



Autoroute A40 – Travaux d’aménagement accompagnant la mise à péage de la section Annemasse / Saint-Julien-en-Genevois

● BILAN CARBONE - RAPPORT GES
INDICE A – JUIN 2026



01356928	135	PCR	GEN	VR2+	RAP	A
N° d'affaire	Numéro	Phase	Domaine	Ouvrage, zone, ...	Type doc	Indice

BILAN CARBONE - RAPPORT GES

Indice A – Juin 2026

Indice	Date	Nature de l’évolution	Rédaction	Vérification	Approbation
A	30/06/2026	Première émission	SBI/CBE	CNG/EDE	MPZ

Maître d’Ouvrage



Autoroutes et Tunnel du Mont Blanc
1440 Route de Cluses
74130 Bonneville

Maître d’Œuvre



setec als
97/101 Boulevard Vivier Merle
CS 53324
69329 Lyon Cedex 3

SOMMAIRE

GLOSSAIRE 4

1 INTRODUCTION..... 5

1.1 CONTEXTE DU PROJET.....5

1.2 OBJECTIFS DE L’ETUDE 5

1.3 OBJET DU DOCUMENT 5

2 BILAN CARBONE – GENERALITES 6

2.1 CADRE NORMATIF ET METHODOLOGIE 6

2.2 METHODOLOGIE APPLIQUEE A L’ETUDE 6

2.3 PERIMETRE DE L’ETUDE.....6

2.4 LIMITES 6

3 HYPOTHESES ET OUTILS..... 7

3.1 PHASE DE CONSTRUCTION.....7

3.1.1 Outil G-VITE 7

3.1.2 Notion de durée de vie de référence..... 7

3.1.3 Hypothèses par poste..... 7

3.2 PHASE D’EXPLOITATION 7

3.2.1 Outil 7

3.2.2 Sources des données et hypothèses 7

4 BILAN GES DE L’OPERATION EN PHASE CONSTRUCTION 9

5 BILAN GES EN PHASE D’EXPLOITATION 11

6 SYNTHESE GLOBALE DE L’OPERATION 14

GLOSSAIRE

ACV : Analyse de cycle de vie

ADEME : Agence de la transition écologique (anciennement Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie)

AFGC : Association Française de Génie Civil

AVP : Avant-projet

BAU : Bande d'Arrêt d'Urgence

CAF : Caniveau à fente

CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

CERIB : Centre d'études et de recherches de l'industrie du béton

DBA : Double Béton Armé

DED : Donnée Environnementale par Défaut

DIOGEN : Données d'Impact pour les Ouvrages de Génie Civil

DVR : Durée de Vie de Référence

FDES : Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire

FE : Facteur d'Emission

GBA : Glissière en Béton Armé

GES : Gaz à effet de serre

GNT : Grave Non Traitée

G-VITE : Gestion des Valeurs d'Impacts pour la Transition Ecologique

INIES : Base de données de référence des déclarations environnementales et sanitaires des produits et équipements du bâtiment en France

ISD : Installation de Stockage de Déchets

MOA : Maîtrise d'ouvrage

MOE : Maîtrise d'œuvre

OA : Ouvrage d'art

OH : Ouvrage hydraulique

PL : Poids lourds (PTAC > 3,5 tonnes)

PRS : profilés reconstitués soudés

PS : Passage Supérieur

SNBPE : Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel

VL : Véhicule léger

VR2 + : Voie Réservée aux véhicules de 2 occupants et plus

UF : Unité Fonctionnelle

USIRF : Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte du projet

Le projet consiste à créer une Voie Réservée aux véhicules à deux occupants et plus (communément appelée voie de covoiturage, les véhicules à très faibles émissions y sont aussi autorisés) au sud de Genève, entre le diffuseur d'Archamps et l'échangeur A40/A41 (sens Annemasse vers la douane de Bardonnex).

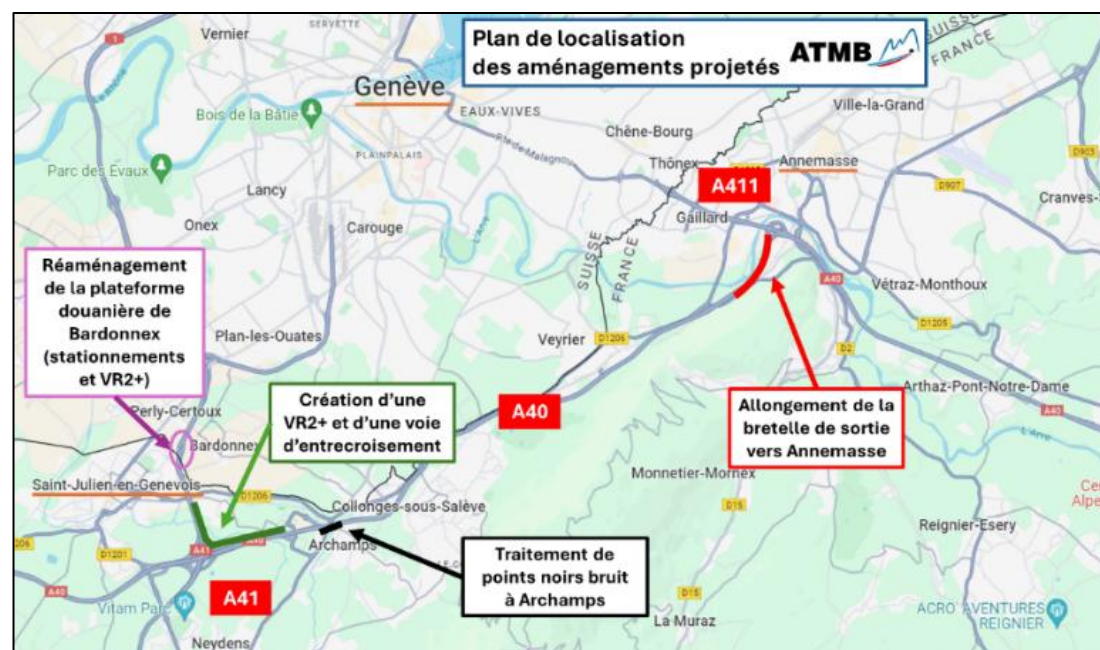


Figure 1: Plan de situation de l'opération sur l'A40

Cette voie sera non permanente, gérée de façon dynamique entre le diffuseur 13.1 d'Archamps sur A40 et le viaduc de Bardonnex, sur A41. Elle sera réservée aux véhicules autorisés lorsqu'elle est activée, c'est-à-dire pendant les périodes de saturation, et remplira les fonctions conférées à une Bande d'Arrêt d'Urgence (BAU) hors périodes de saturation du réseau autoroutier, ou lorsque des événements nécessitent la désactivation de la VR2+ (accident par exemple).

1.2 Objectifs de l'étude

Afin d'estimer l'impact carbone du projet, une évaluation des émissions Gaz à Effet de Serre (GES) est réalisée.

