



SYNTHÈSE

ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE INGEROP - JUILLET 2020

NOTE DE SYNTHÈSE

Dans le cadre des études d'opportunité de la liaison entre Fos et Salon de Provence, la maîtrise d'ouvrage du projet a souhaité initier une évaluation des **émissions de gaz à effet de serre** du projet, en cernant les impacts respectifs de 2 scénarios de réalisation (ou options de projet).

Ces deux scénarios sont comparés à un **scénario de référence (option de référence)**. Celui-ci représente une intervention a minima sur l'itinéraire (réseau routier national non concédé) à l'horizon 2080 avec des travaux de sécurisation, de mise en conformité environnementale mais pas de travaux d'envergure.

La méthode utilisée pour calculer les émissions se base sur le **guide du CEREMA** « Recommandations pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des projets routiers » de décembre 2019.

Les éléments pris en compte concernent :

- L'artificialisation des sols ;
- Les terrassements ;
- Les ouvrages d'art (construction, entretien, fin de vie) ;
- Les chaussées (construction, entretien, fin de vie) ;
- Les glissières de sécurité (construction, entretien, fin de vie) ;
- L'exploitation du réseau principal ;
- La circulation des véhicules (VL, PL).

Le poste contribuant le plus significativement au bilan est celui de la circulation routière (cumulée sur 50 années), résultat habituel dans les bilans d'émission de GES des infrastructures routières.

La contribution en valeur absolue du poste « circulation des véhicules » est très important, compte tenu de la durée de 50 ans mais aussi de l'étendue du réseau routier pris en compte (les routes faisant l'objet du projet, mais aussi le réseau susceptible d'être impacté par des variations de trafic, au-delà du projet (ex : RD5, RD268, voies urbaines structurantes de Fos, Istres, Miramas...)).

En valeur relative (variation d'émissions du trafic entre les options de projet et l'option de référence), le poste circulation reste prépondérant (poids de 15 à 25 fois celui du poste construction). Cela confirme, qu'à ce stade, une évaluation simplifiée des émissions liées à ce poste (alors que le projet n'est pas encore défini précisément) reste suffisante pour une première approche.

L'impact du projet en matière de GES s'explique donc essentiellement par ses effets sur le trafic. Plus précisément, le bilan tient compte des reports de trafic d'un axe à l'autre, des vitesses d'exploitation (qui augmentent plus ou moins sensiblement selon les options de projet), mais aussi par la forte baisse de la congestion. En effet, les périodes de congestion ou de circulation ralenties sont pénalisantes pour bilan GES de l'option de référence, notamment au niveau des poids lourds.

Le bilan du projet apparaît comme nettement positif pour les 2 options de projet évaluées.

La variante R2 présente néanmoins un bilan plus favorable que la variante A2ASP, en raison notamment de vitesses de circulation moins élevées. La variante conserve néanmoins un bilan positif. Au niveau du seul poste « construction », les options de projet présentent évidemment des émissions supérieures au scénario de référence. L'écart entre les deux options de projet est relativement marqué. Les travaux vont venir impacter une surface plus importante et donc nécessiter plus de matériaux sur la variante A2ASP puisque celle-ci prévoit un élargissement sur l'ensemble du linéaire.

Le poids relatif du poste « construction » (vs poste utilisation) est d'autant plus réduit que le projet comporte une part importante d'aménagements sur place, un faible ratio d'ouvrages d'art, des terrassements modérés compte tenu du relief, tandis que la circulation VL et PL est importante sur les réseaux routiers.

Les options de projet proposées permettent une diminution des émissions de gaz à effet de serre d'environ 600 000 tonnes équivalent CO₂. Cette valeur correspond à la production moyenne de CO₂ de 1 000 personnes sur 50 ans.

CONTEXTE

Dans le cadre des études d'opportunité de la liaison entre Fos et Salon de Provence, la maîtrise d'ouvrage du projet a souhaité initier un calcul des émissions de gaz à effet de serre afin d'approcher les impacts respectifs de 2 scénarios à l'étude.

Ces deux scénarios sont comparés à un scénario de référence.

Ce scénario représente une intervention a minima à l'horizon 2080 avec des travaux de sécurisation, de mise en conformité environnementale mais pas de travaux d'envergure.

Les hypothèses de calcul qui ont permis de réaliser cette étude sont présentées dans la note d'hypothèses.

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

			TEQ CO ₂		
			SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE	VARIANTE A2ASP	VARIANTE R2
CONSTRUCTION					
ARTIFICIALISATION DES SOLS			1 750	10 471	6 991
TERRASSEMENTS			670	3 664	2 687
CONSTRUCTION DE LA CHAUSSÉE			2 700	16 690	10 805
OUVRAGES D'ART			1 400	10 844	5 637
EQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ			2 100	11 473	8 283
UTILISATION					
ENTRETIEN DES CHAUSSÉES	sur 50 ans	2080		2 574	1 494
ENTRETIEN DES OA				1 536	883
TRAFIC ENTRE 2030 ET 2080	sur 50 ans	2080	105 528 482	104 874 914	104 834 473
ENTRETIEN DES ÉQUIPEMENTS	sur 50 ans	2080		662	382
EXPLOITATION	sur 50 ans	2080		3 614	2 083
FIN DE VIE					
DÉCONSTRUCTION DE LA CHAUSSÉE				1543	1117
DÉCONSTRUCTION DES OUVRAGES D'ART				669	384
DÉPOSE DES ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ				271	208
			105 537 102	104 938 925	104 875 426

Tableau de synthèse des résultats des émissions de gaz à effet de serre par postes d'émissions et par scénario - Source : DREAL PACA

ÉCART PAR RAPPORT À L'OPTION DE RÉFÉRENCE

	BILAN A2ASP	BILAN R2
CONSTRUCTION	44 522	25 783
UTILISATION	- 645 181	- 689 167
dont entretien - exploitation	8 386	4 842
dont circulation	- 653 568	- 694 009
FIN DE VIE	2 483	1 709
TOTAL	- 598 176	- 661 675

Le tableau ci-contre présente les émissions de gaz à effet de serre ramenées à l'équivalent de tonne de CO₂ par scénario et par poste d'analyse.

