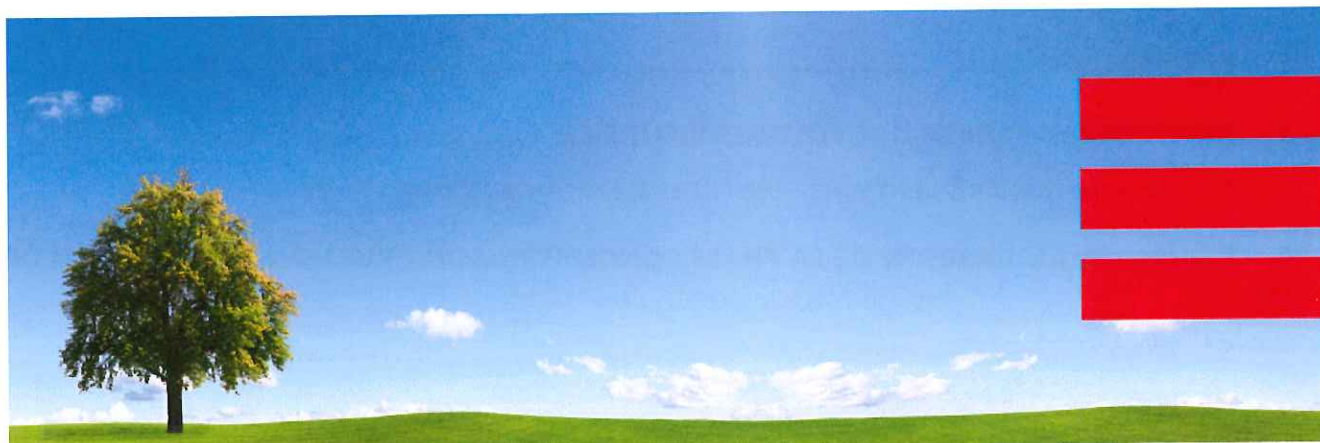


Ligne à Grande

VITESSE

Bretagne - Pays de la Loire



	Maîtrise d'Œuvre				Emetteur

BILAN CARBONE DU PROJET

Mise à jour à fin 2013

Ind.	Date	Libellé	Etabli		Vérifié		Validé	
			Nom	Visa	Nom	Visa	Nom	Visa
A01	17/06/14	Edition du document	O.CARLES		B.BECKER		M.OLEO	
A02	08/09/2014	Mise à jour avec les compléments de ST1	O.CARLES		L.PETIT		M.OLEO	
A03	29/10/2014	Mise à jour du document suite au retour de CLERE/ST1	O.CARLES (Objectif Carbone)		L.PETIT		M.OLEO	

G	ENV	DOS	GEN	ENS	---	GCSY	30056	A03
Phase	Domaine	Nature du document	Item	Zone	PK	Emetteur	Numéro	indice

	Maîtrise d'Œuvre		Emetteur
		 INGÉROP Conseil & ingénierie	 EIFFAGE TRAVAUX PUBLICS
	BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013		

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	4
2. SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX VOLUMES IDENTIFIÉS.....	5
2.1 LES BILANS CARBONE® DES 4 ÉTAPES (OFFRES 1 ET 2, APD ET POINT D'ÉTAPE A FIN 2013)	5
3. RAPPEL : BILAN CARBONE DE LA PHASE CONCEPTION-CONSTRUCTION : 1 805 TEC/KM DE LGV7	
3.1 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	7
3.2 LE CAS PARTICULIER DES OUVRAGES D'ART :.....	8
4. LE SUIVI DU BILAN CARBONE – RESULTAT DÉTAILLÉ A FIN 2013	10
4.1 MÉTHODOLOGIE PROPOSÉE EN 2012	10
4.2 LES DONNÉES RECUILLIES A FIN 2013	11
4.3 DONNÉES CORRESPONDANTES DE L'APD	14
4.4 ÉLÉMENTS DE SYNTHÈSE	17
5. CONCLUSION DU POINT D'ÉTAPE A FIN 2013	21

	<p style="text-align: center;">Maîtrise d'Œuvre</p>    	<p style="text-align: center;">Emetteur</p> 
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013		

Pour la réalisation du Bilan Carbone de l'Avant Projet Détaillé (APD) et son suivi annuel, le Groupement Concepteur-Constructeur s'est attaché les services du cabinet spécialisé OBJECTIF CARBONE, qui a participé à la réalisation du Bilan Carbone® de la LGV Rhin Rhône pour RFF.

Ils ont réalisé avec les équipes Développement Durable d'EIFFAGE, et du Groupement Concepteur-Constructeur le bilan carbone® prévisionnel de l'ensemble du projet de la LGV BPL sur le périmètre intégral conception-construction-exploitation, en offre finale.

Le présent document rajoute à ce bilan initial, le suivi des émissions réellement mises en œuvre à fin décembre 2013, alors que près des 2/3 des travaux de génie civil sont terminés.

	Maîtrise d'Œuvre		Emetteur
		 INGÉROP Conseil & Ingénierie	 EIFFAGE TRAVAUX PUBLICS
	BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013		

1. PREAMBULE

Le présent Bilan Carbone fait suite à 3 évaluations antérieures du projet : l'offre initiale, l'offre finale et le bilan de l'Avant-Projet Détaillé (APD) GC du 15 mai 2012.

Le présent Bilan est un point d'étape : il cale le bilan sur les données techniques de l'avancement du chantier à fin décembre 2013.

Il utilise dans une large mesure les facteurs d'émissions standards appliqués jusqu'à présent.

Il reste cependant encore pour la période de chantier à venir, des possibilités d'évolutions que l'on peut classer selon 2 axes :

- Réduire le contenu CO2 des éléments mis en œuvre : une formulation de béton moins carbonée, des produits locaux, ou éco-conçus... : la politique d'achat (cette étape est aujourd'hui largement passée pour ce qui concerne le GC) est déterminante pour faire remonter l'information du contenu CO2 de l'ensemble des matériaux et prestations achetés. L'inventivité des ingénieurs et conducteurs de travaux est également primordiale pour choisir les procédés généraux de construction et les organisations de chantier les plus sobres. Une démarche spécifique sur les achats a été mise en œuvre pour les équipements ferroviaires.
- Réduire les quantités mises en œuvre : pour les ouvrages qu'il reste à réaliser, ce travail d'optimisation relève largement d'une étape maintenant terminée.