Les principaux objectifs de cette étude sont de présenter, au stade des études AVP :

- Un ordre de grandeur du bilan global estimé des émissions de GES du projet pour les phases construction et exploitation ;
- Les principaux postes contributeurs des émissions de GES du projet.

Cette étude a été réalisée en 3 étapes principales :

- Etape 1 : Collecte des données relatives au projet ;
- Etape 2 : Définition des hypothèses de calcul et choix des facteurs d'émission (FE) les plus pertinents ;
- Etape 3 : Calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) et interprétation des résultats.

Un bilan des émissions de gaz à effet de serre sera réalisé aussi bien sur les aspects construction / déconstruction (matière première, valorisation, réutilisation, fabrication, transport, mise en œuvre...) que sur les aspects exploitation (réduction de la vitesse de circulation...).

Le bilan de la solution « sans projet » correspondant au maintien de la situation actuelle sans création de la VR2+ sera également évalué. Il s'agit essentiellement d'un bilan correspondant de la phase exploitation.

L'objectif recherché par le maître d'ouvrage est d'évaluer le bilan des émissions de gaz à effet de serre de l'opération comparativement à la situation « sans projet ».

1.3 Objet du document

Ce rapport présente le calcul des émissions GES et l'interprétation des résultats.

La définition des hypothèses et choix de facteurs d'émission sont présentés dans la note de cadrage.

2 BILAN CARBONE – GENERALITES

2.1 Cadre normatif et méthodologie

L'évaluation des émissions de gaz à effet de serre du projet sera menée selon la **méthode ACV** (Analyse du Cycle de Vie) proposée dans le guide du Cerema « *Recommandations pour l'évaluation d'émissions de gaz à effet de serre des projets routiers* ».

Il s'agit d'une méthode normalisée qui permet d'estimer les flux de matières et d'énergies ainsi que les impacts environnementaux potentiels d'un produit ou d'un service tout au long de son cycle de vie, c'est-à-dire depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie du produit.

L'ACV compte 9 indicateurs environnementaux parmi lesquels on peut citer l'indicateur réchauffement climatique, la pollution de l'air et de l'eau, l'épuisement des ressources, etc.

Dans le cadre de la présente étude sur le projet A40 VR2+, nous proposons une évaluation sur le critère carbone : indicateur réchauffement climatique lié aux émissions de GES.

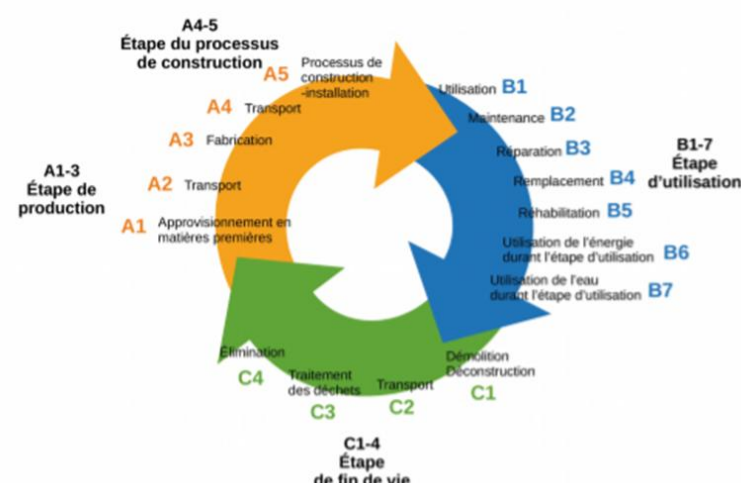


Figure 2 : Etapes du Cycle de Vie – source : CEREMA

L'évaluation environnementale du projet est justifiée par une analyse de cycle de vie monocritère sur le périmètre des émissions de gaz à effet de serre (GES).

2.2 Méthodologie appliquée à l'étude

La quantité de gaz à effet de serre d'une opération est obtenue par le produit de la quantité d'énergie, de gaz consommés, de matériaux ou d'équipements mis en œuvre d'une part et du facteur d'émission de la source d'énergie, du gaz, du matériau ou de l'équipement considéré d'autre part. A ce stade du projet, il ne peut raisonnablement pas être envisagé d'effectuer un recensement exhaustif de la totalité des sources d'émissions de GES sur toute l'emprise du projet et sur toute sa durée de vie.

Au vu du stade d'avancement du projet (stade AVP), il sera réalisé une évaluation des émissions de GES du projet présentant des degrés de précision divers qui sont directement liés au degré de précision des données du projet disponibles. Cette évaluation vise à mettre en lumière les principaux postes contributeurs d'émissions des phases de réalisation des aménagements et de fonctionnement de l'opération.

Les données utilisées seront issues des quantités de la phase AVP.

2.3 Périmètre de l'étude

La liste des postes émetteurs pris en compte (données disponibles et suffisantes) pour la phase de construction est donnée ci-après :

- Dégagement des emprises ;
- Les travaux de terrassement ;
- Les travaux d'assainissement ;
- Les travaux d'ouvrage d'art ;
- Les travaux de chaussées ;
- Les équipements d'exploitation et de sécurité ;
- L'aménagement d'environnement

La liste (non exhaustive) des postes émetteurs non pris en compte (données non disponibles, peu précises, forfaitaires ou négligeables à l'échelle du projet) pour la phase de construction est donnée ci-après :

- Etudes (MOE, études spécifiques, MOA, ...)
- Les déplacements de personnel intervenant dans le cadre des travaux ;
- Installations de chantier ;
- Dépose de signalisation et portiques ;
- Déplacement des réseaux ;
- Raccordements ;
- Equipements de télécommunication (réseaux, vidéo...) ;
- Aménagements écologiques (hors plantation) ;

Toutefois, ces postes ne représentent la part majoritaire des émissions de la phase travaux.

Pour le présent bilan on fait l'hypothèse que cela augmente de **20%** le bilan GES du projet.

2.4 Limites

Le périmètre de la présente étude concerne le calcul des émissions du projet dans ses phases construction et exploitation uniquement sur les postes listés précédemment.

Les calculs ont été menés à partir d'hypothèses et de données présentées au stade de l'AVP.

Les calculs se veulent réalistes vis-à-vis du projet présenté mais constituent une image du projet susceptible d'évoluer au cours des phases de conception et de réalisation, et ne sont valables que pour la phase durant laquelle ils sont réalisés.

3 HYPOTHESES ET OUTILS

3.1 Phase de construction

3.1.1 Outil G-VITE



Développé en 2023 par setec, l'outil G-VITE (Gestion des Valeurs d'Impacts pour la Transition Ecologique) permet de répondre à un besoin interne de quantification des impacts environnementaux des projets de construction et d'aménagement.

Cet outil vise à intégrer la dimension environnementale dès les phases amont des projets, en permettant de comparer différentes solutions techniques et d'optimiser les choix de conception, de matériaux et de méthodes de construction. G-VITE permet ainsi d'orienter les décisions de conception et de déterminer les leviers d'actions propre à un projet.