Le scénario de référence inclut des émissions de construction sur des travaux de mise en conformité liés à la sécurité et à l'environnement. L'entretien actuel des voiries n'est pas intégré mais le calcul de ces postes pour les autres scénarios se fait en comparaison de l'état initial soit sur le linéaire de voiries supplémentaires créé.

Il est évident qu'à la lecture du tableau, le poste le plus émetteur et qui rend négligeable l'ensemble des autres postes est celui du trafic sur 50 années. Le chiffre est élevé mais l'intérêt ici est de pouvoir comparer ce chiffre entre les scénarios.

Le scénario de référence est plus émetteur de GES que les scénarios de projet, car la capacité de la RN569 actuelle génère des congestions qui sont facteur de surémissions. Dans le cas des scénarios de projet, l'infrastructure est plus capacitaire, le trafic y est donc plus fluide.

La variante R2 est moins impactante que la variante A2ASP qui représente déjà une amélioration par rapport au scénario de référence. Au-delà des différences de reports de trafic légèrement dif-

férents d'un scénario projet à l'autre, c'est la vitesse pratiquée par les VL sur l'itinéraire (110km/h vs 90km/h) qui génère cet écart.

Si on écarte ce poste qui impacte très fortement l'analyse, les résultats sont les suivants :

			TEQ CO ₂		
			SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE	VARIANTE A2ASP	VARIANTE R2
CONSTRUCTION					
ARTIFICIALISATION DES SOLS			1 750	10 471	6 991
TERRASSEMENTS			670	3 664	2 687
CONSTRUCTION DE LA CHAUSSÉE			2 700	16 690	10 805
OUVRAGES D'ART			1 400	10 844	5 637
EQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ			2 100	11 473	8 283
UTILISATION					
ENTRETIEN DES CHAUSSÉES	sur 50 ans	2080		2 574	1 494
ENTRETIEN DES OA				1 536	883
TRAFIC ENTRE 2030 ET 2080	sur 50 ans	2080			
ENTRETIEN DES ÉQUIPEMENTS	sur 50 ans	2080		662	382
EXPLOITATION	sur 50 ans	2080		3 614	2 083
FIN DE VIE					
DÉCONSTRUCTION DE LA CHAUSSÉE				1543	1117
DÉCONSTRUCTION DES OUVRAGES D'ART				669	384
DÉPOSE DES ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ				271	208
			8 620	64 011	40 953

Tableau de synthèse hors émissions liées au trafic - Source : DREAL PACA

Le scénario de référence devient ici moins impactant puisqu'il n'implique que peu de travaux complémentaires. L'écart entre les deux scénarios est en revanche plus marqué.

Cet écart est principalement dû au poste de construction (réa-

lisation des travaux). Les travaux vont venir impacter une surface plus importante et donc nécessiter plus de matériaux sur la variante A2ASP puisque celle-ci prévoit un élargissement sur l'ensemble du linéaire.

ANALYSE CONCLUSIVE

	SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE	VARIANTE A2ASP	VARIANTE R2	
CONSTRUCTION	8 620	53 142	34 403	teq CO ₂
UTILISATION	105 528 482	104 883 301	104 839 315	teq CO ₂
FIN DE VIE	-	2 483	1 709	teq CO ₂
	105 537 102	104 938 925	104 875 426	teq CO ₂

Tableau synthétique - Source : DREAL PACA

Les scénarios proposés permettent une diminution des émissions de gaz à effet de serre d'environ 600 000 de tonnes équivalent CO₂. A titre de comparaison rappelons qu'un français émet en moyenne 12 tonnes d'équivalent CO₂ par an, soit 600 Teq CO₂ sur les 50 ans de notre analyse. Ce calcul met donc en avant une réduction d'émissions qui correspond à l'équivalent de la consommation de 1 000 personnes pendant 50 ans.

La production de GES liée aux travaux, 40 à 64 KTeq CO₂, est compensée par une situation de projet moins productrice de CO₂. Le scénario R2 est le moins impactant en termes d'émissions de gaz à effet de serre car il permet une diminution plus forte du trafic mais il impacte également plus faiblement les sols et la production de matériaux.

Équipements de sécurité

	UNITE	kg eq CO2/unité	QUANTITE	EMISSIONS		QUANTITE	EMISSIONS	
Construction								
Glissières métalliques GS2 (N2-W514)	m	95	83 400,00	7 923 000,00		63 800,00	6 061 000,00	
Système de protection motocycliste (SPM)	m	55	4 170,00	229 350,00		3 190,00	175 450,00	
Glissières béton DBA (H2-W1)	m	130	41 700,00	5 421 000,00		31 900,00	4 147 000,00	
				13 573 350,00	kg eq CO2		10 383 450,00	kg eq CO2
				13 573,35	teq CO2		10 383,45	teq CO2
				variante A2ASP		variante R2		
Utilisation/Entretien (facteur de niveau 1)								
			KM	EMISSIONS		KM	EMISSIONS	
Entretien annuel des glissières	km de voie / an	460	28,8	13248		16,6	7636	
			13 248,00	kg eq CO2 par an		7 636,00	kg eq CO2 par an	
			662 400,00	kg eq CO2 sur 50 ans		381 800,00	kg eq CO2 sur 50 ans	
			662,40	teq CO2 sur 50 ans		381,80	teq CO2 sur 50 ans	
Fin de vie								
Les facteurs d'émission proposés pour la déconstruction intègrent uniquement le transport des matériaux déconstruit vers un centre de recyclage. Cette part représente environ 1 % de la valeur des facteurs d'émissions pour les glissières métalliques et 2 % pour les glissières béton.		2%		271 467,00	kg eq CO2		207 669,00	kg eq CO2
				271,467	teq CO2		207,669	teq CO2
			TOUT COMPRIS	14 507,22	teq CO2	10 972,92	teq CO2	

