pression et branchement ECS machine à laver)



## 5.8 Installation photovoltaïque

La consommation électrique dans les IG est importante. En complément aux mesures d'efficacité électrique, un moyen pour réduire les coûts électriques est de réaliser une installation solaire photovoltaïque et produire de l'électricité.

La réalisation d'une installation photovoltaïque ne permet pas d'économies électriques, mais de réduire la part d'électricité consommée depuis le réseau électrique qui est plus chère que l'électricité produite.

Pour une IG moyenne, la taille de l'installation photovoltaïque est de **50 kWp** (surface : **250 m<sup>2</sup>**) pour une production de **54'785 kWh électr./an**. Pour cette surface et pour les consommations électriques mensuelles, le taux d'autoconsommation s'élève à 35% (18'774 kWh électr./an, soit **4'694 CHF/an** d'économies). C'est-à-dire que 35% de l'électricité produite est consommée sur site. Le reste, 65% est vendue sur le réseau électrique, à un prix de vente à 10 cts/kWh électrique (soit **3'601 CHF/an**).

Le coût de l'installation s'élève à **62'000 CHF** (soutien financier déduit, soit 1'240 CHF/kWp installé) en moyenne. D'un point de vue économique, l'installation photovoltaïque est intéressante, mais réduit faiblement les émissions de CO<sub>2</sub> (économies électriques).

Agent énergétique	Électricité	Investissements [CHF]	62'000
Économie [kWh/an]	18'774 (réseau)	Gain financier [CHF/an]	8'295 (total) 4'694 (autoconso) 3'601 (vente réseau)
Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	2.40	Payback [ans]	7.5

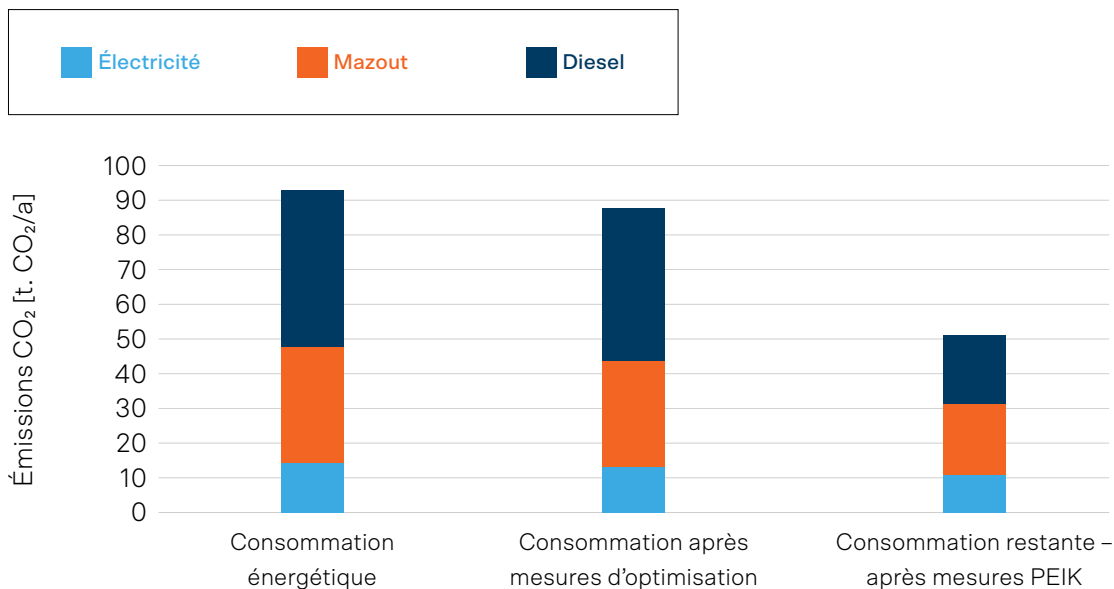
La mise en œuvre est assez standard (technologie bien déployée en Suisse). Le soutien financier (Pronovo) est souvent inclus dans l'offre de l'installateur et correspond à env. 15-25% de l'investissement initial.

