

SEPTEMBRE 2025

Examen au cas par cas



Projet PHARE du Grand Port Maritime de Marseille

Bilan des Gaz à effet de serre du projet (BEGES)

Sommaire

1. Synthèse des résultats	2
2. Mise en contexte et objectifs	4
2.1 Documents cadres relatifs à la thématique climat / énergie	4
2.2 Aménagement urbain et GES : de quoi parle-t-on ?	5
2.3 Présentation du site	5
2.4 Présentation du projet	7
3. Méthodologie.....	9
3.1 Définitions des notions clés.....	9
3.2 Présentation des scénarios d'étude	11
3.3 Poste d'émissions retenus	11
3.4 Hypothèses et données d'entrée générales	13
4. Résultats détaillés du bilan GES	17
4.1 Total des émissions de l'opération	17
4.2 Détails des postes d'émissions	19
5. Leviers de réduction	32
6. Limites de l'étude.....	33
7. Conclusion	34
Annexe 1.....	35

1. Synthèse des résultats

Dans le cadre de la procédure d'Examen au cas par cas du projet PHARE à Marseille (13), tous les bâtiments existants sur l'aire d'étude immédiate, dont l'actuel siège du GPMM, seront démolis. Le projet prévoit la construction d'un ensemble immobilier comprenant le nouveau siège du GPMM, des activités tertiaires, ainsi que des espaces d'animation ouverts au public (commerces, restaurants, etc.). Il inclut également l'aménagement des espaces publics environnants. Le présent document propose un **Bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)** du projet.

Le principe de ce bilan est de sommer les estimations des émissions de GES selon les postes considérés. L'utilisation de « facteurs d'émissions » de référence permet de convertir des données connues ou évaluées.

Notons qu'il s'agit d'une étude de faisabilité et de définition des variantes, une variation de plus ou moins 10% des surfaces est à prendre en compte vis-à-vis du projet final.

Par rapport à la situation initiale, la démolition des bâtiments existants suivi de la reconstruction du nouvel ensemble immobilier émet davantage de GES, d'environ + 55 kt_{CO2e} en émissions nettes, soit une multiplication par 7.

Le projet rejette plus d'émission de GES, mais engendre également des émissions évitées (négatives).

- Les émissions du scénario « initial » sont estimées à environ 8 ktCO_{2e}.
- Les émissions du scénario « projet » sont estimées à environ 62 ktCO_{2e}.
- Les émissions du scénario « fil de l'eau » sont estimées à environ 7 ktCO_{2e}.

Tableau 1 : Bilan des émissions de GES totales des trois scénarios étudiés

	État initial	Projet	Fil de l'eau
	<i>En Kilotonnes de CO₂e</i>		
Émissions brutes	8	62	7
Émissions négatives	0	-8	0

Parmi les émissions dites « négatives », seules les émissions liées à la valorisation des déchets de démolition et d'exploitation ont été quantifiées. Ces émissions ne sont pas sommées aux émissions brutes puisque ces actions se font de manière systématique selon la réglementation et les pratiques actuelles de gestion des déchets en France, indépendamment des choix du projet pour réduire ces émissions. Elles sont donc présentées à titre indicatifs.

Notons que le poste le plus important est lié aux matériaux de construction (**20 kt_{CO2e}**, soit **32 %**), suivi par le poste lié aux déplacements des visiteurs (**18 kt_{CO2e}**, soit **29 %** du bilan d'émissions de GES total). Les émissions liées aux déplacements des employés (**17 kt_{CO2e}**, soit **27 %**) arrivent en troisième position.

Le projet est le scénario le plus émetteur de gaz à effet de serre : par rapport à l'état actuel, il rejette en comparaison + **55 kt_{CO2e}** nettes. Il contribue cependant à la création d'emplois, au développement de nouveaux espaces culturels accessibles aux habitants et à la démolition de bureaux anciens, énergivores, remplacés par des nouveaux bâtiments très performants sur le plan énergétique, favorisant ainsi la revitalisation du tissu urbain existant. La réimplantation des bureaux en centre-ville contribue à réduire l'empreinte carbone du projet, en favorisant les mobilités durables (transports en commun, modes actifs) et en limitant la dépendance à la voiture individuelle qui aurait été largement plus utilisée si les bureaux avaient été construits sur les terrains du GPMM à Fos-sur-Mer.

L'état initial et le scénario fil de l'eau ont quasiment les mêmes résultats.

2. Mise en contexte et objectifs

2.1 Documents cadres relatifs à la thématique climat / énergie

2.1.1 Engagements politiques nationaux et internationaux

L'Accord de Paris vise à limiter le réchauffement climatique à 2°C d'ici la fin du siècle par rapport à l'ère préindustrielle. Cela implique de réduire les émissions mondiales de Gaz à Effet de Serre (GES) de 40 % en 2030 à 70 % en 2050 par rapport à 2010, et d'atteindre des niveaux d'émission proches de zéro en 2100. La France s'est engagée, avec **la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC)**, à réduire de 75 % ses émissions de GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990 (Facteur 4).

Par ailleurs, à une échelle européenne, la Commission Européenne a publié, le 14 juillet 2021, une quinzaine de directives et règlements relatifs au **paquet Climat européen**. Ces nouveaux objectifs devraient permettre à l'UE de réduire d'au moins 40 à 55 % ses émissions nettes de GES d'ici à 2030, par rapport à 2010.

2.1.2 Métropole Aix-Marseille-Provence

Les **Plans Climat Air Energie Territoriaux (PCAET)** sont des documents cadres dont l'objectif principal est de décliner les objectifs mondiaux et nationaux (objectifs de réductions des émissions de GES de 40 % en 2030 par rapport à 1990 de la Loi sur la Transition Énergétique pour la croissance Verte (LTECV) notamment) à l'échelle locale.

Le PCAET du territoire métropolitain d'Aix-Marseille-Provence a été adopté en décembre 2021. Ce document a pour objectif de définir la stratégie de transition « air-énergie-climat » du territoire à l'horizon 2050 et s'articule autour des objectifs suivants :

- La réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES).
- La sobriété énergétique.
- L'amélioration de la qualité de l'air.
- Le développement des énergies renouvelables.
- L'adaptation au changement climatique.

Ces objectifs sont répartis en 13 axes d'intervention se déclinant en 100 actions.

Il fixe une vision à long terme des politiques climatiques et énergétiques à mettre en œuvre dans tous les secteurs d'activité. Il s'agit d'un projet territorial de développement durable dont l'objectif est la lutte contre le changement climatique et la pollution de l'air.

À horizon 2050, les objectifs visés par le plan sont les suivants :

- L'atteinte de 2 tCO₂e/habitant.
- Une réduction de 50 % des consommations énergétiques de l'ensemble des secteurs.
- Couvrir 100 % des besoins de consommation d'énergie par des énergies renouvelables.
- Diminuer de 50 % la population exposée aux pollutions atmosphériques et sonores pour préserver son cadre de vie et sa santé.

2.2 Aménagement urbain et GES : de quoi parle-t-on ?

Tout projet d'aménagement urbain engendre des émissions de GES, selon les différentes étapes de son cycle de vie. Les **émissions en phase exploitation directes** (émissions issues des sources fixes de combustion comme les systèmes de chauffage par exemple) et indirectes (émissions indirectes liées à la consommation d'électricité, aux déplacements engendrés pour se rendre sur le site, etc.) sont les plus évidentes, mais elles ne se résument pas à cette phase.

En effet, la **phase chantier** est responsable d'une certaine quantité d'émissions de GES directes (utilisation d'engins sur le site) ou indirectes (poids carbone des matériaux produits et utilisés pour la construction et les installations, déplacements domicile-travail des salariés, etc.), et la **phase post-exploitation** également (traitement des déchets, travaux de démantèlement sur le site).

Néanmoins, selon la conception du projet d'aménagement et des choix adoptés, une certaine quantité d'**émissions peut être évitée**, en ayant recours aux énergies renouvelables ou en axant l'accessibilité du site sur les transports en commun et les modes doux par exemple.

Il est également possible de **favoriser le stockage de carbone**, notamment en limitant l'imperméabilisation des sols au profit de zones de pleine terre végétalisées (les végétaux agissent comme des puits de carbone grâce à l'absorption du CO₂ dans le processus de la photosynthèse) ou encore en intégrant une certaine quantité de matériaux biosourcés (bois, paille, textiles recyclés, etc.) dans les constructions.

2.3 Présentation du site

Le site du projet PHARE est localisé sur la côte méditerranéenne, au sein du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), dans le département des Bouches-du-Rhône (13) en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA). Le site est plus précisément situé dans les bassins Est du GPMM, à proximité de la place de la Joliette à Marseille.

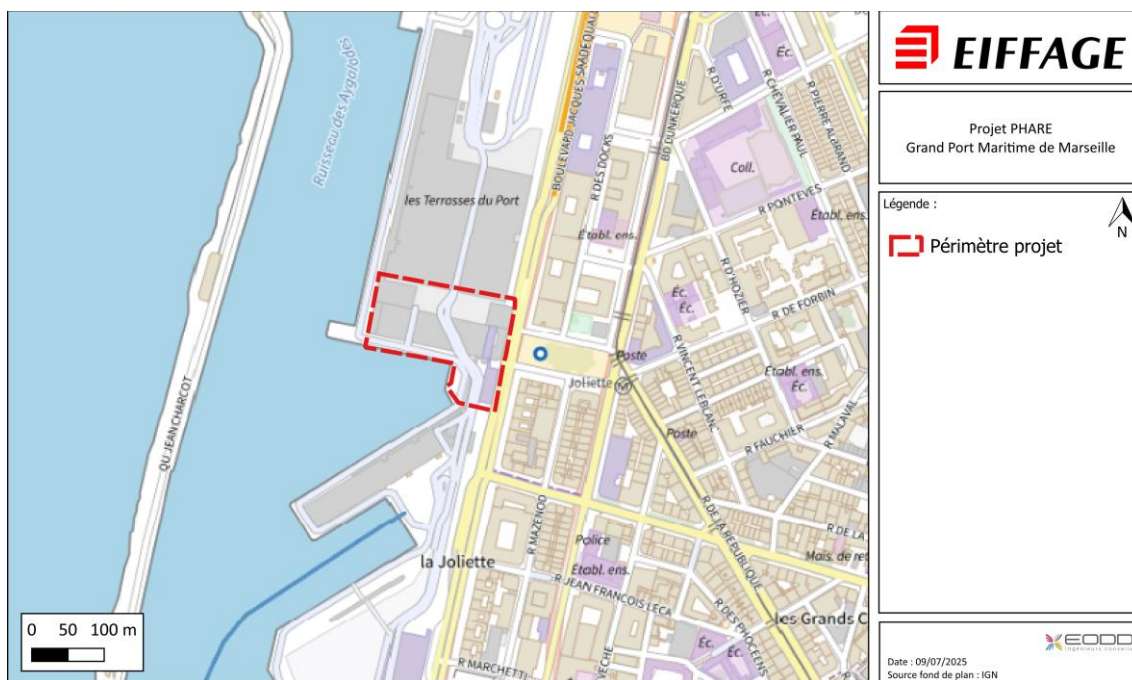


Figure 1 : Localisation du site

Actuellement, le site est occupé par les bâtiments suivants :

- L'actuel siège du GPMM (constitué de deux bâtiments A&B).
- La halle J0, elle-même divisées en deux halles Nord et Sud, hébergeant un bâtiment d'archives et la galerie lorraine.
- La passerelle de raccord entre les halles J0 et J1.
- Le hangar M2 et le bâtiment Pignon Ouest.
- La gare corse.

