



Comptabilité des émissions de gaz à effet de serre :
Télesiège des Chaudannes (TSD6)

Les Karellis -juin 2026



Au-delà de ce projet, il est important de préciser que la destination Karellis est unique dans l'univers alpin : un fonctionnement collectif basé sur 100% de lits chauds (résidences de vacances) et un lien fort entre les acteurs du territoire.

Résumé non technique

Dans le cadre de la réponse à l'avis de la MRAe (n°2026-ARA-AP-2013-N11357), une étude complémentaire des émissions de gaz à effet de serre (GES) a été réalisée pour le projet de remplacement du télésiège des Chaudannes sur le domaine skiable des Karellis. Cette étude couvre l'ensemble du cycle de vie du projet : fabrication des matériaux, transport, chantier, exploitation et fin de vie de l'appareil existant.

Le périmètre intègre trois composantes : le nouvel appareil de remontée mécanique (TSD6 d'occasion remis à neuf, pylônes, câble et gares), les bâtiments d'exploitation des gares G1 et G2, et la ligne électrique (1 350 ml). L'étude prend également en compte les émissions liées au démantèlement du télésiège existant.

Le total est de 485,3 T CO_{2EQ} pour l'infrastructure et 19,7 T CO_{2EQ} pour son exploitation annuelle.

Les matériaux représentent le poste dominant avec 245,7 T CO_{2EQ}, soit 51 % du bilan total de construction. Ce résultat s'explique principalement par les matériaux neufs des bâtiments de gare (72, T CO_{2EQ}), les équipements de la remontée mécanique en comptabilisant le réemploi (139,6 T CO_{2EQ}) et le câble électrique HTA aluminium (33,8 T CO_{2EQ}). L'utilisation d'un appareil de remontée mécanique d'occasion remis à neuf a permis de réduire significativement ce poste : à titre de comparaison, un appareil neuf équivalent aurait généré environ 250 T CO_{2EQ} supplémentaires sur ce seul poste.

La fin de vie de l'appareil existant représente 141,4 T CO_{2EQ} (29 % du total), dont 139,0 T CO_{2EQ} liés au démantèlement et à l'évacuation du TSF4 datant de 1988. Ce poste est inhérent à toute opération de remplacement d'infrastructure de remontée mécanique et ne peut être évité. La décision d'araser les massifs de fondation des pylônes plutôt que de les extraire limite néanmoins l'impact de ce poste.

L'héliportage représente 44,0 T CO_{2EQ} (9 % du total), lié au coulage du béton des fondations de pylônes en haute altitude et au montage de la ligne. Les trajets de chantier (33,4 T CO_{2EQ}) et les terrassements (2,0 T CO_{2EQ}) sont des postes secondaires, reflétant la faiblesse des volumes terrassés (590 m³ à l'équilibre) et l'utilisation des pistes 4x4 existantes.

Le détail des calculs, matériaux pris en compte et hypothèses sont présentées dans ce rapport.

Ce rapport a été réalisé en juin 2026 avec les hypothèses et informations disponibles avec le tableau V9.2 du bilan carbone de l'ADEME-ABC.

L'incertitude globale sur la base des données transmises est de 16% sur le résultat.

Table des matières

Résumé non technique	1
I. Contexte de l'étude de bilan d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) et méthodologie de calcul	3
II. Périmètre du projet.....	5
A. Flux et implantation sur le domaine skiable	5
B. Périmètre du bilan carbone.....	8
III. Résultats de l'étude des émissions de gaz à effet de serre	9
IV. Détails et hypothèses des calculs de bilan d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES)	10
A. Outils utilisés pour réaliser les calculs de bilan carbone	10
B. Données d'entrées des calculs	11
C. Comparaison par rapport à l'état passé : TSF4 et TSD6	20

I. Contexte de l'étude de bilan d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) et méthodologie de calcul

La Régie Autonome des Remontées Mécaniques (RARM) des Karellis souhaite remplacer le TSD 4 places des Chaudannes par un TSD 6.

Le présent document fait écho à l'avis délibéré de la mission régionale d'autorité environnementale sur le remplacement du télésiège des Chaudannes par la RARM des Karellis sur la commune de Montricher- Albanne.

Le présent document propose, en complément des autres études environnementales réalisées, de quantifier les émissions de gaz à effet de serre du projet et de répondre aux enjeux « Changement climatique » du dossier.

Ce document présente les hypothèses et les résultats des calculs.

Ce bilan d'émissions de gaz à effet de serre porte sur la version du projet de juin 2026.

