Centre hospitalier Tarbes-Lourdes - Reconstruction des hôpitaux de Tarbes et de Lourdes
Projet de site commun sur la commune de Lanne (65)



Annexes au mémoire en réponse aux observations formulées par la commission d'enquête

NOS BUREAUX :
FRANCE - CHINE - VIETNAM - ÉMIRATS

Note Complémentaire acoustique

N° R33260932B-LS

Client : CORIEAULYS

Objet : Note complémentaire à l'étude acoustique environnementale du projet de CH Tarbes Lourdes

Date : 01/10/2026



OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
CERTIFICAT N° 16 02 3179

Agence Toulouse (siège)

ZA de Tourneris - Lot 1 31470
Bonrepos-sur-Aussonnelle
contact@acoustique-delhom.com
+33 (0)5 61 91 64 90

Agence Paris

19-21, allées de l'Europe - 92100
Clichy, Paris | Equinox - Bat B
contact@acoustique-delhom.com
+33 (0)1 40 81 03 54

Table des matières

1 OBJET ---- 3

2 DEFINITIONS ---- 4

2.1 TMJA – Trafic Moyen Journalier Annuel 4
2.2 $L_{Aeq,T}$ – Niveau de pression acoustique continu équivalent 4
2.3 Émergence 4
2.4 L_{Amax} 5
2.5 L_{den} (Level day-evening-night) 5
2.6 Pourquoi ces indicateurs ne peuvent pas être additionnés 5

3 REDUCTION DU BRUIT DE L'HELISTATION, DES EQUIPEMENTS TECHNIQUES ET DU CHANTIER (MERLON EST)---- 7

3.1 Hélistation 7
3.2 Équipements techniques (CVC) 7
3.3 Merlon Est – protection du lotissement (phase chantier) 8

4 SIRENES DES VEHICULES D'URGENCE ---- 10

5 TRAFIC ROUTIER – TABLEAU RECAPITULATIF---- 11

6 CARTOGRAPHIE – REPERAGE ET LECTURE DES ISOPHONES ---- 15

6.1 Repérage spatial (rayon de 200 m) 15
6.2 Lecture des cartes d'isophones 16
6.3 Distinction diurne / nocturne 18

7 PATIENTS HOSPITALISES : PRISE EN COMPTE EN TANT QUE RECEPTEURS SENSIBLES ---- 18

8 SYNTHESE ---- 19

9 ANNEXE – REPONSES AUX OBSERVATIONS DE LA COMMISSION D'ENQUETE (CONTRIBUTIONS C113 ET C240) ---- 20

1 Objet

Note complémentaire acoustique précisant ou complétant certains points de l'étude prévisionnelle sonore du projet, versée au dossier d'autorisation (Etude bruit_CH Tarbes_Lourdes_R3392229B-LB). Les réponses aux observations de la commission d'enquête relatives aux nuisances sonores sont regroupées en annexe (§9).

2 Définitions

Le présent chapitre définit les indicateurs acoustiques mobilisés dans l'étude et dans la présente note. Chaque indicateur est adapté à un type de bruit particulier (continu, fluctuant, événementiel) et s'exprime dans une unité qui lui est propre.

Il est essentiel de souligner qu'il n'est pas possible d'additionner ou de « cumuler » directement des niveaux exprimés par des indicateurs de nature différente : une telle opération n'aurait pas de signification physique. Cette précision est développée au terme du présent chapitre.

2.1 TMJA – Trafic Moyen Journalier Annuel

Nombre moyen de véhicules circulant sur une voie donnée en une journée, calculé sur une année complète (toutes saisons confondues). Exprimé en nombre de véhicules par jour, ce n'est pas un indicateur acoustique mais une donnée d'entrée utilisée pour modéliser le bruit routier.

***Exemple** : un TMJA de 8 000 véh/j sur une route signifie qu'en moyenne 8 000 véhicules l'empruntent chaque jour de l'année, tous types confondus.*

2.2 $L_{Aeq,T}$ – Niveau de pression acoustique continu équivalent

Niveau sonore « moyen », au sens énergétique, d'un bruit fluctuant au cours d'une période T (par exemple L_{Aeq}(7h-22h) en période diurne). C'est l'indicateur de référence pour les bruits continus ou quasi-continus : trafic routier, équipements techniques (CVC).

***Exemple** : un L_{Aeq}(22h-7h) de 45 dB(A) en façade signifie que le bruit routier nocturne, en moyenne sur la période, équivaut à un bruit constant de 45 dB(A), même s'il varie réellement à chaque passage de véhicule.*

2.3 Émergence

Écart entre le bruit ambiant (bruit résiduel additionné au bruit particulier de l'activité étudiée, par exemple les équipements CVC de l'hôpital) et le bruit résiduel (bruit de fond en l'absence de cette activité).

Cet indicateur, défini par le décret n°2006-1099 du 31 août 2006, sert à vérifier la conformité réglementaire d'une installation vis-à-vis des bruits de voisinage. L'émergence admise ne doit pas dépasser 5 dB(A) en période diurne (7h-22h) et 3 dB(A) en période nocturne (22h-7h), hors terme correctif fonction de la durée d'apparition du bruit.

***Exemple** : si le bruit ambiant mesuré avec les équipements CVC en fonctionnement est de 52 dB(A) et le bruit résiduel (CVC à l'arrêt) est de 48 dB(A), l'émergence est de 4 dB(A).*

2.4 L_{Amax}

Niveau sonore maximal atteint pendant un évènement acoustique bref. Contrairement au L_{Aeq}, il ne représente pas une moyenne mais un pic instantané : c'est l'indicateur pertinent pour les bruits impulsionnels ou événementiels, tels que le passage d'un hélicoptère.

***Exemple** : le survol d'un hélicoptère peut engendrer un L_{Amax} de 75 dB(A) pendant quelques secondes, sans que cela modifie la moyenne L_{Aeq} calculée sur l'ensemble de la journée.*

2.5 L_{den} (Level day-evening-night)

Indicateur énergétique moyenné sur 24 heures, qui pondère différemment les périodes de la journée : +5 dB(A) pour la soirée (18h-22h) et +10 dB(A) pour la nuit (22h-6h — périodes propres au L_{den}, différentes des périodes réglementaires du bruit de voisinage rappelées au §2.3), afin de tenir compte de la sensibilité accrue au bruit à ces périodes. C'est l'indicateur utilisé pour caractériser l'exposition au bruit des mouvements de l'hélistation.

***Exemple** : un L_{den} de 55 dB(A) intègre à la fois les mouvements diurnes et nocturnes de l'hélistation, ces derniers pesant davantage dans le résultat du fait de la pondération nocturne, même s'ils sont moins nombreux.*

2.6 Pourquoi ces indicateurs ne peuvent pas être additionnés

En résumé : les différents bruits du projet ne se mesurent pas avec la même « règle graduée ». Les additionner n'aurait pas plus de sens que d'additionner une vitesse et une distance — les deux chiffres décrivent des choses différentes. Les paragraphes ci-dessous expliquent pourquoi, et ce que cela change pour la lecture des résultats.

Les sources de bruit du projet ne relèvent pas toutes de la même famille physique : le trafic routier (RN21, RD216, voiries internes) et les équipements techniques de l'hôpital (CVC, extracteurs, pompes à chaleur) génèrent un bruit continu ou quasi-continu, caractérisé par le L_{Aeq} et l'émergence.

Les mouvements de l'hélistation génèrent, à l'inverse, des évènements ponctuels, brefs et intermittents, caractérisés par le L_{Amax} (niveau de crête) et le L_{den} (moyenne pondérée jour/soir/nuit sur 24 heures). Additionner un L_{Amax} ou un L_{den} à un L_{Aeq} n'a pas de sens mathématique : cela reviendrait à lisser artificiellement, dans une moyenne continue, un évènement bref qui n'a pas vocation à y être noyé, ou inversement à masquer le bruit de fond de l'établissement derrière un pic ponctuel.

Les résultats de l'étude sont donc présentés source par source, avec l'indicateur propre à chacune (trafic et CVC en L_{Aeq}/émergence, hélistation en L_{Amax}/L_{den}), et non sous la forme d'un niveau sonore « cumulé » unique qui n'aurait pas de réalité physique.

Exemple : *au droit d'une habitation proche, le bruit ambiant continu généré par le trafic et les équipements CVC de l'hôpital peut représenter un L_{Aeq} de 50 dB(A), tandis que le survol ponctuel d'un hélicoptère peut engendrer un L_{Amax} de 75 dB(A) pendant quelques secondes.*

Ces deux valeurs ne peuvent être combinées par aucune règle de cumul acoustique. Rappelons qu'en acoustique, les niveaux en dB(A) ne s'additionnent jamais arithmétiquement, pas même entre deux sources de même nature : deux L_{Aeq} de 50 dB(A) chacun se cumulent par addition énergétique (logarithmique) et donnent 53 dB(A), et non 100 dB(A).
Dans notre cas : le L_{Aeq} et le L_{Amax} ne décrivent pas la même grandeur physique (une moyenne énergétique sur une période donnée, contre un niveau de crête instantané), de sorte qu'aucune règle de cumul, arithmétique ou énergétique, ne peut légitimement s'appliquer entre eux.

S'y ajoute une incompatibilité de temporalité : le L_{Aeq} est calculé sur une période de référence longue et continue (plusieurs heures, selon les périodes réglementaires diurne/nocturne), tandis que le L_{Amax} correspond à un évènement isolé de quelques secondes, répété seulement quelques fois par jour au gré des mouvements de l'hélistation. Ramener cet évènement bref à la même base temporelle qu'un niveau moyenné sur plusieurs heures n'a pas de sens. En pratique, l'environnement sonore perçu correspond donc, la plupart du temps, à un bruit de fond de l'ordre de 50 dB(A), ponctuellement dépassé de façon brève lors du passage de l'hélicoptère.

3 Réduction du bruit de l'hélistation, des équipements techniques et du chantier (merlon Est)

3.1 Hélistation

Les mesures suivantes portent sur les bonnes pratiques techniques, organisationnelles et d'exploitation permettant de limiter l'impact sonore des mouvements de l'hélistation sur le voisinage, hors travaux :

- Mesures techniques : privilégier des procédures de vol à moindre bruit (trajectoires d'approche et de décollage évitant le survol direct des zones habitées les plus proches lorsque la configuration du site le permet, limitation du régime moteur au sol) et assurer l'entretien régulier des aéronefs pour prévenir toute émission sonore anormale.
- Mesures organisationnelles : limiter, autant que le permet l'activité hospitalière, les mouvements non vitaux aux périodes diurnes ; sensibiliser les équipages aux procédures anti-bruit ; assurer un suivi et une traçabilité des mouvements (horaires, trajectoires) permettant d'objectiver l'activité réelle de l'hélistation.
- Mesures d'exploitation : mettre en place une information proactive des riverains (modalités de fonctionnement, procédure de signalement) et un dispositif de suivi ou de concertation permettant de réexaminer périodiquement ces bonnes pratiques au regard des retours du voisinage.

3.2 Équipements techniques (CVC)

Le dossier (p.26) relève, pour les équipements techniques extérieurs de l'hôpital (CVC, extracteurs), la nécessité d'évaluer précisément leur impact et recommande d'anticiper des mesures d'atténuation pendant les phases de conception et d'exécution (écrans acoustiques, optimisation de l'implantation) afin de garantir la conformité réglementaire dans la durée.

Le bruit de ces équipements a déjà été intégré à la modélisation acoustique de l'étude initiale, au même titre que le trafic routier, sur la base d'hypothèses de puissance acoustique (Lw) et d'emplacement — les caractéristiques définitives du matériel n'étant pas encore arrêtées à ce stade. Sur cette base, les émergences calculées (0,1 à 0,5 dB(A) en diurne, 0,1 à 2,7 dB(A) en nocturne selon les points récepteurs) respectent déjà les seuils réglementaires rappelés au §2.3 (5 dB(A) diurne / 3 dB(A) nocturne).

Pour sécuriser cette marge de conformité une fois le matériel réellement choisi, le dossier fixe par ailleurs des seuils de puissance sonore Lw à ne pas dépasser : 87 dB(A) maximum pour les groupes froids (p.25) et 75 dB(A) maximum pour les autres équipements de ventilation et systèmes techniques (p.26).

Le dimensionnement détaillé des dispositifs d'atténuation (écrans, capotages, pièges à son) relève de la conception technique du projet et des études d'exécution (maîtrise d'œuvre, installateur). En l'absence, à ce stade, de données constructeur définitives sur les équipements CVC retenus (marque, modèle, puissance acoustique), les recommandations suivantes portent sur des critères de choix et de mise en œuvre à valider lors de la sélection définitive du matériel :

- Sélection des équipements (à consolider en phase d'exécution): privilégier, à performance égale, des matériels dont le fabricant annonce un niveau de puissance acoustique réduit ; dès que le matériel sera arrêté, ce critère devra être vérifié sur la fiche technique constructeur correspondante.

- Implantation (à consolider en phase d'exécution): positionner les équipements aussi loin que possible des façades sensibles et des habitations riveraines, et exploiter les masques offerts par le bâti existant (volumes, acrotères) pour réduire la propagation directe du bruit.

- Maintenance et contrôle : assurer un entretien régulier (nettoyage, équilibrage, remplacement des pièces usées) afin de prévenir toute dérive acoustique dans le temps, et réaliser une mesure de contrôle des émergences après mise en service pour vérifier la conformité réglementaire réelle.

3.3 Merlon Est – protection du lotissement (phase chantier)

Parmi les protections spécifiques prévues pour la phase chantier (§7.2 du rapport principal, p.34), l'étude retient notamment la constitution d'un merlon par stockage des matériaux extraits du site (terre, roches) en bordure est de l'emprise des travaux, sur une hauteur estimée entre 6 et 7 m. Ce merlon Est, implanté entre la zone de travaux et le lotissement (point 4), constitue la principale mesure de réduction du bruit de chantier pour ce secteur, identifié dans l'étude comme le plus exposé dans l'ensemble des phases de travaux modélisées.

Le merlon contribue à réduire les impacts de la manière suivante :

- Effet d'écran : le merlon s'interpose entre les engins de chantier et les habitations, à la manière d'un mur. Il fait obstacle au bruit, qui parvient nettement atténué aux façades.

- Hauteur : plus le merlon est haut, plus il protège. Avec 6 à 7 m, il dépasse largement la hauteur des engins et masque une partie importante de leur bruit.

- Ouvrage plein et continu : constitué de terre, le merlon ne laisse pas passer le bruit au travers. Contrairement à une bâche acoustique, qui n'entoure qu'un seul engin ou poste de travail, il forme un écran continu face à l'ensemble du lotissement.

Les gains calculés au point 4 (§7.2.2 et §7.2.4 du rapport principal, p.36 et p.38), avec le merlon Est, sont les suivants :

- Réalisation de la plateforme de l'hôpital (scénario 7 sans merlon / scénario 9 avec merlon Est) : le bruit induit passe de 61,0 à 47,0 dB(A), soit une réduction d'environ 14 dB(A) ; le dépassement sonore prévisionnel passe de 25,5 à 11,8 dB(A).

- Micro-minage (scénario 8 sans merlon / scénario 10 avec merlon Est) : le bruit induit passe de 89,0 à 72,0 dB(A), soit une réduction de 17 dB(A) ; le dépassement sonore prévisionnel passe de 53,5 à 36,5 dB(A).

Au point 4, représentatif des habitations du lotissement les plus proches du chantier, le merlon apporte ainsi un gain estimé de 14 à 17 dB(A) selon la phase de travaux. Ce gain potentiel est significatif : à titre de repère, une réduction de 10 dB(A) correspond à une division par deux environ du bruit perçu. Le merlon s'inscrit en complément des autres mesures de chantier prévues au §7 du rapport principal : bâches acoustiques autour des équipements fixes bruyants, adaptation des horaires et du phasage des travaux, information des riverains et surveillance acoustique par balises, dont une à proximité du lotissement.

Le merlon est une mesure de phase chantier : les niveaux calculés au point 4 en exploitation (cf. §8 de la présente note et §6.1.6 du rapport principal, p.25) ne tiennent pas compte de cet ouvrage.

4 Sirènes des véhicules d'urgence

Parmi les sources sonores audibles à proximité de l'hôpital figurent les avertisseurs sonores spéciaux (sirènes deux tons) des véhicules d'intervention (ambulances, SAMU). Cette source n'est pas intégrée à la modélisation acoustique de l'étude, pour les raisons suivantes :

- Bruit de véhicule en circulation, exclu du champ des bruits de voisinage : l'article R.1336-4 du code de la santé publique exclut explicitement de son champ d'application les bruits provenant des infrastructures de transport et des véhicules qui y circulent.

- Usage encadré par le code de la route, non par la réglementation environnementale : l'avertisseur sonore spécial équipe les véhicules d'intérêt général prioritaires (article R.313-34 du code de la route) et son usage est lié aux cas justifiés par l'urgence de la mission (article R.432-1) ; sa détention ou son utilisation par d'autres véhicules constitue une contravention (article R.313-35). Il relève donc d'une réglementation de sécurité routière, distincte de la réglementation sur les bruits de voisinage appliquée aux autres sources étudiées dans ce dossier.

- Caractère ponctuel et imprévisible : à la différence des sources continues modélisées dans l'étude (trafic, équipements CVC), le passage d'un véhicule d'urgence sirène activée est un évènement bref et aléatoire dans le temps, dont la fréquence ne peut être anticipée ni intégrée de façon représentative à une étude d'impact prévisionnelle. En outre, les avertisseurs sonores sont habituellement coupés à l'arrivée des véhicules d'urgence sur le site de l'hôpital : leur usage aux abords immédiats de l'établissement reste donc très limité.

5 Trafic routier – Tableau récapitulatif

La figure et le tableau ci-dessous présentent les caractéristiques du trafic correspondant aux zones modélisées.

Chaque brin correspond à un tronçon de voirie repéré sur la Figure 1 ci-dessous. Pour chaque scénario (**état initial 2024, références 2030/2050 sans hôpital, projet 2030/2050 avec hôpital**), le tableau indique le nombre de poids lourds (PL, sur la base d'une hypothèse de 5 % du trafic total) et le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) circulant sur le brin considéré, ainsi que la vitesse retenue dans la modélisation.

Pour information, le projet de déviation de la RN21 au droit d'Adé (infrastructure à 2 x 2 voies entre le demi-échangeur de Marquisat et le giratoire de Lourdes) fait l'objet de sa propre évaluation environnementale (Livre 3, version du 18 septembre 2025). Selon ce document, la déviation reporterait environ 99 % du trafic de la traversée d'Adé, avec un TMJA estimé à 18 610 véh/j à l'horizon 2047 sur la section Marquisat – Adé (§5.6.5.3, p.499).

Dans la présente étude, la RN21 est représentée par le brin 9 ; la zone modélisée s'arrête au sud-ouest au brin 1 (Figure 1), situé à environ 880 m du demi-échangeur de Marquisat (distance mesurée sur image satellite), et n'englobe donc pas le secteur de la déviation. Ces éléments sont mentionnés à titre déclaratif et n'ont pas donné lieu à une reprise des modélisations : la déviation étant éloignée de l'hôpital et des habitations de la zone d'étude, son influence sur les niveaux sonores calculés au droit de ces récepteurs est considérée comme non significative.

Figure 1. *Réseau routier*

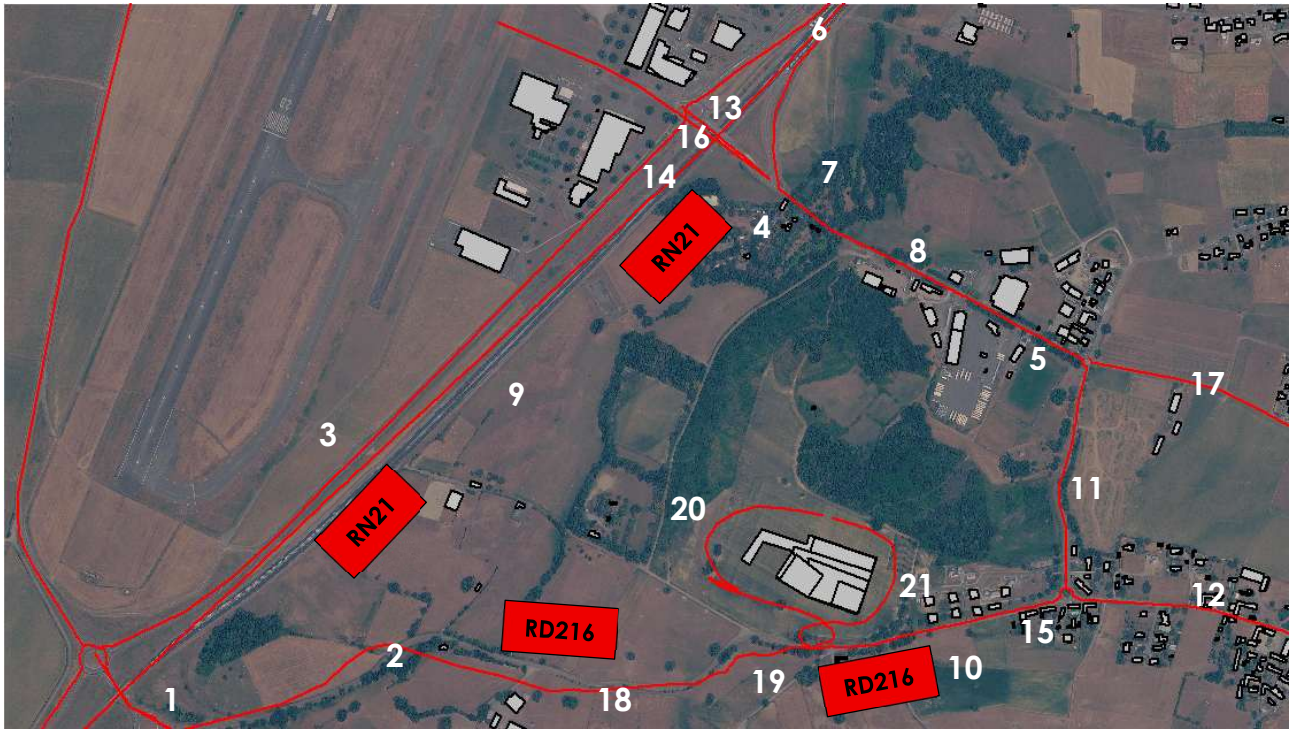


Tableau 1. Données de trafic par brin (TMJA, PL, vitesse) par scénario

	SCÉNARIO 1		SCÉNARIO 2		SCÉNARIO 3		SCÉNARIO 4		SCÉNARIO 5		
	ETAT INITIAL 2024		REF 2030		REF 2050		PROJET 2030		PROJET 2050		
Brin	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**Vitesse (km/h)**
1	145	2 898	152	3 049	196	3 913	584	11 688	627	12 534	80
2	57	1 149	58	1 153	69	1 384	649	12 983	674	13 474	80
3	186	3 727	191	3 822	250	4 991	462	9 241	511	10 211	80
4	72	1 433	72	1 445	83	1 668	222	4 437	232	4 640	50
5	129	2 575	140	2 796	148	2 958	186	3 723	204	4 084	50
6	1064	21 270	1103	22 051	1253	25 066	1410	28 208	1593	31 862	110
7	71	1 417	82	1 632	84	1 686	258	5 164	272	5 431	80
8	129	2 575	140	2 796	148	2 958	186	3 723	204	4 084	80
9	940	18 802	968	19 361	1090	21 794	940	18 794	1074	21 492	110
10	57	1 149	58	1 153	69	1 384	283	5 668	295	5 909	80
11	18	356	21	421	21	427	75	1 499	85	1 709	50
12	75	1 504	79	1 573	91	1 810	209	4 170	210	4 205	50
13	52	1 046	53	1 058	79	1 582	213	4 256	246	4 926	70

	SCÉNARIO 1		SCÉNARIO 2		SCÉNARIO 3		SCÉNARIO 4		SCÉNARIO 5		
	ETAT INITIAL 2024		REF 2030		REF 2050		PROJET 2030		PROJET 2050		
Brin	PL	TMJA	PL	TMJA	PL	TMJA	PL	TMJA	PL	TMJA	Vitesse (km/h)
14	186	3 727	191	3 822	250	4 991	462	9 241	511	10 211	50
15	57	1 149	58	1 153	69	1 384	283	5 668	295	5 909	30
16	52	1 046	53	1 058	79	1 582	213	4 256	246	4 926	30
17	50	999	51	1 029	55	1 094	120	2 397	126	2 528	50
18	57	1 149	58	1 153	69	1 384	603	12 066	623	12 456	80
19	57	1 149	58	1 153	69	1 384	465	9 300	471	9 420	50
20	0	0	0	0	0	0	375	7 505	401	8 020	30
21	0	0	0	0	0	0	0	5 224	0	5 698	30

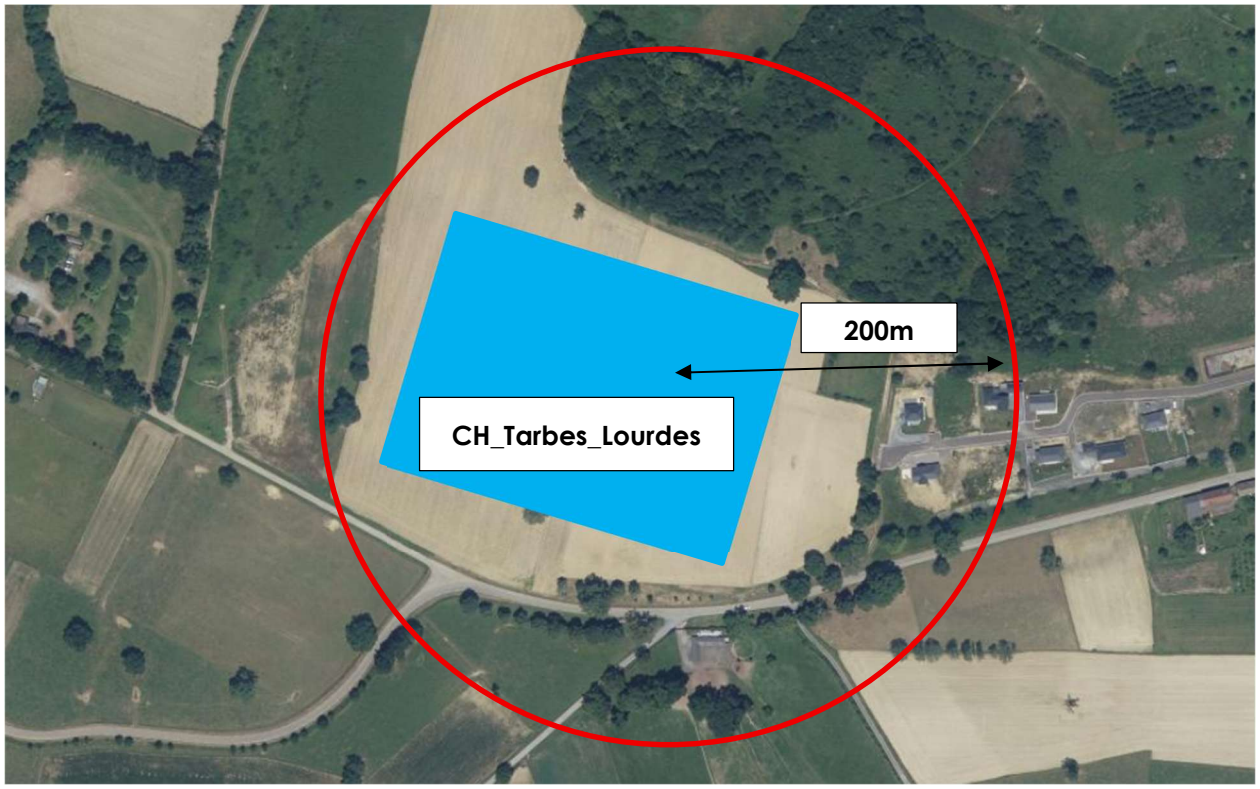
6 Cartographie – Repérage et lecture des isophones

Ce chapitre vise à faciliter la lecture des documents cartographiques du dossier pour tout lecteur, spécialiste ou non : repérage spatial autour du projet et légende de lecture des cartes d'isophones.

6.1 Repérage spatial (rayon de 200 m)

Le document de repérage ci-dessous identifie l'emprise du futur hôpital ainsi que l'ensemble des habitations situées dans un rayon de 200 mètres autour de celle-ci. Ce périmètre permet de situer les habitations concernées par la zone d'étude rapprochée sans recourir à l'ensemble des cartes de modélisation.

Figure 2. *Repérage spatial (rayon 200 m)*



6.2 Lecture des cartes d'isophones

Les cartes de modélisation acoustique représentent des isophones : des courbes reliant les points de niveau sonore égal, matérialisées par des bandes de couleur (une teinte par tranche de niveau). La légende ci-dessous reprend l'échelle de couleurs effectivement utilisée dans les cartes de ce dossier, afin de rendre les niveaux calculés directement interprétables pour chaque habitation.

À titre d'illustration, la carte du Scénario 5 (§6.1.5 du rapport principal, p.24 — prévision 2050 avec construction de l'hôpital) est reproduite ci-après ; pour les autres scénarios, se reporter au rapport principal (§6.1).

Les niveaux sonores analysés dans le rapport principal sont calculés aux emplacements des points de mesure du bruit résiduel, afin de pouvoir comparer les résultats et calculer les émergences.

Les couleurs sur les cartographies traduisent le niveau sonore calculé en un point donné, exprimé en décibels dB(A) — l'unité de mesure du bruit. Plus la couleur progresse du vert vers le violet, plus le niveau sonore est élevé, selon les repères suivants (équivalents sonores d'après l'échelle des décibels de Bruitparif, donnés à titre indicatif par pas de 10 dB ; un même équivalent peut donc couvrir deux tranches consécutives de 5 dB) :

Tableau 2. Légende des niveaux sonores (échelle Bruitparif)

Niveau dB(A)	Couleur	Équivalent quotidien
0 – 40		Jardin calme, chambre à coucher
40 – 45		Bureau tranquille
45 – 50		Restaurant paisible
50 – 55		
55 – 60		Marché animé
60 – 65		
65 – 70		Salle de classe bruyante
70 – 75		
75 – 80		Rue à fort trafic
80 – 110		Aboiement / tondeuse à gazon, klaxon / marteau-piqueur, jusqu'à discothèque / concert rock

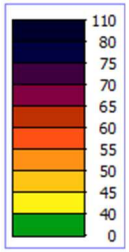


Figure 3. *Scénario 5 : Prévision 2050 avec construction de l'hôpital*



6.3 Distinction diurne / nocturne

Les niveaux sonores et les seuils réglementaires (cf. §2.3) diffèrent entre le jour et la nuit, la sensibilité au bruit étant plus grande pendant le sommeil. Dans le dossier, cette distinction n'est pas systématique et dépend de la source étudiée : les cartes et tableaux de résultats du trafic routier (cf. §6.1.6 du rapport principal ; données d'entrée au §5) sont établis en L_{Aeq24h}, une valeur unique sur 24 heures, sans décomposition diurne/nocturne. Ce choix découle des données de trafic disponibles, fournies sous forme de trafic moyen journalier annuel (TMJA), c'est-à-dire d'une moyenne sur la journée entière sans répartition horaire.

En revanche, l'analyse des équipements CVC (cf. §3.2) distingue bien une émergence diurne et une émergence nocturne, car le bruit résiduel (bruit de fond hors CVC) diffère entre le jour et la nuit — c'est cet écart de résiduel, et non le fonctionnement des équipements lui-même, qui justifie le calcul séparé par période.

Les données d'entrée telles que le TMJA (moyenne journalière par nature, cf. §2.1) ou la puissance acoustique des équipements CVC (caractéristique constante du matériel, cf. §3.2) ne sont, dans tous les cas, pas elles-mêmes déclinées par période.

7 Patients hospitalisés : prise en compte en tant que récepteurs sensibles

L'étude d'impact sonore traite des bruits émis par l'établissement vers les habitations riveraines (décret n°2006-1099). La protection des patients hospitalisés relève de l'acoustique du bâtiment (arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements de santé) et est prise en charge par l'équipe de maîtrise d'œuvre du projet, notamment dans la notice acoustique APD d'EMACOUSTIC (24 avril 2024).

Les exigences y sont fixées pour l'ensemble du bâtiment, et non par service (soins critiques, maternité, pédiatrie et gériatrie) : les chambres et locaux de soins des services de soins critiques, de maternité, de pédiatrie et de gériatrie relèvent des « locaux d'hébergement et de soins », qui bénéficient notamment d'un isolement de façade $D_{nT,A,tr} \geq 35$ dB tenant compte de l'hélistation (notice APD, §4.2.3). Cette valeur traduit un renforcement volontaire des performances de façade par l'équipe de conception, l'isolement minimal réglementaire des établissements de santé étant de $D_{nT,A,tr} \geq 30$ dB (arrêté du 25 avril 2003).

Les patients sont donc bien pris en compte comme récepteurs sensibles, sans objectif supplémentaire propre à un service.

8 Synthèse

- Chaque source de bruit est évaluée avec l'indicateur qui lui correspond : le trafic routier et les équipements techniques en niveau moyen (L_{Aeq}), l'hélistation en niveau de crête et en moyenne pondérée (L_{Amax}, L_{den}). Ces chiffres ne peuvent pas s'additionner entre eux (cf. §2.6).