La carte suivante affiche le plan masse de la situation existante.

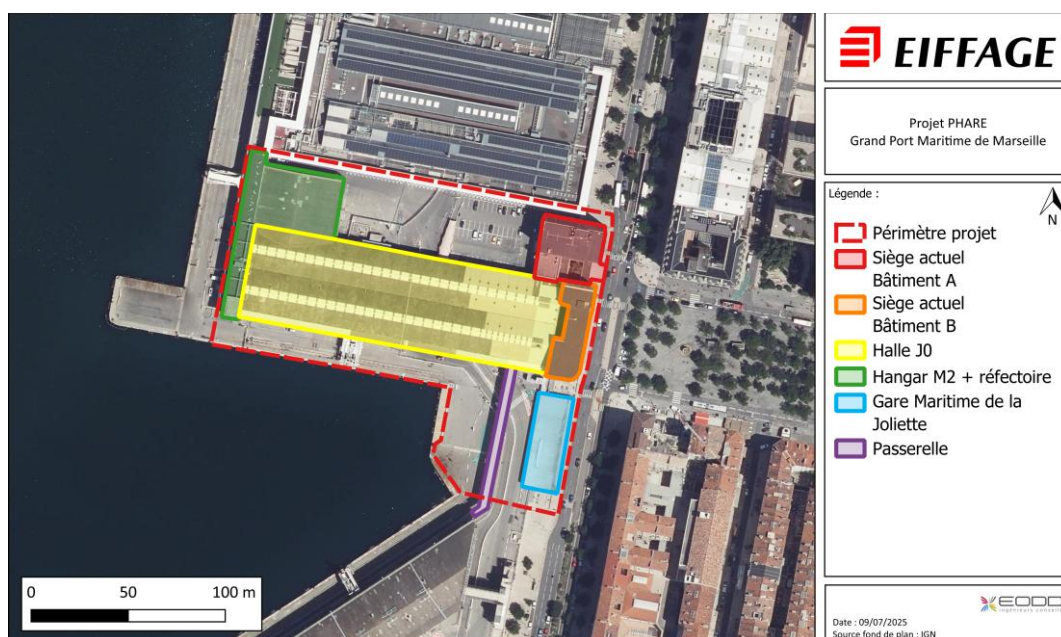


Figure 2 : Vue aérienne et découpage du site existant

2.4 Présentation du projet

Le grand port maritime de Marseille (GPMM) souhaite construire son nouveau siège et valoriser son patrimoine foncier, l'enjeu étant également de faire évoluer la mixité urbaine entre Ville et Port. Eiffage, au travers de la société PERSEE intervient en tant que porteur de projet.

Le projet consiste à démolir la majorité des bâtiments existants dont le siège actuel du GPMM, datant des années 50 ; le plan d'ensemble des bâtiments à démolir est présenté en Annexe 1. La halle J0 sera quant-à-elle réhabilitée et restructurée pour accueillir des nouveaux usages.

Le projet PHARE prévoit la création un ensemble immobilier partagé entre deux périmètres : le périmètre du nouveau siège du GPMM et le périmètre valorisation. Ce dernier comprend la construction d'un complexe multi-usages intégrant des bureaux et d'autres surfaces tertiaires et d'animation ouvertes au public tels que des espaces culturels et muséaux, des Hubs, un Port Center, des commerces, des restaurants, des espace publics, etc. Une grande partie de ces usages prendront place dans la halle J0 réhabilitée.

Le périmètre du projet s'étend sur 23 254 m².

La figure ci-dessous présente le programme du projet :

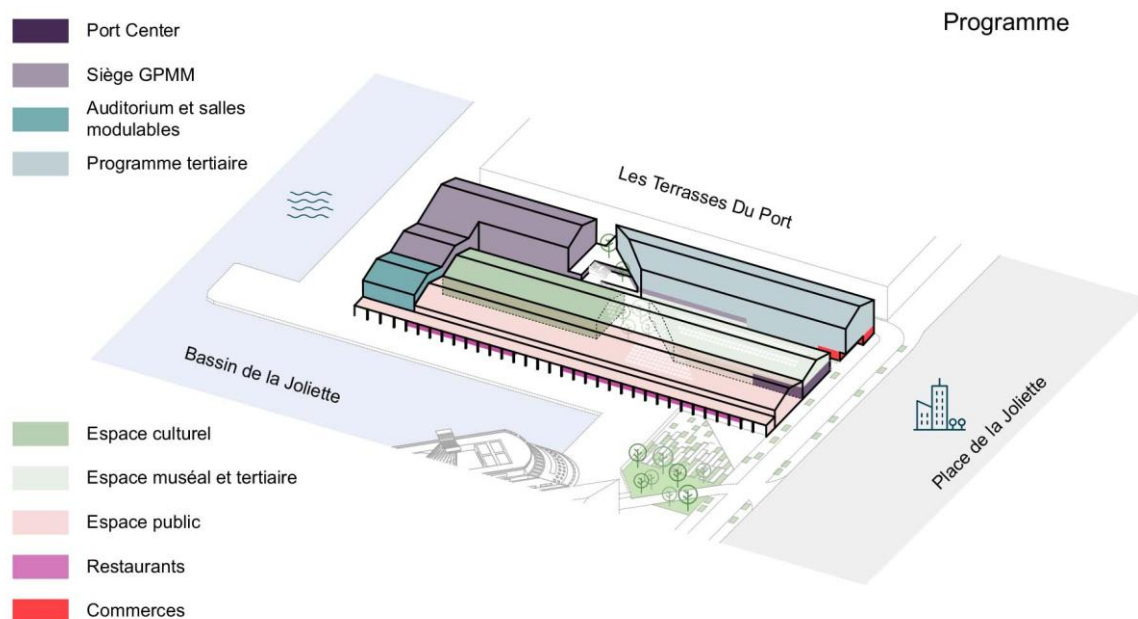


Figure 3 : Programme du projet PHARE

3. Méthodologie

3.1 Définitions des notions clés

Gaz à Effet des Serre (GES) : constituant gazeux de l'atmosphère naturel ou anthropogène, qui absorbe et émet le rayonnement d'une longueur d'onde spécifique du spectre du rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, l'atmosphère et les nuages. Ce constituant peut être émis de différentes manières, naturelle (exemple : volcanisme) ou bien d'origine humaine (exemple : la combustion de produits pétroliers, provenant du carbone accumulé dans le sous-sol, qui libère notamment du dioxyde de carbone ou CO₂).

Les gaz à effet de serre considérés sont ceux énumérés par l'arrêté du 25 janvier 2016 relatif aux GES couverts par les bilans d'émission de GES et les plans climat-air-énergie territoriaux : dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), protoxyde d'azote (N₂O) ainsi que des gaz fluorés (HFC, PFC, SF₆, NF₃).

Bilan d'émissions de GES : évaluation du volume total de GES émis dans l'atmosphère sur une année par les activités de la personne morale sur le territoire national, et exprimé en tonnes de dioxyde de carbone équivalent.

Équivalent dioxyde de carbone (équivalent CO₂ ou CO₂e) : unité utilisée pour comparer les émissions de divers GES, en convertissant leurs quantités émises en la quantité équivalente de CO₂ ayant le même Potentiel de Réchauffement Global (PRG).

Potentiel de réchauffement global (PRG) : terme utilisé pour décrire la puissance relative d'un GES en tenant compte de la durée de temps pendant laquelle il restera actif dans l'atmosphère. Les PRG actuellement utilisés sont calculés sur 100 ans. Pour le dioxyde de carbone, considéré comme le gaz de référence, il lui est attribué un PRG égal à 1 pour 100 ans.

Puits de carbone : réservoir (naturel ou artificiel) qui absorbe et stocke une quantité significative de dioxyde de carbone (CO₂) afin d'en limiter la concentration dans l'atmosphère. Il peut s'agir par exemple de végétation, des océans, de matériaux biosourcés ou des sols. La séquestration du carbone désigne les processus extrayant le carbone ou le CO₂ de l'atmosphère et le stockant dans un puits de carbone. À l'inverse, on parle d'émissions de GES lorsque le puits de carbone en relargue.

Périmètre temporel : le calcul des émissions de GES d'un projet doit se faire sur l'ensemble de sa durée de vie, prenant en compte les phases de construction, exploitation et fin de vie.

Postes d'émissions : plusieurs catégories d'émissions sont distinguées, listées ci-dessous, dénommées « scope » dans certains référentiels. Elles ne s'appuient pas sur la nomenclature classique des bilans GES (émissions directes, indirectes liées à l'énergie, autres indirectes...) car il n'a pas été jugé que ce soit le plus pertinent dans le cas d'un bilan GES de projet d'un aménagement de quartier.