Les émissions ainsi compilées sont présentées en annexe du présent document. Autant que possible, les données sont présentées distinctement pour les 7 TOARC et les 4 principaux métiers du génie civil (ouvrage d'art, assainissement, chaussée, terrassement).

Indépendamment de ces 28 bilans (dont les détails correspondent au déroulé des Détails Quantitatifs Estimatifs (DQE) correspondants), il convient de rajouter les éléments suivants :

- Les travaux préparatoires
- Les équipements ferroviaires
- Les frais généraux de chantier

Pour ceux-là, nous ne disposons pas de suivi spécifique. Le cas échéant, des recherches ultérieures pourront permettre de reconstituer la réalité du chantier sur ces postes spécifiques, pour la mettre en regard des hypothèses prises lors de l'APD.

	Maîtrise d'Œuvre			Emetteur
				
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013				

2. SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX VOLUMES IDENTIFIÉS

2.1 LES BILANS CARBONE® DES 4 ÉTAPES (OFFRES 1 ET 2, APD ET POINT D'ÉTAPE A FIN 2013)

Le tableau ci-dessous détaille le bilan des émissions par poste liées à la phase de construction. La colonne de gauche reprend la valeur de l'offre initiale, celle du milieu détaille celle de l'offre finale. A droite, on trouve celle de l'APD du 15 mai 2012 puis celle de l'avancement à fin 2013. L'avancement à fin 2013 était de 60% pour ST1. Alors que le bilan carbone en phase d'offre comprenait l'ensemble du projet, celui à fin 2013 correspond seulement à la mise à jour des valeurs d'émissions réelles dues aux activités de ST1. Les émissions carbone de ST2, 3 et 4 ne seront comptabilisées qu'à partir du bilan carbone de 2014.

	Offre initiale	Offre finale	APD	Fin 2013 (60% du GC réalisé)
TOTAL	1 500 tec/km	1 950 tec/km	1805 tec ¹ /km	Pas applicable
Bilan Carbone matière	1 170 tec/km	1 623 tec/km	1498 tec/km	Pas applicable
Terrassements généraux	650 tec/km	1 056 tec/km	917 tec/km	
Carburant : extraction, transport et mise en œuvre	135 tec/km	56 tec/km	-	95 tec/km
Liants hydrauliques	515 tec/km	915 tec/km	614 tec/km	285 tec/km
mise en œuvre du traitement aux liants	Cf carburant ci-dessus	10 tec/km	-	Cf carburant ci-dessus
Production de matériaux de carrière	Cf carburant ci-dessus	30 tec/km	-	Cf carburant ci-dessus
Fret depuis les carrières	Cf carburant ci-dessus	45 tec/km	-	compris dans fret de « frais généraux »
Ouvrages d'art courants	125 tec/km	94 tec/km	103 tec/km	185 tec/km
Ouvrages d'art non courants	125 tec/km	169 tec/km	158 tec/k	
Assainissement	55 tec/km	71 tec/km	64 tec/km	Cf OA
Rétablissement de communication (enrobés)		18 tec/km	39 tec/km	9 tec/km
Les équipements ferroviaires	215 tec/km	215 tec/km	217 tec/km	Plus tard
Les frais généraux Carbone du chantier	95 tec/km	90 tec/km	77 tec/km	Pas applicable
Le fret des matériaux (béton, acier, chaux) et divers	45 tec/km	40 tec/km	27 tec/km	18 tec/km (y compris fret charpente métallique)
Les déplacements dom.- travail	40 tec/km	40 tec/km	40 tec/km	40 (non recalculé)
Les déplacements professionnels	10 tec/km	10 tec/km	10 tec/km	40 (non recalculé)
Les émissions connexes	235 tec/km	235 tec/km	230 tec/km	Pas applicable

¹ 1 tec = 1 tonne équivalent Carbone = 3,66 tonnes équivalent CO2

	Maîtrise d'Œuvre			Emetteur
				
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013				

Changement d'affectation des sols	140 tec/km	140 tec/km	140 tec/km	Pas applicable
Divers (études, travaux préparatoires, plantation, clôtures...)	95 tec/km	95 tec/km	90 tec/km	Pas applicable

« Pas applicable » signifie que les données issues du chantier n'ont pas été récupérées sur le même périmètre, l'information pouvant alors se retrouver comprise dans une autre case ou ne pas faire l'objet d'un suivi sur le chantier. Les sous-totaux ne deviennent alors plus comparables de l'offre initiale à la fin de 2013. Le travail de rapprochement des données a donc dû être effectué (Cf. §4 et suivants). Un rappel du périmètre du bilan carbone de l'APD est détaillé au §3.

Rappel sur les différences entre les trois bilans carbone antérieurs :

- L'offre initiale, du fait du faible avancement des études, a été largement basée sur des ratios repris de l'analyse détaillée du projet SEA (alors en phase d'offre finale). Nous sommes donc largement passés d'une analyse statistique à une approche quantitative détaillée, ouvrage par ouvrage. Les 2 projets – offre initiale versus offre finale – sont de natures différentes : profil, nature des terrains, typologie des ouvrages d'art,..., ce qui explique globalement ces écarts.
- L'offre finale a présenté une hypothèse de traitement de sol en phase avec les premiers résultats géotechniques. Les ouvrages d'art ont également fait l'objet d'une approche quantitative « ouvrage par ouvrage », sur la base des ouvrages prévus à cette date.
- Phase APD définitif : quantitativement parlant, c'est l'hypothèse de traitement de sol qui marque les principales évolutions d'un projet à l'autre. Sur la base d'un traitement moyen à 2,8% en masse, on retiendra la synthèse suivante :
 - Offre initiale : 37% des 16,5 millions de m³ de remblais seraient traités (2,8% en moyenne), avec un total de 307 000 tonnes de liant.
 - Offre finale : 75% des 15 millions de m³ de remblais seraient traités (2,8% en moyenne), avec un total de 555 000 tonnes de liant.
 - ADP définitif : 55% des 15,5 millions de m³ de remblais seraient traités (2,8% en moyenne), avec un total de 425 000 tonnes de liant.