- Trafic routier : l'évolution calculée varie selon les secteurs. Aux trois points de mesure de l'état initial (points 1, 2 et 4, localisés au §4 du rapport principal, p.8), le L_{Aeq24h} passe, entre l'état initial 2024 et le projet à l'horizon 2050, de 40,6 à 40,9 dB(A) au point 1 (quasiment inchangé), de 36,0 à 42,1 dB(A) au point 2 (hausse modérée) et de 35,9 à 50,8 dB(A) au point 4, correspondant au nouveau lotissement (hausse importante) — cf. §6.1.6 du rapport principal, p.25. Ce sont les habitations les plus proches de l'hôpital qui sont les plus concernées.

- Déviation de la RN21 au droit d'Adé : ce projet, situé hors de la zone modélisée, est mentionné à titre déclaratif, sans reprise des modélisations ; compte tenu de son éloignement, son influence sur les niveaux sonores calculés est considérée comme non significative (cf. §5).

- Équipements techniques (CVC) : les émergences calculées restent inférieures aux seuils réglementaires (cf. §3.2), et des niveaux de puissance sonore maximaux sont imposés au matériel qui sera retenu lors de la phase d'exécution.

- Lotissement (point 4) – merlon Est : en phase chantier, le merlon constitué des matériaux extraits du site (6 à 7 m de hauteur) masque une partie importante du bruit des engins et réduit le bruit induit au point 4 d'environ 14 dB(A) (plateforme de l'hôpital) à 17 dB(A) (micro-minage), le dépassement sonore prévisionnel passant de 25,5 à 11,8 dB(A) et de 53,5 à 36,5 dB(A) respectivement ; ce gain potentiel, significatif pour le lotissement, complète les autres mesures de chantier (cf. §3.3).

- Sirènes des véhicules d'urgence : elles n'entrent pas dans le champ de la réglementation sur les bruits de voisinage, restent d'usage très ponctuel aux abords du futur hôpital et ne sont donc pas modélisées (cf. §4).

- Hélistation : évaluée en L_{Amax} et L_{den} (étude EMACOUSTIC, annexe 1 du rapport principal), elle fait l'objet de mesures d'atténuation techniques, organisationnelles et d'exploitation, hors travaux (cf. §3.1).

- Le document de repérage du §6.1 identifie les habitations situées dans un rayon de 200 mètres autour de l'emprise du projet, délimitant ainsi la zone d'étude rapprochée.

- Patients hospitalisés : leur protection relève de l'acoustique du bâtiment (arrêté du 25 avril 2003) et est traitée dans la notice acoustique APD, avec notamment un isolement de façade renforcé $D_{nT,A,tr} \geq 35$ dB pour l'ensemble des locaux occupés (cf. §7).

9 Annexe – Réponses aux observations de la commission d'enquête (contributions C113 et C240)

Le tableau ci-dessous reprend les questions relatives aux nuisances sonores des contributions C113 et C240 et indique, pour chacune, l'élément de réponse ou le renvoi vers le paragraphe correspondant de la présente note ou du rapport principal.

Tableau 3. Réponses et renvois aux questions des contributions C113 et C240

Contribution – point	Question	Réponse / renvoi
C113 – 42	L'intégration locale du nouvel hôpital va générer des nuisances (héliport et saturation routière notamment).	Les nuisances liées à l'hélistation et au trafic routier sont évaluées dans l'étude : - hélistation, cf. §2.6 et §3.1 de la présente note et annexe 1 du rapport principal ; - trafic routier, cf. §5 et §8 de la présente note et §6.1.6 du rapport principal (évolution du L_{Aeq24h} aux points de mesure). La saturation routière (capacité des voiries) relève des études de trafic et non de l'étude acoustique.
C240 – 81	Quels seront les niveaux L_{Amax}, L_{Aeq} et L_{den} produits par l'hélistation, en distinguant les périodes diurnes et nocturnes ?	Les niveaux L_{Amax}, L_{Aeq} (diurne et nocturne) et L_{den} de l'hélistation sont présentés dans l'étude hélistation EMACOUSTIC (annexe 1 du rapport principal, §8.2 à §8.4). La signification de chaque indicateur est rappelée aux §2.4 à §2.6 de la présente note.
C240 – 82	Les pics sonores ont-ils été analysés séparément des moyennes réglementaires ?	Oui. Les pics sonores (L_{Amax}) et les niveaux moyens (L_{Aeq}, L_{den}) sont analysés séparément, source par source, et ne sont pas cumulés : cf. §2.4 et §2.6.
C240 – 83	Les patients hospitalisés, notamment en soins critiques, maternité, pédiatrie et gériatrie, ont-ils été considérés comme des récepteurs sensibles ?	Cf. §7 de la présente note.
C240 – 84	Une cartographie précise de l'exposition des habitations et du lotissement situé au sud sera-t-elle produite ?	Le repérage des habitations situées dans un rayon de 200 m est présenté au §6.1, et la lecture des cartes d'isophones au §6.2. Le lotissement correspond au point 4 (cf. §8 de la présente note et §6.1.6 du rapport principal, p.25). Pour les autres scénarios, se reporter au §6.1 du rapport principal. Les mesures de réduction du bruit de chantier pour le lotissement (merlon Est) sont présentées au §3.3.
C240 – 85	Les nuisances cumulées de la RN21, de la RD216, de l'aérodrome, de l'hélistation, des parkings, des ambulances et des équipements techniques ont-elles été évaluées globalement ?	Chaque source est évaluée avec l'indicateur qui lui est propre ; ces indicateurs ne peuvent pas être additionnés en un niveau global (cf. §2.6). Trafic routier (RN21, RD216, voiries internes) : §5 ; équipements techniques : §3.2 ; hélistation : §3.1 ; véhicules d'urgence : §4. La circulation liée au parking de l'hôpital est prise en compte au travers du trafic des voiries internes du site (cf. §5). L'aérodrome ne fait pas partie du périmètre de la présente note.
C240 – 86	Un suivi acoustique après ouverture et des mesures correctives opposables sont-ils prévus ?	La présente note recommande une mesure de contrôle des émergences après mise en service des équipements techniques (§3.2) ainsi qu'un suivi des mouvements de l'hélistation (§3.1). La définition de mesures correctives opposables relève du maître d'ouvrage et de l'autorisation du projet.



Bureau d'études en acoustique depuis 1995

www.acoustique-delhom.com

France | Vietnam | Chine | Émirats

SAS au capital de 120 000 €

Volet Air et Santé

Projet de reconstruction des hôpitaux de Tarbes et de Lourdes– Lanne (65)

ISPIRA

Pour : CH Tarbes Lourdes

Rapport n°ENV_2409039_R1_V3

N° de version	Rédaction	Relecture	Validation
1	Samy Hadj Abed	Marie Guibert	Marie Lefort
	19/12/2024		
2 *Prise en compte de la mise à jour des données trafic*	Hélène Sendron	Marie Guibert	Marie Lefort
	27/05/2025		
3 *Ajout des résultats de modélisation : calcul des émissions de l'hélistation et des chaudières*	Orianne Albano Hélène Sendron	Marie Guibert	Marie Lefort
	30/09/2026		

contact@ispira.fr
Siège social : ARTEPARC – 595 rue Pierre Berthier - 13290 Aix-en-Provence - 04 13 41 98 72
Agence IDF : EQUINOX – 19 – 23 allées de l'Europe - 92110 Clichy - 01 80 88 98 54

Table des matières

1 Contexte 5
2 Méthodologie de référence 6
3 Niveau d'étude 7
4 Pollution atmosphérique et effets sur la santé 8
4.1 Généralités 8
4.2 Polluants étudiés 9
4.2.1 Effets sur la santé 9
4.2.2 Valeurs de référence pour les polluants mesurés 10
5 Synthèse bibliographique de l'état de la qualité de l'air sur le territoire 12
5.1 Bilan de la qualité de l'air en région Occitanie 12
5.1.1 Echelle régionale 12
5.1.2 Echelle départementale 14
5.2 Réseau de surveillance exploité à proximité du projet 16
5.2.1 Dioxyde d'azote 17
5.2.2 Particules PM_{10} 17
5.2.3 Particules $PM_{2,5}$ 18
5.2.4 Ozone (O_3) 18
6 Evaluation de l'impact du projet 20
6.1 Estimation des émissions de polluants 20
6.1.1 Estimation des émissions de polluants liés au trafic automobile 20
6.1.2 Evaluation des émissions associées à la future hélistation de l'hôpital 28
6.1.3 Evaluation des émissions associées au chauffage sur la zone d'étude 29
6.1.4 Bilan des émissions de polluants du projet 30
6.2 Modélisation des concentrations en polluants liés au trafic routier 32
6.2.1 Méthodologie 32
6.2.2 Paramètres d'entrée pris en compte 32
6.2.3 Résultats de la modélisation pour le NO_2 38
6.2.4 Résultats de la modélisation pour les PM_{10} 41
7 Analyses des incertitudes 45
7.1 Caractérisation des émissions atmosphériques 45
7.2 Modélisation des transferts : concentrations environnementales 45
8 Mesures ERC 47
9 Conclusions 49
10 Annexe 1 : Trafics routiers considérés 50

Liste des tableaux

Tableau 1 : Définition du niveau d'étude selon le guide du CEREMA (2021) 7
Tableau 2 : Sources et effets sur la santé des différents polluants étudiés dans le cadre de l'étude 9
Tableau 3 : Valeurs de référence pour les polluants étudiés 10
Tableau 4 : Lignes directrices recommandées par l'OMS en 2021 11
Tableau 5 : Répartitions des origines des émissions de divers polluants par secteurs d'activité en Occitanie (en tonnes/an) - source : Atmo Occitanie 13
Tableau 6 : Critères de définition de la largeur de la bande d'étude – Guide du CEREMA 22
Tableau 7 : Longueur totale du réseau d'étude et nombre de kilomètres parcourus par jour 23
Tableau 8 : Composition de l'usure des pneus et des freins en benzo(a)pyrène, arsenic et nickel – en ppm massique (source : EMEP) 24
Tableau 9 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié 25
Tableau 10 : Evolution des émissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié entre les différents scénarios 27
Tableau 11 : Facteurs d'émissions pour un hélicoptère EC-145 et émission pour un cycle LTO 29
Tableau 12 : Emissions issues de l'hélistation en kg/an 29
Tableau 13 : Facteurs d'émissions OMINEA 2024 pour les chaudières de moins de 50 MW (secteur commercial et institutionnel) 30
Tableau 14 : Emissions issues de la chaudière de secours en kg/an 30
Tableau 15 : Bilan des émissions projetées (en kg/an) associées au projet, incluant trafic, chaudière(s) gaz et hélistation 30
Tableau 16 : Répartition des émissions du projet 31
Tableau 17 : Localisation des points récepteurs (projection géographique : UTM 31N) 34
Tableau 18 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles modélisées – NO_2 41
Tableau 19 : Résultats de la modélisation - Concentrations moyennes annuelles modélisées - PM_{10} 44
Tableau 20 : Données trafic fournies par le bureau d'étude 50

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du site d'étude 5
Figure 2 : Plan de masse du projet 6
Figure 3 : Densité de population sur la zone d'étude (source : Géoportail) 7
Figure 4 : Qualité de l'air et principaux polluants en 2023 aux stations de Lourdes-Lapaca, Tarbes-Dupuy et Argelès-Gazost – source : Atmo Occitanie 14
Figure 5 : Sources de pollution de l'air à l'échelle du département des Hautes-Pyrénées – source : Atmo Occitanie 15
Figure 6 : Implantation des stations de mesure Atmo Occitanie retenues vis-à-vis de la zone d'étude 16
Figure 7 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 de 2019 à 2023 aux stations de Tarbes et Lourdes 17
Figure 8 : Concentrations moyennes annuelles en PM_{10} de 2019 à 2023 aux stations de Tarbes et Lourdes 17
Figure 9 : Concentrations moyennes annuelles en $PM_{2,5}$ de 2019 à 2023 aux stations de Tarbes et Lourdes 18
Figure 10 : Nombre de jours de dépassement du seuil en moyenne 8 horaire pour l'O_3 dans les Hautes Pyrénées 19
Figure 11 : Diagramme méthodologique pour le calcul des émissions 21
Figure 12 : Réseau d'étude issu de l'étude trafic 22
Figure 13 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (1) 25
Figure 14 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (2) 26
Figure 15 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (3) 26
Figure 16 : Cartographie des variations des émissions de NO_x entre les scénarios Référence et Projet en 2030 28

Figure 17 : Relief au droit du projet 33
Figure 18 : Occupation des sols sur le domaine d'étude 34
Figure 19 : Récepteurs retenus au sein de la bande d'étude 35
Figure 20 : Rose des vents – données de 2025 – Station Météo-France de Tarbes Lourdes 36
Figure 21 : Cartographie des concentrations en NO_2 modélisées – Etat actuel 2024 38
Figure 22 : Cartographie des concentrations en NO_2 modélisées – Référence 2030 39
Figure 23 : Cartographie des concentrations en NO_2 modélisées – Projet 2030 39
Figure 24 : Cartographie des concentrations en NO_2 modélisées – Référence 2050 40
Figure 25 : Cartographie des concentrations en NO_2 modélisées – Projet 2050 40
Figure 26 : Cartographie des concentrations en PM_{10} modélisées – Etat actuel 2024.....42
Figure 27 : Cartographie des concentrations en PM_{10} modélisées – Référence 2030 42
Figure 28 : Cartographie des concentrations en PM_{10} modélisées – Projet 2030.....43
Figure 29 : Cartographie des concentrations en PM_{10} modélisées – Référence 2050 43
Figure 30 : Cartographie des concentrations en PM_{10} modélisées – Projet 2050.....44
Figure 31 : Schéma de la séquence ERC (de la séquence ERC (source : Ministère de la Transition Ecologique).....47
Figure 32 : Réseau routier associé.....52

1 Contexte

Dans le cadre de la construction du projet de « Centre Hospitalier de Bigorre » à Lanne (65), le Centre Hospitalier Tarbes Lourdes a mandaté ISPIRA pour la réalisation d'une étude air et santé sur la zone.

Après une première mise à jour de l'étude en mai 2025 (ENV_2409039_R1_V2) qui prenait en compte l'actualisation des données trafic et donc la modification des émissions liées au trafic routier, le présent rapport (ENV_2409039_R1_V3) constitue la troisième version de cette étude. Il prend en compte la demande de compléments de l'ARS, à savoir :

- la prise en compte des émissions des chaudières à gaz naturel et celles de l'héliport dans l'estimation des émissions de polluants
- et l'intégration de la modélisation aérodispersive des émissions liées au trafic routier, à la mise en service du projet ainsi que 20 ans après.

Ce projet d'aménagement se situe le long de la route départementale 216.



Figure 1 : Localisation du site d'étude

Il consiste en la réalisation d'un hôpital équidistant des communes de Tarbes et Lourdes. Le plan masse est le suivant :

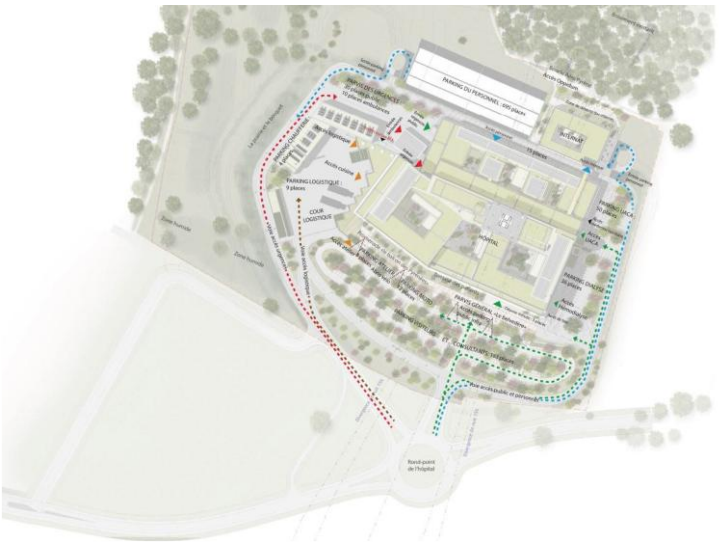


Figure 2 : Plan de masse du projet

2 Méthodologie de référence

Cette étude a été réalisée en s'appuyant sur la bibliographie suivante :

- La note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ; cette note abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 et son annexe, laquelle a été remplacée par le guide méthodologique (voir puce suivante). Cette mise à jour tient compte de l'avis de l'ANSES relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières (juillet 2012) ;
- Le guide ministériel méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019 rédigé par le CEREMA ;
- La Directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 ;
- La Directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 ;
- La Directive européenne 2024/2881 du 23 octobre 2024 ;
- L'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie n°96-1236 du 30 décembre 1996.
- La note de l'Autorité environnementale relative aux zones d'aménagement concerté (ZAC) et autres projets d'aménagements urbains - n°Ae : 2019-N-07 – fev . 2020

La note technique du 22 février 2019 et son guide méthodologique fournissent les indications méthodologiques sur l'élaboration et le contenu attendu des études d'impact des infrastructures routières en ce qui concerne les effets sur la santé de la pollution de l'air. Bien que le présent projet ne fasse pas partie de cette catégorie, elle sert ici de cadre de référence.

3 Niveau d'étude

Le niveau d'étude dans le cadre d'une infrastructure routière est déterminé en fonction de la charge de trafic à l'horizon le plus lointain ainsi que de la densité de population au sein de la bande d'étude. La bande d'étude étant définie comme une zone située autour des axes routiers et dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale.

Tableau 1 : Définition du niveau d'étude selon le guide du CEREMA (2021)

Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km) / Densité hab/km² dans la Bande d'étude	> 50 000 véh/j	De 25 000 à 50 000 véh/j	De 10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
GI Bâti avec densité ≥10 000 hab/km²	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
GII Bâti avec densité > 2 000 et <10 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
GIII Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
GIV pas de Bâti	III	III	IV	IV

La densité de population sur la base des données carroyées à 200 m, de l'année 2019 (dernière version) est présentée en figure suivante.



Figure 3 : Densité de population sur la zone d'étude (source : Géoportail)

La densité de population est nulle là où les voies sont les plus circulées (> 10 000 véhicules/jour), et pour les voies disposant d'un trafic plus restreint (< 10 000 véhicules/jour), la densité de population est bien inférieure à 2 000 habitants/km^2.

Ainsi, d'après le tableau précédent, **le niveau d'étude attendu est de niveau III.**

Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km) / Densité hab/km² dans la Bande d'étude	> 50 000 véh/j	De 25 000 à 50 000 véh/j	De 10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
GI Bâti avec densité ≥10 000 hab/km²	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
GII Bâti avec densité > 2 000 et <10 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
GIII Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
GIV pas de Bâti	III	III	IV	IV

A noter que le projet, objet de cette étude, n'est pas une infrastructure routière et ainsi ne répond pas aux critères du guide du CEREMA. Néanmoins, en l'absence d'autre référentiel, l'étude a initialement été conduite selon les critères d'une étude niveau III (ENV_2409039_R1_V2).

Cependant, pour répondre à la demande de compléments de l'ARS de janvier 2026, des modélisations de la dispersion des émissions en dioxyde d'azote (NO_2) et particules PM_{10} liées au trafic routier ont été réalisées. Avec cette mise à jour, la présente étude (ENV_2409039_R1_V3) est désormais de niveau II.

4 Pollution atmosphérique et effets sur la santé

4.1 Généralités

Selon Santé Publique France[1], même à de faibles niveaux, l'exposition aux polluants peut provoquer, le jour même ou dans les jours qui suivent, des symptômes irritatifs au niveau des yeux, du nez et de la gorge mais peut également aggraver des pathologies respiratoires chroniques (asthme, bronchite…) ou favoriser la survenue d'un infarctus du myocarde.

A plus long-terme, même à de faibles niveaux de concentration, une exposition sur plusieurs années à la pollution atmosphérique peut induire des effets sur la santé bien plus importants qu'à court terme :

- perte d'espérance de vie et mortalité
- développement de maladies cardiovasculaires, maladies respiratoires et du cancer du poumon.

De nouvelles études montrent un rôle de la pollution de l'air également sur les troubles de la reproduction, les troubles du développement de l'enfant, les affections neurologiques et le diabète de type 2.

[1] Santé Publique France, Dossier thématique « Pollution atmosphérique : quels sont les risques ? », consultable en ligne : https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/articles/pollution-atmospherique-quels-sont-les-risques, mis à jour le 11 octobre 2022

4.2 Polluants étudiés

Sur la base du guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières (CEREMA, 2019[2]), servant de cadre de référence pour les projets d'aménagement urbains, les polluants suivants sont pris en compte dans le présent volet Air et Santé : oxydes d'azote (NO_X) et ou dioxyde d'azote (NO_2), particules en suspension (PM_{10}), particules fines ($PM_{2.5}$), benzène, monoxyde de Carbone (CO), dioxyde de soufre (SO_2), arsenic (As), nickel (Ni) et benzo(a)pyrène (BaP).

4.2.1 Effets sur la santé

Les sources et effets sur la santé de ces polluants sont présentés ci-après.

Tableau 2 : Sources et effets sur la santé des différents polluants étudiés dans le cadre de l'étude

Paramètre	Sources	Effets sur la santé
Oxydes d'azote (NO_x)	Les principaux contributeurs des émissions de NO_x sont le secteur des transports (routier et non routier), le secteur lié à l'industrie au sens large (production d'énergie / industrie / traitement des déchets) et le secteur résidentiel-tertiaire.	Le NO_2 est un gaz irritant pour les bronches qui favorise les infections pulmonaires chez les enfants, et augmente la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques.
COV dont benzène	Les composés organiques volatils (COV) proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, remplissage des réservoirs automobiles, stockages de solvants). D'autres COV sont également émis par le milieu naturel.	Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné. Le benzène est considéré comme cancérigène.
Particules (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts). On distingue les PM_{10} (diamètre inférieur à 10 µm), et les $PM_{2,5}$ (diamètre inférieur à 2,5 µm).	Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans le système respiratoire, avec un temps de séjour plus ou moins long. Les plus dangereuses sont les particules les plus fines. Elles peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble.
Dioxyde de soufre (SO_2)	Le dioxyde de soufre SO_2 est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont : centrales thermiques, installations de combustion industrielles, trafic maritime, et unités de chauffage individuel et collectif.	Le SO_2 est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire).
Monoxyde de carbone (CO)	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel.	Le CO prend la place de l'oxygène, provoque des maux de tête, létal à concentration élevée.
HAP dont Benzo[a]pyrène	Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)sont des composés formés de 4 à 7 noyaux benzéniques. Ils sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique, notamment la combustion domestique du bois et du charbon	Propriétés cancérogènes et mutagène dépendant de la structure chimique des métabolites formés. Peuvent entraîner une diminution de la réponse immunitaire augmentant les risques d'infection.
Métaux	Les métaux lourds, dont seul le plomb, le nickel, l'arsenic et le cadmium, sont réglementés (Directive 2004/107/CE), proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères et de certains procédés industriels.	Ces métaux ont la propriété de s'accumuler dans l'organisme, engendrant d'éventuelles pathologies telles que le cancer.

[2] CEREMA, Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019.

4.2.2 Valeurs de référence pour les polluants mesurés

La stratégie communautaire de surveillance de la qualité de l'air et les valeurs réglementaires (valeurs limites, valeurs cibles, objectifs de qualité sur le long terme) sont indiquées dans la directive européenne (2008/50/CE) du 21 mai 2008 et dans la directive n°2004/107/CE du 15 décembre 2004. Ces textes ont été transposés par la France par le décret 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air. Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, il est fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Objectif de qualité : niveau à minorer ou atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Tableau 3 : Valeurs de référence pour les polluants étudiés

Dioxyde d'azote (NO_2)		
Objectif de qualité	40 µg/m³	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200 µg/m³	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m³	en moyenne annuelle
Particules PM_{10}		
Objectif de qualité	30 µg/m³	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50 µg/m³	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	40 µg/m³	en moyenne annuelle
Particules $PM_{2,5}$		
Objectif de qualité	10 µg/m³	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	25 µg/m³	en moyenne annuelle
Valeur cible	25 µg/m³	en moyenne annuelle
Benzène		
Objectif de qualité	2 µg/m³	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m³	en moyenne annuelle
Ozone		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	120 µg/m³	maximum journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans
Dioxyde de soufre (SO_2)		
Objectif de qualité	50 µg/m³	en moyenne annuelle
Benzo(a)pyrène		
Valeur cible	1 ng/m³	en moyenne annuelle
Arsenic		
Valeur cible	6 ng/m³	en moyenne annuelle
Nickel		
Valeur cible	20 ng/m³	en moyenne annuelle

Pour certain de ces polluants, il existe également des lignes directrices définies par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), actualisée en 2021. Elles représentent les niveaux de qualité de l'air servant de référence pour évaluer si l'exposition d'une population pourrait entraîner des problèmes de santé. Ces lignes directrices contribuent également à définir des normes et des objectifs juridiquement

contraignants pour la gestion de la qualité de l'air aux niveaux international, national et local. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous pour les polluants étudiés.

Tableau 4 : Lignes directrices recommandées par l'OMS en 2021

Dioxyde d'azote (NO_2)	
10 µg/m³	en moyenne annuelle
25 µg/m³	en moyenne journalière
Particules PM_{10}	
15 µg/m³	en moyenne annuelle
45 µg/m³	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Particules $PM_{2,5}$	
5 µg/m³	en moyenne annuelle
15 µg/m³	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Ozone	
60 µg/m³	Moyenne de la concentration moyenne quotidienne maximale d'O_3 sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'O_3 a été la plus élevée
Dioxyde de soufre (SO_2)	
5 40 µg/m³	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par anen moyenne annuelle

Il est à noter que la nouvelle directive (UE) 2024/2881 du 23 octobre 2024 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe a été publiée le 20 novembre 2024. Les états membres disposeront d'un délai de deux ans pour la transposer dans leur droit national. **De nouveaux seuils, à respecter d'ici à 2030, devront ainsi entrer en vigueur prochainement : 20 µg/m³ pour le NO_2, 20 µg/m³ pour les PM_{10} et 10 µg/m³ pour les $PM_{2,5}$.**

5 Synthèse bibliographique de l'état de la qualité de l'air sur le territoire

Sur l'ensemble du territoire national, la surveillance de la qualité de l'air est effectuée par diverses associations à l'échelle des régions. L'association agréée de surveillance de la qualité de l'air dans la région Occitanie est Atmo Occitanie. Cette dernière a également la charge de réaliser l'inventaire des émissions de la région et des différentes collectivités la composant.

5.1 Bilan de la qualité de l'air en région Occitanie

5.1.1 Echelle régionale

De manière générale en Occitanie en 2023, la tendance à la baisse observée depuis plusieurs années pour les principaux polluants se poursuit[3] :

- **Les concentrations de dioxyde d'azote (NO_2)** reculent de 7 % par rapport à 2022. Cette baisse est en partie liée à l'évolution des règles de circulation dans certaines agglomérations. Des dépassements de la valeur limite en vigueur sont toujours observés sur des secteurs impactés par le trafic routier (moins de 1 % de la population de la région est concernée). L'application de la valeur limite fixée par la nouvelle directive européenne en cours de révision, deux fois plus faible que la précédente, impliquerait une augmentation du nombre d'habitants exposés à un dépassement de ce nouveau seuil.
- **Les concentrations en particules en suspension (PM_{10})** baissent de 14 % en 2023 par rapport à 2022 (les valeurs avaient augmenté en 2022, les niveaux de 2023 sont similaires à ceux généralement observés avant 2022). La réglementation actuelle est globalement respectée sur l'ensemble du territoire régional à l'exception de certains secteurs où s'observent des dépassements de l'objectif de qualité qui est de 30 µg/m^3 (moins de 1 % de la population de la région est concernée). La valeur limite définie par la directive européenne en cours de révision pour 2030, plus contraignante que l'objectif de qualité actuel, ne serait pas respectée dans les grandes agglomérations d'Occitanie.
- **Les particules fines ($PM_{2.5}$)** sont également en recul sur l'ensemble des sites avec une baisse des concentrations de 11 % par rapport à 2022. La valeur limite actuelle est respectée sur l'ensemble de la région, mais de larges secteurs restent exposés à des concentrations supérieures à l'objectif de qualité dans la plupart des grandes agglomérations (26 % de la population de la région sont concernés). La valeur limite proposée pour 2030 serait identique à l'objectif de qualité actuel.
- **L'ozone (O_3)** n'est pas directement émis par les activités humaines. La baisse observée en 2023 peut être attribuable à la diminution des niveaux de polluants précurseurs (dont le NO_2) ou à des facteurs météorologiques. En Occitanie, la réglementation actuelle n'est toutefois pas respectée et les seuils de la nouvelle directive en cours de révision ne le seraient pas à moyen terme. En effet, 97 % de la population d'Occitanie est exposée à un dépassement de l'objectif de qualité pour ce polluant.

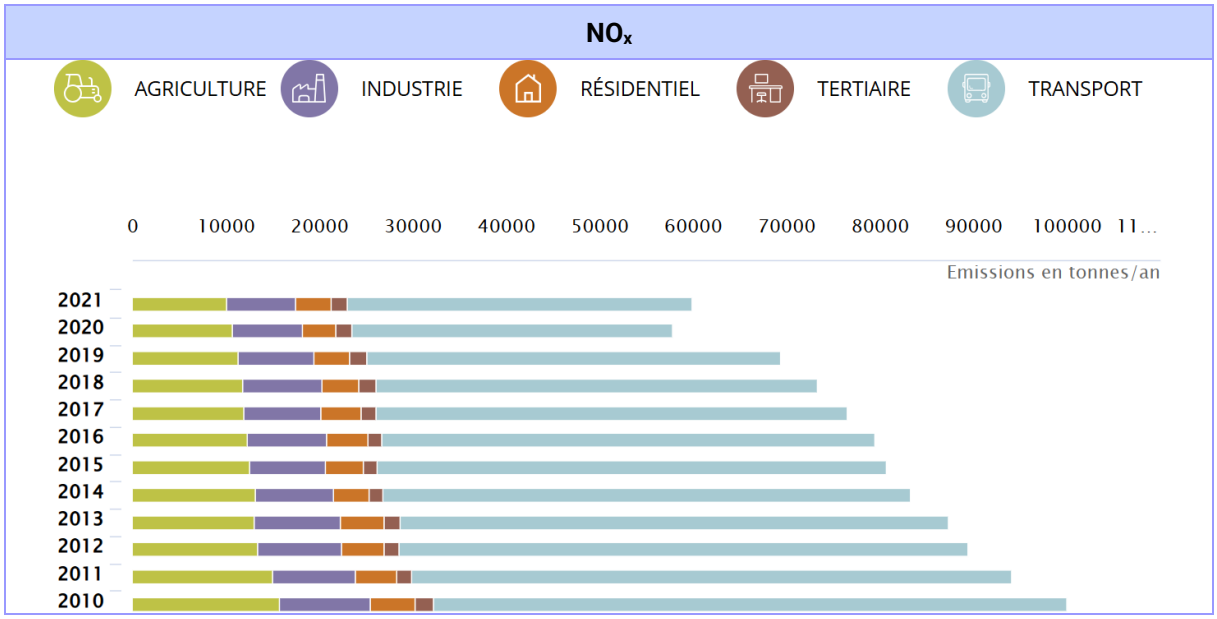
Les sources d'émission principales dans la région pour les polluants à enjeu sur le territoire sont recensées dans le tableau ci-après (années 2010 à 2021 – dernière année disponible).