1 tonne de CO₂ : l'indicateur « tonne de CO₂ équivalent » est utilisé quand on évoque le changement climatique et particulièrement les émissions de GES.

Un Français émet en moyenne 12 tonnes d'équivalent CO₂ par an. Pour éviter que l'augmentation des températures ne dépasse les 2°C d'ici 2050 et tendre vers les objectifs climatiques fixés par la réglementation nationale, chaque habitant de la planète ne devrait pas émettre plus de 1,6 à 2,8 tonnes de CO₂ par an !

Pour donner des ordres de grandeur, 1 tonne de CO_{2e} correspond à, soit :

- 500 m³ de gaz (chauffe un appartement de 50 m² moyennement isolé) ou 380 litres de mazout.
- 1 aller-retour Paris-New York en avion.
- 190 allers-retours Paris-Bordeaux en train.
- 14 000 km avec une Twingo en ville.
- 4 300 kWh d'électricité.
- 1,8 tonne de papier.
- 1 m² de construction d'un bâtiment sur l'ensemble de son cycle de vie.

Cas du CO₂ biogénique

Le développement de tout végétal est lié au phénomène de la photosynthèse, qui induit la création de dioxygène, réémis dans l'atmosphère, mais aussi la formation de glucose (C₆H₁₂O₆), qui va permettre à la plante d'opérer sa croissance. Le carbone présent dans ce composé fait partie intégrante de la plante. **Ce carbone dit biogénique, et noté « CO_{2b} », est donc le carbone constitutif du végétal**, provenant du processus de photosynthèse à partir du CO₂ présent dans l'air.

Le carbone biogénique est lié à un cycle court, c'est pourquoi on ne considère pas que les produits pétro-sourcés contiennent du carbone biogénique, car issus de matières premières végétales sur des cycles très longs (dégradation thermique de matières organiques, sur des millions d'années).

Du fait de ce prélèvement initial de CO₂ dans l'atmosphère, les végétaux contribuent à la diminution du stock total de GES, et présentent ainsi un bénéfice sur le changement climatique. On dit qu'ils représentent un puits carbone. Lorsqu'elle est prise en compte dans les bilans GES, la séquestration du carbone est comptée comme une émission négative (quantité de carbone négative).

Le carbone biogénique peut-être est considéré dans les postes suivants : stockage dans les sols végétaux et dans les matériaux biosourcés utilisés dans les produits de construction.

3.2 Présentation des scénarios d'étude

La présente étude retient trois scénarios, définis comme suit :

- **État initial** : il s'agit des émissions imputables à la situation initiale du périmètre d'étude, **avant que les travaux de démolitions** des ouvrages existants **et les travaux de construction** des nouveaux bâtiments, infrastructures et espaces extérieurs ne **débutent**. En l'état le périmètre d'étude est donc composé des bâtiments existants, détaillées dans le §0. Les seuls bâtiments considérés comme occupés sont la gare Corse et l'actuel siège du GPMM, fonctionnant sans effort particuliers sur le carbone et l'énergie. **L'année de référence** de cet état initial est **2025** ;
- **État projet** : il s'agit de la situation du site une fois le projet du périmètre d'étude achevé, c'est-à-dire une fois que le nouveau complexe immobilier sera construit et que les espaces extérieurs seront également livrés. L'année de référence du projet est **2030** (date de livraison prévue correspondant à la fin des travaux de la tranche 2) ;
- **Scénario fil de l'eau** : il s'agit de la situation du site à la même date que la fin du projet, en **2030**, mais sans la mise en œuvre de ce projet. Le périmètre englobera donc les mêmes infrastructures et bâtiments qu'à l'état initial. Les matériaux de construction seront davantage amortis.

3.3 Poste d'émissions retenus

En conformité avec le guide méthodologique « *Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact* » de février 2022 du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES), n'ont été retenus que les postes d'émissions jugés significatifs pour le projet :

« Les critères d'un poste significatif, dont l'identification relève de la responsabilité du porteur de projet, peuvent être définis notamment au regard (non exhaustif) :

- de la contribution du poste vis-à-vis des émissions globales du projet ;
- de son importance stratégique (image, relations avec les parties prenantes telles que les fournisseurs ou les investisseurs, etc.) ;
- de son exposition aux risques (variation du coût des énergies fossiles, réglementation contraignante, chaîne d'approvisionnement, etc.). »

Certains postes d'émissions exclus du bilan l'ont été par absence de données disponibles ou délibérément, en s'appuyant sur la bibliographie et l'expérience d'EODD, devant les ordres de grandeur des autres postes. Ils sont détaillés dans la section 6.

Les postes d'émission retenus sont les suivants :

- **Chantier de construction/démolition du bâtiment**
 1. Émissions directes des sources mobiles des engins en phase démolition
 2. Émissions directes des sources mobiles des engins en phase construction
- **Matériaux**
 3. Bâtiments : Poids carbone des matériaux utilisés pour les bâtiments neufs
 4. Revêtement des sols : Poids carbone des matériaux utilisés pour les voiries, chemins, parcs végétaux et autres espaces extérieurs
- **Consommations énergétiques : émissions de GES provenant de la production de l'électricité, de la chaleur, de la production de froid ou de la vapeur importée et consommée en phase exploitation**
 5. Émissions liées à la consommation d'énergie en phase exploitation
- **Émissions liées aux déplacements et transports**
 6. Émissions liées aux déplacements quotidiens (domicile-travail) des personnes extérieures au site qui viennent y travailler
 7. Émissions liées aux déplacements des visiteurs du site
- **Déchets : émissions provenant des déchets sur site et de leur traitement**
 8. Émissions liées aux déchets et au traitement des déchets générés en phase démolition
 9. Émissions liées aux déchets d'exploitation et leur traitement
- **Émissions négatives : leviers d'actions permettant d'éviter des émissions de GES**
 10. Émissions liées à la phase chantier et à la valorisation des déchets de démolition
 11. Émissions liées à la phase chantier et à la valorisation des déchets d'exploitation

3.4 Hypothèses et données d'entrée générales

3.4.1 Surfaces

Les surfaces de plancher (SDP) et utiles (SU) qui ont été considérées dans ce bilan – et sont utiles pour bon nombre de facteurs d'émissions qui dépendent de la surface construite, ou démolie – sont celles du tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Surfaces de plancher et utiles considérées dans les différents scénarios

Usages	État initial	Projet	État initial	Projet
	SU (m²)		SDP (m²)	
NEUFS				
Total Bureaux périmètre RE2020 (Siège GPMM et PIA A)	-	18 150	-	19 728
Total restauration collective	-	562	-	568
Total commerces	-	246	-	253
Total restaurants	-	550	-	553
Total Espace culturel - HUB A	-	621	-	640
HUB B	-	695	-	705
Port Center	-	602	-	611
Espaces culturels halle Ouest	-	1 589	-	1 650
Total Espace culturel - Autres	-	2 886	-	2 966
Total Bureaux halle Est	-	2 547	-	2 622
TOTAL NEUF	-	25 562	-	27 330
RESTRUCTURATIONS				
Total halles J0 (Nord et Sud)	6 806	6 587	6 806	6 587
TOTAL RESTRUCTURATIONS	6 806	6 587	6 806	6 587
DÉMOLITIONS OCCUPÉES				
Bureaux du siège	5 953	-	6 471	-
Gare Corse	519	-	639	-
TOTAL DÉMOLITIONS OCCUPÉES	6 473	-	7 110	-

Concernant les surfaces à l'état projet, la surface utile du périmètre RE2020 provient de l'étude thermique RE2020 en date du 19/11/2024. Un coefficient de 0,92 a été appliqué pour la convertir en surface de plancher SDP. Les autres surfaces SU et SDP sont issues des tableaux de surfaces du projet datant de février 2025 associés à chaque périmètre.

La surface de la halle J0 a été calculée à partir des plans de démolition pour l'état initial et des plans du projet datant d'octobre 2024 pour l'état projet.

Les surfaces SDP et hors SDP des bâtiments démolis ont été transférés par les architectes Vezzoni & Associés le 15/09/2025. Un coefficient de 0,92 a été appliqué sur la SDP des bureaux du siège pour estimer la surface utile. Enfin, la surface utile de la gare corse provient du programme lié au projet de la future gare.

Tableau 3 : Surfaces démolies (SDP et hors SDP en m²)

BÂTIMENTS DEMOLIS	Surfaces SDP et hors SDP (m ²)
Bâtiments 1 et 2 : siège GPMM	7 267
Bâtiment 3 : passerelle	328
Bâtiment 4 : Gare corse	639
Bâtiment 5 : Archives	282
Bâtiment 6 : Galerie Lorraine	1 211
Bâtiment 7 : Hangar M2	1 355
Bâtiment 8 : Pignon Ouest	2 021
Guérites	105
Halles existantes	475
TOTAL	13 683

Concernant **les espaces extérieurs**, les aires considérées sont également utilisées pour certains calculs d'émissions, notamment pour estimer le poids carbone des matériaux qui constituent ces espaces extérieurs. Les surfaces extérieures sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Surfaces pour les espaces extérieures du projet (m²)

Typologie	Emprise au sol (m ²)
Bloc de pierre en gradient	716
Béton désactivé	10 999
Béton rouillé	510
Enrobé	1 513
Jardin de pleine terre	854
Pavé pierre ou pavé béton	1 789
TOTAL parc végétal	854
TOTAL surface imperméabilisée	15 526