Exploitation

Facteur de niveau 1 uniquement								
Les facteurs d'émissions ont été agrégés au km de voie de la section courante et intègrent l'exploitation des voies annexes et bretelles relevant du gestionnaire								
				variante A2ASP		variante R2		
	Unité	kg eq CO2 par unité		KM	EMISSIONS	KM	EMISSIONS	
Exploitation du réseau routier national (hors enrobés)	km de voie / an	2510		28,8	72 288,00	16,6	41 666,00	
			Poste exploitation	72 288,00	kg eq CO2 par an	41 666,00	kg eq CO2 par an	
				3 614 400,00	kg eq CO2 sur 50 ans	2 083 300,00	kg eq CO2 sur 50 ans	
				3 614,40	teq CO2 sur 50 ans	2 083,30	teq CO2 sur 50 ans	

Détail spécifique des échangeurs

Terrassements					Condition du projet			
					Proche	Moyen	éloigné	
					variante AZASP		variante R2	
					VOLUME	EMISSIONS	VOLUME	EMISSIONS
	<i>kg eq CO2/ UNITE</i>	Distance des ressources/décharges						
	<i>UNITE</i>	Proche	moyen	éloigné				
Fourniture, transport et mise en oeuvre de matériaux d'apport en remblai	M3	1,05	1,93	3,68	191 150,00	368 919,50	99 350,00	191 745,50
					368 919,50	kg eq CO2	191745,5	kg eq CO2
					368,92	teq CO2	191,7455	teq CO2
Chaussées					Condition du projet			
					Proche	Moyen	éloigné	
					variante AZASP		variante R2	
					QUANTITE	EMISSIONS	QUANTITE	EMISSIONS
	<i>kg eq CO2/ unité</i>	Distance des ressources/décharges						
	<i>UNITE</i>	Proche	moyen	éloigné				
Construction								
Fourniture et mise en oeuvre de mélanges bitumineux en couches d'assises ou de roulement (ex BBSG, BBME, BBTM, EME, GB ...)	M3	75,5	83,4	98,6	23 750,00	1 980 750,00	7 710,00	643 014,00
Fourniture, transport et mise en oeuvre de GNT de type B (pour structures de chaussées)	M3	16,2	24,3	40,4	59 470,00	1 445 121,00	17 370,00	422 091,00
					3 425 871,00	kg eq CO2	1 065 105,00	kg eq CO2
					3 425,87	teq CO2	1 065,11	teq CO2
					182 875,00	kg eq CO2	59 367,00	kg eq CO2
					182,88	teq CO2	59,37	teq CO2
Ouvrages d'art					Condition du projet			
					Proche	Moyen	éloigné	
					variante AZASP		variante R2	
					QUANTITE	EMISSIONS	QUANTITE	EMISSIONS
	Unité = m ² de tablier	Distance des ressources/décharges						
	<i>kg eq CO2/ m²</i>	Proche	moyen	éloigné				
Construction								
Fabrication des matériaux et matériels	894				7 275,00	6 503 850,00	3 400,00	3 039 600,00
Transport des matériaux et matériels	63				7 275,00	458 325,00	3 400,00	214 200,00
Réalisation de l'ouvrage	215				7 275,00	1 564 125,00	3 400,00	731 000,00
					8 526 300,00	kg eq CO2	3 984 800,00	kg eq CO2
					8 526,30	teq CO2	3 984,80	teq CO2
					1 069 425,00	kg eq CO2	499 800,00	kg eq CO2
					1 069,43	teq CO2	499,80	teq CO2
					465 600,00	kg eq CO2	217 600,00	kg eq CO2
					465,60	teq CO2	217,60	teq CO2

ANNEXE 2 : NOTE D'HYPOTHÈSES

Cadre général

Nous avons réalisé cette évaluation des émissions de gaz à effet de serre conformément au guide CEREMA correspondant pour les projets routiers. Les éléments de cadrage ci-dessous sont repris du guide.

Les éléments pris en compte concernent :

- L'artificialisation des sols ;
- Les terrassements ;
- Les ouvrages d'art (construction, entretien, fin de vie) ;
- Les chaussées (construction, entretien, fin de vie) ;
- Les glissières de sécurité (construction, entretien, fin de vie) ;
- L'exploitation du réseau principal ;
- La circulation des véhicules (VL, PL).

Les éléments suivants ne sont pas intégrés :

- Les équipements routiers hors glissières de sécurité (signalisation horizontale et verticale, éclairage et équipements dynamiques...);
- Les ouvrages de génie civil (murs anti-bruit par exemple) ;
- Les ouvrages d'assainissement.

Les facteurs d'émissions utilisés ont été établis par le CEREMA en analyse de cycle de vie (depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie) et intègrent les coûts liés à la phase amont de production de l'énergie. Pour les déplacements en véhicules routiers, les émissions couvrent, par exemple, la combustion des carburants dans les véhicules, mais aussi l'amont de la filière de production des carburants.

Les facteurs d'émissions intègrent les émissions de gaz à effet de serre liées au fonctionnement des installations, équipements et engins intervenant dans les processus de production des matériaux et leur mise en œuvre, mais n'intègrent pas nécessairement les émissions liées à la fabrication de ces installations, équipements et engins.

Certains paramètres prépondérants ont été volontairement isolés pour pouvoir affiner l'évaluation lorsque ces données sont connues avec précision. À l'inverse les postes marginaux ont été volontairement écartés ou regroupés avec d'autres postes prépondérants (par exemple, la couche de cure sur couche de forme ou couche d'accrochage sur enrobés bitumineux).

Enfin les facteurs d'émissions n'intègrent pas le potentiel de recyclage des matériaux mis en œuvre (dont la prise en compte est optionnelle).

Notre approche se base sur une méthodologie déjà en partie éprouvée puisqu'elle a été traduite dans un guide du CEREMA. Cependant, cette approche présente de nombreuses imprécisions. Il convient également de rappeler ici que notre calcul se base sur les études d'opportunité de niveau 1 avec le niveau de définition et les incertitudes liées à ce niveau d'étude.

Horizon de l'analyse

Conformément aux prescriptions du guide, celui-ci propose un horizon de 50 ans à partir de la date de mise en service. La mise en service du projet est estimée à l'horizon 2030. Nous supposons que la durée d'évaluation est de 50 ans soit 2080.