La méthode utilisée pour calculer le bilan carbone de ce projet est celle de **l'ADEME : le bilan carbone. La version 9.0 a été utilisée pour ces calculs.**

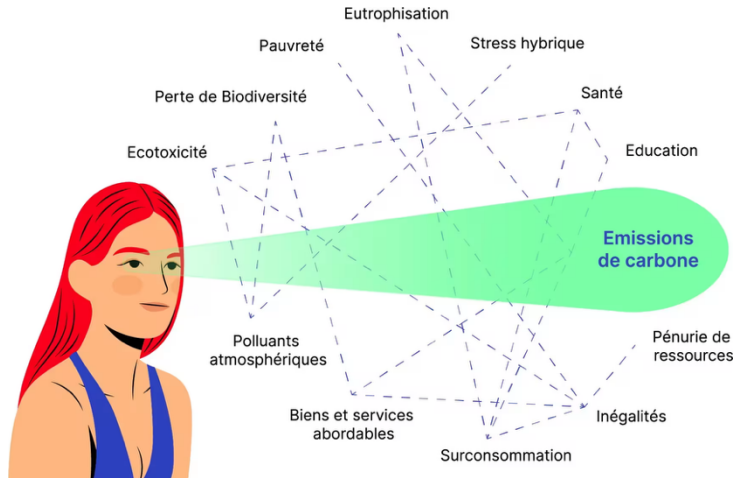
Cette méthode, régulée par l'État et l'ADEME, permet de quantifier de manière scientifique les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines. Dans le cas de la méthode « Bilan Carbone », on utilise la formule suivante :

$$GES_1 = Donnée\ d'activité_2 \times FE_3 \times PRG_4$$

1. GES : Gaz à effet de serre, c'est-à-dire les émissions en tonne de CO₂ équivalent
2. Donnée d'activité : exemple : quantité d'électricité pour faire fonctionner le TSD des 3 vallées
3. FE (facteur d'émission) : facteur de conversion d'une donnée d'activité en quantité de gaz émise
4. PRG du gaz étudié : Pouvoir de Réchauffement Global du gaz étudié permet de quantifier l'impact climatique dont l'unité est la tonne équivalent dioxyde de carbone noté tonne CO₂ équivalent

C'est cette équation qui permet de transformer les données transmises par la RARM des Karellis et ses partenaires en tonne équivalent CO₂, écrit T CO₂EQ.

Attention, une étude de bilan carbone ne prend en compte que les émissions de gaz à effet de serre, et ne doit pas annihiler les autres impacts sur l'environnement.