L'outil G-VITE permet de réaliser des analyses d'impacts environnementaux (multicritère et à minima carbone), tout au long du

cycle de vie des projets, sous réserve de la disponibilité et complétude des données. Il couvre les principaux domaines d'impacts environnementaux, tels que le changement climatique (CO2 équivalent), l'épuisement des ressources, la pollution de l'air, de l'eau et des sols, la production de déchets, etc.

Nos analyses sont établies grâce aux indicateurs de la norme NF EN 15804 contenus dans les Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaires (FDES, de la base INIES notamment) et affinées grâce aux configurateurs adaptés aux matériaux de l'ingénieur (BETie, SAVE, DIOGEN).

G-VITE permet de proposer différentes variantes pour mener à bien le projet tout en réduisant l'empreinte environnementale de celui-ci.

L'outil G-VITE est utilisé pour estimer l'impact carbone de la solution de référence en considérant toutes les étapes du cycle de vie (de la production à la fin de vie) pour les différents postes.

3.1.2 Notion de durée de vie de référence

La durée de vie de référence du projet est considérée de 50 ans.

Ainsi, pour les matériaux dont la durée de vie est inférieure (équipements notamment), un facteur correspondant au nombre de cycles permettant d'atteindre la durée de vie de 50 ans a été appliqué sur les quantités des matériaux concernés.

Pour les éléments dont la durée de vie de référence est de 100 ans, aucun coefficient n'est appliqué.

Pour certains matériaux, aucune donnée environnementale n'existe. Nous avons alors choisi de prendre en compte des données de matériaux similaires ou ayant les mêmes procédés de fabrication.

3.1.3 Hypothèses par poste

Les hypothèses prises en compte pour chaque poste de travaux sont présentées dans la note de cadrage.

3.2 Phase d'exploitation

3.2.1 Outil

L'outil G-VITE ne permettant pas d'estimer les émissions GES sur plusieurs années, une calculatrice GES spécifique est mise en place afin d'établir le bilan GES de la phase d'exploitation et va permettre de comparer la situation actuelle sans VR2+ et la situation avec VR2+.

3.2.2 Sources des données et hypothèses

Ce poste comprend les émissions de GES dues au trafic routier influencé par le projet.

Les données trafics sont issus d'un modèle trafic sur la période d'évaluation de l'infrastructure (entre 2026 et 2046). Il s'agit du Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA), du trafic horaire, de la vitesse réglementaire des véhicules, ainsi que de la part de poids-lourds, et ce pour chacun des tronçons routiers considérés.

Les données sont issues des études de trafic réalisées par Transmobilités (2021 et étude complémentaire de 2024).

Il a été considéré un accroissement annuel du tarif de +1.8% pour déterminer les trafics à horizon 2046, et une part de 15% du trafic associé à la VR2+ dans la situation projet.

On considère uniquement les données trafic dans le sens où est aménagé la VR2+.

On ne prend pas en compte la décongestion du réseau, ni d'éventuels reports modaux que l'activation de la voie VR2+ pourrait créer.

TMJA	Bretelle 2									Bretelle 6								
	TV	PL	VL	TV 5h-9h30	PL	VL	TV 9h30-5h	PL	VL	TV	PL	VL	TV 5h-9h30	PL	VL	TV 9h30-5h	PL	VL
2019	9500	475	9025	2502	125	2377	6998	350	6648	3500	175	3325	923	46	876	2578	129	2449
2020	9671	484	9187	2547	127	2420	7124	356	6768	3563	178	3385	939	47	892	2624	131	2493
2021	9845	492	9353	2593	130	2463	7252	363	6890	3627	181	3446	956	48	908	2671	134	2538
2022	10022	501	9521	2640	132	2508	7383	369	7014	3692	185	3508	973	49	925	2719	136	2583
2023	10203	510	9693	2687	134	2553	7516	376	7140	3759	188	3571	991	50	941	2768	138	2630
2024	10386	519	9867	2735	137	2599	7651	383	7268	3827	191	3635	1009	50	958	2818	141	2677
2025	10573	529	10045	2785	139	2645	7789	389	7399	3895	195	3701	1027	51	975	2869	143	2725
2026	10764	538	10225	2835	142	2693	7929	396	7532	3966	198	3767	1045	52	993	2920	146	2774
2027	10957	548	10409	2886	144	2742	8072	404	7668	4037	202	3835	1064	53	1011	2973	149	2824
2028	11155	558	10597	2938	147	2791	8217	411	7806	4110	205	3904	1083	54	1029	3026	151	2875
2029	11355	568	10788	2991	150	2841	8365	418	7946	4184	209	3974	1103	55	1048	3081	154	2927
2030	11560	578	10982	3044	152	2892	8515	426	8090	4259	213	4046	1123	56	1066	3136	157	2980
2031	11768	588	11179	3099	155	2944	8669	433	8235	4336	217	4119	1143	57	1086	3193	160	3033
2032	11980	599	11381	3155	158	2997	8825	441	8383	4414	221	4193	1163	58	1105	3250	163	3088
2033	12195	610	11586	3212	161	3051	8983	449	8534	4493	225	4268	1184	59	1125	3309	165	3143
2034	12415	621	11794	3270	163	3106	9145	457	8688	4574	229	4345	1206	60	1145	3368	168	3200
2035	12638	632	12006	3329	166	3162	9310	465	8844	4656	233	4423	1227	61	1166	3429	171	3258
2036	12866	643	12222	3388	169	3219	9477	474	9003	4740	237	4503	1249	62	1187	3491	175	3316
2037	13097	655	12442	3449	172	3277	9648	482	9166	4825	241	4584	1272	64	1208	3554	178	3376
2038	13333	667	12666	3512	176	3336	9822	491	9331	4912	246	4667	1295	65	1230	3617	181	3437
2039	13573	679	12894	3575	179	3396	9998	500	9498	5001	250	4751	1318	66	1252	3683	184	3498
2040	13817	691	13127	3639	182	3457	10178	509	9669	5091	255	4836	1342	67	1275	3749	187	3561
2041	14066	703	13363	3705	185	3519	10362	518	9843	5182	259	4923	1366	68	1298	3816	191	3626
2042	14319	716	13603	3771	189	3583	10548	527	10021	5276	264	5012	1390	70	1321	3885	194	3691
2043	14577	729	13848	3839	192	3647	10738	537	10201	5370	269	5102	1416	71	1345	3955	198	3757
2044	14839	742	14097	3908	195	3713	10931	547	10385	5467	273	5194	1441	72	1369	4026	201	3825
2045	15107	755	14351	3979	199	3780	11128	556	10572	5566	278	5287	1467	73	1394	4099	205	3894
2046	15378	769	14610	4050	203	3848	11328	566	10762	5666	283	5382	1493	75	1419	4172	209	3964