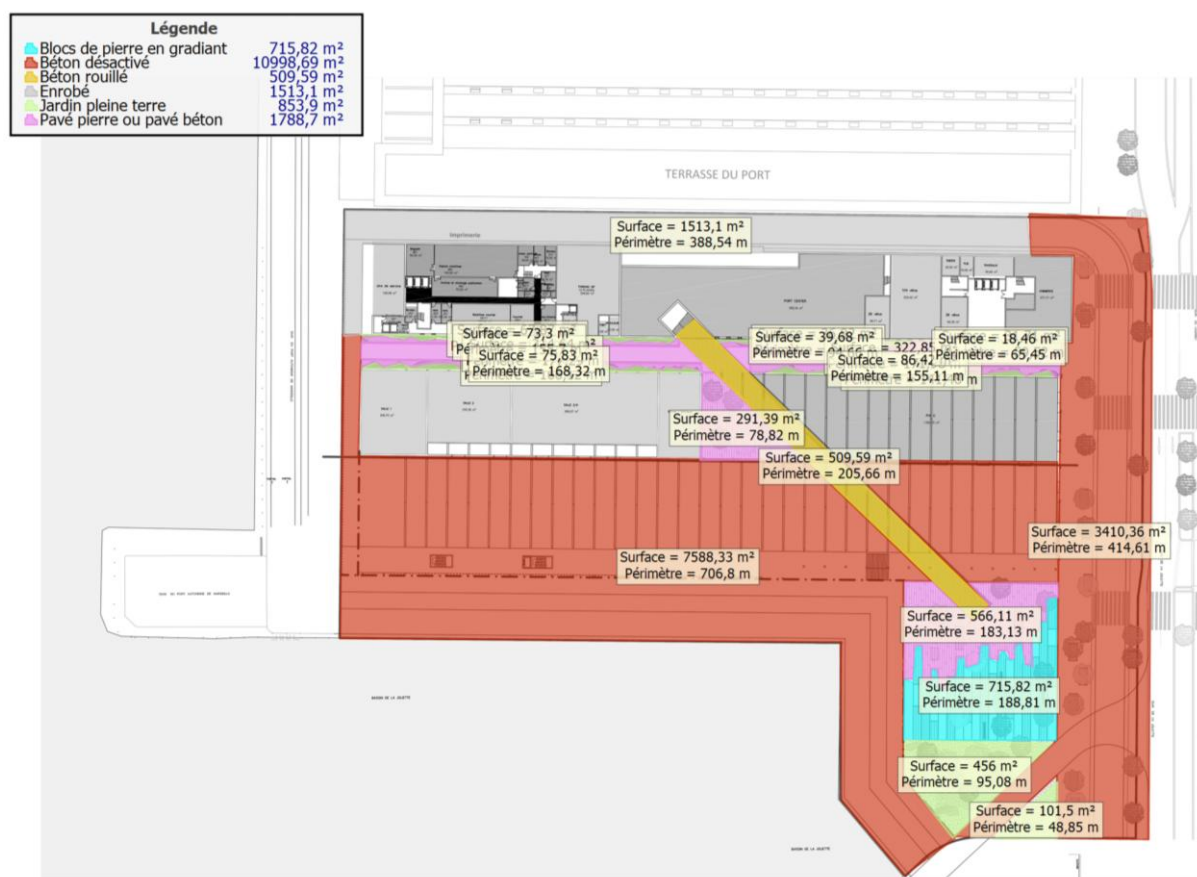


Figure 4 : Repérage des revêtements extérieurs (source : Agence APS – Janvier 2024)

3.4.2 Nombre d'utilisateurs

Pour cette étude, les utilisateurs considérés sont les employés, les visiteurs du site, ainsi que les voyageurs empruntant la gare corse.

Actuellement, le siège du GPMM et la gare Corse comptabilisent respectivement 250 et 15 employés, **soit 265 emplois à temps plein (ETP) pour l'état initial**. (Ce chiffre est identique pour le scénario fil de l'eau, car les surfaces sont les mêmes).

Les tableaux de surfaces du projet indiquent un effectif de 1 449 employés pour les espaces de bureaux. Les surfaces de plancher des commerces, restaurants, et espaces culturels ont permis de compléter le nombre d'employés au sein de l'aire d'étude. **Ainsi 1 525 ETP sont comptabilisés pour le scénario projet**.

Concernant la fréquentation du site par des personnes extérieures, les bâtiments ne sont pas fréquentés par des visiteurs à l'état initial. **Dans le scénario projet**, des visiteurs sont susceptibles de fréquenter les espaces culturels, les restaurants et les commerces. Ils sont estimés à **1 500 visiteurs par jour en semaine** d'après EIFFAGE et Horizon Conseil.

Enfin, des voyageurs piétons en direction de la Corse fréquente actuellement la gare Corse. 1100 départs par an sont comptabilisés avec un effectif de 150 passagers, ce qui équivaut à une fréquentation de **904 passagers par jour**. La création du projet PHARE n'a pas d'impact direct sur ces flux de voyageurs car la gare sera déplacée sur un autre site d'accueil et poursuivra cet usage. Ainsi ce poste d'émissions n'a pas été intégré dans le bilan global.

Ces données servent ensuite à estimer les nombres de venues annuelles totales des employés et visiteurs, et également à calculer le nombre de véhicules qui transitent (postes d'émissions liés aux mobilités).

3.4.3 Facteurs d'émissions

Un facteur d'émission dans un bilan de gaz à effet de serre (GES) est un coefficient qui permet de convertir une activité donnée en quantité d'émissions de GES. Il s'exprime généralement en kilogrammes ou en tonnes de CO₂ équivalent (CO₂e) par unité de l'activité mesurée. Le facteur d'émission est utilisé pour estimer les émissions liées à différentes sources (énergie, transport, matériaux, etc.).

Voici comment il fonctionne :

- **Donnée d'activité** : Il s'agit de l'élément mesuré, par exemple la quantité d'énergie consommée, la distance parcourue, la quantité de matériau utilisé, etc.
- **Facteur d'émission** : Ce coefficient exprime la quantité de GES émise par unité d'activité. Par exemple, pour 1 kWh d'électricité consommée, il existe un facteur d'émission qui varie en fonction du mix énergétique (nucléaire, renouvelable, fossile).

Pour la grande majorité des cas, les facteurs d'émissions utilisés sont issus de la **base Empreinte**, base de données développée par l'ADEME.

Cependant, d'autres sources ont également servi à produire ce bilan, comme la **base INIES**, qui sert de base de données pour les Analyses de Cycle de Vie des bâtiments (notamment pour le poste d'émissions n°1).

Par ailleurs, certains facteurs proviennent du **guide méthodologique du logiciel UrbanPrint**, dans lequel la méthode de calcul de l'outil est détaillée. C'est le cas pour le calcul des émissions liées aux matériaux qui composent les espaces extérieurs.

Enfin, les facteurs d'émissions liés à la mobilité issues de la base Carbone ont été évalués à l'horizon 2030 selon la SNBC pour les TC, et selon la base de données HBEFA pour les véhicules légers. Pour les trains, les données sont issues des rapports SNCF intégrés dans la Base Carbone.

4. Résultats détaillés du bilan GES

4.1 Total des émissions de l'opération

Par rapport à la situation initiale, la démolition des bâtiments existants suivi de la reconstruction du nouvel ensemble immobilier émet davantage de GES, d'environ **+ 55 kt_{CO2e}** en émissions nettes, soit une multiplication par 7.

Le projet rejette plus d'émission de GES, mais engendre également des émissions évitées (négatives).

- Les émissions du scénario « initial » sont estimées à environ 8 ktCO_{2e}.
- Les émissions du scénario « projet » sont estimées à environ 62 ktCO_{2e}.
- Les émissions du scénario « fil de l'eau » sont estimées à environ 7 ktCO_{2e}.

Tableau 5 : Bilan des émissions de GES totales des trois scénarios étudiés

	État initial	Projet	Fil de l'eau
	En Kilotonnes de CO ₂ e		
Émissions brutes	8	62	7
Émissions négatives	0	-8	0

Parmi les émissions dites « négatives », seules les émissions liées à la valorisation des déchets de démolition et d'exploitation ont été quantifiées. Ces émissions ne sont pas sommées aux émissions brutes puisque ces actions se font de manière systématique selon la réglementation et les pratiques actuelles de gestion des déchets en France, indépendamment des choix du projet pour réduire ces émissions. Elles sont donc présentées à titre indicatifs.

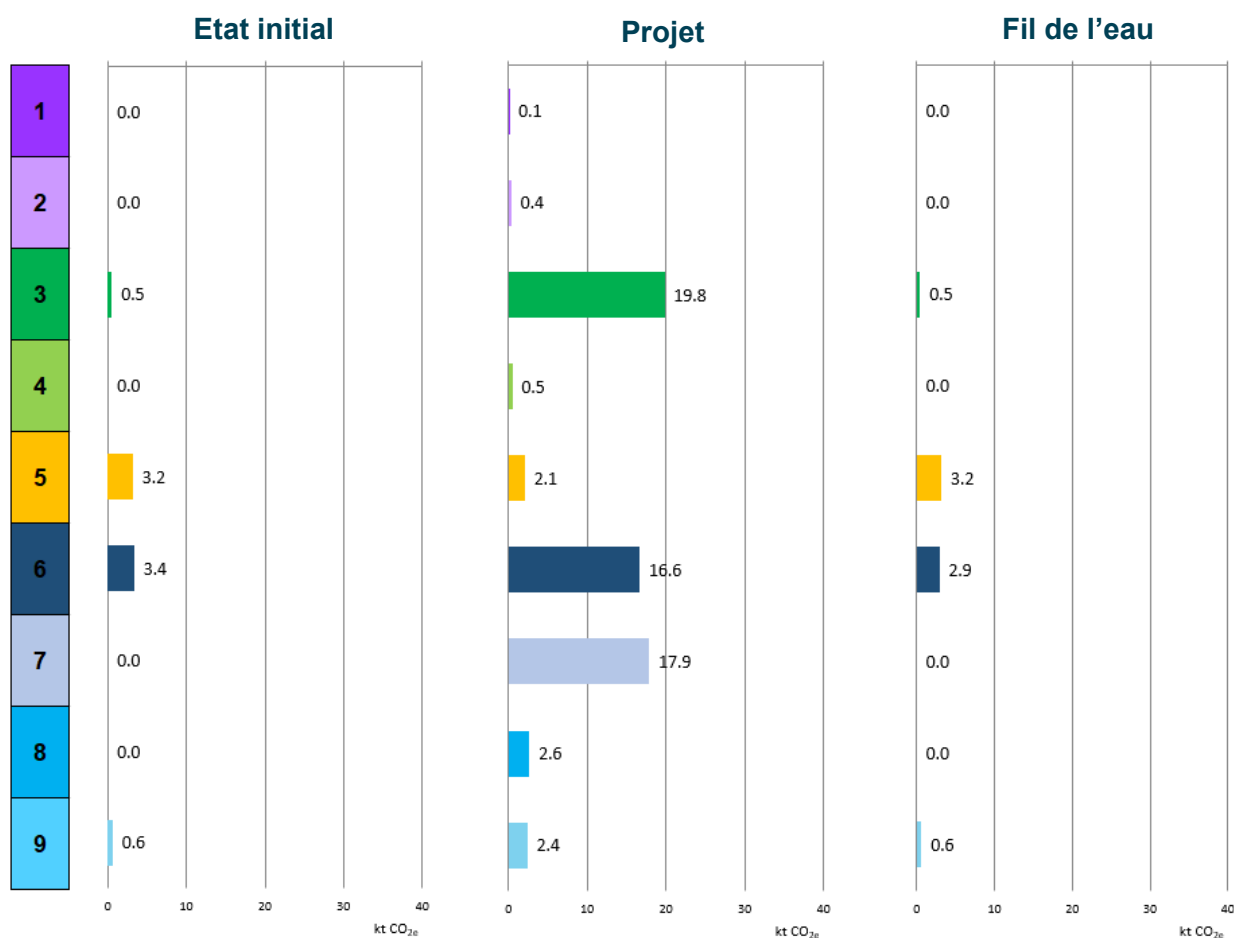
Notons que le poste le plus important est lié aux matériaux de construction (**20 kt_{CO2e}**, soit **32 %**), suivi par le poste lié aux déplacements des visiteurs (**18 kt_{CO2e}**, soit **29 %** du bilan d'émissions de GES total). Les émissions liées aux déplacements des employés (**17 kt_{CO2e}**, soit **27%**) arrivent en troisième position.