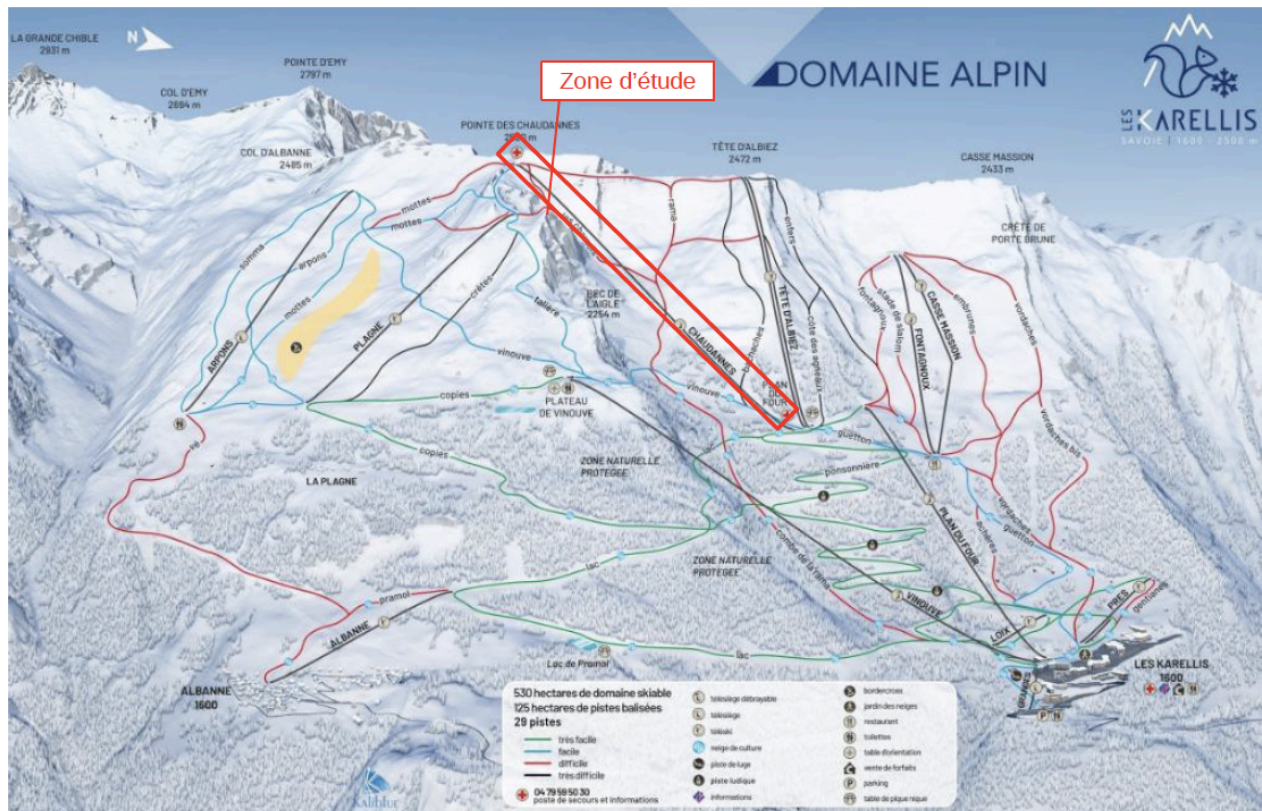
II. Périmètre du projet

Avant de réaliser les calculs d'émissions de GES, il est important de définir le périmètre touché par ce projet de remplacement du TSD4 des Chaudannes :

- Évolution de la fréquentation de la destination (exploitation l'été)
- Démontage du TSF existant
- Terrassement, déblais et remblais
- Réemploi ou achat « neuf » d'un TSD6 pour le projet
- Création des gares G1 et G2
- Création d'un réseau électrique
- Exploitation des infrastructures
- Fin de vie des infrastructures

A. Flux et implantation sur le domaine skiable

La carte ci-dessous illustre l'emplacement du TSF actuel et futur TSD des Chaudannes :



L'appareil existant (TSD4), et le projet de télésiège débrayable 6 places, sont en 2^{ème} rideau sur le domaine skiable : le débit est conditionné par le débit des appareils situés dans les

altitudes inférieures, appareils qui permettent de « monter » les skieurs vers la partie supérieure du domaine skiable.

Hiver :

Argument	Justification	Source / Référence
Débit maintenu à 1 500 p/h	Identique au TSF4 actuel (1 520 p/h théorique)	Étude d'impact / Avis MRAe §1.2
Appareil en 2ème rideau	Pas d'accès direct depuis le bas de station — la fréquentation dépend du débit des appareils de 1er rideau qui restent inchangés	Architecture du D. S
Réduction du temps de montée	12 min → 6 min réelles, mais le débit horaire plafonné par les appareils amont/aval limite l'effet d'induction	Avis MRAe §2.1
Nombre de passages/skieur/jour	Peut théoriquement augmenter (même skieur, plus de rotations) mais reste contraint par la capacité globale du domaine et la fatigue physique	Hypothèse conservative retenue

Conclusion hiver : fréquentation supplémentaire non significative sur la destination.

L'augmentation du nombre de passages par skieur est possible (plus de rotation des skieurs sur la partie haute du domaine skiable). En revanche elle ne génère pas d'émissions supplémentaires liées aux déplacements vers la station (le nombre total de visiteur est limité par l'appareil en 1^{er} rideau).

L'hiver, le changement de cette remontée mécanique n'a donc pas d'impact sur le potentiel de skieur au départ du front de neige des Karellis.

Été :

Actuellement le TSF 4 ne fonctionne pas en été. Comme précisé dans la réponse rédigée par MDP, « *l'exploitation estivale du TSD Chaudannes Express n'est pas prévue* ».

« *L'étude d'impact tente toutefois de proposer une analyse éventuelle d'une exploitation estivale (...)* :

- *Exploitation estivale un jour par semaine soit 7 jours à la saison, avec un débit moyen de 500 personnes/jour cela représente 3500 personnes sur la saison d'été* ».

Facteur clé de changement	Justification	Source / Référence
Exploitation uniquement avec TS Plan du four	Architecture et plan des pistes	Réponse MDP
Ouverture	1 jour/ semaine soit 7 jours par saison été	Site internet des Karellis
Débit journée estivale	Estime à 500 p/jour, maximum 700 p/jour.	Réponse MDP
Fréquentation estivale induite	Environ 3500 passages/saison, maximum 4900 passages/saison.	

La fréquentation estivale étant corrélée à la fréquentation totale de la destination et sans évolution des nuitées, les émissions liées à l'augmentation de la fréquentation de la destination sont nulles car déjà considérée dans les déplacements actuels des vacanciers vers les Karellis.

B. Périmètre du bilan carbone

La cartographie des flux du projet est la suivante :



Pour chacun des flux identifiés, ce document détaille les émissions de gaz à effet de serre : extraction des matières premières pour la remontée mécaniques, matériaux pour le bâtiment, terrassement des engins de chantier ...