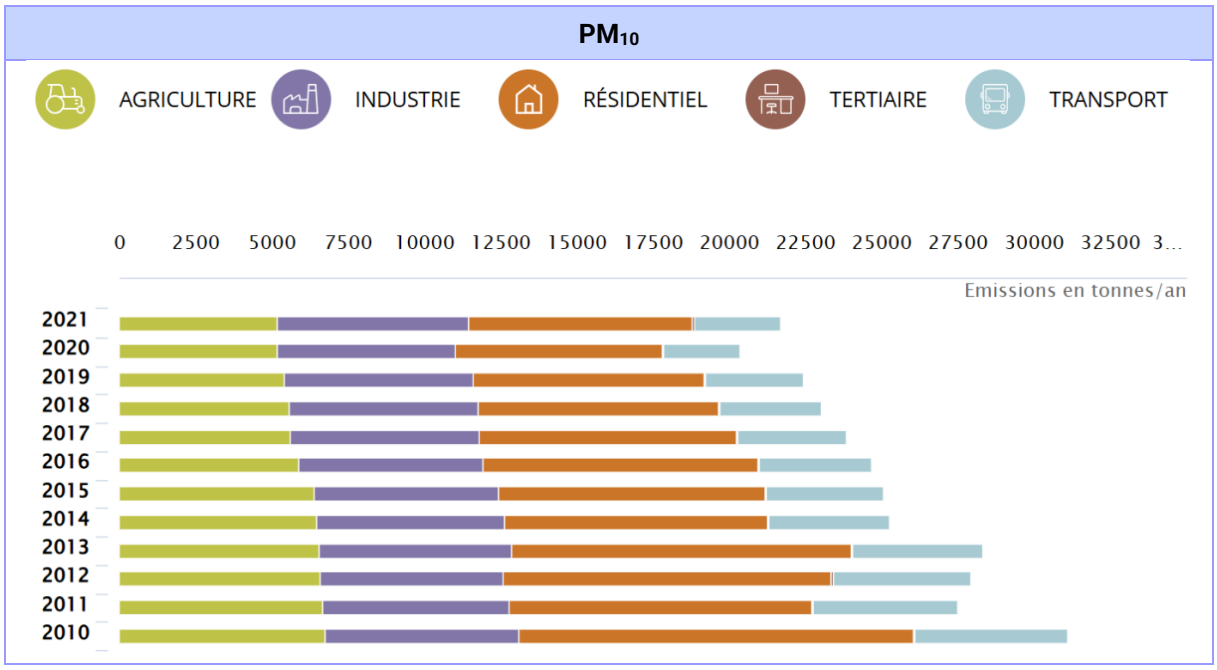
Il en ressort les éléments suivants :

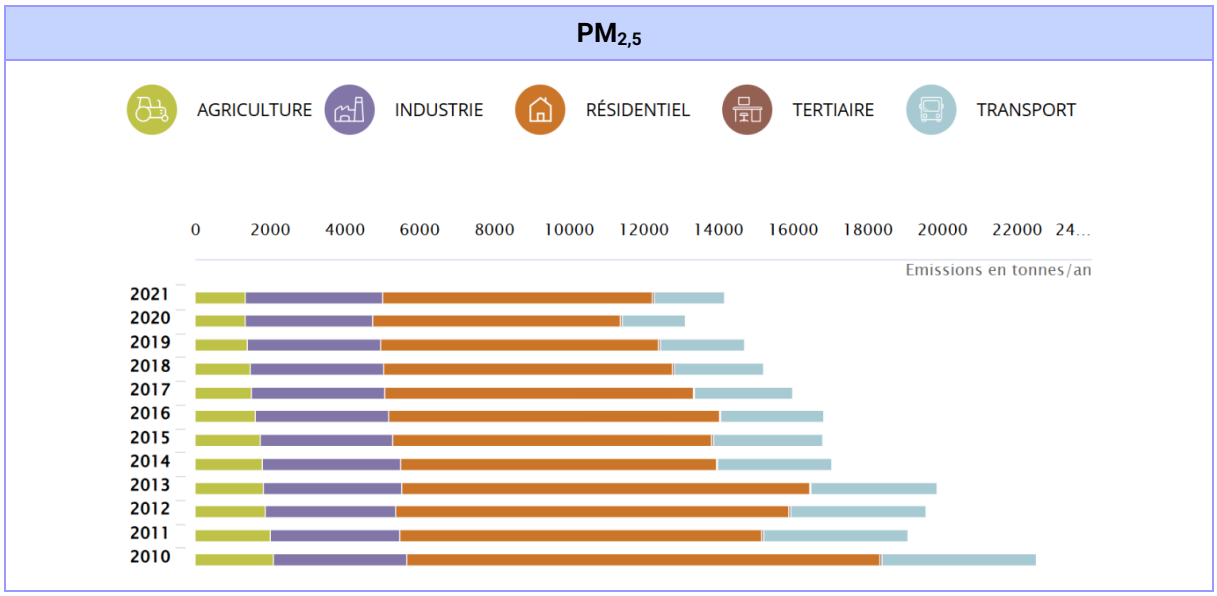
- La principale source d'émission de NO_x (dont le NO_2) est le secteur des transports.
- Le secteur résidentiel, suivi de l'industrie, sont les principaux émetteurs de PM_{10} et $PM_{2.5}$

[3] L'air en Occitanie 2023 - Bilan de la qualité de l'air et des émissions de polluants atmosphériques en Occitanie – Atmo Occitanie

Tableau 5 : Répartitions des origines des émissions de divers polluants par secteurs d'activité en Occitanie (en tonnes/an) - source : Atmo Occitanie







5.1.2 Echelle départementale

En 2023, dans les Hautes-Pyrénées, les concentrations de particules en suspension (PM_{10}), en particules fines ($PM_{2.5}$), en dioxyde d'azote (NO_2) et ozone (O_3) sont en diminution par rapport à 2022. Cette baisse s'observe au niveau des trois stations pérennes de mesure : Argelès-Gazost, Lourdes et Tarbes. Les niveaux de pollution dans ces agglomérations sont similaires à ceux observés dans des villes comparables de la région. L'ensemble des seuils réglementaires relatifs à la protection de la santé est respecté en situation de fond à l'exception de l'objectif de qualité fixé pour l'ozone. Le détail des concentrations moyennes annuelles pour les principaux polluants d'intérêt sont illustrés ci-dessous.

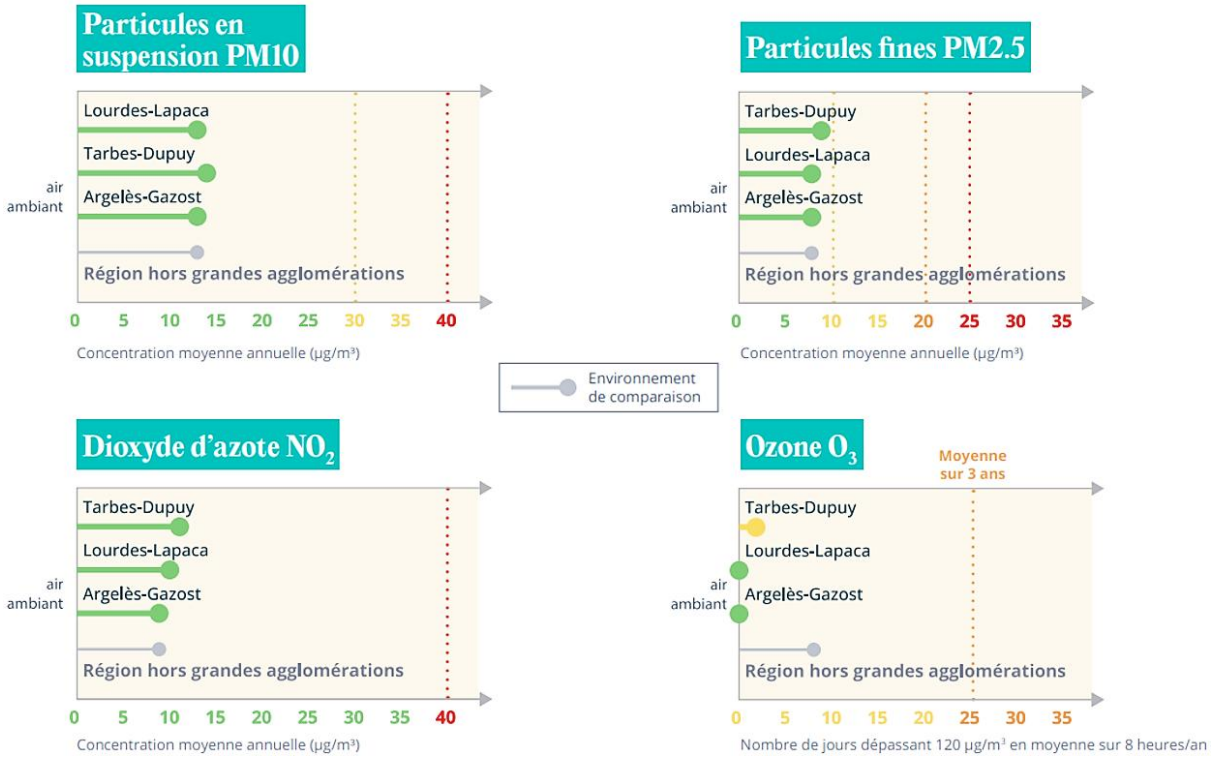


Figure 4 : Qualité de l'air et principaux polluants en 2023 aux stations de Lourdes-Lapaca, Tarbes-Dupuy et Argelès-Gazost – source : Atmo Occitanie

Pour ce qui est des sources d'émission dans le département, on retrouve les mêmes contributeurs qu'à l'échelle de la région pour les principaux polluants comme illustré ci-dessous.

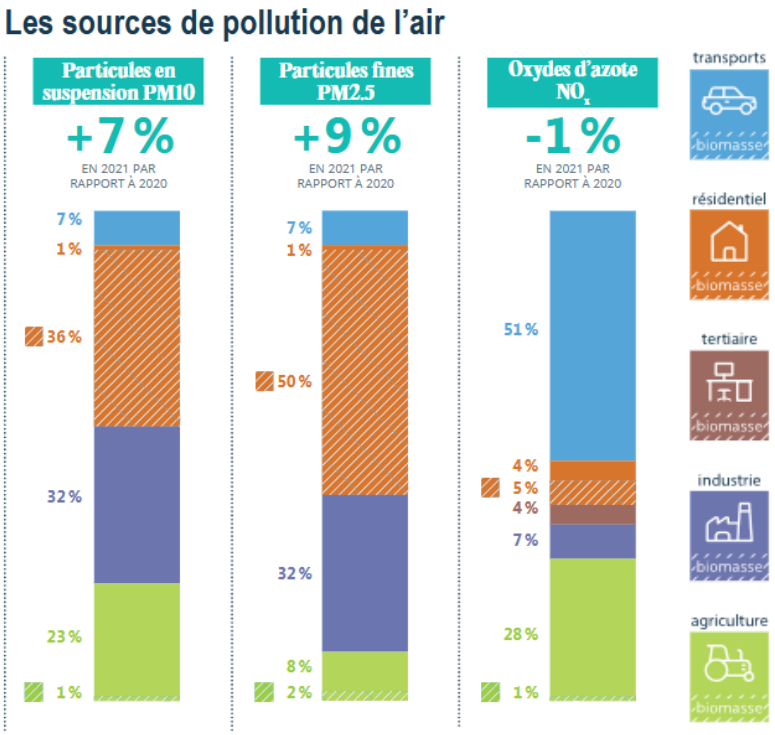


Figure 5 : Sources de pollution de l'air à l'échelle du département des Hautes-Pyrénées – source : Atmo Occitanie

5.2 Réseau de surveillance exploité à proximité du projet

La localisation des stations de mesure d'Atmo Occitanie à proximité du projet, et retenues dans le cadre de cette étude, est illustrée sur la figure suivante. Il s'agit de deux stations de typologie urbaine mesurant NO_2, O_3, PM_{10} et $PM_{2,5}$.

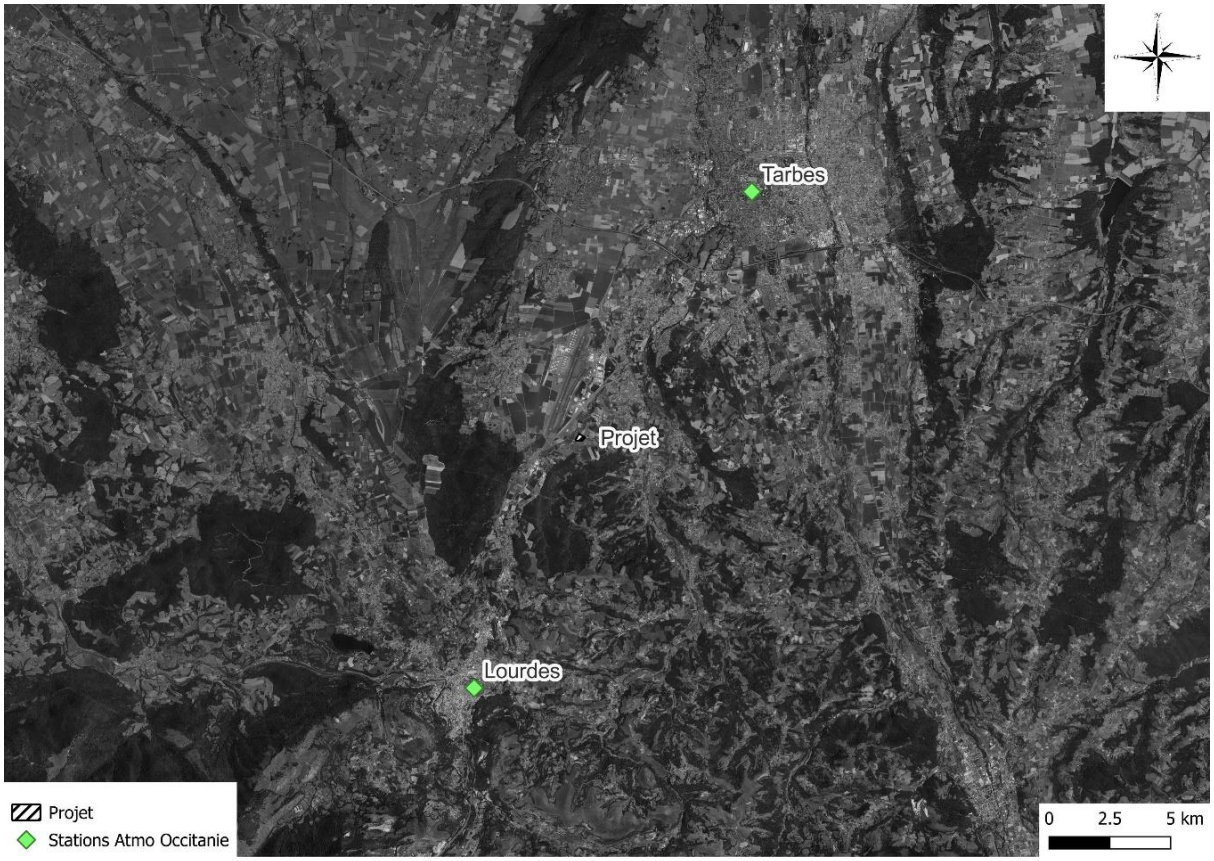


Figure 6 : Implantation des stations de mesure Atmo Occitanie retenues vis-à-vis de la zone d'étude

Les paragraphes ci-après détaillent les observations effectuées sur ces stations de fond urbain depuis plusieurs années situées aux alentours du projet pour les polluants réglementés et à enjeux sur le territoire.

5.2.1 Dioxyde d'azote

Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote relevées aux stations sélectionnées sur les cinq dernières années sont présentées sur le graphique suivant.

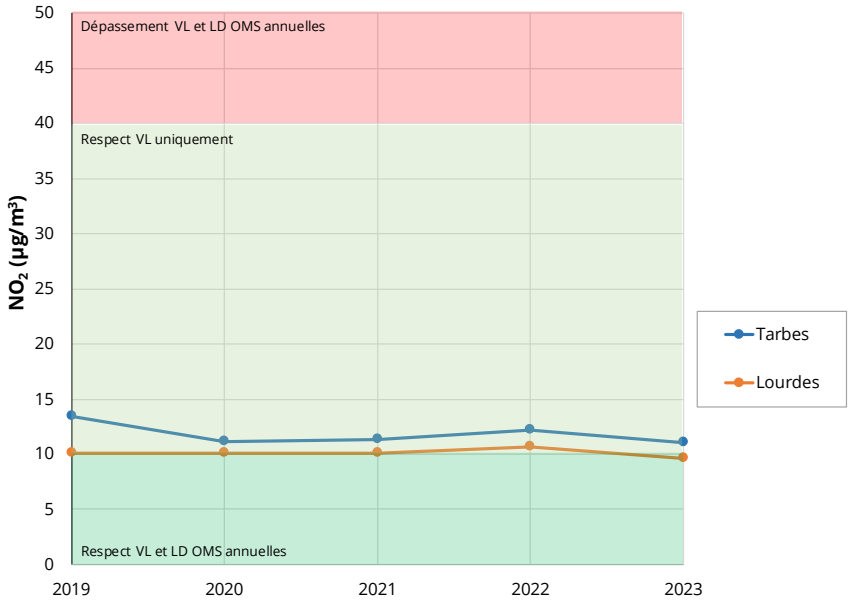


Figure 7 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 de 2019 à 2023 aux stations de Tarbes et Lourdes

Ces cinq dernière années, l'ensemble des stations présente un respect de la valeur limite en moyenne annuelle de 40 µg/m³ pour le NO_2. Pour ce qui est de la ligne directrice de l'OMS de 10 µg/m³ en revanche, la station de Tarbes la dépasse systématiquement tandis que celle de Lourdes oscille autour de cette valeur.

5.2.2 Particules PM_{10}

Les concentrations moyennes annuelles en PM_{10} relevées aux stations de Tarbes et Lourdes sont présentées ci-après.

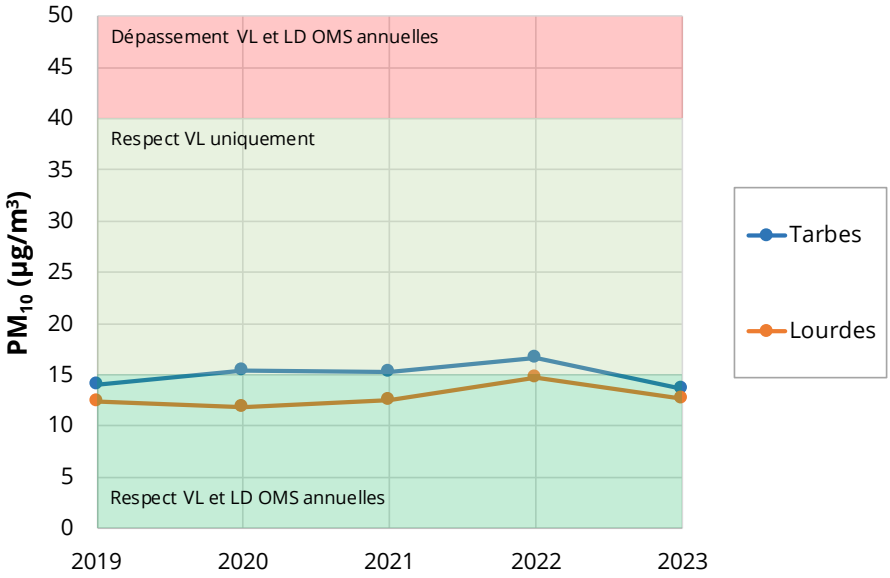


Figure 8 : Concentrations moyennes annuelles en PM_{10} de 2019 à 2023 aux stations de Tarbes et Lourdes

De 2019 à 2023, la valeur limite en moyenne annuelle de 40 µg/m^3 pour les PM_{10} est respectée pour les deux stations étudiées. La ligne directrice de l'OMS de 15 µg/m^3 en moyenne annuelle n'est cependant respectée que pour la station de Lourdes. Pour Tarbes, les concentrations oscillent autour de cette valeur en la dépassant ponctuellement.

5.2.3 Particules $PM_{2,5}$

Les concentrations moyennes annuelles en particules $PM_{2,5}$ relevées aux stations sélectionnées sur les cinq dernières années sont présentées sur la figure suivante.

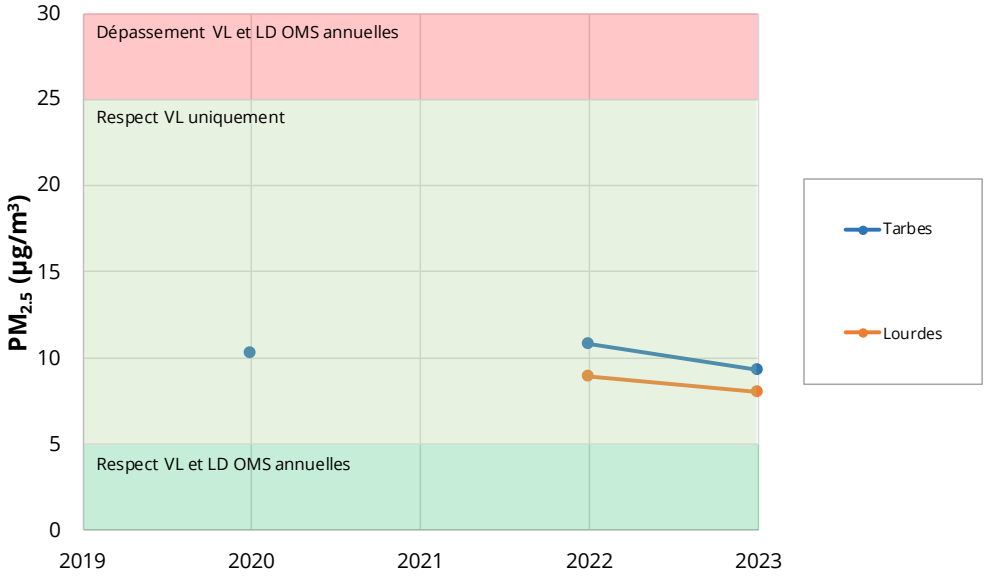


Figure 9 : Concentrations moyennes annuelles en $PM_{2,5}$ de 2019 à 2023 aux stations de Tarbes et Lourdes

Note : Aucune donnée n'est disponible avant 2022 pour Lourdes et en 2021 et 2019 pour Tarbes

Concernant les $PM_{2,5}$, pour les données disponibles, les stations étudiées respectent ces cinq dernières années la valeur limite en moyenne annuelle de 25 µg/m^3 mais ont systématiquement dépassé la ligne directrice OMS de 5 µg/m^3 en moyenne annuelle.

5.2.4 Ozone (O_3)

L'ozone ne fait pas partie des polluants cités par le guide méthodologique du CEREMA relatif au volet air et santé des études d'impact des infrastructures routières[4], toutefois il s'agit d'un polluant réglementé en air ambiant et donc surveillé en région Occitanie.

Ce polluant reste une problématique chronique récurrente dans la région et une attention particulière est portée en Occitanie sur le nombre de jours de dépassement de la valeur seuil de 120 µg/m^3 en moyenne glissante sur 8h. Dans les Hautes-Pyrénées, l'objectif de qualité d'un unique jour de dépassement est rarement atteint comme présenté sur la figure suivante.

[4]CEREMA, Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019.

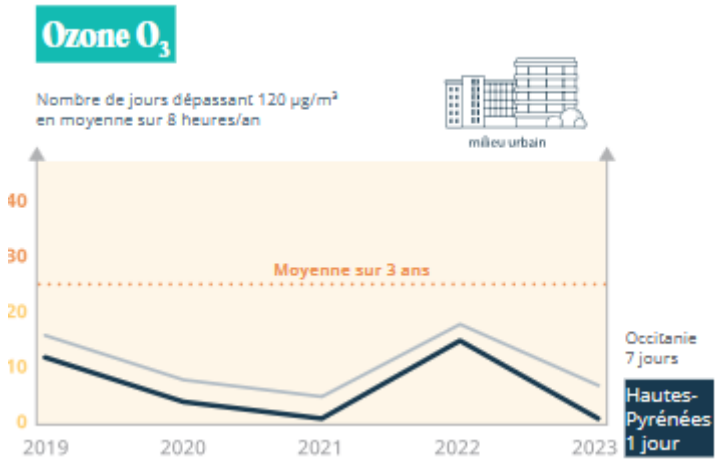


Figure 10 : Nombre de jours de dépassement du seuil en moyenne 8 horaire pour l'O_3 dans les Hautes Pyrénées

A noter que l'ozone n'est pas émis directement par les activités humaines, il s'agit d'un polluant secondaire qui résulte de la transformation chimique de l'oxygène en présence de précurseurs, particulièrement émis par les véhicules à moteur, soumis au rayonnement ultra-violet solaire et à une température élevée. Du fait de son mode de formation, les concentrations en ozone sont souvent plus faibles à proximité immédiate de la voie de circulation routière qu'à quelques kilomètres et, d'une manière générale, plus élevées en périphérie qu'au centre des villes.

6 Evaluation de l'impact du projet

6.1 Estimation des émissions de polluants

6.1.1 Estimation des émissions de polluants liés au trafic automobile

L'état initial bibliographique ayant été décrit dans les paragraphes précédents, il convient ensuite d'évaluer les futurs impacts du projet. Le guide du Cerema du 22 février 2019 recommande de considérer les différents horizons d'étude suivants :

- Etat actuel ;
- Mise en service du projet ;
- 20 ans après la mise en service.

Ainsi, les scénarios suivants ont été étudiés :

- Scénario actuel (2024) ;
- Scénario futur sans projet à l'horizon de sa mise en service (2030) - Référence ;
- Scénario futur avec projet à l'horizon de sa mise en service (2030) – Projet ;
- Scénario futur sans projet à l'horizon de sa mise en service + 20 ans (2050) - Référence ;
- Scénario futur avec projet à l'horizon de sa mise en service + 20 ans (2050) - Projet.

L'estimation des émissions liées au trafic automobile est réalisée pour les polluants considérés ci-dessous :

- Oxydes d'azote (NO_x) ;
- Particules (PM_{10} et $PM_{2,5}$) ;
- Monoxyde de carbone (CO) ;
- Benzène ;
- Composés organiques volatils non méthaniques (COVnm) ;
- Dioxyde de soufre (SO_2) ;
- Arsenic (As) ;
- Nickel (Ni) ;
- Benzo(a)pyrène (BaP).

6.1.1.1 Méthodologie

Les polluants émis par le trafic routier peuvent avoir différentes sources d'émissions :

- Echappement des véhicules ;
- Usure des pneus, freins et abrasion de la route.

Les méthodologies appliquées pour l'estimation des émissions liées à ces origines sont détaillées dans les paragraphes ci-après.

6.1.1.1.1 Emissions à l'échappement

Le logiciel ARIA TREFIC 5.2.1 (Traffic Emission Factors Improved Calculation), mis à disposition par la société ARIA Technologies, a été utilisé pour le calcul des émissions de polluants. Ce dernier s'appuie sur la méthodologie européenne **COPERT V**. Le diagramme méthodologique du calcul des émissions est présenté ci-après :

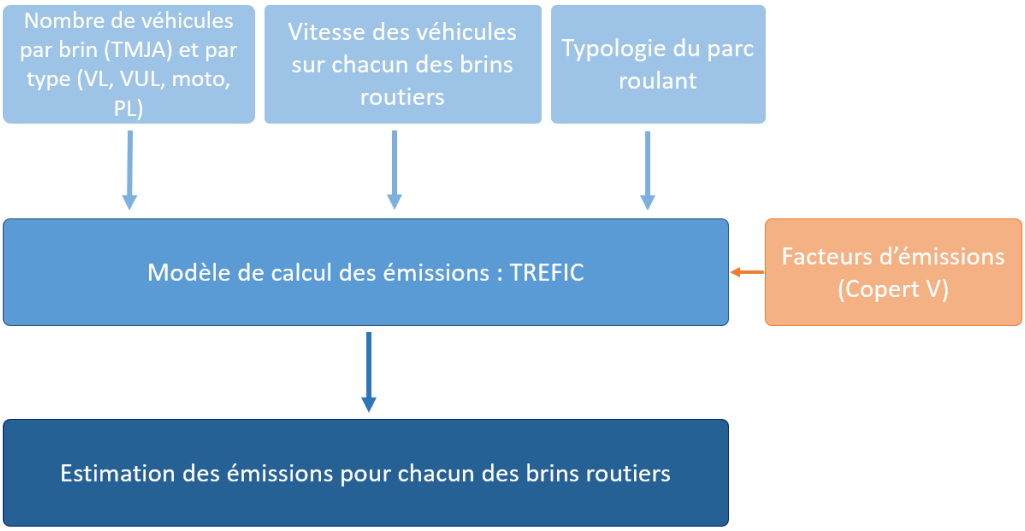


Figure 11 : Diagramme méthodologique pour le calcul des émissions

Ainsi, les données d'entrée nécessaires, pour chaque brin étudié, à la réalisation des calculs sont :

- Les trafics moyens journaliers (TMJA) ;
- La longueur du tronçon ;
- La répartition des véhicules (véhicules légers et poids lourds) ;
- La vitesse moyenne des véhicules ;
- Le parc automobile à l'horizon d'étude ;
- Les facteurs d'émissions.

6.1.1.1.2 Emissions liées à l'usure des pneus et des freins et à l'abrasion de la route

Pour les polluants particulaires que sont le benzo(a)pyrène et les métaux, les émissions dues à l'usure des pneus et des freins des véhicules ne sont pas prises en compte directement dans le modèle COPERT V. Celles-ci ont été calculées selon la méthodologie EMEP[5]. Cette dernière met à disposition des équations permettant le calcul de ces émissions de composés particulaires mettant en jeu les données d'entrée précitées pour chaque brin étudié.

[5] EMEP, Guidebook 2019, Road transport : automobile tyre and brake wear / automobile road abrasion

6.1.1.1.3 Données de trafic considérées

Les données de trafic sont issues de l'étude de trafic réalisée par PMIC en 2024 et actualisée en 2025[6].

La bande d'étude est définie comme une zone située autour des axes routiers et dont la largeur est adaptée en fonction du type de polluants étudié (gazeux ou particulaires) et des TMJA attendus sur ces derniers.

Tableau 6 : Critères de définition de la largeur de la bande d'étude – Guide du CEREMA[7]

Type de composés étudiés	TMJA de la voie à l'horizon d'étude le plus lointain (veh/j)	Largeur minimale de la bande d'étude centrée sur l'axe de la voie (m)
Composés gazeux	> 50 000	600
	[25 000 ; 50 000]	400
	[10 000 ; 25 000]	300
	< 10 000	200
Composés particulaires	Quel que soit le trafic	200

Dans le cas présent, la largeur de la bande d'étude est comprise entre 200 et 400 mètres selon les axes.

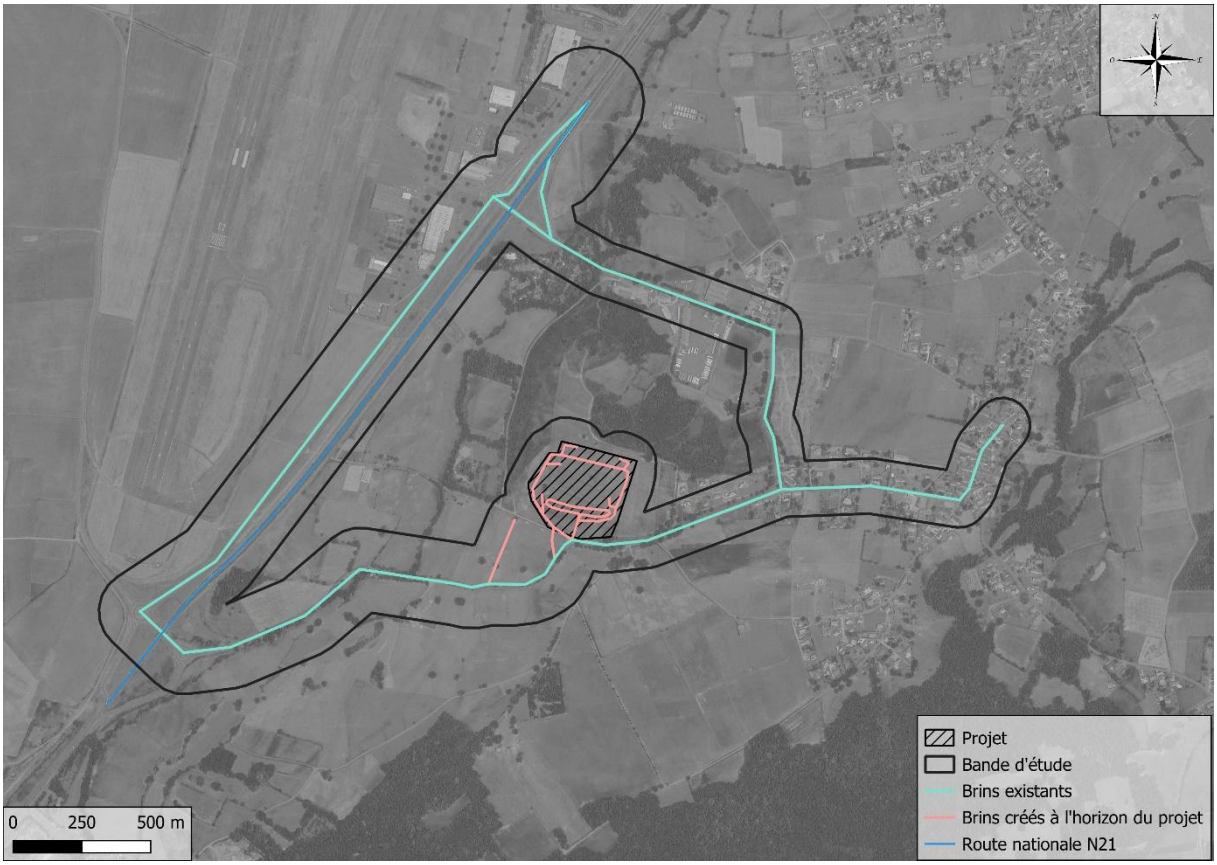


Figure 12 : Réseau d'étude issu de l'étude trafic

Il est à noter que l'ensemble des informations nécessaires n'était pas disponible dans cette étude. En effet, concernant la part des véhicules particuliers dans les véhicules légers (comprenant les VUL *Véhicules Utilitaires Légers*), il a été appliqué par défaut la moyenne de 85 % correspondant à la région

[6] Reconstruction des hôpitaux de Tarbes et de Lourdes – Projet de site commun – Commune de Lanne – Etude de trafic 2024
[7] Guide ministériel méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019 rédigé par le CEREMA

Occitanie[9]. Par ailleurs, les vitesses moyennes sur le réseau routier n'étant pas disponibles, les vitesses réglementaires ont été prises en compte. Enfin, les données poids lourds étant incomplètes à l'échelle du projet, il a été choisi d'appliquer un taux de poids-lourds de 5 % des TMJA sur les brins existants, et 5% ou 0% sur les brins créés (selon les zones desservies), et ce, selon l'expertise du bureau d'études trafic et en cohérence avec les observations au niveau de la métropole Tarbes-Lourdes-Pyrénées.

Enfin, la route nationale N21 ne fait pas partie du réseau d'étude, elle est cependant prise en compte au stade des modélisations afin de rendre compte de son influence sur la qualité de l'air au sein de la bande d'étude.

Le tableau en annexe page 50 présente l'ensemble des données de trafic considérées.

Au total, le réseau d'étude est constitué de 8,3 à 10,6 km de voirie selon les scénarios, en lien avec les modifications des voiries d'accès au projet (création de brins). Le tableau suivant présente le trafic total sur le réseau pour l'ensemble des scénarios étudiés.

