



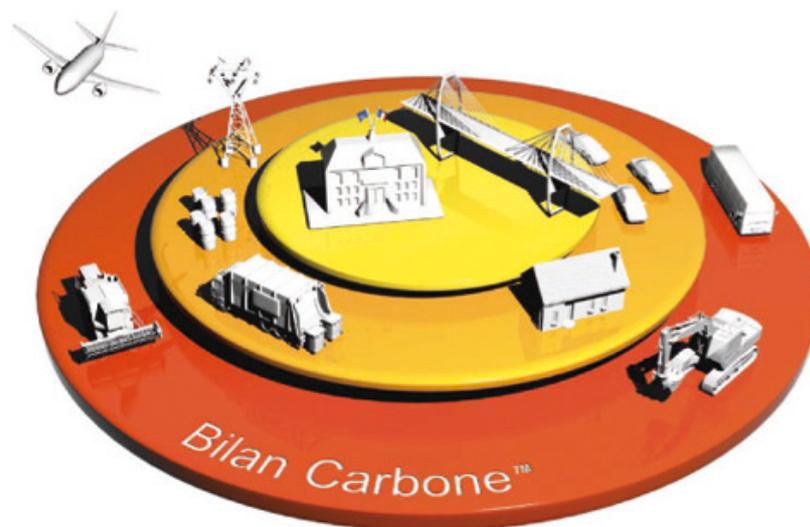
Région PACA

Plan Climat Energie Territorial

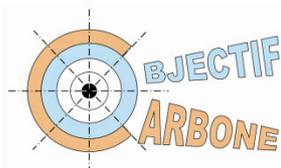
ANNEXE 2

Bilan Carbone® Patrimoine et Services

~ Année de référence : 2010 ~



AlternConsult
Conseil et Formation pour le
Développement Durable







SOMMAIRE

I.	METHODOLOGIE POUR L'ETUDE PORTANT SUR LE VOLET PATRIMOINE ET SERVICES.....	9
I.1.	QU'EST-CE QUE LE BILAN CARBONE® ?	9
I.2.	PERIMETRES DE L'ETUDE	9
II.	SYNTHESE DES RESULTATS	13
II.1.	SYNTHESE DES EMISSIONS DE GES GLOBALES	13
II.2.	BILAN CARBONE® ENSEIGNEMENT	13
II.3.	BILAN CARBONE® TRANSPORT	15
II.4.	BILAN CARBONE® FONCTIONNEMENT ADMINISTRATIF.....	16
II.5.	COMPARAISON DES EMISSIONS AVEC DIFFERENTS FACTEURS D'EMISSION DE L'ELECTRICITE	18
II.6.	ANALYSES ECONOMIQUES	24
II.7.	PRECISIONS SUR LA NOTION DE FACTEUR 4 POUR 2050.....	31
II.8.	LA MOBILITE : LE PREMIER ENJEU SOCIETAL LIE AU « FACTEUR 4 »	32
III.	LES ETABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT – 262 000 T EQ. CO₂.....	33
III.1.	LES LYCEES – 159 400 T EQ. CO ₂	34
III.2.	LES CENTRES D'APPRENTISSAGE PAR LA FORMATION – 66 100 T EQ. CO ₂	41
III.3.	LA FORMATION CONTINUE – 19 400 T EQ. CO ₂	45
III.4.	LES FORMATIONS DE LA SANTE ET DU SOCIAL – 17 200 T EQ. CO ₂	47
IV.	LES TRANSPORTS – 70 000 T EQ. CO₂	50
IV.1.	DEROULEMENT DE L'ETUDE	50
IV.2.	PARTIE FERROVIAIRE (TER) – 55 500 T EQ. CO ₂	53
IV.3.	TRANSPORTS ROUTIERS (LER) – 7 000 T EQ. CO ₂	68
IV.4.	CHEMINS DE FER DE PROVENCE – 2 000 T EQ. CO ₂	83
IV.5.	LES AERODROMES – 5 600 T EQ. CO ₂	87
V.	FONCTIONNEMENT DES SERVICES – 8 700 T EQ. CO₂.....	89
V.1.	LES DEPLACEMENTS DE PERSONNES – 4 900 T EQ. CO ₂	89
V.2.	LES IMMOBILISATIONS – 1 730 T EQ. CO ₂	94
V.3.	L'ENERGIE – 1 240 T EQ. CO ₂	95
V.4.	LES ACHATS ET PRESTATIONS – 790 T EQ. CO ₂	98
V.5.	LE FRET – 30 T EQ. CO ₂	99
V.6.	LES DECHETS – 3 T EQ. CO ₂	100
VI.	LE CANAL DE PROVENCE – 6 900 T EQ. CO₂.....	101



FIGURES

Figure 1	Schéma des flux et des principaux postes d'émissions des activités d'enseignement gérées directement ou indirectement par la Région PACA.....	11
Figure 2	Schéma des flux et des principaux postes d'émissions des activités de la Région PACA	12
Figure 3	Synthèse des émissions globales des trois périmètres étudiés	13
Figure 4	Emissions en tonnes équivalents CO ₂ et répartition par site de l'activité Enseignement de la Région PACA	14
Figure 5	Emissions en tonnes équivalent CO ₂ par poste de l'activité Enseignement de la Région PACA.....	14
Figure 6	Répartition des émissions par poste de l'activité Enseignement de la Région PACA.....	15
Figure 7	Emissions en tonnes équivalent CO ₂ et répartition par poste des transports régionaux de la Région PACA	16
Figure 8	Emissions en tonnes équivalent CO ₂ et répartition de chaque poste fonctionnement des services de la Région PACA.....	17
Figure 9	Mix énergétique national pour la production d'électricité, et zoom sur la part thermique	18
Figure 10	Alimentation du territoire en électricité (source : Observatoire régional de l'énergie, données 2010)	19
Figure 11	Comparaison des émissions de GES (en T éq. CO ₂) du fonctionnement administratif avec le FE électricité nationale et le FE électricité régional.....	21
Figure 12	Comparaison des émissions de GES (en T éq. CO ₂) des lycées avec le FE électricité nationale, européen et régional.....	21
Figure 13	Evolution du contenu CO ₂ du kWh électrique produit en France depuis 1960 + scénario RTE	23
Figure 14	Evolution des cours du pétrole et du gaz naturel entre 2000 et 2010.....	24
Figure 15	Augmentation des coûts totaux pour les scénarios A (en bleu) et B (en rouge).....	28
Figure 16	Emissions Globales des établissements de l'enseignement gérés par la Région avec une répartition par poste d'émission et par activité d'enseignement	33
Figure 17	Répartition de la consommation d'énergie (kWh) des lycées	34
Figure 18	Emissions associées à la consommation d'énergie dans les lycées	35
Figure 19	Emissions de GES (g éq. CO ₂) par type d'énergie pour 1 kWh	35
Figure 20	Données et hypothèses pour l'estimation des km effectués par les professeurs	37
Figure 21	Données et hypothèses pour l'estimation des km effectués par les agents travaillant dans les lycées	38
Figure 22	Répartition des émissions des déplacements des lycées par métier et par mode de transport	38
Figure 23	Emissions associées aux immobilisations dans les lycées.....	40
Figure 24	Répartition des émissions totales (T éq. CO ₂) des lycées par poste et sous-poste	41
Figure 25	Emissions des déplacements dans les CFA	43
Figure 26	Emissions globales liées à l'activité des CFA.....	44
Figure 27	Emissions globales associées au fonctionnement de la formation continue.....	47
Figure 28	Données et hypothèses pour l'estimation des déplacements des formateurs	48
Figure 29	Emissions totales associées au fonctionnement des écoles de la Santé et du Social	49
Figure 30	Abaque de consommation du matériel roulant diesel en fonction de la masse du matériel	56
Figure 31	Répartition des émissions de GES par ligne routière LER	68
Figure 32	Emissions de GES en fonction des différents postes pour les transports routiers LER.....	69
Figure 33	Répartition des émissions de GES en fonction des différents postes pour les transports routiers ..	69
Figure 34	Répartition des émissions de GES par ligne routière LER en g _{eq} CO ₂ /voy.km.....	70
Figure 35	Emissions de GES par poste pour la maintenance des cars LER	75
Figure 36	Répartition des émissions de GES par poste pour la maintenance des cars LER.....	76
Figure 37	Emissions de GES par poste pour les cars RRR	78
Figure 38	Répartition des émissions de GES par poste pour les cars LER.....	78

Figure 39	Répartition des émissions de GES par poste et par ligne pour les cars LER.....	79
Figure 40	Rapport longueur de la ligne et présence des passagers en %.....	80
Figure 41	Répartition des émissions de GES en $geqCO_2/voy.km$ par poste et par ligne pour les cars LER.....	83
Figure 42	Répartition des émissions de GES par poste pour les trains de Provence	86
Figure 43	Emissions des aéroports et aéroports gérés par la Région PACA	88
Figure 44	Répartition des émissions par poste et sous-poste liées au fonctionnement du patrimoine et des services de la Région PACA.....	89
Figure 45	Répartition par mode de transport des km effectués par les agents entre le domicile et le travail en une année	90
Figure 46	Répartition par mode de transport des km effectués en 2009 par les agents et les élus.....	90
Figure 47	Emissions liées à l'ensemble des déplacements	91
Figure 48	Répartition par mode de transport des émissions liées aux déplacements domicile-Travail des agents de la Région	92
Figure 49	Emissions liées au mode de transport utilisé par les agents de la Région PACA et des élus pour leurs déplacements professionnels	92
Figure 50	Emissions liées aux déplacements des visiteurs	93
Figure 51	Emissions (en g $eq. CO_2$) liées au mode de transport utilisé pour une personne parcourant 1 km .	93
Figure 52	Emissions (T $eq. CO_2$) par type d'immobilisation de la Région PACA.....	94
Figure 53	Emissions (T $eq. CO_2$) par type d'énergie des bâtiments de la Région PACA.....	97
Figure 54	Emissions (g $eq. CO_2$) par type d'énergie pour 1 kwh.....	97
Figure 55	Emissions (T $eq. CO_2$) par catégorie d'achats de la Région PACA.....	99
Figure 56	Emissions (T $eq. CO_2$) associées au fret lié à l'activité de la Région PACA.....	100
Figure 57	Emissions associées au traitement des déchets de l'activité administrative de la Région PACA ..	101

TABLEAUX

Tableau 1	Calcul du Facteur d'émissions électricité régional.....	19
Tableau 2	Facteurs d'émissions de la production des différentes énergies	20
Tableau 3	Comparaison du mix énergétique de l'électricité nationale et régionale.....	20
Tableau 4	Hypothèses sur le prix du baril pour les simulations	25
Tableau 5	Prix initial du gaz et du charbon et pourcentages d'indexation sur le prix du pétrole	25
Tableau 6	Hypothèses sur l'évolution des prix du gaz et du charbon	25
Tableau 7	Surcoût prévu par poste pour les scénarios A et B – Fonctionnement	26
Tableau 8	Surcoût prévu par poste pour les scénarios A et B – Lycées	26
Tableau 9	Surcoût prévu pour les scénarios A et B – Transports régionaux	26
Tableau 10	Données et hypothèses pour l'estimation des déplacements en km des élèves des lycées	36
Tableau 11	Données des infrastructures et du matériel immobilisé.....	39
Tableau 12	Données et hypothèses pour l'estimation des km effectués par les apprentis des CFA.....	42
Tableau 13	Données et hypothèses pour l'estimation des km effectués par les formateurs des CFA	42
Tableau 14	Synthèse des estimations des consommations d'énergie dans les CFA	43
Tableau 15	Données et hypothèses pour l'estimation des déplacements des apprenants des formations continues	45
Tableau 16	Données et hypothèses pour l'estimation des déplacements des formateurs de la formation continue	46
Tableau 17	Consommations annuelles estimées pour les locaux accueillant les apprenants de la formation continue	46
Tableau 18	Données et hypothèses pour l'estimation des déplacements des apprenants	48
Tableau 19	Consommations d'énergie estimées pour les formations de la santé et du social.....	49
Tableau 20	Consommation unitaire du matériel roulant en condition d'exploitation (hors consommations annexes, préparation et attente - modélisation Objectif Carbone)	55
Tableau 21	Calcul de consommation du matériel roulant – préparation et attente (modélisation Objectif Carbone)	57
Tableau 22	Emissions induites par l'énergie de traction pour chaque mission (électricité Française – 84 gCO ₂ /kWh)	59
Tableau 23	Emissions induites par l'énergie de traction pour chaque mission (électricité UE 27 – 306 gCO ₂ /kWh)	61
Tableau 24	Matériel roulant en PACA de moins de 40 ans en 2011.....	62
Tableau 25	Synthèses des émissions par axes ferroviaires.....	66
Tableau 26	Impact CO ₂ global par mission (électricité EU27).....	67
Tableau 27	Analyse des données reçues des transporteurs et du CR	72
Tableau 28	Emissions des GES liées à la consommation du carburant pour les lignes RRR	73
Tableau 29	Données prises en compte pour l'immobilisation et émissions de GES correspondantes.....	74
Tableau 30	Matériaux pris en compte dans la maintenance et émissions de GES correspondantes	75
Tableau 31	Récapitulatif des émissions de GES par poste et par ligne.....	77
Tableau 32	Calcul des voyageur.km pour les lignes LER.....	80
Tableau 33	Calcul de la distance parcourue en moyenne par passager en % du parcours complet	81
Tableau 34	Récapitulatif des émissions par voy.km pour les lignes LER.....	82
Tableau 35	Calcul des km par semaine et par an de la ligne Nice-Digne	84
Tableau 36	Calcul des km par semaine et par an de la ligne Nice-Plan du Var	84
Tableau 37	Consommation annuelle du carburant et les émissions GES correspondantes.....	84
Tableau 38	Récapitulatif des émissions de GES par poste et par ligne.....	85
Tableau 39	Calcul des voyageur.km pour les Trains de Provence.....	86
Tableau 40	Récapitulatif des émissions par voy.km pour les Trains de Provence	86



Tableau 41	Données et hypothèses pour les consommations de carburant pour l'aviation	87
Tableau 42	Données et hypothèses pour l'estimation des km parcourus et des moyens de transport des visiteurs par site	91
Tableau 43	Données concernant l'amortissement des bâtiments, du parc informatique, des véhicules, du mobilier et des machines de la Région PACA	94
Tableau 44	Données de consommation d'énergie par bâtiment.....	96
Tableau 45	Consommation d'énergie des bâtiments de la Région PACA	96
Tableau 46	Achats et dépenses de la Région PACA	98
Tableau 47	Quantité des différents types de déchets produits en 2009 par la Région PACA.....	100



I. Méthodologie pour l'étude portant sur le volet patrimoine et services

I.1. Qu'est-ce que le Bilan Carbone® ?

Le Bilan Carbone® est un outil de comptabilisation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) développée par l'ADEME. Il a pour objectif principal d'évaluer, d'analyser et de hiérarchiser les divers postes émetteurs de GES de la collectivité.

Dans le cadre de cette étude, les émissions de Gaz à Effet de Serre estimées correspondent aux activités liées à l'enseignement, aux transports et au fonctionnement des services de la Région PACA. Suite à ce diagnostic, le Bilan Carbone® permettra de dégager des orientations stratégiques pour chacun des principaux postes étudiés et d'identifier diverses préconisations pour réduire les émissions de GES. Ces orientations stratégiques permettront à la Région PACA de préciser en interne sa politique afin de mettre en place une démarche d'exemplarité qui pourra être suivie par l'ensemble de ses partenaires.

Les résultats présentés ci-après sont issus de toutes les données d'activité qu'il nous a été possible de collecter. Pour certains postes, les difficultés rencontrées pour obtenir soit l'ensemble des données nécessaires, soit des données plus précises, nous ont amené à recourir à des valeurs moyennes et/ou estimées au mieux. Si cette solution permet d'obtenir un résultat global se situant dans les bons ordres de grandeurs (ce qui est l'objectif principal d'un Bilan Carbone), celui-ci est cependant assorti d'une incertitude plus importante. Comme nous le précisons dans le rapport, dans un certain nombre de cas, il nous paraît important que ces données puissent faire l'objet d'une collecte complémentaire ultérieurement, afin de réduire l'incertitude qui y est attachée.

Rappel : une des caractéristiques principales d'un Bilan Carbone® est d'estimer les émissions de Gaz à Effet de Serre en ordre de grandeur, chacune des valeurs étant assortie d'une incertitude plus ou moins forte (de 5 % pour les plus « fiables » à 50 % pour les plus incertaines). A noter que le calcul des émissions réalisé au niveau national contient une incertitude d'environ 20 %. Dès lors, les résultats obtenus ne doivent pas avoir plus de 2 voir 3 chiffres significatifs. Sachant cela, vous constaterez dans la suite de ce document, que les valeurs affichées sur les histogrammes et celles figurant dans le corps du texte ne se recourent pas précisément (les secondes étant généralement précédées de « environ »). Ceci est normal et même volontaire. L'objectif est d'obtenir des ordres de grandeur.

I.2. Périmètres de l'étude

Ce rapport présente les trois volets de l'étude Bilan Carbone® concernant les activités et les compétences de la Région PACA : l'enseignement, les transports et le fonctionnement des services pour l'année 2010. Pour chaque périmètre, l'exercice consiste dans un premier temps à collecter un ensemble de données concernant les différents postes émetteurs. Ces données sont ensuite réparties dans des sous-postes. On obtient ainsi le détail de chacun des maillons de l'activité et l'équivalent Carbone de leurs émissions. Pour chaque poste, une analyse des résultats est donnée.

I.2.1. Le périmètre Enseignement

Le périmètre retenu pour réaliser le Bilan Carbone® des activités d'enseignement gérées directement ou indirectement par la Région PACA comprend :

1. Les lycées :
 - Energie
 - Déplacement des élèves, des professeurs
 - Déplacements des agents de la région
 - Immobilisations (Bâtiments, mobilier, parc informatique)
 - Restauration
2. Les Centres d'apprentissage par la formation (CFA) :
 - Energie
 - Déplacements des apprentis et des formateurs
 - Restauration
3. La formation continue :
 - Energie
 - Déplacements des apprenants et des formateurs
 - Restauration
4. Les formations de la santé et du social :
 - Energie
 - Déplacements des apprenants et des formateurs

Voici un schéma simplifié des flux et des principaux postes étudiés dans le Bilan Carbone® Enseignement de la Région PACA :





Figure 1 Schéma des flux et des principaux postes d'émissions des activités d'enseignement gérées directement ou indirectement par la Région PACA

I.2.2. Le périmètre des Transports

Le périmètre retenu pour réaliser le Bilan Carbone® du transport de la Région PACA comprend :

- Les Trains Express Régionaux (TER)
- Les Lignes Express Régionales (LER)
- Les Chemins de Fer de Provence (CFP)

A ces transports ferroviaires et routiers s'ajoutent les aéroports et aérodromes gérés par la Région, pour lesquels nous avons considéré les consommations de carburant de l'aviation :

- Aéroport d'Avignon
- Aérodrome de Berre
- Aérodrome de Château-Arnoux
- Aérodrome le Mazet de Romanin

I.2.3. Le périmètre administratif

Le périmètre retenu pour réaliser le Bilan Carbone® du fonctionnement des services comprend pour l'ensemble des bâtiments administratifs : Hôtel de Région, annexes et antennes, ainsi que le FRAC (Fond Régional d'Art Contemporain) et la Régie culturelle :

- Les consommations énergétiques (électricité, gaz, fioul) des bâtiments ;
- Les déplacements des agents (domicile-travail et professionnels) et des élus ;
- Les déplacements des visiteurs sur les sites de la Région ;
- Les achats : consommables informatiques et de bureau, papier (dont support communication), prestations intellectuelles et les frais de bouche ;
- Les immobilisations : bâtiments, véhicules, informatiques, mobilier ;
- Le fret du mobilier et du papier ;
- Les déchets.

Remarque : la **climatisation** des bureaux est un poste qui entraîne aussi des émissions de GES via les gaz frigorigènes qui s'échappent et qui sont eux-mêmes des puissants GES. Cependant, des systèmes bien entretenus et qui ne laissent pas s'échapper de fluides frigorigènes ne contribuent pas au renforcement du phénomène de l'effet de serre. Les données de recharge des fluides pour 2010 n'ont pu être connues. Il s'agit donc avant tout d'assurer un suivi des opérations de maintenance des groupes froid et d'éviter toute fuite.

Voici un schéma simplifié des flux et des principaux postes étudiés dans le Bilan Carbone® du fonctionnement des services :

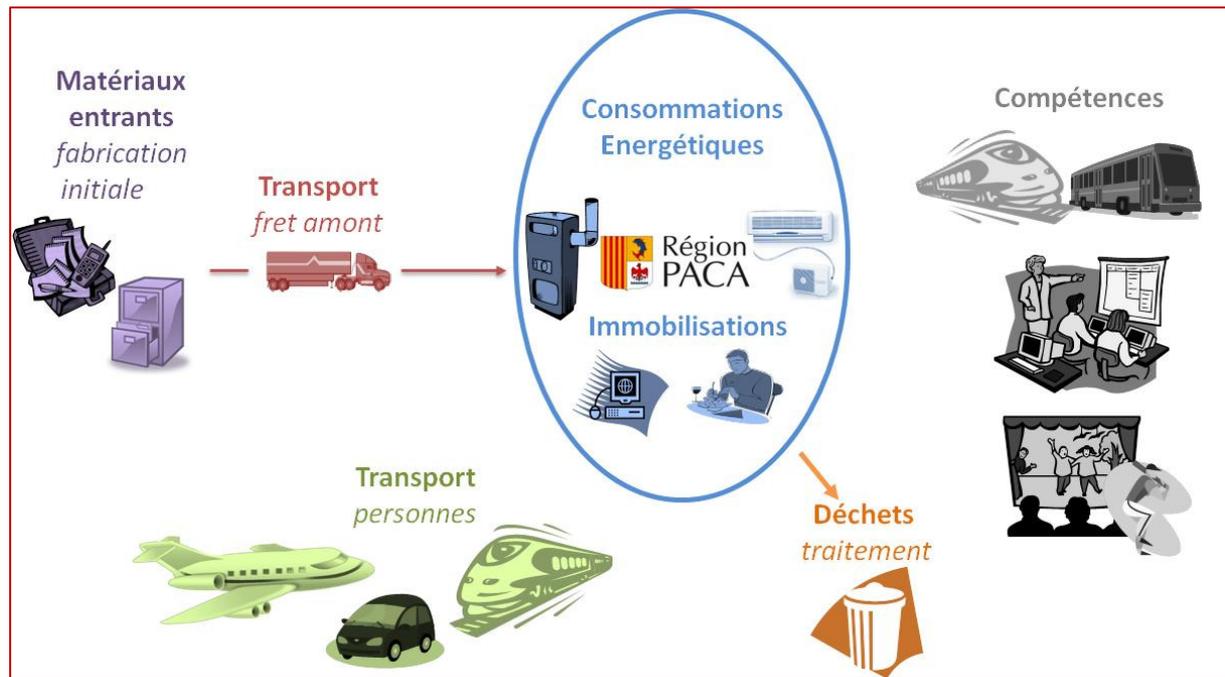


Figure 2 Schéma des flux et des principaux postes d'émissions des activités de la Région PACA

S'ajoute à ce périmètre le **Canal de Provence** dont la Région est propriétaire et dont la gestion est effectuée par la Société du Canal de Provence.

II. Synthèse des résultats

II.1. Synthèse des émissions de GES globales

Les émissions globales des trois volets de l'étude s'élèvent à environ **350 000 T éq. CO₂**. La répartition par périmètre est présentée dans le graphique suivant.

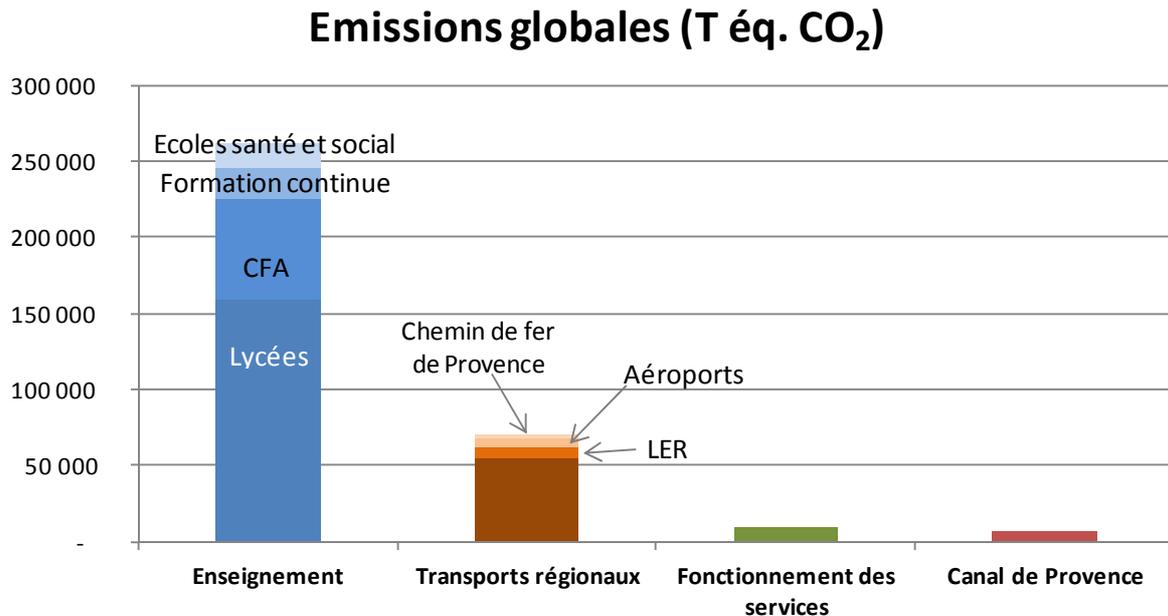
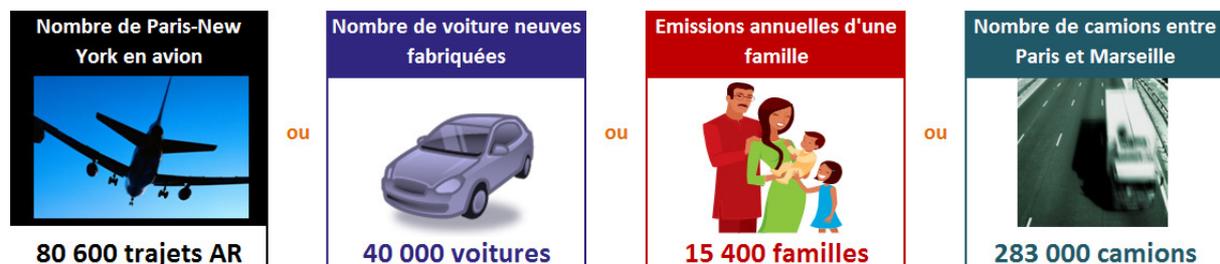


Figure 3 Synthèse des émissions globales des trois périmètres étudiés

II.2. Bilan Carbone® Enseignement

Les émissions de GES liées à l'activité d'enseignement gérée directement ou indirectement par la Région PACA inclus dans le périmètre s'élèvent à environ **262 000 T éq. CO₂**.

Ces émissions peuvent être mises en perspective par rapport à plusieurs éléments plus concrets. Ainsi, en 2009, l'activité Enseignement de la Région PACA a engendré autant d'émissions de GES que :





Les figures ci-dessous présentent les émissions de chaque type de formation puis de chaque poste pour l'activité Enseignement de la Région PACA.

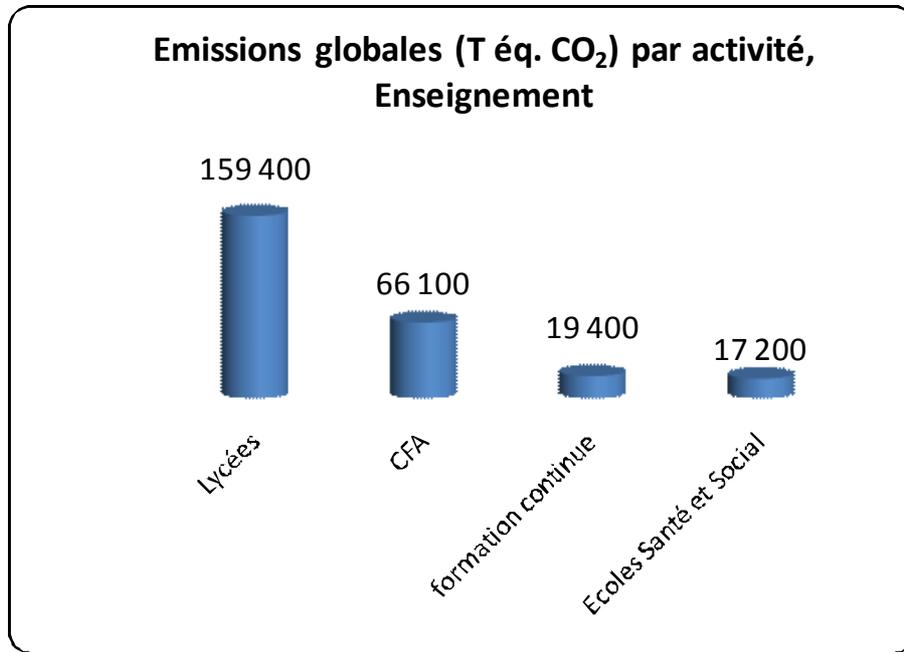


Figure 4 Emissions en tonnes équivalents CO₂ et répartition par site de l'activité Enseignement de la Région PACA

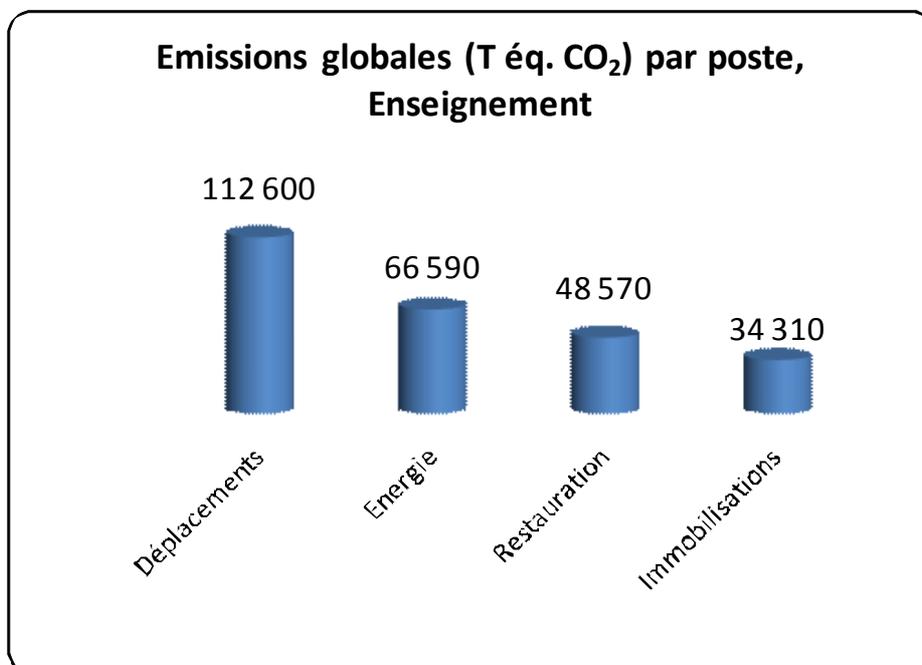


Figure 5 Emissions en tonnes équivalent CO₂ par poste de l'activité Enseignement de la Région PACA

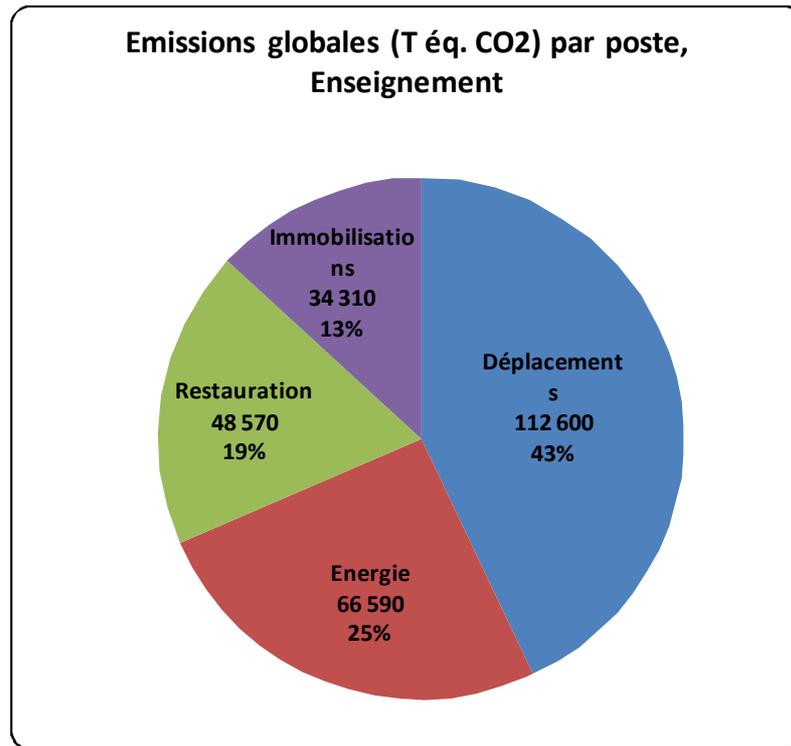


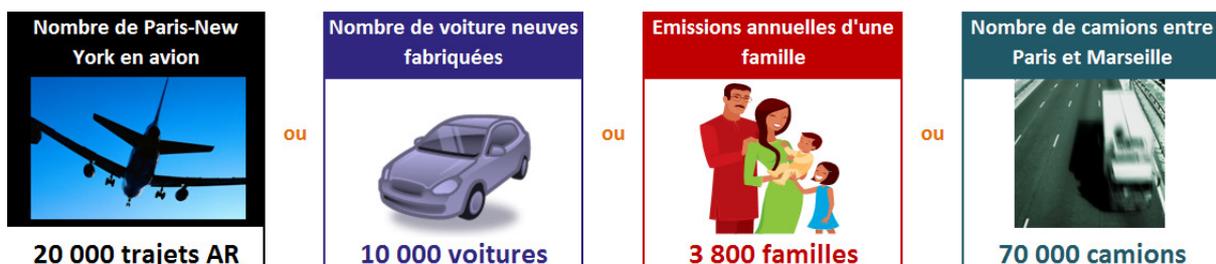
Figure 6 Répartition des émissions par poste de l'activité Enseignement de la Région PACA

Le poste le plus émetteur est celui des déplacements (domicile-lycées des apprenants et des équipes pédagogiques, ainsi que les agents des lycées), avec près de 40% des émissions totale de l'Enseignement.

