



PROJET « PONT DE PIERRE » A GRAVELINES (59)

BILAN DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Commanditaire	Auteur	Validation
Kaufman Broard	VP	FC

Phase	Version	Date
Finale	RP-AF26007-BGES-V1	18/03/2026

Ce document est la propriété exclusive du commanditaire de l'étude.
Toute utilisation partielle ou totale reste soumise à la mention de « Airea » en référence.



SOMMAIRE

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE..... 3

II. MÉTHODOLOGIE 3

 II.1 PRINCIPE.....3

 II.2 HYPOTHESES RETENUES 3

 II.2.1) A l'échelle du quartier.....3

 II.2.2) A l'échelle du bâti 3

 II.2.3) Les espaces extérieurs 3

III. RESULTATS 4

 III.1 AU NIVEAU DU QUARTIER 4

 III.2 AU NIVEAU DU BATI 5

 III.3 AU NIVEAU DES ESPACES EXTERIEURS 6

 III.4 AU NIVEAU DES HABITANTS 6

IV. MESURES ERC GÉNÉRALES 7

V. SYNTHÈSE 7

TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats à l'échelle du quartier 4

Tableau 2 : Résultats à l'échelle du bâti 5

Tableau 3 : Volume d'eau consommé à l'échelle du bâti (en m³/an) 5

Tableau 4 : Quantité de déchets à l'échelle du bâti (en kg/an) 5

Tableau 5 : résultats à l'échelle des espaces extérieurs 6

Tableau 6 : Répartition de l'empreinte carbone d'un habitant du quartier 6

FIGURES

Figure 1 : Plan de masse 3

I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Airea a été mandaté par Kaufmann Broard pour réaliser une évaluation des performances environnementales du projet « Pont-de-Pierre » situé sur la commune de Gravelines. Ce rapport présente le bilan de gaz à effets de serre (GES) réalisé à partir des informations relatives au projet et des hypothèses de conception.

II. METHODOLOGIE

II.1 Principe

L'empreinte carbone du projet est évaluée à l'aide de l'outil UrbanPrint développé par Efficacity, institut français dédié à la transition énergétique et écologique des villes en collaboration avec le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment).

UrbanPrint est un outil d'aide à la conception permettant l'analyse en cycle de vie (ACV) des impacts Energie-Carbone et environnementaux d'un projet d'aménagement urbain neuf et/ou en rénovation. Il intègre l'ensemble des composantes d'un quartier afin d'évaluer l'impact de l'espace bâti et de son usage. Il permet d'étudier différents scénarios de conception pour se positionner par rapport aux objectifs et aux conditions de déploiement à l'échelle du bâtiment (prescriptions auprès des promoteurs). Enfin, l'outil calcule également l'empreinte carbone d'un usager à l'année afin de la comparer aux objectifs nationaux.

Chaque projet se découpe à différentes échelles (quartier, bâtiments, espaces extérieurs) et s'organise autour de 7 thèmes :

- Général
- Systèmes énergétiques
- Produits de construction
- Mobilité
- Eaux
- Déchets
- Chantier

L'outil se base sur une méthode d'évaluation en 3 étapes, correspondant à différents niveaux d'affinement des données du projet :

- Initialisation des données (emplacement géographique, plan de masse, usages) des différents éléments composant le projet
- Evaluation des orientations (performances visées, principaux matériaux de construction)
- Evaluation des spécifications (matériaux utilisés, plancher, vitrage...)

Les données issues de la première étape sont essentielles au lancement des calculs. En revanche, si certaines données des étapes d'orientation et de spécification sont manquantes, l'outil utilise des données par défaut issues d'hypothèses statistiques et des bases de données suivantes :

- EcolInvent
- Données INSEE
- SINOE (ADEME)
- OPE/OPEBN pour les bâtiments
- Module macro-composant Typy (CSTB)
- Données INIES (Alliance HQE-GBC)
- Enquête ménage déplacement (CEREMA)

II.2 Hypothèses retenues

II.2.1) A l'échelle du quartier

La collecte des déchets est réalisée en point d'apport volontaire pour le verre et en ramassage bac avec tri pour le reste des déchets ménagers.