Tableau 7 : Longueur totale du réseau d'étude et nombre de kilomètres parcourus par jour

Scénario	Longueur totale du réseau étudié dans le cadre du projet (km)	Distances parcourues totales (véh.km/j)
Scénario actuel – 2024	8,3	20 850
Scénario futur sans projet – 2030 (Référence)	8,3	21 639
Scénario futur avec projet – 2030 (Projet)	10,6	71 097
Scénario futur sans projet – 2050 (Référence)	8,3	26 089
Scénario futur avec projet – 2050 (Projet)	10,6	76 527

Dans le cadre de cette étude, on observe des distances parcourues totales (par l'ensemble des véhicules) variant entre 20 850 à 76 527 kilomètres par jour selon les scénarios.

En l'absence du projet à l'horizon 2030, une légère augmentation de +3,8 % des distances parcourues est observée. A l'horizon 2050, en l'absence du projet, une augmentation de +25,1 % des distances parcourues est prévue. Ceci s'explique par une hausse globale du trafic estimée au cours des années futures prenant notamment en compte la réalisation de projets d'aménagement au sein de l'agglomération Tarbes Lourdes Pyrénées.

En revanche, les distances parcourues triplent entre le scénario de référence 2030 et le scénario futur avec projet en 2030 du fait de la création de plus de 2 km de voirie et de l'apport d'un trafic non négligeable par l'implantation de l'hôpital sur une voierie auparavant peu fréquentée. Cette observation est également applicable à l'horizon 2050 entre le scénario de référence et le scénario projet.

6.1.1.1.4 Répartition du parc automobile

La distribution par type de voie (urbain, route, autoroute) des différentes catégories de véhicules (VP, VUL, …) par combustible (essence ou diesel) et par norme (date de mise en service et technologies) est nécessaire pour le calcul des émissions.

Cette répartition, prise en considération via le logiciel Trefic, est extraite des données statistiques disponibles du parc français et fournis par IFSTTAR.

[9] Donnée issue de https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr

Le parc automobile donne la distribution par type de voie (urbain, route et autoroute) des différentes catégories de véhicules (VP, VUL, PL), par combustible (essence ou diesel), par motorisation et par norme (EURO). Ce parc présente deux scénarios d'évolution du parc jusqu'à l'horizon 2050 : AME (avec mesures existantes) et AMS (avec mesures supplémentaires). Le parc 2025 AME a été utilisé pour le scénario actuel et le parc 2032 AME pour les calculs prospectifs dans une démarche majorante. En effet, les scénarios AME reflètent l'impact des politiques et mesures déjà adoptées à date, tandis que les scénarios AMS traduisent l'impact de nouvelles mesures ambitieuses qui seraient mises en place dans le futur de manière à atteindre les objectifs de réduction des émissions issus des engagements européens ou internationaux. Ces dernières devraient donc concourir à une amélioration complémentaire de la qualité de l'air.

Il est à noter également que la part de véhicules hybrides est prise en compte dans les hypothèses. En revanche, étant donné que les véhicules électriques n'ont pas d'émissions à l'échappement, ils ne sont donc comptabilisés que dans les calculs d'émission à l'usure et à l'abrasion.

6.1.1.1.5 Facteurs d'émission

6.1.1.1.5.1 Echappement

Un facteur d'émission, exprimé en grammes de polluants par kilomètre (g/km), correspond à la quantité de polluant rejetée par un véhicule sur une distance d'un kilomètre. Il est dépendant de plusieurs paramètres : type de véhicules (VL, PL, …), motorisation du véhicule (essence, diesel, …), vitesse du véhicule, date de mise en circulation du véhicule, ….

Les facteurs d'émissions utilisés pour la présente étude sont ceux du programme **COPERT**, méthodologie de référence européenne. COPERT (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) est une méthodologie européenne permettant le calcul des émissions de polluants du transport routier. Cette méthode est celle recommandée par le CEREMA dans son guide méthodologique de février 2019. La dernière mise à jour du programme COPERT a été pris en compte, COPERT V.

6.1.1.1.5.2 Usure des freins et des pneus et abrasion de la route

Ces facteurs d'émission dépendent du type de véhicule (VL, PL, VUL).

Les émissions issues de l'usure des routes et des freins génèrent des composés particulaires tels que le benzo(a)pyrène, l'arsenic et le nickel. Elles ont été calculées selon la méthodologie EMEP, à partir des émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$.

Tableau 8 : Composition de l'usure des pneus et des freins en benzo(a)pyrène, arsenic et nickel – en ppm massique (source : EMEP)

	Usure des pneus	Usure des freins
Arsenic	3,8	67,5
Nickel	29,9	327
Benzo(a)Pyrène	3,9	0,74

6.1.1.2 Résultats

Le Tableau 9 et les figures suivantes présentent les émissions totales, par polluant, pour l'ensemble du réseau routier étudié sur les cinq scénarios.

Tableau 9 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié

Polluants	Unité	Scénario Actuel 2024	Scénario futur sans projet – 2030	Scénario futur avec projet – 2030	Scénario futur sans projet – 2050	Scénario futur avec projet – 2050
NO_x	kg/jour	7,97	5,50	17,90	2,56	7,46
PM_{10}		0,64	0,57	2,09	0,61	2,04
$PM_{2,5}$		0,43	0,36	1,31	0,36	1,19
CO		13,31	9,73	25,59	10,14	24,65
COVNM		0,29	0,21	0,63	0,36	0,97
Benzène	g/jour	11,36	6,21	17,40	5,82	14,68
SO_2		46,33	51,51	173,02	74,77	224,23
As	mg/jour	13,79	14,38	54,98	17,37	59,14
Ni		68,82	71,84	273,75	87,06	295,30
BaP		22,57	20,16	66,39	15,51	45,57

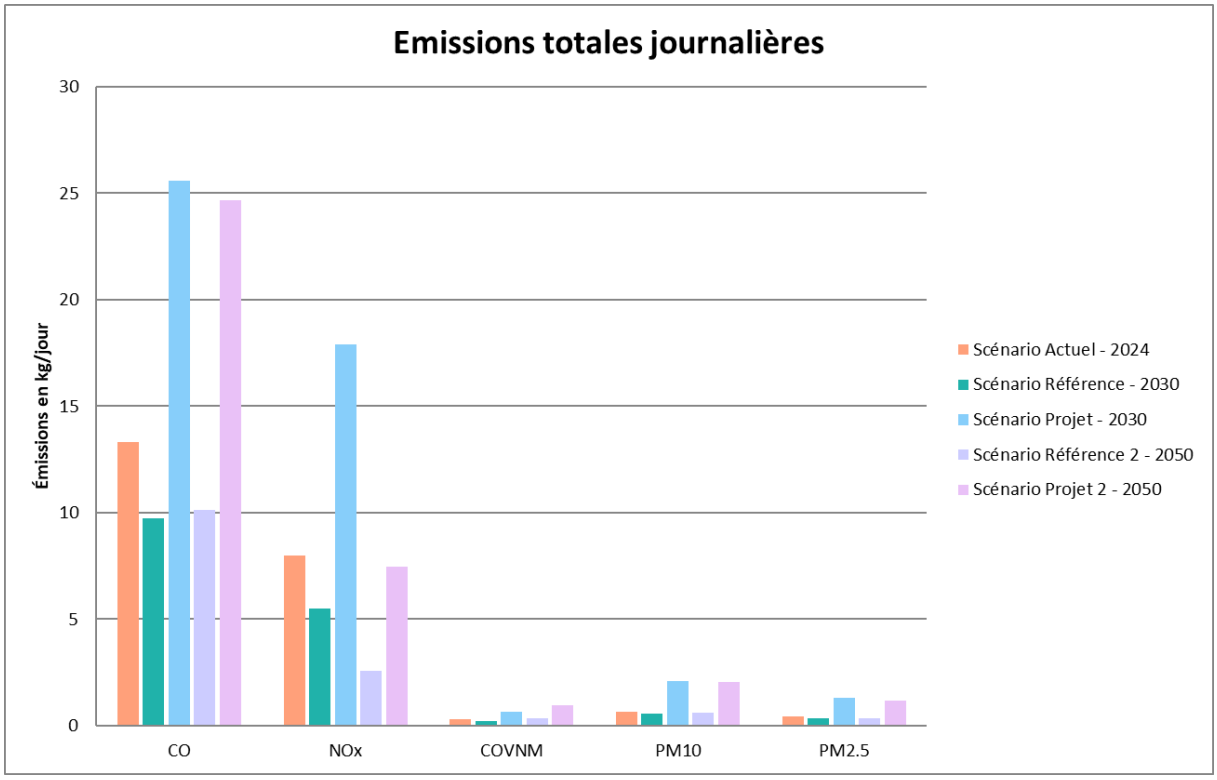


Figure 13 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (1)

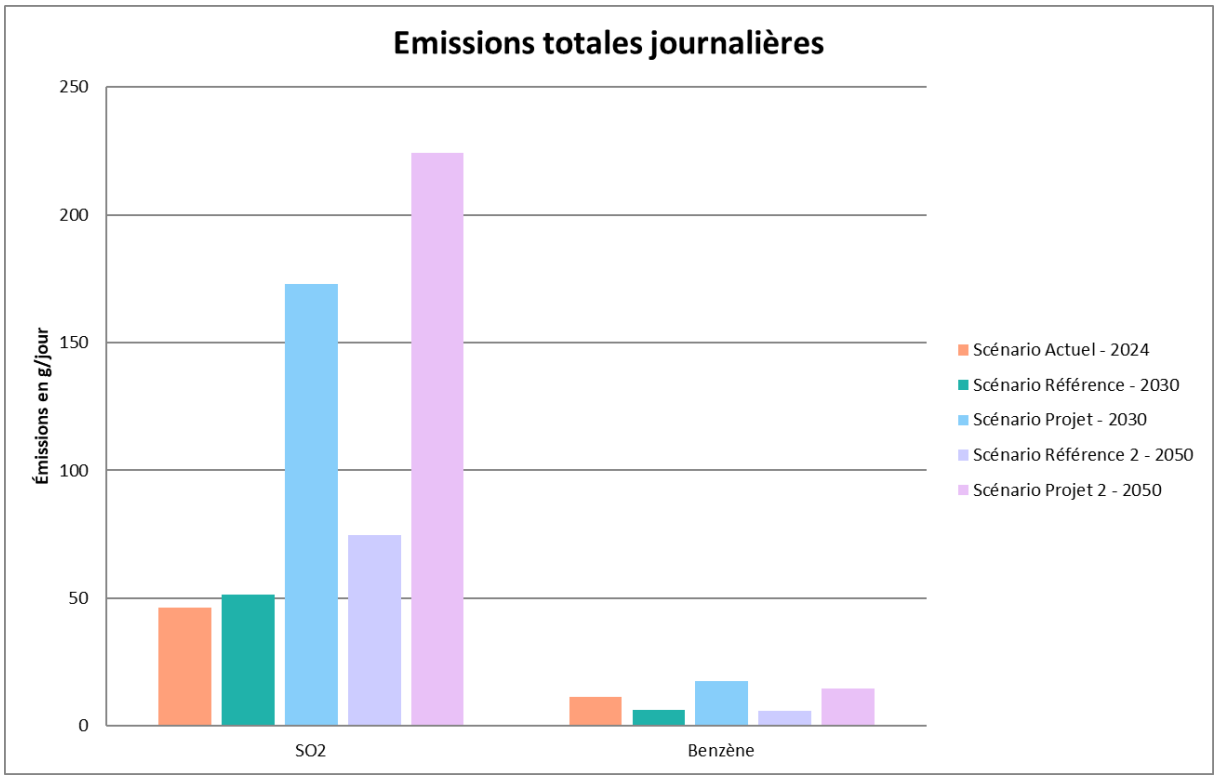


Figure 14 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (2)

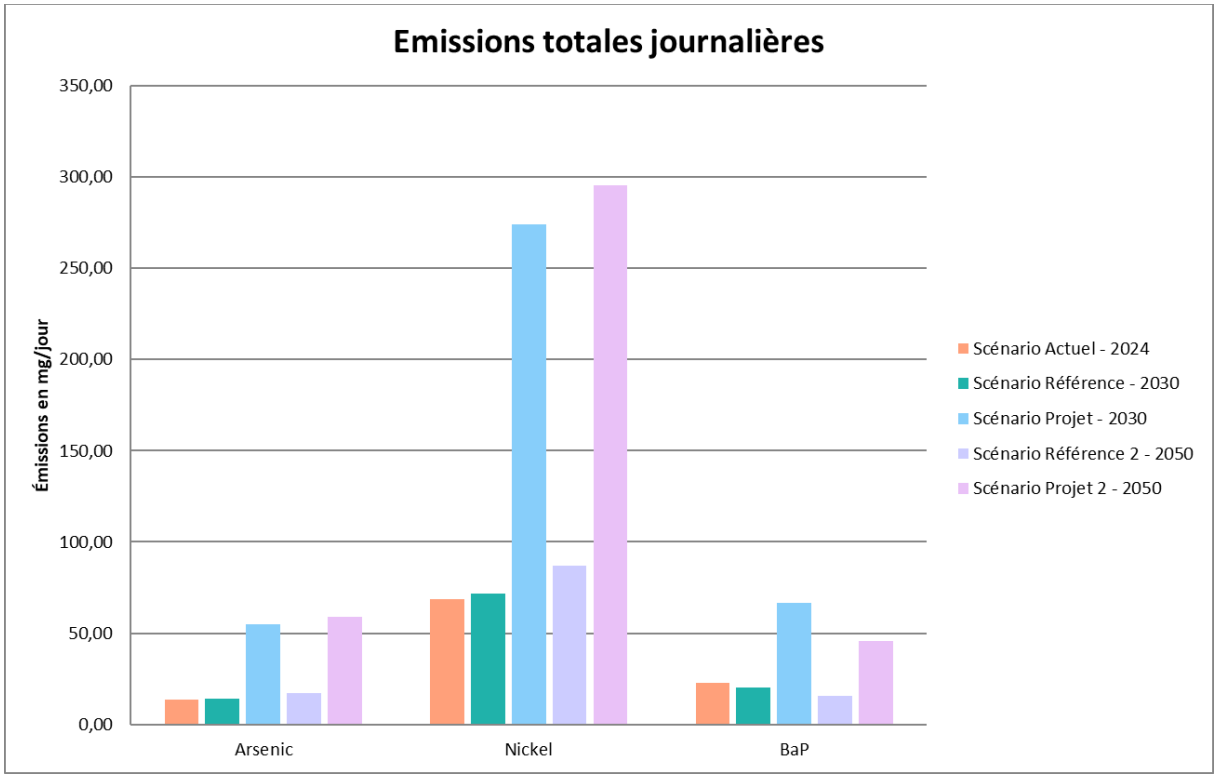


Figure 15 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (3)

L'évolution des émissions entre les différents scénarios est détaillée ci-après :

Tableau 10 : Evolution des émissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié entre les différents scénarios

Polluants	Evolution Référence 2030 / Actuel 2024	Evolution Référence 2030 / sans Projet 2030	Evolution Référence 2050 / sans Projet 2050
NO_x	-31 %	+225 %	+192 %
PM_{10}	-11 %	+269 %	+233 %
$PM_{2,5}$	-18 %	+265 %	+232 %
CO	-27 %	+163 %	+143 %
COVNM	-27 %	+197 %	+169 %
Benzène	-45 %	+180 %	+152 %
SO_2	+11 %	+236 %	+200 %
As	+4 %	+282 %	+241 %
Ni	+4 %	+281 %	+239 %
BaP	-11 %	+229 %	+194 %

On observe globalement une diminution des émissions à l'horizon 2030 sans projet pour une majorité de polluants. L'évolution est variable selon le polluant considéré (comprise entre + 11 % et – 45 %).

Les baisses les plus importantes sont observées pour le benzène et les oxydes d'azote (NO_x). Elles sont à rapprocher d'une évolution du parc roulant à l'avenir (renouvellement et amélioration technologique).

Pour le SO_2, dans les modèles actuels, les facteurs d'émission intégrés dans le logiciel TREFIC (issus de la méthodologie COPERT) peuvent être parfois plus importants pour des catégories de véhicules qui voient leur nombre augmenter avec le temps, au détriment de catégories avec des facteurs moins élevés pour cette substance.

Concernant les émissions des métaux, la part liée à l'usure des équipements (freins, pneus) est prépondérante, et est directement en lien avec les distances parcourues ce qui explique ici qu'une augmentation soit observée pour ces polluants.

A l'horizon de la mise en service du projet en 2030 et en 2050, l'augmentation des distances parcourues, en lien avec la création de nouvelles voiries et l'augmentation du trafic (création d'un hôpital), **est à l'origine d'une hausse importante** des émissions des polluants par rapport au scénario sans projet au même horizon : **+ 233 %** en moyenne pour l'horizon 2030 et **+199 %** pour l'horizon 2050.

Afin de mettre en perspective ces augmentation d'émissions, à titre d'exemple, une cartographie des variations (en %) des émissions de NO_x, principaux traceurs du trafic routier, entre le scénario de Référence 2030 et le scénario Projet 2030 est présentée ci-dessous.

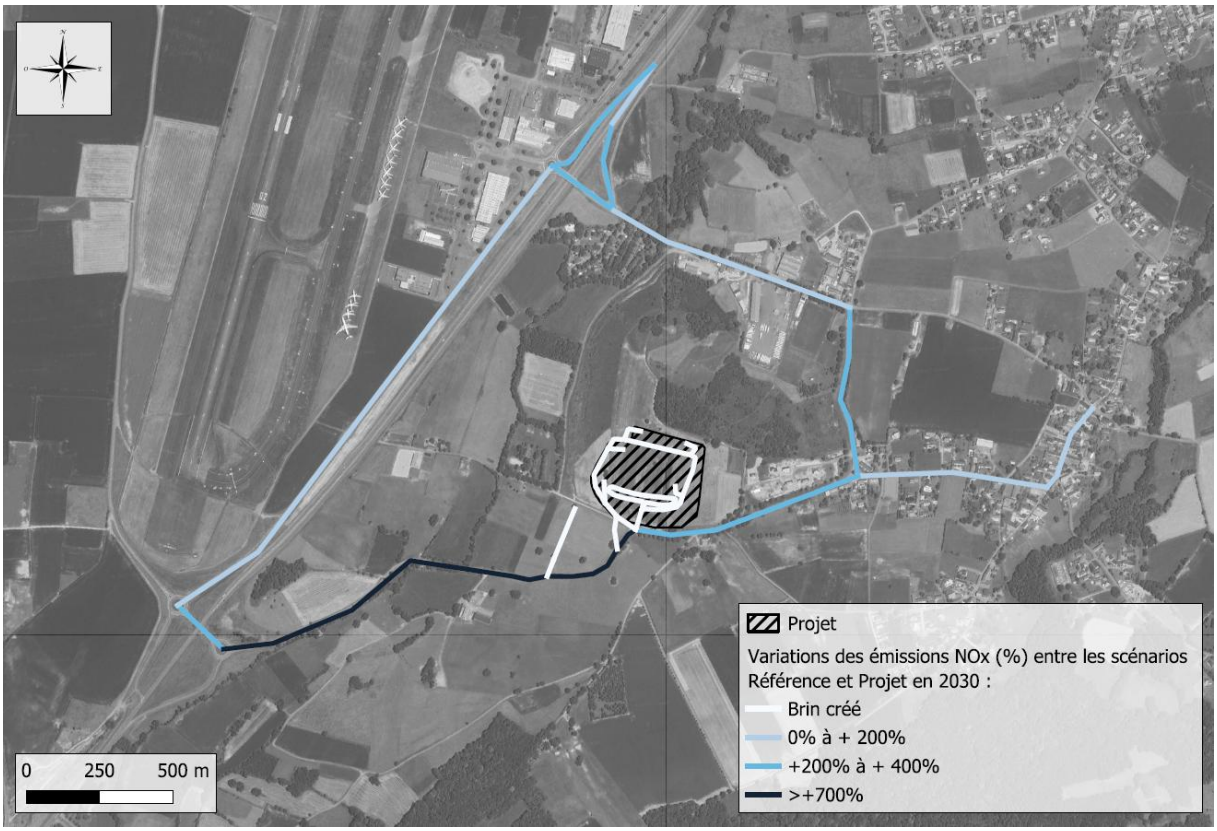


Figure 16 : Cartographie des variations des émissions de NO_x entre les scénarios Référence et Projet en 2030

Ainsi, en dehors des brins créés par le projet, les augmentations les plus significatives se trouvent au sud-ouest du projet, dans une zone faiblement peuplée, avec aucune habitation à moins de 200 mètres de la voie.

Afin d'évaluer l'impact du projet sur les concentrations en polluants, il s'agit dans le prochain chapitre de modéliser la dispersion des émissions d'une partie des polluants calculés précédemment.

6.1.2 Evaluation des émissions associées à la future hélistation de l'hôpital

Afin de pouvoir disposer d'éléments de comparaison avec le volet lié au trafic routier, les composés présentés dans le paragraphe 4.2 ont été pris en compte pour le calcul des émissions de l'hélistation prévue dans le cadre du projet. Parmi ces dix composés, seuls les NOx, le CO et les particules ont été retenus faute de facteurs d'émissions disponibles pour les autres polluants. En effet, selon le rapport OMINEA[10], il n'y a pas d'émission attendue de métaux lourds lors de la combustion du kérosène car celui-ci en contient très peu.

6.1.2.1 Données d'entrée

L'hôpital prévoit 4 500 mouvements d'hélicoptères par an depuis son hélistation. Le modèle d'hélicoptère utilisé sera le EC 145 AIRBUS.

La méthodologie de calcul des émissions de l'hélistation est issue du rapport « Guidance on the Determination of Helicopter Emissions, Edition 2, Dec 2015, FOCA, CH-3003 Bern » qui recense des facteurs d'émission pour de nombreux modèles d'hélicoptères de secours.

[10] Rapport OMINEA | Transports Ed. 2026 - Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France - Citepa

Les facteurs d'émissions (en grammes par kilogrammes de fuel consommé) sont fournis dans ce document pour un cycle LTO (Landing Take Off) qui comprend la phase d'approche de l'hélicoptère, la phase au sol moteur allumé, la phase de décollage et d'atteinte de la trajectoire de croisière. Ils sont disponibles dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Facteurs d'émissions pour un hélicoptère EC-145 et émission pour un cycle LTO

Composé	Facteur d'émission (g/kg)			Emission pour un cycle LTO (g)
	GI	TO	AP	
NO_x	1,8	7,1	4,7	205
PM (pas de distinction PM_{10}/$PM_{2,5}$)	0,116	0,209	0,159	6,9
CO	84,2	5,9	13,1	1 004,8

Note :

- *GI = Ground Idle = phase ralentie au sol*
- *TO = Take Off = phase de décollage*
- *AP = Approach = phase d'approche*
- *AP + GI + TO = un cycle LTO*

6.1.2.2 Résultats

Les facteurs d'émissions doivent être multipliés par le nombre de cycles LTO effectués par an, soit par la moitié du nombre de mouvements d'hélicoptères, un mouvement correspondant à un décollage ou un atterrissage.

Les émissions associées à l'hélistation sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Emissions issues de l'hélistation en kg/an

Composé	Emission (kg/an)
NO_x	461
PM (pas de distinction PM_{10}/$PM_{2,5}$)	16
CO	2 261

6.1.3 Evaluation des émissions associées au chauffage sur la zone d'étude

Afin de pouvoir disposer d'éléments de comparaison avec le volet lié au trafic routier, les composés présentés dans le paragraphe 4.2 ont été pris en compte pour le calcul des émissions de la chaudière gaz de secours prévue dans le cadre du projet. Parmi ces dix composés, seul le benzène et le benzo-a-pyrène n'ont pas été retenus, faute de facteurs d'émissions disponibles (cf. paragraphe suivant).

6.1.3.1 Données d'entrée

La puissance thermique totale installée pour cette chaudière de secours est de 450 kW. Son taux de fonctionnement prévisionnel est de 6h par jour pour un maximum de 10 jours dans l'année.

Les émissions sont ici estimées à l'aide des facteurs d'émissions fournis par le CITEPA selon la méthodologie OMINEA et présentés dans le Tableau 13. Cette méthode est privilégiée par rapport à une méthode de type réglementaire, car elle est représentative du fonctionnement réel et elle permet de calculer les émissions pour un plus grand nombre de polluants

Tableau 13 : Facteurs d'émissions OMINEA 2024 pour les chaudières de moins de 50 MW (secteur commercial et institutionnel)

Composé	Unité	Facteur d'émission
NO_x	(g/GJ)	60
PM_{10}	(g/GJ)	0,5
$PM_{2,5}$	(g/GJ)	0,5
CO	(g/GJ)	30,0
COVnm	(g/GJ)	2,0
SO_2	(g/GJ)	0,5
As	(mg/GJ)	0,0119
Ni	(mg/GJ)	0,0032

6.1.3.2 Résultats

Les émissions associées à la chaudière de secours sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Emissions issues de la chaudière de secours en kg/an

Composé	Emission (kg/an)
NO_x	5,83
PM_{10}	0,04
$PM_{2,5}$	0,04
CO	2,92
COVnm	0,19
SO_2	0,05
As	1,16E-06
Ni	3,11E-07

6.1.4 Bilan des émissions de polluants du projet

Les tableaux suivants synthétisent les émissions calculées à l'**horizon 2030** pour la part liée au trafic routier (horizon avec projet) ainsi que la part des émissions liées aux chaudières, à l'hélistation, ainsi que les émissions totales cumulées.

Tableau 15 : Bilan des émissions projetées (en kg/an) associées au projet, incluant trafic, chaudière(s) gaz et hélistation

Polluants émis (kg/an)	Chauffage Gaz naturel	Hélistation	Trafic	Trafic + Hélistation + Chauffage
NO_x	5,83	461	6 534	7 000
PM_{10}	0,04	16*	763	779
$PM_{2,5}$	0,04	16*	478	494
CO	2,92	2 261	9 340	11 604
COVnm	0,19	-	230	230
SO_2	0,05	-	6,35	6,4
As	1,16E-06	-	0,02	0,02
Ni	3,11E-07	-	0,10	0,10

**En absence de données sur la répartition $PM_{10}/PM_{2.5}$ dans les particules émises par les hélicoptères et dans une approche majorante, l'ensemble des émissions de particules est affecté à chaque fraction.*

Les contributions de ces trois sources distinctes aux émissions liées au projet sont reprises dans le tableau ci-après :

Tableau 16 : Répartition des émissions du projet

Polluants émis (kg/an)	Chauffage Gaz naturel	Hélistation	Trafic
NO_x	0,1 %	6,6 %	93,3 %
PM_{10}	< 0,1 %	2,1 %	97,9 %
$PM_{2,5}$	< 0,1 %	3,2 %	96,8 %
CO	< 0,1 %	19,5 %	80,5 %
COVnm	0,1 %	-	99,9 %
SO_2	0,8 %	-	99,2 %
As	< 0,1 %	-	≈100 %
Ni	< 0,1 %	-	≈100 %

Ainsi, par comparaison avec les émissions des chaudières et de l'hélistation, les émissions dues au trafic routier sont majoritaires et jouent ainsi un rôle prépondérant dans les concentrations en polluants sur la zone d'étude.

A noter par ailleurs que la réglementation existante pour les chaudières intègre des exigences tant d'un point de vue hauteur de cheminée que de vitesse d'éjection des gaz, et ce, afin de favoriser la dispersion atmosphérique.

Concernant l'hélistation, située à 40 mètres du niveau du sol, les hélicoptères prennent rapidement de l'altitude au-dessus de l'hôpital et ne restent stationnés moteur allumé que quelques minutes. Aussi, à émissions équivalentes, l'impact associé à ces deux sources sera d'une manière globale plus diffus que l'impact du trafic.

6.2 Modélisation des concentrations en polluants liés au trafic routier

Il s'agit ici de modéliser la dispersion des émissions d'une partie des polluants calculés précédemment.

Pour rappel, l'approche retenue pour mener cette étude est basée sur celle précisée dans le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, établi par le CEREMA et publié le 22 février 2019. L'étude réalisée est de niveau équivalent II. Dans ce cadre, et conformément au guide, la modélisation aérodispersive porte sur le **dioxyde d'azote auquel ont été ajoutées les particules PM_{10}**.

6.2.1 Méthodologie

Le modèle de dispersion atmosphérique mis en œuvre ici est ADMS-Roads 5, logiciel de type gaussien de seconde génération. Ce type de modèle présente l'avantage d'un temps de calcul très court, permettant ainsi l'étude d'un grand nombre de situations météorologiques.

Développé depuis près de 30 ans par Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), cet outil numérique est largement utilisé et reconnu sur le territoire français, en Europe et dans le monde.

Considéré par l'INERIS comme la nouvelle génération des modèles de dispersion atmosphérique gaussiens, il est reconnu par l'US EPA (Environmental Protection Agency of United-States) comme un modèle « avancé » (« advanced model »). Validé par l'outil européen d'évaluation des modèles de dispersion, le « Model Validation Kit », il se base sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine.

Ce modèle nécessite la prise en compte de paramètres d'entrée spécifiques au domaine d'étude qui sont détaillés dans le paragraphe ci-après.

6.2.2 Paramètres d'entrée pris en compte

6.2.2.1 Données d'émission

Les émissions des polluants retenus pour la modélisation de la dispersion sont celles calculées précédemment sur chacun des tronçons du réseau routier étudié (§6.1.1.2).

6.2.2.2 Domaine d'étude

Le domaine d'étude pris en compte dans le cadre de cette étude est un rectangle de 4 km par 4 km de résolution avec un maillage régulier d'environ 50 mètres. Un maillage plus resserré est défini à proximité des sources routières.

6.2.2.3 Topographie

Le relief est intégré dans la modélisation afin de restituer la dynamique des émissions au sein de la zone d'étude.

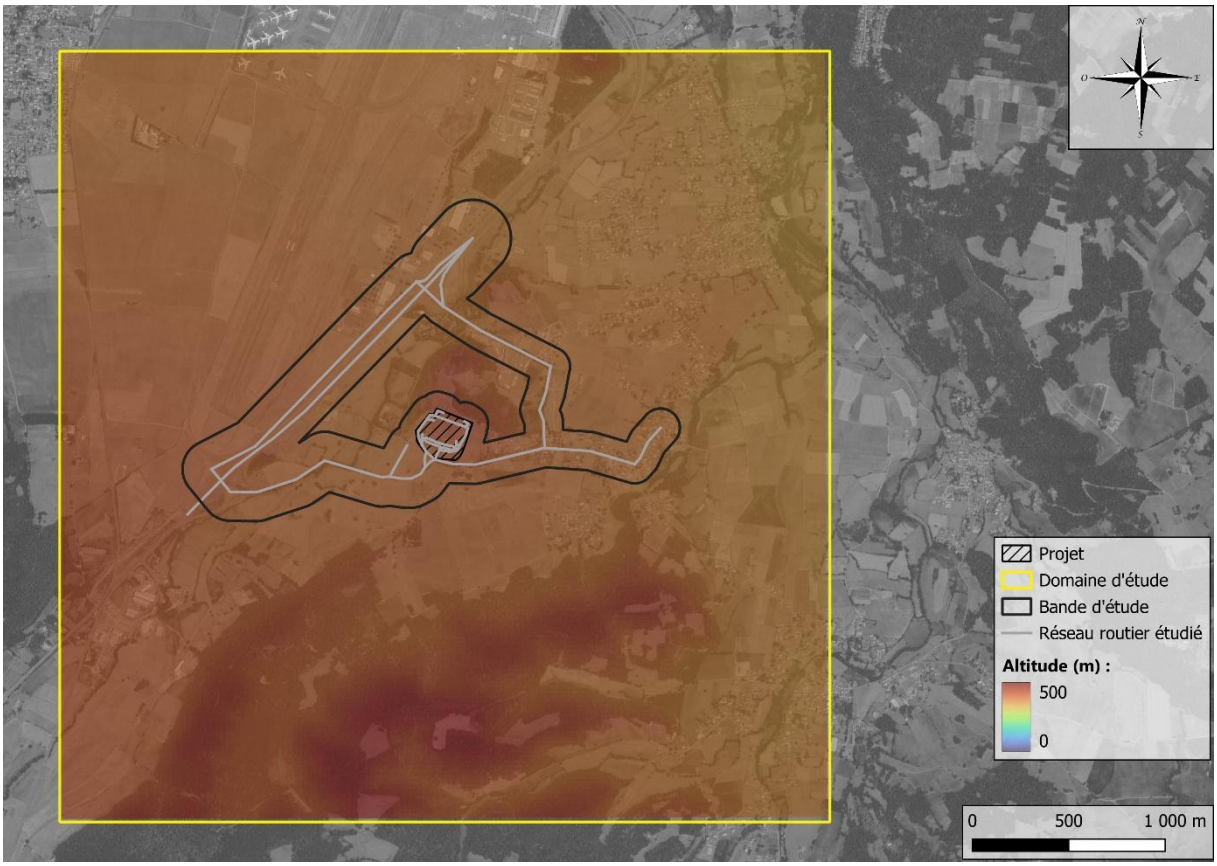


Figure 17 : Relief au droit du projet

6.2.2.4 Occupation des sols

La nature des sols peut influencer la progression des panaches. Le paramètre couramment utilisé dans les modèles de dispersion pour caractériser ce phénomène est la rugosité, qui représente la nature des obstacles au sol. La rugosité s'exprime en mètre et peut varier entre 0,001 et 1.

A partir des données d'occupation des sols d'images satellitaires de l'année 2018 (Corine Land Cover), il peut être affecté une rugosité propre à chaque point de la maille prise en compte.

