

ANNEXE 6 : CALCUL DES ESTIMATIONS D'ÉMISSIONS DE CO₂EQ (KARUM)

1.1. PHASE TRAVAUX

ÉMISSIONS LIÉES AU DÉMONTAGE DE L'ANCIENNE REMONTÉE MÉCANIQUE

Le démontage de l'ancienne remontée mécanique est émetteur de GES. En effet, il est souvent nécessaire d'utiliser des engins de chantier souvent très émetteurs et pratiquement systématiquement un hélicoptère pour le retrait, notamment des pylônes.

ÉMISSIONS LIÉES À L'UTILISATION DE L'HELICOPTÈRE

Les hélicoptères sont généralement alimentés au carburant de type JetA1 dont le facteur d'émission est de 3 kg_{CO2}/l_{JetA1}¹. La consommation de JetA1 dépend du type d'hélicoptère utilisé :

- > Hélicoptère type Super-Puma : entre 500 et 800 l/h² ;
- > Hélicoptère type B3 : 180 l/h³.

En considérant les informations ci-dessus et le nombre d'heures d'utilisation de l'hélicoptère, le calcul d'émissions de GES est le suivant.

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ Super-Puma (kgCO}_2\text{e)} = 800 \text{ (l/h)} * \text{nb heures d'utilisation (h)} * 3 \text{ (kgCO}_2\text{/l}_{\text{JetA1}})$$

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ B3 (kgCO}_2\text{e)} = 180 \text{ (l/h)} * \text{nb heures d'utilisation (h)} * 3 \text{ (kgCO}_2\text{/l}_{\text{JetA1}})$$

ÉMISSIONS LIÉES À L'UTILISATION DES ENGINS DE CHANTIER

Le calcul des émissions de GES des engins de chantier nécessite de connaître le nombre d'heures d'utilisation ainsi que la consommation de carburant de chaque engin. En considérant un facteur d'émission (FE) des engins de chantier au Gazole Non Routier (GNR) de 3,17 kg_{CO2}/l_{GNR}⁴ et une consommation de carburant d'environ 10 l/h pour un camion-grue.

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ (kgCO}_2\text{e)} = 3 \text{ ou } 10 \text{ (l/h)} * \text{nb heures d'utilisation (h)} * 3,17 \text{ (kgCO}_2\text{/l}_{\text{GNR}})$$

ÉMISSIONS LIÉES À LA PRODUCTION DES MATÉRIAUX NÉCESSAIRE À LA RÉALISATION DU PROJET

La production des matériaux nécessaires à la réalisation des travaux est une partie importante des émissions de GES du projet en phase travaux.

ÉMISSIONS LIÉES À LA PRODUCTION DE L'ACIER

Le calcul des émissions de GES de la production de l'acier nécessite de connaître le poids d'acier utilisé pour le projet. En considérant un facteur d'émission (FE) de la production d'acier neuf de 2210 kg_{CO2e}/tonne ou d'acier recyclé de 938 kg_{CO2e}/tonne, le calcul est le suivant.

¹ Base Carbone ADEME, 2022.

² Faqfra.online.fr ; site d'amateurs et professionnels de l'aviation.

³ Swisshelicopter.ch

⁴ Base Carbone ADEME, 2022.

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ (kgCO}_2\text{e)} = \text{quantité d'acier (tonne)} * 2210 \text{ ou } 938 \text{ (kgCO}_2\text{/tonne)}$$

EMISSIONS LIEES A LA PRODUCTION DU BETON

Le calcul des émissions de GES du béton nécessite de connaître le poids de béton utilisé pour le projet. En considérant un facteur d'émission (FE) du béton armé de 155 kgCO₂e/tonne ou de béton type C25/30CEM II de 88 kgCO₂e/tonne, le calcul est e suivant.

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ (kgCO}_2\text{e)} = \text{quantité de béton (tonne)} * 155 \text{ ou } 88 \text{ (kgCO}_2\text{/tonne)}$$

ÉMISSIONS LIEES AUX TRAVAUX DE TERRASSEMENT

Les terrassements liés aux travaux en domaine skiable sont la plupart du temps très conséquents et émetteurs de GES. Ils peuvent correspondre aux terrassements des gares aval et amonts des remontées mécaniques, des pylônes, à des aménagements de pistes ou à l'enfouissement du réseau neige ou d'un réseau multipaire. Les émissions sont proportionnelles au nombre d'hectares terrassés.

TERRASSEMENT DE GARES, DE PYLONES OU D'AMENAGEMENT DE PISTE

Le calcul des émissions provenant des terrassements nécessite l'estimation de la quantité de carburant consommé par les engins pour la durée des travaux ou la quantité de matériaux déplacés. En considérant un facteur d'émission des engins de chantier au GNR de 3,17 kgCO₂/l_{GNR}⁵ et une consommation de carburant de 0,86 l_{GNR}/m³⁶ de matériaux transportés, le calcul des émissions est le suivant.