II.2.2) A l'échelle du bâti

Implanté sur des terres agricoles, le projet prévoit la création de :

- 9 bâtiments collectifs en R+3 ou R+4
- 44 maisons individuelles
- Un bâtiment d'hébergement temporaires (environ 100 chambres)
- Un bâtiment à usage de commerces

Les données suivantes sont considérées en termes de CVC et d'équipements sanitaires :

- Le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont produits par des pompes à chaleur électrique
- Aucun système de climatisation n'est prévu
- Aération par ventilation mécanique simple flux



Figure 1 : Plan de masse

Les données suivantes sont envisagées pour la construction des bâtiments :

- Structure : maçonnerie terre cuite, voiles porteurs de béton
- Plancher : dalle pleine en béton, isolation intérieure
- Toiture :
 - Maisons individuelles : inclinée, tuile, isolation intérieure
 - Bâtiments collectifs : plate, béton, isolation extérieure
- Façade : isolation intérieure, double vitrage

II.2.3) Les espaces extérieurs

Le projet se situe actuellement sur des terres agricoles. Sa réalisation implique l'imperméabilisation de ces sols, notamment au niveau des voiries permettant de desservir les différents lots ainsi que sur les espaces de stationnement.



III. RESULTATS

III.1 Au niveau du quartier

Le tableau suivant présente les émissions de CO₂ à l'échelle du quartier :

Pôle d'émission	Détail par poste	Emissions de CO ₂ (t/an)
Systèmes énergétiques	Chauffage	23,22
	Refroidissement	0,00
	Eau chaude sanitaire	13,63
	Eclairage	8,31
	Ventilation	4,67
	Autres usages électriques	36,21
	Total énergie	86,04
Produits de construction	Espaces extérieurs	26,56
	Fondations et infrastructure	22,72
	Superstructure - maçonnerie	49,23
	Couverture – étanchéité – charpente - zinguerie	10,50
	Cloisonnement- doublage – plafonds suspendus – menuiseries intérieurs	23,04
	Façades et menuiseries extérieures	30,79
	Revêtements de sols, murs et plafonds – chape – peinture – décoration	39,22
	Chauffage – ventilation – refroidissement – eau chaude sanitaire	74,01
	Installations sanitaires	15,34
	Réseaux d'énergie (courant fort)	37,42
	Réseaux de communication (courant faible)	1,97
	Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur	15,26
	Equipement de production d'électricité	0,00
	Total produits de construction	346,06
Gestion de l'eau	Eau potable (réseau)	5,02
	Récupération eau de pluie	0,00
	Eau usée	7,35
	Total eau	12,37
Gestion des déchets	Centre de tri et déchetterie	-23,89
	Gestion des biodéchets	0,00
	Gestion des déchets non recyclés	65,93
	Collecte des déchets	1,88
	Total déchets	43,92
Gestion des sols	Changement d'affectation des sols	-1,76
	Travaux et mode de gestion	30,28
	Transport de terre	2,98
	Total sols	31,50
Gestion de la mobilité	Domicile – Accompagnement	37,44
	Domicile – Achats	54,52
	Domicile – Loisirs	64,76
	Domicile – Travail	195,06
	Domicile – Etude	21,24
	Domicile – Affaires personnelles	38,13
	Domicile – Autre	1,62
	Travail – Secondaire	24,99
	Secondaire	31,11
	Voirie locale	4,36
	Total mobilité	473,23
Total		993,12

Tableau 1 : Résultats à l'échelle du quartier

A l'échelle du quartier, la mobilité représente le pôle le plus émissif du projet. Cependant, l'outil UrbanPrint ne permet pas de renseigner les données de mobilité propres au projet aussi cette valeur correspond à une estimation calculée sur la base des données statistiques spatialisées issues de l'IRIS (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique) et de la base unifiée des Enquêtes Ménages Déplacement de France (EMD) couplées avec les données de l'Enquête Globale Transport (EGT 2010). Ainsi, l'outil détermine 4 indicateurs : la proportion de personnes inactives (pour les déplacements domicile/travail), la proportion de logements individuels, la taille moyenne des ménages et la proportion de ménage sans voiture, qui permettent de calculer les motifs, les distances et les fréquences de déplacement que l'outil attribue ensuite à chaque bâtiment composant le projet.