Scénario de référence

Le scénario de référence apparaît notamment pour les postes liés à l'utilisation et l'entretien de l'infrastructure. En effet, les gestionnaires entretiennent et exploitent les voiries actuelles. Les émissions de GES estimées pour les variantes viennent s'ajouter à ce qui est déjà en place pour l'entretien et l'exploitation des voiries existantes.

Le trafic actuel est également pris en compte dans le scénario de référence. Celui-ci est extrait du modèle de trafic.

Concernant le poste de construction, il a été considéré en hypothèse que 20% des aménagements de l'option R2 seraient réalisés d'ici 2080 dans le scénario de référence. Cette quantité a donc été ajoutée au scénario de référence et déduite des variantes.

En effet, même si le projet ne se fait pas, des investissements et des travaux auront lieu d'ici 50 ans pour améliorer l'infrastructure et son impact sur l'environnement.

Variantes étudiées

Afin de retenir deux scénarios d'analyse qui soient cohérents avec les études acoustiques et air qui ont été réalisées, nous retenons l'étude des variantes A2 ASP et R2.

- **Option de projet autoroutière A-2-ASP : variante autoroutière avec Aménagement Sur Place de la RN 568**
 - fuseau A pour le raccordement Nord sur A54,
 - fuseau 2 pour le raccordement Sud vers la ZIP de Fos,
 - fuseau ASP pour le contournement de Fos-sur-Mer.
- **Option voie express R-2 : variante voie express avec aménagements de sécurité et capacité sur les Voies Portuaires et RN 568**
 - fuseau A pour le raccordement Nord sur A54,
 - fuseau 2 pour le raccordement Sud vers la ZIP de Fos (2x1voie)
 - Amélioration du contournement de Fos-sur-Mer (aménagements VP et RN568)

Trafic

La méthode du guide CEREMA est la suivante :

Les émissions liées au trafic devront être calculées en fonction des trafics estimés en situation de référence et de situation de projet. Un calcul simplifié par vkm (véhicule.km) pourra être réalisé à partir des variations de TMJA VL et PL entre l'option de référence et l'option de projet. Pour les VL, on pourra prendre un facteur d'émission pour 2016 de 0,170 kgCO₂eq/VL.km et pour les PL un facteur de 0,840 kgCO₂eq/PL.km. En cohérence avec les objectifs de la Stratégie Nationale bas Carbone, on pourra supposer une décroissance des émissions par vkm des VL de -4 % par an jusqu'en 2030 et -10 % par an au-delà, et pour les PL de -2,5 % par an jusqu'en 2030 et -10 % par an au-delà.

Cependant, nous avons choisi d'utiliser un autre modèle (conforme au guide méthodologique du CEREMA du 22 février 2019 sur le volet « air et santé » des études d'impact routières) qui permet de prendre en considération plus de facteurs et sera donc plus précis que les facteurs d'émissions décrit précédemment.

Le calcul des émissions des GES est réalisé à partir du logiciel TREFICTM distribué par Aria Technologies. Cet outil de calcul intègre la méthodologie COPERT V issue de la recherche européenne (European Environment Agency). La méthodologie COPERT est basée sur l'utilisation de facteurs d'émission qui traduisent en émissions et consommations de carburant l'activité automobile à partir de données qualitatives (vitesse de circulation, type de véhicule, durée du parcours...).

La méthode intègre plusieurs types d'émissions :

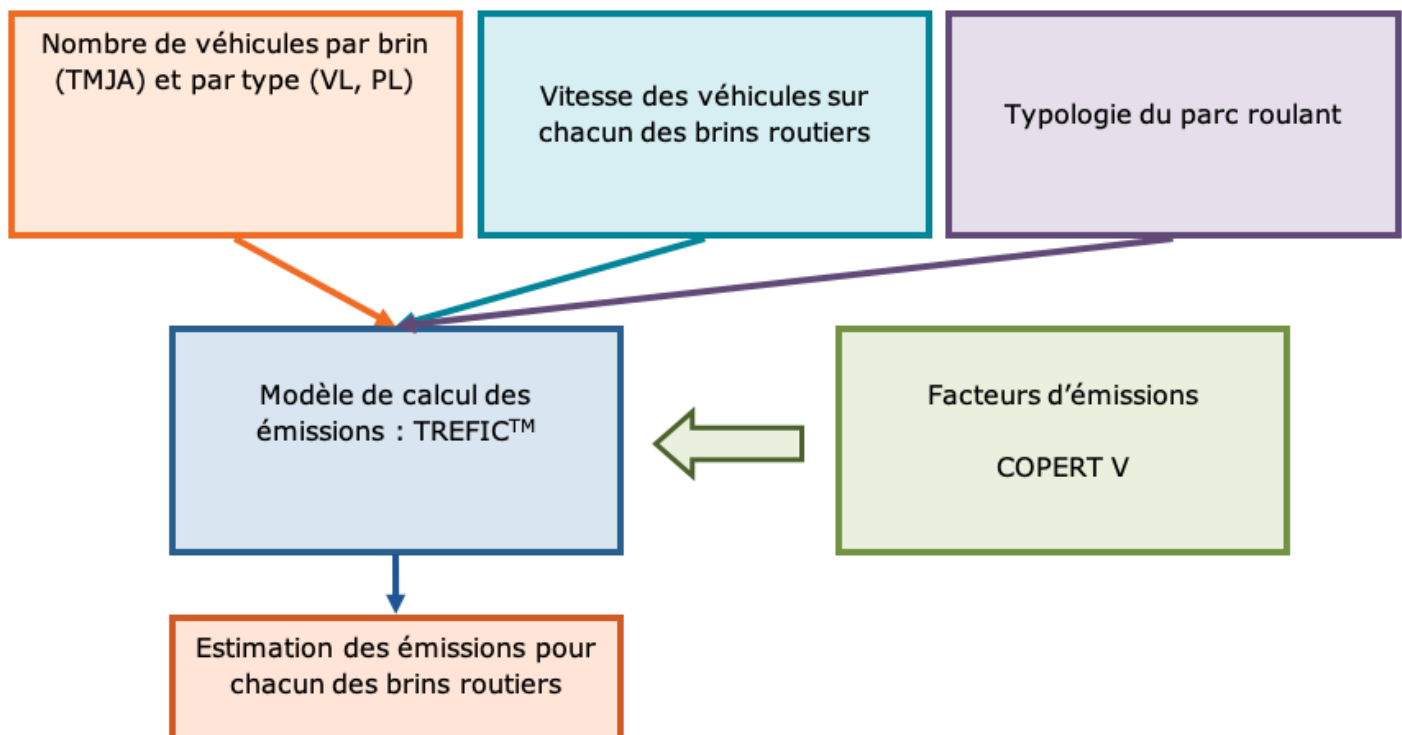
- Les émissions à chaud produites lorsque les « organes » du véhicule (moteur, catalyseur) ont atteint leur température de fonctionnement. Elles dépendent directement de la vitesse du véhicule ;