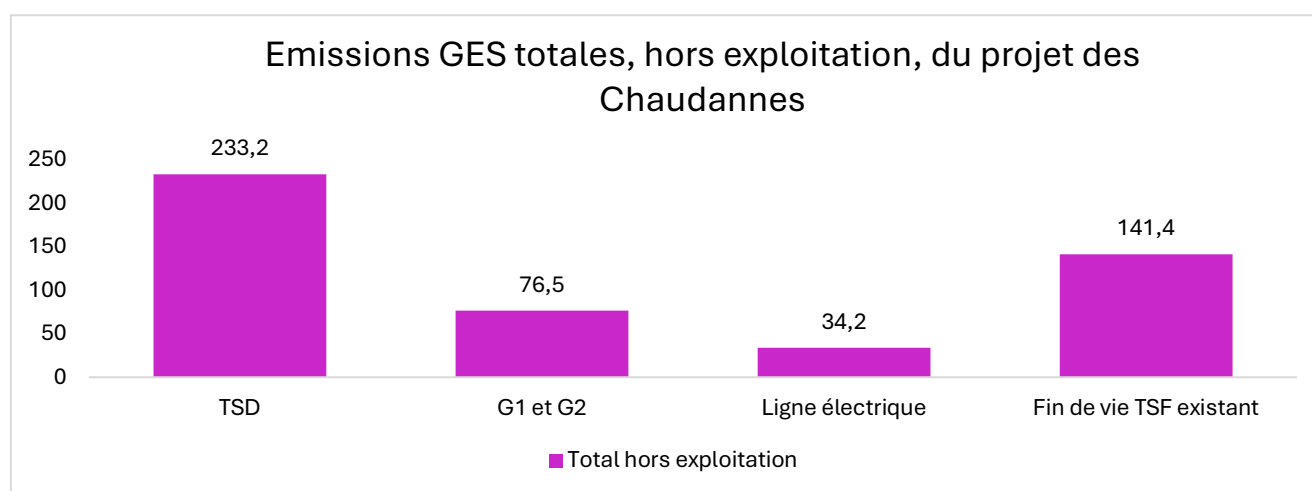
Compte tenu de l'avancement du projet, tous les détails ne sont pas connus avec certitude : des hypothèses sont prises pour calculer le bilan carbone de tous les flux.

III. Résultats de l'étude des émissions de gaz à effet de serre

Les émissions liées à l'implantation via réemploi d'un nouveau télésiège débrayable 6 places sont de **485,3 T CO₂EQ** réparties de la manière suivante :

Poste	TSD - RM	G1 et G2	Ligne électrique	TSF existant
Matériaux	139,6	72,3	33,8	
Fret	15,4	4,2	0,4	1,2
Héliportage	42,8			1,2
Trajets chantier	33,4			
Terrassement	2			
Déchets générés - fin de vie				139
Total (hors exploitation annuelle)	233,2	76,5	34,2	141,4
Exploitation et maintenance	19,2	0,5		10,4

Les émissions d'exploitation du projet sont de 19,7 T CO₂EQ par an contre 10,4 T CO₂EQ pour le TSD actuel.



IV. Détails et hypothèses des calculs de bilan d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES)


A. Outils utilisés pour réaliser les calculs de bilan carbone

Le bureau d'études Damoé utilise la méthode « Bilan carbone » développée par l'ADEME (version 9.0 mise à jour en avril 2025). Il s'agit de la méthode réglementaire développée par l'État Français pour la réalisation de bilan d'émission de gaz à effet de serre.

Bilan Carbone® V9.0 - Avril 2025

Fiche descriptive du site ou de l'activité considérée

Informations générales	
Périmètre temporel du Bilan Carbone®	2024
Année de réalisation du Bilan Carbone®	2025
Nom de l'organisation	SETAM
Nom de l'entité (site, équipe, service, ...)	SIRET
	SIREN
Prestataire éventuel réalisant le Bilan	Damoé



Informations sur l'activité	
Code NAF (format : "00.00A")	Exploitant de domaine skiable
Nature de l'activité	Exploitant de domaine skiable

Métriques pour les intensités carbone			
Libellé	Valeur	Unité	
Devisé		Euros k€	
Employés	121	ETP	
Chiffre d'affaires / Budget réel		k€	
Résultat d'exploitation / Budget fonctionnement		k€	
Résultat net / Autre budget		k€	
Unité d'œuvre (nombre et type)	1 740 000	Journées skieurs	

Fiche descriptive de la démarche

Version de la méthode Bilan Carbone® utilisée: Bilan Carbone® V9 - Janvier 2025	Nous vous rappelons que ce tableau Bilan Carbone® ne traite que l'étape de comptabilisation. Pour traiter les autres étapes, nous vous invitons à utiliser d'autres outils, comme le Bilan Carbone® +.
Version de l'outil Bilan Carbone®: Bilan Carbone® V9.0 - Avril 2025	
Niveau de maturité souhaité: <input type="checkbox"/> Standard	