## 6. Mesures d'efficacité énergétique – autres mesures

Comme les mesures préconisées par le rapport PEIK dans la phase pilote ne permettent pas d'atteindre l'entier de l'objectif de neutralité carbone, d'autres mesures supplémentaires sont proposées. Toutefois, les mesures ne sont pas toutes calculées en détail.

En effet, le graphique ci-dessous montre que, après la mise en œuvre de toutes les mesures PEIK, il reste des émissions de CO<sub>2</sub> estimées à env. 50 t. CO<sub>2</sub>/exploitation/an, principalement pour le chauffage (mazout) et la mobilité (diesel).

### Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> par type de mesures



Bien entendu, comme toute consommation énergétique induit des émissions de CO<sub>2</sub>, des émissions de CO<sub>2</sub> vont persister. L'objectif est de supprimer les émissions de CO<sub>2</sub> directes (carburant et combustible) et de réduire très fortement le bilan des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie dans les infrastructures golfigques.

### 6.1 Électrification totale du parc machines

Malgré la mise en œuvre de la mesure d'électrification « **5.1 Tondeuses électriques de green** », il reste une consommation de carburant résiduelle due à la tonte des greens. En effet, les modèles 100% électriques n'ont pas une autonomie électrique suffisante pour permettre une utilisation normale (tonte de toutes les parties du parcours) sans augmenter le nombre de machines.

Les modèles électriques actuels ont des capacités de batterie entre 10 et 25 kWh, ce qui représente une autonomie électrique entre 1.5 et 3h., soit entre 4 et 8 trous. Pour ce poste, il est donc nécessaire d'attendre le développement technologique des constructeurs pour avoir un parc machines 100% électrique sans devoir augmenter fortement le parc machines.

Agent énergétique	Diesel	Investissements [CHF]	480'000 (4 tondeuses de green)
Économie [kWh/an]	76'231 (diesel) -15'246 (électricité)	Gain financier [CHF/an]	10'709
Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	20.2	Payback [ans]	>20 ans

L'investissement estimé est de 120'000 CHF par tondeuse (en moyenne 4 tondeuses de green), soit 480'000 CHF, en tenant compte de l'évolution de la technologie et la réduction du coût des batteries.

## 6.2 Assainissement de l'enveloppe thermique

Un grand nombre des infrastructures de golf ont des bâtiments peu isolés (construction antérieure à 1990). Une mesure, n'entrant pas dans le conseil énergétique PEIK, consiste à l'assainissement des bâtiments (isolation des façades, remplacement des fenêtres et vitres, isolation de la toiture, etc.).

Ce poste nécessite des investissements importants, au minimum 200 000 CHF/infrastructure de golf pour une réduction estimée de la consommation énergétique de 40%.

Agent énergétique	Mazout	Investissements [CHF]	200'000
Économie [kWh/an]	25'243	Gain financier [CHF/an]	3'029
Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	6.69	Payback [ans]	>20 ans

La situation de chaque golf étant différente, il est impossible de chiffrer le potentiel d'économies et d'investissement. Des soutiens financiers liés à l'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment sont aussi possibles, voir chapitre Programmes de soutien financier.

Il est aussi fortement recommandé de réaliser une analyse énergétique du bâtiment, CECB qui permet de déterminer l'état thermique actuel et de chiffrer les actions à entreprendre.

## 6.3 Remplacement du producteur de chaleur

Après les mesures de réduction de la consommation thermique (récupération de chaleur sur les eaux usées, optimisation thermique, etc.) et de production de chaleur renouvelable (solaire thermique et récupération de chaleur sur le groupe froid), il peut être nécessaire dans certains cas, d'installer un producteur supplémentaire de chaleur.