	Bretelle 4 - total										Bretelle 4										VR2+ (15%)
											Bretelle 4 - section courante										
TMJA	TV	PL	VL	TV 5h-9h30	PL	VL	TV 9h30-5h	PL	VL	TV Total section courante	PL	VL	TV 5h-9h30	PL	VL	TV 9h30-5h	PL	VL	TV 5h-9h30		
2019	8600	430	8170	2264	113	2150	6337	317	6020	8600	430	8170	2264	113	2150	6337	317	6020	0		
2020	8755	438	8317	2304	115	2189	6451	323	6128	8755	438	8317	2304	115	2189	6451	323	6128	0		
2021	8912	446	8467	2346	117	2228	6567	328	6238	8912	446	8467	2346	117	2228	6567	328	6238	0		
2022	9073	454	8619	2388	119	2269	6685	334	6351	9073	454	8619	2388	119	2269	6685	334	6351	0		
2023	9236	462	8774	2431	122	2309	6805	340	6465	9236	462	8774	2431	122	2309	6805	340	6465	0		
2024	9402	470	8932	2475	124	2351	6928	346	6581	9402	470	8932	2475	124	2351	6928	346	6581	0		
2025	9572	479	9093	2519	126	2393	7052	353	6700	9572	479	9093	2519	126	2393	7052	353	6700	0		
2026	9744	487	9257	2565	109	2456	7179	378	6801	8282	487	7795	2180	109	2071	7179	359	6820	385		
2027	9919	496	9423	2611	111	2500	7309	385	6924	8431	496	7935	2219	111	2108	7309	365	6943	392		
2028	10098	505	9593	2658	113	2545	7440	392	7048	8583	505	8078	2259	113	2146	7440	372	7068	399		
2029	10280	514	9766	2706	115	2591	7574	399	7175	8738	514	8224	2300	115	2185	7574	379	7195	406		
2030	10465	523	9941	2754	117	2637	7710	406	7304	8895	523	8372	2341	117	2224	7710	386	7325	413		
2031	10653	533	10120	2804	119	2685	7849	413	7436	9055	533	8522	2383	119	2264	7849	392	7457	421		
2032	10845	542	10303	2854	121	2733	7990	421	7570	9218	542	8676	2426	121	2305	7990	400	7591	428		
2033	11040	552	10488	2906	123	2782	8134	429	7706	9384	552	8832	2470	123	2346	8134	407	7728	436		
2034	11239	562	10677	2958	126	2832	8281	436	7844	9553	562	8991	2514	126	2389	8281	414	7867	444		
2035	11441	572	10869	3011	128	2883	8430	444	7986	9725	572	9153	2560	128	2432	8430	421	8008	452		
2036	11647	582	11065	3065	130	2935	8581	452	8129	9900	582	9318	2606	130	2475	8581	429	8152	460		
2037	11857	593	11264	3121	133	2988	8736	460	8276	10078	593	9485	2653	133	2520	8736	437	8299	468		
2038	12070	603	11466	3177	135	3042	8893	468	8425	10259	603	9656	2700	135	2565	8893	445	8449	477		
2039	12287	614	11673	3234	137	3097	9053	477	8576	10444	614	9830	2749	137	2611	9053	453	8601	485		
2040	12508	625	11883	3292	140	3152	9216	486	8731	10632	625	10007	2798	140	2658	9216	461	8755	494		
2041	12734	637	12097	3351	142	3209	9382	494	8888	10824	637	10187	2849	142	2706	9382	469	8913	503		
2042	12963	648	12315	3412	145	3267	9551	503	9048	11018	648	10370	2900	145	2755	9551	478	9073	512		
2043	13196	660	12536	3473	148	3326	9723	512	9211	11217	660	10557	2952	148	2805	9723	486	9237	521		
2044	13434	672	12762	3536	150	3385	9898	521	9377	11419	672	10747	3005	150	2855	9898	495	9403	530		
2045	13675	684	12992	3599	153	3446	10076	531	9545	11624	684	10940	3059	153	2906	10076	504	9572	540		
2046	13922	696	13225	3664	156	3508	10257	540	9717	11833	696	11137	3115	156	2959	10257	513	9745	550		

	A40 Est - Sens 1 Chamonix → Mâcon																			
	A40 Est - total									A40 Est - section courante										VR2+ (15%)
TMJA	TV	PL	VL	TV 5h-9h30	PL	VL	TV 9h30-5h	PL	VL	TV	PL	VL	TV 5h-9h30	PL	VL	TV 9h30-5h	PL	VL	TV 5h-9h30	
2019	24350	1461	22889	6404	346	6058	17947	1115	16831	24350	1461	22889	6404	346	6058	17947	1077	16870	0	
2020	24788	1487	23301	6519	391	6128	18270	1096	17173	24788	1487	23301	6519	391	6128	18270	1096	17173	0	
2021	25234	1514	23720	6636	398	6238	18598	1116	17482	25234	1514	23720	6636	398	6238	18598	1116	17482	0	
2022	25689	1541	24147	6756	405	6350	18933	1136	17797	25689	1541	24147	6756	405	6350	18933	1136	17797	0	
2023	26151	1569	24582	6877	413	6465	19274	1156	18118	26151	1569	24582	6877	413	6465	19274	1156	18118	0	
2024	26622	1597	25025	7001	420	6581	19621	1177	18444	26622	1597	25025	7001	420	6581	19621	1177	18444	0	
2025	27101	1626	25475	7127	428	6699	19974	1198	18776	27101	1626	25475	7127	428	6699	19974	1198	18776	0	
2026	27589	1655	25934	7255	370	6885	20334	1285	19048	23451	1655	21795	6167	370	5797	20334	1220	19114	1088	
2027	28085	1685	26400	7386	377	7009	20700	1308	19391	23873	1685	22187	6278	377	5901	20700	1242	19458	1108	
2028	28591	1715	26876	7519	383	7135	21072	1332	19740	24302	1715	22587	6391	383	6008	21072	1264	19808	1128	
2029	29106	1746	27359	7654	390	7264	21451	1356	20096	24740	1746	22993	6506	390	6116	21451	1287	20164	1148	
2030	29630	1778	27852	7792	397	7395	21838	1380	20457	25185	1778	23407	6623	397	6226	21838	1310	20527	1169	
2031	30163	1810	28353	7932	405	7528	22231	1405	20825	25638	1810	23829	6742	405	6338	22231	1334	20897	1190	
2032	30706	1842	28863	8075	412	7663	22631	1431	21200	26100	1842	24258	6864	412	6452	22631	1358	21273	1211	
2033	31258	1876	29383	8220	419	7801	23038	1456	21582	26570	1876	24694	6987	419	6568	23038	1382	21656	1233	
2034	31821	1909	29912	8368	427	7941	23453	1482	21970	27048	1909	25139	7113	427	6686	23453	1407	22046	1255	
2035	32394	1944	30450	8519	434	8084	23875	1509	22366	27535	1944	25591	7241	434	6807	23875	1433	22443	1278	
2036	32977	1979	30998	8672	442	8230	24305	1536	22768	28030	1979	26052	7371	442	6929	24305	1458	22847	1301	
2037	33571	2014	31556	8828	450	8378	24742	1564	23178	28535	2014	26521	7504	450	7054	24742	1485	23258	1324	
2038	34175	2050	32124	8987	458	8529	25188	1592	23596	29049	2050	26998	7639	458	7181	25188	1511	23676	1348	
2039	34790	2087	32703	9149	467	8682	25641	1621	24020	29572	2087	27484	7777	467	7310	25641	1538	24103	1372	
2040	35416	2125	33291	9314	475	8839	26103	1650	24453	30104	2125	27979	7917	475	7442	26103	1566	24536	1397	
2041	36054	2163	33890	9481	484	8998	26572	1680	24893	30646	2163	28482	8059	484	7576	26572	1594	24978	1422	
2042	36703	2202	34501	9652	492	9160	27051	1710	25341	31197	2202	28995	8204	492	7712	27051	1623	25428	1448	
2043	37363	2242	35122	9826	501	9325	27538	1741	25797	31759	2242	29517	8352	501	7851	27538	1652	25885	1474	
2044	38036	2282	35754	10003	510	9492	28033	1772	26261	32330	2282	30048	8502	510	7992	28033	1682	26351	1500	
2045	38721	2323	36397	10183	519	9663	28538	1804	26734	32912	2323	30589	8655	519	8136	28538	1712	26826	1527	
2046	39417	2365	37052	10366	529	9837	29052	1836	27215	33505	2365	31140	8811	529	8282	29052	1743	27308	1555	