- Les émissions à froid produites juste après le démarrage du véhicule lorsque les « organes » du véhicule (moteur et dispositif de traitement des gaz d'échappement), sont encore froids et ne fonctionnent donc pas de manière optimale. Elles sont calculées comme des surémissions par rapport aux émissions « attendues » si tous les organes du véhicule avaient atteint leur température de fonctionnement (les émissions à chaud) ;
- Les surémissions liées à l'usure des équipements ;
- Les surémissions liées à la charge des poids-lourds. Nous avons choisi une charge moyenne de 50%.

Elle intègre aussi :

- Les corrections pour traduire les surémissions pour des véhicules anciens et/ou ayant un kilométrage important, et ceux pour les véhicules essences catalysés ;
- Les corrections liées aux améliorations des carburants.

Les vitesses très faibles (inférieures à 10 km/h) sont en dehors de la gamme de validité des facteurs d'émissions de la méthode COPERT IV (gamme de validité de 10 à 130 km/h). TREFICTM associe un coefficient multiplicatif aux facteurs d'émissions déterminés à 10 km/h selon la méthode COPERT pour redéfinir les facteurs d'émissions des vitesses inférieures. Ce coefficient correspond au ratio entre la vitesse basse de validité, soit 10 km/h, et la vitesse de circulation pour laquelle le facteur est estimé (par exemple pour une vitesse de circulation de 5 km/h, le coefficient appliqué est de 2). Toutefois, pour les vitesses inférieures à 3 km/h, les incertitudes sont trop importantes et les facteurs d'émissions ne peuvent être recalculés.



Les émissions d'un véhicule dépendent entre autres :

- De la classe du véhicule (véhicule léger, utilitaire, poids-lourd, bus, deux-roues...);
- De la motorisation ;
- Du poids ;
- Du carburant ;
- De la norme d'émission (norme Euro du véhicule) ;
- Du procédé de traitement des émissions.

Ainsi les facteurs d'émissions issus de la méthodologie Copert V sont proposés pour chaque type de véhicule discrétisé selon les paramètres précédemment cités.

Par conséquent pour déterminer les émissions d'un flux de véhicule, il est primordial de connaître sa composition ou encore son parc automobile. La construction d'un parc automobile est une démarche complexe qui nécessite des hypothèses sur la dynamique de son renouvellement dans le temps (lois de survie). Cette démarche a été réalisée par l'IFSTTAR dans le cadre de la participation de la France au projet HBEFA¹. Compte tenu des parcs routiers roulants différents en fonction de la typologie d'un axe, trois parcs ont été définis : pour les axes urbains, ruraux et autoroutiers.

Ces parcs ont été conçus à partir de travaux de recherche du début des années 2000. Bien que régulièrement mis à jour, ils n'intègrent pas toutes les orientations politiques (taxation du diesel, par exemple) et sociétales (scandale de fraude aux émissions des moteurs diesel, véhicules hybrides et électriques, etc.).

À ce titre, les parcs roulants disponibles ne sont pas totalement représentatifs des horizons d'étude retenus et doivent être utilisés pour une analyse relative des bilans des émissions. De ce fait le parc roulant retenu pour les horizons 2050 et 2080 est le même que celui de 2030 (sans évolution technologique).

Pour la répartition des **véhicules utilitaires** légers il a été fait le choix de considérer un pourcentage moyen national de 23% des véhicules légers (moyenne nationale utilisée couramment dans les études air avec un facteur d'émission spécifique différent des véhicules légers). Pour les poids lourds, les données sont issues de l'étude de trafic.

L'évaluation des émissions routières reposent sur trois critères spécifiques présentant chacun un certain nombre d'incertitudes :

- Un modèle de trafic est réalisé à partir de données de comptages effectués sur des lieux spécifiques et représentatifs du maillage routier. L'analyse de ces comptages permet de déterminer des profils temporels de circulation en fonction des jours de la semaine et des heures de la journée.

La représentativité des périodes de trafic observées s'ajoute à la pertinence du choix des lieux de comptage comme premier niveau d'incertitude entre la réalité et le modèle.

Ces profils permettent ainsi de déterminer des vitesses de circulation, la part modale des différents types de véhicules (VL, PL, etc.) et des taux de congestion/saturation au droit de ces sites instrumentés. Ces paramètres sont affectés pour chacun des tronçons comportant une boucle de comptage.

Les voies de circulation, pour lesquelles il n'y a pas eu de comptages réalisés, se voient affecter un profil type correspondant à la nature de la voie (autoroutes, routes nationales et départementales, dessertes locales, voiries urbaines, etc.).

Un second niveau d'incertitude est ainsi induit par l'usage de ces profils type, ne prenant pas en compte les spécificités locales des trafics routiers.

Ainsi, le trafic routier retenu sur le réseau routier étudié a deux niveaux d'incertitude – la représentativité des périodes et des sites de comptages et l'utilisation de profils types;

- Les facteurs d'émissions sont incertains ou agrégés et ne prennent pas en compte avec assez de précision les spécificités locales (conditions météorologiques, topographie et état des routes, etc.) ou unitaires des véhicules (entretien, type de conduite, etc.) ;
- Les parcs roulants sont représentatifs des données nationales et ne considèrent pas les spécificités d'ancienneté, de typologie et d'usage relatives à la sectorisation géographique (Paris et les petites et grandes couronnes franciliennes vs les secteurs ruraux hors agglomération, par exemple). Par ailleurs, les parcs prévisionnels reposent sur des anticipations statistiquement probables mais souvent altérées a posteriori par des évolutions conjoncturelles, politiques et sociétales.