Le cas échéant et au vu des faibles besoins de chaleur résiduels, il est fortement recommandé de procéder à ce remplacement après avoir installé le solaire thermique.

Agent énergétique	Mazout	Investissements [CHF]	70'000
Économie [kWh/an]	53'399 (mazout) -16'952 (électricité)	Gain financier [CHF/an]	3'029
Économie CO <sub>2</sub> [t. CO <sub>2</sub> /an]	6.69	Payback [ans]	14.15

Les solutions de production de chaleur renouvelable préconisées, avec l'installation solaire thermique, sont les suivantes :

- Pompe à chaleur (PAC) type air ou eau (sonde géothermique)
- Raccordement au chauffage à distance (si existant et si faisable)

Compte tenu de la réalisation des mesures d'efficacité énergétique PEIK pour le poste chauffage (installation solaire thermique), de la situation géographique des infrastructures de golf (principalement situées à une altitude inférieure à <1'000 m) et du niveau de température (chaleur bâtiment), il est fortement déconseillé d'installer des chauffages à bois type pellets.

Dans le cas de bâtiments anciens protégés (niveau de température nécessaire élevé et pas de possibilité d'installer une PAC air/eau, l'installation d'un chauffage à bois (pellets) peut toutefois se justifier.

Des soutiens financiers liés au remplacement du producteur de chaleur sont possible, voir chapitre Programmes de soutien financier.

## 7. Outils de financement

De nombreux outils de financement (programmes de soutien, etc.) dont peuvent profiter les infrastructures golfiques sont disponibles pour la réalisation des mesures d'efficacité énergétique.

### 7.1 Programmes de soutien financier

Dans le domaine de l'énergie, de nombreux soutiens financiers existent pour le diagnostic / conseil énergétique et le soutien des mesures d'efficacité énergétique :

- **Soutien aux mesures.** Différents programmes existent en fonction du type de mesures à réaliser (enveloppe du bâtiments, parc machines, etc.) et de l'économie énergétique (réduction des émissions, réduction de l'électricité, production de chaleur renouvelable, etc.). Il s'agit principalement de :
  - **Production d'énergie.** La production de chaleur renouvelable (solaire thermique, bois-énergie, etc.) est soutenue via le Programme Bâtiments de chaque canton.
  - **Production d'électricité.** La production électrique (installations photovoltaïques) est soutenue par la rétribution unique (RU) via l'organisme Pronovo, sous mandat de la Confédération, qui se charge du programme de soutien.
  - **Réduction des carburants/combustibles.** Les programmes Klik s'adressent aux réductions d'émissions de CO<sub>2</sub> directs dans le bâtiment, la mobilité et les entreprises.
  - **Efficacité électrique.** Pour la réduction de la consommation électriques des processus (hors infrastructures), les programmes ProKilowatt peuvent soutenir des mesures d'efficacité électriques (remplacement de pompes, remplacement de groupes froids, etc.)
  - **Fonds pour le climat – Swiss Olympic.** À travers son fonds pour le climat, Swiss Olympic soutient la réalisation de mesures de durabilité.
  - **Autres programmes.** Certains cantons (par ex. canton de Vaud avec le programme REE pour les moyens consommateurs) ou communes soutiennent des mesures d'efficacité énergétique.
- **Soutien diagnostics/conseils énergétiques.** Avant de réaliser un projet, il est nécessaire de réaliser une étude/un diagnostic pour évaluer les travaux à entreprendre. Les principaux conseils énergétiques sont :
  - **PEIK – audit énergétique pour les PME.** Conseil subventionné destiné aux entreprises et proposant des mesures d'efficacité pour les installations techniques et processus (< 500 MWh électr./a). L'enveloppe du bâtiment n'est pas couverte par PEIK. Le premier entretien est gratuit. PEIK soutient aussi financièrement l'accompagnement à la mise en œuvre réalisé par le spécialiste en énergie dans la PME.
  - **CECB (certificat énergétique cantonal des bâtiments).** Diagnostic énergétique sur l'enveloppe et les installations techniques du bâtiment proposant principalement des mesures soutenues par le Programme Bâtiments en Romandie. En Suisse allemande, le programme se nomme GEAK (GebäudeEnergieAusweis der Kantone)
  - **Conseil incitatif « chauffez renouvelable ».** Conseil énergétique spécifique et gratuit pour le remplacement d'un système de chauffage, complémentaire à une analyse énergétique PEIK.