Ces évolutions ont rajouté d'abord près de 500 tec/km entre l'offre initiale et l'offre finale avant d'en retirer près de 300 tec/km au Bilan carbone de l'APD.

	Maîtrise d'Œuvre			Emetteur
				
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013				

3. RAPPEL : BILAN CARBONE DE LA PHASE CONCEPTION-CONSTRUCTION : 1 805 TEC/KM DE LGV

Sont exposés ici les principaux résultats du Bilan Carbone® de l'APD du projet BPL

3.1 APPROCHE METHODOLOGIQUE

La construction du bilan Carbone de l'APD s'appuie largement sur les détails estimatifs des 4 principaux métiers rencontrés dans la phase construction du génie civil. Le bilan carbone des DQE est consultable dans le document GCSY – 30 022. Il a été constitué à l'aide des facteurs d'émissions apparaissant en annexe 1 du présent document.

3.1.1.1 Les frais généraux de chantier

- Le fret des matériaux et du matériel (non compris le transport des matériaux de carrière, du béton, des aciers et de la chaux qui sont comptabilisés directement dans les formules de calcul des DQE) : **73 teCO₂/km de LGV (20 tec/km²)**
- Les déplacements domicile – travail du personnel : **150 teCO₂/km de LGV (40 tec/km)**
- Les déplacements professionnels du personnel : **35 teCO₂/km de LGV (10 tec/km)**
- Les bases vie (consommation d'énergie et fabrication des bungalows et autres matériaux mise en œuvre sur les bases vie) : **5 teCO₂/km de LGV (2 tec/km)**
- L'amortissement du matériel (en particulier pour intégrer les émissions induites par la fabrication des engins de chantier qu'on amortie sur leur durée de vie totale – on ne prend ici en compte que la quote part correspondant au temps qu'ils passent réellement sur le site) : **5 teCO₂/km de LGV (2 tec/km)**

3.1.1.2 Les équipements ferroviaires

- Le ballast : **158 teCO₂/km de LGV (43 tec/km)**
- Les traverses : **165 teCO₂/km de LGV (45 tec/km)**
- Les rails : **286 teCO₂/km de LGV (78 tec/km)**
- Les supports caténaires : **66 teCO₂/km de LGV (18 tec/km)**
- La caténaire : **11 teCO₂/km de LGV (3 tec/km)**

² 1 tec = 1 tonne équivalent Carbone = 3,66 teCO₂. Le présent Bilan est exprimé en eqCO₂ alors que les précédents étaient établis en tec. Il s'agit juste de suivre une évolution de langage adoptée de plus en plus largement dans les communications grand public concernant le CO₂.

	Maîtrise d'Œuvre			Emetteur
				
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013				

- Les périphériques (signalisation, sous-station,...) : **110 teCO2/km de LGV (30 tec/km)**

3.1.1.3 Les travaux préparatoires et connexes

- Le changement d'affectation des sols : **513 teCO2/km de LGV (140 tec/km)**
- Les études amont (AMO, MOA, MOEG, MOEP,...) : **146 teCO2/km de LGV (40 tec/km)**
- Les fouilles archéologiques : **18 teCO2/km de LGV (50 tec/km)**
- Les réseaux concessionnaires : **18 teCO2/km de LGV (50 tec/km)**
- Les plantations et clôtures : **72 teCO2/km de LGV (20 tec/km)**
- Les autres postes divers : **73 teCO2/km de LGV (20 tec/km)**

3.2 LE CAS PARTICULIER DES OUVRAGES D'ART :

Le Bilan Carbone des ouvrages d'art pour chacun des lots, additionne les quantités unitaires de l'ensemble des ouvrages du TOARC étudié.

On dispose ainsi d'une information du type : « pour le TOARC D, il y a 102 tonnes d'acier pour l'ensemble des « semelles et radiers » des « appuis, cadres et portiques » des 28 ouvrages d'art le concernant. Le contenu CO2 associé est de 235 teCO2. (prix n° TOUS.HA.01).

On dispose de la même information pour les OANC de chacun des TOARC.

Objectif carbone a également préparé un outil de calcul sur Excel qui permet d'établir le Bilan Carbone de chacun des ouvrages un à un (voir exemple à la page suivante). Cette information existe donc de manière simplement extractible dans le fichier Excel dédié au contenu CO2 des ouvrages d'art.

Bilan Carbone Ouvrage

LGV BPL

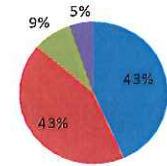
OUVRAGE D'ART	Dénomination	PRO 1095	TOARC
	Type	Poutrelles BA	Commune
	Famille	OAC	PK
	Surface utile m²	234,72	C
			Changé

EMISSIONS

Total Ouvrage: 482 TeCO2
2,1 TeCO2 / m2

Sources d'émissions TeCO2

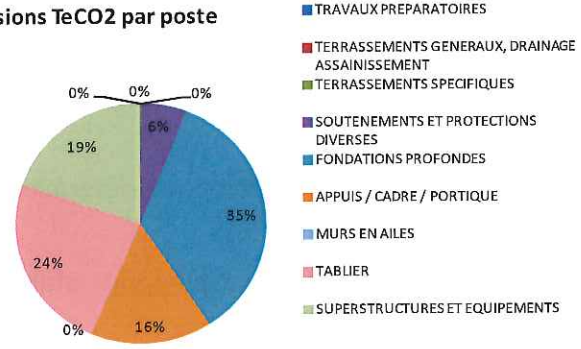
■ Béton ■ Acier ■ Carburant ■ Divers



Détail des sources:

Béton	571 m3	209 TeCO2
Acier	94 tonnes	207 TeCO2
Carburant	13 922 l.	41 TeCO2
Divers	25 teCO2	25 TeCO2

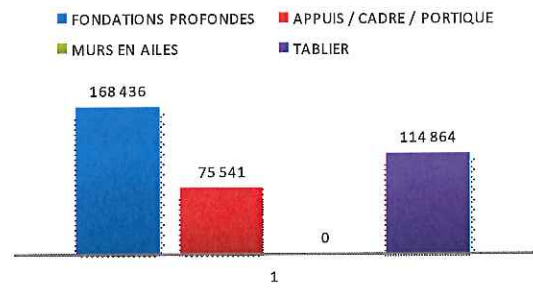
Emissions TeCO2 par poste



Détail des postes:

	KgeCO2	Béton	Acier
TRAVAUX PREPARATOIRES	293	0 m3	0 tonnes
TERRASSEMENTS GENERAUX, DRAINAGE ASSAINISSEMENT	0	0 m3	0 tonnes
TERRASSEMENTS SPECIFIQUES	588	0 m3	0 tonnes
SOUTÈNEMENTS ET PROTECTIONS DIVERSES	27 415	29 m3	7 tonnes
FONDATIONS PROFONDES	168 436	150 m3	51 tonnes
APPUIS / CADRE / PORTIQUE	75 541	122 m3	14 tonnes
MURS EN AILES	0	0 m3	0 tonnes
TABLIER	114 864	135 m3	14 tonnes
SUPERSTRUCTURES ET EQUIPEMENTS	94 611	135 m3	9 tonnes

Présentation des postes principaux



	Maîtrise d'Œuvre		Emetteur
			 
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013			

4. LE SUIVI DU BILAN CARBONE - RESULTAT DETAILLES A FIN 2013

Le suivi du Bilan Carbone en phase chantier se décompose en 2 volets :

- Pour les Bilans type DQE : suivi des facteurs d'émission et suivi des quantités.
- Pour les Bilans forfaitisés, suivi des données d'activité spécifique.

4.1 METHODOLOGIE PROPOSEE EN 2012

Il revient à chaque responsable de site, pour chacun des 4 métiers, de valider le contenu CO2 de chacun des articles qui décrivent son ouvrage. Nous avons proposé une approche générique qu'il convient de paramétrer aux méthodes qu'envisage réellement d'adopter chaque conducteur de travaux.

Ce faisant, c'est en définissant lui-même les principaux déterminants du contenu carbone de leurs ouvrages que chacun sera ensuite en mesure :

- D'organiser un retour d'information adapté pour établir le suivi du contenu CO2 de(s) l'ouvrage(s)
- D'envisager les solutions alternatives pour réduire l'impact CO2 de son ouvrage en jouant :
 - Sur les quantités proposées au détail estimatif
 - Sur les facteurs d'émissions liées à chaque quantité

En tout état de cause, il apparaît que pour cela, il faudrait dès le début du chantier de mettre en place le suivi des indicateurs suivants :

- ✓ L'enregistrement de tous les coulages de béton détaillant la formulation du béton, l'ouvrage concerné, le n° de prix correspondant dans le DQE, le contenu CO2 du m³ de béton (fourni par le fournisseur) et la date de coulage.
- ✓ Idem pour l'ensemble des aciers d'armatures
- ✓ Pour chaque ouvrage de terrassement : déblais et remblais : la définition de l'échelon complet mis en œuvre, les heures de travail de chaque machine, les volumes traités, les distances parcourues.
- ✓ En parallèle, le suivi des consommations de tous les engins de chantier doit être réalisé : un carnet de bord tient à jour pour chaque plein, le nombre de litres versés, la date, le compteur horaire de l'engin et kilométrique à l'instant du plein.
- ✓ Pour toutes les fournitures (ouvrage préfabriqué, équipement, ...) : une évaluation du contenu CO2 proposé par le fournisseur détaillant spécifiquement la partie « transport » (en précisant son périmètre : depuis le site d'extraction, depuis l'usine de matière première, depuis le dernier site de transformation, depuis le distributeur local). **Nota : le chiffrage CO2 des prestations de transport de marchandise**

	Maîtrise d'Œuvre				Emetteur
					
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013					

sera systématiquement obligatoire en France à partir du 1^{er} octobre 2013.

- ✓ Pour les chaussées : quantités et formules précises des matériaux mis en œuvre à chaque opération d'enrobé.
- ✓ Le suivi des consommations d'électricité des bases vie
- ✓ Le suivi du personnel :
 - Le nombre d'homme-mois réalisé par ouvrage. Pour chaque ouvrage.
 - Pour chaque TOARC : suivi des origines et des destinations quotidiennes et hebdomadaires, par mode de transport (questionnaire à l'occasion d'une sensibilisation CO2 ?)
- ✓ Le suivi des consommations de carburant global sur facture fournisseur (pour recoupement avec les données issues des comptages sur machine à l'occasion du ravitaillement des engins)
- ✓ Le suivi technique global du matériel (suivi des heures et des kilométrages) pour recoupement avec le pointage « par ouvrage ». Ce suivi doit également indiquer les masses des engins et leur durée de vie présumée pour évaluer le poste « Amortissement du matériel ».

4.2 LES DONNEES RECUEILLIES A FIN 2013

Nous ne sommes pas parvenus à restituer l'ensemble des indicateurs désirés avec le niveau de détail envisagé en 2012. Cependant, le travail de remontée d'information a permis de reconstituer par TOARC les principales quantités mises en œuvre.

Le bilan Carbone de l'APD GC de 2012 se décompose en 7 éléments (Carburant, liant hydraulique, plastique, béton, acier, béton bitumineux et « CO2 divers »). Le poste « CO2 divers » recouvre toute la diversité des émissions secondaires qui ne sont pas issues de l'utilisation directe des 6 produits de base qui structurent le BC d'une LGV. Il détaille pour chaque famille d'émissions (frais généraux, Terrassement, OA, OANC, Chaussées, Assainissement) les quantités de chaque élément mises en œuvre. Nous avons donc repris ce découpage afin de parvenir à terme à comparer les bilans carbone entre eux.