Tableau 1 : Trafic prévisionnel 2026-2046

3.2.2.1 Vitesse de circulation

L’aménagement d’une VR2+ impose une réduction de vitesse.

Les vitesses actuelles et futures sont détaillées dans le tableau suivant :

	Vitesse maximale autorisée actuelle / hors période d’activation de la VR2+	Vitesse maximale autorisée en période d’activation de la VR2+ (période de saturation)	Distance de la section à vitesse régulée
A40 Est (Sens 1 Chamonix → Mâcon)	110 km/h	70 km/h	1600 m
Bretelle 2 (A40E → Bretelle 1)	90 km/h	50 km/h	236 m
Bretelle 4 (A40E → A41N)	70 km/h	50 km/h	500 m
Bretelle 6 (A40E → A41S)	90 km/h	50 km/h	236 m
VR2+		50 km/h	

Pour les poids lourds, on considère une vitesse de circulation initiale de 90 km/h.

3.2.2.2 Consommation de carburant

Pour les véhicules légers (VL), on compare les consommations dans les cas suivants :

- Situation sans projet ou VR2+ inactive avec une vitesse de circulation de 110 km/h sur l’A40E, 90 km/h sur les bretelles 2 et 6 et 70 km/h sur la bret

4 BILAN GES DE L'OPERATION EN PHASE CONSTRUCTION

A partir des quantités de la phase AVP, un bilan carbone des travaux d'aménagement de la VR2+ sur l'autoroute A40 dans le sens Annemasse vers la douane de Bardonnex a été réalisé avec l'outil G-VITE.

Les émissions de CO₂ (hors études amont) sont réparties selon les postes suivants :

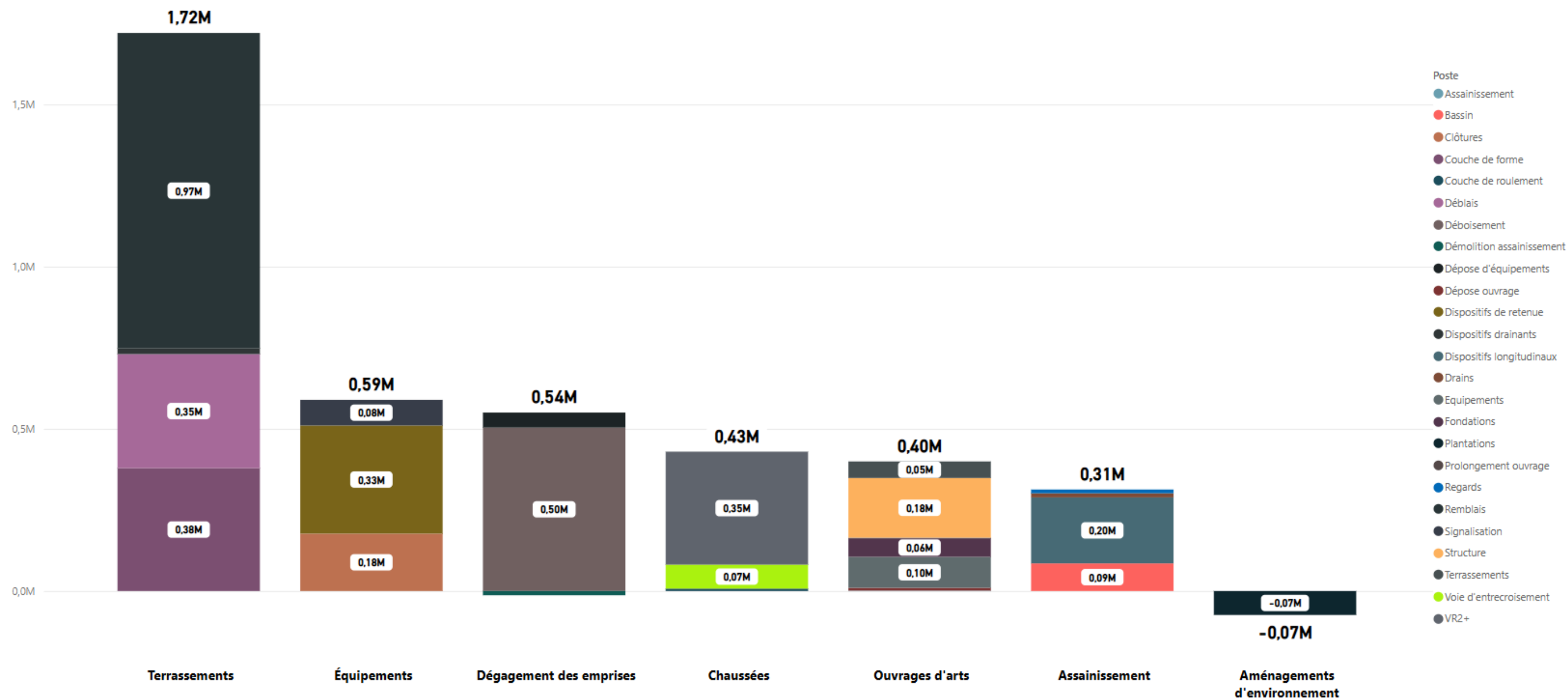


Figure 3 : Total des émissions GES par poste

On observe que les postes les plus émissifs sont les suivants :

- Terrassements : 36%
- Equipements de sécurité et d'exploitation : 12%
- Dégagement des emprises : 11%

Les résultats de l'évaluation indiquent que pour la durée totale des travaux, il est émis **3 989 t éq.CO₂**.