Les produits de construction représentent le pôle le plus émissif derrière la mobilité avec des émissions estimées à 346,06 t éq. CO₂/an. Le choix des matériaux utilisés permet d'éviter 44 t éq. CO₂/an en comparaison d'un quartier dit de « référence » qui correspond à un quartier avec le même programme et les mêmes fonctions urbaines que le quartier étudié, sur lequel une stratégie de référence (à un niveau qualifié de « Business as Usual ») est appliquée par l'outil.

Les systèmes énergétiques constituent un pôle émetteur important avec environ 87,23 t éq. CO₂ par an. Néanmoins, l'utilisation de pompes à chaleurs électriques, comme source d'énergie principale permet de limiter les émissions liées au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire, sous-postes habituellement les plus émissifs avec l'utilisation de combustibles fossiles. Ainsi, à l'échelle du quartier, les autres usages électriques constituent le poste énergétique le plus émissif (environ 36 t eq. CO₂/an).

La gestion de l'eau représente un poste relativement peu émissif à l'échelle du quartier. Le volume d'eau potable est estimé à 41 008 m³ par an.

La gestion des déchets et en particulier celle des déchets non recyclables représente un potentiel d'émission important à l'échelle du quartier. A contrario, le tri des déchets permet d'éviter 24 t éq. CO₂/an.

Bien que le projet s'implante sur des terres agricoles et entraîne l'imperméabilisation d'une partie des sols, un puit de carbone liée aux espaces verts de 1,76 t éq. CO₂/an est induit par le changement d'affectation des sols.



III.2 Au niveau du bâti

L'impact environnemental est calculé pour chaque bâtiment. Il est ainsi choisi de présenter les résultats en différenciant les bâtiments collectifs et les maisons individuelles.

Pôle d'émission	Détail par poste	Emissions de CO ₂ (t/an)	
		Collectifs	Maisons individuelles
Systèmes énergétiques	Chauffage	12,23	6,85
	Refroidissement	0,00	0,00
	Eau chaude sanitaire	8,49	2,61
	Eclairage	1,73	0,50
	Ventilation	2,79	0,89
	Autres usages électriques	22,37	7,96
	Total énergie	47,61	18,81
Produits de construction	Espaces extérieurs	3,73	2,39
	Fondations et infrastructure	14,90	4,77
	Superstructure - maçonnerie	34,08	5,85
	Couverture – étanchéité – charpente - zinguerie	6,15	2,15
	Cloisonnement – doublage – plafonds suspendus – menuiseries intérieurs	14,53	5,85
	Façades et menuiseries extérieures	20,48	5,73
	Revêtements de sols, murs et plafonds – chape – peinture – décoration	26,63	8,47
	Chauffage – ventilation – refroidissement – eau chaude sanitaire	37,62	23,51
	Installations sanitaires	10,06	3,22
	Réseaux d'énergie (courant fort)	17,88	11,70
	Réseaux de communication (courant faible)	0,74	0,24
	Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur	12,66	0,00
	Equipement de production d'électricité	0,00	0,00
	Total produits de construction	199,46	73,88
Gestion de l'eau	Eau potable (réseau)	3,53	0,78
	Récupération eau de pluie	0,00	0,00
	Eau usée	5,80	1,28
	Total eau	9,33	2,06
Gestion des déchets	Centre de tri et déchetterie	-15,23	-3,86
	Gestion des biodéchets	0,00	0,00
	Gestion des déchets non recyclés	28,59	7,25
	Collecte des déchets	0,79	0,20
	Total déchets	14,15	3,59
Gestion des sols	Changement d'affectation des sols	0,67	0,43
	Total sols	0,67	0,43
Total		271,22	98,77

Tableau 2 : Résultats à l'échelle du bâti

Les produits de construction constituent le pôle le plus émissif à l'échelle des bâtiments avec notamment le réseau CVC qui représente le sous-secteur le plus important.

Le chauffage et les usages électriques représentent également des postes particulièrement émissifs, faisant des systèmes énergétiques le deuxième pôle le plus émissif à l'échelle du bâti.