II.3. Bilan Carbone® Transport

Les émissions de GES liées à l'activité de **transports régionaux ferroviaires et routiers** s'élèvent à environ **65 000 T éq. CO₂**.

Ces émissions peuvent être mises en perspective par rapport à plusieurs éléments plus concrets. Ainsi, en 2009, les transports régionaux ont engendré autant d'émissions de GES que :



La Figure 7 présente les émissions de chaque poste pour les transports de la Région PACA.

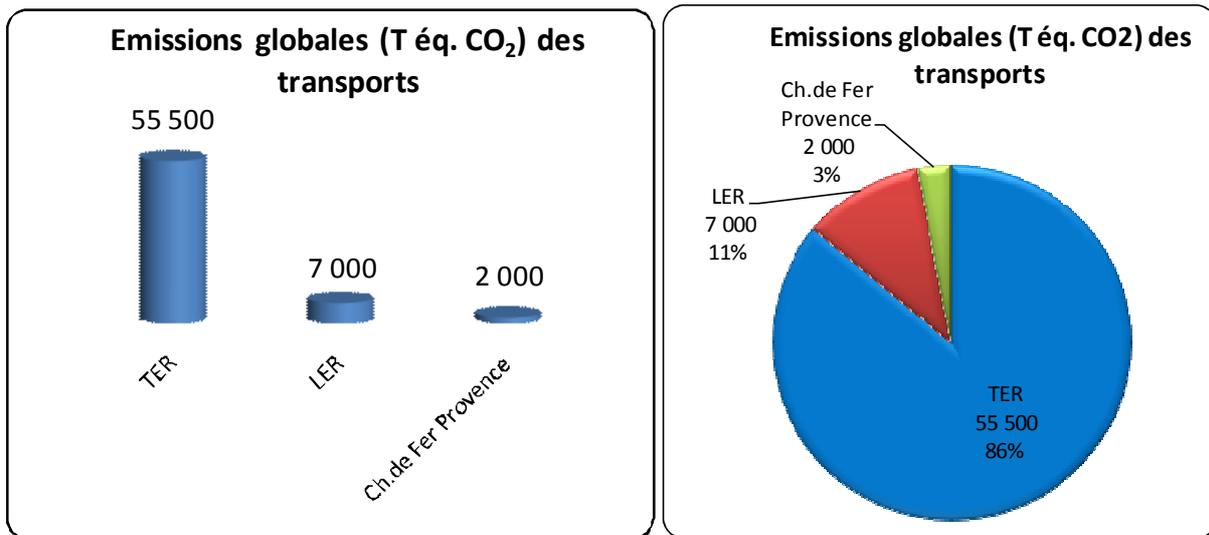


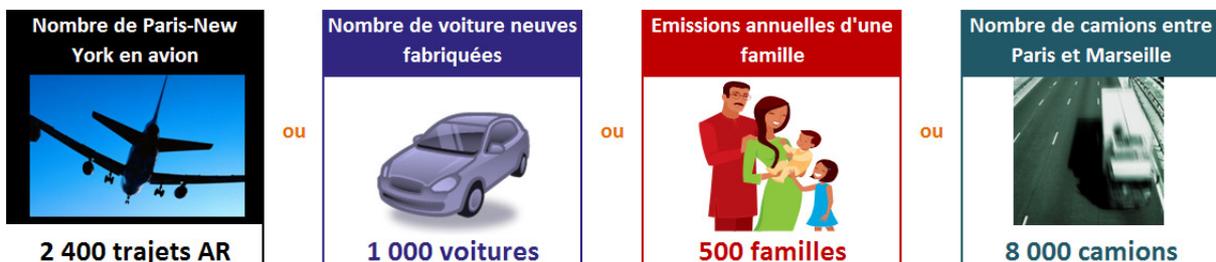
Figure 7 Emissions en tonnes équivalent CO₂ et répartition par poste des transports régionaux de la Région PACA

Les émissions de GES liées aux **aérodromes** s'élèvent à environ **5 600 T éq. CO₂**.

II.4. Bilan Carbone® fonctionnement administratif

Les émissions de GES liées à l'ensemble des activités et compétences incluses dans le périmètre **Fonctionnement des services** de la Région PACA s'élèvent à environ **8 700 T éq. CO₂**. Ramenées au nombre d'agents (1700), les émissions totales sont d'environ **5,1 T éq. CO₂ par agent**. Attention à ne pas chercher la comparaison avec d'autres régions, le périmètre étant différent selon les compétences de la collectivité.

Les émissions de GES générées par le fonctionnement du Patrimoine et des services de la Région PACA peuvent être mises en perspective par rapport à plusieurs éléments plus concrets. Ainsi, en 2009, l'activité administrative de la Région PACA a engendré autant d'émissions de GES que :



La Figure 8 présente les émissions de chaque poste pour le fonctionnement administratif de la Région PACA.

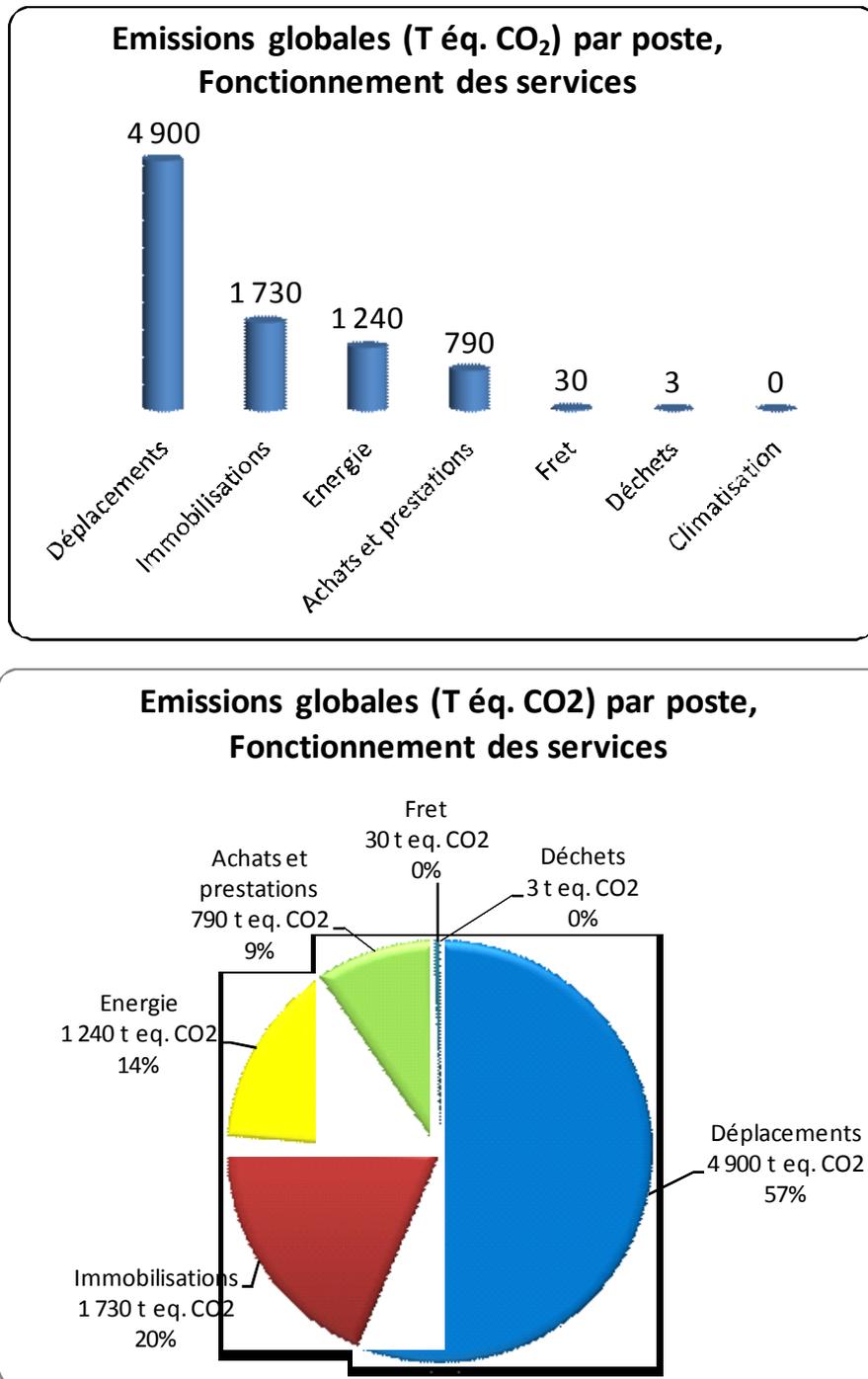


Figure 8 Emissions en tonnes équivalent CO₂ et répartition de chaque poste fonctionnement des services de la Région PACA

Le poste le plus émetteur est celui des déplacements (domicile-travail, professionnels et visiteurs), avec près de 60% des émissions totales du fonctionnement administratif.

Les émissions de GES liées au transport et à la livraison de l'eau par le **Canal de Provence** s'élèvent à environ **6 900 T eq. CO₂**.

II.5. Comparaison des émissions avec différents facteurs d'émission de l'électricité

Les émissions de l'électricité de cette étude Bilan Carbone® sont calculés avec le facteur d'émission national, sauf pour la partie TER (où nous avons retenu le facteur d'émission européen, puisque le mix d'électricité achetée par la SNCF se rapproche de la moyenne européenne). Nous vous proposons ici d'effectuer les mêmes calculs avec le facteur d'émission de l'électricité européenne, puis avec le facteur d'émission de l'électricité régionale calculé à partir des données de l'Observatoire régional de l'énergie.

- **L'électricité en France** est peu carbonée du fait de la part importante de nucléaire dans le mix énergétique de sa production : le facteur d'émission est **85 g éq. CO₂/KWh**. Le mix énergétique de la production d'électricité nationale est décrit dans le tableau suivant. Seul 11% de l'électricité est d'origine fossile, dont la moitié de gaz naturel.

Electricité Nationale	
nucléaire	74%
hydraulique	12%
thermique	11%
autre	3%

Part thermique de l'Electricité Nationale	
fioul	13%
gaz	51%
charbon	32%
autre	4%

Figure 9 Mix énergétique national pour la production d'électricité, et zoom sur la part thermique

- **L'électricité au niveau européen** est en moyenne plus carbonée que l'électricité française du fait d'une part plus importante de production thermique (gaz, charbon, fioul). On retient un facteur d'émission de **304 g éq. CO₂/KWh**.
- La **région PACA** produit 47,1 % de l'électricité qu'elle consomme sur son territoire. La consommation totale brute est de 41,9 TWh et la production régionale atteint 18,8 TWh (source : Observatoire régional de l'énergie, données 2010).

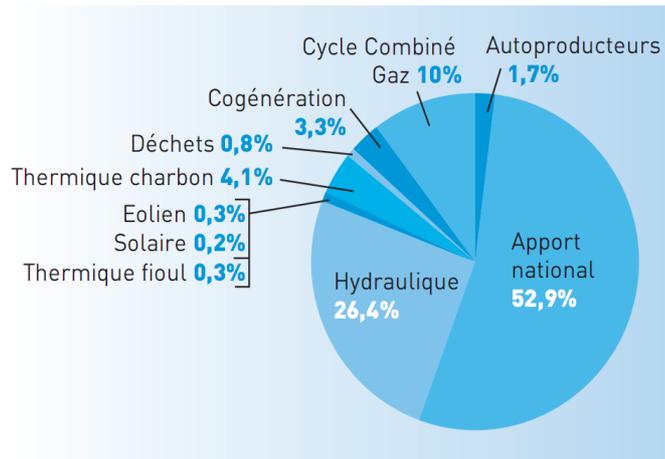


Figure 10 Alimentation du territoire en électricité (source : Observatoire régional de l'énergie, données 2010)

II.5.1. Calcul du facteur d'émission de l'électricité régionale

Nous avons calculé un facteur d'émission pour l'électricité consommée en PACA, prenant en compte le mix énergétique local, à partir des données de l'observatoire de l'énergie régional (Tableau 1 et Tableau 2) et des facteurs de production des différentes énergies.

	% consommation région	TWh énergie finale	kg eq CO2/kWh élec finale	t eq CO2
électricité nationale	53%	22,2	85	1 884 034
élec issue gaz	10%	4,2	395	1 655 050
élec issue charbon	4%	1,7	1095	1 880 648
élec issue fioul	0,3%	0,1	564	70 931
élec issue cogénération (gaz)	3%	1,4	790	1 092 333
élec issue ENR	29%	12,3	0	0
total consommation régionale	100%	41,9		
total issue production régionale	47%	19,7	238	4 698 962
FE élec mix de consommation			157	

Tableau 1 Calcul du Facteur d'émissions électricité régional

Facteur d'émission de production	kg eq CO2/kWh
gaz	237
électricité issue gaz avec rendement 60%	395
électricité issue cogénération gaz 30%	790
fioul	320
électricité issue fioul avec rendement 60%	564
charbon	416
électricité issue charbon avec rendement 38%	1095
électricité issue charbon avec rendement 45%	924
électricité issue ENR	0

Tableau 2 Facteurs d'émissions de la production des différentes énergies

Le nouveau facteur d'émission est de **157 g éq. CO2/kWh**, ce qui est plus élevé que le facteur d'émission national **85 g eq. CO2/kWh**. En effet, même si la part d'hydraulique est supérieure (+ 11%), la part du nucléaire est inférieure (- 35%) et la part de fossile est supérieure (+ 24%) (Tableau 3).

Electricité	Rappel électricité Française	électricité mix conso région PACA
% de fossiles dans la production électrique	11%	24%
% de charbon dans la production électrique	4%	6%
% de gaz dans la production électrique	6%	13%
% hydraulique	12%	33%
% nucléaire	74%	39%

Tableau 3 Comparaison du mix énergétique de l'électricité nationale et régionale

II.5.2. Comparaison des Emissions de GES

- **Fonctionnement des services**

Avec le facteur d'émission de l'électricité européenne, les émissions du poste Energie passent de **1 250 T éq. CO₂** à **3 400 T éq. CO₂**, soit **2 150 T éq. CO₂** supplémentaires. Le total est alors de **11 200 T éq. CO₂** pour le fonctionnement.

Avec le facteur d'émission de l'électricité régionale, les émissions du poste Energie passent de **1 250 T éq. CO₂** à **1 950 T éq. CO₂**, soit **700 T éq. CO₂** supplémentaires. Le total est alors de **9 700 T éq. CO₂** pour le fonctionnement (Figure 11).

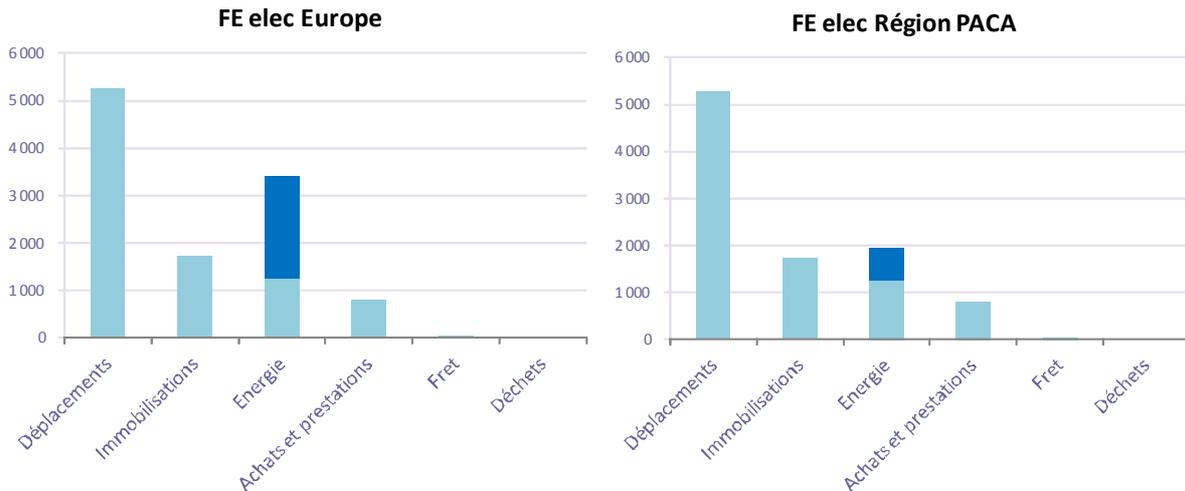


Figure 11 Comparaison des émissions de GES (en T eq. CO₂) du fonctionnement administratif avec le FE électricité national et le FE électrique régional

En bleu foncé sur le graphique : le surplus par rapport aux émissions calculées avec le facteur d'émission moyen de l'électricité nationale, dû à la prise en compte du facteur d'émission de l'électricité européenne et régionale.

- Les lycées

Avec le facteur d'émission de l'électricité européenne, les émissions du poste Energie passent de 55 800 T eq. CO₂ à 72 700 T eq. CO₂, soit 17 000 T eq. CO₂ supplémentaire. Le total est alors de 176 400 T eq. CO₂ pour les lycées.

Avec le facteur d'émission de l'électricité régionale, les émissions du poste Energie passent de 55 800 T eq. CO₂ à 61 300 T eq. CO₂, soit 5 500 T eq. CO₂ supplémentaire. Le total est alors de 165 000 T eq. CO₂ pour les lycées (Figure 12).

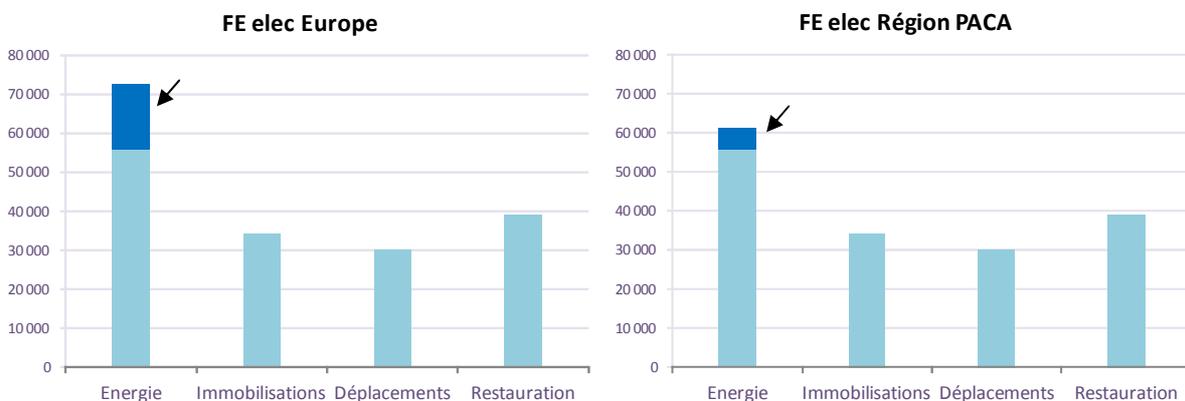


Figure 12 Comparaison des émissions de GES (en T eq. CO₂) des lycées avec le FE électricité national, européen et régional

En bleu foncé sur le graphique : le surplus par rapport aux émissions calculées avec le facteur d'émission moyen de l'électricité nationale, dû à la prise en compte du facteur d'émission de l'électricité européenne et régionale.

Il existe de fortes disparités entre les émissions des différentes énergies. **Le kWh le moins émetteur de GES et le moins cher est évidemment celui qui n'est pas consommé.** En France, l'électricité est la source d'énergie la moins émettrice de CO₂, en raison du mix de production, très largement nucléaire. En Europe, le facteur d'émission de l'électricité est près de six fois supérieur à celui de la France, dans la mesure où la production repose essentiellement sur des centrales thermiques fonctionnant au gaz naturel et au charbon.

Le faible contenu en carbone du kWh produit par le parc nucléaire français ne doit pas systématiser le basculement vers ce type d'énergie dans l'optique unique de réduire les émissions de GES. Cela ne peut être approuvé sans réserve à cause des déchets nucléaires et du passage de l'énergie primaire à l'énergie finale. **Il s'agit avant tout de diminuer les consommations d'énergie.**

II.5.3. Perspectives

Le contenu CO₂ de l'électricité en Europe et en France est amené à réduire. L'ensemble des installations de production d'électricité en Europe et fonctionnant avec des énergies fossiles sont soumises à des quotas d'émissions par la commission européenne depuis 2005. Le volume de quotas alloué est en baisse à chaque nouvelle période d'allocation (2005-2007, puis 2008-2012 pour l'instant). La division par quatre des émissions fait partie des objectifs européens. En France, les scénarios prospectifs de RTE sur la production d'électricité nationale met également en évidence la baisse du contenu CO₂ de l'électricité dans tous les cas de figures étudiés : que l'on se positionne sur le scénario de référence, autant que sur le scénario de retrait du nucléaire.

La Figure 13 reconstitue le contenu CO₂ de l'électricité Française passée et tel qu'il est envisagé par RTE dans son Bilan 2011 « prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France ».

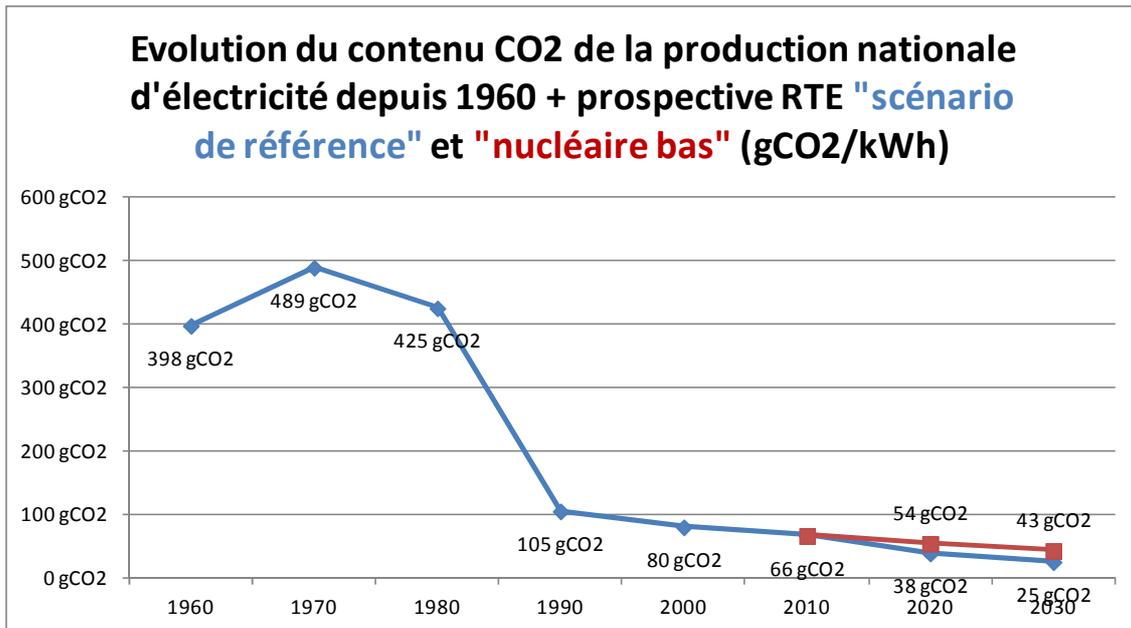


Figure 13 Evolution du contenu CO₂ du kWh électrique produit en France depuis 1960 + scénario RTE

En conséquence, d'ici 2030, même avec de l'électricité européenne, et dans les mêmes conditions d'exploitation qu'aujourd'hui, la mobilité en traction électrique va naturellement s'améliorer pour passer en dessous de 30 gCO₂/voy.km.

Pour ce qui concerne la mobilité en traction Diesel, aujourd'hui, elle est équivalente à une voiture transportant 1,7 personne. Il s'agit là d'une voiture engendrant en parcours mixte 256 gCO₂/veh.km, consommant 6,4 litres/100km en moyenne, amortissement du véhicule et émissions amont du carburant comprises.

En 2030, les progrès attendus sur le parc automobile permettent d'envisager des véhicules affichant une étiquette à 90 gCO₂ en moyenne. Cela correspond en condition réelle sur route, extraction raffinage, amortissement du véhicule compris, à une moyenne d'émissions de l'ordre de 130 gCO₂. A cet horizon, à moins d'importants progrès sur la consommation des trains, alors dans les mêmes conditions d'exploitation, (et de remplissage en particulier), le train en traction Diesel sera moins bien qu'une voiture avec son seul conducteur à bord.

A cet horizon, le maintien d'une traction Diesel deviendra délicat dans un contexte de recherche d'efficacité sans doute encore plus tendu qu'actuellement.

II.6. Analyses économiques

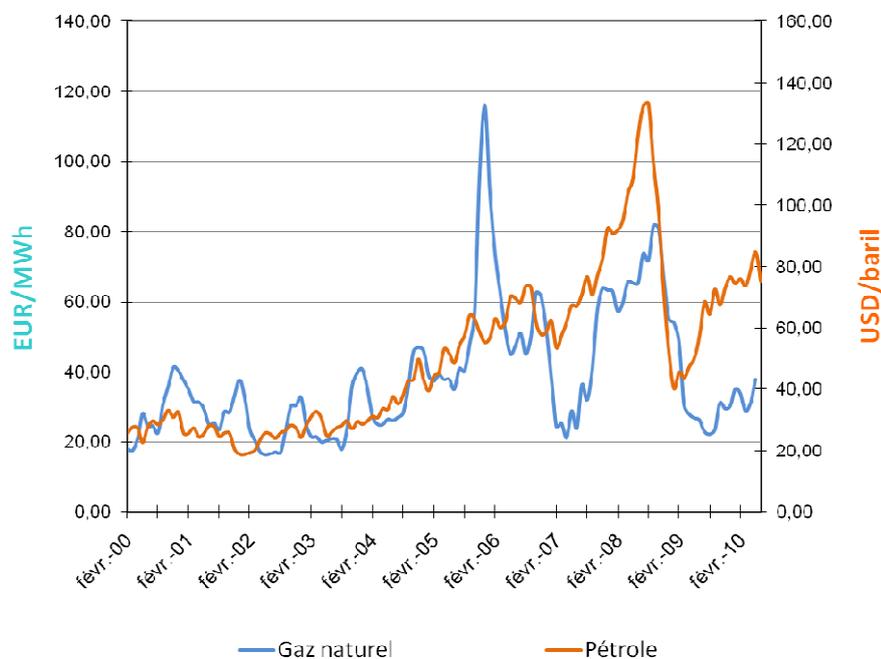
La méthode Bilan Carbone® permet, à partir des résultats d'un bilan, d'estimer l'ordre de grandeur d'un surcoût potentiel lié aux fluctuations du prix des énergies fossiles et à la mise en place d'une taxe carbone.

Cette simulation ne constitue en aucun cas une véritable analyse financière. Elle entend susciter la réflexion sur l'incidence possible provoquée par une augmentation du coût des énergies sur l'activité de la Région PACA. Une analyse plus complète devra être réalisée en complément de cette première approche.

II.6.1. Simulation de l'augmentation du prix des énergies fossiles

Les projections sont basées sur l'évolution du prix des énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon) et du taux de change entre les devises.

Puisque presque toutes les émissions comptabilisées dans l'étude proviennent de la combustion d'énergie fossile (pétrole, charbon, gaz), ce calcul matérialise l'incidence d'une augmentation du prix de ces énergies sur l'activité de votre administration. Les projections sont basées sur l'évolution du prix des énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon) et du taux de change entre les devises. Nous supposons que les prix du gaz et du charbon évoluent de pair avec le prix du pétrole. Le graphique ci-dessous représente l'évolution du prix de gros du pétrole et du gaz naturel sur les dix dernières années.



Source : DGEMP et AlternConsult

Figure 14 Evolution des cours du pétrole et du gaz naturel entre 2000 et 2010

Nous avons réalisé une première estimation en fixant le jeu d'hypothèses sur les énergies fossiles rappelé ci-dessous.

Hypothèses :

	Prix initial	Valeur future Scénario A	Valeur future Scénario B
Pétrole (\$/baril)	80	130	200

Tableau 4 Hypothèses sur le prix du baril pour les simulations

A partir du prix du baril de pétrole moyen en 2010, nous avons étudié 2 scénarios avec des augmentations du prix du pétrole variables. Dans le premier scénario, on fait évoluer le baril de 80\$ à 130\$ le baril, la valeur future correspondant à la valeur réelle du prix du pétrole lors de l'été 2008 (pic du prix du pétrole).

Les prix initiaux du gaz et du charbon, ainsi que les pourcentages d'indexation sur le prix du pétrole apparaissent dans le Tableau 5:

	Prix initial	% de répercussion du prix du pétrole
Gaz (\$/MMBTU)	7	80%
Charbon (\$/tonne)	150	90%

Tableau 5 Prix initial du gaz et du charbon et pourcentages d'indexation sur le prix du pétrole

Selon l'évolution du prix du pétrole, il s'en suit les évolutions des prix du gaz et du charbon suivantes (Tableau 6) :

	Prix initial	Scénario A	Scénario B
Gaz (\$/MMBTU)	7	11	15
Charbon (\$/tonne)	150	234	353

Tableau 6 Hypothèses sur l'évolution des prix du gaz et du charbon

Pour le **fonctionnement des services**, les principaux postes « directs » - consommations d'énergie et déplacements professionnels - correspondent à 90% du surcoût (soit 350 000€ pour le scénario A et 850 000€ pour le scénario B) (Tableau 7). Au sein de la consommation d'énergie, 15% du surcoût est lié aux combustibles fossiles et 85% à l'électricité (dont les émissions sont liées essentiellement à la part des combustibles fossiles permettant la production d'électricité).

Simulation Fonctionnement			
	Surcoût (€) sc A	Surcoût (€) sc B	
Energie	250 000	600 000	63%
Déplacements Pro	100 000	250 000	26%
Fret et achats	40 000	100 000	11%
TOTAL	390 000	950 000	100%

Tableau 7 Surcoût prévu par poste pour les scénarios A et B – Fonctionnement

Pour les lycées, le poste « direct » des consommations d'énergie entraîne 95% du surcoût (Tableau 8). 25% du surcoût est lié aux combustibles fossiles et 75% à l'électricité (dont les émissions sont liées essentiellement à la part des combustibles fossiles permettant la production d'électricité). Les lycées étant au nombre de 180 (en différenciant sections générales et professionnelles), cela correspond à un surcoût moyen de 36 000 € annuels par lycée dont 33 000 € pour l'énergie dans le scénario A ; et à un surcoût moyen de 94 000 € annuels par lycée dont 90 000 € pour l'énergie dans le scénario B.

Simulation Lycées			
	Surcoût (€) sc A	Surcoût (€) sc B	
Energie	6 000 000	16 000 000	94%
Restauration	400 000	1 000 000	6%
TOTAL	6 400 000	17 000 000	100%

Tableau 8 Surcoût prévu par poste pour les scénarios A et B – Lycées

Simulation transports régionaux		
	Surcoût (€) sc A	Surcoût (€) sc B
Carburant	4 100 000 €	10 900 000 €

Tableau 9 Surcoût prévu pour les scénarios A et B – Transports régionaux

Dans la mesure où toutes les hypothèses prises étaient constatées, la Région PACA aurait à supporter un surcoût total de plusieurs dizaines de millions d'euros, principalement sur les postes énergie et déplacements.

En 2008, le prix du baril avait atteint 130\$ pendant l'été et la moyenne sur l'année avait été de 99\$ le baril. **En 2011, la moyenne du prix du baril a atteint un nouveau record et dépasse l'année 2008 avec 111\$ le baril** : pas de « poussée de fièvre », mais un prix élevé globalement sur toute l'année. Cette hausse s'explique principalement par une hausse de la demande mondiale (89 millions barils par jour en moyenne en 2011), ainsi que par les tensions géopolitiques de l'année au Moyen-Orient.

II.6.2. Simulation d'une taxe carbone

La taxe carbone aurait dû avoir pour vocation d'inciter tous les partenaires de la vie économique à réduire les émissions de CO₂. Elle aurait consisté à taxer tous les hydrocarbures fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel, fioul) avec un taux variable selon leur contenu CO₂. Si elle avait été mise en place et selon les propositions faites du Grenelle 1, son prix de base se serait élevé à 17 €/tonne de CO₂. Elle devait évoluer progressivement, chaque année, vers un montant de 100 €/tonne de CO₂, évoqué pour l'horizon 2030. De notre point de vue, cet objectif devra être revu significativement à la hausse dans les années à venir. Le revenu de la taxe carbone serait utilisé afin de faciliter la transition de la société vers un mode consommation plus sobre, dégageant moins de CO₂.

Une fiscalité s'approchant de la taxe carbone a déjà émergé dans certains pays (Suède, Danemark, Allemagne, Royaume-Uni). Au Danemark, il s'agit d'une taxe CO₂ sur les produits énergétiques (électricité, fiouls lourds et légers, méthane, butane, charbon et gaz naturel) et concerne tous les acteurs économiques : particuliers, entreprises, industries et administrations.

Pour la Région PACA, les consommations directes d'hydrocarbures prises en compte dans le cadre de la taxe carbone sont :

- **les consommations énergétiques** (Fonctionnement, Lycées) ;
- **la consommation de carburant** et kilomètres parcourus pour les déplacements professionnels (Fonctionnement)
- **la consommation de carburant** (diesel ou électricité) des transports régionaux.