Tableau des critères du niveau Standard			
Étape de la démarche	Nom du critère	Critère du niveau souhaité	Validation
Pilotage	A - Implication hiérarchique	A2: Un.e membre de la direction est en charge de la démarche. Un coordinateur ou une coordinatrice est nommé.e en interne : il ou elle pilote la démarche, puis est responsable de la construction, mise en œuvre et suivi du plan de transition. Les principales fonctions opérationnelles concernées par le plan de transition, participent également à sa construction.	<input checked="" type="checkbox"/>
	B - Formation de l'équipe projet de l'orgar	B2: Le.la coordinateur.ice et les chargés opérationnels (internes ou externes) sont formés.es à la méthode Bilan Carbone®.	<input checked="" type="checkbox"/>
	C - Conformité des outils	C2: Le Bilan Carbone® est réalisé avec les outils de l'ABC (logiciel ou tableau Bilan Carbone®), ou, à défaut, par un outil conforme à la méthode Bilan Carbone®.	<input checked="" type="checkbox"/>
	D - Renouvellement du Bilan Carbone®	D2: Le renouvellement s'effectue à minima tous les 4 ans.	<input type="checkbox"/>
Périmètre	E - Périmètre opérationnel	E2: Le périmètre opérationnel comprend toutes les émissions directes et indirectes de l'organisation.	<input checked="" type="checkbox"/>
	F - Identification des sources d'émissions	F2: L'identification des sources d'émissions doit se faire via une cartographie des flux.	<input checked="" type="checkbox"/>
	G - Identification des risques physiques et	G2: L'organisation identifie les risques lui étant spécifiques, et formalise un lien avec la cartographie des flux pour problématiser les vulnérabilités.	<input type="checkbox"/>

Les facteurs d'émissions, notamment pour les éléments de construction, sont issus de la base carbone de l'ADEME et de la base INIES.

Concernant les matériaux utilisés pour la construction, les valeurs environnementales par défaut ont été utilisées. A ce stade de l'étude, la référence exacte de certains matériaux utilisés n'est pas connue. L'utilisation des valeurs par défaut permet donc de considérer les impacts environnementaux des matériaux avec un calcul plus sévère.

B. Données d'entrées des calculs

Les calculs sont divisés en 2 parties :

- 1- Le TSD (ligne, pylônes, siège et gare)
- 2- Les locaux de commande, bâtiments et aménagements annexes (dont tranchée électrique)

En juin 2026 quand l'étude est réalisée par Damoé, voici les détails sur la future ligne :

- TSD 6 places
- 1700 mètres de longueur de ligne
- 13 pylônes avec 20 m³ de fondation par unité et 15 m³ de béton
- 90 véhicules
- Local G1 de 32 m², sur une plateforme de 2 280 m²
- Local G2 de 53 m² sur une plateforme de 1 037 m²
- Un terrassement « au global de 1,2 ha, 590 m³ de déblais- remblais à l'équilibre- Les 3 300 m² annoncé dans l'EI p 86 ne correspondent qu'à la somme de terrassements des gares et à l'emprise des pylônes. Les 1,2 ha correspondent à l'emprise totale des zones remaniées, comprenant les plateformes des gares, la tranchée pour le réseau électrique, l'implantation des pylônes et les bâtiments associés aux gares ».
- Tranchée et ligne électrique enterrée de 1 350 mL

Matériaux pour le TSD 6 places

Au moment du calcul du bilan carbone, le constructeur n'a pas été désigné. Les détails précis sur les machines, provenance ou assemblage des pièces du TSD6 ne sont pas connus. Des estimatifs et ratios, issus de projets similaires et récents, ont été utilisés.

Les ratios, et les totaux de matériaux sont les suivants :

Infrastructure	Poids moyen (T/unité)		Poids total estimé	Neuf ou réemployé
Infrastructure gares uniquement hors locaux (béton)	190,000	t/gare	440 T	Réemploi
Infrastructure gares uniquement hors locaux (Acier)	35,000	t/gare	80 T (dont moteur)	Réemploi
Infrastructures pylônes (béton)	15 m ³ soit 36 T	t/massif	468 T	Neuf
Câble	0,008	t/ml	13,6 T	Neuf
Pylônes (acier)	4,200	t/pyl	62,4 T	Réemploi
Véhicules	0,700	t/véh	63 T	Neuf

Soit au total :

Somme de Total (T)		
Étiquettes de lignes	Neuf	Réemploi
Acier	13,6	142,4
Béton	468	440
Véhicule		63
Total général	481,6	645,4

Actuellement, le projet des Karellis est de racheter un TSD6 de seconde main. Avec cette hypothèse les matériaux « neufs » sont les suivants :

- **468 T pour les massifs de béton des pylônes (15 m³ par pylône soit 195 m³ au total) – type XF2**
- **13,6 T de câble (hypothèse d'un câble neuf)**

Le reste des matériaux est réemployé depuis le TSD racheté par les Karellis. Il n'y a donc pas d'émissions liées à la fabrication.