Ces quantités sont restituées ci après :

Recensement des volumes mis en œuvre à fin 2013							
TOARC A	Carburant (litre)	Chaux+liant (kg)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (kg)	Béton bitumineux (BB) (m3)	Autre (kgCO2)
Frais Généraux - ST2-ST3- ST4-ST5							
Terrassement	2 821 000	5 722 000					
Assainissement							
chaussée							
OA				9 494	1 146 000		
OANC							

	Maîtrise d'Œuvre					Emetteur	
							
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013							

Recensement des volumes mis en œuvre à fin 2013							
TOARC B	Carburant (litre)	Chaux+liant (kg)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (kg)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							
Terrassement	6 099 000	33 329 000					
Assainissement chaussée				1 000			
OA				23 927	3 182 000		
OANC							

Recensement des volumes mis en œuvre à fin 2013							
TOARC C	Carburant (litre)	Chaux+liant (kg)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (kg)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							
Terrassement	2 360 000	23 800 000					
Assainissement chaussée							
OA				27 836	7 440 000		
OANC							

Recensement des volumes mis en œuvre à fin 2013							
TOARC D	Carburant (litre)	Chaux+liant (kg)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (kg)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							
Terrassement	3 311 000	23 691 000					
Assainissement chaussée							
OA				14 323	1 831 000		
OANC							

Recensement des volumes mis en œuvre à fin 2013							
TOARC E	Carburant (litre)	Chaux+liant (kg)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (kg)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							
Terrassement	3 500 000	25 000 000					
Assainissement chaussée							
OA				16 495	1 933 000		
OANC							

	Maîtrise d'Œuvre					Emetteur	
							
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013							

Recensement des volumes mis en œuvre à fin 2013							
TOARC F	Carburant (litre)	Chaux+liant (kg)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (kg)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							
Terrassement	388 000	39 000 000					
Assainissement				200			
chaussée							
OA				33 438	9 183 000		
OANC							

Recensement des volumes mis en œuvre à fin 2013							
TOARC G	Carburant (litre)	Chaux+liant (kg)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (kg)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							
Terrassement	2 450 000	32 400 000					
Assainissement				350			
chaussée							
OA				34 858	9 183 000		
OANC							

Recensement des volumes mis en œuvre à fin 2013							
Rétablissement des voiries - tout TOARC	Carburant (litre)	Chaux+liant (kg)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (kg)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							
Terrassement	390 000						
Assainissement							
chaussée						74 550	
OA				3 000	300		
OANC							

	Maîtrise d'Œuvre					Emetteur	
							
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013							

4.3 DONNEES CORRESPONDANTES DE L'APD

Nous avons extrait des tableurs de calculs de l'APD le détail de ces données pour chaque famille d'ouvrage de TOARC. Les tableaux ci-dessous reprennent la synthèse de ces quantités :

TOARC A	Carburant (m3)	Chaux+liant (tonnes)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (tonnes)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							51 876 000 kg
Terrassement	6 661 m3	55 362 tonnes	78 201 kg				2 001 075 kg
Assainissement	284 m3		11 793 kg	15 433 m3	752 tonnes	0 m3	
chaussée	11 m3				0 tonnes	14 830 m3	247 330 kg
OA	284 m3			14 895 m3	2 230 tonnes		570 820 kg
OANC	17 m3			899 m3	120 tonnes		194 318 kg
TOTAL	7 257 m3	55 362 tonnes	89 994 kg	31 227 m3	3 102 tonnes	14 830 m3	54 889 542 kg

TOARC B	Carburant (m3)	Chaux+liant (tonnes)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (tonnes)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							51 876 000 kg
Terrassement	9 835 m3	55 398 tonnes	67 403 kg				1 059 090 kg
Assainissement	312 m3		37 408 kg	16 322 m3	797 tonnes	641 m3	
chaussée	11 m3				0 tonnes	13 236 m3	274 670 kg
OA	431 m3			19 891 m3	2 906 tonnes		734 413 kg
OANC	34 m3			11 947 m3	2 253 tonnes		294 800 kg
TOTAL	10 623 m3	55 398 tonnes	104 812 kg	48 159 m3	5 956 tonnes	13 877 m3	54 238 974 kg

	Maîtrise d'Œuvre					Emetteur	
							
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013							

TOARC C	Carburant (m3)	Chaux+liant (tonnes)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (tonnes)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							57 640 000 kg
Terrassement	5 094 m3	39 832 tonnes	54 882 kg				1 075 590 kg
Assainissement	169 m3		21 763 kg	7 301 m3	363 tonnes	222 m3	
chaussée	35 m3				951 tonnes	11 446 m3	546 341 kg
OA	124 m3			5 225 m3	694 tonnes		179 903 kg
OANC	74 m3			31 706 m3	9 973 tonnes		1 224 512 kg

TOTAL	5 497 m3	39 832 tonnes	76 645 kg	44 232 m3	11 980 tonnes	11 668 m3	60 666 347 kg
--------------	-----------------	----------------------	------------------	------------------	----------------------	------------------	----------------------

TOARC D	Carburant (m3)	Chaux+liant (tonnes)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (tonnes)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							51 876 000 kg
Terrassement	6 403 m3	52 595 tonnes	133 984 kg				2 198 572 kg
Assainissement	247 m3		102 275 kg	17 873 m3	875 tonnes	0 m3	
chaussée	32 m3				1 121 tonnes	21 430 m3	1 325 740 kg
OA	290 m3			14 652 m3	2 105 tonnes		541 127 kg
OANC	32 m3			13 958 m3	2 462 tonnes		483 018 kg

TOTAL	7 003 m3	52 595 tonnes	236 259 kg	46 483 m3	6 562 tonnes	21 430 m3	56 424 457 kg
--------------	-----------------	----------------------	-------------------	------------------	---------------------	------------------	----------------------

	Maîtrise d'Œuvre					Emetteur	
							
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013							

TOARC E	Carburant (m3)	Chaux+liant (tonnes)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (tonnes)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							59 561 333 kg
Terrassement	6 573 m3	74 724 tonnes	143 764 kg				2 055 732 kg
Assainissement	308 m3		143 940 kg	18 354 m3	891 tonnes	379 m3	
chaussée	42 m3				932 tonnes	43 091 m3	951 697 kg
OA	291 m3			17 077 m3	2 254 tonnes		597 243 kg
OANC	5 m3			4 836 m3	759 tonnes		149 406 kg

TOTAL	7 219 m3	74 724 tonnes	287 704 kg	40 267 m3	4 837 tonnes	43 470 m3	63 315 411 kg
-------	----------	---------------	------------	-----------	--------------	-----------	---------------