Les postes non pris en compte sont estimés à 798 t éq.CO₂, soit environ 20 %.

Le présent bilan passe ainsi à **4 787 t éq. CO₂**.

Les aménagements d'environnement permettent de compenser ces émissions à hauteur de 74 t éq. CO₂.

Le bilan net global atteint donc 4 713 t éq. CO₂.

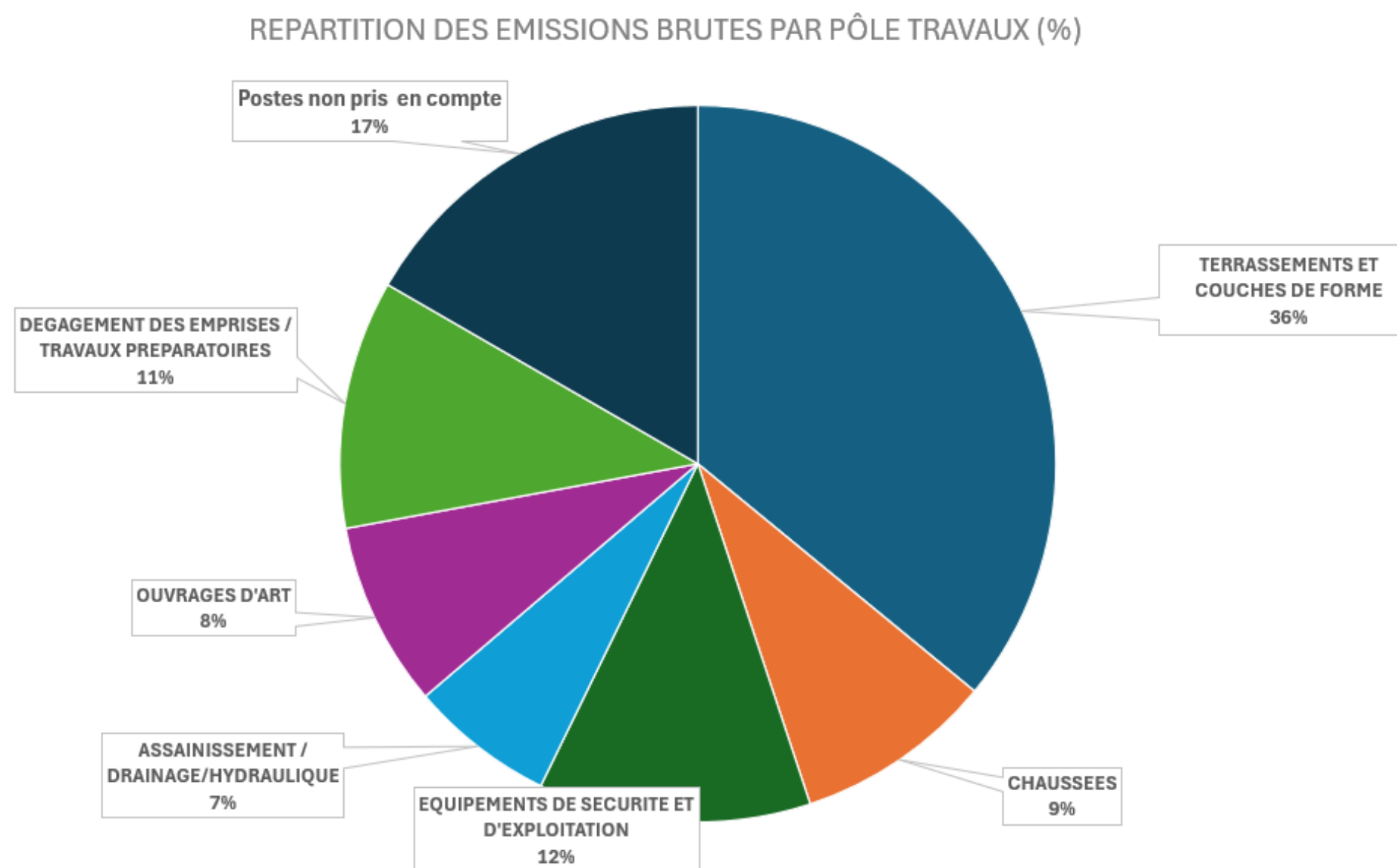


Figure 4 : Répartition des émissions brutes par pôle travaux (%)



5 BILAN GES EN PHASE D’EXPLOITATION

L’outil G-VITE ne permettant pas d’estimer les émissions GES sur plusieurs années, une calculatrice GES spécifique est mise en place afin d’établir le bilan GES de la phase d’exploitation et va permettre de comparer la situation actuelle sans VR2+ et la situation avec VR2+, où les véhicules sont soumis à une vitesse réduite.

Conformément au guide du CEREMA pour les projets routiers, l’impact calculé correspond à la différence d’émissions de GES entre le scénario avec projet et le scénario sans projet.

A partir des hypothèses, des données trafic, la calculatrice GES a permis de calculer les consommations en carburant et émissions GES, sur la période allant de 2026 à 2046.

Le bilan des émissions est présenté dans les tableaux ci-dessous pour chaque section.