Le cumul de ces incertitudes doit conduire à utiliser les valeurs déterminées avec prudence en favorisant davantage une analyse relative des résultats plutôt qu'une analyse absolue.

Malgré les incertitudes existantes sur les résultats, la méthodologie COPERT constitue, à ce jour, la référence en termes d'évaluation des émissions routières et son utilisation fait aujourd'hui l'objet d'un consensus au niveau européen.

L'estimation des GES s'est donc basée sur le modèle trafic comportant les 3 scénarios aux 3 horizons d'étude :

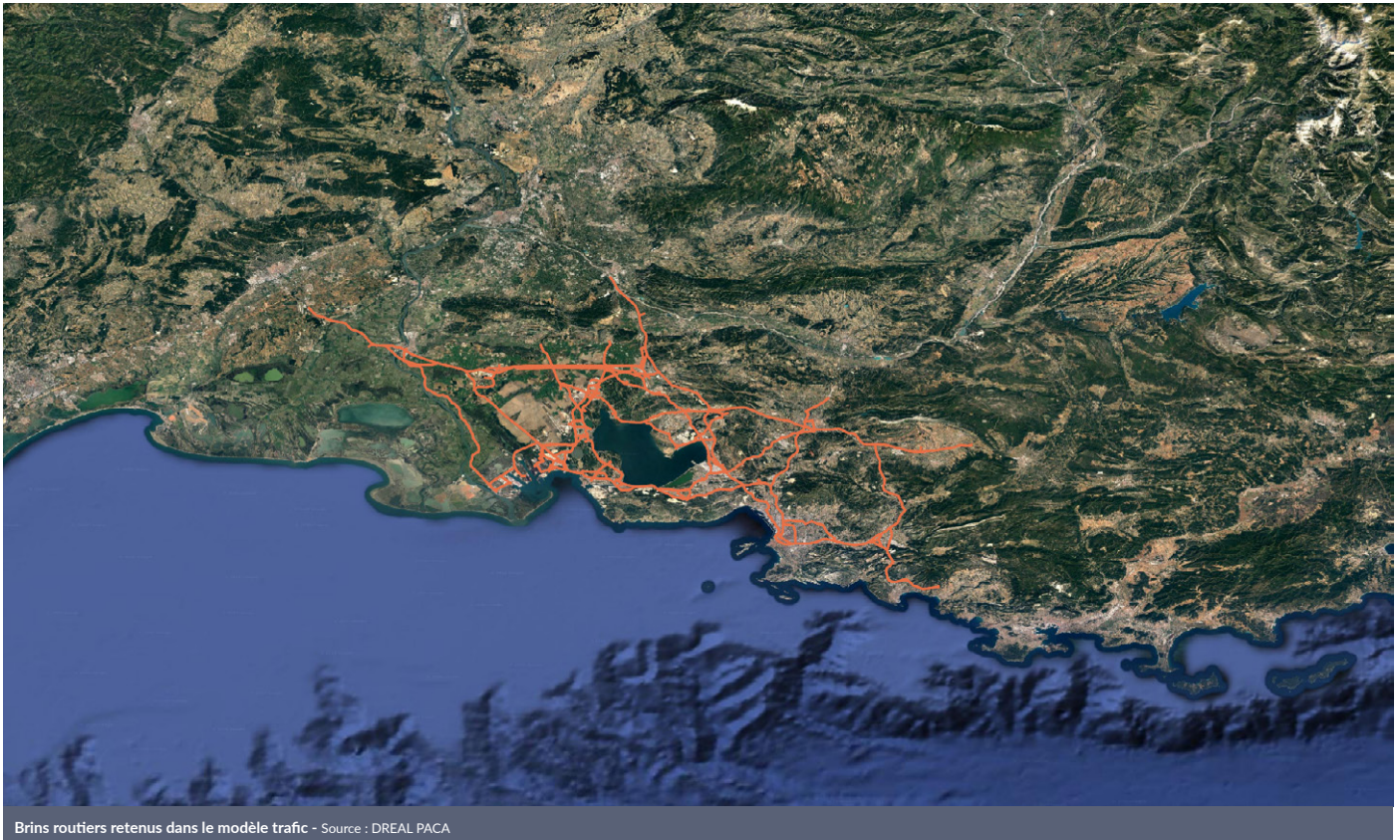
- Scénario référence (2030, 2050 et 2080),
- Scénario A-2-ASP (2030, 2050 et 2080),
- Scénario R-2 (2030, 2050 et 2080),

Pour ces 3 scénarios, nous avons les données suivantes :

- TMJA pour les VL et PL,
- Une vitesse moyenne pour chaque brin modélisé pour les VL et PL permettant de prendre en compte un phénomène de congestion sur certains tronçons (vitesse moyenne inférieure à 40 km/h).

Le modèle trafic utilisé comprend une zone d'étude élargie avec environ 360 brins routiers (ou tronçons routiers) modélisés.

¹HBEFA : Handbook Emission Factors for Road Transport (méthodologie de calcul des émissions polluantes basée sur différentes typologie de trafic définies selon la caractéristique de l'axe routier, la vitesse et la congestion).



Brins routiers retenus dans le modèle trafic - Source : DREAL PACA

Les données météorologiques prises en compte :

Les émissions à froid (émission durant la période où le moteur n'est pas à sa température optimum) sont d'une part liées au temps de parcours d'un trajet (en France le parcours moyen est de 12,4 km) mais également à la température extérieure. Pour estimer ces surémissions, la température moyenne (sur un an) est renseignée. Pour l'aire d'étude, la température moyenne est de 15°C. Les envolées de poussières sont tributaires de la pluvio-

métrie, ce paramètre est par conséquent également intégré en indiquant le ratio de jour de pluie annuel. Avec environ 60 jours pluvieux par an en normales saisonnières, le ratio est de 0,15.

Les résultats des émissions en GES pour chaque scénario seront exprimés en tonnes par jour.

Le calcul est ensuite mené pour établir ces émissions par année puis sur les 50 années en se basant sur la courbe formée par les trois valeurs de 2030, 2050 et 2080 pour chaque scénario.