TOARC F	Carburant (m3)	Chaux+liant (tonnes)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (tonnes)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							57 640 000 kg
Terrassement	9 691 m3	77 822 tonnes	85 528 kg				2 603 377 kg
Assainissement	246 m3		88 452 kg	17 068 m3	829 tonnes	1 087 m3	
chaussée	24 m3				774 tonnes	13 296 m3	941 488 kg
OA	261 m3			18 281 m3	2 373 tonnes		543 113 kg
OANC	101 m3			25 627 m3	6 760 tonnes		10 110 998 kg

TOTAL	10 323 m3	77 822 tonnes	173 980 kg	60 976 m3	10 737 tonnes	14 383 m3	71 838 976 kg
-------	-----------	---------------	------------	-----------	---------------	-----------	---------------

TOARC G	Carburant (m3)	Chaux+liant (tonnes)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (tonnes)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
FG - ST2-ST3-ST4-ST5							51 876 000 kg
Terrassement	7 982 m3	70 944 tonnes	81 100 kg				2 200 211 kg
Assainissement	271 m3		95 580 kg	11 872 m3	586 tonnes	1 355 m3	
chaussée	24 m3				1 011 tonnes	15 793 m3	851 589 kg
OA	257 m3			15 295 m3	2 270 tonnes		473 904 kg
OANC	85 m3			19 227 m3	5 355 tonnes		551 919 kg

TOTAL	8 618 m3	70 944 tonnes	176 680 kg	46 394 m3	9 221 tonnes	17 148 m3	55 953 623 kg
-------	----------	---------------	------------	-----------	--------------	-----------	---------------

	Maîtrise d'Œuvre					Emetteur	
							
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013							

4.4 ELEMENTS DE SYNTHESE

Les tableaux ci-dessous synthétisent les volumes précédents par TOARC et pour l'ensemble du projet sans distinction des affectations (ouvrage d'art terrassement, assainissement, ...) :

- Le premier tableau détaille les volumes identifiés à l'APD
- Le second tableau détaille les volumes mis en œuvre à fin 2013
- Le troisième tableau établit les % que ces volumes représentent par rapport au prévisionnel
Ils doivent en théorie correspondre peu ou prou au niveau d'avancement du chantier

Synthèse des volumes de l'APD							
	Carburant	Chaux+liant	plastique	béton	Acier	BB	Autre (kgCO ₂)
TOARC A	7 257 m ³	55 362 tonnes	89 994 kg	31 227 m ³	3 102 tonnes	14 830 m ³	54 889 542 kg
TOARC B	10 623 m ³	55 398 tonnes	104 812 kg	48 159 m ³	5 956 tonnes	13 877 m ³	54 238 974 kg
TOARC C	5 497 m ³	39 832 tonnes	76 645 kg	44 232 m ³	11 980 tonnes	11 668 m ³	60 666 347 kg
TOARC D	7 003 m ³	52 595 tonnes	236 259 kg	46 483 m ³	6 562 tonnes	21 430 m ³	56 424 457 kg
TOARC E	7 219 m ³	74 724 tonnes	287 704 kg	40 267 m ³	4 837 tonnes	43 470 m ³	63 315 411 kg
TOARC F	10 323 m ³	77 822 tonnes	173 980 kg	60 976 m ³	10 737 tonnes	14 383 m ³	71 838 976 kg
TOARC G	8 618 m ³	70 944 tonnes	176 680 kg	46 394 m ³	9 221 tonnes	17 148 m ³	55 953 623 kg
Tout BPL	56 542 m ³	426 679 tonnes	1 146 073 kg	317 738 m ³	52 396 tonnes	136 806 m ³	417 327 330 kg

Recensement des volumes mise en œuvre à fin 2013							
	Carburant	Chaux+liant	plastique	béton	Acier	BB	Autre (kgCO ₂)
TOARC A	2 821 m ³	5 722 tonnes	0 kg	9 494 m ³	1 146 tonnes	0 m ³	0 kg
TOARC B	6 099 m ³	33 329 tonnes	0 kg	24 927 m ³	3 182 tonnes	0 m ³	0 kg
TOARC C	2 360 m ³	23 800 tonnes	0 kg	27 836 m ³	7 440 tonnes	0 m ³	0 kg
TOARC D	3 311 m ³	23 691 tonnes	0 kg	14 323 m ³	1 831 tonnes	0 m ³	0 kg
TOARC E	3 500 m ³	25 000 tonnes	0 kg	16 495 m ³	1 933 tonnes	0 m ³	0 kg
TOARC F	388 m ³	39 000 tonnes	0 kg	33 638 m ³	9 183 tonnes	0 m ³	0 kg
TOARC G	2 450 m ³	32 400 tonnes	0 kg	35 208 m ³	9 183 tonnes	0 m ³	0 kg
Tout réta	390 m ³	0 tonnes	0 kg	3 000 m ³	0 tonnes	74 550 m ³	0 kg
Tout BPL	21 319 m ³	182 942 tonnes	0 kg	164 921 m ³	33 898 tonnes	74 550 m ³	0 kg

	Maîtrise d'Œuvre					Emetteur
	   					
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013						

% des quantités de l'APD mise en œuvre à fin 2013							
	Carburant (litre)	Chaux+liant (kg)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (kg)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
TOARC A	39%	10%	0%	30%	37%	0%	0%
TOARC B	57%	60%	0%	52%	53%	0%	0%
TOARC C	43%	60%	0%	63%	62%	0%	0%
TOARC D	47%	45%	0%	31%	28%	0%	0%
TOARC E	48%	33%	0%	41%	40%	0%	0%
TOARC F	4%	50%	0%	55%	86%	0%	0%
TOARC G	28%	46%	0%	76%	100%	0%	0%
Tout réta							
	38%	43%	0%	52%	65%	54%	0%

Les principaux constats sont les suivants :