Le projet est le scénario le plus émetteur de gaz à effet de serre : par rapport à l'état actuel, il rejette en comparaison **+ 55 kt_{CO2e}** nettes. Il contribue cependant à la création d'emplois, au développement de nouveaux espaces culturels accessibles aux habitants et à la démolition de bureaux anciens, énergivores, remplacés par des nouveaux bâtiments très performants sur le plan énergétique, favorisant ainsi la revitalisation du tissu urbain existant. La réimplantation des bureaux en centre-ville contribue à réduire l'empreinte carbone du projet, en favorisant les mobilités durables (transports en commun, modes actifs) et en limitant la dépendance à la voiture individuelle qui aurait été largement plus utilisée si les bureaux avaient été construits sur les terrains du GPMM à Fos-sur-Mer.

L'état initial et le scénario fil de l'eau ont quasiment les mêmes résultats.

Tableau 6 : Postes pris en compte dans ce bilan d'émissions de GES

Chantier	1	Chantier de démolition
	2	Chantier de construction des bâtiments neufs
Matériaux	3	Matériaux des bâtiments
	4	Matériaux de revêtements de sols (espaces publics)
Énergie	5	Consommation d'énergie en exploitation
Déplacements	6	Déplacements domicile-travail des travailleurs
	7	Déplacements des visiteurs du PHARE
Démolition	8	Déchets de démolition
	9	Déchets d'exploitation
Émissions évitées	10	Valorisation des déchets de démolition
	11	Valorisation des déchets d'exploitation


Figure 5 : Bilans GES en ktCO_{2e} sur les trois scénarios étudiés

4.2 Détails des postes d'émissions

4.2.1 Poste 1 – Démolition des bâtiments existants

Détail du calcul

Aucune démolition n'est considérée pour l'état initial et le scénario fil de l'eau. Dans le scénario projet, la démolition de tous les bâtiments existants sur le périmètre d'étude, excepté une partie de la structure de la halle J0, a été imputée.

La méthodologie pour calculer les émissions strictes du chantier de démolition repose sur le calculateur simplifié du label E+C- dont la vocation est de quantifier les émissions liées à la phase de construction de bâtiments sur la base de données d'entrées simples. Des ratios sont ensuite utilisés pour estimer les impacts. Cette méthode a été transposée ici au chantier de démolition, en faisant le parallèle entre les quantités de terres excavées et les quantités de déchets générés.

Les sous-postes suivants ont été considérés :

- Mise à disposition d'eau potable au robinet.
- Assainissement collectif des eaux usées domestiques.
- Gazole pour engins mobiles de chantier non routiers.
- Mise à disposition d'un kWh d'électricité pour les autres usages dans un bâtiment tertiaire.

NB : les impacts strictement liés aux déchets de démolition générés (leur transport et leur fin de vie) ne sont pas comptabilisés dans ce poste mais dans les postes 8 (déchets en phase démolition) et 10 (valorisation des déchets de démolition).

L'hypothèse dimensionnante considère qu'une tonne de déchets est produite pour 1 m² de **Surface démolie**. La suppression des plaques fibrociments (6 977 m²) de la halle J0 est également comptabilisée dans ce poste. Le détail de la répartition massique des déchets est donné dans le poste 8.

Pour chaque catégorie de déchets, les **masses volumiques** utilisées sont les suivantes :

Tableau 7 : Masses volumiques des déchets de démolition

Catégorie de déchets	Masse volumique
Béton	1,8 t/ m ³
Déchets inertes en mélange	1,5 t/ m ³
Déchets non dangereux en mélange	0,31 t/ m ³
Bois	0,14 t/ m ³
Plâtre	1,5 t/ m ³
Métaux	0,2 t/ m ³

Le total a été estimé à **23 072 m³ de déblais** produits par cette phase de démolition. La **distance** entre le chantier et les filières de recyclage et traitement des déchets a été considéré à **15 km**. De plus, **la durée du chantier, prévue pour une durée de 46 mois, a été estimée à 14 mois sans grue** (hypothèse qui considère que la grue n'est nécessaire que pour les opérations de gros œuvre).

Bilan GES du poste

Le bilan d'émissions de GES sur ce poste est le suivant :

Tableau 8 : Bilan d'émissions de GES du poste Chantier-démolition

Poids carbone (t CO _{2e})	État initial	Projet	Fil de l'eau
TOTAL	-	118	-

Les émissions liées au chantier de démolition du bâtiment représentent **118 tCO_{2e}**, ce qui est un impact négligeable au regard des autres postes d'émissions.

4.2.2 Poste 2 – Construction des bâtiments neufs

Détail du calcul

Ces émissions correspondent à l'ensemble des opérations de chantier, notamment : émissions des engins thermiques, émissions liées aux consommations d'énergie des engins électriques ou de la base vie, émissions liées aux consommations et traitement d'eaux, émissions liées aux déchets de chantier, émissions liées au transport des matériaux.

En revanche, ce poste n'inclue pas les émissions liées aux matériaux de construction en eux-mêmes, qui sont comprises dans le poste 3.

Dans le scénario fil de l'eau ainsi que le scénario état initial, aucune nouvelle construction n'est considérée ; par conséquent, le poste 2 n'engendre aucune émission dans pour ces cas de figure. Cependant, dans le scénario projet sont considérés plusieurs nouveaux bâtiments. Les émissions en phase construction **ont été ramenées sur 50 ans** (durée de vie de référence d'un bâtiment).

L'indicateur $I_{C_{construction}}$, au sens de la Règlementation Environnementale 2020 (RE2020), représente les émissions de GES liées aux matériaux et au chantier (les phases de fabrication et transport des matériaux, édification, maintenance, et fin de vie du bâtiment sont prises en compte). Cet indicateur est mesuré en kgCO_{2e}/m²SU.

L'hypothèse principale utilisée pour ce poste d'émission consiste à considérer que **les émissions de la phase chantier représentent 5% des émissions de GES totales (chantier + composant) de l'impact carbone de la construction**.

$$\begin{aligned}
 I_{C_{construction}} &= I_{C_{chantier}} + I_{C_{composant}} \\
 &= 5\%I_{C_{construction}} + 95\%I_{C_{construction}}
 \end{aligned}$$

Tableau 9 : $I_{C_{construction}}$ maximum en fonction des usages

Usage	$I_{C_{construction}}$ max kgCO _{2e} /m ² SU.50ans ¹
Restaurants	800
Commerces	800
Espaces culturel	940

¹ Futurs seuils RE2020 - Nouvelles typologies actuellement en concertation

Pour les bureaux, l'indicateur I_{chantier} provient du calcul ACV RE2020 en date du 19/11/2024 : $I_{\text{chantier}} = 6,37 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2\text{SU.50ans}$.

Bilan GES du poste

Le bilan d'émissions de GES sur ce poste est le suivant :

Tableau 10 : Bilan d'émissions de GES du poste Construction

Poids carbone (t CO ₂ e)	État initial	Projet	Fil de l'eau
TOTAL	-	351	-

Les émissions liées au chantier de construction des bâtiments représentent environ **0,6 %** dans les émissions totales de GES du projet, ce qui équivaut à **351 tCO₂e**.

4.2.3 Poste 3 – Matériaux de construction des bâtiments

Détail du calcul

Pour le scénario projet, les émissions engendrées par le poids carbone des matériaux du projet sont calculées de la même manière qu'au poste 2, à l'aide de l'indicateur $I_{\text{construction}}$. Pour les usages de bureaux, l'indicateur $I_{\text{composant}}$ provient du calcul ACV RE2020 en date du 19/11/2024 : $I_{\text{composant}} = 746 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2\text{SU.50ans}$.

La rénovation des halles est également prise en compte dans le scénario projet avec l'intégration des matériaux neufs suivants : charpente bois, tuiles, fenêtres de toit et sous-face acoustique.

Pour l'état initial et le scénario fil de l'eau, les facteurs d'émissions considérés ont été estimés avec la période de construction des bâtiments. Le siège actuel du GPMM a été construit au milieu des années 40 jusqu'à la fin des années 50. Quant à la gare corse, l'année 2011 a été prise en compte (donnée estimée d'après les photographies aériennes). Les autres bâtiments existants dont les halles datent des années 1900.

Pour les bâtiments existants, il n'est pas juste de considérer que les émissions liées au poids carbone des matériaux sont aussi importantes que si les bâtiments venaient d'être construits. Pour ceci, la **notion d'amortissement est utilisée** : l'amortissement est un terme comptable qui définit la perte de valeur d'un bien immobilisé du fait de **l'usure du temps**. Ainsi, seule la gare corse n'a pas totalement amorti son poids carbone (construite il y a moins de 50 ans). Le facteur d'émission correspondant a été estimé d'après l'expertise d'EODD selon les techniques classiques de construction à cette période, à **1 500 kgCO₂e/m²SU.50ans**.