Artificialisation des sols

Des mesures compensatoires seront probablement prévues dans les phases ultérieures de conception du projet. Pour l'instant, ces mesures ne sont pas définies. Nous avons donc choisi de ne pas les intégrer à la présente analyse. Elles pourront venir diminuer le

total d'émissions dans chaque variante.

En accord avec les profils types définis dans les études d'opportunité de niveau 1, les hypothèses sont donc les suivantes :

	2*1 A CRÉER SUR EXISTANT	2*2 A CRÉER SUR EXISTANT	2*2 EXISTANT	2*2 A CRÉER	2*1 A CRÉER	
Variante A2ASP (km)		14,2	3	7,2		
Variante R2 (km)	4,8	9,4	3		7,2	
Largeur caractéristique à artificialiser (m)	7	17	0	25	15	
SURFACE RESULTANTE						
Variante A2ASP	-	241 400	-	180 000	-	421 400
Variante R2	33 600	159 800	-	-	108 000	301 400

Les sols qui seront artificialisés dans les projets sont considérés comme étant des zones de prairie actuellement. Cette hypothèse est la plus contraignante en comparaison d'une occupation du sol

dite agricole. Elle correspond en grande majorité à ce qui est identifié aux abords du projet.

Le facteur retenu est donc de 29 kg de CO₂ par m² artificialisé.

Terrassements

Nous prenons l'hypothèse que les conditions du projet sont moyennes et que l'ensemble des fournitures et carrières est situé à une **distance moyenne du chantier**. C'est une hypothèse sécuritaire.

La **plupart du projet est en remblai** au vu du site. Les postes de déblais ne concernent donc pas les variantes.

En revanche, en l'absence de précision à ce stade de l'étude, nous avons choisi d'inclure le traitement à la chaux permettant une amélioration de la PST à hauteur de 10% du traitement de l'arase des terrassements.

Nous sommes partis sur les **hypothèses similaires à l'élaboration de l'estimation** au stade de l'étude d'opportunité.

Les sections courantes sont définies selon plusieurs fiches qui incluent des quantités différenciées en fonction du nombre de voies, de la création ou de l'élargissement de voies.

Pour les terrassements, le tableau de synthèse ci-contre nous permet de définir les quantités.

Le scénario A2ASP comprend :

- 3,8km de SC1
- 3 km de SC3
- 1 km de SC5
- 11 km de SC2
- 7,2km de SC1bis
- 9,2km de SC4
- 6,5 km de SC5BIS

Le scénario R2 comprend :

- 3,2km de SC1bis
- 3 km de SC4
- 7,5 km de SC5BIS
- 11 km de SC2
- 7,2km de SC1bis

SC1		
	Unité	Quantité / ml
Déblais - Remblais	<u>m</u> 3	60,00
Traitement de l'arase de terrassement	<u>m</u> 2	30,00
Couche de forme	<u>m</u> 3	14,00
SC1BIS		
	Unité	Quantité / ml
Déblais - Remblais	<u>m</u> 3	42,00
Traitement de l'arase de terrassement	<u>m</u> 2	21,00
Couche de forme	<u>m</u> 3	9,50
SC2		
	Unité	Quantité / ml
Déblais - Remblais	<u>m</u> 3	10,00
Traitement de l'arase de terrassement	<u>m</u> 2	15,00
Couche de forme	<u>m</u> 3	7,00
SC3		
	Unité	Quantité / ml
Déblais - Remblais	<u>m</u> 3	-
Traitement de l'arase de terrassement	<u>m</u> 2	4,00
Couche de forme	<u>m</u> 3	2,00
SC4		
	Unité	Quantité / ml
Déblais - Remblais	<u>m</u> 3	-
Traitement de l'arase de terrassement	<u>m</u> 2	-
Couche de forme	<u>m</u> 3	-
SC5		
	Unité	Quantité / ml
Déblais - Remblais	<u>m</u> 3	105,00
Traitement de l'arase de terrassement	<u>m</u> 2	30,00
Couche de forme	<u>m</u> 3	14,00
SC5BIS		
	Unité	Quantité / ml
Déblais - Remblais	<u>m</u> 3	7,50
Traitement de l'arase de terrassement	<u>m</u> 2	5,00
Couche de forme	<u>m</u> 3	1,50

Chaussées

Comme pour le volet terrassement, nous réutilisons les scénarios d'hypothèses de l'estimation de l'étude d'opportunité qui nous per-

mettent de définir des quantités pour les différents types de sections courantes.

SC1		
	Unité	Quantité / ml
Couches de base et Fondation	<u>m3</u>	4,00
Couche de roulement	<u>m2</u>	
Chaussée couche de liaison et surface	<u>m2</u>	16,00
Structure et revêtement BAU	<u>m2</u>	5,00
Structure et revêtement TPC	<u>m2</u>	2,00
Renforcement chaussée existante	<u>m2</u>	

SC1BIS		
	Unité	Quantité / ml
Couches de base et Fondation	<u>m3</u>	2,25
Couche de roulement	<u>m2</u>	
Chaussée couche de liaison et surface	<u>m2</u>	9,00
Structure et revêtement BAU	<u>m2</u>	4,00
Structure et revêtement TPC	<u>m2</u>	2,00
Renforcement chaussée existante	<u>m2</u>	

SC2		
	Unité	Quantité / ml
Couches de base et Fondation	<u>m3</u>	2,00
Couche de roulement	<u>m2</u>	
Chaussée couche de liaison et surface	<u>m2</u>	8,00
Structure et revêtement BAU	<u>m2</u>	2,50
Structure et revêtement TPC	<u>m2</u>	2,00
Renforcement chaussée existante	<u>m2</u>	12,00

SC3		
	Unité	Quantité / ml
Couches de base et Fondation	<u>m3</u>	-
Couche de roulement	<u>m2</u>	
Chaussée couche de liaison et surface	<u>m2</u>	
Structure et revêtement BAU	<u>m2</u>	4,00
Structure et revêtement TPC	<u>m2</u>	
Renforcement chaussée existante	<u>m2</u>	19,00