- Alors que les terrassements sont largement avancés, il semble y avoir eu des gains très significatifs sur la quantité de liants hydrauliques mise en œuvre. La météo et la nature réelle des terrains rencontrés ont été déterminantes pour expliquer cet écart très positif pour le bilan carbone global de l'opération.
- Les quantités de carburant sont minorées des carburants consommés par les transporteurs des fournisseurs extérieurs. En réintégrant le fret des seuls granulats, liant, ouvrages « Matière » et « Mota », charpente métallique, en première approche cela rajoute de l'ordre de 2000 m³ de carburant au présent Bilan (sur un total comptabilisé de 21 000 m³ à fin 2013). Compte tenu de l'écart constaté, les hypothèses de consommation du bilan carbone initial pourraient avoir été significativement surévaluées.
- Les éléments en plastique ne sont pas suivis. Nous n'avons pas d'éléments de comparaison.
- Les données récupérées pour les ouvrages d'art des TOARG F et G sont globalisées. Le reporting ne distingue pas les valeurs par TOARC. A ce stade, les consommations de béton et d'acier ont été réparties à part égales sur les 2 lots. Il apparaît qu'en moyenne près de 92% de l'acier prévue à l'APD aurait déjà été mis en œuvre à fin 2013, ce qui semble bien supérieur à l'état d'avancement du chantier à cette date. Il conviendra de prêter attention à l'évolution de cet indicateur à l'occasion du récolement afin d'identifier autant que possible l'origine de cet écart.

Pour traduire ces volumes en émissions d'équivalent CO₂, nous avons repris les facteurs d'émissions de l'APD. La mise à jour de ces facteurs d'émissions n'a pu être possible du fait de la difficulté de connaître les formulations des bétons et les facteurs d'émissions des fournisseurs sur cette phase de travaux.

En termes d'émissions de CO₂ (avec les facteurs d'émissions repris en annexe 1), ces synthèses se traduisent comme suit :

	Maîtrise d'Œuvre					Emetteur	
							
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013							

Synthèse des volumes de l'APD - en teCO2							
	Carburant	Chaux+liant	plastique	béton	Acier	BB	Autre (kgCO2)
TOARC A	23 514 teCO2	62 928 teCO2	198 teCO2	9 633 teCO2	7 109 teCO2	1 335 teCO2	54 890 teCO2
TOARC B	34 420 teCO2	62 969 teCO2	231 teCO2	15 485 teCO2	13 650 teCO2	58 857 teCO2	54 239 teCO2
TOARC C	17 811 teCO2	45 276 teCO2	169 teCO2	14 868 teCO2	27 455 teCO2	21 010 teCO2	60 666 teCO2
TOARC D	22 691 teCO2	59 783 teCO2	520 teCO2	14 768 teCO2	15 039 teCO2	1 929 teCO2	56 424 teCO2
TOARC E	23 390 teCO2	84 936 teCO2	633 teCO2	12 552 teCO2	11 084 teCO2	37 979 teCO2	63 315 teCO2
TOARC F	33 447 teCO2	88 458 teCO2	383 teCO2	19 908 teCO2	24 606 teCO2	99 018 teCO2	71 839 teCO2
TOARC G	27 923 teCO2	80 640 teCO2	389 teCO2	15 241 teCO2	21 132 teCO2	123 380 teCO2	55 954 teCO2

Tout BPL	183 196 teCO2	484 992 teCO2	2 521 teCO2	102 453 teCO2	120 075 teCO2	343 508 teCO2	417 327 teCO2
	11%	29%	0%	6%	7%	21%	25%

Grand total	1 654 072 teCO2
--------------------	-----------------

synthèse des volumes mis en œuvre à fin 2013 - en teCO2							
	Carburant	Chaux+liant	plastique	béton	Acier	BB	Autre (kgCO2)
TOARC A	9 140 teCO2	6 504 teCO2	0 teCO2	3 323 teCO2	2 626 teCO2	0 teCO2	0 teCO2
TOARC B	19 761 teCO2	37 884 teCO2	0 teCO2	8 640 teCO2	7 292 teCO2	0 teCO2	0 teCO2
TOARC C	7 646 teCO2	27 053 teCO2	0 teCO2	9 743 teCO2	17 050 teCO2	0 teCO2	0 teCO2
TOARC D	10 728 teCO2	26 929 teCO2	0 teCO2	5 013 teCO2	4 196 teCO2	0 teCO2	0 teCO2
TOARC E	11 340 teCO2	28 417 teCO2	0 teCO2	5 773 teCO2	4 430 teCO2	0 teCO2	0 teCO2
TOARC F	1 257 teCO2	44 330 teCO2	0 teCO2	11 757 teCO2	21 044 teCO2	0 teCO2	0 teCO2
TOARC G	7 938 teCO2	36 828 teCO2	0 teCO2	12 293 teCO2	21 044 teCO2	0 teCO2	0 teCO2
Tout réta	1 264 teCO2	0 teCO2	0 teCO2	1 050 teCO2	1 teCO2	6 710 teCO2	0 teCO2

	Maîtrise d'Œuvre					Emetteur	
							
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013							

Tout BPL	69 074 teCO2	207 944 teCO2	0 teCO2	57 592 teCO2	77 684 teCO2	6 710 teCO2	0 teCO2
	17%	50%	0%	14%	19%	2%	0%

Grand total	419 003 teCO2
--------------------	---------------

% des émissions prévues à l'APD, induites à fin 2013							
	Carburant (litre)	Chaux+liant (kg)	plastique (kg)	béton (m3)	Acier (kg)	BB (m3)	Autre (kgCO2)
TOARC A	39%	10%	0%	34%	37%	0%	0%
TOARC B	57%	60%	0%	56%	53%	0%	0%
TOARC C	43%	60%	0%	66%	62%	0%	0%
TOARC D	47%	45%	0%	34%	28%	0%	0%
TOARC E	48%	33%	0%	46%	40%	0%	0%
TOARC F	4%	50%	0%	59%	86%	0%	0%
TOARC G	28%	46%	0%	81%	100%	0%	0%
Tout réta							
	38%	43%	0%	56%	65%	2%	0%

	Maîtrise d'Œuvre			Emetteur
				
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013				

5. CONCLUSION DU POINT D'ETAPE A FIN 2013

Le présent Bilan est surtout un point d'étape qui compile les émissions identifiées. Il permettra lorsque le chantier sera terminé de réaliser un recoupement avec le Bilan carbone de l'APD.

A ce stade, le suivi a permis de retrouver 25% des émissions identifiées lors de l'APD pour l'ensemble du projet. L'état d'avancement des travaux de terrassement et des ouvrages d'art permet cependant de fournir quelques tendances.