Bilan GES du poste

Le bilan d'émissions de GES sur ce poste pour le scénario projet est le suivant :

Tableau 11 : Bilan d'émissions de GES du poste matériaux

Poids carbone (t CO ₂ e)	État initial	Projet	Fil de l'eau
TOTAL	533	19 794	459

Les émissions liées au poids carbone des matériaux qui constituent les bâtiments représentent le 3ème poste le plus important dans le bilan GES du projet. Celui est responsable de **31,8 %** des émissions totales, ce qui équivaut à **19 794 tCO₂e**.

4.2.4 Poste 4 – Revêtements des sols

Détail du calcul

Tout comme les matériaux utilisés dans les bâtiments, les infrastructures des espaces extérieurs engendrent des émissions de GES. Les facteurs d'émissions utilisés pour ce poste d'émission proviennent de la documentation expliquant la méthode de calcul des émissions de GES à l'échelle d'un quartier du logiciel UrbanPrint.

Pour un parc végétal, le facteur d'émission est estimé à **15 kgCO₂e/m²**. Pour les surfaces imperméabilisées, le facteur d'émission a été choisi à **30 kgCO₂e/m²**.

Les espaces extérieurs ne sont pas impactés dans les scénarios état initial et fil de l'eau et sont considérés comme déjà amortis.

Bilan GES du poste

Le bilan d'émissions de GES sur ce poste pour le scénario projet est le suivant :

Tableau 12 : Bilan d'émissions de GES du poste Revêtement des sols

Poids carbone (t CO ₂ e)	État initial	Projet	Fil de l'eau
TOTAL	-	479	-
Parc végétal	-	13	-
Surfaces imperméabilisées	-	466	-

Les émissions liées au poids carbone des matériaux utilisés pour les espaces extérieurs représentent seulement **0,8 %** des émissions totales, ce qui équivaut à **479 tCO₂e**.

4.2.5 Poste 5 – Consommations énergétiques en phase exploitation

Détail du calcul

Les consommations d'énergie pour couvrir les besoins énergétiques des bâtiments sont considérées dans ce poste. Cela concerne les besoins de chaleur, de froid, d'eau chaude sanitaire (ECS) et d'électricité.

Pour l'état initial, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- Les besoins en chauffage et ECS des bureaux sont assurés par une chaudière gaz, en supposant que le bâtiment est raccordé au réseau de gaz situé à proximité. Pour la gare, des systèmes classiques sont considérés, le chauffage est assuré par des systèmes VRV et la production d'ECS par des chauffe-eaux électriques.
- Les besoins en froid sont approvisionnés grâce à des systèmes VRV pour les bureaux et la gare.
- Les besoins en électricité sont fournis par le raccordement au réseau électrique.

Les consommations en énergie finale sur les bâtiments existants sont les suivantes :

Tableau 13 : Consommations en énergie finale à l'état initial (REX EODD)

Postes	Consommations (kWhEF/m²/an)	
	Bureaux	Gare
Chauffage	36	5
ECS	2	2
Froid	4	3
Electrique (éclairage, auxiliaires, usages immobiliers, etc.)	25	17

Pour le scénario projet, le calcul des émissions de ce poste pour les usages de bureaux se base sur l'indicateur $I_{\text{énergie}}$ de l'étude ACV RE2020 en date du 19/11/2024 : $I_{\text{énergie}} = 65 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2\text{SU.50ans}$. Les bureaux sont raccordés au réseau de chaleur en Thalassothermie pour le chaud et le froid.

Pour les autres typologies, EODD a réalisé une estimation des consommations en énergies finales pour les usages suivants : Restaurants, commerce et espaces culturels. Les hypothèses suivantes ont été considérées :

- Les besoins en chauffage et en froid sont couverts par systèmes VRV.
- Les besoins en ECS sont couverts par des chauffe-eaux électriques.
- Les besoins en électricité sont fournis par le raccordement au réseau électrique.

Tableau 14 : Consommations en énergie finale dans le scénario projet (REX EODD)

Postes	Consommations (kWhEF/m²/an)		
	Restaurants	Commerces	Espace culturel
Chauffage	16	4	7
ECS	12	2	5
Froid	0	3	0
Electrique (éclairage, auxiliaires, usages immobiliers, etc.)	46	14	20

Enfin, les consommations d'éclairage des espaces publics ont également été prises en compte à hauteur de 8 kWhEF/m².an. (Puissance de 5 W/m², 5h par jour sur 313 jours)

Pour le scénario fil de l'eau, les hypothèses de l'état initial sont considérées, sans aucune modification.

Les consommations énergétiques sont estimées **pour une année**. Les émissions associées sont donc d'abord calculées sur un an, puis **multipliées par 50**, car cette étude prend en compte les 50 années suivants l'année de référence dans le calcul des émissions de GES.

Bilan GES du poste

Tableau 15 : Bilan d'émissions de GES du poste Consommations énergétiques en phase exploitation

Poids carbone (t CO ₂ e)	État initial	Projet	Fil de l'eau
TOTAL (annuel)	64	41	64
TOTAL (sur 50 ans)	3 187	2 056	3 187

Les émissions liées au poids carbone des consommations énergétiques représentent **3,3 %** des émissions totales, ce qui équivaut à **2 056 tCO₂e**.

4.2.6 Poste 6 – Déplacements des employés du site

Détail du calcul

Les déplacements nécessitent des véhicules, qui émettent des GES durant leur phase de fabrication/commercialisation, tout au long de leur phase d'utilisation et également à leur fin de vie. Les émissions proviennent majoritairement des **transports routiers** (hors transports aérien, qui sort du périmètre d'étude), et notamment les véhicules qui utilisent des combustibles fossiles comme énergie pour se déplacer. Les émissions des personnes se déplaçant à pied, en vélo ou autre mobilité active sont considérées comme nulles (ce qui n'est pas exactement vrai, mais le coût de fabrication d'un vélo est négligeable devant les émissions directes des véhicules à moteur thermique).

Sont comptabilisés dans ce poste uniquement les déplacements pour le motif domicile-travail des employés du site d'étude. Le nombre de jour travaillés par an est estimé à 230 jours. La distance moyenne de déplacement pour un trajet domicile-travail est estimée à **11,8 km (aller et retour)²**.

La répartition des parts modales en 2025 a été estimée par extrapolation des parts modales de l'année 2017 présentée dans le Plan de mobilité 2020/2030 de la métropole Aix-Marseille-Provence. Elle est présentée ci-dessous à l'état initial (2025) :

- Voiture : 49%.
- TC : 12%.
- Train : 2 %.
- Vélo : 4%.
- Marche : 32%.

Le plan de mobilité présente également une évolution des parts modales à horizon 2030, reprise pour les scénarios projet et fil de l'eau, elle est présentée ci-dessous :

- Voiture : 44%.
- TC : 13%.
- Train : 2 %.
- Vélo : 7%.
- Marche : 33%.

Pour l'état initial et le scénario fil de l'eau, 265 employés sont comptabilisés. (Respectivement 250 employés dans le siège actuel et 15 employés dans la gare)

Pour estimer le nombre d'employés au sein du site d'étude dans le **scénario projet**, les ratios suivants ont été utilisés suivant les catégories de bâtiments :

- Commerces : 0,02 ETP/m² SDP.
- Restaurants : 0,03 ETP/m² SDP.
- Espaces culturels : 0,015 ETP/m² SDP.
- Bureaux : 1 449 employés d'après les tableaux de surface du projet.

² D'après une estimation avec l'outil EFFINERGIE Ecomobilité sur Marseille.

Ainsi, 1 525 employés sont comptabilisés dans le scénario projet.

Bilan GES du poste

Le bilan d'émissions annuelle de GES sur ce poste pour les scénarios considérés est le suivant :

Tableau 16 : Bilan des émissions de GES pour le poste Déplacements domicile-travail des employés

Poids carbone (t CO ₂ e)	État initial	Projet	Fil de l'eau
TOTAL (annuel)	67	333	58
Voiture	56	265	46
TC	11	68	12
Train	0	0	0
TOTAL (sur 50 ans)	3 363	16 647	2 893

Les émissions liées aux déplacements domicile-travail des employés représentent **26,7 %** des émissions totales de GES du projet, ce qui équivaut à **16 647 tCO₂e**. Il s'agit du deuxième poste le plus émetteur.

4.2.7 Poste 7 – Déplacements des visiteurs

Détail du calcul

Ce poste d'émission se base sur la même méthode que le poste 7, mais considère les visiteurs du site d'étude au lieu des employés. La distance domicile-site reste 11,8 km A/R, et la répartition des parts modales définie dans ce poste est également la même que dans le poste d'émission précédent. On suppose que le site est ouvert 251 jours par an. (En semaine)

D'après EIFFAGE et Horizon Conseil, le nombre moyen de visiteurs est estimé à **1 500 visiteurs par jour en semaine**, dans le scénario projet. Il n'y pas de visiteurs autres que les employés dans l'état initial et le scénario fil de l'eau.

Bilan GES du poste

Le bilan d'émissions annuelle de GES sur ce poste pour les scénarios considérés est le suivant :

Tableau 17 : Bilan des émissions de GES pour le poste Déplacements domicile-site d'étude des visiteurs

Poids carbone (t CO ₂ e)	État initial	Projet	Fil de l'eau
TOTAL (annuel)	-	357	-
Voiture	-	284	-
TC	-	73	-
Train	-	0	-
TOTAL (sur 50 ans)	-	17 874	-

Les émissions liées aux déplacements domicile-site d'étude des visiteurs représentent **28,7 %** des émissions totales de GES du projet, ce qui équivaut à **17 874 tCO_{2e}**. Il s'agit du poste le plus émetteur.

4.2.8 Poste 8 - Déchets en phase démolition

Détails du calcul

La démolition des bâtiments a été considérée comme effective en une seule fois. Les émissions engendrées par cette démolition (prenant en compte la collecte et le traitement des déchets générés) ont été imputées dans le scénario projet. Il n'a donc pas été considéré de démolitions pour les scénarios initial et fil de l'eau.