L'instauration de la taxe carbone à un montant de **17 €/tonne de CO₂** représenterait les surcoûts suivants :

- **environ 26 000 € pour le fonctionnement du patrimoine et des services, dont 19 000€ pour les déplacements et 7 000€ pour l'énergie**
- **environ 840 000 € pour l'énergie des lycées**
- **environ 780 000 € pour l'énergie de traction pour les transports régionaux (TER, LER, CFP).**

Avec une taxe de **100 €/tonne CO₂**, et à partir des données actuelles, les surcoûts seraient les suivants :

- **environ 150 000 € pour le fonctionnement du patrimoine et des services, dont 110 000€ pour les déplacements et 40 000€ pour l'énergie**
- **environ 5 000 000 € pour l'énergie des lycées**
- **environ 4 600 000 € pour l'énergie de traction pour les transports régionaux**

Simulation :

Le graphique ci-après montre les surcoûts totaux engendrés, par poste, selon les 2 scénarios, à la fois en lien avec le renchérissement du pétrole et de la taxe carbone. Les surcoûts intégrés impactent directement la Région (qui paie ces factures) comme l'énergie, les achats (le prix de l'énergie de fabrication est répercuté sur le prix des intrants) et les déplacements professionnels.

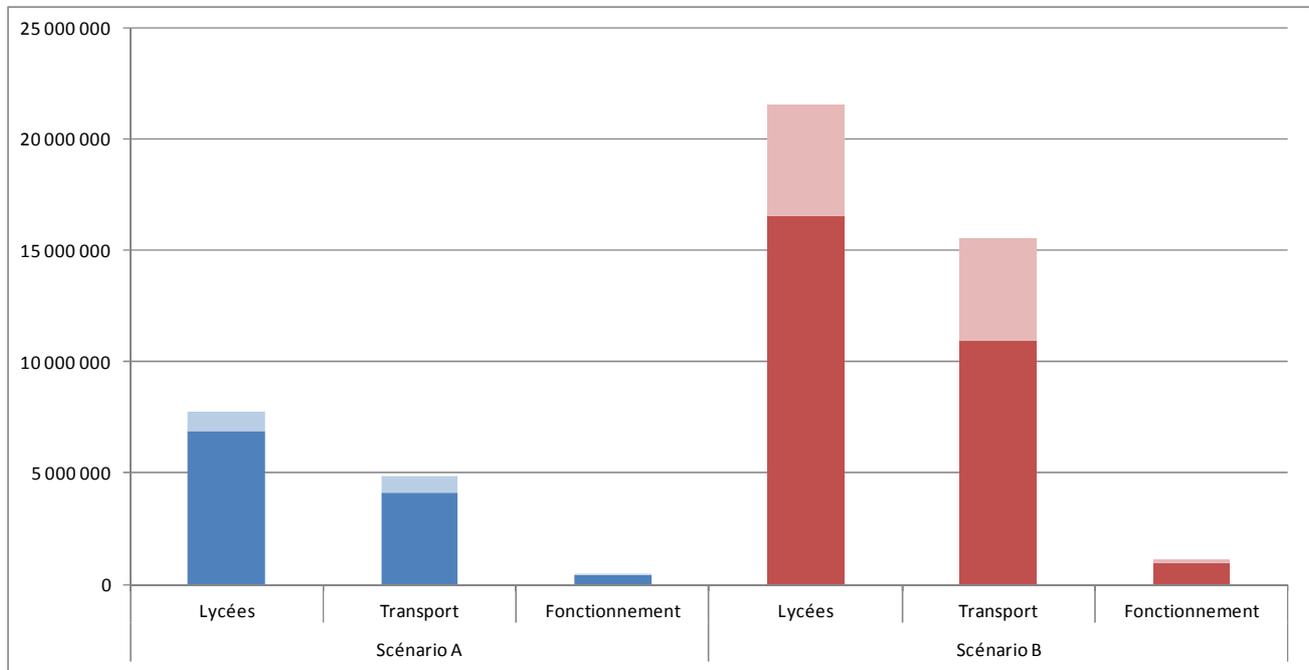


Figure 15 Augmentation des coûts totaux pour les scénarios A (en bleu) et B (en rouge) (en couleur foncée : surcoût lié au renchérissement du prix du baril) (en couleur claire : surcoût lié à l'instauration d'une taxe carbone)

Mais il existe également des surcoûts qui impactent indirectement la région (qui ne paie pas ces factures) comme les déplacements domicile-travail des agents ou des lycéens. Ces derniers ne sont pas intégrés mais ne doivent toutefois pas être négligés, tant l'impact pourra être important sur l'activité de la Région si le coût des déplacements domicile-travail augmente. Les agents habitant loin et prenant leur voiture seront d'autant plus touchés.

II.6.3. Quelques considérations financières

Les mesures à envisager pour améliorer son Bilan Carbone® peuvent (devraient également) s'étudier du point de vue financier de la manière suivante : Quelle valeur donner au CO₂ ? Comment évaluer une assiette de financement pour lancer des programmes de réduction d'émission ?

II.6.3.1. Dans l'industrie

Les quotas de CO₂ qui ne concernent que l'industrie (et prochainement le secteur aérien en relation avec l'Europe), s'échangent à un prix de l'ordre de 15 €/tonne. Cela signifie que dans ces secteurs, les industriels ont le choix entre acheter des quotas excédentaires à d'autres industriels trop pourvus de

quotas, ou bien de procéder à des investissements (ou des fermetures de sites) qui leur permettent de réduire leurs besoins de quotas.

Sur cet horizon financier, on peut envisager réduire de 10 à 15% les émissions européennes de CO₂. Cela représente déjà 25 à 33% de baisse dans les secteurs concernés. Et une part importante de ces baisses sera le fruit de délocalisation, sans impact réel pour la lutte contre le changement climatique. Heureusement, la production d'électricité et les réseaux de chaleur ne se délocalisent pas, ce qui limite significativement ce travers.

II.6.3.2. Dans le résidentiel

Une équation courante pour rénover un logement est la suivante : on investit 30 000 € pour rendre compatible son logement par rapport au facteur 4 : isolation au niveau BBC de l'ensemble des parois et vitrage, amélioration de l'efficacité du dispositif de renouvellement d'air (VMC), changement d'énergie pour le chauffage et l'Eau chaude Sanitaire via l'installation d'équipements fonctionnant aux énergies renouvelables.

Le gain assuré en face permet de réduire une facture de gaz qui passe dans notre cas d'école de 20 MWh/an à près de 5 MWh/an. On gagne ainsi 1000 € de gaz par an. Le temps de retour sur investissement est de l'ordre de 30 ans. Accessoirement, le gain en CO₂ est de 3,5 tonnes par an.

Si on valorise le CO₂ à 400 €/tonne, alors le gain s'élève à 1000 € + 1400 €. Le temps de retour sur investissement passe à 12 ans. Seuil qui devient acceptable pour un particulier.

Autrement dit, pour réduire les émissions du résidentiel/tertiaire en France (30% des émissions françaises de CO₂), le niveau de prix implicitement établi par les politiques actuelles est de l'ordre de 300 à 500 €/tonne.

II.6.3.3. Dans les transports

Lorsqu'un industriel délocalise le montage d'un équipement automobile en Tunisie, un semi remorque complet emporte 30 000 pièces, qui nécessiteront chacune 10 minutes de main d'œuvre pour le montage. Dans ce cas là, l'enjeu de délocaliser le montage est de gagner sur les coûts de main d'œuvre, de l'ordre de 15 €/h, soit pour un semi remorque complet : 30 000 x 10 minutes = 5000 h = 75 000 €. En face, on aura parcouru 2500 km en camion en consommant 825 litres de carburant : 2,5 tonnes de CO₂. Relocaliser pour uniquement sauver du CO₂ reviendrait à 30 000€ la tonne de CO₂ évitée.

II.6.3.4. Perspective et mesures envisageables (techniquement) au niveau du système TER

Il ne s'agit que d'une première approche illustrée à l'aide de cas d'école, pour autant, on perçoit déjà que pour réduire au delà de 10% les émissions de la France, les 15 €/tonne n'y suffiront pas. Les 300 €/tonne probablement pas non plus.



Calons nous dans un premier temps à 200 €/tonne : on décide de consacrer 200 € pour chaque tonne de CO₂ que la solution financée permet d'éviter. Les 55 000 tonnes émises par le système TER seraient alors valorisées à 11 Millions d'euros : c'est 5% du montant de la convention PACA-SNCF.

Sur l'axe Marseille – Briançon, 65 trains réalisent les missions « Marseille - Aix en Provence » (ou retour) avec Terminus à Aix. 9 trains assurent la mission « Marseille-St-Charles St-Antoine ». Ils émettent de l'ordre de 4350 tonnes de CO₂ par an par leur seule consommation de carburant en service voyageur.

C'est 4 350 tonnes de plus qu'une circulation en traction électrique 100% EnR.

Accorder une valeur de 200 €/tonne de CO₂, c'est considérer qu'on fait une économie de 870 000 € par an si on peut les éviter.

La réalisation de l'électrification de cette voie sur 36 km reviendrait à environ 36 millions d'euros et engendrerait un peu moins de 3000 T éq. CO₂ pour les travaux (calcul effectué avec les outils RFF d'évaluation CO₂).

La valorisation du CO₂ émis dans les 35 prochaines années, (jusqu'en 2050, date butoir du facteur 4) représente déjà 85% du montant de l'investissement. Est-ce une piste envisageable ?

II.7. Précisions sur la notion de facteur 4 pour 2050

La France s'est engagée à réduire de 75% ses émissions de GES de 1990 d'ici 2050. Avec une population française projetée par l'INSEE à 70 millions d'habitants, et une émission nette de 400 millions de tonnes de CO₂ en 1990, cet objectif concourt à porter les émissions individuelles de chacun à 1 415 kg éq. CO₂/an/personne en 2050. Il convient de préciser que si chaque nation atteint ses propres objectifs, cela devrait permettre à la planète de réabsorber naturellement le surplus de CO₂ émis annuellement par l'activité humaine. On envisage que de procéder de la sorte sur l'ensemble des GES permettra de stabiliser le changement climatique au stade où il sera porté à cette échéance. Ce même calcul réalisé pour les autres GES nous donne les objectifs quantitatifs individuels suivant : 330 kg éq. CO₂ de N₂O, 235 kgeqCO₂ de CH₄ et 35 kgeqCO₂ de gaz Frigorigène.

L'expérience menée depuis plusieurs années par des familles qui se sont astreintes à respecter ce quota nous a apporté des éléments relativement stables sur une répartition des émissions de CO₂ qu'il convient d'envisager par poste de consommation. Il en ressort les éléments suivants :

- 450 kg éq. CO₂ (33%) pour se déplacer en voiture, en train, en bus, à pied, en vélo. 12 000 km/an dont 80% en voiture.
➔ pas plus de 40 g éq. CO₂/voy.km, c'est-à-dire 3 personnes en moyenne dans des voitures qui consomment moins de 3 litres/100 km.
- 350 kg éq. CO₂ (22%) pour se loger – construire, chauffer, éclairer, vivre dans son logement : ni gaz, ni fioul, une maison construite avec peu de béton et très bien isolée (BBC+) si on la souhaite confortable. On sait aujourd'hui construire sans surcoût ou rénover un logement selon ces critères.
- 200 kg éq. CO₂ (17%) pour se nourrir – (N₂O et CH₄ non pris en compte) – chauffage de serres, transport, tracteurs, usines agroalimentaires compris...Aujourd'hui, la seule consommation des tracteurs atteint ce quota. Des marges de progrès existent. Le développement de l'agriculture sur sol vivant avec la pratique du semis direct est une des pistes les plus prometteuses, déjà largement pratiquée à l'étranger.
- 415 kg éq. CO₂ (22%) pour s'équiper : c'est très peu : une entrée en piscine pèse souvent déjà 5 kg éq. CO₂. L'inscription d'un enfant à l'école pèse souvent 1 500 kg éq. CO₂. L'achat d'une télé dépasse systématiquement 800 kg éq. CO₂. Le développement de « l'étiquette CO₂ » des produits et service permettra prochainement à chacun de tenir un décompte exhaustif de ses émissions et de se tenir à son quota s'il le souhaite.

Conclusion : Une mobilité en France qui réduit légèrement dans les 40 prochaines années, pour passer de 15 000 km/an à 12 000 km/an, et rester proche des volumes constatés dans les pays développés ayant le même type de densité de population.

Un budget « mobilité » annuel fortement contraint, de l'ordre de 450 kgeqCO₂/an/personne.

Et donc une mobilité qui engendre en moyenne 40 geqCO₂/voy.km. On envisage aujourd'hui que la voiture standard en 2050 atteindra ce seuil avec un taux de remplissage d'environ 3 personnes par voiture.

Objectif mobilité 2050 : 40 g eq CO₂/voy.km

II.8. La mobilité : le premier enjeu sociétal lié au « facteur 4 »

La mobilité des hommes caractérise significativement le dynamisme social et économique du territoire.

Pour la France, la réalité du changement climatique impose de diviser par quatre les émissions de GES produites par les activités humaines. La région PACA ne fait pas exception à cet impératif, et les émissions liées à la mobilité des personnes sont de par leur nature le premier enjeu de la lutte contre l'effet de serre tant à l'échelle des grandes agglomérations que des départements et de la région.

En effet, lorsqu'il sera impératif et accepté par tous que les émissions devront réduire coûte que coûte et rapidement, il sera encore temps d'isoler les bâtiments ou à minima de chauffer moins, d'adapter à la marge nos comportements alimentaires, nos pratiques agricoles, et nos usages de produits industriels fortement carbonés. Tout cela aura des conséquences sérieuses sur nos comportements et nos modes de vie. Mais aucune de ces évolutions dans ces 3 familles d'émissions (agricole, bâtiment, industrie) n'aura autant de conséquences sociales et économiques qu'une réduction forcée de la mobilité.

Si le territoire n'y est pas durablement préparé, une réduction brutale des émissions de la mobilité engendrera une baisse de la mobilité et par là même un réel risque de perte de compétitivité puis de nécrose de l'économie et du dynamisme social du territoire. Au contraire, un territoire déjà organisé de telle façon que sa mobilité soit efficacement peu carbonée disposera d'un avantage indéniable par rapport aux autres.

Parce que ce dynamisme social et économique met le territoire régional en relation intime avec les autres échelles territoriales, (communes rurales, agglomérations, départements, France, Europe et le reste du monde), la réflexion se doit d'être globale et cohérente avec chacun de ces périmètres.

Etablir une mobilité décarbonée est le premier enjeu climatique du territoire.

De toutes les familles d'émissions (bâtiment, agriculture, industrie, mobilité), aucune contrainte n'affectera le dynamisme économique et social du territoire autant que celles appliquées à la mobilité.

Les instances départementales et régionales, gestionnaires des réseaux routiers et ferroviaires sont conjointement en première ligne pour définir si demain, le territoire sera dynamique ou nécrosé, de par la qualité des moyens disponibles pour se déplacer proprement.

III. Les établissements d'enseignement – 262 000 T éq. CO₂

Voici le profil carbone général du fonctionnement des établissements de l'enseignement gérés par la région PACA, avec une répartition par poste d'émissions et par activité d'enseignement.

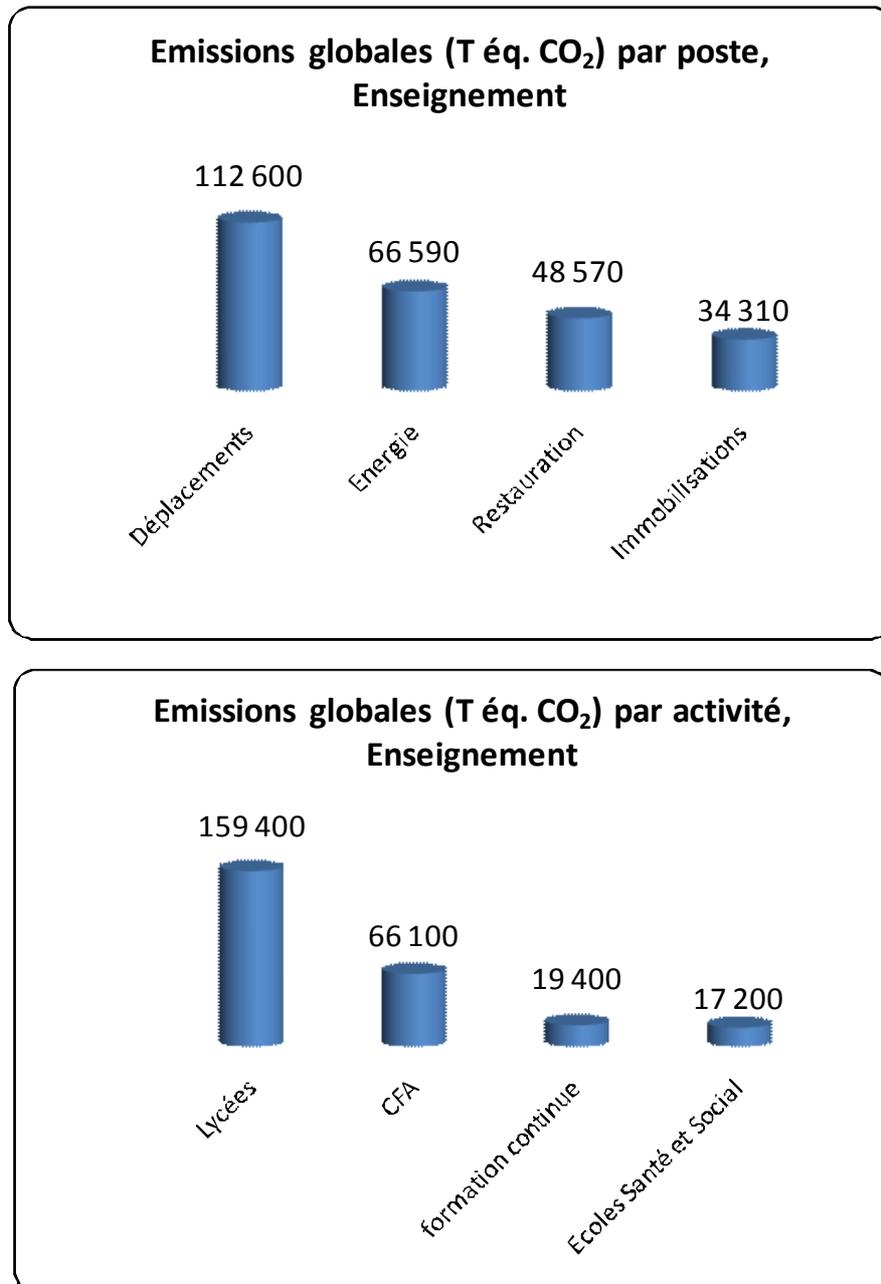


Figure 16 Emissions Globales des établissements de l'enseignement gérés par la Région avec une répartition par poste d'émission et par activité d'enseignement

Le détail des données, de la méthodologie associée et des résultats sont présentés par activité d'enseignement, puis poste par poste au sein de l'activité.

III.1. Les lycées – 159 400 T éq. CO₂

Les élèves sont au nombre de 156 307 en 2010. La région est propriétaire des bâtiments et gère les factures de consommations d'énergie. Les données concernant les bâtiments (âge, surfaces) et le parc informatique sont connues, le poste immobilisation a donc été estimé (ce qui n'est pas le cas des CFA, de la formation continue et des écoles de santé et du social).

III.1.1. Les consommations d'énergie

III.1.1.1. Données d'activité hypothèses

Les consommations d'énergie par les lycées sont connues en détails par la Région, pour les 169 sites (nous avons défini un site comme pouvant comprendre un lycée professionnel et un lycée général, dans un même lieu). Voici la synthèse de consommation par nature de l'énergie.

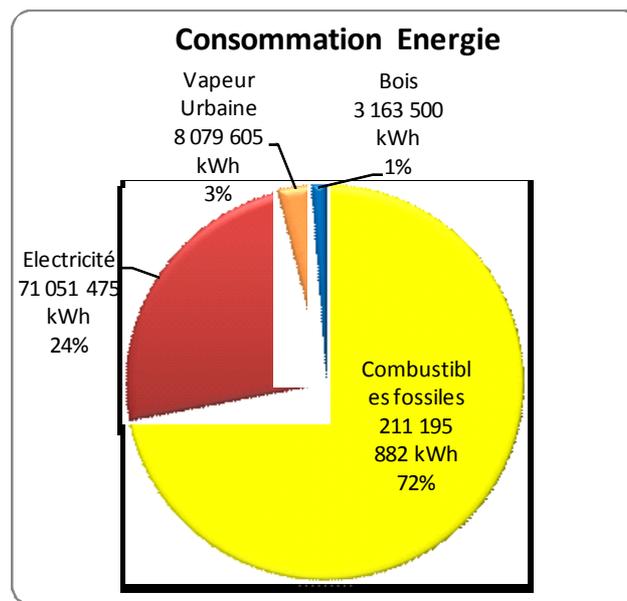


Figure 17 Répartition de la consommation d'énergie (kWh) des lycées

III.1.1.2. Emissions de GES

Les émissions associées à la consommation d'énergie dans les lycées sont estimées à environ 55 800 T éq. CO₂, soit 35% des émissions des lycées.

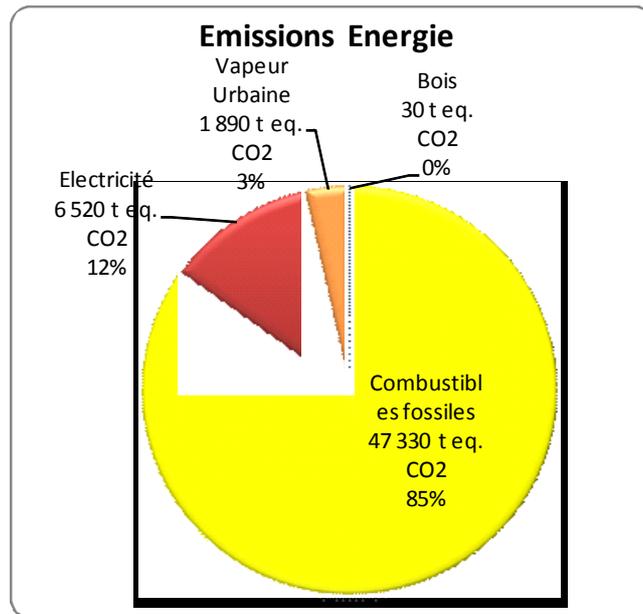


Figure 18 Emissions associées à la consommation d'énergie dans les lycées

La Figure 19 compare les facteurs d'émission des différents types d'énergie.

Les émissions de GES par type d'énergie (pour 1 kWh)
(Émissions en cycle complet : combustion et production)

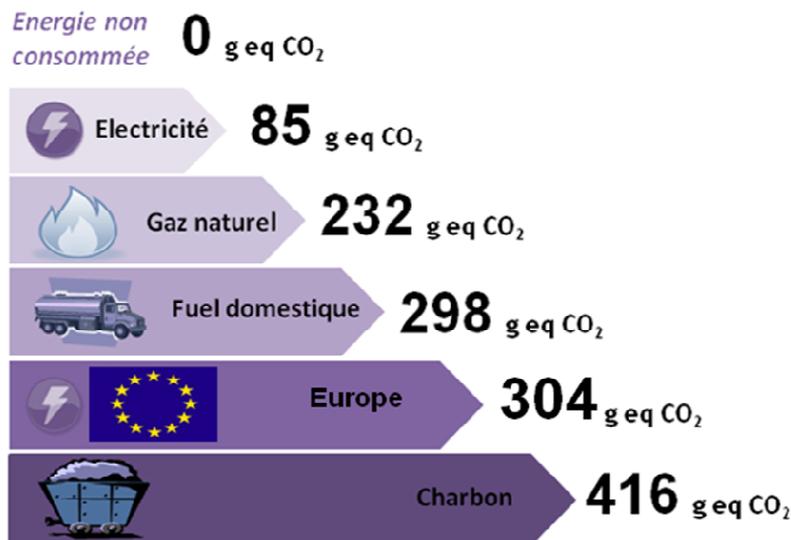


Figure 19 Emissions de GES (g éq. CO₂) par type d'énergie pour 1 kWh

Il existe de fortes disparités entre les émissions des différentes énergies. **Le kWh le moins émetteur de GES et le moins cher est évidemment celui qui n'est pas consommé.** En France, l'électricité est la source d'énergie la moins émettrice de CO₂, en raison du mix de production, très largement nucléaire (environ 80%). En Europe, le facteur d'émission de l'électricité est près de six fois supérieur à celui de la France, dans la mesure où la production repose essentiellement sur des centrales thermiques fonctionnant au gaz naturel et au charbon.

Le faible contenu en carbone du kWh produit par le parc nucléaire français ne doit pas systématiser le basculement vers ce type d'énergie dans l'optique unique de réduire les émissions de GES. Cela ne peut être approuvé sans réserve à cause des déchets nucléaires et du passage de l'énergie primaire à l'énergie finale. Il s'agit avant tout de diminuer les consommations d'énergie.

III.1.2. Les déplacements

III.1.2.1. Données d'activité et hypothèses

- Les élèves

Il n'y a pas eu d'enquête réalisée auprès des élèves pour connaître les distances et les modes de transport utilisés entre le domicile et le lycée. Cependant, AlternConsult a réalisé de nombreuses enquêtes auprès de lycéens et collégiens dans le cadre de précédents Bilan Carbone®. Nous avons donc appliqué les chiffres et ratios ci-dessous aux lycéens de la Région PACA.

Jeux d'hypothèse	
Distance moyenne par an (BDD Alternconsult)	2 374 km
nb de jours scolarisés	178
distance moy par jour	13 km
Répartition par mode (BDD alternconsult) :	
Part modes doux	6%
Part voiture	11%
Part TC Route	80%
Part TC Rail	3%

Nombre de lycéens	156 307
Nombre de kilomètres	
Modes doux	22 264 369 km
Voiture	40 818 010 km
TC (Bus, Car)	296 858 254 km
TC (Rail)	11 132 185 km
Total	371 072 818 km

Tableau 10 Données et hypothèses pour l'estimation des déplacements en km des élèves des lycées

- **Les professeurs**

Nous avons estimé le nombre de professeurs par lycée, puis leurs trajets (km par mode de transport) à partir des éléments des tableaux ci-dessous :

	Nb élèves		Nb élèves	Nb de professeurs
moins de	300	à		17
de	301	à	400	24
de	401	à	600	36
de	601	à	900	56
de	801	à	1200	76
de	1201	à	1500	96
de	1501	à	1800	116
de	1801	à	2100	136
de	2101	à	2500	156
plus de	7141			468

hypothèses:

distance moyenne:	10	km
nombre de semaines de travail au lycées:	36	
nombre de jours / an :	180	
distance/an	1800	km
moyen de transport :		
voiture	80%	
TC	20%	

Total km annuel estimé en voiture	16 260 000 km
Total km annuel estimé en transport en commun	4 060 000 km

Figure 20 Données et hypothèses pour l'estimation des km effectués par les professeurs

- **Les agents de la région**

Les agents de la région travaillant dans les lycées sont comptabilisés dans le Bilan Carbone® des lycées et n'apparaissent donc pas dans le Bilan Carbone® Fonctionnement. Le nombre d'agents total des lycées s'élève à environ 3 685. Nous avons émis les hypothèses suivantes :

Répartition des km, déplacements D-T des agents des lycées

voiture	70%
TC	30%
distance moyenne D-T	10 km
nombre de jours travaillés/an	180

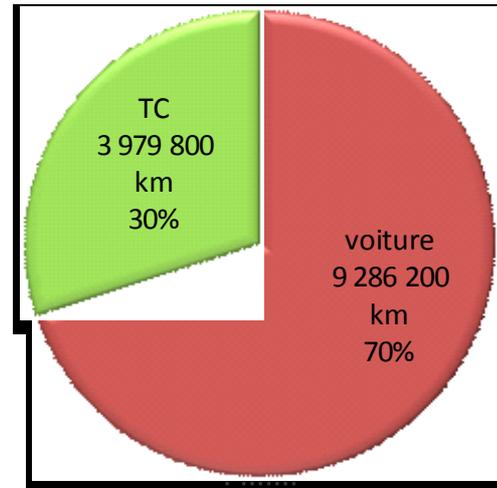


Figure 21 Données et hypothèses pour l'estimation des km effectués par les agents travaillant dans les lycées

III.1.2.2. Emissions des déplacements dans les lycées

Les émissions associées aux déplacements des personnes dans le cadre des lycées sont estimées à hauteur de 30 400 T éq. CO₂, soit 19% des émissions des lycées. Les élèves, plus nombreux, sont à l'origine de la majorité des émissions. En revanche, ils parcourent la moitié des km en car (transport scolaire) alors que les professeurs et les agents des lycées utilisent essentiellement la voiture.

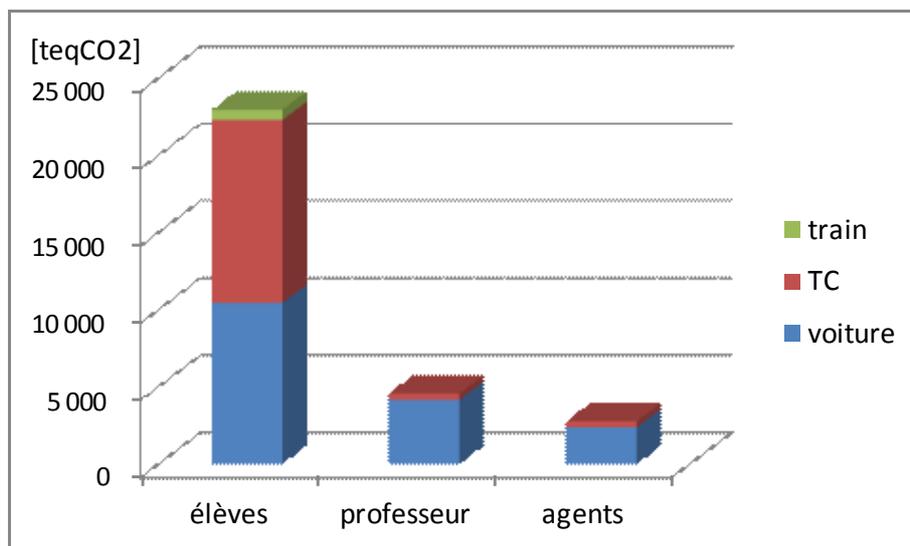


Figure 22 Répartition des émissions des déplacements des lycées par métier et par mode de transport

III.1.3. La restauration

Le nombre de repas a été communiqué pour les élèves et les commensaux, soit 11 826 303 repas pour 2010. Une étude a été menée en 2010 par GERES dans un échantillon de lycées comprenant des diagnostics énergétiques des cuisines et le contenu carbone des repas. Nous avons appliqué le facteur d'émission pour un repas issu de cette étude : 3,3 kg eq CO₂/repas.

Les émissions associées à la restauration dans les lycées s'élèvent à environ 39 000 T éq. CO₂, soit 24% des émissions des lycées.

III.1.4. Les immobilisations

III.1.4.1. Données d'activité et hypothèses

Ce poste correspond aux émissions associées à la fabrication du matériel et des infrastructures déjà en place dans les sites de la Région. Il fait l'objet d'un traitement méthodologique précisé en Annexe 5. Les immobilisations correspondent à l'ensemble des bâtiments de moins de 30 ans, au parc informatique et au mobilier. L'ensemble des données liées aux immobilisations est rassemblé dans le tableau suivant.

Données	
Nombre de sites	169
Surfaces totales des lycées	2 751 846 m ²
Surfaces < 30 ans	1 320 441 m ² (80 lycées, 47%)
Nombre d'ordinateurs	52 995 (+771 serveurs)
Hypothèse mobilier :	40kg /lycéen

Tableau 11 Données des infrastructures et du matériel immobilisé

III.1.4.2. Emissions de GES

Les émissions associées au poste des immobilisations dans les lycées de la Région PACA s'élèvent à environ 34 300 T éq. CO₂, soit 22% des émissions des lycées.