Bien sûr, ce n'est qu'à l'occasion du Bilan Carbone définitif que nous serons en mesure de conclure définitivement sur ces tendances.

- **Le traitement de sol** : Alors que les conditions météo ont plutôt été mauvaises en hiver, (générant des arrêts pour intempéries, et donc peu de recours à la chaux pour maintenir l'activité dans des conditions médiocres), et très bonnes en été (très sec, générant des records d'activité exigeant le minimum de traitement), le bilan carbone lié aux traitements des sols a été nettement amélioré. Un gain de l'ordre de 250 000 teCO₂, soit 15% du BC de l'APD est envisageable.
- **Traitement de sol – bis** : L'utilisation d'un liant routier à base de laitier de haut fourneau (le ROC VDS) permet encore de réduire la facture carbone du terrassement. Avec un bilan évalué à 459 kgCO₂/tonne (contre 1100 kgCO₂/tonne pour la chaux), son utilisation importante sur les TOARC C à G devrait au final faire apparaître un gain supplémentaire de l'ordre de 30 000 teCO₂. Il sera intégré au tableau de calcul dans la prochaine version, lorsque le travail d'analyse sur les facteurs d'émissions des liants, des ciments et des bétons sera disponible.
- **Le fonds d'arbitrage carbone** : Il est maintenant consommé à hauteur de 60% de son budget initial. Il a permis le gain de quelques milliers de tonnes supplémentaires et d'identifier des solutions techniques qui pourraient devenir directement avantageuses dès que le prix de l'énergie montera encore un peu.

D'autres part, la démarche carbone étant encore en phase de perfectionnement, il apparaît des écarts sur certains paramètres qui seront probablement mieux justifiés par des maladroites dans les procédures d'évaluation (à l'occasion de l'établissement du Bilan carbone prévisionnel) que par de réels progrès en termes de d'éco-conception ou de prise en compte de la dimension CO₂ au sein des équipes chantier. Cela concerne :

- La consommation de carburant : elle semble avoir été surévaluée dans l'approche du Bilan prévisionnel. La consommation spécifique par kW de puissance nominale d'engins devra sans doute être revue à la baisse (actuellement 0,17 litre/kWh). D'autres évaluations sont nécessaires pour conclure sur ce point.
- La consommation d'acier – un écart anormal apparaît sur l'un des lots. L'analyse des éléments détaillés du récolement devrait permettre de repérer l'origine de cet écart alors qu'aucune évolution dans la conception depuis l'APD ne permet de le justifier.

	Maîtrise d'Œuvre		Emetteur
			
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013			

Annexe 1 :

Rappel des facteurs d'émission utilisés issus du *Bilan Carbone des DQE*

(extrait de GCSY 30 022)

Les prix de TERRASSEMENT

Les quelques 200 Bilans Carbone qui décrivent autant d'articles et qui relèvent du catalogue « DQE TERRASSEMENT » sont définis autour de 4 valeurs clés :

- La quantité de carburant nécessaire (évaluée en litre/U)
- La quantité de chaux mise en œuvre (évaluée en kg/U)
- La quantité de plastique et assimilé (évaluée en kg/U)
- La quantité d'éléments divers (évaluée en kgCO₂/U)

Ces quantités sont ensuite traduites en CO₂ selon les règles suivantes :

- 1 litre de carburant consommé = 3,24 kg CO₂ (émissions liées à l'extraction, le raffinage, la distribution et la combustion du carburant).
- 1 kg de chaux consommée = 1,1 kg de CO₂ émis pour sa production et 0,036 kg de CO₂ pour sa livraison depuis la carrière de calcaire
- 1 kg de plastique consommé = 2,2 kg de CO₂ émis (moyenne des plastiques avec 90% de neuf et 10% de recyclé)

Les lots ASSAINISSEMENT

Les quelques 50 Bilans Carbone qui décrivent les articles qui relèvent du catalogue « DQE ASSAINISSEMENT » sont définis autour de 5 valeurs clés :

- La quantité de carburant nécessaire (évaluée en litre/U)
- La quantité de béton mise en œuvre (évaluée en m³/U)
- La quantité de béton bitumineux ou assimilé (évaluée en m³/U)
- La quantité d'acier (évaluée en tonne/U)
- La quantité de plastique et assimilé (évaluée en kg/U)

Ces quantités sont ensuite traduites en CO₂ selon les règles suivantes :

- 1 litre de carburant consommé = 3,24 kgCO₂ émis
- 1 m³ de béton consommé = 266 kg de CO₂ émis (ce qui correspond à un béton dosé à 250 kg de ciment CEM1 par m³, livré sur le chantier)
- 1 m³ de béton bitumineux (1,8 tonne) = 90 kg de CO₂
- 1 tonne d'acier = 2145 kg de CO₂ (moyenne européenne, intégrant 50% d'acier de première

	Maîtrise d'Œuvre			Emetteur
				
BILAN CARBONE DU PROJET MISE A JOUR A FIN 2013				

fonte et 50% d'acier de ferraille) pour sa production et 0,147 kg de CO₂ pour sa livraison depuis son lieu d'extraction initiale (ferraille ou minerai)

- 1 kg de plastique = 2,2 kg de CO₂ émis

Les lots « CHAUSSEE » reprennent les mêmes valeurs pivots que les lots ASSAINISSEMENT à l'exception du béton.

Les lots « OUVRAGE D'ART »

Les quelques 270 Bilans Carbone du catalogue d'article « ouvrage d'art » sont définis autour de 4 valeurs cibles :

- La quantité de béton mise en œuvre (évaluée en m³/U)
- La quantité d'acier (évaluée en tonne/U)
- La quantité de carburant nécessaire (évaluée en litre/U)
- La quantité d'éléments divers (évaluée en kgCO₂/U)
- Ces quantités sont ensuite traduites en CO₂ selon les règles suivantes :
- 1 m³ de béton consommé = 350 kg de CO₂ émis (ce qui correspond à un béton dosé à 350 kg de ciment CEM1 par m³ livré sur le chantier)
- 1 tonne d'acier = 2145 kg de CO₂
- 1 litre de carburant consommé = 3,24 kgCO₂ émis