Ainsi, une observation de l'occupation des sols a été réalisée. Ces caractéristiques sont présentées en figure suivante.

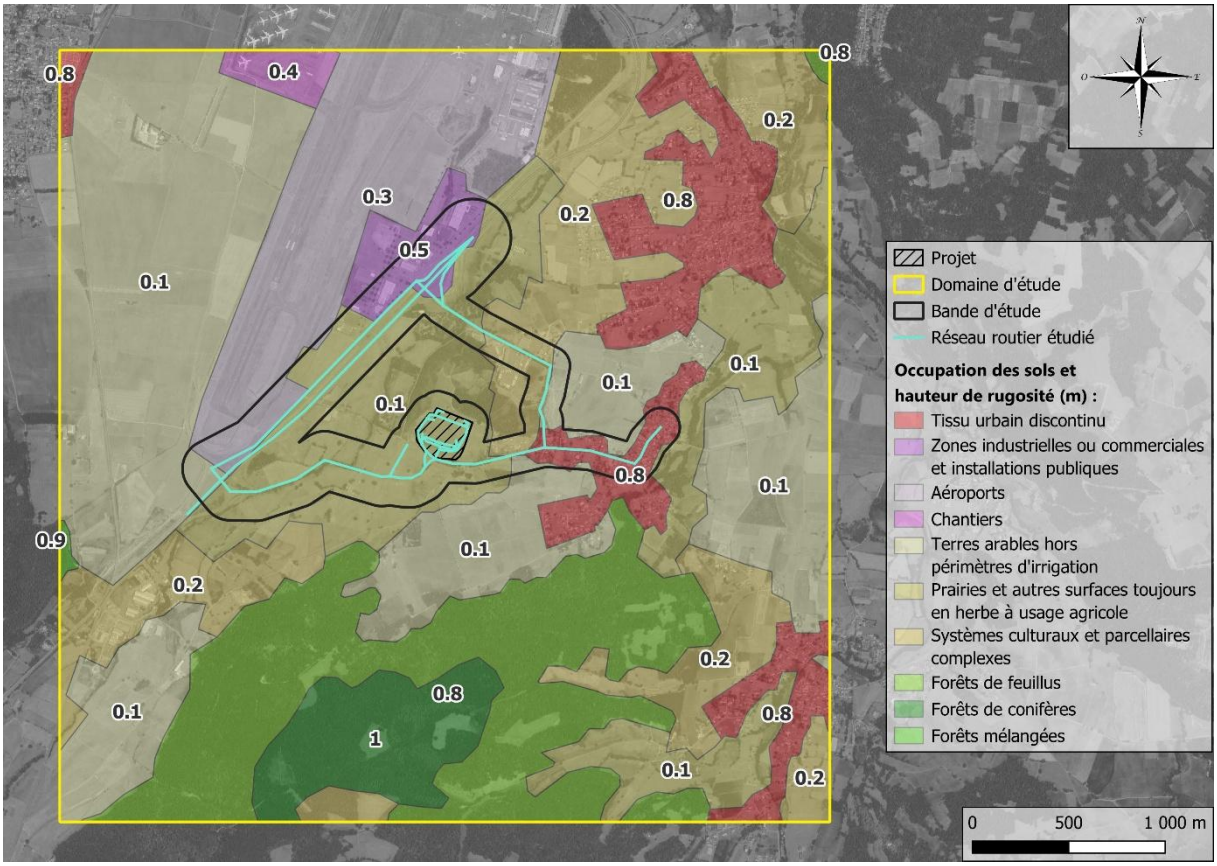


Figure 18 : Occupation des sols sur le domaine d'étude

Sur le domaine d'étude, l'occupation des sols varie de 0,1 à 1 m (pour des occupations de type tissu urbain discontinu, zones industrielles ou commerciales, aéroports, chantier, terres arables, prairies, systèmes culturaux complexes et forêts de feuillus, conifères ou mélangées), une hauteur de rugosité variable a donc été prise en compte.

6.2.2.5 Récepteurs

Des points spécifiques appelés « récepteurs » ont été intégrés dans le modèle de dispersion afin d'estimer les concentrations en polluants au niveau de ces derniers. L'établissement recevant du public sensible dans la bande d'étude a été pris en compte (récepteur 2). Il s'agit de l'école primaire de Lanne, située place des Battères (65380).

En complément, ont été pris en compte :

- Six zones d'habitation susceptibles d'être impactées ;
- Le futur Centre Hospitalier prévu au sein du projet.

Ces récepteurs sont recensés dans le tableau ci-après.

Tableau 17 : Localisation des points récepteurs (projection géographique : UTM 31N)

N° du récepteur	Coordonnées en UTM 31N		Description
	X	Y	
1	256502.88	4783439.80	Riverain
2	257323.24	4783541.96	Ecole
3	256788.64	4783904.52	Riverain
4	256220.26	4784121.45	Riverain
5	256937.72	4783424.11	Riverain

6	256776.56	4783501.33	Riverain
7	256227.16	4783533.72	Futur hôpital
8	257227.47	4783390.38	Riverain

Leurs emplacements sont illustrés sur la cartographie suivante :

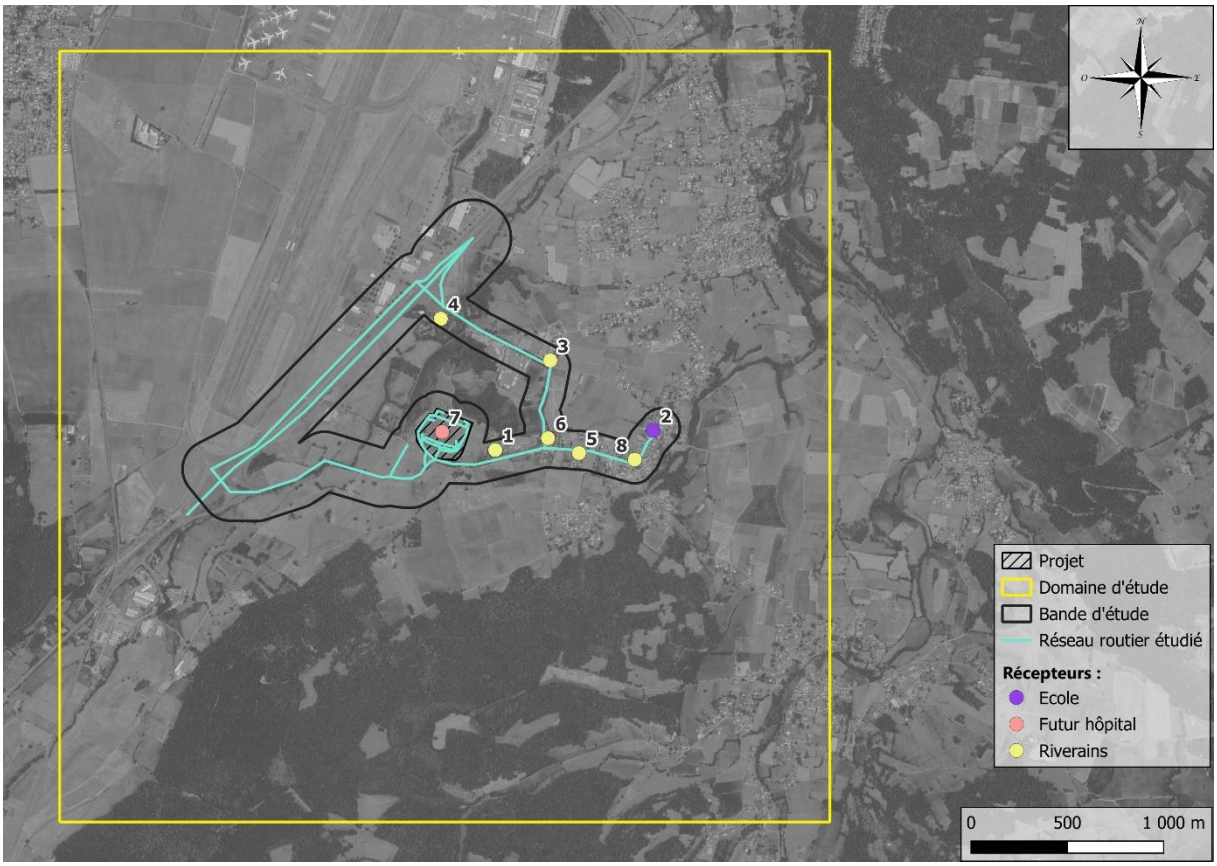


Figure 19 : Récepteurs retenus au sein de la bande d'étude

6.2.2.6 Données météorologiques

Les conditions météorologiques présentes sur le domaine d'étude sont un des paramètres prépondérants dans les calculs de dispersion. Afin que ces derniers soient les plus représentatifs possibles des conditions météorologiques présentes sur la zone d'étude, les données réelles (horaires sur une période d'un an) sont issues de la station météorologique la plus représentative du site. Il s'agit de celle de l'aéroport de Tarbes-Lourdes-Pyrénées (Indicatif : 65344001, alt : 360 m, lat : 48°11'16"N, lon : 0°00'00"E) située à environ 2 kilomètres à vol d'oiseau du projet et présentées ci-après.

Les données prises en compte concernent les paramètres suivants :

- La vitesse du vent ;
- La direction du vent ;
- La température ;
- La pluviométrie ;
- La nébulosité totale.

La rose des vents issue de cette chronique météorologique est la suivante :

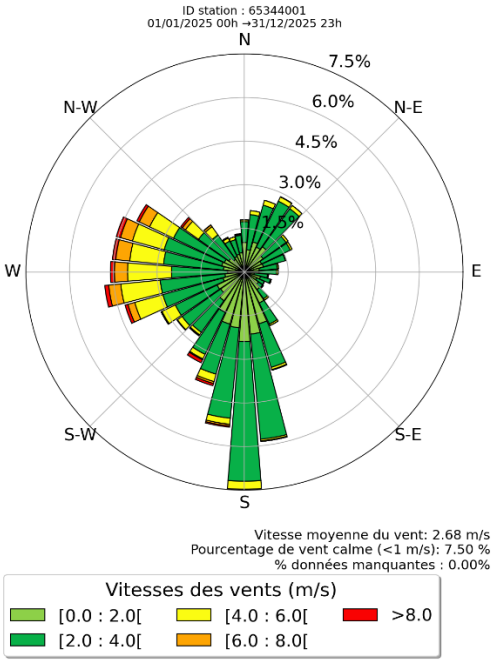


Figure 20 : Rose des vents – données de 2025 – Station Météo-France de Tarbes Lourdes

Les vents dominants proviennent principalement des secteurs ouest et sud, et sont d'intensité faibles à modérées.

6.2.2.7 Conversion NO_x/NO_2

Afin d'affiner les résultats obtenus en NO_2 par le calcul des émissions, nous avons pris en compte la photochimie du NOx dans les calculs de dispersion.

En effet, ADMS-Roads utilise un sous-ensemble du Generic Reaction Set (GRS) pour modéliser la chimie des NO_x. Cette approche exclut les hydrocarbures du schéma de réaction et suppose que les polluants de fond sont instantanément mélangés. Le modèle ajuste les valeurs de concentration de fond que l'on intègre dans le modèle en données horaires pour garantir des conditions d'équilibre pendant les différentes heures de la journée.

Étant donné que le NO est rapidement converti en NO_2 dans l'atmosphère, les modèles de dispersion ne peuvent pas modéliser directement le NO. Au lieu de cela, les modèles de dispersion utilisent la somme de NO et NO_2 (NO_X) comme polluant inerte pour la modélisation et utilisent des paramétrisations de la chimie des NO_X pour déterminer la spéciation entre NO et NO_2. Cette méthode tient compte de la proximité de la source : les ratios NO_2 / NO_X sont plus faibles lorsqu'ils sont proches de la source en termes de distance et de temps (émissions récentes) tandis que les ratios NO_2 / NO_X sont plus élevés dans les panaches qui s'éloignent de la source après conversion chimique. La dilution physique du panache est contrôlée par un certain nombre de facteurs qui affectent la turbulence locale. Ils sont pris en compte dans les modèles de dispersion, notamment la vitesse du vent, la hauteur de mélange et les fluctuations turbulentes du vent.

6.2.2.8 Paramètres calculés

A partir des données d'émissions et des paramètres de modélisations, le modèle ADMS permet d'obtenir les concentrations moyennes annuelles. Elles sont utilisées pour évaluer les effets long terme liés aux émissions du site en termes de qualité de l'air et de risques sanitaires.

Les concentrations sont modélisées à une hauteur de 1,5 m (hauteur moyenne de respiration de l'homme).

6.2.2.9 Pollution de fond

Les concentrations de fond sont définies par la directive européenne 2008/CE/50 comme les niveaux minimums moyens enregistrés non influencés par des sources de pollution locales.

Comme explicité dans le paragraphe 5.1.2, le transport routier n'est pas le seul émetteur de polluants dans l'air. D'autres contributeurs sont présents sur la zone tel que le secteur résidentiel (systèmes de chauffage), industriel ou encore l'agriculture.

Le renseignement des niveaux de fond auxquels sont exposés les populations présentes dans le domaine d'étude est nécessaire pour évaluer l'impact du projet sur la qualité de l'air et la santé des riverains. Les concentrations modélisées correspondent donc aux concentrations de fond et aux sur-concentrations générées par les infrastructures routières affectées par le projet.

Sur la zone d'étude, les stations Atmo Occitanie nous ont permis de déterminer des niveaux de fond pour le NO_2, les NO_x, l'O_3, le SO_2 et les PM_{10}. Ces niveaux sont retenus pour l'ensemble des scenarios.

Le tableau ci-dessous présente les concentrations moyennes annuelles mesurées au droit des stations de référence retenues pour définir le bruit de fond sur la zone d'étude.

Composé	Concentration de fond (µg/m³)	Source	Année
NO_2	8,6	Station ATMO Occitanie Lourdes	2025
NO_x	15,9	Station ATMO Occitanie Lourdes	2025
O_3^*	58,2	Station ATMO Occitanie Lourdes	2025
SO_2^*	0,36	Station Saint Gaudens Daurat	2025
PM_{10}	11,6	Station ATMO Occitanie Lourdes	2025

** la pollution de fond de l'ozone et celle du dioxyde de soufre sont également retenues, car l'ozone et le dioxyde de soufre jouent un rôle direct sur les réactions chimiques et les concentrations en NO_2 dans l'air*

La pollution de fond a été appliquée sur un pas de temps horaire afin de tenir compte à la fois des variations des émissions des sources et de la fluctuation des phénomènes météorologiques sur la journée.

Les concentrations présentées dans la section suivante correspondent aux concentrations totales modélisées sur la zone, à savoir la somme des concentrations en lien avec le trafic routier et des concentrations de fond présentées dans le tableau ci-avant.

6.2.3 Résultats de la modélisation pour le NO_2

Les cartographies de concentrations en NO_2 pour chaque scénario sont présentées ci-après. Ces dernières mettent en évidence que :

- La valeur réglementaire en dioxyde d'azote de 40 µg/m^3, applicable en 2024 est respectée pour le scénario actuel.
- La nouvelle valeur réglementaire en dioxyde d'azote de 20 µg/m^3 qui entrera en vigueur en 2030, et donc applicable aux scénarios futurs 2030 et 2050 avec et sans projet, sera respectée.
- La valeur guide OMS de 2021 en dioxyde d'azote de 10 µg/m^3 est dépassée sur une partie de la bande d'étude pour les scénarios Actuel et Référence (2030 et 2050). Ce dépassement est constaté sur la quasi-totalité de la bande d'étude pour les scénarios Projet (2030 et 2050). Sur le reste de la bande d'étude, lorsque la valeur guide n'est pas dépassée, elle est tout de même approchée pour tous les scénarios. Le bruit de fond représente ainsi une part prépondérante des concentrations modélisées.



Figure 21 : Cartographie des concentrations en NO_2 modélisées – Etat actuel 2024



Figure 22 : Cartographie des concentrations en NO_2 modélisées – Référence 2030



Figure 23 : Cartographie des concentrations en NO_2 modélisées – Projet 2030



Figure 24 : Cartographie des concentrations en NO_2 modélisées – Référence 2050



Figure 25 : Cartographie des concentrations en NO_2 modélisées – Projet 2050

Les résultats des modélisations en NO_2 au niveau des points récepteurs sont présentés pour chaque scénario dans le tableau ci-après, et sont comparés aux valeurs réglementaires françaises en vigueur applicables, ainsi qu'aux valeurs guides OMS.

Tableau 18 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles modélisées – NO_2

Nom du récepteur	Actuel 2024	Référence 2030	Projet 2030	Référence 2050	Projet 2050
	(µg/m³)				
1	10,0	9,9	**10,4**	9,8	**10,0**
2	9,9	9,8	9,9	9,7	**10,0**
3	10,6	10,4	10,7	10,1	10,6
4	11,2	10,8	11,1	10,4	10,5
5	9,9	9,8	**10,1**	9,6	9,7
6	10,1	10,0	10,4	9,8	**10,1**
7	10,2	10,1	11,0	10,0	11,0
8	9,9	9,8	**10,2**	9,7	9,9
Valeur réglementaire française applicable	**40**	**20**	**20**	**20**	**20**
Valeur guide OMS	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**

Les variations entre les scénarios futurs projet et de référence sont peu significatives. Cependant, les concentrations de certains récepteurs deviennent légèrement supérieures à la valeur guide OMS (10 µg/m³) suite à la réalisation du projet. C'est le cas des récepteurs 1, 5 et 8 en 2030 et des récepteurs 1,2 et 6 en 2050.

6.2.4 Résultats de la modélisation pour les PM_{10}

Les cartographies de concentrations en PM_{10} pour chaque scénario sont présentées ci-après. Ces dernières mettent en évidence que :

- La valeur réglementaire en PM_{10} de 40 µg/m³, applicable en 2024, est respectée pour le scénario actuel.
- La nouvelle valeur réglementaire en PM_{10} de 20 µg/m³ qui entrera en vigueur en 2030, et donc applicable aux scénarios futurs 2030 et 2050 avec et sans projet, sera respectée.
- Les teneurs modélisées respectent également la valeur guide OMS parue en 2021 de 15 µg/m³ sur l'ensemble de la bande d'étude.



Figure 26 : Cartographie des concentrations en PM_{10} modélisées – Etat actuel 2024



Figure 27 : Cartographie des concentrations en PM_{10} modélisées – Référence 2030

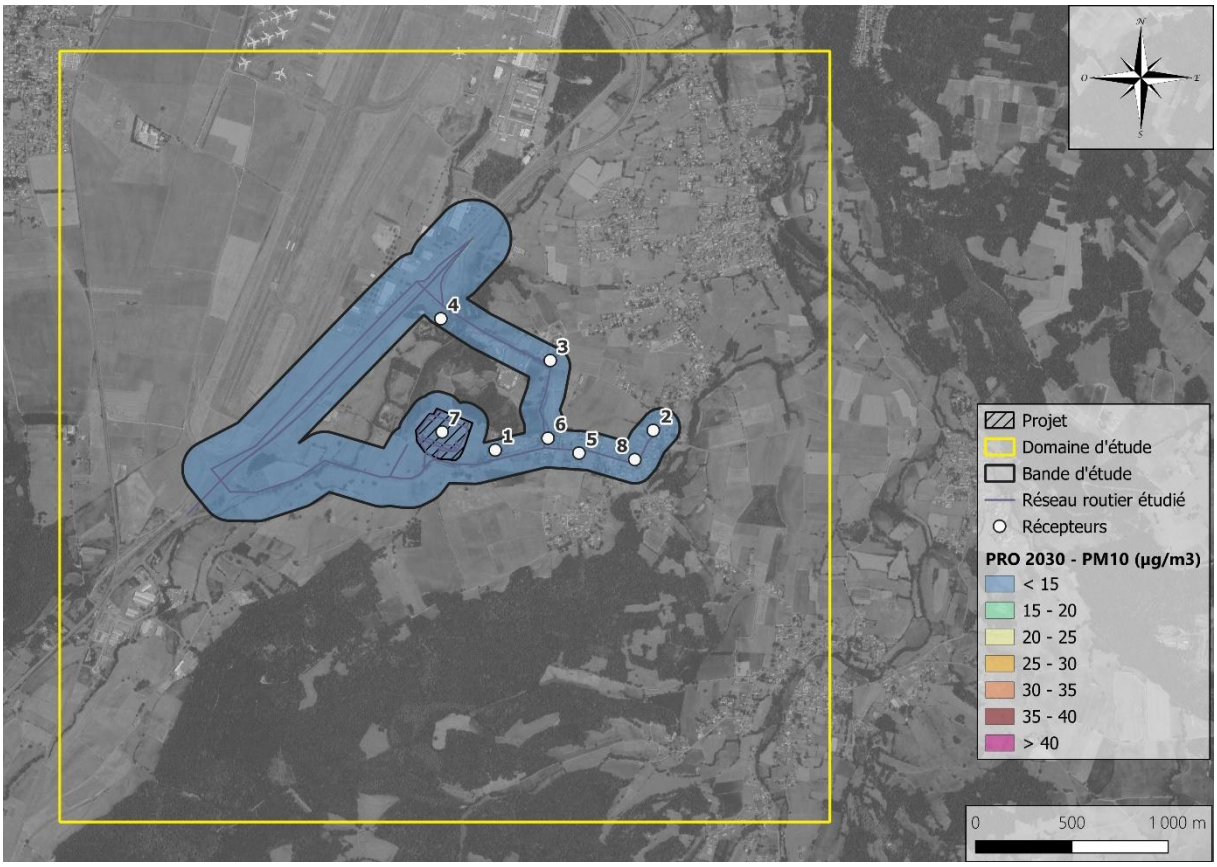


Figure 28 : Cartographie des concentrations en PM_{10} modélisées – Projet 2030



Figure 29 : Cartographie des concentrations en PM_{10} modélisées – Référence 2050

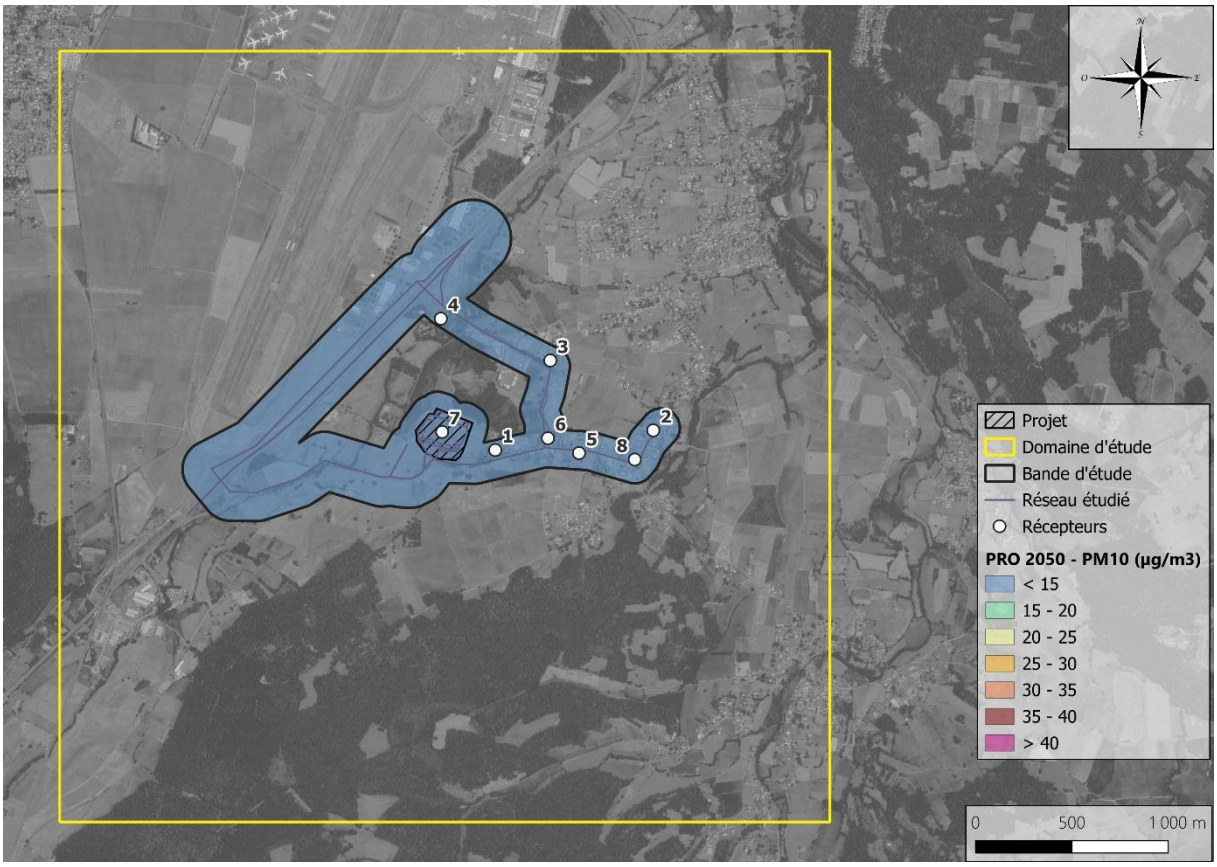


Figure 30 : Cartographie des concentrations en PM_{10} modélisées – Projet 2050

Les résultats des modélisations en PM_{10} au niveau des points récepteurs sont présentés pour chaque scénario dans le tableau ci-après, et sont comparés aux valeurs réglementaires françaises en vigueur, ainsi qu'aux valeurs guides OMS.

Tableau 19 : Résultats de la modélisation - Concentrations moyennes annuelles modélisées - PM_{10}

Nom du récepteur	Actuel 2024	Référence 2030	Projet 2030	Référence 2050	Projet 2050
	(µg/m³)				
1	12,7	12,7	12,8	12,7	12,9
2	12,7	12,7	12,8	12,7	13,0
3	12,8	12,8	12,9	12,8	13,2
4	12,8	12,8	12,9	12,8	12,9
5	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8
6	12,8	12,8	12,8	12,8	13,0
7	12,7	12,7	13,0	12,7	13,8
8	12,8	12,8	12,9	12,8	12,9
Valeur réglementaire française applicable	**40**	**20**	**20**	**20**	**20**
Valeur guide OMS	**15**	**15**	**15**	**15**	**15**

Les variations entre les scénarios futurs projet et de référence sont peu significatives.

7 Analyses des incertitudes

L'analyse des hypothèses considérées dans le cadre de cette étude doit être réalisée afin de pouvoir caractériser l'influence des incertitudes sur les résultats de l'étude et analyser si les choix réalisés minorent ou majorent les indicateurs de risques. Elles doivent porter principalement sur les substances dont l'indicateur de risque est proche ou supérieur à la valeur repère, mais également les paramètres pouvant influencer significativement les résultats.

- Les principaux paramètres influençant le risque sont : les hypothèses sur les émissions atmosphériques ;
- Les hypothèses relatives aux modèles de dispersion utilisés et les valeurs des paramètres pris en compte.

La discussion de ces hypothèses sera menée de façon qualitative ou quantitative.

7.1 Caractérisation des émissions atmosphériques

Les émissions liées au trafic routier ont été calculées sur la base des données trafic du bureau d'étude PMIC et des hypothèses suivantes :

- la vitesse de circulation des véhicules : la vitesse prise en compte sur les tronçons est considérée comme constante. Elle ne tient pas compte des accélérations et décélérations en début et fin de tronçon ;
- le nombre de véhicules pris en compte pour les différents scénarios ;
- les facteurs d'émissions appliqués par le logiciel Trefic (facteurs COPERT V) ;
- le parc roulant (données IFSTTAR) ;
- les données de trafic sur le tronçon de la route nationale N21 sont issues d'hypothèses effectuées à partir des données des brins 6 et 7. Le nombre de véhicules considérés correspond donc à un ordre de grandeur. Néanmoins, ces hypothèses sont appliquées à l'ensemble des scénarios et ne sont ainsi pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

La principale incertitude, pouvant modifier les résultats de l'étude, concerne les trafics considérés dans l'étude et plus particulièrement pour les scénarios futurs. Elle est cependant non quantifiable en l'état actuel des connaissances. De plus, en l'absence de facteur d'émissions, les émissions liées aux huiles lubrifiantes et aux glissières de sécurité n'ont pas été prises en compte dans cette étude compte tenu du manque de données pour les quantifier.

Il n'est pas possible de statuer sur l'aspect minorant ou majorant des hypothèses considérées.

7.2 Modélisation des transferts : concentrations environnementales

La modélisation des transferts dans l'environnement a été réalisé via un logiciel de dispersion basé sur des équations mathématiques qui permettent de retranscrire de façon simplifiée, les phénomènes de dispersion observés dans la réalité. Les principales incertitudes de cette phase sont liées au modèle et aux données d'entrée utilisés.

Les données d'entrée du modèle sont :

- Les caractéristiques des sources et leurs émissions : dans le cadre de cette étude, les sources considérées sont toutes des sources linéiques ;
- Les polluants gazeux ont été considérés comme des gaz inertes sans appauvrissement du panache lié au dépôt : cette approche est majorante ;
- Le domaine d'étude de 4 km par 4 km se situe dans la gamme d'utilisation du logiciel ;
- Les paramètres rugosité et la topographie ont été intégrés au modèle permettant une bonne prise en compte des phénomènes de turbulence liés à l'occupation des sols et au relief ;
- Les données météorologiques considérée dans l'étude, sont issues de la station Météo France la plus proche (environ 2 km) disposant d'une chronique météorologique complète horaire d'un

an. La nébulosité est quant à elle issue d'une simulation à haute résolution extraite au droit de cette station (AROME source Météo France) : données représentatives des conditions météorologiques au droit du site ;

- Les vents dont les vitesses sont inférieures à 0,8 m/s ont été pris en compte (ils sont réaffectés) ;
- Le bruit de fond : le bruit de fond intégré aux modélisations (Stations Lourdes et Saint Gaudens Daurat– Année 2025) est considéré comme constant entre 2025 et l'état futur. Il s'agit ici d'une approche majorante car le bruit de fond est vraisemblablement amené à diminuer dans le futur du fait de l'évolution du parc roulant et de la mise en place de politiques publiques.

8 Mesures ERC

Les impacts en phase chantier ne peuvent ici être quantifiés en absence de données d'entrée liées au trafic engendré sur la zone par les travaux. En revanche, à ce stade des mesures visant à réduire ces impacts sont proposés.

La séquence « éviter, réduire, compenser » (ou ERC) est une démarche réglementaire (art. L-122-3 du Code de l'Environnement) qui a pour objectif d'améliorer le bilan écologique de projets ou de plans/programmes, selon toutes les composantes de l'environnement et de la santé, en :

- évitant les atteintes à l'environnement ;
- réduisant les atteintes qui n'ont pu être suffisamment évitées ;
- compensant les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

L'objectif de la séquence ERC est représenté sur la figure suivante.

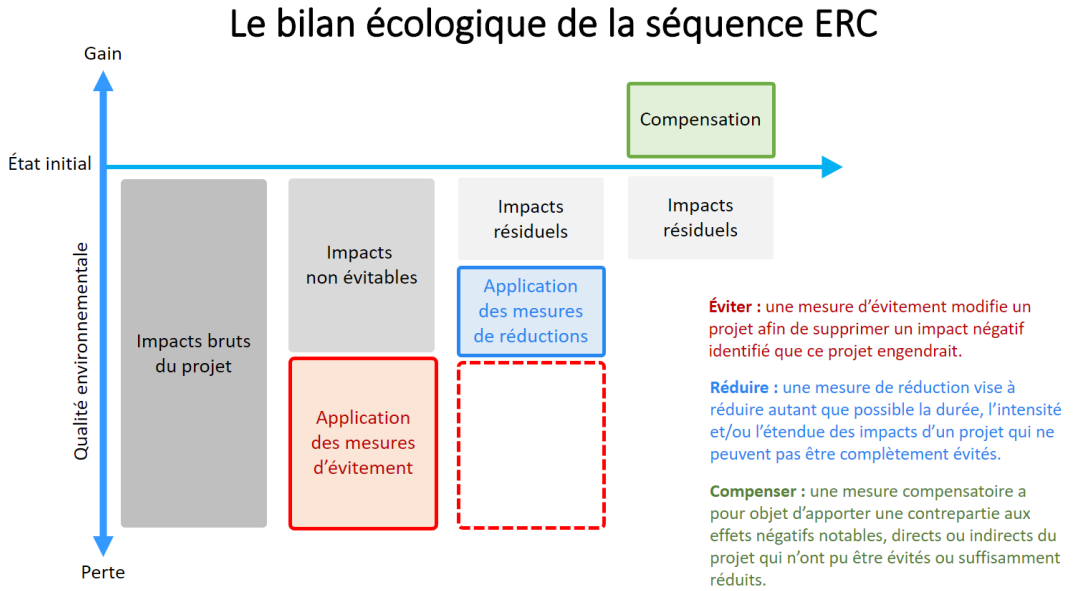


Figure 31 : Schéma de la séquence ERC (de la séquence ERC (source : Ministère de la Transition Ecologique[11])

S'agissant de la qualité de l'air, les mesures de compensation visent essentiellement la qualité de l'air intérieur. Les mesures d'évitement et de réduction concernent ici en majorité la phase de construction, et dans une moindre mesure la phase conception. Elles sont présentées ci-dessous :

PHASE CONCEPTION :

- Prescrire l'utilisation de peintures et matériaux à faible émission de COV et de formaldéhyde.
- En cas de ventilation double flux : Placer les prises d'air sur les façades les moins exposées et prêter attention à l'emplacement des rejets (à plus de 2 mètres des prises d'air afin d'éviter une recirculation de l'air vicié à l'intérieur - norme européenne EN 13779) et prévoir une filtration efficace ainsi qu'un niveau de maintenance adapté.
- Favoriser l'implantation d'espèces végétales à faible potentiel allergisant.