Production des matériaux neufs

Le projet nécessite :

- 195 m³ de béton neuf type XF2 ou 468 T
- 13,5 T d'acier (hypothèse de 15% de recyclé, en lien avec les principaux constructeurs RM)

Soit des émissions de 139,6 T CO_{2EQ} pour les matériaux neufs du projet.

Provenance et acheminement pour les matériaux du TSD

Deux hypothèses coexistent :

- Acheminement du TSD6 depuis sa station « d'origine » ; station encore inconnue mais hypothèse de 150 km
- Acheminement des matériaux neufs
 - o Béton depuis centrale béton à Saint Jean de Maurienne (21 km du chantier)
 - o Câble acier depuis Montmélian à 80 km du chantier

Le total pour l'acheminement des matériaux du TSD sur le site du chantier (hors hélicoptage) est de 107 726 T.km pour tous les matériaux du TSD 6. Soit 15,4 T CO_{2EQ}.

Pour la mise en place de la ligne, l'héliportage est indispensable. Pour le calculer les hypothèses sont les suivantes :

- Installations des 13 pylônes via un usage d'hélicoptère
 - o 6 rotations par pylône (donnée du cabinet Éric) et 2 minutes par rotation
- Besoin d'héliportage pour les fondations des pylônes P1 à P13
 - o Soit $13 \times 15\text{m}^3$ de béton à héliporter, soit 468 T
 - o Béton acheminé jusqu'à la G1 en véhicule roulant puis en hélicoptère pour les massifs béton
 - o Les hélicoptères de chantier acheminent généralement 1T de béton par rotation. Une rotation « béton » est estimée à 7 minutes entre la gare G1 et le massif du pylône

Donc au total :

- Environ 160 minutes d'héliportage pour les pylônes (2h40)
- Environ 55 heures pour l'héliportage du béton des massifs des pylônes

L'héliportage pour la construction et le montage de la ligne RM (massifs et pylônes) consomme environ 13 920 L de kérosène. Soit 42,8 T CO_{2EQ}.

Données construction des locaux annexe et commande : matériaux, provenance et acheminement

Données d'entrées des bâtiments

- Local G1 de 32 m², sur une plateforme de 2 280 m²
 - o 80 m³ de béton pour les fondations soit 192 T
- Local G2 de 53 m² sur une plateforme de 1 037 m²
 - o 120 m³ de béton pour les fondations soit 288 T

La gare RM a déjà été prise en compte dans le calcul associé à la remontée mécanique. Ce paragraphe ne traite que des bâtiments.

Compte tenu des surfaces modestes des bâtiments et sans détail à ce stade du projet, on fait les hypothèses suivantes pour les bâtiments :

- local de commande est en structure béton,
- avec une toiture métallique
- bardage pierre (jusqu'à 1,20 mètre) puis en bardage métallique.
- isolation extérieure de 40cm, d'un Placoplatre et d'un sol en PVC, avec 1 radiateur.

D'après des projets comparables et à l'aide de la RE2020, on peut estimer que la construction émet environ 820 kg CO₂EQ/m², y compris les fondations « spéciales » comme dans ce projet.

Soit une estimation de 27,2 T CO₂EQ pour la gare G1 et 45,1 T CO₂EQ pour la gare G2.

Le détail des quantitatifs estimés des matériaux est détaillé en annexe de ce document.

Sans avoir de détails sur les références précises utilisées dans le cadre du projet, les valeurs environnementales par défaut de la base INIES ont été utilisées.

Ces valeurs par défaut sont, dans l'immense majorité, les valeurs avec les plus forts impacts environnementaux par catégorie dans la base INIES.

Le calcul est donc réalisé dans le cas le plus défavorable.

Provenance, acheminement et fin de vie pour les locaux de commande et puissance

La provenance des matériaux pour les constructions hors TSD n'est pas encore connue. L'hypothèse est prise que le béton provient de Saint Jean de Maurienne à 21 km du chantier. Pour les autres matériaux, l'hypothèse est que les matériaux sont acheminés par camion (sans héliportage) jusqu'à la G1 et la G2. La provenance **moyenne** est estimée à 150 km.

En estimant le poids des gares G1 et G2 à 1,5 T /m² construit (hors béton) avec la structure légère et sans étage. Le tonnage des matériaux est donc :

- 480 T de béton pour les fondations G1 et G2
- 127,5 T pour les autres matériaux de G1 et G2

Soit un total de 29 205 T.km pour le fret des matériaux des locaux en G1 et G2 ; 4,2 T CO_{2EQ}.