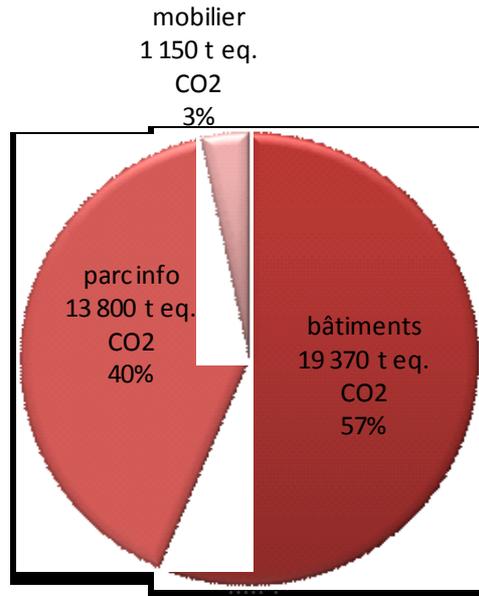
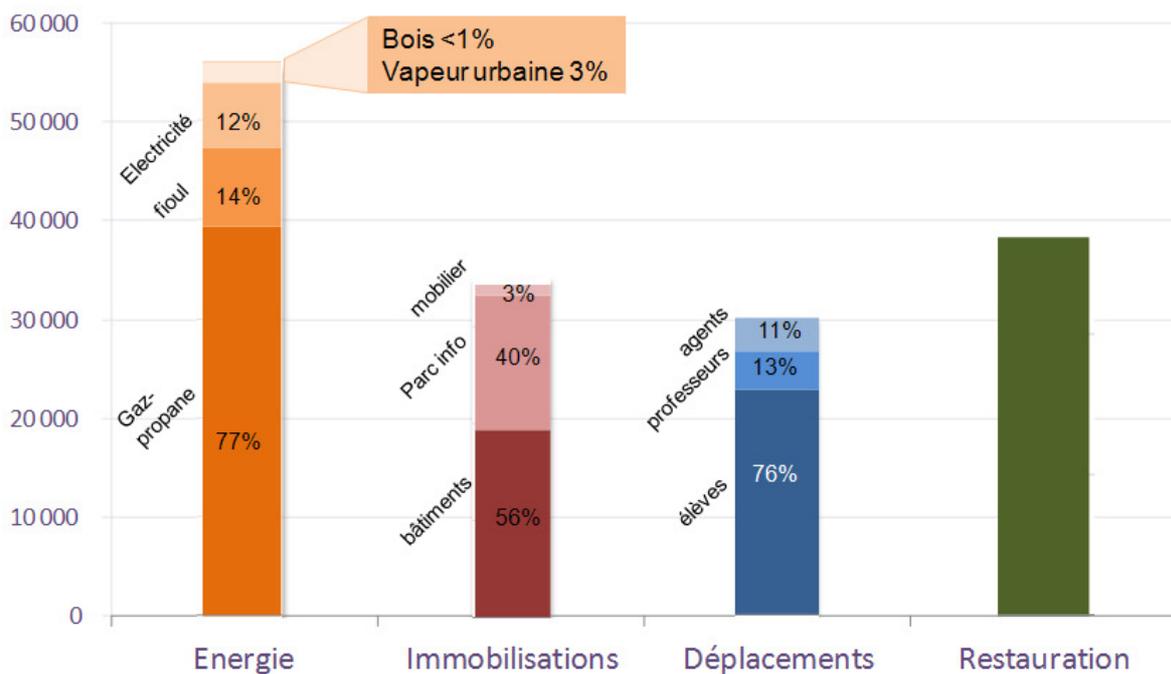


Figure 23 Emissions associées aux immobilisations dans les lycées

III.1.5. Emissions de GES globales

Les émissions globales associées au fonctionnement des lycées de la Région PACA s'élèvent à environ 159 400 T eq. CO₂. Les élèves étant au nombre de 156 307, le ratio par élève des émissions globales s'élève à 1 T eq. CO₂ par élève en 2010. La part de l'énergie et de l'alimentation est de 600 kg eq. CO₂ par élève.

Voici le profil carbone général avec le détail des sous-postes.



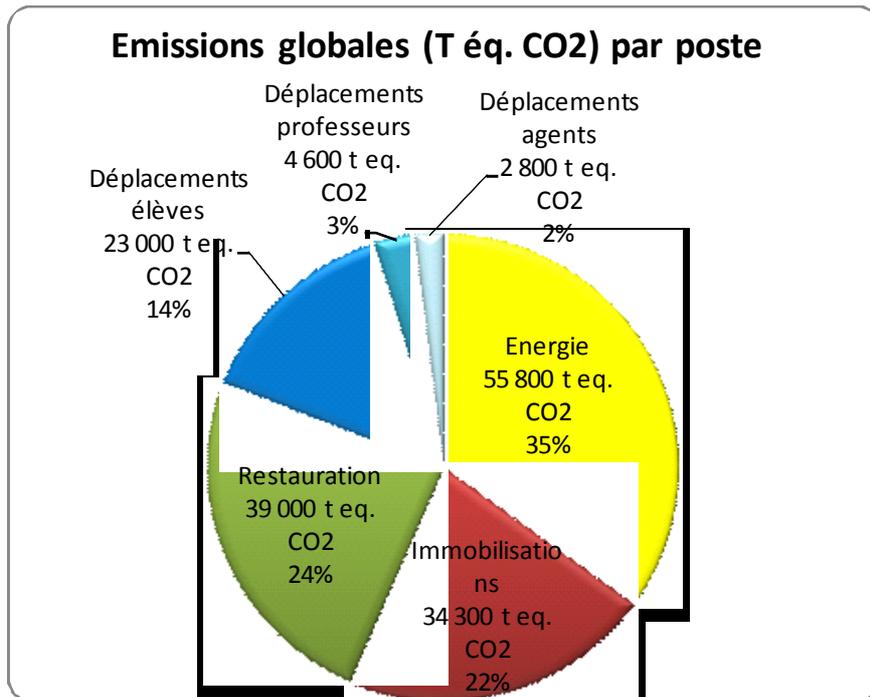


Figure 24 Répartition des émissions totales (T éq. CO₂) des lycées par poste et sous-poste

III.2. Les Centres d'apprentissage par la formation – 66 100 T éq. CO₂

Les apprentis sont au nombre de 32 228 en 2010, dans 69 CFA sur la région PACA. La région n'est pas propriétaire des bâtiments mais finance en partie les consommations d'énergie. Les données concernant les bâtiments (âge, surfaces) et le mobilier/matériel ne sont pas connues. Le poste immobilisation n'a donc pas été estimé.

III.2.1. Les déplacements des personnes

III.2.1.1. Données et hypothèses

- Déplacements des apprentis

A cours de l'année, les apprentis sont alternativement dans les locaux des CFA pour des cours ou dans les entreprises comme des salariés (avec 5 semaines de congés dans l'année). Nous avons émis des hypothèses sur les moyens de transport et déterminé une distance moyenne entre le domicile et le CFA (ou l'entreprise) à partir des codes postaux des apprentis, affiné en prenant en compte l'internat pour une partie des apprentis (1 seul A-R / semaine).

hypothèse répartition des km par mode de transport	
	%
voiture	40%
train	40%
TC	20%

Déplacement des apprentis	
mode de transport	km
Voiture	123 161 727
Train	123 161 727
TC	61 580 863

Tableau 12 Données et hypothèses pour l'estimation des km effectués par les apprentis des CFA

- **Déplacements des formateurs**

A partir de la liste du personnel des CFA, nous avons estimé les distances parcourues fondées sur des hypothèses portant sur la distance moyenne et les modes de transport utilisés.

Part des km, selon le mode de transport	
voiture	80%
train	15%
TC ville	5%

Nombre de personnel	5 343
Distance moyenne D-T (km)	18
Nombre de semaines travaillées	45

Déplacement des formateurs	
mode de transport	km
Voiture	34 622 640
train	6 491 745
TC	2 163 915

Tableau 13 Données et hypothèses pour l'estimation des km effectués par les formateurs des CFA

III.2.1.2. Emissions de GES

Les émissions associées aux déplacements des personnes dans les CFA sont estimées à hauteur de 54 500 T éq. CO₂, soit 82% des émissions des CFA. Les apprentis, plus nombreux, sont à l'origine de la majorité des émissions.

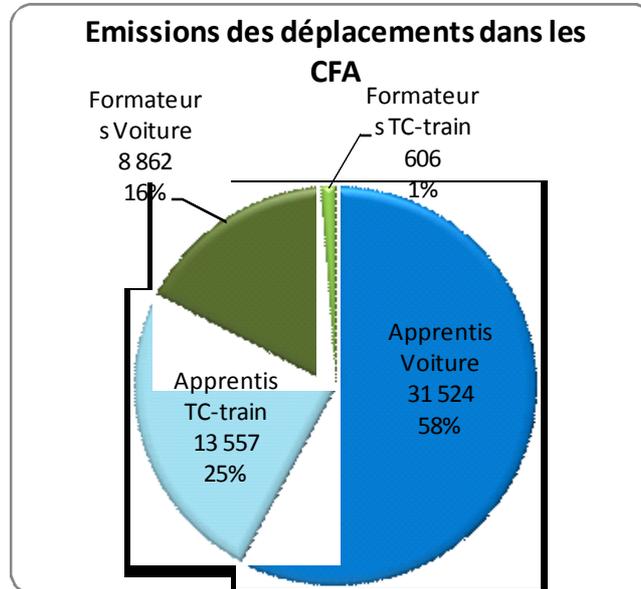


Figure 25 Emissions des déplacements dans les CFA

III.2.2. Les consommations d'énergie

Les consommations d'énergie ont été estimées à partir des factures (données en euros converties en unité d'énergie).

Consommation d'énergie	
Electricité	10 996 093 kWh
Gaz	17 129 374 kWh
Carburants (gasoil)	613 866 litre(s)

Tableau 14 Synthèse des estimations des consommations d'énergie dans les CFA

Les émissions associées à la consommation d'énergie des CFA sont estimées à environ 6 500 T éq. CO₂, soit 10% des émissions des CFA.

III.2.3. La restauration

Le nombre de repas a été communiqué pour les apprentis, soit 1 537 494 repas pour 2010. Nous avons appliqué le même facteur d'émission pour un repas que dans les lycées (voir paragraphe Lycées-Restauration) soit 3,3 kg eq CO₂/repas.

Les émissions associées à la restauration dans les CFA s'élèvent à environ 5 100 T éq. CO₂, soit 8% des émissions des CFA.

III.2.4. Les émissions de GES globales

Les émissions globales associées au fonctionnement des CFA s'élèvent à environ 66 100 T éq. CO₂. Le poste des déplacements est le plus important.

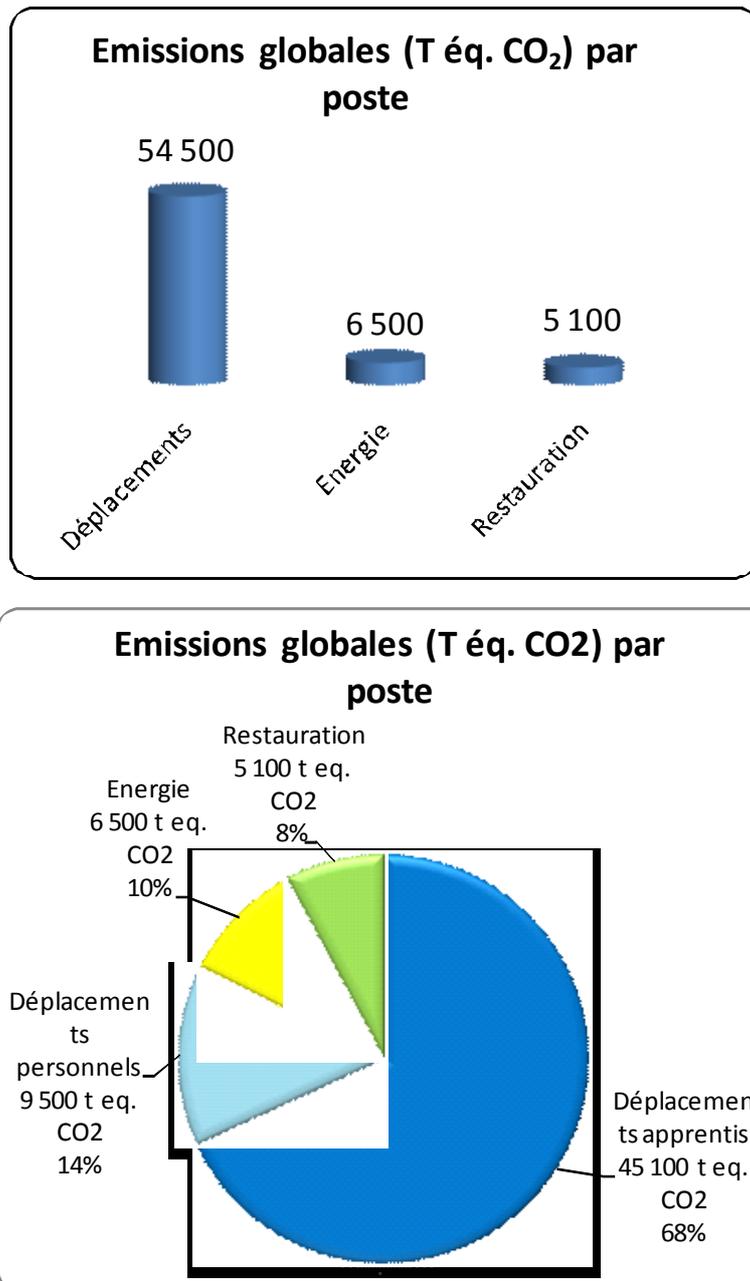


Figure 26 Emissions globales liées à l'activité des CFA

III.3. La formation continue – 19 400 T éq. CO₂

Les apprenants sont au nombre de 25 000 en 2010 pour un large panel de formations. La région n'est pas propriétaire des bâtiments utilisés et n'a pas accès aux factures d'énergie, qui sont donc, ici, estimées. Les données concernant les bâtiments (âge, surfaces) et le mobilier/matériel n'est pas connu. Le poste immobilisation n'a donc pas été estimé.

III.3.1. Données d'activité et hypothèses

III.3.1.1. Les déplacements

- **Les apprenants**

Les apprenants sont au nombre de 25 000. Peu d'information sur leurs trajets sont disponibles, nous avons donc émis les hypothèses suivantes :

	Si formation hors marseille	Si formation dans marseille	TOTAL
distance moyenne aller (km)	30	5	
Part formations	60%	40%	
total trajets km	174 150 000	19 350 000	193 500 000
part voiture	75%	25%	
part TC	25%	75%	
total km voiture	130 612 500	4 837 500	135 450 000
total km TC	43 537 500	14 512 500	58 050 000

Déplacement des apprenants	
mode de transport	km
Voiture	135 450 000
TC	58 050 000

Tableau 15 Données et hypothèses pour l'estimation des déplacements des apprenants des formations continues

- **Les formateurs**

Les formateurs sont au nombre de 7 000. Aucune information sur leurs trajets n'est disponible. Nous avons donc émis les hypothèses suivantes :

	Si formation hors marseille	Si formation dans marseille	TOTAL
distance moyenne aller (km)	30	5	
Part formations	60%	40%	
total trajets km	54 180 000	6 020 000	60 200 000
part voiture	75%	25%	
part TC	25%	75%	
total km voiture	40 635 000	1 505 000	42 140 000
total km TC	13 545 000	4 515 000	18 060 000

Déplacement des formateurs	
mode de transport	km
Voiture	42 140 000
TC	18 060 000

Tableau 16 Données et hypothèses pour l'estimation des déplacements des formateurs de la formation continue

III.3.1.2. Les consommations d'énergie

Le Conseil Régional PACA ne gère pas le bâti et les consommations d'énergie associées pour les formations continues. Dans le cadre du programme AGIR, des sites pilotes ont communiqué leurs consommations d'énergie, ainsi que l'information du nombre d'apprentis. Nous avons alors établi des ratios kWh/apprenant : 195 kWh/apprenant par an pour l'électricité et 349 kWh/apprenant par an pour le gaz.

Consommation d'énergie	
Electricité	4 886 198 kWh
Gaz	8 717 814 kWh

Tableau 17 Consommations annuelles estimées pour les locaux accueillant les apprenants de la formation continue

Les émissions associées à la consommation d'énergie des locaux des formations continues sont estimées à environ **2 300 T éq. CO₂**, soit 12% des émissions de l'activité des formations continues.

III.3.1.3. La restauration

1 354 500 repas ont été consommés en 2010. Nous avons appliqué le même facteur d'émission pour un repas que pour les lycées (voir paragraphe Lycées-Restauration) soit 3,3 kg eq CO₂/repas.

Les émissions associées à la restauration dans le cadre des formations continues s'élèvent à environ **4 500 T éq. CO₂**, soit 23% des émissions de l'activité des formations continues.

III.3.2. Emissions de GES

Les émissions globales associées au fonctionnement des formations continues s'élèvent à environ 19 400 T eq. CO₂. Le poste des déplacements est le plus important.

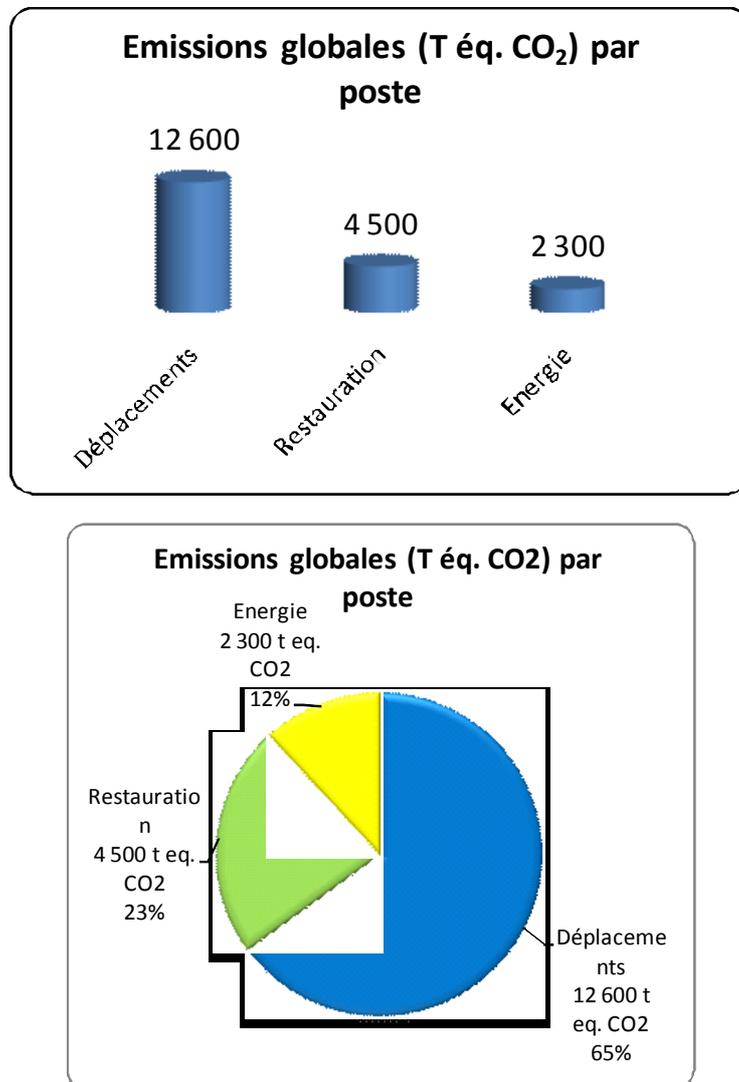


Figure 27 Emissions globales associées au fonctionnement de la formation continue

III.4. Les formations de la santé et du social – 17 200 T eq. CO₂

Les apprenants sont au nombre de 14 000 en 2010 pour un large panel de formations. La région n'est pas propriétaire des bâtiments utilisés et n'a pas accès aux factures d'énergie. Les données concernant les bâtiments (âge, surfaces) et le mobilier et matériel ne sont pas connues. Le poste immobilisation n'a donc pas été estimé. Il n'existe pas ou peu de restauration collective dans ces écoles. Le poste Restauration n'est donc pas estimé.

III.4.1. Données d'activité et hypothèses

III.4.1.1. Les déplacements

- **Les apprenants**

Peu d'informations sont disponibles sur les trajets des apprenants des écoles de santé et du social, nous avons donc émis les hypothèses suivantes :

	Nombre d'élèves 2010	durée formation (ans)	Nbre de semaines / an	Distance moyenne / jour / élève	Distance moyenne / an / élève	Distance totale / an (km)	Voiture (%)	TC (%)	train (%)
dont écoles infirmières	6 600	3	46	15	6 900	45 540 000	40%	20%	40%
dont écoles aide-soignants	2 000	1	46	15	6 900	13 800 000	40%	20%	40%
dont autres formations	5 400	1	46	15	6 900	37 260 000	40%	20%	40%
TOTAL	14 000		46			96 600 000			

Déplacement des apprenants	
mode de transport	km
Voiture	38 640 000
Train	19 320 000
TC	38 640 000

Tableau 18 Données et hypothèses pour l'estimation des déplacements des apprenants

- **Les formateurs**

Nous avons estimé le nombre de formateurs (ou autre personnel encadrant) sur la base d'1 formateur pour 6 apprenants (chiffres transmis par le service en charge des CFA). Aucune information sur leurs trajets n'est disponible. Nous avons donc émis les hypothèses suivantes :

Hypothèse	
Nombre de personnel ESTIME	2 321
Distance moyenne D-T (km)	18
Nombre de semaines travaillées	46
Part des km, selon le mode de transport	
voiture	80%
train	15%
TC ville	5%

Déplacement des formateurs	
mode de transport	km
Voiture	15 374 471
Train	2 882 713
TC	960 904

Figure 28 Données et hypothèses pour l'estimation des déplacements des formateurs

III.4.1.2. Les consommations d'énergie

Aucune information n'est disponible sur les consommations d'énergie des bâtiments. Nous avons donc appliqué les ratios des CFA pour les estimer : 340 kWh/apprenant pour le gaz naturel et 530 kWh/apprenant pour l'électricité.

Consommation d'énergie	
Electricité	4 776 756 kWh
Gaz	7 441 083 kWh

Tableau 19 Consommations d'énergie estimées pour les formations de la santé et du social

III.4.2. Emissions de GES

Les émissions associées au fonctionnement des écoles de santé et du social sont estimées à environ 17 200 T éq. CO₂. Le poste des déplacements est le plus important.

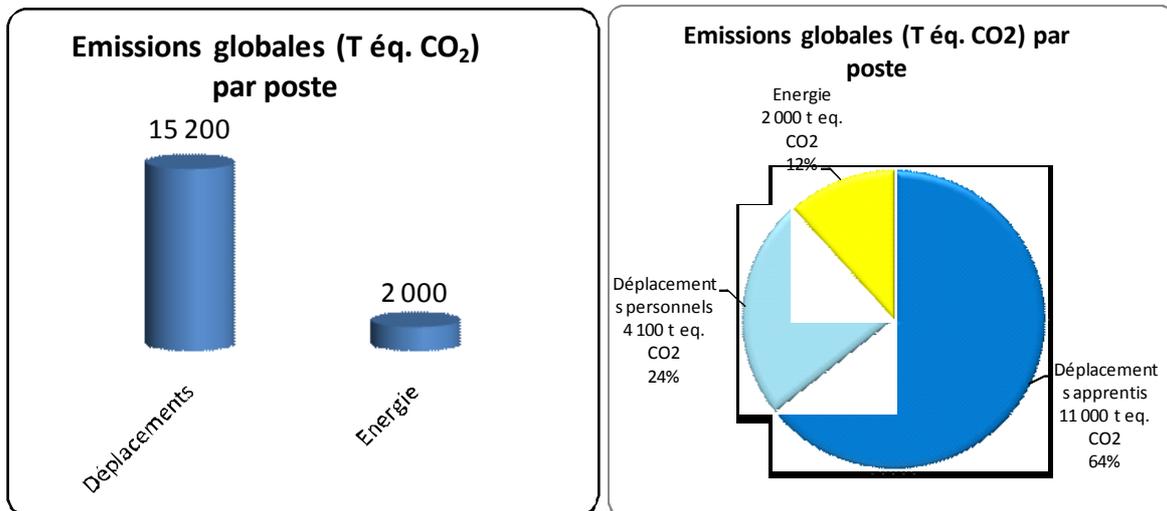


Figure 29 Emissions totales associées au fonctionnement des écoles de la Santé et du Social

IV. Les transports – 70 000 T éq. CO₂

IV.1. Déroulement de l'étude

IV.1.1. Objectif de l'étude

On réalise un Bilan Carbone® afin de :

- mieux connaître les principaux postes émetteurs de GES dans l'activité
- d'identifier les pistes pour réduire son impact climatique et sa dépendance aux énergies fossiles à coût optimisé : le prix de la tonne de CO₂ évitée sera le principal déterminant de ces décisions
- mais surtout d'évaluer la pertinence du dispositif de mobilité proposé par la région au regard des impératifs du facteur 4. Il s'agit alors de positionner chacun des services proposés (la production de voyageur.km) par la région (TER, LER, Chemin de fer de Provence) par rapport au seuil des 40 gCO₂/voy.km. Cette approche produit permet à chacun de juger si la dépense carbone qu'engendre son déplacement sur le réseau PACA est compatible avec son budget CO₂ individuel sur le moyen terme.

IV.1.2. Périmètre de l'étude

La définition du périmètre d'étude constitue la première étape-clé dans la mise en place du bilan énergétique. Le périmètre retenu pour réaliser le Bilan Carbone® des transports régionaux de PACA comprend :

- Les Trains Express Régionaux (TER) : 700 TER par jour, près de 40 millions de voyageurs par an.
- Les Lignes Express Régionales (LER) : 172 LER par jour, près d'un million de voyageurs par an.
- Les Chemins de Fer de Provence (CFP) : 44 trains par jour sur les Chemins de fer de Provence, près de 500 000 voyageurs par an.
- L'aéroport d'Avignon (39 320 passagers en 2010) et les trois aérodromes gérés par la Région.

Les données ayant servi de base pour le Bilan Carbone® des transports régionaux datent de 2010.

IV.1.2.1. Les Trains Express Régionaux

La SNCF a la responsabilité de l'exploitation des Trains Express Régionaux (TER) en mettant en œuvre l'offre de service définie par la Région. Le contrat passé entre la Région et la SNCF définit les conditions techniques et financières d'exploitation du réseau TER. En 2009, le budget de la convention passée entre la Région et la SNCF s'élevait à 210 millions d'euros.

Ramené au voy.km produit par les TER (de l'ordre de 1 milliard de voy.km), cela représente une injection de fond public de 21 c€/voy.km pour offrir ce service de mobilité régionale sur l'année 2010.

IV.1.2.2. Les Lignes Express Régionales

En complément des TER, afin de répondre aux besoins de l'ensemble des pôles urbains de Provence-Alpes-Côte d'Azur, notamment les plus enclavés, la Région met en place une desserte par autocars par le biais de marchés publics passés avec des transporteurs privés. Les Lignes Express Régionales (LER) sont équipées d'autocars de grand confort, accessibles aux personnes à mobilité réduite.

Pour les utilisateurs des TGV et de l'avion, les Navettes LER ont été créées afin de faciliter l'accès vers les grandes métropoles nationales, européennes et sur l'ensemble du pourtour méditerranéen.

IV.1.2.3. Les Chemins de Fer de Provence (CFP)

Depuis janvier 2007, la Région gère ce service public dont l'exploitation est confiée à la Compagnie Ferroviaire Sud France (filiale du groupe Véolia Transport). La Région prend en charge directement les investissements de matériels roulants et d'infrastructures. C'est une ligne à double vocation :

- Urbaine : 22 allers-retours sur la liaison urbaine entre Nice et Colomars (env. 15 km).
- Interurbaine : 4 allers-retours quotidiens vers les 30 villages du moyen et du haut pays (150 km pour Nice – Digne les Bains).

IV.1.3. Postes pris en compte dans l'étude

Les postes pris en compte dans cette étude sont les suivants :

➤ Pour la partie ferroviaire (TER et CFP) :

- Energie de traction : puisqu'il n'existe pas de compteur d'énergie embarqué dans les trains, elle est établie à partir d'une modélisation de la consommation des trains en fonction de leur masse, de la distance parcourue et du nombre d'arrêts sur chaque parcours. Chacun des 3000 trains hebdomadaires en fonction de sa production en termes de voy.km disposera ainsi d'un contenu CO₂ spécifique par voy.km.
- La fabrication du matériel roulant : les émissions induites sont établies à partir de ratios connus qui fournissent une quantité de CO₂ émise par tonne de matériel construit. Le matériel de plus de 40 ans est considéré comme amorti. S'agissant d'une politique régionale



globale, (faire circuler les voyageurs dans du matériel plutôt neuf, récent, ancien, ou vétuste) ces émissions sont ventilées uniformément entre chaque tonne.train.km produit par le système ferroviaire régional. Ce facteur d'émission est susceptible de varier d'une région à l'autre mais pas à l'intérieur d'une région. Selon que les trains sont quasi vides ou quasi pleins, l'incidence est forte sur le contenu CO₂ du voy.km de la ligne.

- La maintenance du matériel roulant : On utilise un ratio d'émissions de CO₂ par tonne.train.km : C'est l'étude détaillée de plusieurs technicentres (mission BC LGV Rhin Rhône et CR Midi Pyrénées) qui nous a permis d'établir ces ratios que l'on considère invariants d'une région à l'autre.
 - Bilan des gares et du patrimoine régional immobilier : il s'agit d'évaluer principalement l'incidence du chauffage et de l'électricité consommée dans les gares mais également les intrants et les déplacements des agents commerciaux et d'exploitation de la SNCF. Là également, à défaut de disposer des données détaillées de chaque point d'arrêt, nous utilisons un ratio national établi à partir du rapport annuel de la SNCF et que nous avons déjà eu l'occasion de recouper positivement à l'échelle régionale. Ce ratio est uniforme pour tous les voy.km produits en PACA.
 - Le sillon vendu par RFF : ce poste regroupe toutes les émissions qui concernent la maintenance et l'exploitation du réseau ferroviaire. Ce ratio est établi à partir de notre connaissance détaillée du bilan carbone® de RFF. Les émissions induites par les plans rail, les programmes de renouvellement des voies, les agents du Gestionnaire d'Infrastructure Délégué (le GID : 40 000 personnes de la SNCF qui travaillent exclusivement pour RFF) sont toutes comprises dans le contenu CO₂ du sillon vendu par RFF. Puisque un TGV n'exerce pas la même fatigue sur la voie Marseille – Nice qu'un TER (plus léger) ou qu'un train Fret, nous distinguons au niveau national ces 3 types de sillons pour établir un contenu CO₂ du sillon.km en fonction de la masse des trains.
 - Marginalement, nous incluons également les émissions induites par l'activité administrative de la région pour la gestion du système TER PACA. Il s'agit d'extraire une quote-part du bilan carbone® patrimoine de la région pour la ventiler sur chaque voyageur.kilomètre produit par les TER.
- **Pour la partie routière (cars LER) :**
- On reprend globalement la même logique que celle indiquée ci-dessus, sans toutefois inclure le poste construction des routes qui reste assumé à plus de 99,5% pour l'automobile et le transport de marchandise.
 - Energie de traction des cars.
 - Matériel roulant : la fabrication (en mode amortissement) et la maintenance.
 - Gares routières, en fonction de l'information disponible.

IV.2. Partie Ferroviaire (TER) – 55 500 T éq. CO₂

IV.2.1. Eléments méthodologiques

Nous recensons rapidement ci-après les principales sources de données utilisées, ainsi que quelques choix méthodologiques qui nous sont apparus comme déterminants pour la réussite de cette mission.

IV.2.1.1. Les sources de données utilisées

- **Base de données des comptages de voyageurs**

Cette base recense chaque année pendant une période d'environ 30 jours, l'ensemble des montées et descentes à chaque arrêt de chaque train qui opère en PACA. A partir de ce fichier, nous sommes en mesure de dresser un profil de fréquentation par train (environ 3000 trains) : il s'agit notamment de déterminer combien de voyageur.km (ou voy.km) il y a entre chaque arrêt de chacun des 3000 trains hebdomadaires, et de mettre en face, le nombre de train.km parcourus et incidemment sa consommation et les émissions de GES engendrées. A partir de cette base de données, nous sommes en mesure d'opérer des regroupements par mission, par ligne, par axe selon les nomenclatures en usage dans vos services.

- **Internet – ressources diverses**

Les diverses recherches sur Internet nous ont permis d'établir la liste complète du matériel roulant, ainsi que les masses des matériels à amortir afin d'évaluer en première approche les contenus carbone associés, et la répartition de ces charges carbone par ligne.

Nos investigations sur Internet, nos expériences antérieures dans le ferroviaire et de multiples entretiens informels avec du personnel investi dans le matériel roulant (SNCF, constructeur...), nous ont permis d'établir des profils de consommation par matériel. Les valeurs utilisées dans notre étude sont présentées dans la partie « analyse ».

Il s'agit là de données essentielles car elles conditionnent largement les résultats de cette étude. Le niveau de connaissance atteint à ce jour n'est pas encore satisfaisant. Mais ces informations sont sensibles et les exploitants ne souhaitent pas les divulguer dans un contexte d'ouverture à la concurrence. Toute précision complémentaire serait très profitable à la finesse du résultat de la présente analyse.



IV.2.1.2. Architecture de la restitution : choisir la bonne échelle

Les résultats du Bilan Carbone® d'un réseau de transport en commun peuvent être analysés de plusieurs manières complémentaires. L'angle d'analyse dépend de l'objectif que l'on vise. Nous en avons identifié au moins 3 :

- L'approche « interne » : il s'agit de considérer les résultats du bilan sous un angle technique, par grand poste d'émission (énergie de traction, matériaux, bâtiments etc.), le tout pouvant donner lieu au calcul de quelques ratios : par ligne, par train, par axe, etc. Suite à ces résultats, un travail par groupe thématique peut être envisagé pour identifier des pistes de progrès pour s'attaquer en premier aux tonnes de CO₂ évitables à moindre coût.
- L'approche « externe » en construisant des ratios d'émissions de GES par voy.km parcouru, pouvant servir à informer le public ainsi que répondre aux perspectives réglementaires de l'affichage environnemental des services.
- L'approche « exemplarité », dans le cadre des objectifs nationaux à moyen et long termes, en établissant la contribution des transports collectifs ferroviaires et routiers à l'atteinte des objectifs de -20% d'ici 2020 et -75% (facteur 4) d'ici 2050. La connaissance fine de l'impact GES de chaque train et/ou de chaque passager est ici essentielle.

IV.2.2. Energie de traction – 35 700 T éq. CO₂/an

IV.2.2.1. Consommation unitaire du matériel roulant

- **L'énergie de traction en service**

Les données de consommation retenues, obtenues à l'aide des différentes sources déjà citées, sont retranscrites dans le Tableau 20. Ce profil de consommation constitue l'élément le plus fragile de l'étude, mais également le plus précieux. **Il revient à quiconque en mesure de préciser ces données de nous en faire un retour afin d'affiner encore la précision des résultats du présent Bilan Carbone®.**

Nous décomposons la consommation selon 2 postes : l'exploitation « voyageur » décrite dans le Tableau 20 et l'exploitation « à vide » décrite dans le Tableau 21. Ce dernier détaille la part de consommation qui concerne les étapes de préparation et d'attente à vide des trains.