PHASE DE CONSTRUCTION :

- Absence de rejet dans le milieu naturel (air) :
  - arroser les pistes par temps sec et venteux ;

[11] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20%C3%89valuation%20environnementale%20-%20La%20phase%20d%E2%80%99%C3%A9vitement%20de%20la%20s%C3%A9quence%20ERC.pdf

  - humidifier le stockage ou pulvériser des additifs pour limiter les envols par temps sec ;
  - mettre en place des bâches sur des résidus à l'air libre pouvant émettre des poussières ;
  - confiner les stockages de produits pulvérulents, mettre en place un dispositif de capotage et d'aspiration de produits pulvérulents ;
  - respecter les normes d'émission en vigueur ;
  - limiter l'utilisation de groupes électrogènes
  - éviter de laisser tourner les moteurs des engins de chantier et autres véhicules en inactivité.
  - Mettre en place un plan de circulation de chantier minimisant le passage des véhicules de chantier au droit des habitations riveraines

- Suivre la mise en œuvre ou la faire suivre par un AMO Santé et Qualité de l'air :
  - respect des bonnes pratiques chantier ;
  - respect des temps de séchage et surveillance de l'humidité ;
  - attention portée à la qualité des remblais, gestion des déchets ;
  - surventilation des pièces à l'issue des activités émettrices (peinture par exemple) ;
  - respect des prescriptions d'utilisation de matériaux et peintures peu émissifs afin de favoriser la qualité de l'air intérieur.

PHASE EXPLOITATION :

- Sensibilisation du personnel à la qualité de l'air intérieur : bonne compréhension des enjeux de la ventilation (naturelle ou mécanique) et des zones à atmosphères contrôlées, identification des sources de polluants en air intérieur, …
- Action sur les modes de déplacements : développement de l'offre de transports en commun pour accéder au projet, réduction des limitations de vitesse, …

9 Conclusions

Dans le cadre de la reconstruction des hôpitaux de Tarbes et de Lourdes en une seule entité sur la commune de Lanne (65), une étude Air et Santé a été réalisée. Elle comporte un état bibliographique de la qualité de l'air ainsi qu'un bilan des émissions liées au trafic routier, aux chaudières et à l'hélistation ainsi que des modélisations de la dispersion atmosphérique des émissions liées au trafic routier.

Dans le département des Hautes-Pyrénées, l'ensemble des seuils réglementaires relatifs à la protection de la santé est respecté en 2023 (année la plus récente disponible) en situation de fond à l'exception de l'objectif de qualité fixé pour l'ozone.

A l'horizon de la mise en service du projet en 2030 et en 2050, l'augmentation des distances parcourues, en lien avec la création de nouvelles voiries et l'augmentation du trafic (création d'un hôpital)**, est à l'origine d'une hausse importante des émissions des polluants** par rapport au scénario sans projet au même horizon : **+ 233 %** en moyenne pour l'horizon **2030** et **+199 %** pour l'horizon **2050.**

Les émissions dues à la chaudière de secours et à l'hélistation mises en service dans le cadre du projet ont été calculées pour les polluants pour lesquels des facteurs d'émission étaient disponibles. Par comparaison, les émissions dues au trafic routier sont majoritaires et jouent ainsi un rôle prépondérant dans les concentrations en polluants sur la zone d'étude.

Par ailleurs, d'après les modélisations aérodispersives réalisées, le projet **n'entraînera pas de variation significative de la qualité de l'air** pour les substances étudiées.

Ainsi, d'après les résultats de l'étude, la qualité de l'air reste compatible avec le projet d'aménagement au regard du respect des valeurs réglementaires françaises actuelles et en vigueur au moment de la livraison du projet ainsi que 20 ans après.

10 Annexe 1 : Trafics routiers considérés

Tableau 20 : Données trafic fournies par le bureau d'étude

	ETAT INITIAL 2024		REF 2030		PROJET 2030		REF 2050		PROJET 2050		
Brin	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**Vitesse (km/h)**
1	145	2 898	152	3 049	584	11 688	196	3 913	627	12 534	80
2	57	1 149	58	1 153	649	12 983	69	1 384	674	13 474	80
3	186	3 727	191	3 822	462	9 241	250	4 991	511	10 211	80
4	72	1 433	72	1 445	222	4 437	83	1 668	232	4 640	50
5	129	2 575	140	2 796	186	3 723	148	2 958	204	4 084	50
6	1064	21 270	1103	22 051	1410	28 208	1253	25 066	1593	31 862	110
7	71	1 417	82	1 632	258	5 164	84	1 686	272	5 431	80
8	129	2 575	140	2 796	186	3 723	148	2 958	204	4 084	80
9	27	530	29	586	64	1 288	33	667	74	1 473	50
10	57	1 149	58	1 153	283	5 668	69	1 384	295	5 909	80
11	18	356	21	421	75	1 499	21	427	85	1 709	50
12	75	1 504	79	1 573	209	4 170	91	1 810	210	4 205	50
13	52	1 046	53	1 058	213	4 256	79	1 582	246	4 926	70
14	186	3 727	191	3 822	462	9 241	250	4 991	511	10 211	50
15	57	1 149	58	1 153	283	5 668	69	1 384	295	5 909	50
16	52	1 046	53	1 058	213	4 256	79	1 582	246	4 926	30
17	0	0	0	0	24	475	0	0	25	507	30
18	57	1 149	58	1 153	603	12 066	69	1 384	623	12 456	80
19	57	1 149	58	1 153	465	9 300	69	1 384	471	9 420	50
20	0	0	0	0	138	2 766	0	0	152	3 036	30
21	0	0	0	0	0	7 643	0	0	0	8 305	30
22	0	0	0	0	237	4 739	0	0	249	4 984	30
23	0	0	0	0	375	7 505	0	0	401	8 020	30

	ETAT INITIAL 2024		REF 2030		PROJET 2030		REF 2050		PROJET 2050		
Brin	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**PL**	**TMJA**	**Vitesse (km/h)**
24	0	0	0	0	12	239	0	0	13	256	10
25	0	0	0	0	363	7 266	0	0	388	7 764	30
26	0	0	0	0	16	314	0	0	17	342	10
27	0	0	0	0	0	6 953	0	0	0	7 422	30
28	0	0	0	0	0	7 012	0	0	0	7 517	10
29	0	0	0	0	0	59	0	0	0	95	30
30	0	0	0	0	0	5 224	0	0	0	5 698	30
31	0	0	0	0	0	3 660	0	0	0	4 017	30
32	0	0	0	0	0	3 601	0	0	0	3 923	10
33	0	0	0	0	0	1 566	0	0	0	1 681	10
34	0	0	0	0	0	1 192	0	0	0	1 278	10
35	0	0	0	0	0	1 229	0	0	0	1 330	10
36	0	0	0	0	78	1 552	0	0	83	1 656	30
N21*	993	19 853	1 021	20 419	1 021	20 419	1 169	23 380	1 169	23 380	110

PL : Poids Lourds en veh/j
TMJA : Trafic Moyen Journalier en veh/j

*** Portion de la route nationale N21 :** pris en compte uniquement pour la partie modélisation des concentrations. Les trafics considérés sur cette portion correspondent à des hypothèses effectuées à partir des brins 6 et 7.

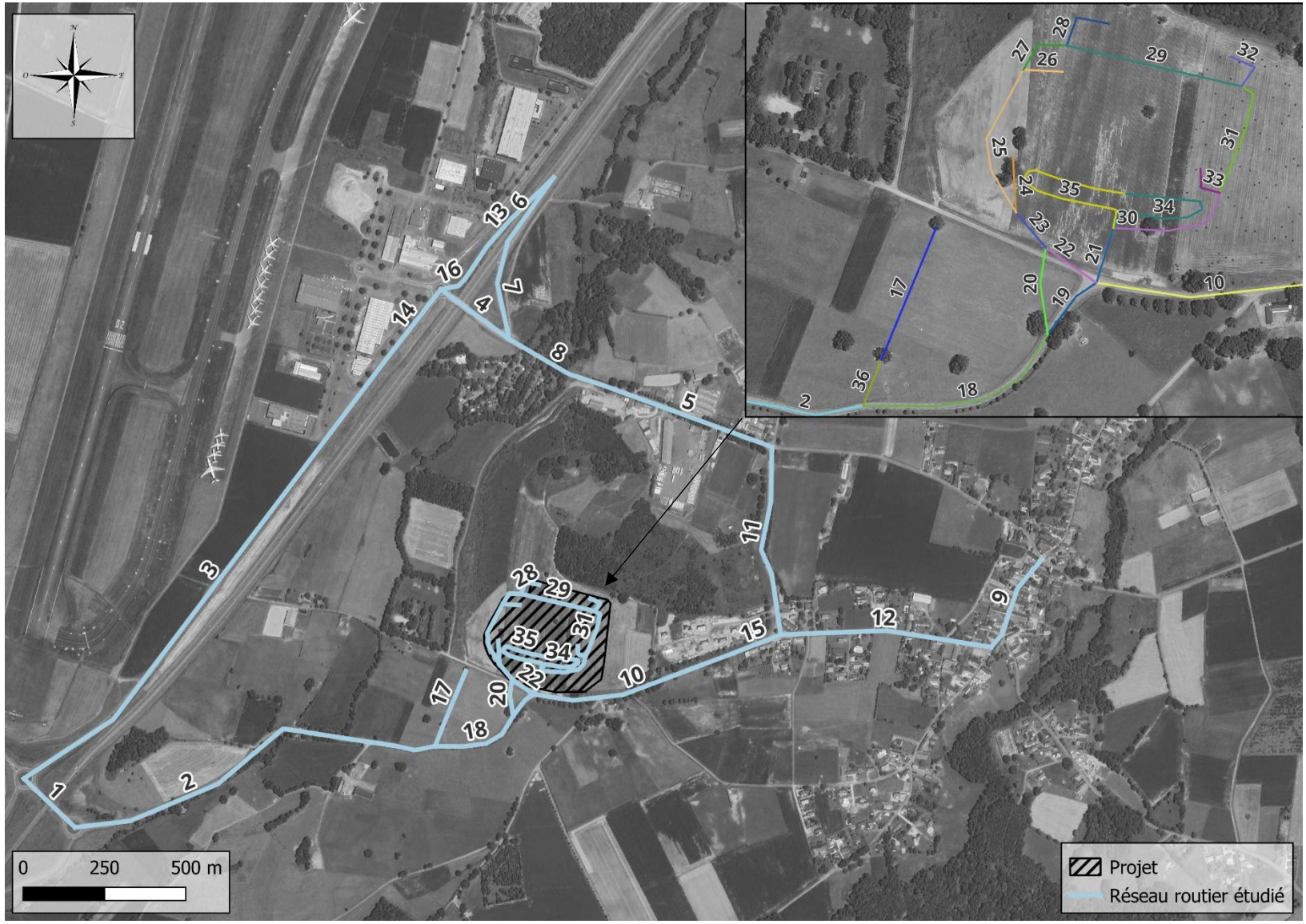


Figure 32 : Réseau routier associé

1 rue de la Chapelle - 60 000 ALLONNE
☎ : 03 448 448 60
E-mail : coelys@coelys.fr - www.coelys.fr

Complément au volet GES de l'étude d'impact

Centre hospitalier de Tarbes – Lourdes
Projet de site commun sur la commune de Lanne (65)

Référence du rapport : R-26-09-024

Etude effectuée par : A. Davin (COÉLYS)

Etude demandée par : M. Heins (CHTL)

Ce rapport comporte 27 pages hors annexes

Le présent document forme un ensemble indissociable.
Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

	Rédigé par	Révisé par	Approuvé par
COÉLYS	A. Davin Ingénieur Projets	A. Davin Ingénieur Projets	A. Péan Directeur

SUIVI DU RAPPORT

Indice de révision	Date	Contenu
-	Octobre 2026	Rapport initial

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION 4

II. PRESENTATION DU PROJET 5

II.1. DESCRIPTION GENERALE 5
II.2. LOCALISATION 5

III. COMPLEMENTS DE CALCULS D'EMISSIONS DE GES 7

III.1. METHODOLOGIE 7
III.2. EMISSIONS LIES AUX DEPLACEMENTS 7
III.2.1. Données d'entrée 7
III.2.2. Facteurs d'émissions 8
III.2.3. Résultats 8
III.3. EMISSIONS LIES AU CHAUFFAGE 9
III.3.1. Données d'entrée 9
III.3.2. Facteurs d'émissions 10
III.3.3. Résultats 10

IV. COMPARATIF DES EMISSIONS ACTUELLES ET FUTURES 12

V. LE PROJET ET LA STRATEGIE NATIONALE BAS CARBONE 15

V.1. CADRE NATIONAL 15
V.2. APPLICATION AU PROJET 16
V.2.1. Mobilité 16
V.2.2. Bâtiment 19

VI. CONCLUSION 25

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

I. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de site commun du Centre Hospitalier de Tarbes – Lourdes sur la commune de Lanne, une étude d'impact a été réalisée comprenant un bilan des émissions de gaz à effet de serre.

Cette étude d'impact a fait l'objet d'un avis de la Mission Régionale d'Autorité environnementale lors de la phase de consultation administrative. Depuis, l'enquête publique du projet s'est tenue du 6 juillet au 25 septembre 2026.

Dans son avis, la MRAe recommandait :

- D'inclure dans les émissions de GES, durant la phase « *d'exploitation, les déplacements et les transports générés. Une comparaison entre les émissions de GES actuelles et futures, y compris liées au mode de chauffage, doit être proposée »,*
- De démontrer que le projet s'inscrit dans la stratégie de l'EPCI « *de neutralité carbone à l'horizon 2050 en proposant, si nécessaire, des mesures de compensation, soit à l'échelle du CHTL, soit à l'échelle de l'agglomération* ».

La présente étude apporte donc les compléments d'information relatifs :

- Aux émissions de GES générées par les déplacements,
- Aux émissions de GES générées par le chauffage,
- Au comparatif entre les émissions actuelles et futures,
- A l'analyse du projet au travers de la stratégie de neutralité carbone à l'horizon 2050.

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

II. PRESENTATION DU PROJET

II.1. Description générale

Le projet consiste en la construction d'un nouveau centre hospitalier sur la commune de Lanne, en remplacement des établissements actuels situés sur Lourdes et Tarbes- la-Gespe.

En synthèse, les caractéristiques du projet de construction de l'hôpital sont les suivants :

- Surface de plancher de plus de 66 000 m2
- Emprise au sol des bâtiments d'environ 26 000 m2
- Capacités d'accueil : 454 lits
- 1 TEP (tomographie par émission de positons)
- 2 scanners – 2 IRM
- 2 gammas
- Une salle et des moyens techniques pour réaliser de la chirurgie robotisée
- Salle de radiologie interventionnelle
- 80 000 – 95 000 passages aux urgences
- 10 000 interventions chirurgicales par an.

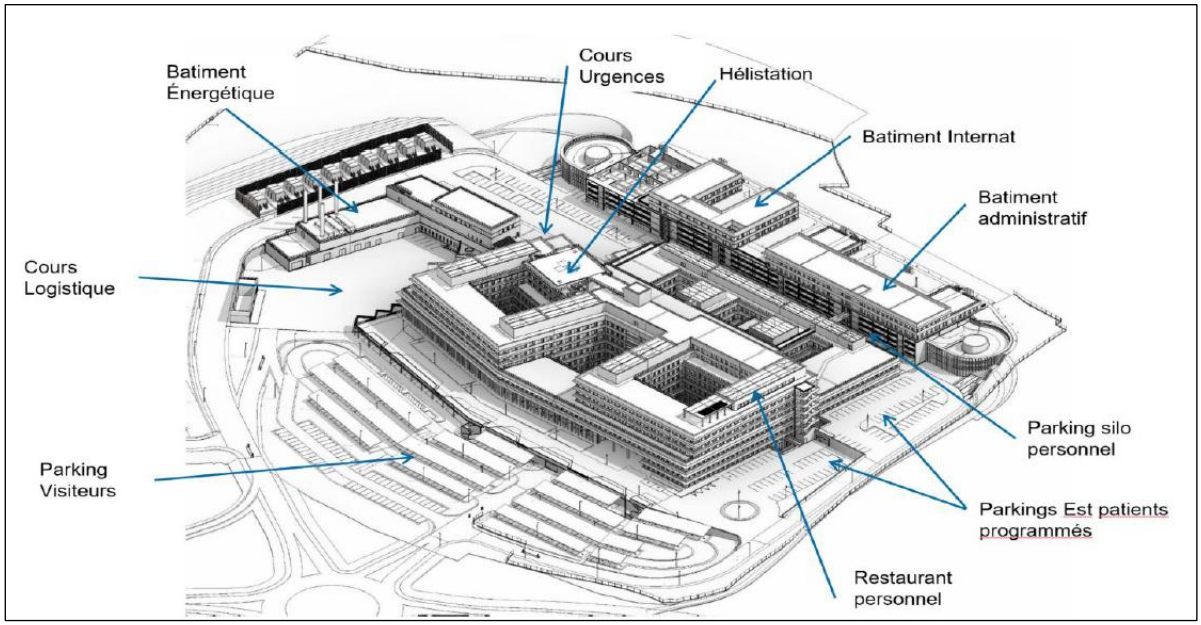


Figure 1 : Croquis du projet

II.2. Localisation

Le projet est prévu sur une parcelle de près de 7 ha sur la commune de Lanne (65). Il est bordé à l'ouest par la Route Nationale 21 (RN21) au sud par le Route Départementale 216 (RD216), et au nord par la Route Départementale 16 (RD16). La localisation géographique du projet présente un intérêt stratégique puisqu'il est facilement desservi via la RN 21 reliant Tarbes à Lourdes.

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

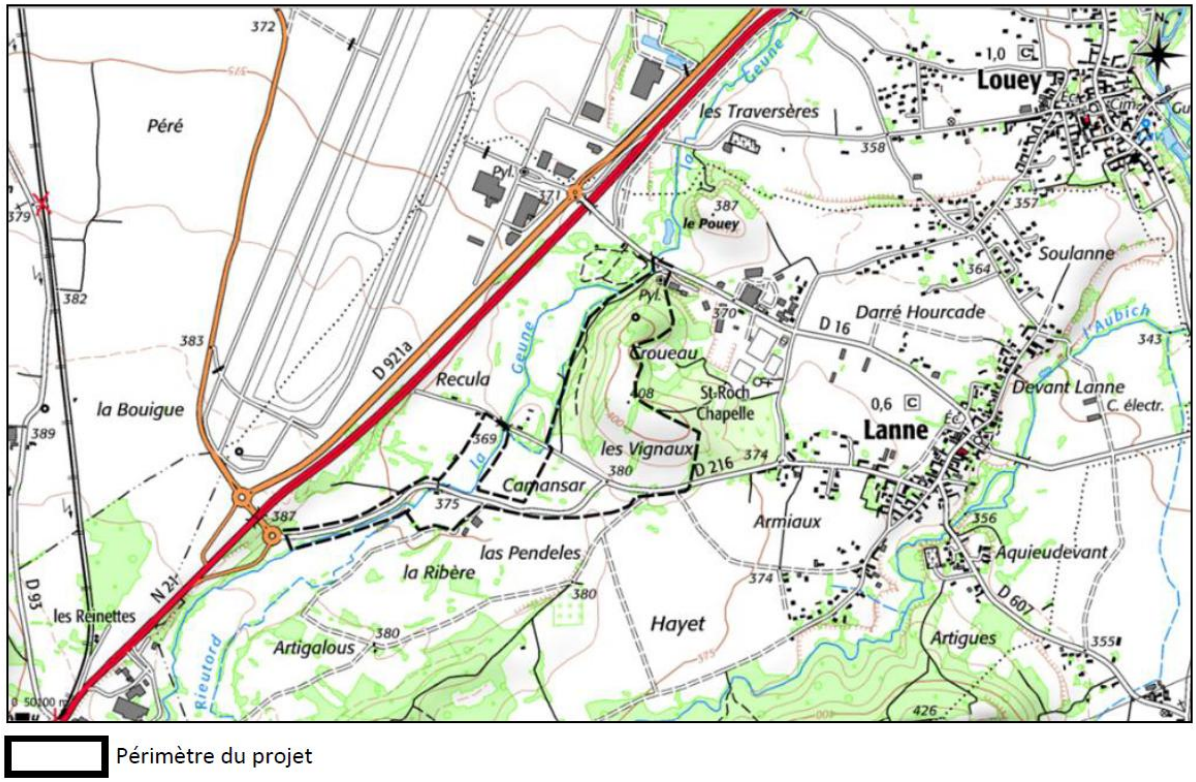


Figure 2 : Localisation du projet

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

III. COMPLEMENTS DE CALCULS D'EMISSIONS DE GES

III.1. Méthodologie

Le présent diagnostic des émissions de Gaz à Effet de Serre est établi en se basant sur les facteurs d'émissions de la Base Carbone® v23.11 de mai 2026.

III.2. Emissions liés aux déplacements

III.2.1. Données d'entrée

III.2.1.a. Etude de trafic

Les émissions de GES liées aux déplacements sont issues de l'étude de trafic de mai 2025 propre au projet qui s'est intéressée aux scénarios avec et sans projet aux horizons 2030 et 2050. Le réseau routier étudié est le suivant :



Figure 3 : Réseau routier étudié

Les données de trafic sont les suivantes :

Type	2030			2050		
	Sans projet	Avec projet	Impact	Sans projet	Avec projet	Impact
VL	20 557	67 745	**+47 188**	24 785	72 921	**+48 136**
PL	1 082	3 352	**+2 270**	1 304	3 606	**+2 302**
TMJA[1]	21 639	71 097	**+49 458**	26 089	76 527	**+50 438**

Tableau 1 : Distances parcourues moyennes journalières en veh.km

Le projet sera localement à l'origine d'une hausse de 50 000 veh.km des distances parcourues journalières, soit une hausse annuelle de 18 250 000 veh.km.

[1] Trafic Moyen Journalier Annuel (VL+PL)

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

III.2.1.b. Etude des déplacements

Remarque : Le CHTL a lancé en mars-avril 2025 une étude spécifique des flux de déplacements, réalisée par le CEREMA, portant sur les sites actuels de Tarbes et Lourdes. Elle analyse notamment :

- *Les flux entrants et sortants de véhicules et de piétons ;*
- *L'origine géographique des personnes ;*
- *La modélisation des déplacements pour le futur hôpital.*

Les résultats de cette étude pourraient permettre d'affiner les résultats de ce bilan GES.

Le dossier de concertation évoque par ailleurs un nombre de 3000 personnes qui viennent et repartent quotidiennement du site de Lanne (soignants, patients, visiteurs). Si on tient compte d'une distance moyenne parcourue de 20 km[2], cela représente des distances totales parcourues estimées à 120 000 veh.km par jour, soit **43 800 000 veh.km par an**.

III.2.2. Facteurs d'émissions

La base Carbone® fournit un facteur d'émission de 160 gCO2eq/km pour une motorisation moyenne France (parc 2023).

Afin de disposer de facteurs d'émissions correspondant au parc automobile de 2030 et 2050, il est considéré les facteurs d'émissions issus de l'étude du CGDD sur les transports à long terme[3] :

	2030	2050
VP	97	63
PL	739	662

Figure 4 : Facteurs d'émissions pour les distances parcourues (en gCO2/km)

III.2.3. Résultats

III.2.3.a. Trafic local

Les émissions locales imputables au projet sont les suivantes :

	2030	2050
VL	1 671	1 107
PL	612	556
Total	**2 283**	**1 663**

Tableau 2 : Emissions locales de GES liées aux déplacements en TCO2eq/an

La hausse locale des déplacements liés au projet entraîne une hausse des émissions de gaz à effet de serre d'environ 2 300 tCO2eq/an à l'horizon 2030, et d'environ 1 700 TCO2eq/an à l'horizon 2050.

[2] Donnée considérée pour le bilan GES du CHTL actuel
[3] Projections de la demande de transport sur le long terme, CGDD, 2016

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

III.2.3.b. Déplacements globaux

Considérant les déplacements globaux attendus sur le site de Lanne, les émissions de GES imputables aux déplacements seraient de l'ordre de 4 300 TeqCO2/an considérant le parc automobile de 2030 et 2 800 TCO2eq/an considérant le parc automobile de 2050. On voit ici le gain apporté uniquement par le renouvellement du parc automobile, qui permet à lui seul une baisse de l'ordre de 35% entre les horizons 2030 et 2050.

A titre de comparaison, en considérant le parc automobile 2023, les émissions de GES s'élèveraient à 7 008 tCO2eq/an.

Les émissions sont ici calculées en considérant que les déplacements (patients, soignants et visiteurs) sont effectués à 100% en véhicules particuliers.

III.3. Emissions liés au chauffage

III.3.1. Données d'entrée

Le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) seront produits sur place par aérothermie à l'aide de 2 thermofrigopompes et 7 pompes à chaleur.

Les themofrigopompes permettent une récupération de chaleur « gratuite » correspondant à 18% des besoins chaud.

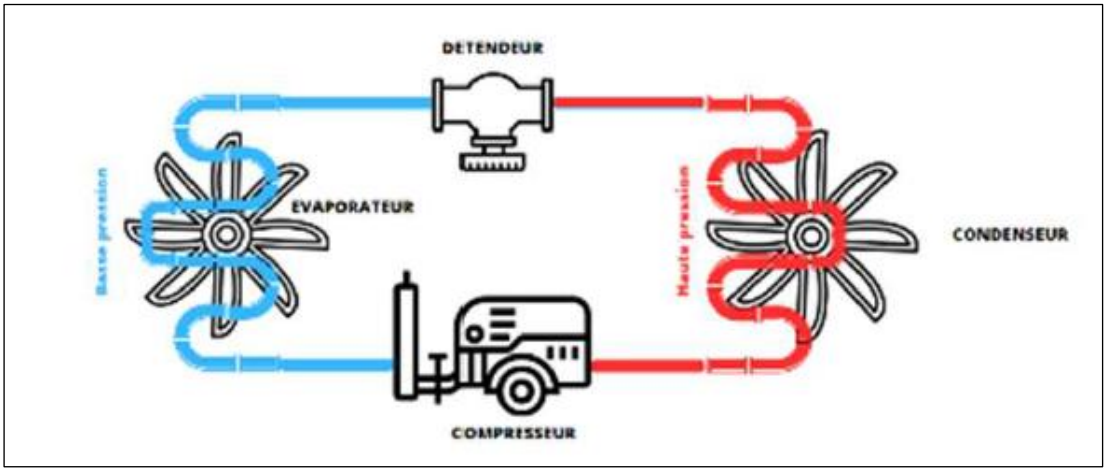


Figure 5 : Principe thermodynamique d'une thermofrigopompe

Une chaufferie gaz est prévue en secours ultime pour le chauffage et éventuellement la production d'ECS dans certains cas extrêmes (en dehors des plages de fonctionnement des PAC (< -15°C et > +40°C par exemple).

Les données de consommation électrique pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire sont issues de la STD[4] réalisée en 2024 par la maitrise d'œuvre du projet :

- 1701 MWh/an pour le fonctionnement des TFP et PAC,
- 27 MWh pour le fonctionnement de la chaufferie gaz (secours).

[4] Simulation Thermique Dynamique

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

Ces estimations intègrent les hypothèses météo suivantes :

- Fichier météo Tarbes projection 2040 RCP8.5, issu du logiciel Météonorm,
- 1 semaine caniculaire avec T° en journée > 32°C et T° de nuit > 20°C.

Les estimations prennent donc en compte les projections climatiques à l'horizon 2040.

A noter que le DRIAS[5] fournit des valeurs équivalentes de nombre de jours de chaleur extrême à l'horizon 2050 (6 jours avec T°>35°C projetés à l'horizon 2050 au point géographique 43°10 N / 0°00 E correspondant au site de Lanne).

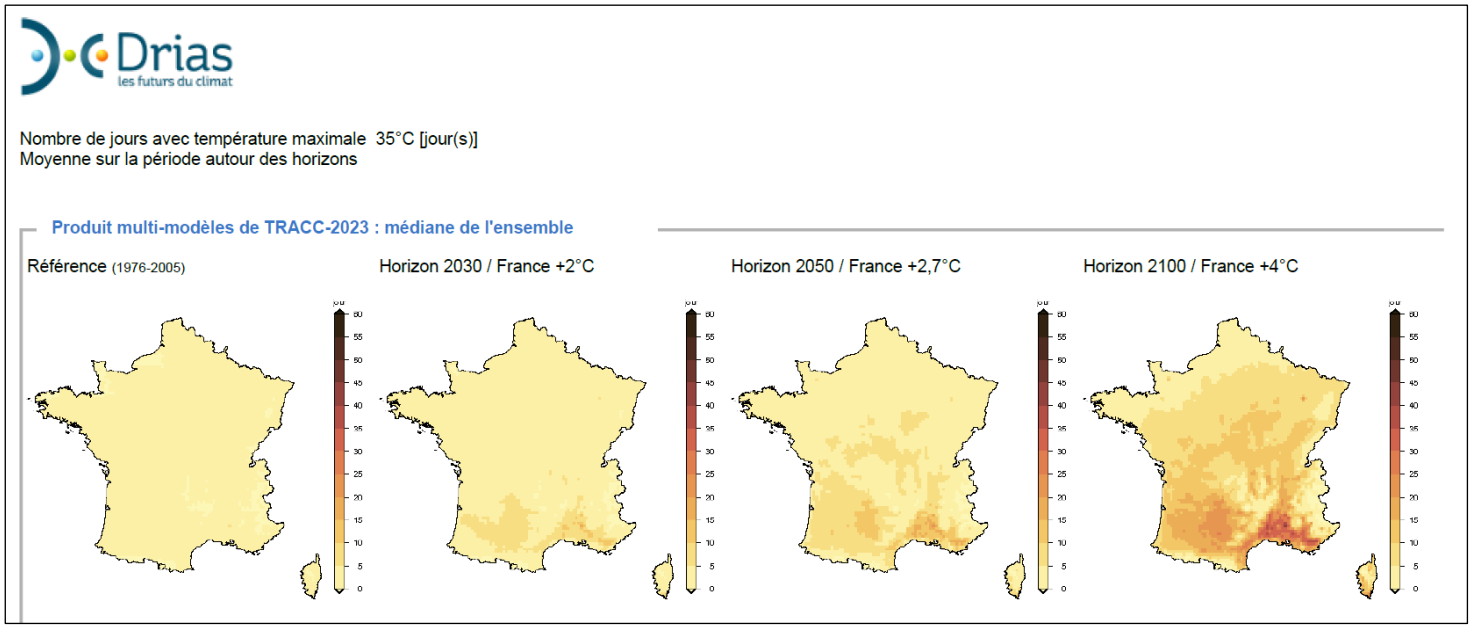


Figure 6 : Projections du nombre de jours avec T°>35°C

III.3.2. Facteurs d'émissions

Selon la Base carbone®, les facteurs d'émission liés à la consommation énergétique sont les suivants :

- **0,0461 kg éq. CO2/kWh** pour le mix moyen électrique français (année 2025),
- **0,24 kg éq. CO2/kWh** pour le mix moyen gaz français (année 2022).

III.3.3. Résultats

Les émissions imputables au projet pour le chauffage et la production d'ECS sont les suivantes :

	Energie	Emissions GES tCO2eq/an
TFP et PAC	Electricité	78,4
Chaufferie secours	Gaz	6,5
Total		**84,9**

Tableau 3 : Emissions de GES liées au chauffage et à la production d'ECS

[5] https://www.drias-climat.fr/

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

Les émissions de GES liées à la consommation d'électricité et de gaz pour le chauffage du bâtiment et la production d'ECS sont estimées à **85 tCO2eq/an.**

A noter que le volet GES réalisé par Artelia intégrait déjà les émissions de GES liées à la consommation électrique dont celle pour le chauffage et l'ECS. D'autres postes de consommation électrique étaient inclus tels que : éclairage, ventilation, etc

Le bilan GES lié à la consommation totale électrique du site de Lanne était alors estimé à 553 tCO2eq/an dont 88,3 tCO2eq/an pour le chauffage et ECS. Les émissions actualisées pour le chauffage et ECS sont plus faibles en raison du facteur d'émission actualisé (0,0461 kg éq. CO2/kWh dans la présente étude versus 0,052 kg éq. CO2/kWh considéré dans l'étude Artelia).

Les émissions de GES liées à la consommation totale électrique (10 655 MWh) en considérant le facteur d'émission actualisé sont alors de 491 tCO2eq/an :

	Consommation kWh	**FE kgCO2/kWh**	**GES kgCO2**	**FE kgCO2/kWh**	**GES kgCO2**
Chauffage	1 570 352	0,052 (Artelia 2025)	81 658	0,0461 (Coélys 2026)	72 393
ECS	130 610		6 792		6 021
Rafraichissement	152 990		7 955		7 053
Déshumidification	49 630		2 581		2 288
Production/distribution	269 623		14 020		12 430
Ventilation	6 019 951		313 037		277 520
Eclairage	1 411 775		73 412		65 083
Equipement	1 050 326		54 617		48 420
TOTAL	**10 655 257**		**554 073**		**491 207**

Tableau 4 : Actualisation des émissions GES liées à la consommation électrique

La fourchette d'émissions de GES est donc équivalente, autour de 500 tCO2/an liées à la consommation électrique.