Les liens des soutiens financiers présentés se trouvent en annexe. La plateforme d'information Francsenergie propose le détail de tous les soutiens possibles par commune.

## Aperçu des soutiens financiers pour les infrastructures golfigues suisses

Soutien réalisation des mesures	Production d'énergie	Chaleur	Programme Bâtiments <a href="http://leprogrammebatiments.ch">leprogrammebatiments.ch</a>
		Électricité	Pronovo <a href="http://pronovo.ch">pronovo.ch</a>
	Efficacité énergétique des processus	Carburant/combustibles	Klik <a href="http://klik.ch">klik.ch</a>
		Électricité	ProKilowatt <a href="http://prokilowatt.ch">prokilowatt.ch</a>
			Fonds pour le climat Swiss Olympic <a href="http://swissolympic.ch/fonds-climat">swissolympic.ch/fonds-climat</a>
			Programmes cantonaux : VD, etc.
Soutiens, conseils et diagnostics	Installations techniques/ processus		PEIK <a href="http://peik.ch">peik.ch</a>
		Enveloppe du bâtiment	CECB <a href="http://cecb.ch">cecb.ch</a>
	Chauffage	Conseil « chauffez renouvelable » <a href="http://chauffezrenouvelable.ch">chauffezrenouvelable.ch</a>	
	Soutien à la mise en œuvre	PEIK	
		Plateforme/agrégateur d'information par commune <a href="http://francsenergie.ch">francsenergie.ch</a>	

## 7.2 Remboursement de la taxe CO<sub>2</sub>

Dans le cadre de la nouvelle loi sur le CO<sub>2</sub>, entrée en vigueur au 01.01.2025, sous réserve de l'ordonnance définitive (automne 2024), le remboursement de la taxe CO<sub>2</sub>, actuellement réservé à certaines branches, sera ouvert à toute entreprise.

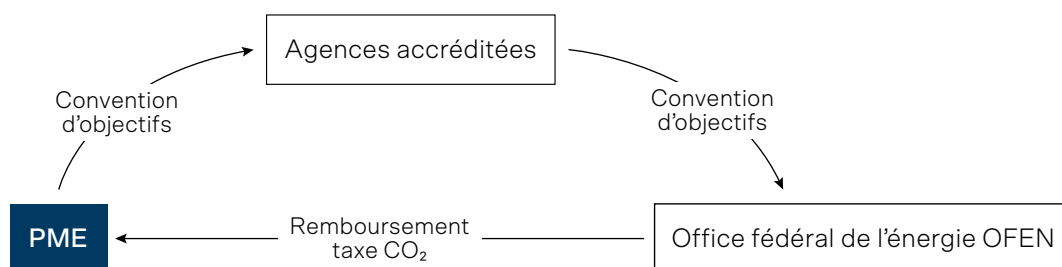
Le principe du remboursement de la taxe CO<sub>2</sub> est que l'entreprise, à travers une convention d'objectifs (CO), s'engage à réduire ses émissions de CO<sub>2</sub> par des mesures d'efficacité énergétique en échange du remboursement de la taxe CO<sub>2</sub>. La taxe CO<sub>2</sub> (tarif actuel 120 CHF/t. CO<sub>2</sub>) est prélevée sur les combustibles fossiles (mazout, propane, gaz naturel, etc.). Les carburants (diesel et essence) ne sont pas concernés.