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ (kgCO}_2\text{e)} = \text{quantité de carburant (l)} * 3,17 \text{ (kgCO}_2\text{/l}_{\text{GNR}})$$

Ou

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ (kgCO}_2\text{e)} = \text{quantité de matériaux déplacés (m}^3\text{)} * 0,86 \text{ (l}_{\text{GNR}}\text{/m}^3\text{)} * 3,17 \text{ (kgCO}_2\text{/l}_{\text{GNR}})$$

ENFOUISSEMENT DE RESEAU NEIGE

Il est nécessaire de connaître le linéaire de réseau à enfouir pour le calcul des émissions de GES.

En considérant une consommation de carburant de 12,3 l_{GNR}/ml⁷ et un facteur d'émission de 3,17 kgCO₂/l_{GNR}⁸, le calcul des émissions est le suivant.

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ (kgCO}_2\text{e)} = \text{linéaire de réseau (ml)} * 12,3 \text{ (l}_{\text{GNR}}\text{/ml)} * 3,17 \text{ (kgCO}_2\text{/l}_{\text{GNR}})$$

ÉMISSIONS LIEES AUX TRAVAUX DE GENIE CIVIL

Les travaux de génie civil consistent à mettre en place les fondations des gares de remontée mécanique ainsi que les fondations des pylônes.

Les travaux de génie civil utilisent des hélicoptères, des chariots élévateurs dont le calcul des émissions a été décrit précédemment. Ils utilisent aussi des pelles mécaniques et de la fourniture béton qui a été acheminée sur le chantier.

⁵ Base Carbone ADEME, 2022.

⁶ Estimation de consommation de carburant sur les chantiers de la Fée et du Chalvet.

⁷ Estimation de consommation de carburant sur les chantiers de la Fée et du Chalvet.

⁸ Base Carbone ADEME, 2022.

Il a été estimé qu'une pelle mécanique consomme environ 15 l/h⁹, en considérant le facteur d'émission des engins de chantier de 3,17 kgCO₂/lGNR¹⁰ et en sachant le nombre d'heures d'utilisation :

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ (kgCO}_2\text{e)} = 15 \text{ (l/h)} * \text{nb heures d'utilisation (h)} * 3,17 \text{ (kgCO}_2\text{/lGNR)}$$

ÉMISSIONS LIEES AUX TRAVAUX DE MONTAGE DE LA NOUVELLE REMONTEE MECANIQUE

Les travaux de montage de la nouvelle remontée mécanique nécessitent les mêmes engins que pour le démontage de l'ancienne.

Les calculs d'émission sont décrits dans cette même partie.

ÉMISSIONS LIEES AU TRANSPORT DES MATERIAUX ET ENGINES VERS LE LIEU DE CHANTIER

Les matériaux et engins nécessaires aux travaux doivent être acheminés jusqu'au lieu du chantier. Le transport de tous ces éléments est émetteur de GES notamment lorsque le transport a lieu par camion.

L'acheminement des engins et matériaux sur le chantier nécessite l'utilisation de camion de transport. En utilisant le nombre de kilomètres parcouru par le(s) camion(s) et un facteur d'émission de 1,31 kgCO₂/camion/km¹¹ :

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ (kgCO}_2\text{e)} = \text{distance parcourue (km)} * \text{nb de camions} * 1,31 \text{ (kgCO}_2\text{/km/camion)}$$

1.2. PHASE EXPLOITATION

ÉMISSIONS LIEES A LA CONSOMMATION ELECTRIQUE DES REMONTEES MECANQUES

La consommation électrique d'une remontée mécanique (télésiège, télécabine, télésiège) émet du CO₂e en fonction de la puissance électrique qu'elle développe, du temps d'utilisation annuel et enfin de la provenance de l'électricité qu'elle utilise.

En France, l'électricité provient généralement du mix énergétique français. Bien que considéré comme décarbonée, l'électricité française émet tout de même du CO₂ dans l'atmosphère. Le facteur d'émission à prendre en compte dans les calculs est celui de 57 gCO₂e/kWh produit¹².

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ (gCO}_2\text{e)} = \text{Puissance électrique (kWh)} * \text{nb d'heures d'utilisation annuelle (h)} * 57 \text{ (gCO}_2\text{/kWh)}$$

ÉMISSIONS LIEES A LA CONSOMMATION ELECTRIQUE DU RESEAU NEIGE

Le réseau neige fonctionne grâce à l'électricité. Tout comme les remontées mécaniques, le fonctionnement du réseau neige est émetteur de GES. Il a été estimé que pour enneiger 1 ha de piste de ski le réseau neige consomme environ 25 000 kWh/an.¹³

⁹ Liebherr.com ou casec.com

¹⁰ Base Carbone ADEME, 2022.

¹¹ Base Carbone ADEME, 2022.

¹² Base Carbone ADEME, 2022.

¹³ Conseil général de l'Environnement et du Développement durable, Neige de culture. Etat des lieux et impacts environnementaux. Note socio-économique. 2009.

Toujours en utilisant le facteur d'émission du mix énergétique français, le calcul des émissions du réseau neige d'une zone de projet est le suivant.

$$\text{Emissions de CO2 (gCO2e)} = 25\,000 \text{ (kWh/ha/an)} * \text{nb d'hectares (ha)} * 57 \text{ (gCO2/kWh)}$$