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

IV. COMPARATIF DES EMISSIONS ACTUELLES ET FUTURES

Le tableau suivant dresse le bilan des données disponibles sur les émissions de GES du CHTL en situation actuelle et future. Les données sont issues :

- Du bilan GES du CHTL actuel réalisé par OuiAct en juillet 2025 (***cf Annexe 1***),
- Du bilan GES du site de Lanne réalisé par Artelia en octobre 2025 (***cf Annexe 2***),
- Des compléments au bilan GES du site de Lanne présentés précédemment.

Remarque : le bilan du CHTL actuel a été réalisé pour l'année civile 2023.

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

Poste	Situation actuelle[6]		Situation future			
	Détails	tCO2eq/an	Détails	tCO2eq/an		
INTRANTS	Médicaments Dispositifs médicaux Prestations de service Biens divers	12 004	-	-		
DEPLACEMENTS*	Patients	1 647	Local : étude de trafic Global : 3000 pers/j (Patients, soignants, visiteurs)	Parc 2023 7 008 (global)	Parc 2030 2 283 (local) 4 300 (global)	Parc 2050 1 663 (local) 2 800 (global)
	Visiteurs	7 840				
	Soignants	2 371				
	Déplacements professionnels	79				
ENERGIE*	Gaz naturel (18 745 MWh)	4 024[7]	Gaz naturel (27 MWh)	6,5		
	Électricité (13 271 MWh)	776	Electricité (10 655 MWh)	491		
	Réseau de chaleur (2 836 MWh)[8]	48	Pas de réseau de chaleur	0		
	Carburants / Télétravail	527	-	-		
HORS ENERGIE	Gaz médicaux	343	-	-		
	Fluides frigorigènes (134 kg)	278	Fluides frigorigènes (1150 kg)	536		
ALIMENTATION	Dépenses (831 k€)	3 238	-	-		
IMMOBILISATIONS*	Bâtiments (122 077 m²)	1 083	Bilan GES phase travaux : 43 700 tCO2 Durée d'amortissement de 50 ans	874		
	Mobilier (2 599 unités, 1,5t et 1 663 k€ (HT))	419				
	Travaux (9732k€)[9]	234				
	Véhicules (61T)	22	-	-		
DECHETS	-	752	-	-		
NUMERIQUE	Parc informatique et services	708	-	-		
TOTAL		**36 435**		**-**		
SOUS-TOTAL*		**18 800**		**8 920**	**6 200**	**4 700**

Tableau 5 : Comparaison situation actuelle et future

Légende :

POSTE*	Postes sur lesquels le site de Lanne peut être impactant par rapport à une situation de référence (maintien des centres hospitaliers de Tarbes et Lourdes sans création du site de Lanne)

[6] Bilan GES intégrant les sites de Tarbes, Lourdes, ainsi que les sites gériatriques de Vic-en-Bigorre et L'Ayguerote, la résidence médicalisée de Labastide et la blanchisserie
[7] Dont 1991 tCO2/an pour le site de Tarbes et 578 tCO2/an pour le site de Lourdes
[8] Site de Vic-en-Bigorre uniquement
[9] Durée d'amortissement de 15 ans

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

Les périmètres d'étude n'étant pas identique entre le bilan GES du CHTL actuel et celui du site de Lanne, il ne peut être fait de comparaison directe.

Néanmoins, de fortes baisses sont attendues sur les postes d'émissions GES propres au projet (infrastructure, bâtiments et énergie) :

- Déplacements : les données actuelles sur les déplacements méritent d'être consolidées à travers notamment l'étude des déplacements en cours de réalisation par le CEREMA. Les baisses attendues le sont principalement de par l'évolution du parc automobile (renouvellement et électrification du parc) et concernent tous les scénarios futurs y compris celui d'un scénario futur de référence conservant les centres hospitaliers de Tarbes et Lourdes à l'identique,

- Energie : le projet apporte un gain significatif sur ce poste notamment du fait de la suppression (hors secours) des énergies fossiles pour la production de chauffage et d'ECS. Le choix de l'aérothermie sur le site de Lanne apporte une **réduction d'environ 2500 tCO2/an** des émissions de GES.

- Immobilisations : les émissions de GES en phase travaux sont conséquentes mais doivent être amorties sur la durée d'exploitation.

Sur les autres postes (intrants, alimentation, gaz médicaux, déchets, numérique), à capacité équivalente aux 2 sites de Tarbes et Lourdes[10], il n'est pas attendu de variations significatives des émissions de GES sur le site de Lanne (et considérant que les choix stratégiques sur ces postes en matière de GES opérés par le CHTL seraient identiques quels que soient les lieux d'implantation).

A noter que les émissions de GES liés aux travaux de construction du site de Lanne ne tiennent pas compte des travaux de requalification de la RD916 prévus de manière conjointe mais sous maitrise d'ouvrage du département des Hautes-Pyrénées. Ces travaux concernent un linéaire de 1,2 km environ.

A titre d'information, l'impact du projet de déviation de la RN21 au droit de la commune d'Adé est estimé +1 639 tCO2eq/an[11]. Ce projet concerne un linéaire de voirie de 6 km environ depuis l'échangeur du Marquisat (situé au sud-ouest du site de Lanne) jusqu'au Nord de la commune de Lourdes.

[10] 442 lits et places prévus sur Lanne versus 440 lits et places sur Tarbes/Lourdes actuellement
[11] Source : Déviation de la RN21 au droit d'Adé, Livre 3 Evaluation environnementale

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

V. LE PROJET ET LA STRATEGIE NATIONALE BAS CARBONE

V.1. Cadre national

Source : www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone

La stratégie nationale bas-carbone constitue le cadre d'action de la France en matière d'atténuation du changement climatique.

La France s'est engagée à respecter l'Accord de Paris, qui vise à limiter l'augmentation de la température moyenne mondiale bien en dessous de 2°C, et à poursuivre les efforts pour limiter cette augmentation à 1,5 °C, par rapport aux niveaux préindustriels. Pour atteindre cet objectif, cet Accord prévoit l'atteinte de la neutralité carbone au niveau mondial dans la deuxième moitié du XXIe siècle.

Dès 2017, la France s'est engagée à atteindre la neutralité carbone en 2050.

La troisième stratégie nationale bas-carbone (SNBC 3) confirme cet objectif et fixe un cadre clair :

- Réduire les émissions de gaz à effet de serre avec notamment un objectif de réduction de 50 % des émissions en 2030 par rapport à 1990 ;
- Atteindre la neutralité carbone en 2050 ;
- Accélérer la sortie des énergies fossiles ;
- Renforcer la souveraineté énergétique et garantir une transition juste.

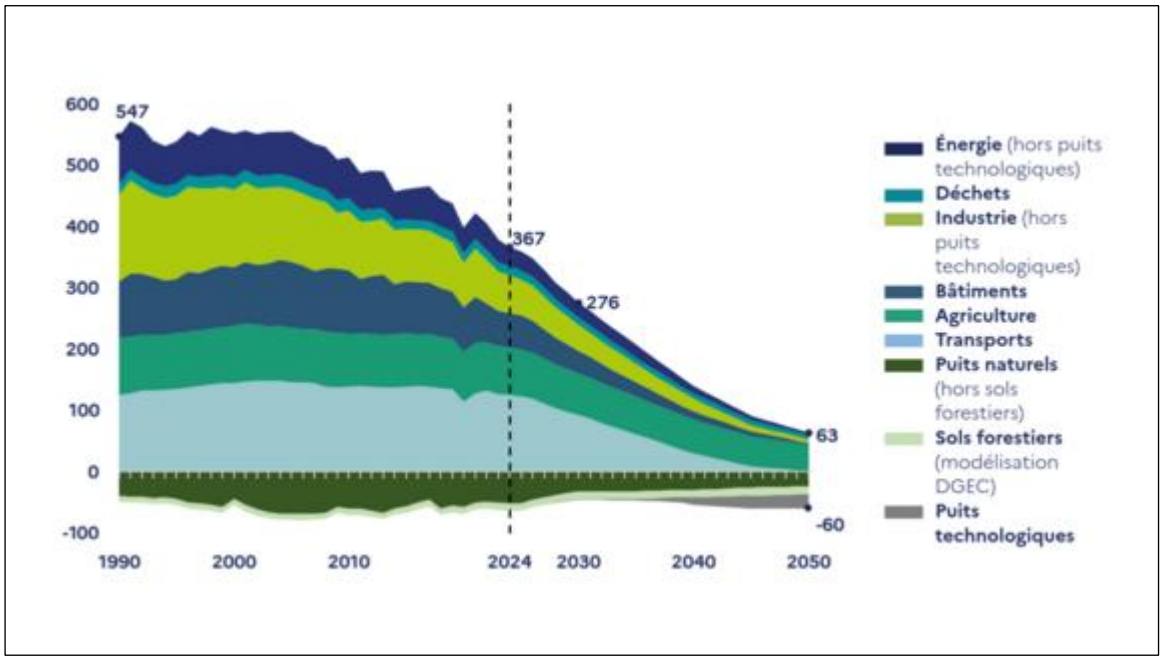


Figure 7 : Émissions totales par secteur, observées et projetées, en Mt CO_2e

La ligne verticale en pointillés placée à l'année 2024 sépare la période observée (à gauche) de la période projetée dans le scénario de référence de la SNBC 3 (à droite).

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

V.2. Application au projet

Les 2 principaux postes sur lesquels le projet de site commun de Lanne peut être impactant sont la mobilité et le bâtiment.

V.2.1. Mobilité

Pour la présente étude, les calculs tiennent déjà compte de l'évolution du parc automobile (électrification du parc). Cette évolution apporte à elle seule une diminution de 35% des émissions de GES liées aux déplacements entre les horizons 2030 et 2050. La SNBC va plus loin avec pour objectifs une réduction de -27% des émissions liés aux transports en 2030 par rapport à 1990 et surtout l'atteinte d'un niveau pratiquement nul en 2050.

La décarbonation des transports repose donc également sur les objectifs suivants fixés par la SNBC :

- L'électrification des autobus et autocars : atteindre 90 % d'autobus électriques dans les ventes de véhicules neufs en 2030 et 100 % en 2035. Atteindre 30 % d'autocars électriques dans les ventes de véhicules neufs en 2030.
- Le report modal : favoriser le report modal vers les modes collectifs ou actifs ; tripler la mobilité à vélo.
- Le taux d'occupation des véhicules : tripler le nombre de trajets covoiturés entre 2019 et 2027.

On notera que sur ces aspects de mobilité, bien que le projet de site commun de Lanne impacte directement les déplacements des usagers (patients, soignants et visiteurs), le porteur du projet (CHTL) n'a que peu de leviers d'actions potentiels pour en réduire les émissions : son périmètre d'action le plus important se limitant aux actifs qu'il détient ou détiendra et dont il aura la gestion (en l'occurrence les bâtiments et biens au sein du futur site de Lanne).

Néanmoins, cet aspect relatif à la mobilité est traité ci-après.

V.2.1.a. Electrification des autobus et autocars

A ce jour, les modalités de desserte en transports en commun du site de Lanne ne sont pas connues.

A titre d'information, le réseau TLP mobilités, gestionnaire depuis 2020 des transports en commun de la CATLP et de la ligne TL qui effectue la liaison entre Tarbes et Lourdes via l'aéroport, a initié le renouvellement de sa flotte en 2021 avec la mise en service de bus hybrides (batteries couplées au moteur thermique) et d'un bus 100% électrique[12]. Il disposait déjà de 3 minibus 100% électrique. A ce jour, sur un total de 76 véhicules, il est recensé 21 bus hybrides et 4 bus ou minibus 100% électriques[13].

[12] www.agglo-tlp.fr/page/tlp-mobilites
[13] Selon l'inventaire de TC Infos consulté en octobre 2026

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

V.2.1.b. Report modal

A. Transport en commun

Sur le report modal, l'étude des déplacements en cours de réalisation par le CEREMA permettra d'orienter au mieux l'offre de transport et optimiser ce report modal.

Le déploiement de la desserte en transports collectifs du secteur du futur hôpital est inscrit dans le projet de SCoT[14] de la Communauté d'Agglomération Tarbes Lourdes Pyrénées (CATLP).

Ainsi, l'orientation 3.1.1 « Adapter le réseau de transport en commun en fonction de l'armature territoriale » du Document d'Orientation et d'Objectifs (DOO) du projet de SCoT de la CATLP arrêté le 4 décembre 2025 précise que l'offre de transports en commun doit être adaptée à l'armature du territoire. Notamment, il est indiqué que la polarité en devenir, autour de l'aéroport Tarbes-Lourdes-Pyrénées et de la ZAC Pyrénia, doit bénéficier d'une adaptation de l'offre de la desserte en TC et d'un déploiement en direction du futur hôpital. Des réflexions pour développer la desserte vers la gare d'Ossun doivent être portées.

La comptabilisation des émissions de GES liées aux déplacements (cf chapitre III.2) a été réalisée en considérant uniquement des déplacements en véhicules particuliers (hypothèse majorante). Le facteur d'émission par pers.km d'un bus hybride parallèle[15]est de 56,7gCO2eq/pers.km, celui d'un bus 100% électrique de 0 gCO2eq/pers.km.

A titre de comparaison, à distances parcourues égales, si 1/3 des déplacements sont reportés du mode VP au mode bus hybrides, le gain en termes d'émission de CO2 est estimé de 100 à 600 tCO2eq/an respectivement aux horizons 2050 et 2030 soit -3 à -14% des émissions de CO2 liées aux déplacements[16]. S'il s'agit de bus 100% électrique, le gain peut atteindre 1000 à 1500 tCO2eq/an soit -33% des émissions de CO2 liées aux déplacements.

B. Transport à la demande

Le développement du transport à la demande pourrait être un levier d'action intéressant, permettant l'accès aux transports en commun aux populations plus isolées géographiquement.

Ce type de service est actuellement géré par TLP Mobilité : un service de transports PMR Handibus sur réservation existe sur les communes de Tarbes et sa périphérie ainsi qu'à Lourdes. Il est d'ailleurs prévu que ce service soit étendu prochainement à toutes les communes de la CATLP afin de pouvoir rejoindre Tarbes ou Lourdes à raison de 3 fois par semaine sur des déplacements à la demi-journée[17].

A ce jour, il s'agit d'une piste de réflexion.

[14] Schéma de Cohérence Territoriale
[15] Technologie correspondant à ce qui existe actuellement sur les bus Citaro hybrid du réseau TLP Mobilité (le moteur thermique et le moteur électrique peuvent entrainer individuellement les roues)
[16] L'impact est moindre à l'horizon 2050 car le facteur d'émission d'un bus hybride est considéré constant entre 2030 et 2050 alors même que celui du parc roulant VP est revu à la baisse entre 2030 et 2050 (cf III.2.2)
[17] www.agglo-tlp.fr/page/tlp-mobilites

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

C. Mode doux

Il est à noter que la requalification de la RD916 intègre une piste cyclable sur son profil en travers.

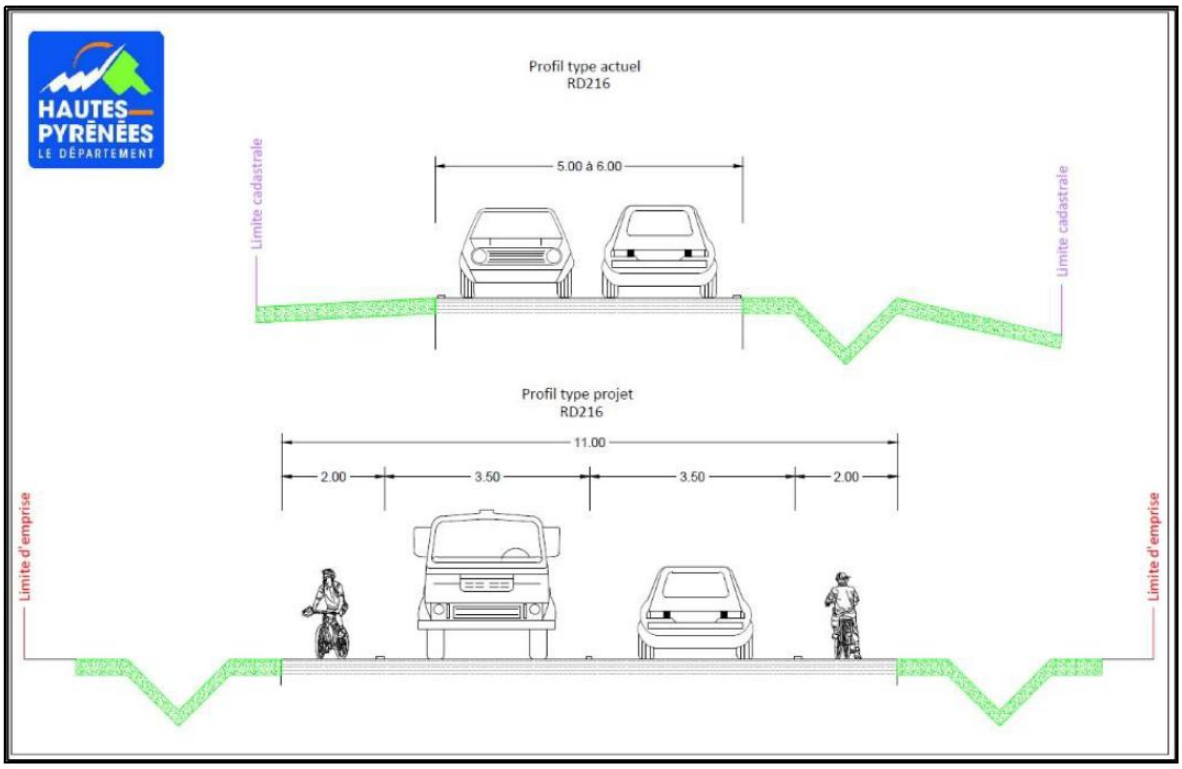


Figure 8 : Profil en travers du projet de requalification de la RD916

Par ailleurs, le département (Hautes-Pyrénées) et la Communauté d'Agglomération Tarbes Lourdes Pyrénées (CATLP) sont engagées sur le schéma cyclable Tarbes/Lourdes via la RD2021.

Ces actions participent au développement des modes doux et à l'objectif final d'émissions nulles liées aux transports à l'horizon 2050 par la SNBC. Le report modal vers les modes doux ne concerne évidemment que les usagers dans un rayon proche du site de Lanne. A titre d'exemple, d'après l'INSEE[18], la distance moyenne domicile-travail effectué à vélo en 2022 en Hautes-Pyrénées est de 3,8 km.

V.2.1.c. Taux d'occupation des véhicules

Le CHTL envisage la mise en œuvre d'un Plan de Déplacement des Entreprises incitant notamment ses collaborateurs au développement du covoiturage pour les trajets domicile-travail.

A titre d'information, considérant 2500 personnes travaillant sur le site de Lanne, si un tiers d'entre elles pratiquent le covoiturage (2 personnes par voiture), cela permet une réduction de 17% des distances parcourues[19], ce qui représente un gain de l'ordre de 200 à 500 tCO2eq/an sur les émissions de GES liés aux déplacements globaux.

[18] www.data.gouv.fr/datasets/distance-domicile-travail-moyenne-selon-le-mode-de-deplacement-principal
[19] Considérant une distance moyenne parcourue de 20 km par trajet

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

V.2.2. Bâtiment

Pour les bâtiments, la SNBC fixe les objectifs suivants : réduction de 61% en 2030 et de 97% en 2050 par rapport à leur niveau de 1990.

Les objectifs de la SNBC pour les bâtiments du tertiaire sont les suivants :

- Construction de logements neufs : respecter la RE2020, décarboner les matériaux et promouvoir des matériaux bio-sourcés.
- Sobriété énergétique : respecter les températures de consigne (19 °C chaud, 26 °C froid), maîtriser l'effet rebond post-rénovation.
- Réseaux de chaleur urbain : déployer massivement les réseaux de chaleur urbain pour atteindre les objectifs de la PPE 3. En particulier, atteindre 5,8 millions de logements raccordés en 2035 (325 000 raccordements par an en moyenne entre 2023 et 2030).
- Climatisation et fluides frigorigènes : Maitriser la hausse de la consommation énergétique de la climatisation liée à l'augmentation des besoins en refroidissement et décarboner les fluides frigorigènes en lien avec la réglementation F-Gaz.
- Action énergétique : baisser les consommations énergétiques des bâtiments tertiaires en cohérence avec les objectifs du dispositif éco énergie tertiaire.
- Sortie des chaudières fioul : diminuer de 85 % les surfaces tertiaires chauffées au fioul entre 2020 et 2030.
- Remplacement progressif des chaudières à gaz : diminuer de 17 % les surfaces tertiaires chauffées au gaz entre 2020 et 2030 et de 85 % entre 2020 et 2050.

V.2.2.a. Aspects constructifs

L'ensemble des bâtiments neufs doit répondre aux exigences de la nouvelle réglementation énergétique et environnementale (RE2020). Dès les études amont, la faisabilité des approvisionnements en énergies renouvelables de la zone a été étudiée afin de définir la stratégie énergétique. Plusieurs pistes ont été étudiées :

- La géothermie (in situ ou raccordé à un réseau de chaleur),
- L'utilisation de la biomasse bois (in situ ou raccordé à un réseau de chaleur),
- L'énergie solaire (thermique et photovoltaïque).

A noter que le solaire ne peut constituer l'unique source énergétique sur un tel projet.

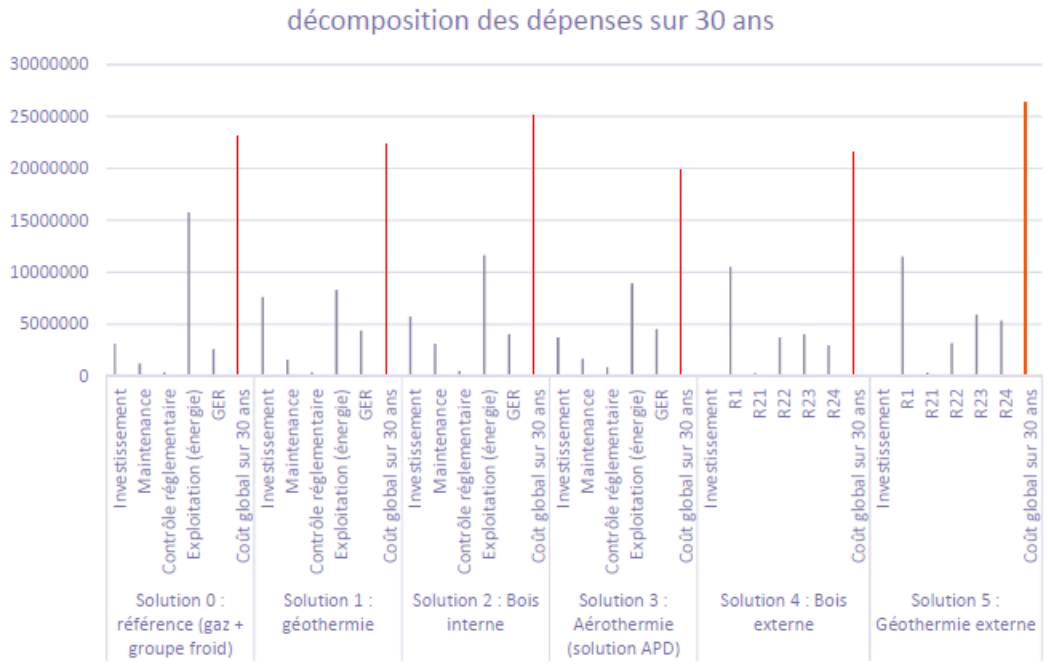
Le comparatif financier et écologique (du point de vue des émissions de GES) liées aux différentes solutions envisagées a été réalisé dans le cadre de ces études amont : l'aérothermie a finalement été retenue car elle permet de limiter l'empreinte carbone du projet tout en limitant les coûts (voir page suivante).

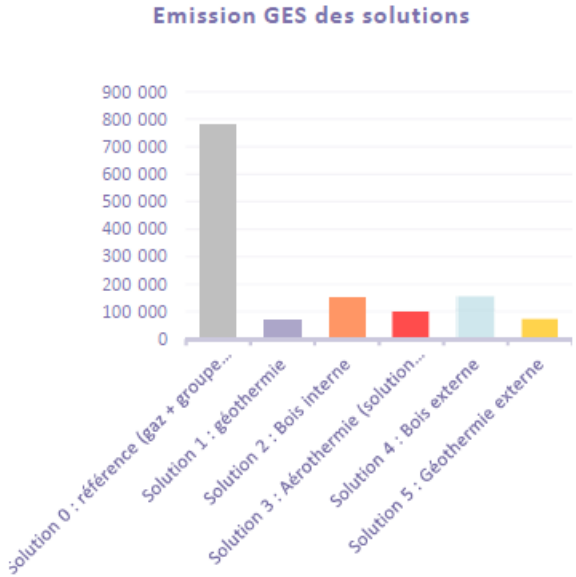
La géothermie a été écartée pour plusieurs raisons :

- Intérêt économique et énergétique non validé en regard de la température réellement nécessaire sur le réseau,
- Besoin en froid du futur site trop conséquent pour la géothermie (risque de déséquilibre du système).

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

Comparaison financière et écologique des différentes solutions





Source : OTEIS, Présentation comparaison des production thermique –indice A - 18/12/2024

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

Du point de vue des matériaux, il est rappelé ici les préconisations indiquées dans le volet GES du projet :

- Etudier la possibilité d'utiliser du « béton bas carbone », collecter des retours d'expérience provenant d'autres sites similaires sur la durabilité de ce type de béton. Le bilan carbone sera impacté par le choix du ciment pour la réalisation des bétons. Des ciments dits 'bas carbone' ou à minima utilisant une teneur en clinker plus faible permettrait d'abaisser significativement ce poste. Toutefois, la notion de béton bas carbone peut poser un problématique de performance / durée de vie sur certains ouvrages. En effet, celui-ci doit répondre en premier lieu aux contraintes du projet : classe de résistance, temps de prise, maitrise de mise en oeuvre, robustesse sur le long terme. Devant l'importance de ce poste, il parait néanmoins intéressant de mener des campagnes de test sur ce type de béton sur les postes pouvant s'y prêter. Nous recommandons ainsi d'ajouter au cahier des charges des entreprises la recherche d'une solution bas carbone pour ces derniers.
- S'assurer au maximum auprès des futures entreprises de travaux que les matériaux en acier proviennent de filières de recyclage reconnues, en visant un taux de recyclage élevé > 40%, notamment pour les aciers de ferraillage.
- Dans la même logique, privilégier des matériaux présentant un faible impact environnemental, par exemple provenant de filières de recyclage (fonte, PVC, PEHD…)
- Etude de la possibilité d'utiliser des matériaux de construction issus du réemploi, de la réutilisation ou du recyclage de déchets. Pour rappel, la loi de transition énergétique (LTECV - Titre IV - Article 79) oblige maintenant les collectivités territoriales à un réemploi des agrégats : à minima 20% dans les couches de surfaces et 0% dans les couches d'assises.

V.2.2.b. Sobriété énergétique

S'agissant d'un établissement de santé, les besoins en chaud et froid sont forcément plus importants que pour un bâtiment tertiaire autre. Néanmoins, il conviendra au maximum de respecter les températures de consignes (19 °C chaud, 26 °C froid) dans les espaces communs non dédiés à des soins particuliers.

V.2.2.c. Réseaux de chaleur urbain

Comme vu précédemment, la faisabilité d'un réseau de chaleur a été étudié mais non retenue pour le projet du site de Lanne. La mise en œuvre d'un réseau de chaleur n'est cependant pas écartée totalement et sera réétudiée dans le cadre de l'aménagement futur du territoire proche de l'hôpital.

En effet, l'intégration du nouvel hôpital fait l'objet de deux orientations d'aménagement et de programmation (OAP) au PLUI du Canton d'Ossun approuvé le 31 Mars 2022 :

- OAP N°43 PROJET HÔPITAL DE TARBES Secteur d'une superficie de 14,07 ha ayant vocation à accueillir des équipements d'intérêt collectif et de services publics s'inscrivant dans la réalisation de l'hôpital commun Tarbes-Lourdes et de ses infrastructures (objet du projet),

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

- 0AP N°37 PROJET HÔPITAL – SECTEUR SERVICES Secteur d'une superficie de 3,68 ha, ayant vocation à accueillir des commerces et des activités de services et des équipements d'intérêt collectif en lien avec l'implantation du futur centre hospitalier : hôtel hospitalier, pompes funèbres, ambulanciers, commerces de proximités, restauration, conciergerie, garde d'enfants... (liste non exhaustive).



Figure 9 : limites des OAP 43 (à gauche) et OAP 37 (à droite)

V.2.2.d. Climatisation et fluides frigorigènes

Si le projet induit une forte hausse des quantités de fluides frigorigènes employés de l'ordre de quasiment 1000% (134 kg actuellement contre 1150 kg projeté sur le site de Lanne), les fluides employés ne sont pas les mêmes et respectent la réglementation F-gaz.

Le règlement (UE) 2024/573 relatif aux gaz fluorés est entré en vigueur le 11 mars 2024, instaurant un calendrier d'élimination progressive plus strict pour les hydrofluorocarbures (HFC), les gaz fluorés les plus courants. Cela signifie que l'utilisation des HFC sera progressivement interdite dans la plupart des produits et équipements d'ici 2050, à quelques exceptions près.

Plus précisément, dans le cadre du projet, la réglementation[20] prévoit :

- Pour les refroidisseurs stationnaires de puissance nominale > 12 kW : À compter du 1er janvier 2027, interdiction des gaz à effet de serre fluorés ayant un PRG[21] de 750 ou plus, sauf si cela est nécessaire pour répondre aux exigences de sécurité.
- Pour les pompes à chaleur industrielles (autonomes) : pas de restriction réglementaire stricte mais le R-454B est listé parmi les substances alternatives respectueuses du climat.

Ainsi, avec un PRG de 466, le R-454B répond aux attentes de la réglementation F-gaz.

[20] https://climate.ec.europa.eu/areas-action/fluorinated-greenhouse-gases/climate-friendly-alternatives-f-gases/air-conditioning_en
[21] Pouvoir de Réchauffement Global (comparativement au PRG du CO2 considéré égal à 1)

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

A noter que le PRG du R-454B est en moyenne 4 fois moins élevé que le PRG moyen des fluides frigorigènes employés actuellement sur les sites du CHTL :

- *R-404A : PRG de 3940*
- *R-452A : PRG de 1945*
- *R-407A : PRG de 1620*
- *R-449A : PRG de 1282*

V.2.2.e. Action énergétique

Le dispositif Éco Énergie Tertiaire (EET) fixe des objectifs réglementaires de réduction des consommations d'énergie finale des bâtiments tertiaires par rapport à une année de référence choisie entre 2010 et 2019 :

Échéance	Réduction des consommations d'énergie finale
2030	−40 %
2040	−50 %
2050	−60 %

Tableau 6 : Objectifs de réduction de consommation énergétique fixés par le dispositif EET

D'après les données disponibles, la consommation énergétique pourrait diminuer à minima de :

Energie	Sites actuels de Tarbes et Lourdes	Site de Lanne
Gaz	11 953	27
Electricité	6 640[22]	10 655
Fioul	300[23]	0
Total	**18 893**	**10 682**

Tableau 7 : Consommation énergétique actuelle et projeté (en MWh)

La baisse de la consommation énergétique apportée par le projet est estimée à 43% à l'horizon de mise en service du site de Lanne (2031). Le projet s'inscrit donc parfaitement dans le dispositif EET.

A noter que des panneaux photovoltaïques pourraient à terme être installés sur les bâtiments (piste envisagée), bien que le projet n'en prévoie pas à ce stade. Cela permettrait de réduire la consommation énergétique globale du site.

V.2.2.f. Sortie des chaudières fioul

A fortiori, le projet ne prévoit pas de chaudière fioul dans le respect de la SNBC.

Il est à noter que le site actuel de Tarbes dispose d'une chaudière fioul avec une consommation moyenne de 30 000 litres de fioul par an (source : bilan CHTL actuel). Le projet permet donc de renforcer cette sortie des chaudières fioul.

[22] Considérant que les sites de Tarbes et Lourdes représentent 50% de la consommation électrique totale des six sites (hypothèse majorante)
[23] Site de Tarbes uniquement

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

V.2.2.g. Remplacement des chaudières à gaz

La chaufferie gaz ne servira pas en fonctionnement normal mais uniquement en secours ultime pour le chauffage et éventuellement la production d'ECS dans certains cas extrêmes (en dehors des plages de fonctionnement des PAC (< -15°C et > +40°C par exemple).

Comme indiqué au chapitre III.3.1, les estimations de consommation de gaz tiennent compte des projections climatiques à l'horizon 2040.

Elles sont par ailleurs minimes, de l'ordre de 27 MWh par an soit moins de 3 m3 de gaz naturel, ce qui correspond à 6,5 tCO2eq/an.

De par l'absence de chaudière gaz en fonctionnement normal, le projet respecte la SNBC.

On rappelle par ailleurs que les consommations de gaz des sites actuels de Tarbes et Lourdes sont parmi les 10 postes principaux d'émissions de GES du CHTL actuel[24] et représentent à eux seuls respectivement 5% et 2% des émissions globales du CHTL actuel, avec des émissions respectives de 1991 et 578 tCO2eq/an.

La réduction voire suppression en fonctionnement normal de consommation de gaz naturel dans le cadre du projet permet donc de réduire d'au moins 99,7% ce poste d'émissions de GES.