Composition parc matériel PACA	Masse (Tonnes)	litres/km (km lancé, vitesse constante)	litre/démarrage (1/2mV ² +1 minute au ralenti en gare - 0,5 ltr/min)	(mode élec) kWh/km (km lancé, vitesse constante)	(Mode élec) Elec - kWh/démarrage
1x5V COR	294 tonnes	1,0 ltr/km	11,0 ltr/U	3,0 kWh/km	33 kWh/U
1x6V COR	336 tonnes	1,1 ltr/km	12,5 ltr/U	3,2 kWh/km	38 kWh/U
1x9V	462 tonnes	1,3 ltr/km	17,0 ltr/U	3,8 kWh/km	51 kWh/U
1xB81500	123 tonnes	0,7 ltr/km	4,9 ltr/U	2,0 kWh/km	15 kWh/U
1xREVC6V	336 tonnes	1,1 ltr/km	12,5 ltr/U	3,2 kWh/km	38 kWh/U
1xREVER3	210 tonnes	0,9 ltr/km	8,0 ltr/U	2,6 kWh/km	24 kWh/U
1xREVER6	336 tonnes	1,1 ltr/km	12,5 ltr/U	3,2 kWh/km	38 kWh/U
1xRRR	126 tonnes	0,7 ltr/km	5,0 ltr/U	2,0 kWh/km	15 kWh/U
1xX72500	116 tonnes	0,6 ltr/km	4,6 ltr/U	1,9 kWh/km	14 kWh/U
1xX76500	133 tonnes	0,7 ltr/km	5,3 ltr/U	2,0 kWh/km	16 kWh/U
1xZ23500	248 tonnes	électrique	électrique	2,8 kWh/km	28 kWh/U
1xZ23500 + 1xZ24500	254 tonnes	électrique	électrique	2,8 kWh/km	29 kWh/U
1xZ23500 + 1xZ26500	254 tonnes	électrique	électrique	2,8 kWh/km	29 kWh/U
1xZ24500	130 tonnes	électrique	électrique	2,0 kWh/km	15 kWh/U
1xZ26500	130 tonnes	électrique	électrique	2,0 kWh/km	15 kWh/U
2xALN	180 tonnes	0,8 ltr/km	6,9 ltr/U	2,4 kWh/km	21 kWh/U
2xB81500	246 tonnes	0,9 ltr/km	9,3 ltr/U	2,8 kWh/km	28 kWh/U
2xRRR	168 tonnes	0,8 ltr/km	6,5 ltr/U	2,3 kWh/km	20 kWh/U
2xX2200 + 1xXR6000	186 tonnes	0,8 ltr/km	7,1 ltr/U	2,4 kWh/km	21 kWh/U
2xX72500	232 tonnes	0,9 ltr/km	8,8 ltr/U	2,7 kWh/km	26 kWh/U
2xZ23500	248 tonnes	électrique	électrique	2,8 kWh/km	28 kWh/U
3xX72500	348 tonnes	1,1 ltr/km	12,9 ltr/U	3,3 kWh/km	39 kWh/U
3xZ23500	372 tonnes	électrique	électrique	3,4 kWh/km	41 kWh/U

Tableau 20 Consommation unitaire du matériel roulant en condition d'exploitation (hors consommations annexes, préparation et attente - modélisation Objectif Carbone)

La Figure 30 restitue les données de consommation détaillées que nous avons obtenues à l'occasion d'études précédentes et qui nous ont permis d'établir la loi de consommation représentée par la courbe de tendance et utilisée dans notre modélisation.

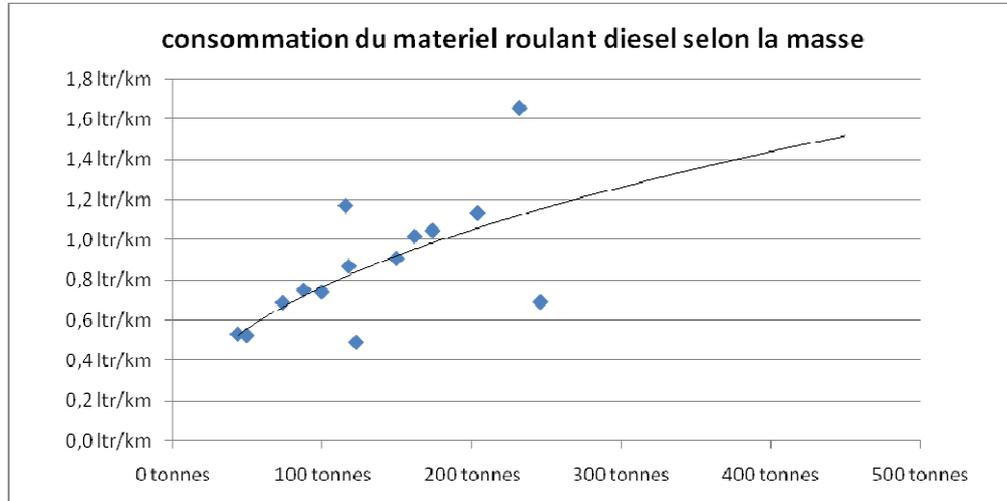


Figure 30 Abaque de consommation du matériel roulant diesel en fonction de la masse du matériel

Nota : L'abaque que nous avons reconstitué montre une certaine cohérence d'ensemble avec toutefois 4 points divergents : il s'agit de X72 500 simples et couplés (les 2 points situés au dessus de la moyenne) et des AGC Mixte Diesel/Electrique B 81600 en unité simple ou double, situés en dessous de la moyenne.

C'est le recoupement de notre modélisation avec les données de consommation du parc matériel qui fait apparaître cet écart à la courbe de tendance. S'agissant de matériel relativement proche, il provient probablement d'une confusion dans l'allocation des train.km ou des consommations de carburant, la surconsommation de l'un correspondant à la sous-consommation de l'autre. Cependant, le matériel B 81600 est le plus récent, et peut également justifier une moindre consommation.

En km courant, une fois lancé à sa vitesse standard (vitesse de TER), la consommation d'un TER est évaluée par la formule suivante :

$$C = \ll (\text{Racine carrée (masse)})/17 \gg$$

C s'exprime en litres/km, indépendamment de sa vitesse et la masse s'exprime en tonne.

A chaque démarrage, on rajoute l'énergie cinétique nécessaire pour porter le convoi à la vitesse de 100 km/h plus 0,5 litres forfaitaire pour intégrer le temps d'attente à chaque arrêt.

- **Les consommations connexes : 700 m³ de fioul par an**

La préparation des trains : 2% du total

Pour le Tableau 21, nous avons estimé que chaque engin moteur passait 45 minutes par jour (365 jours par an) au ralenti dans le cadre de la préparation des trains. Ce temps de préparation inclus le cas échéant, 3 à 5 km à petite vitesse pour rejoindre les quais voyageurs. Les données de consommation de ralenti sont issues de diverses sources internet et de cheminots sans qu'il soit réellement possible de les détailler et vérifier plus avant. Il ressort que cette étape consomme environ 126 m³ de carburant par an, soit environ 2% de la consommation de carburant. Ces mêmes consommations pour le matériel électrique sont négligeables en termes de CO₂.

Série	nombre d'engins	conso. horaire moteur	consommation horaire moteur+ auxiliaire	consommation du parc pour l'étape de préparation (45 minutes/jour)	consommation du parc en attente voyageur - mode ralenti (1h30/jour)	consommation du parc en attente voyageur - mode auxiliaire actifs (1h30/jour)
X 2200	8 U	7,0 l/h	7,0 l/h	15 m ³	31 m ³	31 m ³
X 72500 bicaisses	17 U	7,6 l/h	29,4 l/h	35 m ³	71 m ³	274 m ³
X 76500 tricaisses	8 U	5,0 l/h	49,0 l/h	11 m ³	22 m ³	215 m ³
B 81500 (*)	14 U	5,0 l/h	49,0 l/h	19 m ³	38 m ³	376 m ³
BB67400	9 U	18,2 l/h	18,2 l/h	45 m ³	90 m ³	90 m ³
(*) on retient que chaque jour, 2/3 des B81500 (bimode) démarrent en diesel. 482 missions diesel sur 682 missions hebdomadaires				126 m³	251 m³	984 m³

Tableau 21 Calcul de consommation du matériel roulant – préparation et attente (modélisation Objectif Carbone)

Les temps d'attente en gare de départ et terminus : de 4% à 15% selon le type d'exploitation

D'autre part, la consommation induite par les temps d'attente en gare au départ et au terminus avant retour, estimés de manière uniforme à 1h30 par jour et par engin (20 minutes d'attente initial au quai de départ, puis de 30 minutes à 3h par jour d'attente en terminus avant retour), en configuration de ralenti moteur, représente 251 m³ de carburant supplémentaire soit 4% du total.

Nota Bene : Si cette attente était en permanence assurée en configuration d'accueil des voyageurs (éclairage / chauffage / climatisation), alors elle représenterait de l'ordre de 984 m³ de fioul supplémentaire par an, soit près de 15% du total des consommations.

Devant l'ampleur et l'incertitude qui existent sur ces chiffres, il semble opportun de demander à la SNCF d'instruire dans son rapport annuel d'activité, un rapport détaillé sur la consommation des matériels Diesel concernant ces différents usages pour les différents matériels et axes ferroviaires.

Pour le présent bilan carbone®, on retiendra une consommation annexe de carburant de 700 m³/an. Cela représente une émission de **2050 T éq. CO₂/an**.

IV.2.2.2. Evaluation de l'énergie de traction des TER PACA : 33 000 T éq. CO₂

Les tableaux ci-dessous sont les synthèses des calculs réalisés à partir de la base de données des comptages voyageurs établis selon deux approches du contenu CO₂ de l'électricité : l'électricité Française (la moyenne des productions en France métropole) et l'électricité européenne, puisque le marché de l'électricité est européen et que RFF autant que SNCF s'approvisionnent sur ce marché.

Ils détaillent à partir des consommations unitaires détaillées ci avant les émissions induites par la seule énergie de traction, pour chacune des missions TER PACA. Le résultat par voyageur km est également fourni. Ce résultat est le reflet du taux de remplissage des trains.

- **Prise en compte de l'électricité Française (23 geC – 85 g éq. CO₂/kWh)**

Les résultats en format « **gras rouge** » sont les lignes en tractions Diesel.

Bilan partiel et service rendu par axe et ligne (énergie de traction en service voyageur uniquement) – Electricité FRANCAISE							
Axe	Mission	Longueur (km)	Nbr d'arrêts	Trains/semaine	Voy.km/an	T éq. CO ₂ /an (Elec France)	geqCO ₂ /voy.km (Elec France)
Marseille – Bollène	Avignon – Bollène	47 km	3 U	132 U	12 048 140 voy.km	128 tCO ₂ /an	11 gCO ₂
	Marseille – Bollène	165 km	6 U	109 U	89 219 156 voy.km	361 tCO ₂ /an	4 gCO ₂
	Marseille – Tarascon	92 km	6 U	59 U	42 523 104 voy.km	131 tCO ₂ /an	3 gCO ₂
	Marseille – Miramas via Vitrolles	52 km	7 U	22 U	1 860 612 voy.km	22 tCO ₂ /an	12 gCO ₂
	Marseille – Miramas via Martigues	70 km	10 U	180 U	23 682 100 voy.km	3 112 tCO ₂ /an	131 gCO₂
	Avignon – Orange	28 km	2 U	33 U	1 416 688 voy.km	27 tCO ₂ /an	19 gCO ₂
	Cavaillon – Avignon	32 km	8 U	10 U	196 300 voy.km	8 tCO ₂ /an	41 gCO ₂
	Marseille – Avignon	118 km	8 U	180 U	74 671 584 voy.km	374 tCO ₂ /an	5 gCO ₂
	Arles – Avignon	35 km	2 U	12 U	365 820 voy.km	8 tCO ₂ /an	22 gCO ₂
	Miramas – Avignon	66 km	4 U	58 U	4 799 912 voy.km	78 tCO ₂ /an	16 gCO ₂
Marseille – Briançon	Veynes – Briançon	109 km	7 U	57 U	15 687 100 voy.km	1 061 tCO ₂ /an	68 gCO ₂
	Marseille – Gap	233 km	12 U	28 U	13 560 092 voy.km	1 272 tCO ₂ /an	94 gCO ₂
	Marseille – Briançon	315 km	17 U	44 U	44 895 864 voy.km	2 660 tCO ₂ /an	59 gCO ₂
	Aix-en-Provence – Marseille-St-Charles	36 km	3 U	388 U	25 501 684 voy.km	4 083 tCO ₂ /an	160 gCO ₂
	Marseille-St-Charles – St-Antoine	9 km	5 U	55 U	329 576 voy.km	262 tCO ₂ /an	794 gCO ₂
	Marseille-St-Charles – Pertuis	69 km	11 U	78 U	9 565 348 voy.km	1 239 tCO ₂ /an	130 gCO ₂
	Aix-en-Provence – Pertuis	33 km	3 U	5 U	28 444 voy.km	28 tCO ₂ /an	975 gCO ₂
	Veynes – Gap	27 km	2 U	52 U	1 448 928 voy.km	163 tCO ₂ /an	113 gCO ₂
	Gap – Briançon	82 km	6 U	27 U	2 507 336 voy.km	450 tCO ₂ /an	179 gCO ₂

Marseille – Les Arcs	Marseille - Aubagne	17 km	6 U	80 U	3 315 468 voy.km	80 tCO2/an	24 gCO2
	Marseille - Toulon	67 km	10 U	279 U	93 098 148 voy.km	581 tCO2/an	6 gCO2
	Marseille - Hyères	87 km	13 U	58 U	38 680 252 voy.km	128 tCO2/an	3 gCO2
	Toulon - Hyères	20 km	5 U	35 U	1 099 124 voy.km	27 tCO2/an	25 gCO2
	Marseille - Les Arcs	130 km	20 U	6 U	5 180 968 voy.km	24 tCO2/an	5 gCO2
	Toulon - Les Arcs	63 km	12 U	70 U	10 098 608 voy.km	151 tCO2/an	15 gCO2
Marseille - Vintimille	Marseille - Nice	224 km	9 U	92 U	181 851 436 voy.km	422 tCO2/an	2 gCO2
	Marseille - Cannes	190 km	5 U	4 U	3 027 648 voy.km	14 tCO2/an	5 gCO2
	Nice - Tende	72 km	15 U	48 U	6 376 916 voy.km	1 070 tCO2/an	168 gCO2
	Grasse - Nice	53 km	16 U	21 U	2 790 164 voy.km	30 tCO2/an	11 gCO2
	Grasse - Vintimille	86 km	27 U	222 U	113 058 920 voy.km	811 tCO2/an	7 gCO2
	Cannes-la-Bocca - Vintimille	70 km	23 U	189 U	59 528 248 voy.km	647 tCO2/an	11 gCO2
	Nice - Vintimille	33 km	12 U	27 U	6 197 724 voy.km	35 tCO2/an	6 gCO2
	St-Raphaël - Vintimille	100 km	28 U	14 U	3 193 164 voy.km	64 tCO2/an	20 gCO2
	Nice - Menton	23 km	6 U	59 U	7 315 724 voy.km	52 tCO2/an	7 gCO2
	St-Raphaël - Menton	90 km	18 U	6 U	3 497 520 voy.km	26 tCO2/an	7 gCO2
	Vintimille - Cagnes	47 km	10 U	22 U	4 432 324 voy.km	40 tCO2/an	9 gCO2
	Cannes-la-Bocca - Nice	37 km	9 U	7 U	1 364 532 voy.km	7 tCO2/an	5 gCO2
	Cannes-la-Bocca - Menton	60 km	16 U	5 U	1 189 292 voy.km	14 tCO2/an	11 gCO2
	St-Raphaël - Nice	67 km	15 U	51 U	11 692 876 voy.km	151 tCO2/an	13 gCO2
	Les Arcs - Nice	94 km	17 U	78 U	26 833 092 voy.km	272 tCO2/an	10 gCO2
	Cagnes - Menton	37 km	9 U	63 U	14 019 096 voy.km	100 tCO2/an	7 gCO2
	St-Raphaël- Valescure - Les Arcs	27 km	3 U	7 U	71 188 voy.km	3 tCO2/an	44 gCO2
	Grasse - Menton	76 km	25 U	4 U	1 611 220 voy.km	16 tCO2/an	10 gCO2
	Monaco-Monte- Carlo - Nice-Ville	16 km	7 U	7 U	359 580 voy.km	7 tCO2/an	21 gCO2
	Nice - Breil	44 km	11 U	35 U	2 687 620 voy.km	469 tCO2/an	175 gCO2
Nice - Drap	8 km	5 U	70 U	335 972 voy.km	340 tCO2/an	1 011 gCO2	
TOTAL				3 088 trains	967 214 612 voy.km	21 050 tCO2/an	21,8 gCO2

		Part du CO2		part des voy.km			
5 526	m3 de carburant	77%	Diesel	15%	146 606 980 voy.km	16 210 tCO2	111 gCO2
57	GWh d'électricité	23%	Eléc :	85%	820 607 632 voy.km	4 840 tCO2	5,9 gCO2

Tableau 22 Emissions induites par l'énergie de traction pour chaque mission (électricité Française – 84 gCO2/kWh)

- **Prise en compte de l'électricité Européenne (83 geC –306 g éq. CO₂/kWh)**

Les résultats en format « **gras rouge** » sont les lignes en tractions Diesel.

Bilan partiel et service rendu par axe et ligne (énergie de traction en service voyageur uniquement) – Electricité EU 27							
Axe	Mission	Longueur (km)	Nbr d'arrêts	Trains/semaine	Voy.km/an	T éq. CO ₂ / an (Elec EU 27)	geqCO ₂ / voy.km (Elec EU 27)
Marseille - Bollène	Avignon - Bollène	47 km	3 U	132 U	12 048 140 voy.km	462 tCO ₂ /an	38 gCO ₂
	Marseille - Bollène	165 km	6 U	109 U	89 219 156 voy.km	1 298 tCO ₂ /an	15 gCO ₂
	Marseille -Tarascon	92 km	6 U	59 U	42 523 104 voy.km	473 tCO ₂ /an	11 gCO ₂
	Marseille - Miramas via Vitrolles	52 km	7 U	22 U	1 860 612 voy.km	79 tCO ₂ /an	42 gCO ₂
	Marseille - Miramas via Martigues	70 km	10 U	180 U	23 682 100 voy.km	3 112 tCO ₂ /an	131 gCO₂
	Avignon - Orange	28 km	2 U	33 U	1 416 688 voy.km	99 tCO ₂ /an	70 gCO ₂
	Cavaillon - Avignon	32 km	8 U	10 U	196 300 voy.km	29 tCO ₂ /an	146 gCO₂
	Marseille - Avignon	118 km	8 U	180 U	74 671 584 voy.km	1 345 tCO ₂ /an	18 gCO ₂
	Arles - Avignon	35 km	2 U	12 U	365 820 voy.km	29 tCO ₂ /an	80 gCO ₂
Miramas - Avignon	66 km	4 U	58 U	4 799 912 voy.km	280 tCO ₂ /an	58 gCO ₂	
Marseille - Briançon	Veynes - Briançon	109 km	7 U	57 U	15 687 100 voy.km	1 061 tCO ₂ /an	68 gCO₂
	Marseille - Gap	233 km	12 U	28 U	13 560 092 voy.km	1 272 tCO ₂ /an	94 gCO₂
	Marseille - Briançon	315 km	17 U	44 U	44 895 864 voy.km	2 660 tCO ₂ /an	59 gCO₂
	Aix-en-Provence - Marseille-St-Charles	36 km	3 U	388 U	25 501 684 voy.km	4 083 tCO₂/an	160 gCO₂
	Marseille-St-Charles - St-Antoine	9 km	5 U	55 U	329 576 voy.km	262 tCO ₂ /an	794 gCO₂
	Marseille-St-Charles - Pertuis	69 km	11 U	78 U	9 565 348 voy.km	1 239 tCO ₂ /an	130 gCO₂
	Aix-en-Provence - Pertuis	33 km	3 U	5 U	28 444 voy.km	28 tCO ₂ /an	975 gCO₂
	Veynes - Gap	27 km	2 U	52 U	1 448 928 voy.km	163 tCO ₂ /an	113 gCO₂
Gap - Briançon	82 km	6 U	27 U	2 507 336 voy.km	450 tCO ₂ /an	179 gCO₂	
Marseille - Les Arcs	Marseille - Aubagne	17 km	6 U	80 U	3 315 468 voy.km	287 tCO ₂ /an	87 gCO ₂
	Marseille - Toulon	67 km	10 U	279 U	93 098 148 voy.km	2 090 tCO ₂ /an	22 gCO ₂
	Marseille - Hyères	87 km	13 U	58 U	38 680 252 voy.km	460 tCO ₂ /an	12 gCO ₂
	Toulon - Hyères	20 km	5 U	35 U	1 099 124 voy.km	98 tCO ₂ /an	89 gCO ₂
	Marseille - Les Arcs	130 km	20 U	6 U	5 180 968 voy.km	88 tCO ₂ /an	17 gCO ₂
Toulon - Les Arcs	63 km	12 U	70 U	10 098 608 voy.km	543 tCO ₂ /an	54 gCO ₂	
Marseille - Vintimille	Marseille - Nice	224 km	9 U	92 U	181 851 436 voy.km	1 520 tCO ₂ /an	8 gCO ₂
	Marseille - Cannes	190 km	5 U	4 U	3 027 648 voy.km	51 tCO ₂ /an	17 gCO ₂
	Nice - Tende	72 km	15 U	48 U	6 376 916 voy.km	1 070 tCO ₂ /an	168 gCO₂
	Grasse - Nice	53 km	16 U	21 U	2 790 164 voy.km	110 tCO ₂ /an	39 gCO ₂
	Grasse - Vintimille	86 km	27 U	222 U	113 058 920 voy.km	2 920 tCO ₂ /an	26 gCO ₂
	Cannes-la-Bocca - Vintimille	70 km	23 U	189 U	59 528 248 voy.km	2 328 tCO ₂ /an	39 gCO ₂

Nice - Vintimille	33 km	12 U	27 U	6 197 724 voy.km	126 tCO2/an	20 gCO2	
St-Raphaël - Vintimille	100 km	28 U	14 U	3 193 164 voy.km	229 tCO2/an	72 gCO2	
Nice - Menton	23 km	6 U	59 U	7 315 724 voy.km	188 tCO2/an	26 gCO2	
St-Raphaël - Menton	90 km	18 U	6 U	3 497 520 voy.km	92 tCO2/an	26 gCO2	
Vintimille - Cagnes	47 km	10 U	22 U	4 432 324 voy.km	145 tCO2/an	33 gCO2	
Cannes-la-Bocca - Nice	37 km	9 U	7 U	1 364 532 voy.km	24 tCO2/an	18 gCO2	
Cannes-la-Bocca - Menton	60 km	16 U	5 U	1 189 292 voy.km	49 tCO2/an	41 gCO2	
St-Raphaël - Nice	67 km	15 U	51 U	11 692 876 voy.km	544 tCO2/an	47 gCO2	
Les Arcs - Nice	94 km	17 U	78 U	26 833 092 voy.km	979 tCO2/an	37 gCO2	
Cagnes - Menton	37 km	9 U	63 U	14 019 096 voy.km	360 tCO2/an	26 gCO2	
St-Raphaël- Valescure - Les Arcs	27 km	3 U	7 U	71 188 voy.km	11 tCO2/an	157 gCO2	
Grasse - Menton	76 km	25 U	4 U	1 611 220 voy.km	58 tCO2/an	36 gCO2	
Monaco-Monte-Carlo - Nice-Ville	16 km	7 U	7 U	359 580 voy.km	27 tCO2/an	75 gCO2	
Nice - Breil	44 km	11 U	35 U	2 687 620 voy.km	469 tCO2/an	175 gCO2	
Nice - Drap	8 km	5 U	70 U	335 972 voy.km	340 tCO2/an	1 011 gCO2	
TOTAL				3 088 trains	967 214 612 voy.km	33 633 tCO2/an	34,8 gCO2

		Part du CO2		part des voy.km			
5 526	m3 de carburant	48%	Diesel	15%	146 606 980 voy.km	16 210 tCO2	111 gCO2
57	GWh d'électricité	52%	Elec :	85%	820 607 632 voy.km	17 423 tCO2	21,2 gCO2

Tableau 23 Emissions induites par l'énergie de traction pour chaque mission (électricité UE 27 – 306 gCO2/kWh)

- Conclusion sur l'énergie de traction : 35 700 T éq. CO₂/an (avec élec. EU27)**

Dans les 2 cas de figure, il s'agit de la même consommation d'énergie :

En rajoutant 700 m³ de carburant pour les mouvements connexes du matériel diesel, cela correspond à une consommation totale de 6 230 m³ de carburant et 57 GWh d'électricité.

En termes de consommation unitaire moyenne, cela représente 1,75 litres/km pour la traction Diesel et 6,73 kWh/km pour la traction électrique.

Il convient de noter que la consommation diesel est très supérieure à celle qui est généralement admise de 1litre/km.

Pour produire ceci sans engendrer de quantité significative de CO₂, cela pourrait correspondre à la production de 6000 ha de surface agricole pour produire de l'huile carburant et un parc de 11 éoliennes de 2,5 MW de puissance fonctionnant 2 100 h par an (il s'agit des éoliennes de grandes tailles les plus courantes).

IV.2.3. Matériel roulant (fabrication) – 3 800 T éq. CO₂/an

IV.2.3.1. Précision méthodologique

Le contenu carbone d'un train (émissions engendrées à l'occasion de sa fabrication) se mesure à partir de sa masse totale. C'est ainsi que l'on a procédé dans les études antérieures (LGV Rhin – Rhône) et à défaut d'informations nouvelles de la part des constructeurs, nous avons retenu ici la même approche.

Ces émissions sont évaluées comme suit :

- Production des matériaux constitutifs des rames : 3,6 tonnes CO₂/tonne de matériel roulant
- Etape de fabrication : assemblage, soudure,... = 2,5 tonnes CO₂/tonne de matériel roulant
- Règles d'amortissement par défaut : 40 ans.

On retiendra donc une émission de 6,1 T éq. CO₂/tonne de matériel roulant. S'agissant d'une politique régionale, on attribue à chaque ton.train.km parcouru en PACA le même poids carbone pour tenir compte de la fabrication du matériel. Ainsi un train pesant 300 tonnes prendra en charge 7 fois plus d'émissions qu'un automoteur X 2200 pesant 43 tonnes. Selon le taux de remplissage moyen constaté sur chaque mission, le poids carbone attribué à chaque voy.km sera donc surtout variable selon la fréquentation de la ligne.

IV.2.3.2. Recensement du matériel à amortir

L'information sur le matériel roulant ferroviaire de la région PACA a été obtenue sur Wikipedia. Dans cette liste, il y a du matériel en service fabriqué au début des années 60, qui est déjà largement amorti. La liste du matériel roulant non amorti est présentée dans le Tableau 24.

Série	Quantité total < 40 ans	Masse unitaire	Masse total
X2200	8	43 tonnes	344 tonnes
X72500	17	116 tonnes	1 972 tonnes
X76500	8	133 tonnes	1 064 tonnes
Z23500	30	124 tonnes	3 720 tonnes
Z26500	15	130 tonnes	1 950 tonnes
B81500	22	123 tonnes	2 706 tonnes
BB7200	6	84 tonnes	504 tonnes
BB22000	11	90 tonnes	990 tonnes
BB25500	24	80 tonnes	1 920 tonnes
BB67400	9	84 tonnes	756 tonnes
RRR	18	120 tonnes	2 160 tonnes
COR	95	42 tonnes	3 990 tonnes
RIO	63	48 tonnes	3 024 tonnes
TOTAL			25 100 tonnes

Tableau 24 Matériel roulant en PACA de moins de 40 ans en 2011

Au final, on dispose donc de 25 100 tonnes de matériel roulant en cours d'amortissement. La durée moyenne d'amortissement comptable est de 40 ans.

A raison de 6,1 T éq. CO₂ par tonne de matériel émis pour la fabrication de ces engins, cela représente donc 153 110 T éq. CO₂ à amortir sur une durée moyenne de 40 ans, soit **3 800 T éq. CO₂/an.**

En 2010, 3 088 trains ont circulé chaque semaine. Ils ont parcouru en moyenne 74 km par mission. Chacun pesait en moyenne 218 tonnes.

La production totale en termes de ton.train.km s'élève à 2,6 milliards de ton.train.km. La charge à amortir s'élève à 3828 T éq. CO₂ et revient à 1,5 g éq. CO₂/ton.train.km.

Avec une moyenne de 218 tonnes par convoi, la charge moyenne est de 323 g éq. CO₂/train.km, mais varie de 17 g éq. CO₂/train.km pour un X 2200 à 683 gCO₂/train.km pour un corail disposant de 9 voitures.

IV.2.4. Matériel roulant (maintenance) – 1 000 T éq. CO₂/an

Pour compléter les émissions liées au matériel roulant, nous devons prendre en compte les émissions dues à la maintenance de ces engins.

Un technicentre TER régional a fait l'objet d'un Bilan Carbone®. Il traitait environ 25 000 tonnes de matériel (engins de traction électrique et diesel, wagon simple...) pour une émission de l'ordre de 1000 T éq. CO₂ par an (chauffage, pièces détachées, consommables, déchets,...).

L'ensemble du matériel pèse ici de l'ordre de 25 000 tonnes. L'entretien pèse ici comme ailleurs dans un autre technicentre SNCF.

Là également, les besoins de maintenance sont fonction de la sollicitation du matériel. On répartit uniformément ces émissions selon le nombre de ton.train.km réalisé pour chaque mission.

La production totale en termes de ton.train.km s'élève à 2,6 milliards de ton.train.km. La charge à amortir s'élève à 1000 T éq. CO₂ et revient à 0,4 g éq. CO₂/ton.train.km.

Avec une moyenne de 218 tonnes par convoi, la charge moyenne est de 84 g éq. CO₂/train.km, mais varie de 17 g éq. CO₂/train.km pour un X 2200 à 179 gCO₂/train.km pour un corail disposant de 9 voitures.

IV.2.5. Gares et patrimoine bâti SNCF – 1 900 T éq. CO₂/an

Le Rapport annuel d'activité de la SNCF précise depuis 2007 les quantités de gaz et d'électricité consommées par son patrimoine immobilier. Elles s'élèvent à près de 700 GWh d'électricité et 7 000 GWh de gaz. En prenant de l'électricité française, cela représente de l'ordre de 59 000 T éq. CO₂ pour l'électricité et 1,617 million de T éq. CO₂ pour le gaz.

La SNCF produit 86 milliards de voy.km par an. En allouant l'intégralité de ces émissions à la production de voy.km (et donc rien pour le fret ferroviaire, mais ce n'est pas en priorité pour le fret que l'on chauffe les gares), on obtient une allocation de 19 gCO₂/voy.km.

Il est très probable que la consommation de gaz de la SNCF soit faussée d'un facteur 10 dans son rapport annuel. La SNCF, c'est 8,5 millions de m² de surface bâti. Tout n'est probablement pas chauffé. Et il faudrait consommer 800 kWh/m² pour arriver à 700 million de m³ de gaz. Une valeur de 80 kWh/m² en moyenne semble plus raisonnable.

On retiendra donc pour cette approche également 2 gCO₂/voy.km (plutôt que 19 g).

Précision méthodologique :

Nous n'intégrons pas dans le bilan CO₂ de la SNCF les trajets domicile-travail des agents SNCF (agents de conduite, contrôleurs, personnel d'accueil en gare). En effet, dans notre modélisation qui propose d'atteindre 40 gCO₂/voy.km en moyenne, les trajets domicile-travail sont imputés sur les comptes des individus (et pas des entreprises). On considère que les salariés sont les premiers décideurs du mode de transport qu'ils utilisent pour se rendre à leur travail, devant leur employeur. En conséquence, les émissions induites ne sont pas intégrées dans la valorisation carbone de la production de l'entreprise.

Les trajets domicile – travail des agents ne sont donc pas intégrés dans le contenu carbone de la mobilité vendue par la SNCF.

Par contre, les déplacements professionnels de ces agents sont pris en compte. Dans la pratique ils sont négligeables (et négligés ici).

Les agents SNCF qui se déplacent sont ceux qui opèrent sur l'entretien et la conduite du réseau. Il s'agit d'émissions imputées à RFF dans le contenu CO₂ du sillon défini ci-après.

IV.2.6. Les émissions liées à la consommation de sillons (RFF) – 13 000 tCO₂/an

On considère ici le sillon comme un intrant : une ressource externe vendue par RFF et qui engendre des émissions pour sa production. Dans cet esprit, RFF propose 3 produits phares : le sillon Grande ligne, le Sillon TER et le sillon Fret. Nous proposons 3 approches pour établir le contenu CO₂ du sillon :

- **Combien de CO₂ pour un sillon – approche sommaire :**

Le bilan global de RFF se décompose principalement en 4 postes significatifs :

- Les émissions induites par les opérations de renouvellement du réseau et de mise à niveau : de l'ordre de **500 000 T éq. CO₂ par an**. Il s'agit pour l'essentiel d'émissions induites par la production des matériaux mis en œuvre à l'occasion de près de 1000 km de RVB (Rénovation Voie Ballast) réalisées par an. Il convient de répartir ces émissions entre l'activité « voyageur hors LGV » et l'activité fret. La clef de répartition proposée est de répartir au prorata des t.km de trafic produit par ces deux activités. Ceci devant

être représentatif de la fatigue transmise à la voie par les différents types de trafic à l'occasion du passage des convois.

- Les émissions induites par la construction du réseau LGV. De l'ordre de **200 000 T éq. CO₂ par an** qui s'évaluent en considérant un amortissement du réseau qui s'échelonne sur 100 ans à partir de la date de mise en service des tronçons de lignes nouvelles.
- Les émissions induites par le gestionnaire d'infrastructure délégué (GID) qui rassemble près de 40 000 agents SNCF dédiés à l'entretien du réseau. Ce poste pèse un peu moins de 300 000 T éq. CO₂ dont près de la moitié concernent des trajets domicile – travail. On retiendra donc dans la logique de notre périmètre « 40gCO₂/voy.km », un volume réduit à **150 000 T éq. CO₂ par an** pour le GID.
- Les émissions liées aux pertes électriques dans le réseau caténaire et qui varient de **40 000 tCO₂ par an** à 500 000 tCO₂ selon les fournisseurs d'électricité retenus par RFF. On va retenir 40 000 tCO₂ qui correspondent à la moyenne française pour l'industrie.