Trajets VL notamment des bureaux d'études pour le suivi de chantier, le montage

NB : les émissions liées à la maintenance sont comptabilisées dans le paragraphe « comparaison à l'existant »

Dans le cadre du projet et du suivi de chantier, des trajets en VL ont été, ou seront réalisés :

- En 2022 et 2026, 3 trajets par an entre Chambéry → Les Karellis soit 180 km pour l'aller-retour ou 2700 km pour les études préliminaires (maitrise d'œuvre, BE environnement...)
- Au moment du chantier, l'estimation est faite de 15 trajets VL par jour pour les différents corps de métiers, avec une moyenne de 50 km pour l'aller-retour durant 180 jours ouvrés. Cela représente environ 135 000 km.

Le total est de 137 700 km.

L'hypothèse de consommation des VL est de 9 L / 100 km (valeur moyenne entre des véhicules 4x4 et des VL légers).

Au total c'est **12 393 L de carburant qui sont consommés pour la gestion du chantier du TSD6 Chaudannes express et des bureaux d'études. Soit 33,4 T CO_{2EQ}.**

Données ligne électrique

Les émissions de GES d'un câble HTA et accessoires de tranchées sont de 25 kg CO_{2EQ} par mL on estime les émissions « matériaux » à 33,8 T CO_{2EQ}. Le transport peut être estimé à environ 0,4 T CO_{2EQ} avec une provenance moyenne de 150 km.

Données mouvement de terre : remblais déblais et fouille de génie civil

Les hypothèses de déblais-remblais été transmises par MDP consulting et validée par le cabinet Éric (maitre d'œuvre du projet). Les détails sont les suivants :

- G1 : Terrassement, génie civil et fouilles= 710 m³ sur 2280 m²
- G2 : 370 m³ sur 1037 m²
- Ligne : sur une base de 13 pylônes à raison de 20 m³ soit 260 m³
- Tranchée électrique de 1350 mL

La réponse de la MRAE note les éléments suivants :

« Un terrassement « au global de 1,2 ha, 590 m³ de déblais- remblais à l'équilibre- Les 3 300 m² annoncé dans l'EI p 86 ne correspondent qu'à la somme de terrassements des gares et à l'emprise des pylônes. Les 1,2 ha (ou 12 000 m²) correspondent à l'emprise totale des zones remaniées, comprenant les plateformes des gares, la tranchée pour le réseau électrique, l'implantation des pylônes et les bâtiments associés aux gares ».

Pour les travaux de terrassement, on fait l'hypothèse du travail d'une pelle mécanique avec un godet de 1,5 m³ et d'un tombereau d'un volume de 25 m³ et d'une pelle araignée 12T avec un godet 0,6 m³.

Pour calculer le rendement horaire d'une pelle mécanique, différentes équations théoriques existent :

$$\text{rendement horaire} = \text{capacité godet} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{rendement horaire} \\ = \text{capacité godet} \times 100 \times \text{coefficient de remplissage} \times \text{effice moyenne humaine} \end{aligned}$$

En fonction des hypothèses de travail, on peut considérer qu'une machine à un rendement horaire d'environ 70 fois la taille de son godet.

En faisant l'hypothèse que la pelle classique utilisée fait entre 25T et 45T, le godet moyen fait environ 1,5 m³. Soit un rendement horaire de 105 m³/heure.

La pelle araignée utilisée pour les pylônes et G2 a un godet de 0,6 m³, soit un rendement horaire d'environ 42 m³/heure selon les hypothèses détaillées ci-dessus. En considérant le terrassement comme particulièrement accidentogène et technique, l'hypothèse du rendement horaire de la pelle est estimée à 30 m³/heure.

En synthétisant les informations les données sont donc :

Poste	Surface	Volume	Type engin	Rendement engin	Consommation (L/h)	H de travail
Plateforme gare G1	2 280 m ²	710 m ³	Pelle classique	105 m ³ /h	28 L/ h	7 heures
Plateforme gare G2	1037 m ²	370 m ³	Pelle araignée	30 m ³ /h	11 L/h	13 heures
Pylônes	130 m ²	260 m ³	Pelle araignée	30 m ³ /h	11 L/h	9 heures
Tranchée électrique	1 350 mL soit environ 4 000 m ² d'emprise	Section 0,7x0,7 soit 0,49 m ³ / mL Total de 662 m ³	Pelle classique	105 m ³ /h	28 L/ h	7 heures

Pour le terrassement des gares et pylônes, 634 L de GNR seront consommés. Soit 2,0 T CO_{2EQ}.

Les incertitudes sur les données sont considérées comme haute, soit 50% d'incertitude dans les tableurs de calcul bilan carbone de l'ADEME.