Concernant les potentiels de réchauffement climatique liés à l'utilisation de l'eau, ils se répartissent entre les émissions du réseau d'eau potable et d'eaux usées. Les consommations estimées d'eau potable et d'eau chaude sanitaire sont présentées dans le tableau suivant :

	Collectifs	Maisons individuelles
Eau potable	25 008	6 336
Eau chaude sanitaire	12 775	3 256

Tableau 3 : Volume d'eau consommé à l'échelle du bâti (en m³/an)

A partir du nombre de logements et de leurs typologies, l'outil UrbanPrint effectue une première estimation du nombre total d'habitant à 653 résidents permettant d'estimer la quantité de déchets à l'échelle de chaque bâtiment. A titre informatif, la quantité d'ordures ménagères totale d'un habitant français en 2021 varie entre 244 kg et 567 kg (source : Ademe).

	Collectifs	Maisons individuelles
Quantité de biodéchets valorisés	22 027	5 579
Quantité de déchets non recyclés	63 454	16 079
Quantité de déchets envoyés en centre de tri ou déchetterie	95 694	24 248

Tableau 4 : Quantité de déchets à l'échelle du bâti (en kg/an)

Par ailleurs, le tri et la valorisation des déchets permettent l'évitement d'émissions de GES à l'échelle de chaque bâtiment. Enfin, les bâtiments étant implantés sur des terres perméables, le changement d'affectation des sols entraine des émissions.



III.3 Au niveau des espaces extérieurs

Le tableau suivant présente la répartition par pôle d'émissions au niveau des espaces extérieurs.

Pôle d'émission	Détail par poste	Emissions de CO ₂ (t/an)
Systèmes d'énergie	Eclairage	1,34
	Total énergie	1,34
Produits de construction	Espaces extérieurs	14,40
	Total produits de construction	14,40
Gestion de l'eau	Eau potable (réseau)	0,61
	Récupération eau de pluie	0,00
	Eau usée	0,22
	Total eau	0,83
Gestion des déchets	Gestion des biodéchets	0,03
	Gestion des déchets non recyclés	13,79
	Centre de tri et déchetterie	0,00
	Collecte des déchets	0,34
	Total déchets	14,16
Gestion de la mobilité	Voirie locale	1,88
	Total mobilité	1,88
Gestion des sols	Changement d'affectation des sols	-3,30
	Total sols	-3,30

Tableau 5 : résultats à l'échelle des espaces extérieurs

La gestion des déchets constitue le pôle le plus émissif à l'échelle des espaces extérieurs avec environ 14,4 t éq. CO₂/an. En termes de quantité, la production de déchets non recyclés est évaluée à 45 225 kg/an et celle de biodéchets valorisés à 106 255 kg/an.

La consommation liée à l'éclairage est évaluée à 31 578 kWh/an, représentant un pouvoir émissif de 1,34 t éq. CO₂/an.

La quantité d'eau potable extraite du réseau est estimée à 5 792 m³, ce qui correspond à un pouvoir émissif de 0,61 t éq. CO₂/an. En comparaison, les émissions liées à la gestion des eaux usées sont estimées à 0,22 t éq. CO₂/an.

L'amélioration du stockage carbone par le sol induite par la création d'espaces vert représente un puit de carbone de 3,30 t éq. CO₂/an.

III.4 Au niveau des habitants

Le tableau suivant présente la répartition par poste de l'empreinte carbone d'un habitant du futur quartier.

Pôle d'émission	Détail par poste	Pourcentage du pôle d'émission	Pourcentage de l'empreinte carbone
Mobilité	Mobilité régulière et locale	57 %	28 %
	Mobilité longue distance	43 %	
Alimentation	Produits des industries alimentaires	73 %	28 %
	Produits de l'agriculture et de la chasse	27 %	
Services	Services publics	38 %	26 %
	Administration publique et de défense, sécurité sociale	18 %	
	Services d'hébergement et de restauration	13 %	
	Services d'assurances	7 %	
	Services de télécommunication	4 %	
	Gestion et traitement des déchets et consommation de l'eau	1 %	
	Autres	19 %	
Biens de consommation	Produits de l'industrie textile	23 %	10 %
	Ameublement	14 %	
	Produits informatiques	13 %	
	Equipeement électrique	11 %	
	Produits métalliques	11 %	
	Produits pharmaceutiques	4 %	
	Autres	24 %	
Logement	Construction	77 %	8 %
	Consommation énergétique	23 %	

Tableau 6 : Répartition de l'empreinte carbone d'un habitant du quartier

A l'échelle des habitants, la mobilité, l'alimentation et les services constituent les principaux pôles d'émissions et représentent 82 % de leur empreinte carbone. Le logement représente quant à lui 8 % de l'empreinte carbone d'un futur résident du quartier.