Sur cette base, il y aurait de l'ordre de **900 000 T éq. CO₂** annuel à répartir sur près de 500 millions de sillons.km. Cela représente 1,8 kCO₂/train.km.

- **Combien de CO₂ pour un sillon – distinction TER/TGV/FRET :**

Pour différencier l'impact d'un TER d'un train de fret sur l'infrastructure, nous proposons de pondérer ce résultat selon la masse moyenne des convois par type de trafic. Nous avons retenu pour cette première approche, une masse moyenne de 100 tonnes pour les TER, 230 tonnes pour les Transiliens, 350 tonnes pour les trains grandes lignes et TGV et 800 tonnes pour le fret. Ces 900 000 T éq. CO₂ sont alors à répartir parmi près de 200 milliards de ton.km de charge supportées par le réseau. **Le poids du sillon TER pèse alors 520 g eq CO₂/voy.km. Celui du TGV est porté à 2 kg eq CO₂/voy.km, celui du fret à 4,12 kg eq CO₂/voy.km.**

- **Combien de CO₂ pour un sillon – basé sur les ton.km engendrés par les trains :**

RFF, c'est 1 million de T éq. CO₂ pour 200 milliards de ton.train.km : 5 g éq. CO₂/ton.train.km

La production totale en termes de ton.train.km en PACA s'élève à 2,6 milliards de ton.train.km (12 millions de train.km pesant en moyenne un peu plus de 200 tonnes). Sur la base du chiffrage précédent (5 g éq. CO₂/ton.train.km), la charge à amortir s'élève à **13 000 T éq. CO₂** pour l'ensemble de l'utilisation du réseau TER en PACA.

Avec une moyenne de 218 tonnes par convoi, la charge moyenne est de 1 090 g éq. CO₂/train.km, mais varie de 215 g éq. CO₂/train.km pour un X 2200 à 2310 gCO₂/train.km pour un corail disposant de 9 voitures.

IV.2.7. Totalisateur – Transports ferroviaires – 55 500 T éq. CO₂/an

Le Tableau suivant récapitule les émissions de GES liées aux transports ferroviaires. Ces émissions représentent environ 55 500 T éq. CO₂ par an en prenant en compte la moyenne de l'électricité Européenne.

Axe	voy.km par an	gramme de CO ₂ par voyageur.kilomètre						
		énergie de traction	préparation des trains diesel	fabrication du matériel	Maintenance du matériel	gares et agents	entretien du réseau ferroviaire	TOTAL
Marseille - Bollène	250 783 416	29 gCO ₂	1 gCO ₂	4 gCO ₂	1 gCO ₂	2 gCO ₂	15 gCO ₂	52 gCO ₂
Marseille - Briançon	113 524 372	99 gCO ₂	14 gCO ₂	6 gCO ₂	2 gCO ₂	2 gCO ₂	20 gCO ₂	142 gCO ₂
Marseille - Les Arcs	151 472 568	24 gCO ₂	0 gCO ₂	4 gCO ₂	1 gCO ₂	2 gCO ₂	12 gCO ₂	42 gCO ₂
Marseille - Vintimille	451 434 256	26 gCO ₂	0 gCO ₂	3 gCO ₂	1 gCO ₂	2 gCO ₂	12 gCO ₂	44 gCO ₂
Ensemble PACA	967 214 612	35 gCO ₂	2 gCO ₂	4 gCO ₂	1 gCO ₂	2 gCO ₂	13 gCO ₂	57 gCO ₂
	T éq. CO₂/an	33 633	2 053	3 828	1 000	1 934	13 024	55 473

Tableau 25 Synthèses des émissions par axes ferroviaires

IV.2.8. Synthèse du contenu CO₂ global du voy.km par mission

Le tableau suivant détaille la qualité CO₂ global de la mobilité produite sur chaque mission. C'est cette valeur qu'il convient de mettre en perspective avec le seuil de 37 gCO₂/voy.km qui se dessine comme un objectif équilibré à atteindre pour contenir la dérive du climat selon les ambitions du facteur 4.

Axe	Mission	Voy.km/an	Nb de personnes présente dans le train en moyenne	Impact CO ₂ global par voy.km
Marseille - Bollène	Avignon - Bollène	12 048 140 voy.km	37 personnes	73 gCO ₂
	Marseille - Bollène	89 219 156 voy.km	95 personnes	40 gCO ₂
	Marseille - Tarascon	42 523 104 voy.km	151 personnes	26 gCO ₂
	Marseille-Vitrolles-Miramas	1 860 612 voy.km	31 personnes	71 gCO ₂
	Marseille-Martigues-Miramas	23 682 100 voy.km	36 personnes	170 gCO₂
	Avignon - Orange	1 416 688 voy.km	29 personnes	130 gCO ₂
	Cavaillon - Avignon	196 300 voy.km	12 personnes	219 gCO ₂
	Marseille - Avignon	74 671 584 voy.km	68 personnes	35 gCO ₂
	Arles - Avignon	365 820 voy.km	17 personnes	184 gCO ₂
Miramas - Avignon	4 799 912 voy.km	24 personnes	99 gCO ₂	
Marseille - Briançon	Veynes - Briançon	15 687 100 voy.km	49 personnes	105 gCO₂
	Marseille - Gap	13 560 092 voy.km	40 personnes	151 gCO₂
	Marseille - Briançon	44 895 864 voy.km	62 personnes	96 gCO₂
	Aix-en-Provence - Marseille	25 501 684 voy.km	35 personnes	203 gCO₂
	Marseille - St-Antoine	329 576 voy.km	13 personnes	899 gCO₂
	Marseille - Pertuis	9 565 348 voy.km	34 personnes	174 gCO₂
	Aix-en-Provence - Pertuis	28 444 voy.km	3 personnes	1 364 gCO₂
	Veynes - Gap	1 448 928 voy.km	20 personnes	157 gCO₂
	Gap - Briançon	2 507 336 voy.km	22 personnes	272 gCO₂

Marseille - Les Arcs	Marseille - Aubagne	3 315 468 voy.km	47 personnes	127 gCO ₂
	Marseille - Toulon	93 098 148 voy.km	96 personnes	42 gCO ₂
	Marseille - Hyères	38 680 252 voy.km	147 personnes	22 gCO ₂
	Toulon - Hyères	1 099 124 voy.km	30 personnes	140 gCO ₂
	Marseille - Les Arcs	5 180 968 voy.km	128 personnes	32 gCO ₂
	Toulon - Les Arcs	10 098 608 voy.km	44 personnes	92 gCO ₂
Marseille - Vintimille	Marseille - Nice	181 851 436 voy.km	170 personnes	24 gCO ₂
	Marseille - Cannes	3 027 648 voy.km	77 personnes	49 gCO ₂
	Nice - Tende	6 376 916 voy.km	35 personnes	218 gCO ₂
	Grasse - Nice	2 790 164 voy.km	48 personnes	60 gCO ₂
	Grasse - Vintimille	113 058 920 voy.km	114 personnes	40 gCO ₂
	Cannes-la-Bocca - Vintimille	59 528 248 voy.km	87 personnes	59 gCO ₂
	Nice - Vintimille	6 197 724 voy.km	134 personnes	30 gCO ₂
	St-Raphaël - Vintimille	3 193 164 voy.km	44 personnes	110 gCO ₂
	Nice - Menton	7 315 724 voy.km	104 personnes	41 gCO ₂
	St-Raphaël - Menton	3 497 520 voy.km	125 personnes	47 gCO ₂
	Vintimille - Cagnes	4 432 324 voy.km	82 personnes	53 gCO ₂
	Cannes-la-Bocca - Nice	1 364 532 voy.km	101 personnes	29 gCO ₂
	Cannes-la-Bocca - Menton	1 189 292 voy.km	76 personnes	66 gCO ₂
	St-Raphaël - Nice	11 692 876 voy.km	66 personnes	78 gCO ₂
	Les Arcs - Nice	26 833 092 voy.km	70 personnes	67 gCO ₂
	Cagnes - Menton	14 019 096 voy.km	116 personnes	42 gCO ₂
	St-Raphaël - Les Arcs	71 188 voy.km	7 personnes	282 gCO ₂
	Grasse - Menton	1 611 220 voy.km	102 personnes	55 gCO ₂
	Monaco-Monte-Carlo - Nice	359 580 voy.km	62 personnes	104 gCO ₂
	Nice - Breil	2 687 620 voy.km	34 personnes	218 gCO ₂
Nice - Drap	335 972 voy.km	12 personnes	1 133 gCO ₂	
TOTAL	Moyenne générale	967 214 612 voy.km	80 personnes	57 gCO ₂
	moyenne en Diesel	146 606 980 voy.km	41 personnes	153 gCO ₂
	moyenne en traction électrique :	820 607 632 voy.km	97 personnes	40 gCO ₂

Tableau 26 Impact CO₂ global par mission (électricité EU27)
 En Vert les valeur proches du seuil visé, en Rouge les valeurs les plus fortes

Le Tableau 26 illustre d'une part la forte disparité qui existe du fait de l'énergie de traction. Lorsqu'un train Diesel consomme 2 litres de carburant (5,9 kg de CO₂), le rendement de son moteur lui permet de fournir environ 6 kWh d'énergie mécanique. Lorsque le même train fonctionne à l'électricité, il ne consomme que 6 kWh d'électricité. Avec de l'électricité européenne, cela produit 1,8 kg de CO₂, soit près de 3 fois moins de CO₂, même avec de l'électricité pourtant significativement carbonée.

Egalement, le taux de remplissage agit très fortement dans l'efficacité du service rendu. Les lignes TER Diesel sont plus faiblement fréquentées que les lignes électrifiées, ce qui accroît d'autant plus l'écart de l'efficacité entre ces deux modes de traction. Le rapport de l'efficacité Diesel versus électrique passe alors de 1 à 4.

IV.3. Transports routiers (LER) – 7 000 T éq. CO₂

IV.3.1. Synthèse des résultats des transports routiers

Les émissions de GES liées aux transports routiers s'élèvent à environ **7 000 tonnes éq. CO₂ pour l'année 2010**.

Elles reflètent pour l'essentiel (84%) la consommation de carburant des autocars, mais également leur amortissement (la fabrication des cars lissée sur plusieurs années), les opérations de maintenance sur le matériel (vidange, pneu,...), et le fonctionnement des gares routières et autres administrations directement liées à l'organisation du système LER. La construction et l'entretien des routes ne sont pas pris en compte du fait de la faiblesse du trafic spécifique des autocars dans le trafic routier global.

Les résultats présentés dans cette partie sont issus de l'analyse des données mises à notre disposition pour cette étude. Pour certaines lignes, les données concernant le nombre de montées et de descentes (M-D) à chaque arrêt n'ont pas pu être fournies pour l'année 2010. Dans certains cas, nous avons pu travailler avec les données M-D de l'année 2009 (cas des lignes Avignon-Digne et Forcalquier-Marseille). Si même les données 2009 n'étaient pas disponibles, nous avons utilisé des valeurs moyennes obtenues sur les autres lignes (cas des lignes Avignon-Arles, Toulon-Aix, Avignon-Aix, Le Luc-Aéroport MP et Briançon-Grenoble).

La répartition des émissions de GES en T éq. CO₂ par an pour les lignes LER est illustrée par la Figure 31.

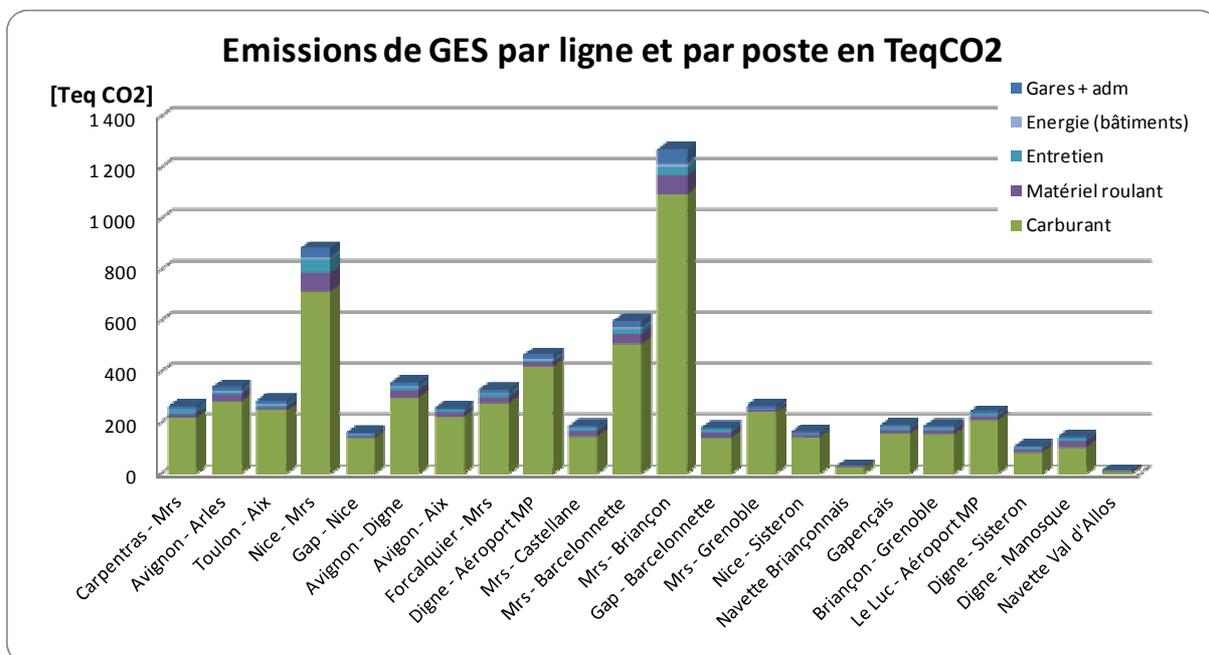


Figure 31 Répartition des émissions de GES par ligne routière LER

Les lignes les plus émettrices des GES sont celles qui parcourent le plus grand nombre de kilomètres par an, car la consommation du carburant est le principal poste d'émissions de GES.

Nous avons évalué à environ 80% en moyenne la part des émissions de GES liées au carburant pour les transports routiers LER. Le reste, soit 20 %, est représenté par les « frais généraux carbone ». Ces derniers incluent plusieurs postes, plus ou moins homogènes selon la région.

Les émissions liées au matériel roulant (fabrication des cars et entretien) correspondent à près de 10% des émissions. Les autres postes pris en compte sont la consommation énergétique (chauffage, électricité, etc.) des transporteurs, ainsi que les émissions liées au fonctionnement des gares routières et à la partie administrative des Lignes Express Régionales (LER).

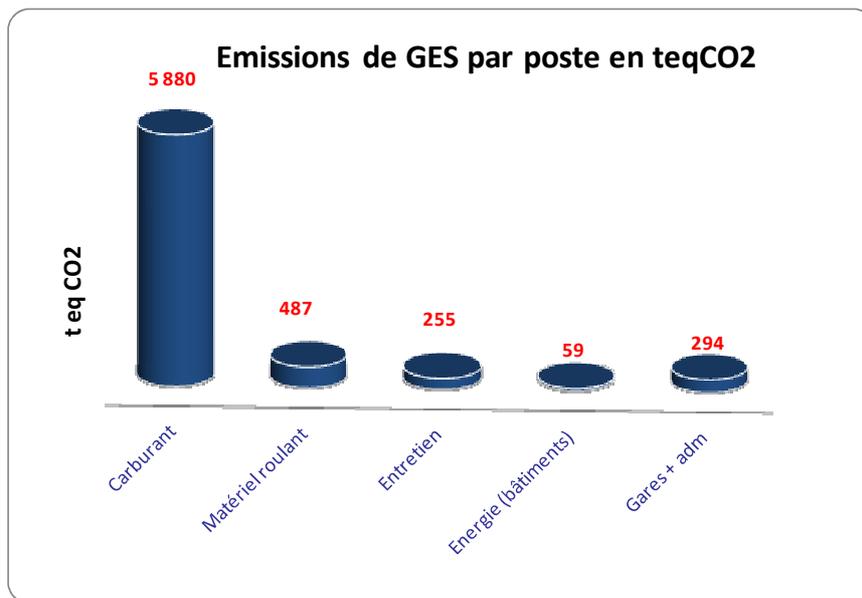


Figure 32 Emissions de GES en fonction des différents postes pour les transports routiers LER

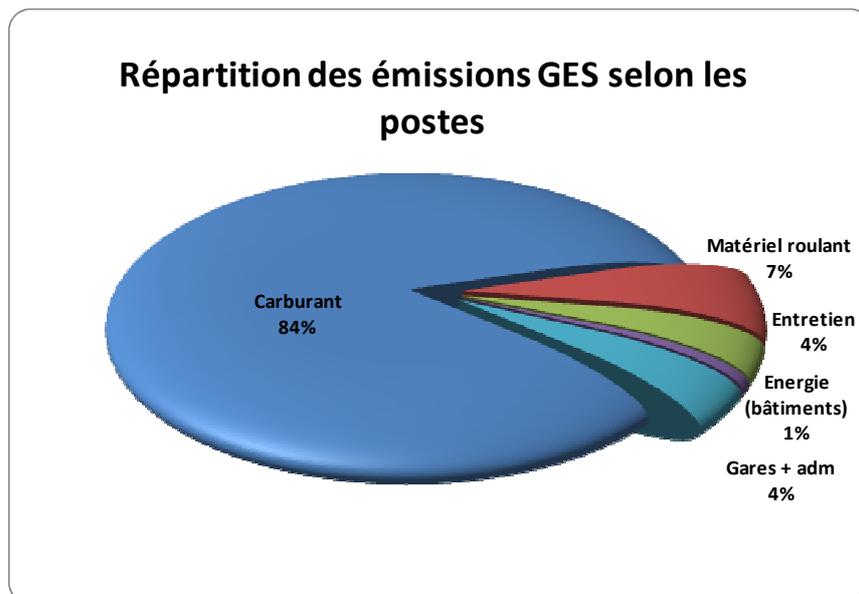


Figure 33 Répartition des émissions de GES en fonction des différents postes pour les transports routiers

La Figure 34 illustre l'efficacité carbone du service rendu par chacune des lignes. Pour les lignes en couleur orange, les valeurs voy.km ont été estimées à partir des données moyennes obtenues pour les autres lignes. Donc les résultats $\text{geqCO}_2/\text{voy.km}$ pour ces lignes sont à prendre avec précaution.

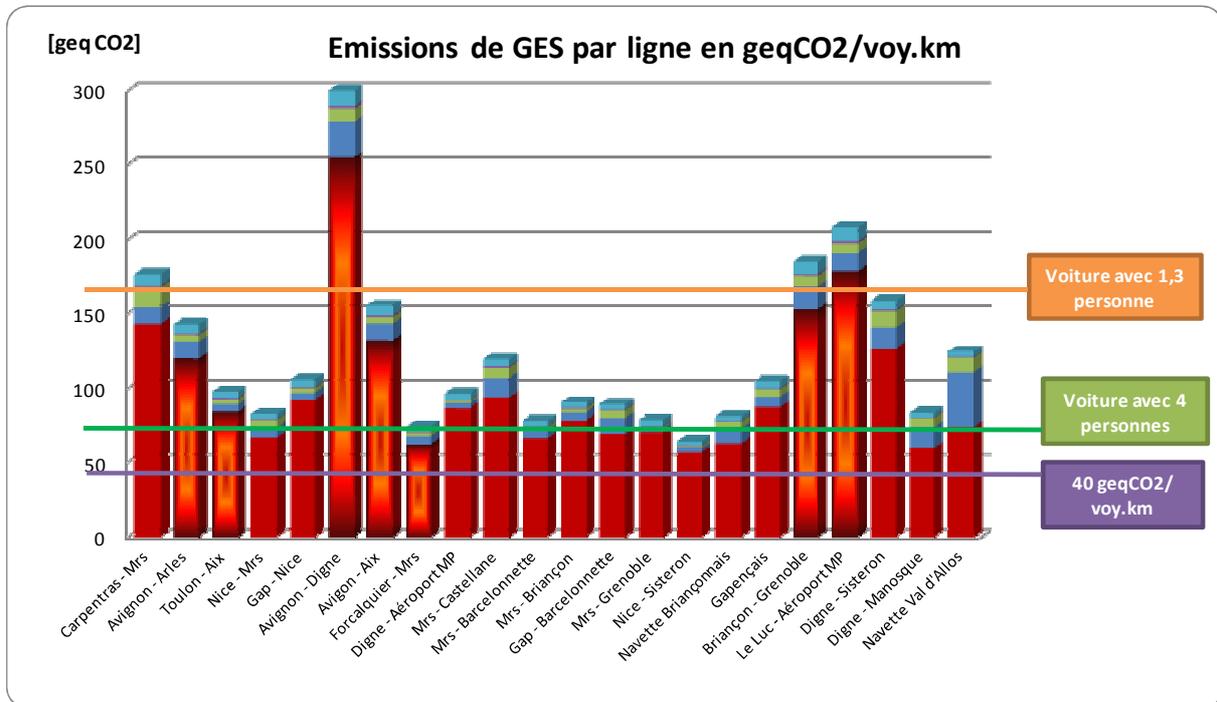


Figure 34 Répartition des émissions de GES par ligne routière LER en $\text{geqCO}_2/\text{voy.km}$

Sur la Figure 34, les principaux points à repérer sont :

- On constate, comme dans le cas des transports ferroviaires diesel, que l'énergie de traction est de loin le facteur le plus déterminant pour qualifier la qualité « carbone » d'une offre de mobilité des personnes.
- Le poids de l'amortissement pèse à l'heure de 7% dans le bilan carbone des lignes analysées. Le matériel utilisé est récent (en général) et les émissions liées à la fabrication des cars sont amorties sur 8 ans, même si les cars sont utilisés plus longtemps.
- Selon les résultats, il y a plusieurs services qui ont une efficacité carbone ($\text{gCO}_2/\text{voy.km}$) meilleure que la voiture individuelle avec 1,3 personnes à bord (soit $162 \text{ geqCO}_2/\text{voy.km}$). Cette valeur d'efficacité carbone a été calculée sur l'ensemble des missions de chaque ligne.

Il est important de souligner que les calculs ont été réalisés avec les données du Conseil Régional concernant le nombre de voyageurs et les kms parcourus sur chaque ligne. Pour obtenir les valeurs voyageurs.km, ces données ont été complétées par les distances parcourues par chaque passager sur chaque ligne, basées sur les fichiers billettiques. Le système de suivi billettique avait rencontré certains problèmes durant l'année 2010. Nous avons donc dû extrapoler les données sur des périodes et des lignes où les données précises (arrêt de montée et de descente pour chaque voyageur) n'ont pas été disponibles : notamment sur les lignes Avignon-Digne, Forcalquier-Marseille, Avignon-Arles, Toulon-Aix, Avignon-Aix, Le Luc-Aéroport MP et Briançon-Grenoble (en couleur différente sur les graphiques).

Il y a plusieurs lignes où l'efficacité carbone est meilleure que celle de la voiture (<160 g éq. CO₂). Par contre, il n'y a pas de lignes ou de missions où l'efficacité carbone soit inférieure à 40 g éq. CO₂ (valeur visée pour 2050).

IV.3.2. Méthodologie utilisée pour les LER

Nous avons exploité les données présentées dans les paragraphes suivants.

IV.3.2.1. Données d'exploitation, obtenues directement des transporteurs

Nous avons préparé un fichier par transporteur, récapitulant les données les plus importantes pour le Bilan Carbone : km parcourus sur chaque ligne LER durant l'année 2010, la quantité de carburant consommée, type et nombre de cars, nombre de voyageurs, consommables (huile, pneu, etc.) utilisés pour la maintenance des cars.

Quant à la partie « frais généraux carbone » des transports, les postes pris en compte concernent les gares, l'administration du service LER et l'énergie du chauffage et de l'éclairage chez le transporteur, principalement. Pour ces postes, les ratios obtenus des autres études similaires ont été appliqués. En effet, le poids de ces postes dans le bilan est minime et les données sont difficilement accessibles.

IV.3.2.2. Base de données de billettique

Cette base recense la validation des titres de voyages par des voyageurs, durant une année. Cette base de données essentielle nous renseigne sur l'ensemble des montées et descentes sur chaque car appartenant à la ligne de LER en question.

A partir de ce fichier, nous sommes en mesure de tirer un profil de fréquentation par car : il s'agit notamment de déterminer combien de voyageur.km (ou voy.km) sont réalisés sur chaque car, et de mettre en face le nombre de véhicule.km parcouru et incidemment sa consommation et les émissions de GES engendrées.

IV.3.3. Energie de traction des cars LER – 5 900 T éq. CO₂/an

Dans un premier temps, nous avons analysé les distances totales parcourues sur chaque ligne et la consommation du carburant correspondante, pour attribuer une émission de GES liée à l'énergie de traction des cars. A ces valeurs ont été ajoutés les « frais généraux carbone » du transporteur, comprenant l'amortissement des cars et leur maintenance, selon une clé de répartition, qui peut être soit les véhicules.km, soit les voyageurs.km. Dans cette étude, nous avons utilisé les véhicules.km comme clés de répartition, car ce sont des données facilement chiffrables, contrairement aux données voyageurs.km

IV.3.3.1. Analyse des données des transporteurs

Le Tableau 27 synthétise l'analyse des données mises à notre disposition par les transporteurs et le Conseil Régional, concernant les 22 lignes d'autocar LER.

Lignes LER	Trajets /an	Véhicules.km /an	Voyageur /an	Voyageur /trajet
Carpentras - Mrs	2 075	247 655	26 546	13
Avignon - Arles	6 781	304 675	83 597	12
Toulon - Aix	3 563	303 800	70 113	20
Nice - Mrs	3 445	803 829	96 575	28
Gap - Nice	620	151 280	15 095	24
Avignon - Digne	2 421	335 124	19 942	8
Avignon - Aix	3 424	297 888	38 839	11
Forcalquier - Mrs	4 850	301 972	73 309	15
Digne - Aéroport MP	2 886	461 003	59 064	20
Mrs - Castellane	1 779	177 750	21 104	12
Mrs - Barcelonnette	3 666	577 884	94 538	26
Mrs - Briançon	6 575	1 047 792	246 051	37
Gap - Barcelonnette	2 753	164 540	59 329	22
Mrs - Grenoble	774	217 919	23 307	30
Nice - Sisteron	721	151 107	19 415	27
Navette Briançonnais	48	23 628	1 811	38
Gapençais	3 900	230 515	49 995	13
Briançon - Grenoble	1 328	149 645	15 975	12
Le Luc - Aéroport MP	2 058	238 728	13 583	7
Digne - Sisteron	2 947	124 850	18 985	6
Digne - Manosque	2 932	140 148	44 991	15
Navette Val d'Allos	38	10 878	515	14
TOTAL	59 584	6 462 610	1 092 680	18

Tableau 27 Analyse des données reçues des transporteurs et du CR

Afin de calculer les émissions de GES pour l'énergie de traction pour l'année 2010, nous avons utilisé les kilomètres totaux parcourus sur chaque ligne, obtenus directement auprès des transporteurs. Ces valeurs ont été corrigées par les données reçues du CR. Pour obtenir la quantité totale de carburant consommée, nous avons pris en compte les consommations moyennes transmises par les transporteurs pour chaque ligne, soit entre 24 et 38 litres/100 km, selon le type des cars et les caractéristiques des trajets. De cette manière on totalise environ 5 900 T éq. CO₂ pour les cars LER (Tableau 28), pour la partie carburant.

Lignes LER	Véhicules.km /an	Litres de carburant /an	T équ. CO2 carburant
Carpentras - Mrs	247 655	74 297	219
Avignon - Arles	304 675	97 496	287
Toulon - Aix	303 800	85 064	250
Nice - Mrs	803 829	244 020	718
Gap - Nice	151 280	48 410	142
Avignon - Digne	335 124	102 771	302
Avignon - Aix	297 888	75 961	224
Forcalquier - Mrs	301 972	95 624	281
Digne - Aéroport MP	461 003	142 911	421
Mrs - Castellane	177 750	50 659	149
Mrs - Barcelonnette	577 884	174 328	513
Mrs - Briançon	1 047 792	371 218	1 092
Gap - Barcelonnette	164 540	48 657	143
Mrs - Grenoble	217 919	82 809	244
Nice - Sisteron	151 107	49 865	147
Navette Briançonnais	23 628	8 979	26
Gapençais	230 515	54 171	159
Briançon - Grenoble	149 645	53 124	156
Le Luc - Aéroport MP	238 728	71 618	211
Digne - Sisteron	124 850	29 964	88
Digne - Manosque	140 148	36 438	107
Navette Val d'Allos	10 878	3 263	10
TOTAL	6 462 610	2 001 648	5 880

Tableau 28 Emissions des GES liées à la consommation du carburant pour les lignes RRR

Résumé sur l'énergie de traction des cars :

L'énergie de traction des autocars LER représente 2 000 m³ de gazole. C'est autant que 4 mois de consommation des TER régionaux, soit 5 900 T équ. CO₂.

IV.3.4. Frais généraux carbone des cars LER – 1 100 T équ. CO₂/an

Concernant les « frais généraux carbone » des transporteurs, c'est-à-dire les émissions liées à la fabrication (en mode amortissement), à la maintenance du matériel roulant, ainsi qu'à la partie administrative des transports, y compris les gares, les différents postes pris en compte dans les calculs sont présentés par ordre d'importance des émissions de GES.

IV.3.4.1. Matériel roulant (fabrication) – 490 T éq. CO₂/an

Les émissions engendrées à l'occasion de la fabrication des cars sont prises en compte dans le poste « immobilisation » et sont mesurées à partir de la masse totale. La durée d'amortissement appliquée est de 8 ans. Le poids d'un car est 12,5 tonnes en moyenne.

Les transporteurs nous ont transmis le nombre et le type de véhicules utilisés sur les lignes. Par contre, nous n'avons que partiellement, l'information exacte sur le pourcentage d'utilisation de chaque car sur chaque ligne. En effet, chaque car peut desservir plusieurs lignes. Ainsi nous avons dû répartir l'amortissement de chaque car sur plusieurs lignes. Le Tableau 29 récapitule les données sur le nombre de cars amortis par ligne et les émissions générées.

Lignes LER	Nombre de cars	T éq. CO ₂ amortissement
Carpentras - Mrs	2,0	17
Avignon - Arles	3,0	28
Toulon - Aix	2,0	15
Nice - Mrs	9,0	72
Gap - Nice	1,0	7
Avignon - Digne	3,0	28
Avignon - Aix	2,0	19
Forcalquier - Mrs	3,0	24
Digne - Aéroport MP	2,2	17
Mrs - Castellane	3,0	20
Mrs - Barcelonnette	5,0	39
Mrs - Briançon	9,0	80
Gap - Barcelonnette	3,0	21
Mrs - Grenoble	1,0	9
Nice - Sisteron	1,1	8
Navette Briançonnais	0,5	4
Gapençais	2,5	14
Briançon - Grenoble	2,0	16
Le Luc - Aéroport MP	2,0	15
Digne - Sisteron	2,1	10
Digne - Manosque	3,0	25
Navette Val d'Allos	0,5	5
TOTAL	62	490

Tableau 29 Données prises en compte pour l'immobilisation et émissions de GES correspondantes

IV.3.4.2. Maintenance du matériel roulant – 260 T éq. CO₂/an

Nous avons pris en compte ici les gaz réfrigérants (R134a) remplacés dans les cars, qui peuvent constituer une source très importante d'émissions de GES. Les autres intrants pris en compte sont les lubrifiants (huiles) et les pneus. Nous avons inclus ici les émissions liées au traitement de fin de vie de ces matériaux.

Les données qui nous ont été communiquées par les transporteurs incluent pour l'année 2010 : le nombre de vidanges, le nombre de remplacement des pneus, ainsi que le nombre de recharge de gaz de réfrigérant par an. Ensuite nous avons appliqué les valeurs statistiques suivantes : 40 litres de lubrifiants par vidange, 60 kg par pneu et 1 kg de gaz 134a par recharge. Pour les lignes où nous n'avons pas pu avoir de données, nous avons appliqué un ratio moyen (litres d'huile ou nombre de pneus pour 10 000 km parcourus) obtenu chez les autres transporteurs. Le Tableau 30 récapitule les données prises en compte dans cette étude et les émissions correspondantes.

Description du matériel	Quantité totale estimée	Valeur moyenne /10000 km	T éq. CO ₂ fabrication	T éq. CO ₂ fin de vie
Gaz réfrigérants	63 kg	0,1 kg		90
Huiles	6 332 litres	10 litres	6	20
Pneus	632 pièces	1 pièce	100	44
TOTAL				260

Tableau 30 Matériaux pris en compte dans la maintenance et émissions de GES correspondantes

On note que les émissions de GES liées aux gaz R134a représentent environ 90 T éq. CO₂ pour les lignes LER, soit 35 % des émissions attribuées à la maintenance des cars (Figure 35 et Figure 36). Pour cette raison, un suivi précis de la consommation de ces gaz est très important.