BRETELLE 2																									
CAS SANS VR2+	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	
Consommation de carburant VL 90km/h (t)	37	38	38	39	40	40	41	42	43	43	44	45	46	47	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	
Emissions GES VL 90 km/h (t eq CO2)	115	117	119	121	123	126	128	130	132	135	137	140	142	145	147	150	153	155	158	161	164	167	170	173	
Consommation de carburant PL 90 km/h (t)	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	
Emissions GES PL 90 km/h (t eq CO2)	27	28	28	29	29	30	30	31	31	32	32	33	34	34	35	36	36	37	37	38	39	40	40	41	
Conso carburant sans VR2+ (t)	46	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	68	69	
Bilan GES sans VR2+ (t eq CO2)	142	145	147	150	152	155	158	161	164	167	170	173	176	179	182	186	189	192	196	199	203	206	210	214	
CAS AVEC VR2+	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	
Consommation de carburant VL 50 km/h (t)				10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15	
Emissions GES VL 50 km/h (t eq CO2)				32	33	33	34	35	35	36	37	37	38	39	39	40	41	41	42	43	44	44	45	46	
Consommation de carburant VL 90 km/h (t)				29	29	30	30	31	31	32	33	33	34	34	35	36	36	37	38	38	39	40	40	41	
Emissions GES VL 90 km/h (t eq CO2)				89	91	92	94	96	98	99	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119	121	123	125	127	
Consommation de carburant PL 90 km/h (t)				7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	
Emissions GES PL 90 km/h (t eq CO2)				21	21	22	22	23	23	24	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	
Consommation de carburant PL 50 km/h (t)				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Emissions GES PL 50 km/h (t eq CO2)				9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	
Conso carburant avec VR2+ (t)				49	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	65	66	67	68	69	
Bilan GES avec VR2+ (t eq CO2)				152	154	157	160	163	166	169	172	175	178	181	184	188	191	195	198	202	205	209	213	217	
Economies de carburant avec VR2+ (t)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Economies GES avec VR2+ (t eq CO2)				-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-3	
BRETELLE 6																									
CAS SANS VR2+	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	
Consommation de carburant VL 90km/h (t)	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	21	
Emissions GES VL 90 km/h (t eq CO2)	42	43	44	45	45	46	47	48	49	50	51	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	62	63	64	
Consommation de carburant PL 90 km/h (t)	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	
Emissions GES PL 90 km/h (t eq CO2)	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	
Conso carburant sans VR2+ (t)	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	22	22	22	23	23	24	24	24	25	25	
Bilan GES sans VR2+ (t eq CO2)	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	63	64	65	66	67	68	70	71	72	73	75	76	77	79	
CAS AVEC VR2+	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	
Consommation de carburant VL 50 km/h (t)				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Emissions GES VL 50 km/h (t eq CO2)				12	12	12	13	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	16	16	16	16	17	17	
Consommation de carburant VL 90 km/h (t)				11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	
Emissions GES VL 90 km/h (t eq CO2)				33	33	34	35	35	36	37	37	38	39	39	40	41	41	42	43	44	45	45	46	47	
Consommation de carburant PL 90 km/h (t)				2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	
Emissions GES PL 90 km/h (t eq CO2)				8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	
Consommation de carburant PL 50 km/h (t)				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Emissions GES PL 50 km/h (t eq CO2)				3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	
Conso carburant avec VR2+ (t)				18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	23	23	23	24	24	25	25	26	
Bilan GES avec VR2+ (t eq CO2)				56	57	58	59	60	61	62	63	64	66	67	68	69	70	72	73	74	76	77	78	80	
Economies de carburant avec VR2+ (t)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Economies GES avec VR2+ (t eq CO2)				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	

BRETELLE 4																								
CAS SANS VR2+	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
Consommation de carburant VL 70km/h (t)	68	69	70	71	73	74	75	77	78	79	81	82	84	85	87	88	90	92	93	95	97	98	100	102
Emissions GES VL 70 km/h (t eq CO2)	210	213	217	221	225	229	233	237	242	246	251	255	260	264	269	274	279	284	289	294	299	305	310	316
Consommation de carburant PL 70 km/h (t)	17	18	18	18	19	19	19	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	24	24	25	25	25	26	26
Emissions GES PL 70 km/h (t eq CO2)	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	66	67	68	69	70	72	73	74	76	77	78	80	81	83
Conso carburant sans VR2+ (t)	85	87	88	90	91	93	95	96	98	100	102	103	105	107	109	111	113	115	117	119	121	124	126	128
Bilan GES sans VR2+ (t eq CO2)	264	269	274	279	284	289	294	300	305	310	316	322	328	333	339	346	352	358	365	371	378	385	392	399
CAS AVEC VR2+	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
Consommation de carburant VL 50 km/h (t)				20	20	20	21	21	22	22	22	23	23	24	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28
Emissions GES VL 50 km/h (t eq CO2)				62	63	65	66	67	68	69	71	72	73	74	76	77	79	80	81	83	84	86	87	89
Consommation de carburant VL 70 km/h (t)				52	53	54	55	56	57	58	59	60	62	63	64	65	66	67	68	70	71	72	74	75
Emissions GES VL 70 km/h (t eq CO2)				162	165	168	171	174	178	181	184	187	191	194	198	201	205	209	212	216	220	224	228	232
Consommation de carburant PL 70 km/h (t)				14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20
Emissions GES PL 70 km/h (t eq CO2)				45	46	47	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Consommation de carburant PL 50 km/h (t)				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7
Emissions GES PL 50 km/h (t eq CO2)				15	15	15	15	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	21	21
Conso carburant avec VR2+ (t)				91	93	94	96	98	100	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119	121	123	126	128	130
Bilan GES avec VR2+ (t eq CO2)				284	289	295	300	305	311	316	322	328	334	340	346	352	358	365	371	378	385	392	399	406
Economies de carburant avec VR2+ (t)				-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Economies GES avec VR2+ (t eq CO2)				-5	-5	-5	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-8

CAS AVEC VR2+		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
VL VR2+ inactive	Consommation de carburant VL 110 km/h (t)				687	699	712	725	738	751	765	778	792	807	821	836	851	866	882	898	914	930	947	964	981
	Emissions GES VL 110 km/h (t eq CO2)				2128	2166	2205	2244	2285	2326	2368	2410	2454	2498	2543	2589	2635	2683	2731	2780	2830	2881	2933	2986	3040
VL VR2+ active	Consommation de carburant VL 90 km/h (t)				45	45	46	47	48	49	50	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	63	64
	Emissions GES VL 90 km/h (t eq CO2)				138	141	143	146	148	151	154	157	159	162	165	168	171	174	177	181	184	187	191	194	197
	Consommation de carburant VL 70 km/h (t)				170	173	176	179	182	186	189	192	196	199	203	206	210	214	218	222	226	230	234	238	242
	Emissions GES VL 70 km/h (t eq CO2)				526	536	545	555	565	575	586	596	607	618	629	640	652	664	676	688	700	713	726	739	752
PL VR2+ inactive	Consommation de carburant PL 90 km/h (t)				185	188	192	195	199	202	206	210	213	217	221	225	229	233	237	242	246	250	255	260	264
	Emissions GES PL 90 km/h (t eq CO2)				580	591	601	612	623	634	646	657	669	681	694	706	719	732	745	758	772	786	800	814	829
PL VR2+ active	Consommation de carburant PL 70 km/h (t)				45	46	46	47	48	49	50	51	52	53	54	54	55	56	57	59	60	61	62	63	64
	Emissions GES PL 70 km/h (t eq CO2)				141	143	146	148	151	154	156	159	162	165	168	171	174	177	180	184	187	190	194	197	201
	Consommation de carburant PL 90 km/h (t)				11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15
	Emissions GES PL 90 km/h (t eq CO2)				33	34	35	35	36	37	37	38	39	39	40	41	41	42	43	44	44	45	46	47	48
	Conso carburant avec VR2+ (t)				1141	1162	1183	1204	1226	1248	1270	1293	1317	1340	1364	1389	1414	1439	1465	1492	1519	1546	1574	1602	1631
	Bilan GES avec VR2+ (t eq CO2)				3546	3610	3675	3741	3809	3877	3947	4018	4090	4164	4239	4315	4393	4472	4552	4634	4718	4803	4889	4977	5067
	Economies de carburant avec VR2+ (t)				32	32	33	34	34	35	35	36	37	37	38	39	40	40	41	42	42	43	44	45	46
	Economies GES avec VR2+ (t eq CO2)				98	99	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119	121	123	125	127	130	132	134	137	139