Pour ce dernier, son empreinte carbone est estimée à 7,1 t éq. CO₂/an, ce qui est inférieur à l'empreinte d'un français moyen en 2023 (environ 9,4 t éq. CO₂/an).

La trajectoire nationale bas carbone impose une émission maximum de 2 t éq. CO₂/an par français d'ici 2050. Avec la réduction progressive des émissions, cet objectif sera atteint par les habitants du quartier à partir de 2033.



IV. MESURES ERC GENERALES

Pour éviter au maximum les émissions de GES, des mesures peuvent être envisagées lors de l'aménagement des lots. Pour conserver les puits de carbone naturels, la création de surfaces perméables peut être envisagée avec l'utilisation de terres stabilisées pour les cheminements piétons et de dalles enherbées, graviers ou pavés pour le stationnement, permettant de favoriser l'infiltration des eaux pluviales. Ce choix favorise également un albédo plus élevé réduisant les besoins en éclairage. Les bâtiments peuvent être implantés selon l'orientation solaire afin d'éviter un recours excessif au chauffage ou à la climatisation.

Pour limiter les émissions liées au transport des résidents et des salariés des commerces implantés, des solutions de mobilité décarbonée peuvent être encouragées : installation de bornes de recharges électriques alimentées par des panneaux photovoltaïques, aménagement de pistes cyclables et de parking à vélos sécurisés, promotion du covoiturage et des transports en commun.

Pour réduire les émissions résiduelles, des solutions techniques peuvent être mises en œuvre comme l'installation d'éclairages LED, l'utilisation de matériaux bas carbone et de techniques de construction éco-responsables (utilisation de béton bas carbone ou de structures en bois local). En maximisant la végétation (arbres, haies, toitures et murs végétalisés), la séquestration naturelle du CO₂ peut être renforcée et les îlots de chaleur limités, réduisant ainsi les besoins en climatisation des infrastructures. Par ailleurs, le passage à l'électrique ou au biocarburant des engins de maintenance des espaces extérieurs (utilitaire, tondeuse) permet de réduire les émissions qui leur sont associées.

La mise en place d'un système de tri sélectif performant permet de séparer efficacement les différents types de déchets dès leur production, facilitant le recyclage ou la valorisation. Le compostage des biodéchets offre une solution durable pour transformer les restes alimentaires issues des services de restauration en compost pour les espaces verts.

Enfin, pour compenser les émissions inévitables, des mesures d'engagement dans des projets de reforestation ou de restauration d'écosystèmes locaux, comme la plantation d'arbres ou la création de haies bocagères, qui permettent de séquestrer du CO₂ sur le long terme peuvent être envisagées. Ces engagements peuvent également concerner des programmes de compensation carbone certifiés, au travers de financements d'initiatives de production d'énergies renouvelables ou de méthanisation en France ou à l'étranger.

V. SYNTHÈSE

La réalisation de l'évaluation de la performance environnementale par l'intermédiaire du bilan des émissions de gaz à effet de serre du projet « Pont de Pierre » à Gravelines indique les résultats suivants :

- A l'échelle du quartier, les postes les plus émissifs sont la mobilité et les produits de construction. Cependant, l'estimation des déplacements liés au projet est issue de données statistiques spatialisées et ne peut pas être affinée avec des données propres au projet.
- Les produits de construction et le réseau CVC sont responsables des impacts carbone les plus importants à l'échelle du bâti.
- La mise en œuvre du tri sélectif permet un gain d'émissions de CO₂ d'environ 35 % sur la production de déchets.
- Avec la réduction progressive des émissions à l'échelle des habitants, le quartier sera compatible avec la trajectoire nationale bas carbone à partir de l'année 2033.