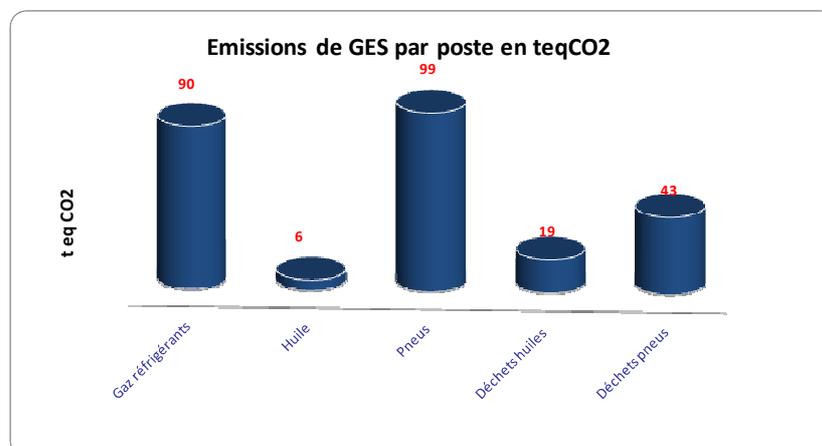


Figure 35 Emissions de GES par poste pour la maintenance des cars LER

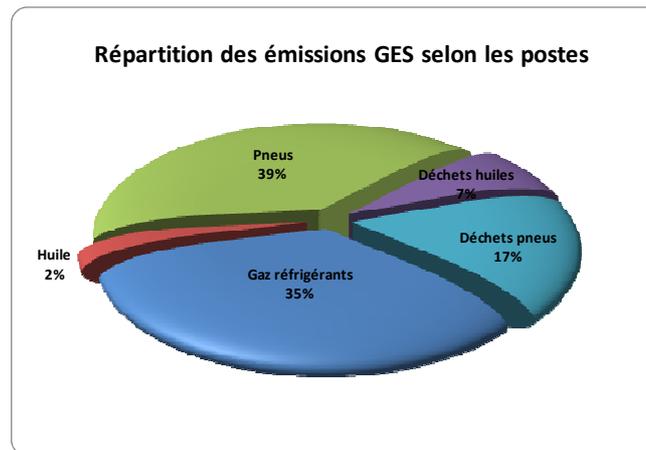


Figure 36 Répartition des émissions de GES par poste pour la maintenance des cars LER

IV.3.4.3. Consommation énergétique des transporteurs – 60 T éq. CO₂/an

Compte tenu de la difficulté d'obtention des données concernant les consommations d'énergie des bâtiments (garages, ateliers, bureaux) appartenant aux transporteurs, ainsi que le poids des émissions correspondantes dans les émissions totales, nous avons décidé d'appliquer à ce poste un ratio moyen obtenu lors d'études similaires. Ainsi, pour quantifier les émissions liées au chauffage des bâtiments, nous avons utilisé le ratio de 1% par rapport aux émissions dues au carburant.

De cette manière, les données annoncées ici sont seulement des valeurs estimées. Ainsi, sur les lignes LER, nous estimons à **60 T éq. CO₂** les émissions de GES liées au chauffage et éclairage des bâtiments appartenant aux transporteurs.

IV.3.4.4. Gares routières et administration – 290 T éq. CO₂/an

De manière similaire comme dans le cas de la consommation d'énergie de chauffage, nous avons appliqué un ratio pour quantifier les émissions liées au fonctionnement des gares et à l'administration des transports routiers.

Sur la base des résultats issus d'autres études sur les transports régionaux, nous avons estimé à 5% les émissions dues au fonctionnement des gares routières et à l'administration, par rapport aux émissions liées à la traction (consommation du carburant), soit environ 290 T éq. CO₂.

Résumé sur les frais généraux des cars :

Les frais généraux induits par l'organisation des LER représentent 1100 T éq. CO₂. C'est autant que la combustion de 380 m³ de fioul. 45% correspond à l'amortissement (sur 8 ans) de la fabrication des 62 autocars non encore amortis. 25% sont le fait de l'entretien des autocars (pour l'essentiel, des fuites de fluides frigorigènes). 30% correspondent au fonctionnement des gares (chauffage, électricité, immobilisations, ...) et à la partie administrative des transports routiers.

IV.3.5. Récapitulatif des lignes LER – 7 000 T éq. CO₂/an

IV.3.5.1. Emissions de GES par lignes en T éq. CO₂/an

Le Tableau 31 récapitule les émissions de GES induites par l'exploitation des lignes de cars LER. Elles ont été estimées à 7 000 T éq. CO₂.

	Carburant	Matériel roulant	Entretien	Energie (bâtiments)	Gares + admin.	TOTAL
Carpentras - Mrs	219	17	21	2	11	269
Avignon - Arles	287	28	11	3	14	343
Toulon - Aix	250	15	11	3	13	291
Nice - Mrs	718	72	51	7	36	884
Gap - Nice	142	7	5	1	7	163
Avignon - Digne	302	28	11	3	15	359
Avignon - Aix	224	19	7	2	11	263
Forcalquier - Mrs	281	24	11	3	14	333
Digne - Aéroport MP	421	17	8	4	21	470
Mrs - Castellane	149	20	11	1	7	189
Mrs - Barcelonnette	513	39	18	5	26	600
Mrs - Briançon	1 092	80	32	11	55	1269
Gap - Barcelonnette	143	21	11	1	7	183
Mrs - Grenoble	244	9	4	2	12	271
Nice - Sisteron	147	8	4	1	7	167
Navette Briançonnais	26	4	2	0	1	34
Gapençais	159	14	9	2	8	192
Briançon - Grenoble	156	16	7	2	8	189
Le Luc - Aéroport MP	211	15	7	2	11	246
Digne - Sisteron	88	10	7	1	4	111
Digne - Manosque	107	25	11	1	5	149
Navette Val d'Allos	10	5	1	0	0	16
TOTAL	5 880	487	255	59	294	6 975

Tableau 31 Récapitulatif des émissions de GES par poste et par ligne

A noter que les carburants représentent environ 85 % des émissions GES liées aux transports routiers. Le reste (soit 15 %) correspond aux « frais généraux carbone », présentés par la Figure 37 et la Figure 38. Les émissions liées à l'entretien sont moyennement élevées, et elles dépendent fortement de la quantité des gaz réfrigérants consommés prise en compte dans les calculs. Il s'avère pertinent de bien suivre ces consommations et les réduire de manière significative dans la mesure du possible.

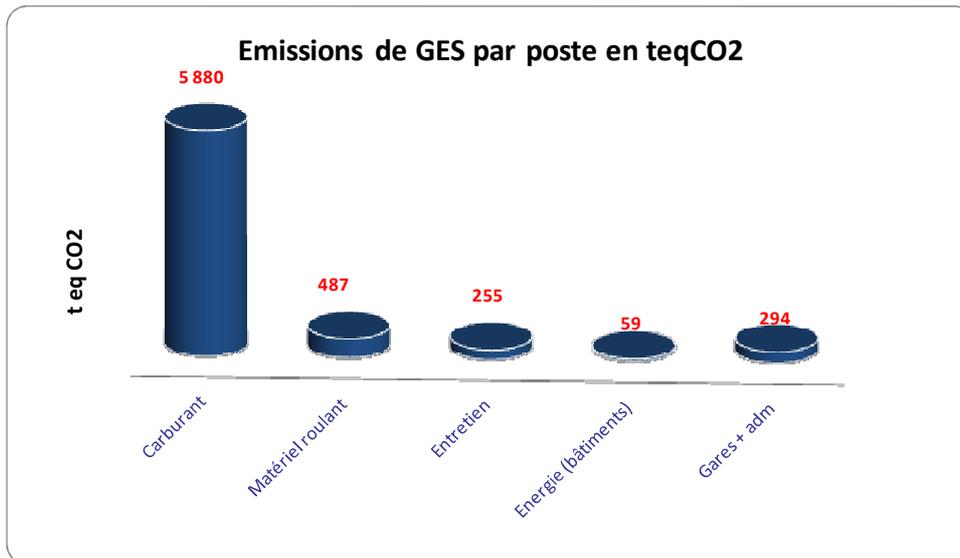


Figure 37 Emissions de GES par poste pour les cars RRR

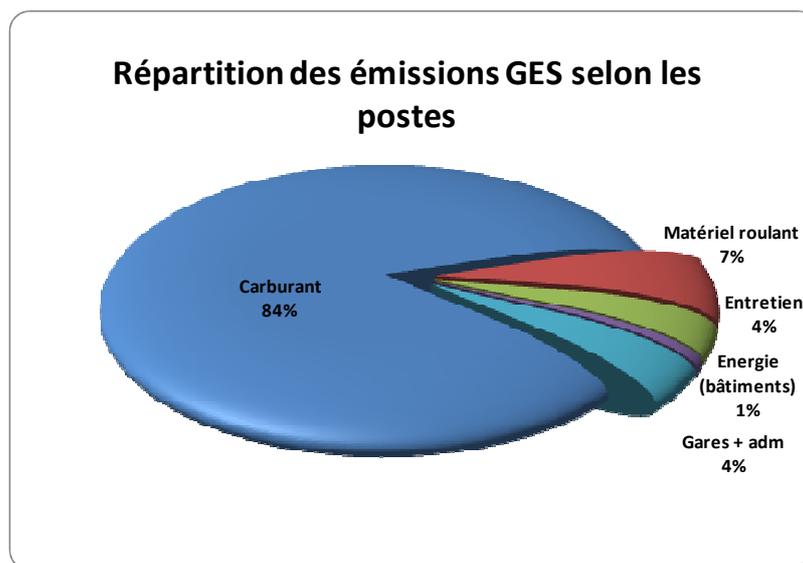


Figure 38 Répartition des émissions de GES par poste pour les cars LER

La Figure 39 présente de manière détaillée les émissions de GES dues aux exploitations des différentes lignes LER. Il est difficile de comparer les lignes entre elles, d'un point de vue « efficacité carbone », car les distances annuelles sont différentes. Pour une analyse plus pertinente, il est indispensable de calculer les émissions de GES par voyageur.km.

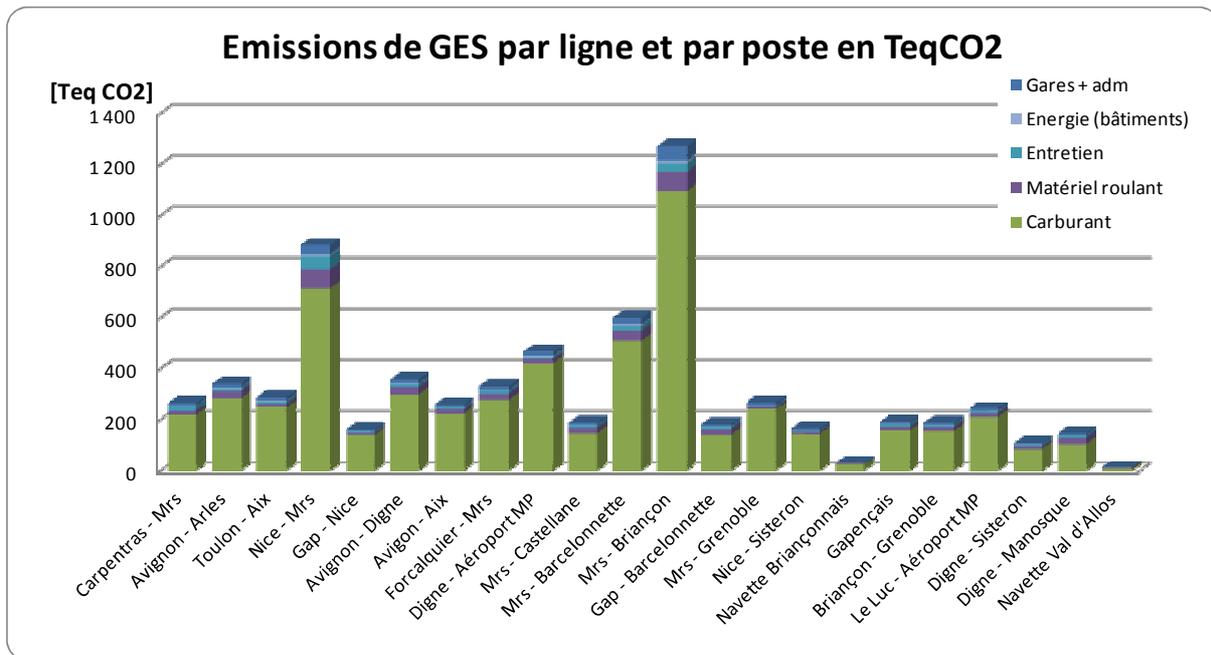


Figure 39 Répartition des émissions de GES par poste et par ligne pour les cars LER

IV.3.5.2. Emissions de GES par ligne en T éq. CO2/voyageur.km

Nous avons pu exploiter une partie des données billettiques des cars LER. Mais ces données ne couvrent pas toujours l'année complète 2010. Les données ont été extrapolées sur l'année complète 2010 et sont récapitulées dans le Tableau 32. Les chiffres en rouges sont des valeurs estimées à partir de données de 2009 et des moyennes obtenues sur la totalité des lignes.

Lignes LER	Voyageur /an	Voyageur /trajet	Voyageur.km /an	Km /passager	trajet moyen/ longueur ligne (%)
Carpentras - Mrs	26 546	13	1 527 440	58	48%
Avignon - Arles	83 597	12	2 399 243	29	62%
Toulon - Aix	70 113	20	2 979 803	43	50%
Nice - Mrs	96 575	28	10 729 162	111	53%
Gap - Nice	15 095	24	1 541 872	102	42%
Avignon - Digne	19 942	8	1 883 106	94	37%
Avignon - Aix	38 839	11	1 689 497	44	50%
Forcalquier - Mrs	73 309	15	3 389 940	46	56%
Digne - Aéroport MP	59 064	20	4 871 343	82	53%
Mrs - Castellane	21 104	12	1 586 610	75	46%
Mrs - Barcelonnette	94 538	26	7 709 083	82	34%
Mrs - Briançon	246 051	37	14 026 750	57	24%
Gap - Barcelonnette	59 329	22	2 055 124	35	52%
Mrs - Grenoble	23 307	30	3 455 993	148	52%
Nice - Sisteron	19 415	27	2 592 145	134	64%
Navette Briançonnais	1 811	38	418 914	231	55%
Gapençais	49 995	13	1 831 685	37	42%
Briançon - Grenoble	15 975	12	1 022 400	64	50%
Le Luc - Aéroport MP	13 583	7	1 181 721	87	75%
Digne - Sisteron	18 985	6	695 019	37	70%
Digne - Manosque	44 991	15	1 790 446	40	68%
Navette Val d'Allos	515	14	130 295	253	100%
TOTAL	1 092 680	18	69 918 425	-	-

Tableau 32 Calcul des voyageur.km pour les lignes LER

Pour estimer la présence moyenne d'un passager en %, c'est-à-dire le rapport « distance moyenne par passager / longueur du parcours du car » pour les lignes où les données billettiques n'ont pas été disponibles, nous nous sommes basés sur la Figure 40.

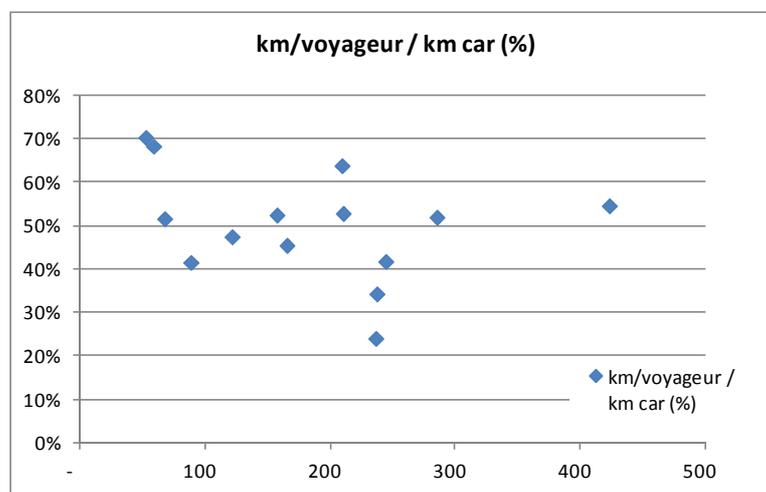


Figure 40 Rapport longueur de la ligne et présence des passagers en %

A l'aide de la Figure 40 nous avons fait des estimations présentées dans le Tableau 33. Ainsi, par exemple, pour une ligne avec un parcours de 100 km, la distance moyenne parcourue par un passager correspond à 50 % du trajet, soit 50 km.

Parcours complet de la ligne (km)	Distance parcourue en moyenne par passager en % du parcours complet
0-60 km	70%
1- 200 km	50%
> 200 km	40%

Tableau 33 Calcul de la distance parcourue en moyenne par passager en % du parcours complet

Ensuite, avec les valeurs renseignées dans le Tableau 33, les distances moyennes parcourues par passager en km ont été calculées pour les lignes 18, 19, 22, 23,25, 35 et 36. Ces résultats ont servi à calculer la valeur de voyageurs.km, à l'aide du nombre de voyageurs par an, connu pour chaque ligne.

Sur la base des émissions totales sur chaque ligne et la fréquentation (voyageurs et voyageur.km), nous avons calculé les émissions de GES par voyageur et par voyageur.km (Tableau 34 et Figure 41). A noter que pour pouvoir comparer les différentes lignes de car avec les autres moyens de transport, c'est la valeur voyageur.km qui est la plus pertinente.

Lignes	Voyageur /an	geqCO2 /voyageur	Voyageur.km /an	geqCO2 /voyageur.km
Carpentras - Mrs	26 546	10 145	1 527 440	176
Avignon - Arles	83 597	4 100	2 399 243	143
Toulon - Aix	70 113	4 156	2 979 803	98
Nice - Mrs	96 575	9 152	10 729 162	82
Gap - Nice	15 095	10 798	1 541 872	106
Avignon - Digne	19 942	18 012	1 186 399	303
Avignon - Aix	38 839	6 763	1 689 497	155
Forcalquier - Mrs	73 309	4 547	4 497 483	74
Digne - Aéroport MP	59 064	7 965	4 871 343	97
Mrs - Castellane	21 104	8 953	1 586 610	119
Mrs - Barcelonnette	94 538	6 349	7 709 083	78
Mrs - Briançon	246 051	5 159	14 026 750	90
Gap - Barcelonnette	59 329	3 085	2 055 124	89
Mrs - Grenoble	23 307	11 617	3 455 993	78
Nice - Sisteron	19 415	8 610	2 592 145	64
Navette Briançonnais	1 811	18 716	418 914	81
Gapençais	49 995	3 831	1 831 685	105
Briançon - Grenoble	15 975	11 812	1 022 400	185
Le Luc - Aéroport MP	13 583	18 099	1 181 721	208
Digne - Sisteron	18 985	5 821	695 019	159
Digne - Manosque	44 991	3 312	1 790 446	83
Navette Val d'Allos	515	31 516	130 295	125
TOTAL	1 092 680	6 386	69 507 589	100

Tableau 34 Récapitulatif des émissions par voy.km pour les lignes LER

A noter que dans le cas des lignes en couleur rouge (lignes 18, 19, 22, 23, 25, 35 et 36), les valeurs des voyageurs.km sont issues des calculs basés sur des estimations et des moyennes. Avec des valeurs réelles, nous aurions une meilleure estimation et la possibilité de comparer les lignes entre elles.

Les principaux points marquants de ce tableau, sont :

- L'efficacité moyenne du service rendu par ces cars est de l'ordre de 100 g éq. CO₂/voy.km, soit l'équivalent d'une voiture moyenne avec 1,5 personne à bord. A noter que sont prises en compte ici les émissions liées à la consommation du carburant, ainsi que les émissions dues aux « frais généraux ».
- Il y a des disparités entre les lignes : environ un tiers des lignes LER semblent être un peu plus efficaces, en transportant en moyenne 20 personnes avec une incidence proche de 80 g éq. CO₂/voy.km. Cela reste juste équivalent à la moyenne des TER diesels, ou encore à une voiture moyenne avec 2 personnes à bord en circulation périurbaine.

La Figure 41 présente les émissions estimées de chaque voyageur.kilomètre parcouru. Les histogrammes orange correspondent aux lignes où les valeurs en $\text{geqCO}_2/\text{voy.km}$ ont été extrapolées à partir des données de l'année 2009 ou à l'aide d'autres lignes où les données « montées-descentes » ont été disponibles.

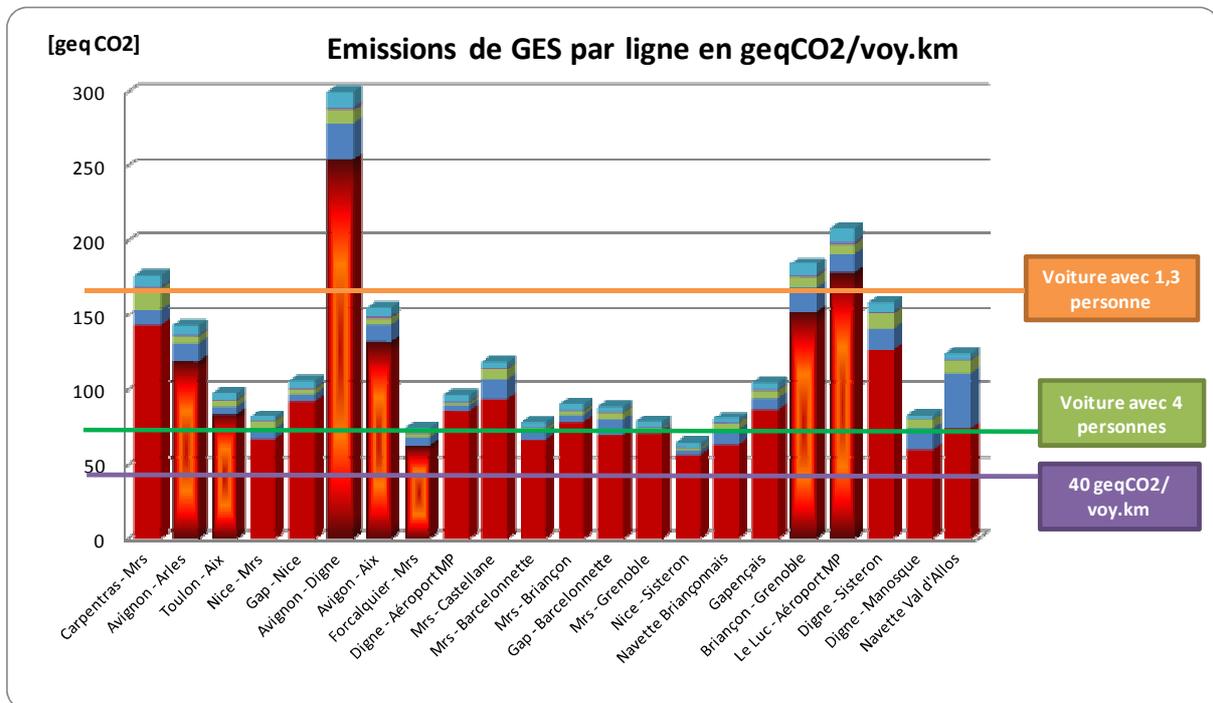


Figure 41 Répartition des émissions de GES en $\text{geqCO}_2/\text{voy.km}$ par poste et par ligne pour les cars LER

Les résultats démontrent qu'à part les lignes Carpentras-Marseille, Avignon-Digne et Briançon-Grenoble, toutes les lignes émettent moins de GES par passager que la voiture. Etant donné que pour les dernières deux lignes citées, les résultats ont été obtenus à partir des valeurs extrapolées, une analyse des données billettiques s'avère nécessaire pour confirmer ou infirmer ce résultat.

Afin de diminuer les émissions par voy.km et s'approcher de la valeur de 40 g éq. CO₂/voy.km (déplacement durable), le plus important est d'augmenter le taux de remplissage des autocars.

IV.4. Chemins de Fer de Provence – 2 000 T éq. CO₂

Depuis janvier 2007, la Région gère ce service public dont l'exploitation est confiée à la Compagnie Ferroviaire Sud France (CFSF, filiale du groupe Véoïia Transport). La Région prend en charge directement les investissements de matériels roulants et d'infrastructures.

Cette ligne, représentant 500 000 voyageurs par an, a une double vocation :

- Urbaine : 22 allers-retours sur la liaison urbaine entre Nice et Colomars (12km).
- Interurbaine : 4 allers-retours quotidiens vers les 30 villages du moyen et du haut pays (150 km).

Les données utilisées dans cette étude proviennent des données reçues du Service des Chemins de Fer de la Provence du CR et des différentes sources sur Internet.

IV.4.1. Energie de traction des Chemins de Fer de Provence – 1 900 T éq. CO₂/an

Dans un premier temps, nous avons calculé les distances totales parcourus sur les deux lignes et évalué la consommation du carburant correspondante (1 litre par train.km), pour attribuer une émission de GES liée à l'énergie de traction des trains. A ces valeurs ont été ajoutés les « frais généraux carbone », comprenant l'amortissement du matériel roulant et sa maintenance, selon un ratio obtenu dans d'autres études concernant les transports ferroviaires.

Le Tableau 35 et le Tableau 36 présentent les calculs des distances annuelles parcourus.

Trajet	Nombre de trajets /semaine	Distance	Distance totale /an
Nice-Annot	14	78	56 784 km
Annot-Digne	1	72	3 744 km
Nice-Digne	56	150	436 800 km
TOTAL	71	-	497 328 km

Tableau 35 Calcul des km par semaine et par an de la ligne Nice-Digne

Trajet	Nombre de trajets /semaine	Distance	Distance totale /an
Nice-Colomars	40	12	24 960 km
Nice-Plan du Var	90	12	112 320 km
TOTAL	130	24	137 280 km

Tableau 36 Calcul des km par semaine et par an de la ligne Nice-Plan du Var

Ainsi nous avons estimé à environ 500 000 km la distance annuelle parcourue sur la ligne Nice-Digne et à 140 000 km le transport correspondant à la ligne Nice-Plan du Var. Le Tableau 37 récapitule les calculs de la consommation annuelle du carburant et les émissions de GES. Ainsi nous avons estimé à environ 1 900 T éq. CO₂ les émissions liées à la combustion du carburant, dont 1 500 T éq. CO₂ pour la ligne Nice-Digne et 400 T éq. CO₂ pour la ligne Nice-Plan du Var.

Lignes	Longueur de la ligne	Nombre de trajets /an	Total de km/an	Conso annuelle de diesel (litres)	T éq. CO ₂ traction
Nice - Digne les Bains	150	3 692	497 328	497 328	1 464
Nice - Plan du Var	25	6 760	137 280	137 280	404
TOTAL	-	-	634 608	634 608	1868

Tableau 37 Consommation annuelle du carburant et les émissions GES correspondantes

IV.4.2. Frais généraux carbone des CFP –120 T éq. CO₂/an

Les « frais généraux carbone » des Chemins de Fer de Provence comprennent les émissions liées à la fabrication (en mode amortissement), à la maintenance du matériel roulant, ainsi qu'à la partie administrative des transports, y compris les gares.

IV.4.2.1. Matériel roulant : fabrication et maintenance – 80 T éq. CO₂/an

Les émissions engendrées à l'occasion de la fabrication des cars sont prises en compte dans le poste « immobilisation » et sont mesurées à partir de la masse totale. La durée d'amortissement appliquée est de 40 ans. Selon l'information à notre disposition, nous estimons à environ 400 tonnes le matériel roulant (autorail, locomotives, remorques, ...), encore non amorti.

Les émissions correspondantes à la fabrication (matériel premier et énergie) de ces 400 tonnes de matériel roulant ferroviaire sont estimées à 6,1 T éq. CO₂/tonne. Sur une durée d'amortissement de 40 ans, cela correspond à **62 T éq. CO₂** pour l'année 2010.

Concernant la maintenance du matériel roulant, par manque d'information plus précise, nous avons appliqué le facteur d'émission obtenu durant l'étude des transports régionaux du Midi-Pyrénées, soit 0,04 T éq. CO₂/tonne de matériel roulant. Ainsi, les émissions liées à la maintenance ont été estimée à **16 T éq. CO₂**.

IV.4.2.2. Autres frais généraux carbone – 40 T éq. CO₂/an

Vu la difficulté d'obtention des données concernant la partie administrative des Trains de Provence et les gares, et étant donné l'importance limitée des émissions qui y sont liées, par rapport aux émissions totales, nous avons décidé d'appliquer le même coefficient que pour les trains TER, soit 2 geqCO₂/voy.km. Ainsi les autres frais généraux carbone sont estimés à **40 T éq. CO₂**.

IV.4.3. Récapitulatif des Chemins de Fer de Provence – 2 000 T éq. CO₂/an

IV.4.3.1. Emissions de GES par lignes en T éq. CO₂/an

Le Tableau 38 récapitule les émissions de GES induites par l'exploitation des trains de Provence. Ils ont été estimés à 2 000 T éq. CO₂. A noter que la traction (consommation du carburant) représente 94% des émissions (Figure 42).

Lignes	T éq. CO ₂ traction	T éq. CO ₂ amortissement	T éq. CO ₂ maintenance	T éq. CO ₂ gares+adm.	T éq. CO ₂ TOTAL
Nice - Digne les Bains	1 464	49	13	30	1 555
Nice - Plan du Var	404	13	4	10	431
TOTAL	1868	62	16	40	1 986

Tableau 38 Récapitulatif des émissions de GES par poste et par ligne

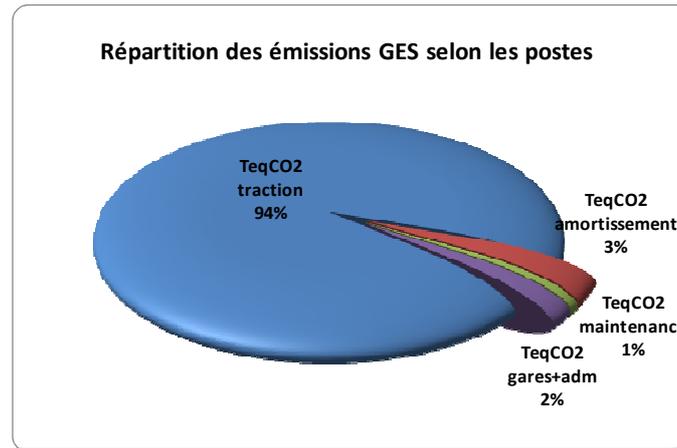


Figure 42 Répartition des émissions de GES par poste pour les trains de Provence

IV.4.3.2. Emissions de GES par voyageurs en geqCO₂/voy.km

Les données sur les montées et descentes des voyageurs des Chemins de Fer de Provence en 2010 nous ont été communiquées. Plus de 377 000 personnes ont voyagé durant l'année 2010 : plus de 133 000 sur la ligne Nice - Digne les Bains et environ 244 000 sur la ligne Nice - Plan du Var. Nous avons calculé 10 km le trajet moyen pour la liaison Nice-Plan du Var et à 75 km pour celle du Nice-Digne (Tableau 39).

Lignes	Voyageurs/an	Longueur de la ligne	Trajet moyen voyageur calculé (km)	Voyageurs.km /an calculé
Nice - Digne les Bains	133 470	150	75	9 955 600
Nice - Plan du Var	244 092	25	10	2 374 100
TOTAL	377 549	-	-	12 329 700

Tableau 39 Calcul des voyageurs.km pour les Trains de Provence

La distance totale parcourue par les voyageurs des Chemins de Fer de Provence a été estimée à environ 12 330 000 voy.km pour l'année 2010.

A partir de la valeur voyageurs.km et les émissions totales des GES calculées précédemment, nous avons la possibilité d'estimer la quantité de CO₂ émise par chaque voyageur, définie en geqCO₂/voy.km (Tableau 40). Cet indicateur est estimé à environ 180 geqCO₂/voy.km pour la liaison Nice-Plan du Var et à environ 155 geqCO₂/voy.km pour celle de Nice-Digne.

Ligne	geqCO ₂ /voy.km traction	geqCO ₂ /voy.km amortissement	geqCO ₂ /voy.km maintenance	geqCO ₂ /voy.km gares	geqCO ₂ /voy.km TOTAL
Nice - Digne les Bains	147	5	1	2	155
Nice - Plan du Var	170	6	1	2	180

Tableau 40 Récapitulatif des émissions par voy.km pour les Trains de Provence

L'efficacité moyenne du service rendu par les trains de Provence est de l'ordre de 160 g éq. CO₂/voy.km, soit l'équivalent d'une voiture moyenne avec 1 personne à bord. A noter que sont prises en compte ici les émissions liées à la consommation du carburant, ainsi que les émissions dues aux « frais généraux ».

IV.5. Les aérodromes – 5 600 T éq. CO²

IV.5.1. Données d'activité et hypothèses

Sont inclus dans le périmètre les aéroports et aérodromes gérés par la Région. L'aéroport d'Avignon a fait voyager 39 320 passagers en 2010 et réalisé 48 999 mouvements. Les trois aérodromes gérés par la Région sont en partie utilisés par des planeurs (pas de consommation de carburant). Nous avons comptabilisé les consommations de carburant pour les avions à moteur et les treuils (lancement des planeurs) pour chacun des sites.

	Avions		treuil	Avions	
	Avgas (m3)	JetA1 (m3)	gasoil (L)	Avgas (tonnes)	JetA1 (tonnes)
aéroport d'Avignon	216	1 604		159	1 179
aérodrome de Berre	96			71	0
aérodrome de Château-Arnoux	92			68	0
aérodrome le Mazet de Romanin	6		1 620	4	0
TOTAL	410	1 604	1 620 L	301 t	1 179 t

Tableau 41 Données et hypothèses pour les consommations de carburant pour l'aviation

IV.5.2. Emissions de GES

Les émissions liées à la consommation d'énergie des aérodromes et de l'aéroport gérés par la Région s'élèvent à environ 5 600 T éq. CO₂. Les émissions par site sont présentées dans la figure ci-dessous.