BILAN SUR LES 4 SECTIONS																								
Economies de carburant avec VR2+ (t)	0	0	0	30	30	31	32	32	33	33	34	35	35	36	36	37	38	38	39	40	41	41	42	43
Economies GES avec VR2+ (t eq CO2)	0	0	0	90	91	93	95	96	98	100	102	104	105	107	109	111	113	115	117	120	122	124	126	128

Bilan global entre 2026 et 2046	
Economies de carburant totales avec VR2+ (t)	756
Economies de GES totales avec VR2+ (t eq. CO2)	2268

La mise en service de la voie réservée au covoiturage (VR2+) entraîne une diminution des émissions de gaz à effet de serre (GES) uniquement sur la section A40 Est (sens 1 : Chamonix → Mâcon). Cette baisse s'explique par la réduction de la vitesse de circulation, qui passe de 110 km/h à 70 km/h, conduisant à une diminution des émissions de GES.

Sur les bretelles, le passage à 50 km/h ne permet pas de réduire les émissions GES puisqu'à cette vitesse le facteur d'émission est plus élevé qu'à 90 km/h et 70 km/h.

Le bilan global sur les 4 sections montre que l'aménagement de la voie VR2+ permet de réduire les émissions GES. Le gain annuel d'émission CO₂eq en phase d'exploitation est de **2 268 teq. CO₂** au bout de 20 ans.

Toutefois, à l'échelle globale du projet, les émissions évitées ne permettent pas de compenser celles des gaz à effet de serre générées par les travaux de construction de 4 713 teq. CO₂.

6 SYNTHÈSE GLOBALE DE L’OPERATION

Le bilan global des émissions du projet est de **2 445 teq. CO₂**. Les économies d’émission de GES générées par l’aménagement de la VR2+, estimées à **2 268 teq. CO₂** grâce à la réduction de la consommation de carburant, ne permettent pas à elles seules de compenser les émissions associées aux travaux de construction, évaluées à **4 713 t éq. CO₂**.

Il convient toutefois de rappeler que cette estimation ne prend en compte que les réductions d’émissions liées à la baisse de la vitesse des véhicules légers. Elle n’intègre ni les gains potentiels résultant de la diminution de la congestion du trafic, ni ceux liés au report modal de l’automobile vers les transports en commun ou le covoiturage, dont les effets demeurent à ce stade difficiles à quantifier.

Ces deux leviers sont néanmoins susceptibles de générer des réductions d’émissions significatives et doivent être considérés dans l’appréciation de la pertinence du projet ainsi que dans l’évaluation de son bilan carbone global à long terme.

La répartition des émissions par poste est présentée dans le tableau suivant.

	Emissions GES en tonne équivalent CO ₂
Travaux 2026	4 713
Carburant entre 2026 et 2046	-2 268
Bilan GES global de l’opération	2 445

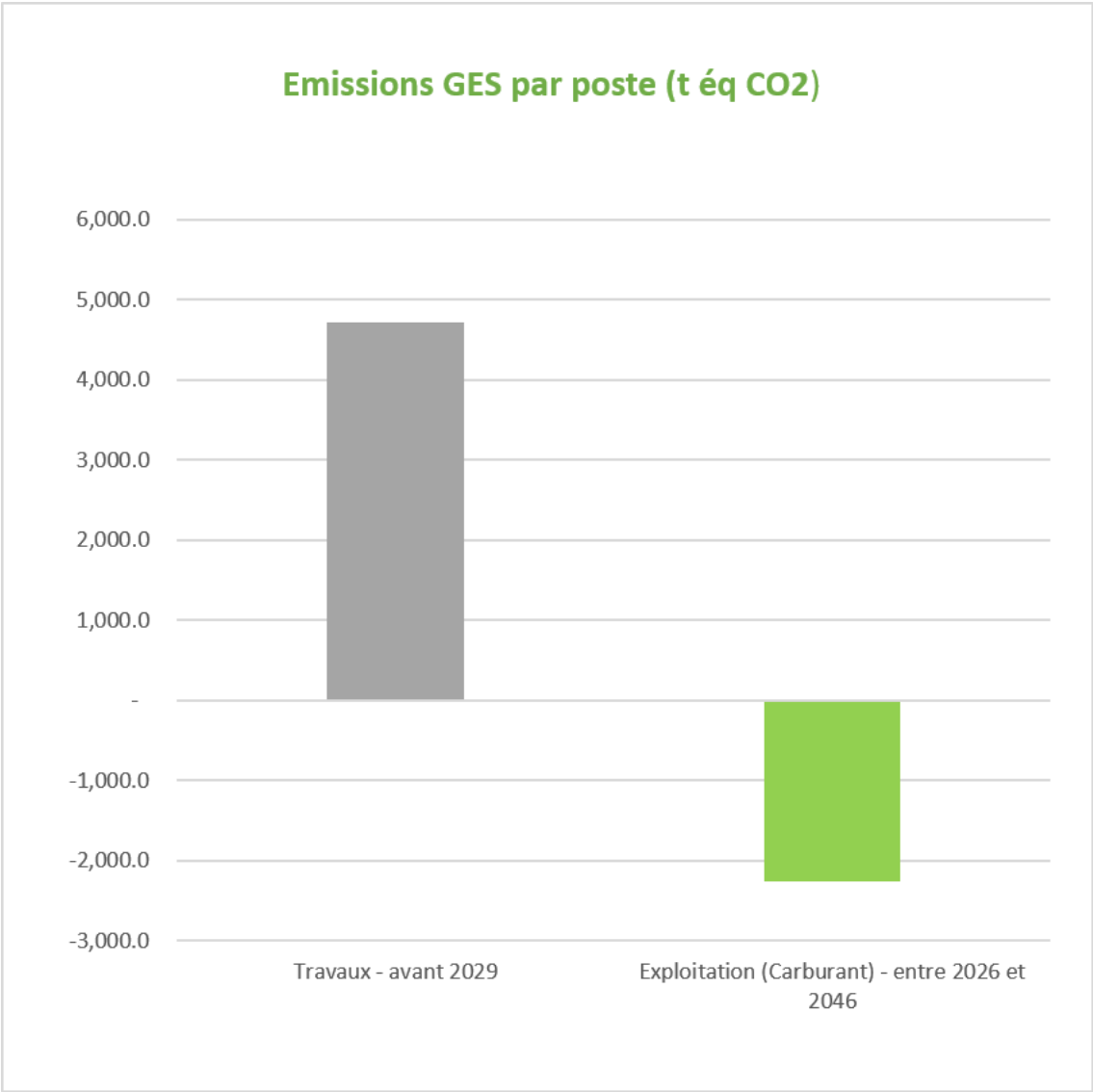


Figure 5 : Emissions GES par poste