L'hypothèse dimensionnante considère qu'**une tonne de déchets est produite pour 1 m² de surface démolie**. La suppression des plaques fibrociments (6 977 m²) de la halle J0 est également comptabilisée dans ce poste.

La composition des matériaux des bâtiments détruits a été évaluée sur la base des chiffres de l'ADEME et du reportage photo des bâtiments à démolir. Elle est détaillée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 18 : Répartition massique des déchets de démolition

Bâts démolis	Répartition massique						
	Béton	Déchets inertes en mélange	Déchets non dangereux en mélange	Bois B	Plâtre	Métaux	Autres déchets
Bâtiments 1 et 2 : Siège GPMM	85%	5%	5%	2%	1%	2%	2%
Bâtiment 3 : Passerelle	6%	5%	9%	0%	0%	77%	3%
Bâtiment 4 : Gare corse	6%	20%	9%	0%	0%	62%	3%
Bâtiment 5 : Archives	70%	10%	9%	4%	1%	3%	3%
Bâtiment 6 : Galerie Lorraine	65%	10%	9%	4%	1%	8%	3%
Bâtiment 7 : Hangar M2	6%	5%	9%	0%	0%	77%	3%
Bâtiment 8 : Pignon Ouest	70%	10%	9%	4%	1%	3%	3%
Guérites	6%	15%	26%	0%	0%	50%	3%
Une partie des halles existantes J0	6%	5%	9%	0%	0%	77%	3%
TOTAL pondéré	64%	7%	7%	2%	1%	17%	2%

Les facteurs d'émission associés, estimés en kgCO_{2e}/t de déchet, proviennent de la Base Empreinte de l'ADEME (fin de vie moyenne des déchets du bâtiment), issus de l'étude menée conjointement par le Syndicat des Entreprises de Déconstruction, Dépollution et Recyclage (SEDDRe) et le bureau d'études Crowe – Sustainable Metrics. Ces facteurs prennent en compte le taux de valorisation moyen des déchets de chaque type ainsi que les différentes filières de valorisation/recyclage.

Bilan GES du poste

Le bilan d'émission annuelle de GES sur ce poste pour les scénarios considérés est le suivant :

Tableau 19 : Bilan d'émissions de GES du poste Déchets de démolition

Poids carbone (t CO _{2e})	État initial	Projet	Fil de l'eau
TOTAL	-	2 644	-
<i>Béton</i>	-	233	-
<i>Déchets inertes en mélange</i>	-	14	-
<i>Déchets non dangereux en mélange</i>	-	82	-
<i>Bois de classe B</i>	-	36	-
<i>Plâtre</i>	-	4	-
<i>Métaux</i>	-	2 275	-

Les émissions liées aux déchets de démolition des bâtiments existants représentent **4,2%** des émissions totales de GES du projet, ce qui équivaut à **2 644 tCO_{2e}**.

4.2.9 Poste 9 – Déchets en phase exploitation

Détails du calcul

Ce poste comptabilise toutes les émissions liées à **la fin de vie des ordures ménagères et des déchets des bâtiments en exploitation, ainsi qu'à leur gestion**. Cela passe par la collecte, le transport, le tri, puis possiblement la valorisation énergétique, la valorisation matière, le stockage ou encore l'incinération des déchets. Toutes ces étapes ont un coût carbone, qui est comptabilisé dans les facteurs d'émissions de la base Empreinte ; cette base de données prend également en compte le taux de valorisation pour chaque type de déchet dans son facteur d'émissions. Dans un second temps, les émissions évitées grâce à la valorisation de ces déchets sera calculée (cf. Poste 11).

D'après le baromètre 2024 de la performance énergétique et environnementale des bâtiments (OID), les productions de déchets unitaires ont été estimés à **4,3 kg par an pour 1 m² de SDP** pour les bâtiments de services/bureaux, et la répartition des déchets a été estimée comme suit sur la base des statistiques de l'INSEE (2022) :

- Biodéchets : 0,7 kg/m²/an.
- Papier : 1,0 kg/m²/an.
- Carton : 0,5 kg/m²/an.
- Plastique : 0,2 kg/m²/an.
- Métaux : 0,1 kg/m²/an.
- Verre : 0,1 kg/m²/an.
- Bois : 0,4 kg/m²/an.
- Ordures Ménagères Résiduelles (OMR) et autres : 1,3 kg/m²/an.

Contrairement au poste précédent sur les déchets de démolition, ici ces déchets sont générés chaque année. Le facteur d'émission, exprimé en valeur annuelle, est donc multipliée par 50 ans conformément à la méthode présentée précédemment dans ce bilan.

Bilan GES du poste

Le bilan d'émission annuelle de GES sur ce poste pour les scénarios considérés est le suivant :

Tableau 20 : Bilan d'émissions de GES du poste Déchets d'exploitation

Poids carbone (t CO _{2e})	État initial	Projet	Fil de l'eau
TOTAL (annuel)	12	47	12
Biodéchets	1	3	1
Papier	2	8	2
Carton	3	11	3
Plastique	2	7	2
Métaux	0	1	0
Verre	0	1	0
Bois	1	3	1
OMR / Autres déchets	3	13	3
TOTAL (sur 50 ans)	618	2 375	618

Les émissions liées aux déchets d'exploitation qui seront générés chaque année sur le site d'étude représentent **3,8 %** des émissions totales de GES du projet ce qui équivaut à **2 375 tCO_{2e}** (sur les 50 ans).

4.2.10 Poste 10 – Émissions négatives liées à la valorisation des déchets issus de la démolition

Détail du calcul

Ce poste d'émissions se base sur les mêmes données d'entrée que le paragraphe sur les émissions liées aux déchets générés par la démolition des bâtiments (cf. § Poste 8). Ainsi, seul le scénario projet est pris en compte dans ce poste.

Les quantités de déchets produits ont été associées aux facteurs d'émission relatifs aux émissions évitées grâce à la valorisation des déchets issus de la démolition. Ceux-ci proviennent de la Base Empreinte de l'ADEME, issus d'une étude menée conjointement par le Syndicat des Entreprises de Déconstruction, Dépollution et Recyclage (SEDDRe) et le bureau d'études Crowe – Sustainable Metrics. Ces facteurs d'émissions sont une moyenne française, qui prend en compte les taux de valorisation et les différentes spécificités de chaque filière pour les déchets.

Bilan GES du poste

Le bilan d'émission annuelle de GES sur ce poste pour les scénarios considérés est le suivant :

Tableau 21 : Bilan des émissions évitées Déchets valorisés issus de la démolition

Poids carbone (t CO _{2e})	État initial	Projet	Fil de l'eau
TOTAL	-	- 6 310	-
<i>Béton</i>	-	-473	-
<i>Déchets inertes en mélange</i>	-	-3	-
<i>Déchets non dangereux en mélange</i>	-	-167	-
<i>Bois de classe B</i>	-	-145	-
<i>Plâtre</i>	-	0	-
<i>Métaux</i>	-	-5 522	-

Les émissions de GES du projet sont compensées à hauteur de **- 6 310 tCO_{2e}** par la valorisation des déchets de démolition.

4.2.11 Poste 11 – Émissions négatives liées à la valorisation des déchets d'exploitation

Détail du calcul

Ce poste d'émissions se base sur les mêmes données d'entrée que le paragraphe sur les émissions liées aux déchets générés par le site d'étude en phase d'exploitation (cf. Poste 9). Les émissions évitées sont calculées grâce aux facteurs d'émissions de l'ADEME, qui sont négatifs car ils se comparent avec une situation de référence, à savoir la mise en décharge.

Bilan GES du poste

Le bilan d'émission annuelle de GES sur ce poste pour les scénarios considérés est le suivant :

Tableau 22 : Bilan des émissions évitées du poste Déchets valorisés issus de l'exploitation du site

Poids carbone (t CO _{2e})	État initial	Projet	Fil de l'eau
TOTAL (annuel)	-9	-36	-9
Biodéchets	0	-1	0
Papier	0	-1	0
Carton	-2	-6	-2
Plastique	-1	-3	-1
Métaux	-2	-9	-2
Verre	0	-2	0
Bois	-2	-8	-2
OMR / Autres déchets	-2	-7	-2
TOTAL (sur 50 ans)	-468	-1 799	-468

Les émissions de GES du projet sont compensées à hauteur de **- 1 799 tCO_{2e}** par la valorisation des déchets de démolition.

5. Leviers de réduction

Afin d'atténuer l'effet des émissions de GES et dans l'esprit de la séquence « *Éviter, Réduire, Compenser* », certains postes sont évoqués ci-dessous comme pistes d'atténuation des émissions, bien que n'ayant pas nécessairement été quantifiés en tant que telles dans le présent bilan.

- **Le stockage de carbone dans le sol et les matériaux biosourcés :**

Le projet intègre une faible surface d'espaces verts à l'échelle de la parcelle. Maximiser les végétaux permet de contribuer à la diminution du stock total de gaz à effet de serre (GES), du fait de prélèvement de CO₂ dans l'atmosphère pour réaliser leur photosynthèse, et présente ainsi un bénéfice sur le changement climatique.

Le projet intègre des isolants biosourcés, des menuiseries et charpentes bois. Le recours à des matériaux de construction biosourcés permet de considérer que du carbone est stocké dans leur constitution, sur le temps d'utilisation du matériau, plutôt que d'être directement rejeté dans l'atmosphère lors du processus biologique de croissance et décomposition des végétaux (cycle court). Le recours à des matériaux biosourcés est donc lui aussi valorisé dans la comptabilisation carbone comme un puits de stockage, donc au travers d'émissions « négatives » de carbone dit biogénique ou CO₂b.