SC4		
	Unité	Quantité / ml
Couches de base et Fondation	<u>m3</u>	-
Couche de roulement	<u>m2</u>	19,00
Chaussée couche de liaison et surface	<u>m2</u>	-
Structure et revêtement BAU	<u>m2</u>	1,00
Structure et revêtement TPC	<u>m2</u>	-
Renforcement chaussée existante	<u>m2</u>	

SC5		
	Unité	Quantité / ml
Couches de base et Fondation	<u>m3</u>	4,00
Couche de roulement	<u>m2</u>	
Chaussée couche de liaison et surface	<u>m2</u>	16,00
Structure et revêtement BAU	<u>m2</u>	5,00
Structure et revêtement TPC	<u>m2</u>	2,00
Renforcement chaussée existante	<u>m2</u>	

SCSBIS		
	Unité	Quantité / ml
Couches de base et Fondation	<u>m3</u>	0,25
Couche de roulement	<u>m2</u>	
Chaussée couche de liaison et surface	<u>m2</u>	1,00
Structure et revêtement BAU	<u>m2</u>	4,00
Structure et revêtement TPC	<u>m2</u>	-
Renforcement chaussée existante	<u>m2</u>	10,00

Pour faire correspondre ces données aux données du guide du CE-REMA, nous avons dû convertir des surfaces en volumes. Les cou-

leurs correspondent à la case dans laquelle la donnée sera injectée. Voici les hypothèses retenues :

Intitulé du poste dans l'estimation	Unité		VARIANTE R2	VARIANTE A2ASP			VARIANTE R2	VARIANTE A2ASP
Couches de base et Fondation	m3	1/3 pour accotements, 2/3 pour chaussées	47 275	59 025				
Couche de roulement (RN568 reprise/SC4)	m2	*7cm épaisseur	57 000	174 800	Intitulé du détail des émissions	Unité		
Chaussée couche de liaison et surface (yc couche de roulement)	m2	*30cm épaisseur	189 100	236 100	Fourniture et mise en œuvre de mélanges bitumineux en couches d'assises ou de roulement (ex BBSG, BBME, BBTM, EME, GB ...)	M3	137 310	176 616
Structure et revêtement BAU	m2	*10cm épaisseur	102 100	127 500	Fourniture, transport et mise en œuvre de GNT de type A (pour accotements)	M3	15 758	19 675
Structure et revêtement TPC	m2	*10cm épaisseur	42 800	46 000	Fourniture, transport et mise en œuvre de GNT de type B (pour structures de chaussées)	M3	31 517	39 350
Renforcement chaussée existante	m2	*30cm épaisseur	207 000	254 000				

Afin de définir le poste « utilisation » du volet chaussées, puisque nous sommes en étude d'opportunité, le calcul se fait en fonction du linéaire de voirie.

Ce linéaire s'ajoute au linéaire déjà entretenu par les services (égal au scénario de référence).

Nous avons estimé que ces linéaires correspondent aux linéaires d'artificialisation des sols soit :

LINEAIRE ENTRETIEN SUPPLEMENTAIRE						
	2*1 A CRÉER SUR EXISTANT	2*2 A CRÉER SUR EXISTANT	2*2 EXISTANT	2*2 A CRÉER	2*1 A CRÉER	
entretien A2ASP (km)	0	14,2	0	14,4	0	28,6
entretien R2 (km)	0	9,4	0	0	7,2	16,6

Conformément au guide du CEREMA, la fin de vie concerne le fraissage et la mise en décharge des couches de roulement et d'assises.

Ouvrages art

Concernant les ouvrages d'art, au vu de notre niveau de définition du projet, nous utiliserons ici un facteur agrégé de niveau 1 puisque les niveaux supérieurs supposent de connaître les matériaux précisément.

Pour la variante A2ASP, 8 ouvrages d'art ont été pris en compte : 3 ouvrages sur la partie centrale soit un total de 1852m² et 5 ouvrages sur le fuseau 2 pour un total de 1320 m².

Pour la variante R2, 8 ouvrages d'art sont également concernés : 3 ouvrages sur la partie centrale pour 1284m² et 5 ouvrages sur le fuseau 2 pour un total de 1320 m².

Ce sont des ouvrages qui viennent s'ajouter aux ouvrages déjà entretenus par le gestionnaire. Il s'agit donc bien d'un différentiel entre un scénario de référence et des scénarios étudiés.

Sécurité

L'hypothèse commune retenue dans l'estimation pour l'ensemble des types de voiries concernant les glissières de sécurité est la suivante :

	Unité	Quantité / ml
DBA	ml	1,00
GS2	ml	2,00

Ce sont ces données qui sont utilisées pour le calcul. Concernant les équipements de protection pour les motocyclistes, nous avons considéré qu'ils seraient mis en place sur 10% du linéaire total repris. Ce linéaire correspond au linéaire de reprise des équipements de sécurité qui est donc supérieur au linéaire utilisé pour l'artificialisation des sols ou l'entretien des chaussées supplémentaires.

Exploitation

Les facteurs d'émissions ont été agrégés au km de voie de la section courante et intègrent l'exploitation des voies annexes et bretelles relevant du gestionnaire.

Comme pour l'entretien des chaussées, ce facteur est défini par km de voie supplémentaire en comparaison avec le scénario de référence. Nous sommes donc ici repartis sur les mêmes hypothèses à savoir :

- 28,8 km pour la variante A2ASP
- 16,6 km pour la variante R2

Échangeurs

Les émissions liées aux échangeurs ont été quantifiées à part dans notre outil de calcul mais les méthodes utilisées sont les mêmes. Plusieurs hypothèses ont été retenues pour permettre leur intégration au même niveau de définition que la section courante.

Les hypothèses sont les suivantes :

- Les ouvrages d'art sont intégrés avec le ratio par m² de tablier décrit précédemment ;
- Les bretelles et rampes d'ouvrage : plusieurs hypothèses ici avec une moyenne de 6m de largeur, une structure de chaussée estimée à 20 cm d'enrobé et 50cm de GNT. Les volumes des remblais sont estimés être réalisés pour monter à 3m de hauteur.

Sur cette base nous avons défini les émissions de la phase construction pour les échangeurs.