Une convention d'objectifs peut être réalisée avec un conseiller en énergie accrédité par une des deux agences mandatées par la Confédération :

- **Act Agence Cleantech Suisse (act) :** [act-schweiz.ch](http://act-schweiz.ch)
- **Agence de l'Énergie pour l'économie (AEnEC) :** [enaw.ch](http://enaw.ch)

La convention d'objectifs doit amener un objectif de réduction de la consommation ambitieux par la mise en œuvre des mesures d'efficacité énergétique. Pour les installations golfigues ayant déjà réalisé un audit PEIK, cela peut être un moyen intéressant.

### Schéma remboursement taxe CO<sub>2</sub>



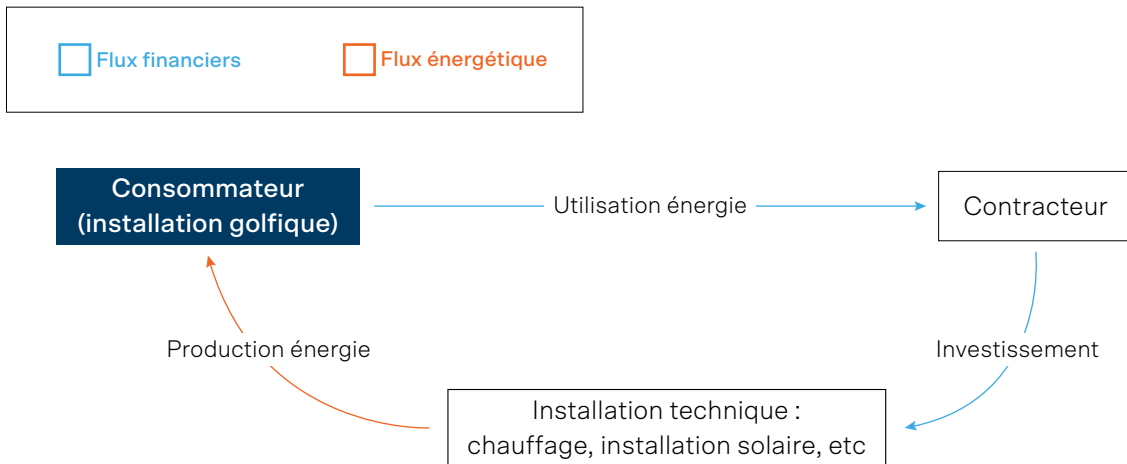


### 7.3 Contracting énergétique

Un moyen de financement possible est le contracting énergétique. Ce modèle économique est parfois utilisé dans le financement des installations de chauffage et de production d'électricité (installations photovoltaïques).

Le consommateur (installation golfique) n'investit pas dans la solution énergétique, mais verse en fonction de l'utilisation de l'énergie, un montant financier au contracteur. Le contracteur, qui n'est pas consommateur, finance l'investissement et est rémunéré par le consommateur.

#### Modèles du contracting énergétique



## 8. Conclusion

Une infrastructure golfique typique se compose, outre le parcours et le terrain proprement dits, de bâtiments d'entretien et de maintenance avec le parc de machines nécessaires à l'entretien du parcours et du terrain, d'infrastructures golfiques (local chariots et caddies, local à balles, espaces d'entraînement à l'air libre et/ou couverts voire fermés, etc.), d'infrastructures sportives (vestiaires, sanitaires, bureaux/secrétariat, etc.) ainsi que d'espaces de détente et restauration (salon, salle à manger, terrasse, cuisines, chambres froides, stockage). Une installation golfique est exploitée de manière saisonnière dans la plupart des cas (avril – octobre), la saison d'hiver étant généralement peu propice en raison du gel et de la neige à la pratique du golf en Suisse, sauf peut-être au Tessin et dans certains endroits peu exposés. La vie d'une installation golfique est donc rythmée par l'influence du climat sur le parcours de golf.

Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'utilisation de l'énergie de la branche sont estimées à 8'245 t. CO<sub>2</sub>/an (89 infrastructures golfiques suisses) pour une charge écologique liée à l'énergie de 18.4 mia UBP. Une installation golfique émet env. 92 t.CO<sub>2</sub>/an dont les ¾ dans les carburants et combustibles fossiles.

Les mesures d'efficacité énergétique identifiées, issues de la synthèse des rapports PEIK réalisés dans 5 exploitations golfiques pilotes, montrent que le potentiel de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> s'élève à 45 t.CO<sub>2</sub>/an (env. 50% des émissions annuelles moyennes) par des mesures chiffrables et implémentables.

Pour atteindre le net zéro, il est nécessaire de déployer d'autres mesures d'efficacité énergétique non-identifiées dans le conseil énergétique PEIK. Ces mesures touchent les émissions de CO<sub>2</sub> restantes dans le parc machines d'entretien et dans le bâtiment (assainissement de l'enveloppe).

L'atteinte de l'objectif net zéro sur les scopes 1 et 2 nécessite une priorisation des efforts et des mesures d'efficacité énergétique. Dans un horizon court terme (2024–2026), il est fortement recommandé de réaliser des analyses énergétiques et de mettre en œuvre les mesures d'optimisation énergétique simples.

Dans une deuxième phase, il est recommandé d'électrifier la partie la plus facile du parc machines (tondeuses électriques autonomes fairways), de réaliser une installation solaires thermiques afin de couvrir le besoin

de chaleur estivale et une installation photovoltaïque. La dernière phase concerne l'assainissement des bâtiments et l'électrification du parc machines restant qui doit être réalisée en dernier.

Pour atteindre le net zéro avec un coût financier le plus faible et une efficacité la plus élevée possible, il est très important de suivre le calendrier, car des mesures de la dernière phase peuvent interférer dans les mesures de la première phase (par exemple surdimensionnement d'un producteur de chaleur sans avoir mis en œuvre les mesures d'optimisation). De nombreux moyens de financement et de soutien existent pour financer en partie les mesures d'efficacité énergétique avec un capital financier limité.

En conclusion, la neutralité des émissions de CO<sub>2</sub> visée par la branche est très ambitieuse, mais « techniquement » réalisable à un horizon 2035 pour autant que la mise en œuvre des mesures respecte le planning de réalisation préconisé.

## 9. Sources

- Liste des principaux fluides frigorigènes, OFEV, septembre 2020 [bafu.admin.ch](http://bafu.admin.ch) → Thèmes → Thème Produits chimiques → Informations pour spécialistes → Disposition et procédures → Fluides frigorigènes
- Programme bâtiments, [leprogrammebattiments.ch](http://leprogrammebattiments.ch)
- Oekobilanz (base de données 2021), KBOB, conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics KBOB, [kbob.admin.ch](http://kbob.admin.ch)
- ESU-services GmbH, Fachtagung Pusch, EAWAG Dübendorf 29.10.2014, N.Jundbluth
- Plan d'action durabilité – Efficacité et rentabilité – Manuel pour les clubs de golf et les exploitant-es de parcours, Swiss Golf, 2021
- Oekobilanzierung und Oekoeffizienzanalyse (SEBI) für sechs GEO-zertifizierte Golfplätze von Swiss Golf und Abschätzung der Umweltwirkung der Schweizer Golffläche, Umtec Technologie AG, T.Pohl, 05.10.2021

## 10. Annexes

### 10.1 Coefficient CO<sub>2</sub> / UBP

Les coefficients suivants pour convertir les agents énergétiques en équivalent CO<sub>2</sub> ainsi qu'en unité de charge écologique (UBP):

Agent énergétique	Équivalent [kg CO <sub>2</sub> /kWh]	Source	UBP [UBP / kWh]
Mazout	0.265	OFEV, facteur d'émissions	409
Électricité	0.128	Umweltbilanz Strommix CH 2018	529
Diesel	0.261	OFEV, facteur d'émissions	566