Source des hypothèses de consommation: Livre blanc construction bas carbone en France, 2021, source de consommation Fédération Nationale des Travaux Public <https://acteurspourlaplanete.fntp.fr/wp-content/uploads/2023/06/17-05-2023-livre-blanc-2023-energies-motorisations.pdf>

Démantèlement du TSF4 existant
Quantifier les matériaux et infrastructures

Le TSD 4 existant doit être démantelé. Les composants sont les suivants :

- Ligne de 1740 mètres
- 19 pylônes (arasement)
- 6 m³ de béton par massif
- 140 sièges à recycler

En utilisant les ratios de TSD4 dans la même typologie, le poids estimé des infrastructures **RM uniquement** est le suivant :

TSF	Type	T/unité	unité	Nombre	Total (T)	Fin de vie
TSF4	Infrastructure Gares (béton)	160,000	t/gare	2	320	Évacué
TSF4	Infrastructure Gares (Acier)	15,000	t/gare	2	30	Évacué
TSF4	Infrastructures pylônes (béton)	30,000	t/massif	19	570	Arasement sur place
TSF4	Câble	0,008	t/ml	1740	13,9	Évacué
TSF4	Pylônes (acier)	4,200	t/pyl	19	79,8	Évacué
TSF4	Véhicules	0,150	t/véh	140	21	Évacué
TSF4	Moteur et machines	7,500	unité	1	7,5	Évacué

Soit un total de :

- 890 T de béton (dont 570 T des massifs des pylônes)
- 123,7 T d'acier
- 21 T de véhicules
- 7,5 T de moteurs et machines

Le traitement de ces déchets (hors le béton des massifs des pylônes qui n'est pas retraité mais laissé sur place comme détaillé dans la réponse MDP) **émet 138,6 T CO_{2EQ}**.

Seuls les pylônes sont hélicoptés, à raison de 15 minutes par pylônes pour un engin consommant 240 L par heure. **La consommation pour l'hélicoptage des 19 pylônes est de 1140 L de kérosène. Soit 1,2 T CO_{2EQ} pour l'hélicoptage.**

Les 392,4 T restantes (arasement des massifs des pylônes) sont évacuées par camion jusqu'à Saint Michel de Maurienne. **Soit 1,2 T CO_{2EQ} pour le fret du démantèlement.**

Les gares sont les suivantes :

- Gare G1 cf la photo : bâtiment dalle béton, structure et bardage en bois et toiture en tôle d'une surface de 10 m² environ
- Gare G2 avec les mêmes procédés constructifs que la G1, mais d'une surface plus grande d'environ 17 m².



FIGURE 1: GARE G1 TSF 4 LES CHAUDANNES

Les gares G1 et G2 doivent être détruites pour la réalisation du projet. Compte tenu des structures légères on considère un tonnage total de 8 T par gare de déchets type DIB (bois, béton etc.) d'après des retours chantier de projets similaires.

Les matériaux des gares sont évacués en camion vers Chambéry pour un retraitement et un recyclage total en fonction des matériaux. Soit un total de 1 280 T.km pour le fret.

Les déchets générés émettent **0,4 T CO₂EQ.**

C. Comparaison par rapport à l'état passé : TSF4 et TSD6

Électricité :

Les consommations annuelles du TSF4 sont de 200 000 kWh.

Les estimations de consommation annuelle du TSD6 sont de 340 000 kWh pour la remontée. Les zones chauffées en G1 et G2 sont de 85 m². Les données de consommations électriques liées au chauffage des anciens bâtiments ne sont pas connues : **sans sous comptage les consommations entre la RM et le tertiaire sont confondues**. Les valeurs sont donc estimées.

En considérant que le bâtiment est chauffé 111 jours par an (durée d'exploitation classique en hiver) et est maintenu hors gel le reste de l'année, des études à altitude et exploitation comparable ont mesurées une consommation du bâtiment d'environ 110 kWh/m²/an. L'incertitude est de 30% sur ces données.

La consommation d'électricité pour le chauffage des gares est donc d'environ 9 350 kWh pour 1 année d'exploitation.

	T GES / an	kWh RM	kWh bâtiments
Électricité actuelle /an	10,4	200 000	NC
Électricité projet /an	18,1	340 000	9 350
Maintenance actuelle	1,6		

Maintenance :

Les émissions liées à la maintenance ont été estimées via des maintenances de TSD similaires :

- 5 J de maintenance par an des mécaniciens, soit 5 allers-retours. La distance est estimée à 15 km entre les ateliers et les gares soit 30 km par trajet.
- 3 J de maintenance par an les électriciens, soit 3 allers-retours à raison de 30 km par trajet.

En considérant une moyenne de 30 km, aller-retour, par trajet, la maintenance engendre 240 km de trajet en VL par an, **soit environ 20 L de gazole pour la régie des Karellis.**

En considérant également un « forfait pièce » pour la maintenance du TSD de 1,6 T CO₂EQ correspondant à environ 4 000€ de pièces mécaniques et électroniques pour la maintenance « classique », hors grande inspection.

**L'exploitation de l'installation existante émet 10,4 T CO₂EQ par an.
Les estimations sur le projet du TSD6 Chaudannes express projettent des émissions liées à l'exploitation de 18,1 T CO₂EQ par an. La maintenance elle est d'environ 1,6 T CO₂EQ par an.**