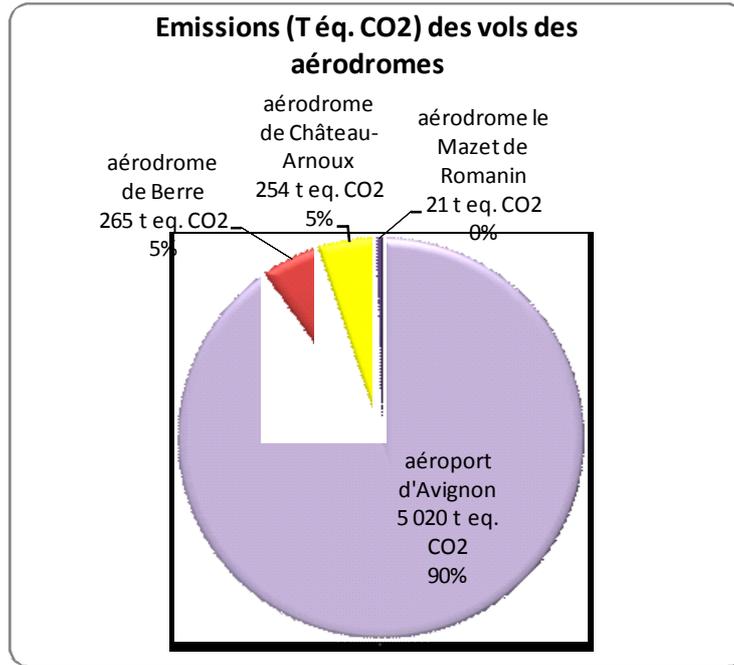


Figure 43 Emissions des aéroports et aéroports gérés par la Région PACA

V. Fonctionnement des services – 8 700 T éq. CO2

Voici le profil carbone général du fonctionnement administratif de la région PACA, avec le détail des sous-postes.

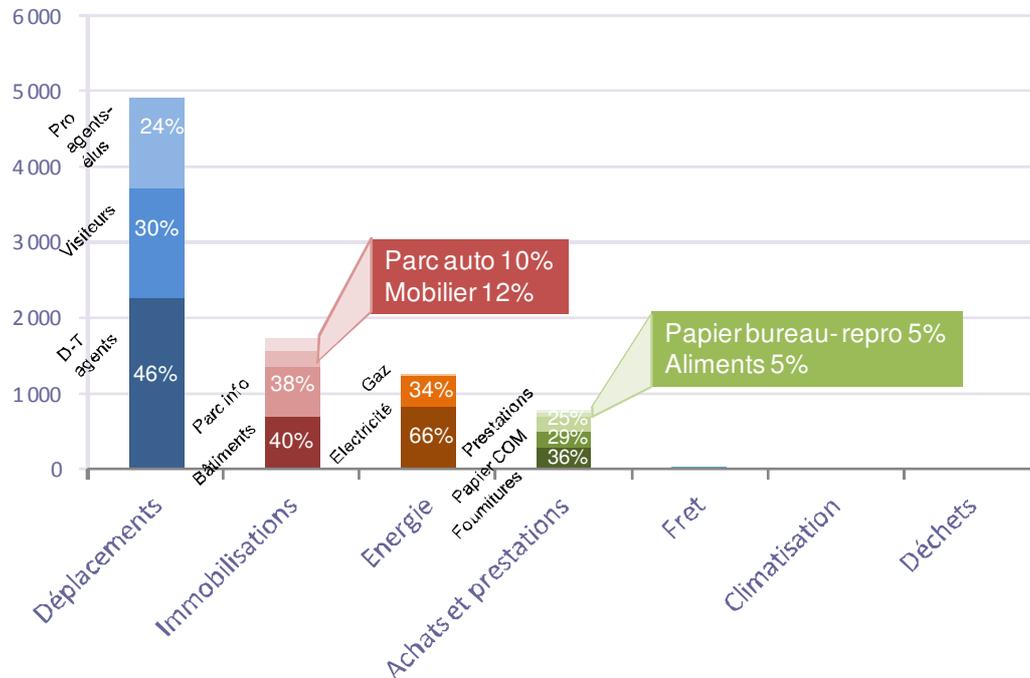


Figure 44 Répartition des émissions par poste et sous-poste liées au fonctionnement du patrimoine et des services de la Région PACA

Le détail des données, de la méthodologie associée et des résultats sont présentés poste par poste ci-après.

Remarque : les agents des lycées sont comptabilisés dans le Bilan Carbone® des lycées et n'apparaissent donc pas dans le Bilan Carbone® Fonctionnement. Le nombre d'agents total hors lycées s'élève à environ 1 700 agents.

V.1. Les déplacements de personnes – 4 900 T éq. CO2

V.1.1. Données et hypothèses

V.1.1.1. Les déplacements domicile-travail des agents

Une enquête auprès des agents a été réalisée en 2008 dans le cadre du Plan de Déplacement Administration (PDA) que la Région a mis en place. Elle a été menée auprès des établissements marseillais (dont l'Hôtel de Région) comptabilisant environ 1520 agents. Nous avons utilisé les résultats de la répartition des distances en km par moyen de transport, que nous avons appliqué aux km totaux effectués sur une année par les agents. Ces distances annuelles ont été estimées sur la base des distances entre le domicile et le travail de chaque agent (liste anonyme des adresses et des lieux de travail) et un nombre de jours travaillés moyen de 210 jours. Le graphique suivant montre les

km annuels effectués par mode de transport. La voiture est prédominante mais on peut lire les différentes possibilités de transport en commun utilisés par les agents, qu'offre une grande ville.

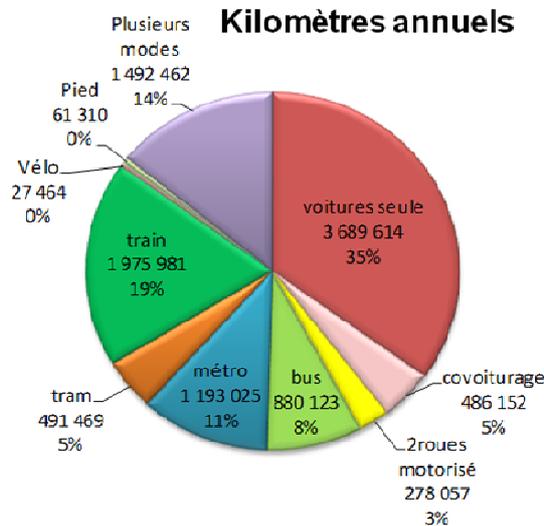
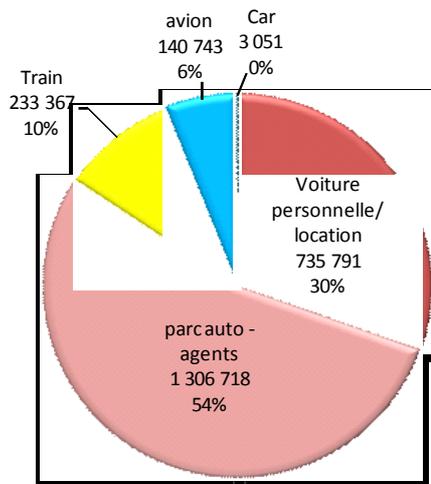


Figure 45 Répartition par mode de transport des km effectués par les agents entre le domicile et le travail en une année

V.1.1.2. Les déplacements professionnels des agents et des élus

Nous avons compté les km effectués par mode de transport : voiture personnelle ou de location (notes de frais), voiture du parc automobile, train, avion et ferry vers la Corse. Nous avons comptabilisés les trajets effectués par les élus. La voiture reste prédominante.

Répartition des km, déplacements pro des agents



Répartition des km, déplacements des élus

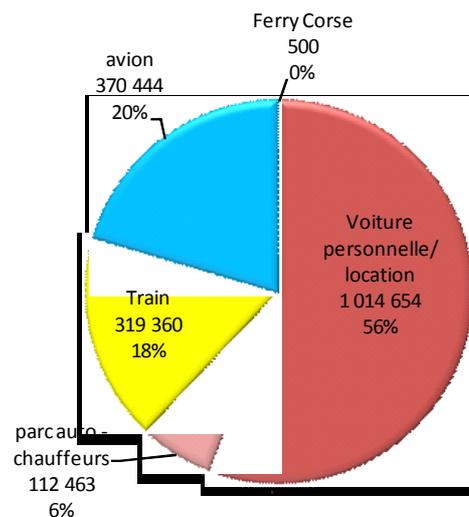


Figure 46 Répartition par mode de transport des km effectués en 2009 par les agents et les élus

V.1.1.3. Les déplacements des visiteurs

Nous avons intégré dans le périmètre Fonctionnement des services de la région PACA une estimation des déplacements des visiteurs dans les sites administratifs de la région (Hôtel de Région et antennes), dans le parc du Pavillon du Roy René, au Fond Régional d'Art Contemporain (FRAC) et lors des manifestations et événements organisés par le service protocole. Le nombre de visiteurs est globalement connu (pour les sites de la Région, chiffres basés sur le reporting des années précédentes). Des hypothèses ont été faites pour le mode de transport utilisé et les distances parcourues (pas d'enquêtes).

	Nombre de visiteurs estimés	Mode de transport	km moyen aller simple	part km	km totaux
accueil sites Région	246 154	Voiture	10	75%	3 692 308
		TC	10	25%	1 230 769
Pavillon Roy René	10 400	Voiture	10	0%	208 000
manifestations protocole	14 660	Voiture	10	75%	219 900
		TC	10	25%	73 300
FRAC	7 107	Voiture	10	50%	71 070
		TC	10	50%	71 070

Tableau 42 Données et hypothèses pour l'estimation des km parcourus et des moyens de transport des visiteurs par site

V.1.2. Emissions de GES

Les déplacements Domicile-Travail de la Région PACA génèrent environ 4 900 T eq. CO₂, soit 56% des émissions. Les émissions par mode de transport sont présentées dans la Figure 47.

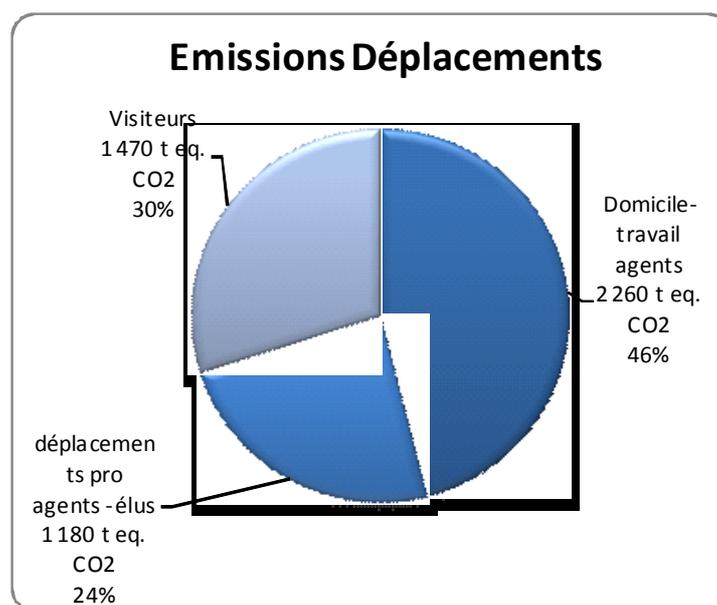


Figure 47 Emissions liées à l'ensemble des déplacements

V.1.2.1. Les déplacements domicile-travail des agents

Les émissions liées aux déplacements domicile-travail des agents s'élèvent à environ 2 260 T eq. CO₂, soit 46 % des émissions du poste. Les émissions par mode de transport sont présentées dans la figure ci-dessous.

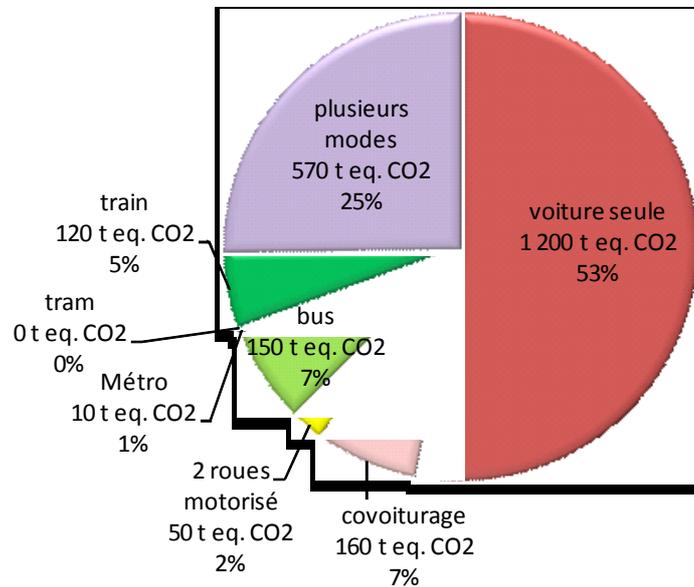


Figure 48 Répartition par mode de transport des émissions liées aux déplacements domicile-Travail des agents de la Région

V.1.2.1. Les déplacements professionnels des agents et des élus

Les émissions liées aux déplacements professionnels s'élèvent à environ 1 180 T eq. CO₂, soit 24 % des émissions du poste. Les émissions par mode de transport sont présentées dans la Figure 49.

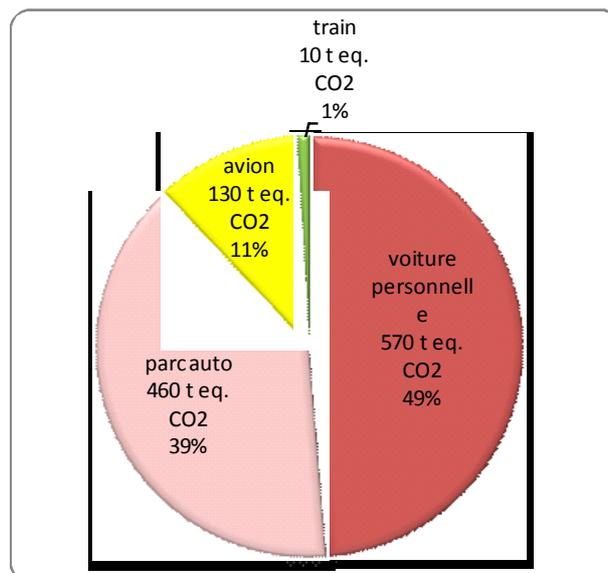


Figure 49 Emissions liées au mode de transport utilisé par les agents de la Région PACA et des élus pour leurs déplacements professionnels

V.1.2.1. Les déplacements des visiteurs

Les émissions liées aux déplacements des visiteurs s'élèvent à environ 1 470 T eq. CO₂, soit 30 % des émissions du poste. Les émissions par lieux visités sont présentées dans la Figure 50.

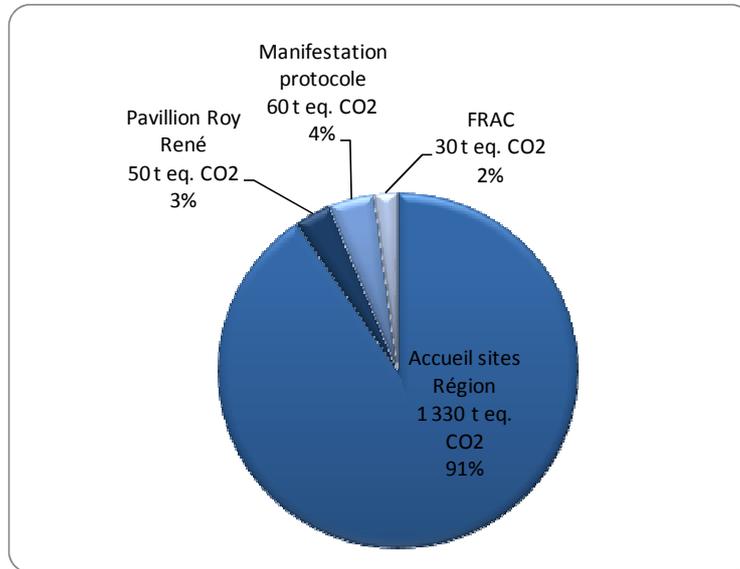


Figure 50 Emissions liées aux déplacements des visiteurs

Vous trouverez ci-dessous un graphique rappelant les émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements des personnes.

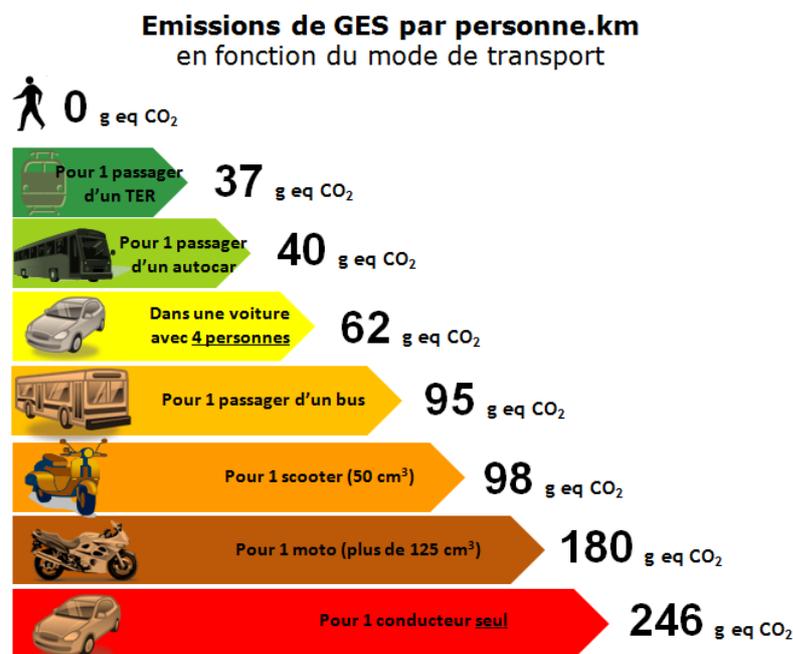


Figure 51 Emissions (en g eq. CO₂) liées au mode de transport utilisé pour une personne parcourant 1 km

V.2. Les immobilisations – 1 730 T éq. CO₂

Ce poste correspond aux émissions associées à la fabrication du matériel et des infrastructures déjà en place dans les sites de la Région. Il fait l'objet d'un traitement méthodologique précisé en annexe 5.

V.2.1. Données d'activités et hypothèses

Les immobilisations correspondent à l'ensemble des bâtiments de moins de 30 ans, au parc informatique, au mobilier et aux véhicules de fonction de la Région PACA. L'ensemble des données liées aux immobilisations est rassemblé dans le Tableau 43.

	Nombre	unités	durée amortissement (ans)
Surfaces	44731	m2	30
nombre d'ordinateurs/serveurs	2035	unités	4
nombre d'imprimantes	500	unités	5
parc auto	151,2	tonnes	5
mobilier	1080,6	tonnes	10
machines repro + photocopieuses	5,4	tonnes	5

Tableau 43 Données concernant l'amortissement des bâtiments, du parc informatique, des véhicules, du mobilier et des machines de la Région PACA

Remarque : Dans le tableau, en ce qui concerne les superficies, seuls les bâtiments amortis (< 30ans) apparaissent, soit 76% des surfaces totales (59 182 m²).

V.2.2. Les émissions de GES

Les émissions engendrées par les immobilisations s'élèvent à environ 1 730 T éq. CO₂, soit 20% des émissions totales du Fonctionnement. La figure ci-dessous présente la répartition des émissions liées aux différentes immobilisations.

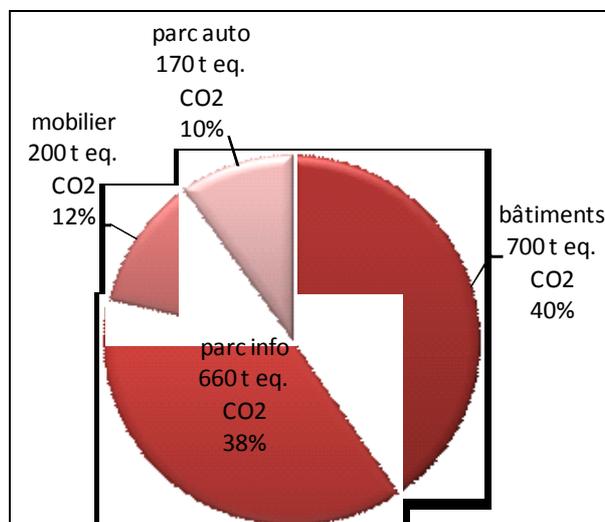


Figure 52 Emissions (T éq. CO₂) par type d'immobilisation de la Région PACA

V.3. L'énergie – 1 240 T éq. CO₂

V.3.1. Données d'activités et hypothèses

Les consommations d'électricité sont globalement connues par le Région. Les consommations de gaz sont moins connues, notamment lorsque les locaux sont en location. Un seul bâtiment communique une consommation de fioul. Lorsque les consommations ne sont pas connues, nous les avons estimées à partir de consommations moyennes nationales par m² :

- 198 kWh/m² de gaz (chauffage et eau chaude sanitaire) pour des bureaux
- 283 kWh/m² d'électricité (tout usage) pour des bureaux

Batiment	surface (m2)	type	conso électricité (kwh)	type chauffage	conso gaz (kwh)	conso fioul (kwh)	ratio elec kwh/m2	ratio gaz kwh/m2
<i>Hotel région</i> 20230								
aile Rotonde	20230	propriétaire	4 114 147	gaz	1 363 584	X	203	111
aile CESR		propriétaire		gaz		X		
aile Amphithéâtre		propriétaire		gaz		X		
aile Echelle		propriétaire		gaz		X		
aile Présentine		propriétaire		électrique	X	X	X	
<i>Annexes</i>								
Grand Horizon A et B	12847	locataire	2 302 513	électrique	X	X	179	X
14 ste Barbe	3404	locataire	231 813	électrique	X	X	68	X
22 ste barbe	2300	locataire	151 286	électrique	X	X	66	X
local médiateur	136	locataire	12 893	électrique	X	X	95	X
Maison de la région (Canebière)	2600	propriétaire	490 678	électrique	X	X	189	X
Hangar Car podium	725	LOCATAIRE	23 361	?	X	X	32	X
CMCI - Marseille	1200	propriétaire	339 600	électrique	X	X	283	X
Local objet promo	700	LOCATAIRE	198 100	électrique	X	X	283	X
Pavillon Roy René	278	locataire	66 120	électrique	X	X	238	X
La Delorme -(Archives)	3500	locataire	171 613	gaz + électricité	431 831	X	49	123

 **Donnée
fournies
complètes**

 **Donnée fournies
incomplètes.
estimation**

 **Donnée non
disponible.
estimation**

Batiment	surface (m2)	type	conso électricité (kwh)	type chauffage	conso gaz (kwh)	conso fioul (kwh)	ratio elec kwh/m2	ratio gaz kwh/m2
<i>Antennes</i>								
Nice - la Riviera (local 1 et 2)	830	locataire	41 423	elecrique	X	X	50	X
Nice - Notre Dame	340	locataire	18 111	électrique	X	X	53	X
Nice - Musée de la résistance	544	propriétaire	8 796	?	X	X	16	X
Gap	235	propriétaire	28 435	électrique et	35 935	X	121	153
Digne	282	propriétaire	34 347	électrique	X	X	122	X
Briançon - pôle Montagne	61	locataire	17 263	électrique	X	X	283	X
Avignon	417	locataire	15 650	?	82 566	X	38	198
annexe Arles	54	locataire	5 428	fuel	X	10 692	101	198
Toulon	676	locataire	191 308	électrique	X	X	283	X
<i>Autres bâtiments</i>								
Bruxelles	341	locataire	96503	?	X	X	283	
FRAC	1000		69529		X	X	70	
Régie culturelle	4800		252117	?	X	X	53	
les docks	488	locataire	13 269	électrique	X	X	27	
service sport	418	locataire	21 330	électrique	X	X	51	
antenne Nice	225	locataire	32 526	?		X	145	
Provisoire Maison projet		propriétaire	0	?		X		
Local Joliette	325	locataire	34 022	électrique	X	X	105	
Pôle média	226	locataire	63 958	?		X	283	



**Donnée
fournies
complètes**



**Donnée fournies
incomplètes,
estimation**



**Donnée non
disponible,
estimation**

Tableau 44 Données de consommation d'énergie par bâtiment

La synthèse des consommations d'énergie est exprimée par nature de l'énergie dans le graphique suivant.

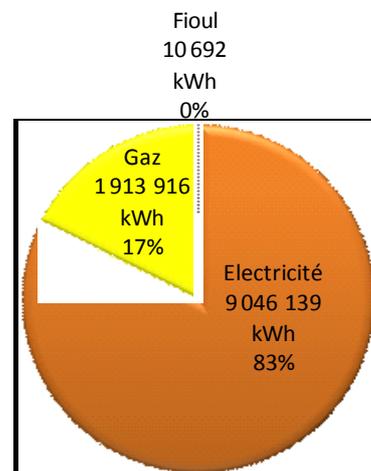


Tableau 45 Consommation d'énergie des bâtiments de la Région PACA

V.3.2. Les émissions de GES

Les émissions totales associées à l'énergie sont estimées à environ 1 240 T eq. CO₂, soit 14% des émissions Fonctionnement.

La Figure 53 présente les émissions de GES par nature de l'énergie consommée par les sites de la Région PACA.

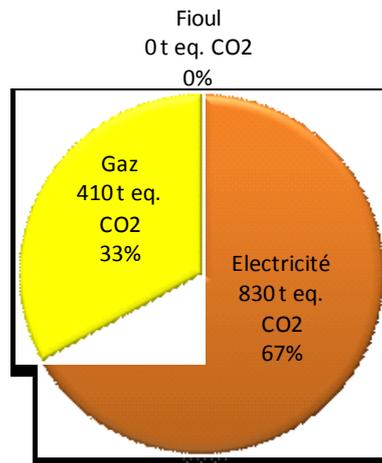


Figure 53 Émissions (T eq. CO₂) par type d'énergie des bâtiments de la Région PACA

La Figure 54 compare les facteurs d'émission des différents types d'énergie.

Les émissions de GES par type d'énergie (pour 1 kWh)
(Émissions en cycle complet : combustion et production)

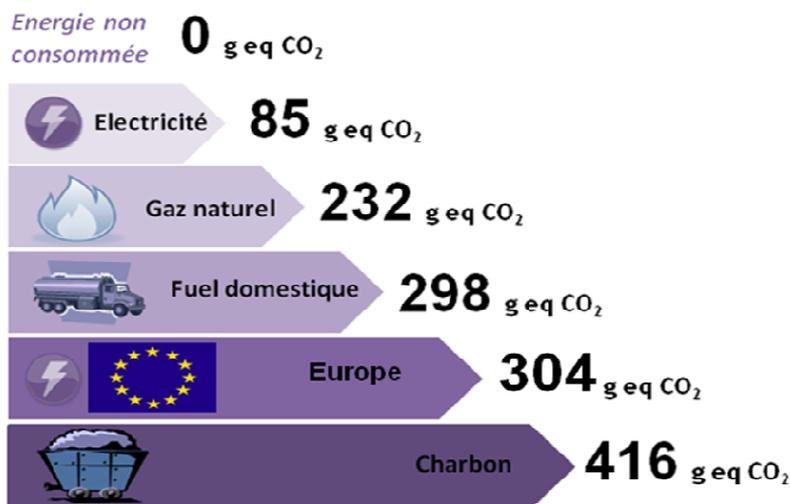


Figure 54 Émissions (g eq. CO₂) par type d'énergie pour 1 kWh

Il existe de fortes disparités entre les émissions des différentes énergies. **Le kWh le moins émetteur de GES et le moins cher est évidemment celui qui n'est pas consommé.** En France, l'électricité est la source d'énergie la moins émettrice de CO₂, en raison du mix de production, très largement nucléaire (environ 80%). En Europe, le facteur d'émission de l'électricité est près de six fois supérieur à celui de

la France, dans la mesure où la production repose essentiellement sur des centrales thermiques fonctionnant au gaz naturel et au charbon.

V.4. Les achats et prestations – 790 T éq. CO₂

V.4.1. Données d'activités et hypothèses

Ont été pris en compte les prestations extérieures, les fournitures de bureau, les consommables informatiques, le papier (bureau/reprographie et support de communication) et les aliments pour les frais de bouche.

Le tableau ci-dessous reprend les données d'activités liées aux intrants de la Région PACA.

prestations	k€
Expertises de toute nature	277
Entretien des locaux	1 249
Gardiennage des locaux	3 605
Assurances	235
Commandes juridiques	112
total	5 479

fournitures	k€
Fournitures diverses	292
Fournitures informatiques	17
total	310

Papier	tonnes
Bureau	14
Atelier de Reprographie	16
Support COM	172
total	202

Aliments	Nombre
cocktails - apéritif	8 187
café	26 317
buffet - repas	5 596
collation	1 080
total	41 180

Tableau 46 Achats et dépenses de la Région PACA

Les prestations sont réalisées par des entreprises extérieures pour le compte de la Région. Ces entreprises consomment de l'énergie, se déplacent, utilisent du matériel... pour mener à bien ce service. C'est pourquoi l'activité des prestataires lorsqu'ils travaillent pour la Région est prise en compte. Selon si ce sont des prestations « intellectuelles » (avocat, étude,...) ou très matérielles

(entretien, rénovation,...), il a été estimé une quantité de CO₂ pour un kiloeuro dans la méthode Bilan Carbone®.

V.4.2. Les émissions de GES

Les émissions globales liées au poste des achats et prestations s'élèvent à environ 790 T eq. CO₂, soit 9 % des émissions du fonctionnement de la Région PACA. La figure ci-dessous présente les émissions des différentes catégories d'achats. Les émissions ont lieu en amont, lors de la fabrication des intrants.

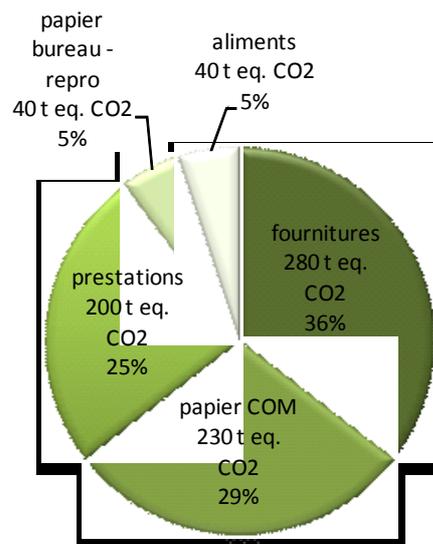


Figure 55 Emissions (T eq. CO₂) par catégorie d'achats de la Région PACA

V.5. Le fret – 30 T eq. CO₂

V.5.1. Données d'activités et hypothèses

Le fret de la Région correspond au transport du mobilier et du papier (bureau/reprographie et communication) achetés en 2009. Les hypothèses sont les suivantes :

- Ne connaissant pas la provenance (lieu de fabrication) du mobilier et du papier, nous avons estimé une distance parcourue de 1000 km, en camion
- Pour la quantité de mobilier acheté par an, nous nous sommes basés sur la durée d'amortissement de 10 ans, et avons attribué à une année 1/10 du total du mobilier.

V.5.2. Les émissions de GES

Les émissions liées au fret s'élèvent à 30 T eq. CO₂, soit moins de 1% des émissions des services de la Région PACA. La figure ci-dessous présente les émissions des différents types de fret.

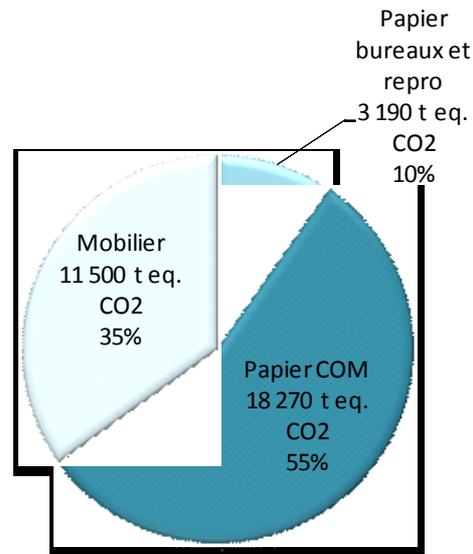


Figure 56 Emissions (T eq. CO₂) associées au fret lié à l'activité de la Région PACA

V.6. Les déchets – 3 T eq. CO₂

V.6.1. Données d'activités et hypothèses

Les quantités de déchets recensées pour le Bilan Carbone® se trouvent dans le tableau ci-dessous. Les quantités correspondent à l'ensemble des sites.

	tonnes
papier recyclé	143
carton recyclé	34
métal recyclé	1
plastique recyclé	0,5
verre recyclé	0
DIB	0,2

DIB : Déchet Industriel Banal

Tableau 47 Quantité des différents types de déchets produits en 2009 par la Région PACA

Remarque : Les émissions de ce poste ont lieu lors du traitement des déchets (émissions élevées par exemple si l'on incinère du plastique, faibles lorsque l'on ne transforme pas un matériau inerte tel que du métal). Ainsi les émissions de ce poste sont très faibles pour la Région car ce sont les déchets d'une activité administrative, qui sont de plus majoritairement recyclés. La vision carbone n'est donc pas un levier d'action pour ce domaine qui reste néanmoins très important à gérer (plan de traitement des déchets) du point de vue de nombreux autres aspects environnementaux.

V.6.2. Les émissions de GES

Les émissions liées au traitement des déchets s'élèvent à 3 T éq. CO₂, soit moins de 1% des émissions Fonctionnement de la Région PACA.

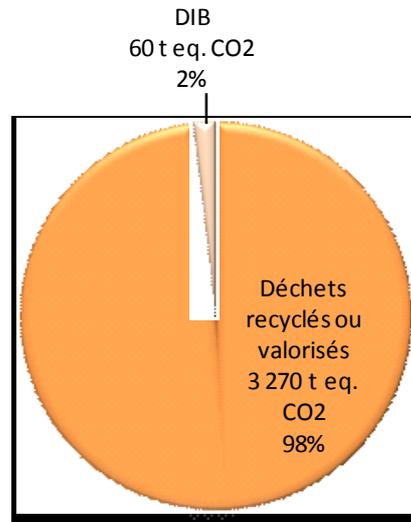


Figure 57 Emissions associées au traitement des déchets de l'activité administrative de la Région PACA

VI. Le Canal de Provence – 6 900 T éq. CO₂

Nous rapportons ici des valeurs issues du Bilan Carbone® que la Société du Canal de Provence a réalisé en 2008 : **42 g eq CO₂/m³ d'eau transportée et livrée**. Appliqué au volume d'eau transportée et livrée en 2010, soit **164 013 000 m³ d'eau**, les émissions totales liées à cette activité s'élèvent à **6 900 T éq. CO₂ en 2010**.