Enfin, le projet du Phare s'inscrit dans une démarche environnementale reconnue et certifiée à travers les certifications BDM, HQE et BREEAM, garantes d'une qualité environnementale forte, maîtrisée et contrôlée

- **Phase chantier :**

La mise en place d'un chantier vertueux pour la construction des bâtiments permet d'atténuer les émissions de GES, par exemple en optimisant la valorisation des déchets de chantier ou encore en mettant en œuvre des matériaux issus du réemploi. Cela implique la rédaction d'une charte chantier vert ou à faibles nuisances permettant d'optimiser les opérations et les temps de fonctionnement des engins. Le projet instaure le recyclage des granulats de démolition. D'autres mesures telles que l'extinction des moteurs des engins dès lors qu'ils ne sont pas en service, la limitation des consommations d'énergie de la base vie, l'optimisation des chargements des transporteurs pour limiter les trajets, la limitation des déblais-remblais pour limiter les déplacements de terre par camions, etc. constituent des exemples de mesures qui peuvent être inscrits dans une charte chantier pour diminuer les émissions de GES.

- **Déplacements et mobilités douces :**

Le projet va globalement contribuer à augmenter les rejets de gaz à effet de serre issus du trafic automobile. Dans ce contexte, travailler sur le développement renforcé des transports en commun et des mobilités douces à l'échelle du projet permet aussi de faire varier les parts modales vers des pratiques plus vertueuses et ainsi diminuer les émissions de GES induites.

- **Les EnR :**

Le projet prévoit la mise en place d'un chauffage par Thalassothermie (70% renouvelable) et un système de récupération de chaleur fatale sur les chambres froides pour la production d'ECS dans la restauration collective.

6. Limites de l'étude

Les calculs reposent sur des hypothèses établies à partir des données du Maître d'Ouvrage, de la Maîtrise d'Œuvre ainsi que sur les retours d'expérience d'EODD. Ces hypothèses, nécessaires à ce stade précoce du projet où des paramètres restent indéfinis, induisent une part d'incertitude et peuvent affecter la précision des résultats actuels.

D'autre part, d'autres limites résident dans les postes d'émission retenus dans ce calcul : **certaines postes ont été négligés** par absence de données disponibles ou délibérément, en s'appuyant sur la bibliographie et l'expérience d'EODD, devant les ordres de grandeur des autres postes. Il s'agit notamment :

- Des consommations de **fluide frigorigènes** dans les chambres froides et les systèmes VRV, en raison du manque de données.
- De la phase de **fin de vie du site**, en raison de l'incertitude à ce sujet.
- Des émissions liées aux **transports de marchandises** (intrants/sortants) pour les restaurants et les commerces, en raison du manque de données.
- Des émissions liées aux **déplacements des voyageurs de la gare corse**, ces émissions sont conséquentes par rapport aux autres postes mais restent inchangées avec le projet. En effet, même si la gare est démolie, celle-ci sera déplacée et les flux seront maintenus.

Le principe dynamique du bilan pourrait également être appliqué à tous les postes liés à la mobilité. En effet, l'étude actuelle choisie des facteurs d'émissions pour les véhicules routiers estimés pour une année précise, et considère la même pour les 50 ans de durée de vie du projet. Il faudrait adapter ce calcul afin d'intégrer les futures évolutions du parc de véhicule roulant, ainsi que les améliorations techniques qui pourraient réduire les rejets de CO₂ par kilomètre parcouru.

Ensuite, les émissions évitées liées à la valorisation des déchets sont discutables. En effet, les facteurs d'émissions proposés par la base Empreinte (ADEME) sont négatifs car ils se comparent à la situation de référence, qui est la mise en décharge. Ce qui explique que même le stockage de déchet puisse donner lieu à des émissions évitées. Cela peut s'avérer pertinent pour certains matériaux qui sont très peu valorisés. Mais pour d'autres cas, comme par exemple le béton (déchet de chantier) ou encore le verre (déchets d'exploitation), les filières de recyclage ou valorisation sont déjà très développées, et la solution de référence qui consiste à la mise en décharge est quasiment inenvisageable. Ces émissions négatives sont donc à relativiser, du fait de cette situation de référence pas toujours très réaliste. C'est pourquoi ces émissions sont fournies à titre indicatif et ne sont pas sommées dans le bilan global.

Il faut également noter que l'étude est réalisée sans préciser les **incertitudes** inhérentes aux résultats, issues des incertitudes des facteurs d'émissions et des données d'entrée eux-mêmes. Il convient d'autant plus de ne pas considérer les résultats à la tonne de CO₂e près,

mais davantage de s'intéresser aux ordres de grandeurs des postes les uns par rapport aux autres.

7. Conclusion

Par rapport à la situation initiale, la démolition des bâtiments existants suivi de la reconstruction du nouvel ensemble immobilier émet davantage de GES. La différence est d'environ + 55 ktCO_{2e} en émissions nettes, soit une multiplication par 7.

Le bilan des émissions de GES réalisé repose sur des **hypothèses fortes** en raison du stade préliminaire du projet, qui ne permet pas encore de disposer de données précises concernant plusieurs aspects clés (déchets, matériaux de construction, consommations et productions énergétiques, mobilités). Ainsi, ce bilan ne prétend pas à une précision fine, mais offre néanmoins des estimations initiales qui serviront de base à une analyse plus approfondie à mesure que le projet avancera.

Malgré ces limitations, le bilan permet d'établir les ordres de grandeur de l'opération et de comparer les trois scénarios envisagés (projet, état initial, et fil de l'eau). Il ressort notamment que **les émissions liées aux matériaux de construction et aux déplacements sont largement prépondérantes par rapport aux autres sources d'émissions.**

Dès lors, il est apparu crucial de concevoir les bâtiments en privilégiant des matériaux à faibles émissions de GES et d'y associer des certifications et labels environnementaux HQE, BREEAM et BDM. Les hypothèses retenues pour les locaux hors bureaux ne reposent pas sur l'étude ACV (non réalisée à ce stade), mais sur des seuils maximaux, qui s'avèrent pénalisant, d'autant que le projet prévoit la mise en œuvre de matériaux biosourcés et géo-sourcés.

Par ailleurs, l'aménagement du site est prévu pour être facilement accessible aux personnes souhaitant s'y rendre sans utiliser de voiture, que ce soit pour travailler ou consommer (stationnement de seulement une dizaine de places). Bien que la maîtrise d'ouvrage n'ait pas de contrôle direct sur les transports publics marseillais, des actions peuvent être menées pour améliorer l'accessibilité du site depuis les arrêts de bus, métro ou tramway. Par ailleurs, la mise en place de stationnements sécurisés, adaptés aux vélos, et en particulier aux vélos cargos, est prévue en rez-de-chaussée.

En conclusion, ce bilan d'émissions de GES offre une première vision des impacts environnementaux liés au projet de réaménagement. Il met en évidence les axes retenus pour réduire l'empreinte carbone, notamment en matière de matériaux, énergie et de mobilité. Les prochaines étapes du projet s'appuieront sur ces résultats pour affiner les scénarios et confirmer voire améliorer les solutions permettant de réduire les émissions tout en prenant en compte les contraintes opérationnelles et territoriales.

Annexe 1

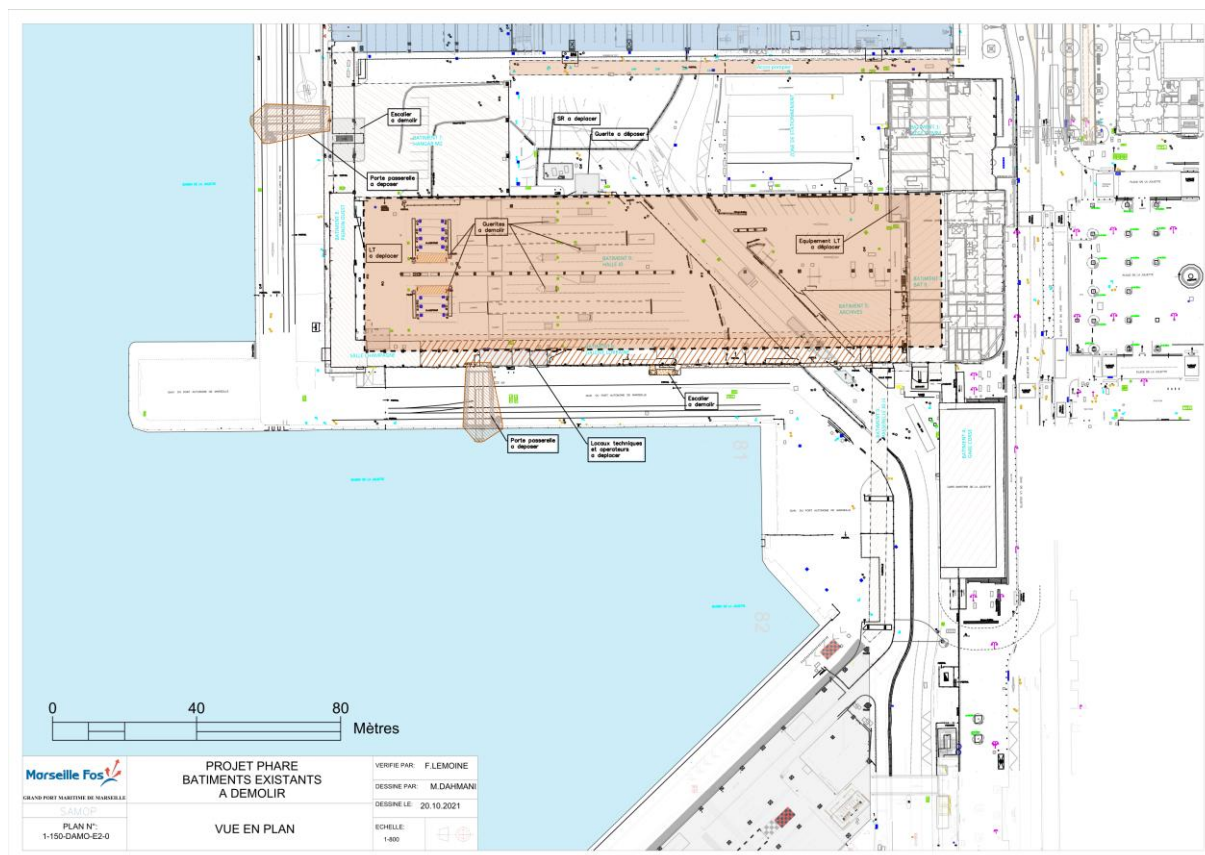


Figure 6 : Plan d'ensemble bâtiments à démolir du 20/10/2021