Poste	Sous-poste	Sites	Détail 1	Détail 2	Détail 3	Donnée	Unité	Source donnée	émissions équivalentes (en tCO2eq)	% du Bilan Carbone
Intrants	Achats de médicaments et dispositifs médicaux	Site de Tarbes	Achat médicaments et dispositifs médicaux	Médicaments	Autre	11898	k€ (HT)	BEGES Medicaments DM 2023	5949	16%
Déplacements	Déplacements des visiteurs	Site de Tarbes	Voiture			21190400	km	Données venues CH 2023 mode de transport	5425	15%
Energie	Combustibles	Site de Tarbes	Combustibles pour chauffage	Gaz naturel	Hôpital + IFMS	9262449	kWh PCS	Tableur de collecte	1991	5%
Intrants	Achats de médicaments et dispositifs médicaux	Site de Tarbes	Achat médicaments et dispositifs médicaux	Dispositifs médicaux	Autre	6312	k€ (HT)	BEGES Medicaments DM 2023	1988	5%
Déplacements	Déplacements des visiteurs	Site de Lourdes	Voiture			5142400	km	Données venues CH 2023 mode de transport	1316	4%
Déplacements	Déplacements des patients	Site de Tarbes	véhicule personnel	Consultations		3727080	km	Données venues CH 2023 mode de transport	954	3%
Intrants	Achats de médicaments et dispositifs médicaux	Site de Lourdes	Achat médicaments et dispositifs médicaux	Médicaments	Autre	1769	k€ (HT)	BEGES Medicaments DM 2023	885	2%
Déplacements	Déplacements domicile travail	Site de Tarbes	Véhicule personnel	Diesel	Véhicule personnel (thermique)	279631	Litres	Questionnaire collaborateur	867	2%
Energie	Combustibles	Site gériatrique de l'Ayguerote	Combustibles pour chauffage	Gaz naturel		3151396	kWh PCS	Tableur de collecte	678	2%
Energie	Combustibles	Site de Lourdes	Combustibles pour chauffage	Gaz naturel	Hôpital	2690088	kWh PCS	Tableur de collecte	578	2%

Source : OuiACT - Centre Hospitalier Tarbes- Lourdes – Bilan Carbone® 2023

[24] Bilan GES du CHTL actuel intégrant les sites de Tarbes, Lourdes, ainsi que les sites gériatriques de Vic-en-Bigorre et L'Ayguerote, la résidence médicalisée de Labastide et la blanchisserie

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

VI. CONCLUSION

Le recours à deux thermofrigopompes et sept pompes à chaleur, associé à une chaufferie gaz réservée aux situations de secours, permet d'estimer les émissions liées au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire à environ **85 tCO_2e/an**. La consommation énergétique globale du futur site est estimée à 10 682 MWh/an, soit une diminution d'environ **43 % par rapport à la situation actuelle** retenue dans l'étude.

Les déplacements constituent toutefois un enjeu majeur. Les émissions associées aux déplacements globaux vers le futur site sont estimées à environ 4 300 tCO_2e/an en 2030 et 2 800 tCO_2e/an en 2050, selon les hypothèses retenues. Le développement des transports en commun, du covoiturage et des mobilités actives constitue donc un levier essentiel pour limiter ces émissions. Les résultats devront notamment être affinés à partir de l'étude des déplacements menée par le CEREMA.

Enfin, la maîtrise de l'empreinte carbone de la construction, notamment par le recours à des matériaux à plus faible impact environnemental, devra compléter les actions sur l'exploitation. Le projet contribue ainsi aux objectifs de la Stratégie nationale bas-carbone et du dispositif Éco Énergie Tertiaire. L'atteinte des objectifs de neutralité carbone à l'horizon 2050 nécessitera néanmoins de poursuivre les efforts de réduction des émissions, en particulier celles liées aux déplacements, et d'évaluer les besoins éventuels de compensation.

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Liste des figures :

FIGURE 1 : CROQUIS DU PROJET 5
FIGURE 2 : LOCALISATION DU PROJET 6
FIGURE 3 : RESEAU ROUTIER ETUDIE 7
FIGURE 4 : FACTEURS D'EMISSIONS POUR LES DISTANCES PARCOURUES (EN GCO2/KM) 8
FIGURE 5 : PRINCIPE THERMODYNAMIQUE D'UNE THERMOFRIGOPOMPE 9
FIGURE 6 : PROJECTIONS DU NOMBRE DE JOURS AVEC T°>35°C 10
FIGURE 7 : ÉMISSIONS TOTALES PAR SECTEUR, OBSERVEES ET PROJETEES, EN MT CO_2E 15
FIGURE 8 : PROFIL EN TRAVERS DU PROJET DE REQUALIFICATION DE LA RD916 18
FIGURE 9 : LIMITES DES OAP 43 (A GAUCHE) ET OAP 37 (A DROITE) 22

Liste des tableaux :

TABLEAU 1 : DISTANCES PARCOURUES MOYENNES JOURNALIERES EN VEH.KM 7
TABLEAU 2 : EMISSIONS LOCALES DE GES LIEES AUX DEPLACEMENTS EN TCO2EQ/AN 8
TABLEAU 3 : EMISSIONS DE GES LIEES AU CHAUFFAGE ET A LA PRODUCTION D'ECS 10
TABLEAU 4 : ACTUALISATION DES EMISSIONS GES LIEES A LA CONSOMMATION ELECTRIQUE 11
TABLEAU 5 : COMPARAISON SITUATION ACTUELLE ET FUTURE 13
TABLEAU 6 : OBJECTIFS DE REDUCTION DE CONSOMMATION ENERGETIQUE FIXES PAR LE DISPOSITIF EET 23
TABLEAU 7 : CONSOMMATION ENERGETIQUE ACTUELLE ET PROJETE (EN MWH) 23

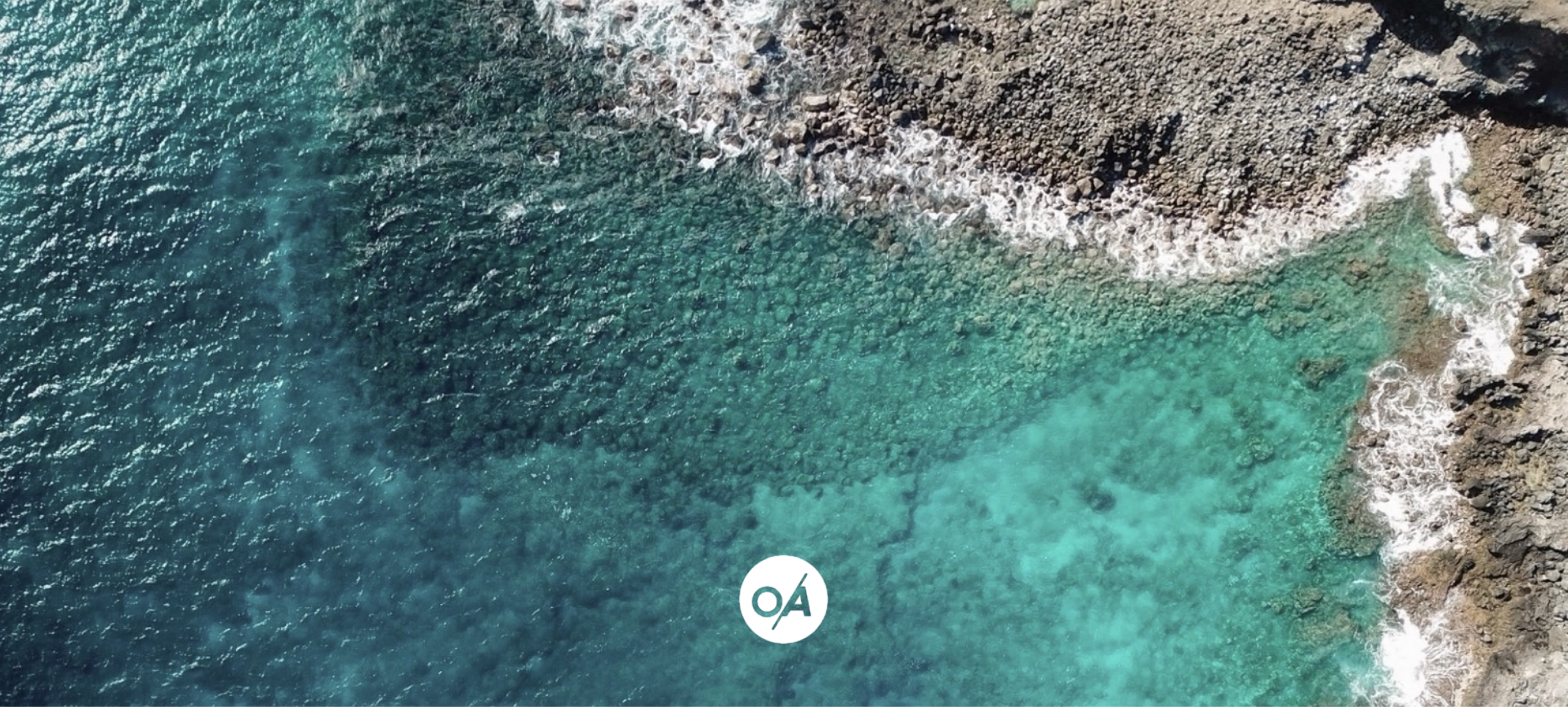
Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 OuiAct, 2025, Bilan GES du CHTL actuel

Annexe 2 Artelia, 2025, Bilan GES du projet de Lanne

Le présent document forme un ensemble indissociable. Il ne peut être utilisé et reproduit que sous sa forme intégrale.



BILAN DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU CH Tarbes-Lourdes

Présentation des résultats

Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OUIACT.

Juillet 2025

SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier
TARBES-LOURDES

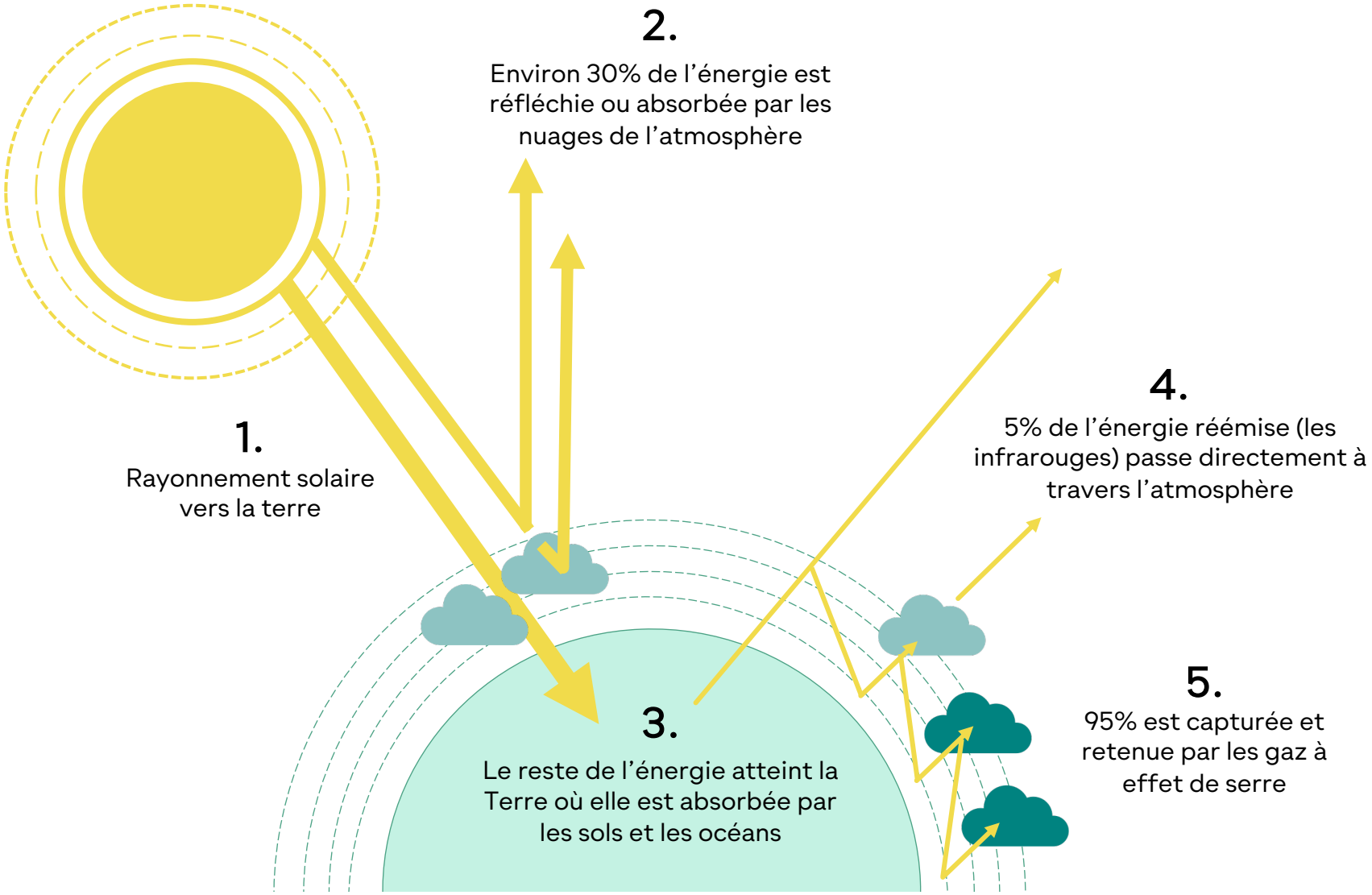
OuiACT.

SOMMAIRE

1. Contexte
   - 1.1. L'effet de serre
   - 1.2. Le changement climatique
   - 1.3. Les engagements de réduction
   - 1.4. Le secteur de la santé
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OuiACT.


2.
Environ 30% de l'énergie est réfléchie ou absorbée par les nuages de l'atmosphère
1.
Rayonnement solaire vers la terre
4.
5% de l'énergie réémise (les infrarouges) passe directement à travers l'atmosphère
3.
Le reste de l'énergie atteint la Terre où elle est absorbée par les sols et les océans
5.
95% est capturée et retenue par les gaz à effet de serre

LES GAZ À EFFET DE SERRE

Gaz fluorés

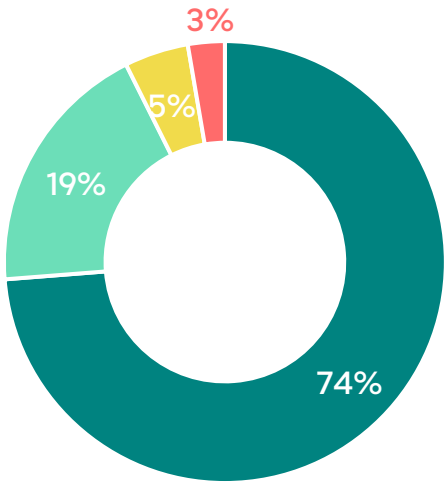
PRG : Jusqu'à 23 500
Durée de vie : 120 ans

Fluides frigorigènes

CO_2 (Carbone)

PRG : 1
Durée de vie : 125 ans

Combustibles fossiles, déforestation, fabrication du ciment



Répartition des émissions humaines de gaz à effet de serre en 2023
Source : EDGAR

N_2O (Protoxyde d'azote)

PRG : 265
Durée de vie : 150 ans

Epandage (engrais, lisier), industrie chimique, pollution routière, stations d'épuration

CH_4 (Méthane)

PRG : 28
Durée de vie : 12 ans

Digestion des ruminants, rizières, exploitation du charbon, décharges, feux de forêt, fuites gazières

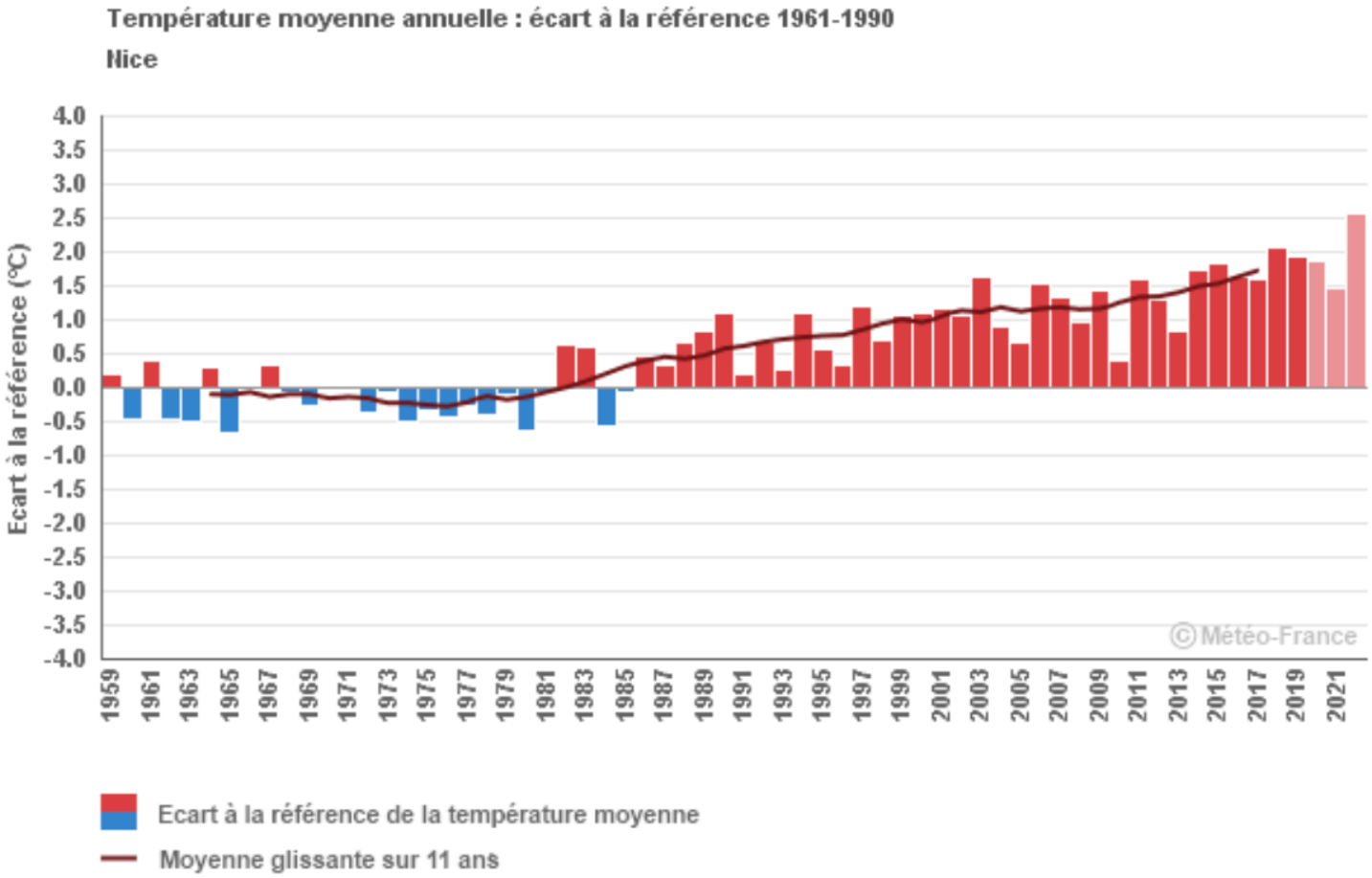
SOMMAIRE

1. Contexte
   - 1.1. L'effet de serre
   - 1.2. Le changement climatique
   - 1.3. Les engagements de réduction
   - 1.4. Le secteur de la santé
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

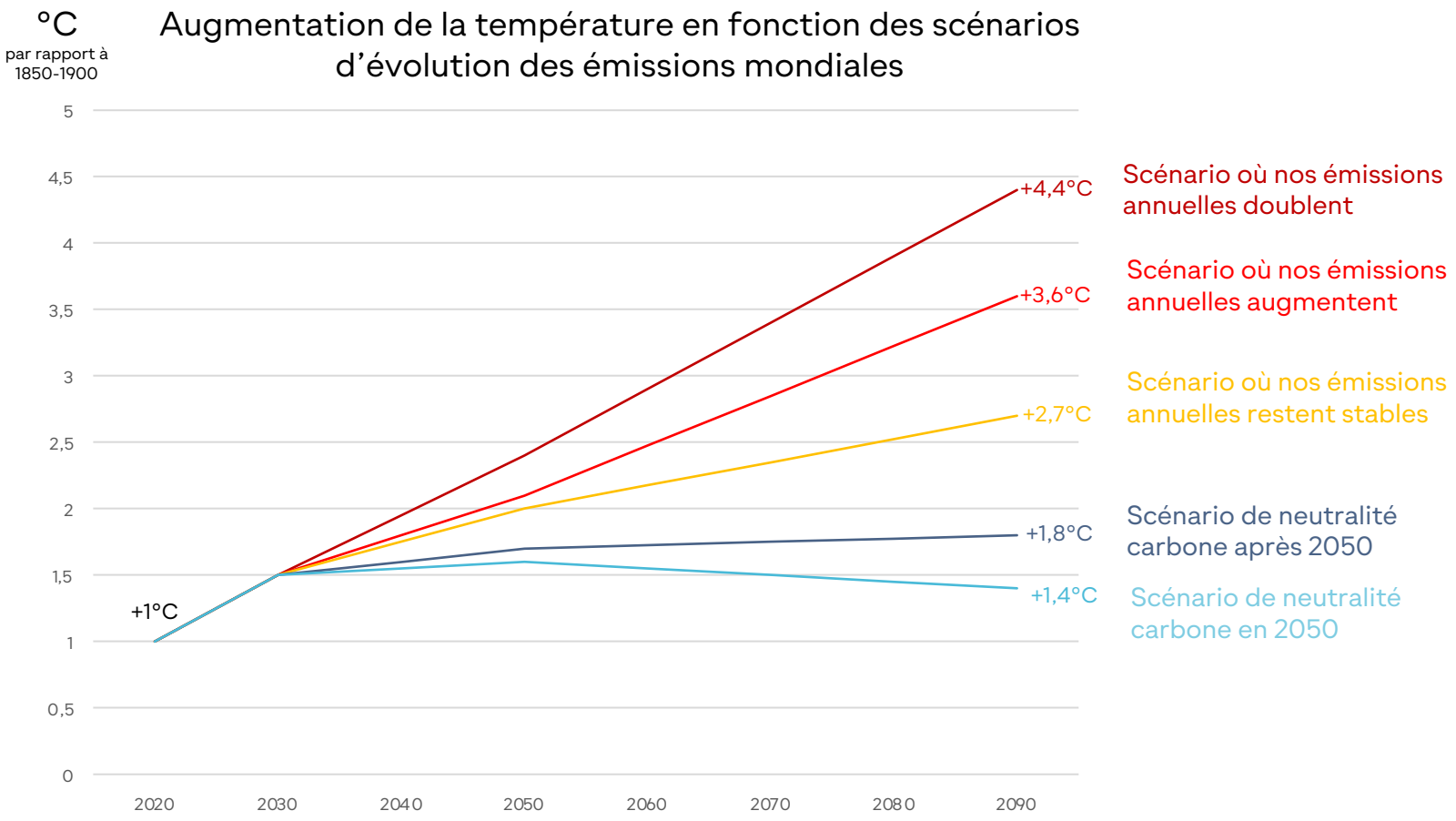
OuiACT.

ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE



Source : Climat HD (Météo France)

PROJECTIONS DES 5 SCÉNARIOS DU GIEC



Source : 6e rapport du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), 2021

SOMMAIRE

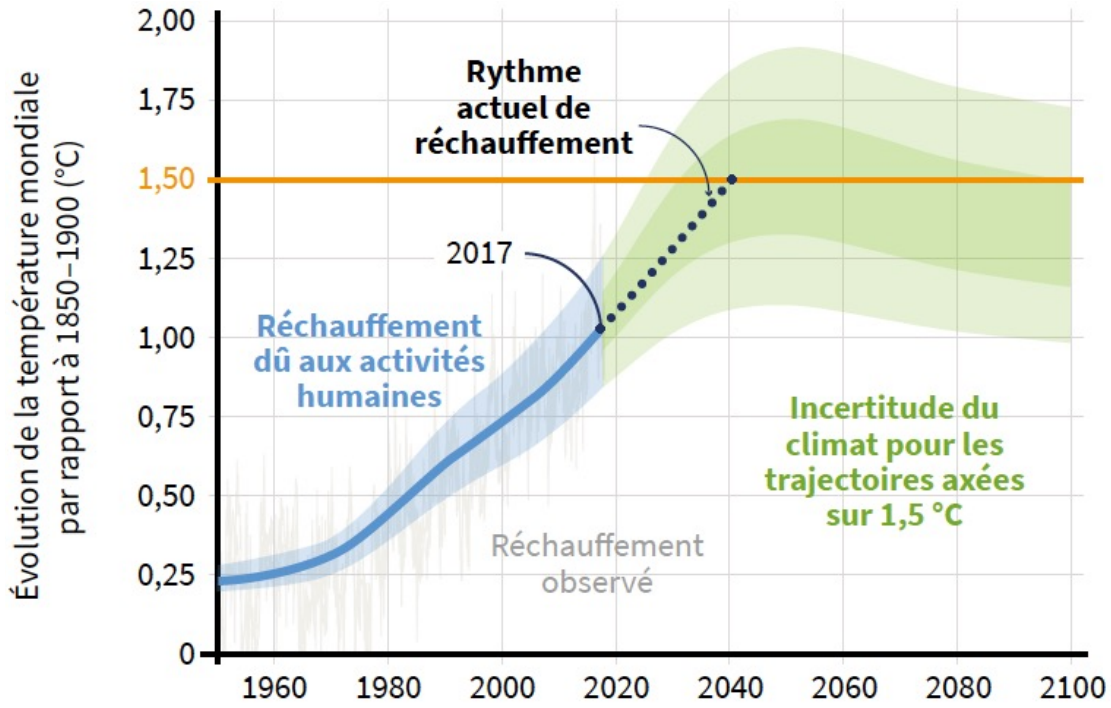
1. Contexte
   - 1.1. L'effet de serre
   - 1.2. Le changement climatique
   - 1.3. Les engagements de réduction
   - 1.4. Le secteur de la santé
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OuiACT.

L'ACCORD DE PARIS

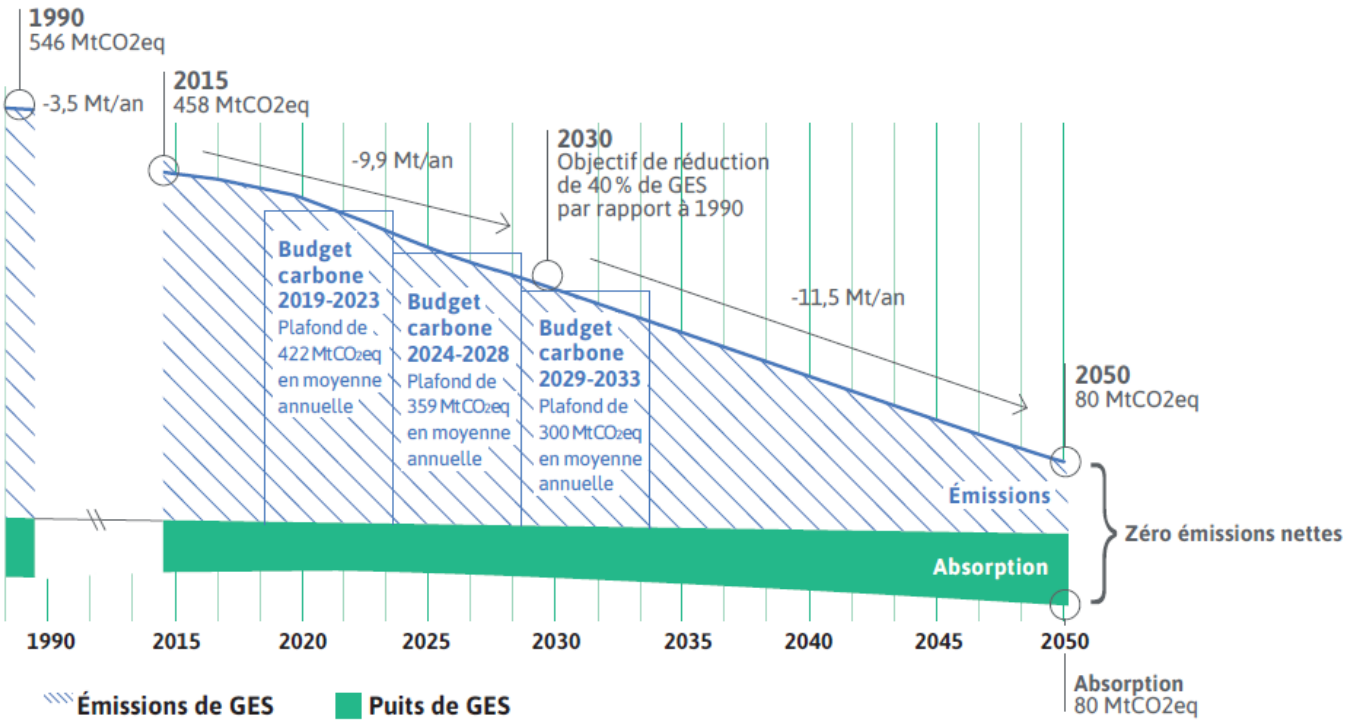
Les pays signataires de l'Accord de Paris ambitionnent de limiter le réchauffement climatique à +1,5°C.



Source : GIEC, Réchauffement planétaire à 1,5°C, 2019

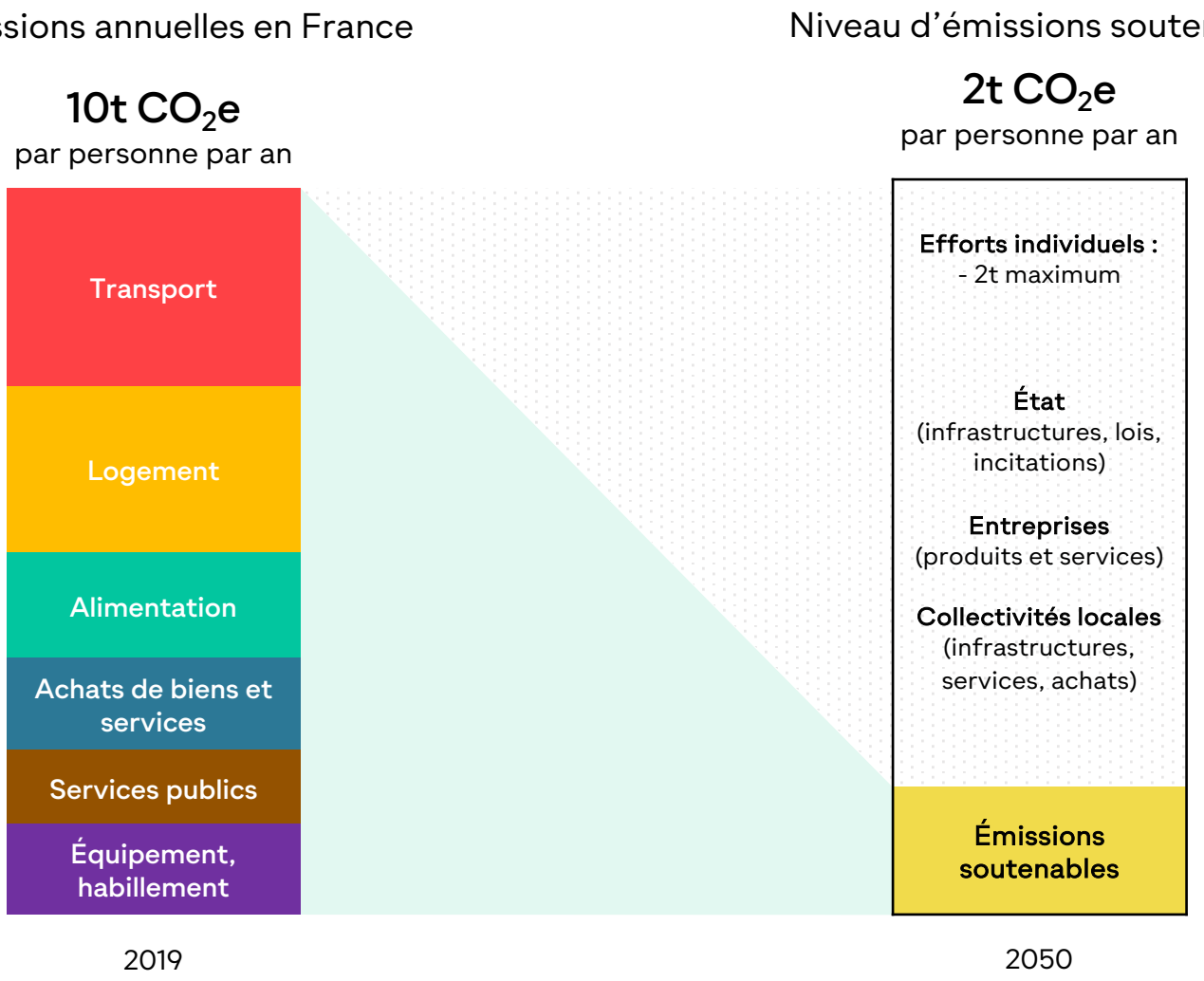
STRATÉGIE NATIONALE BAS-CARBONE (SNBC)

Évolution des émissions et des puits de GES sur le territoire français entre 1990 et 2050 (en $MtCO_2eq$). Inventaire CITEPA 2018 et scénario SNBC révisée (neutralité carbone)



Source : Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires – Ministère de la Transition énergétique, Stratégie Nationale Bas-Carbone, 2022

RÔLES DES ACTEURS EN FRANCE



SOMMAIRE

1. Contexte
   - 1.1. L'effet de serre
   - 1.2. Le changement climatique
   - 1.3. Les engagements de réduction
   - 1.4. Le secteur de la santé
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

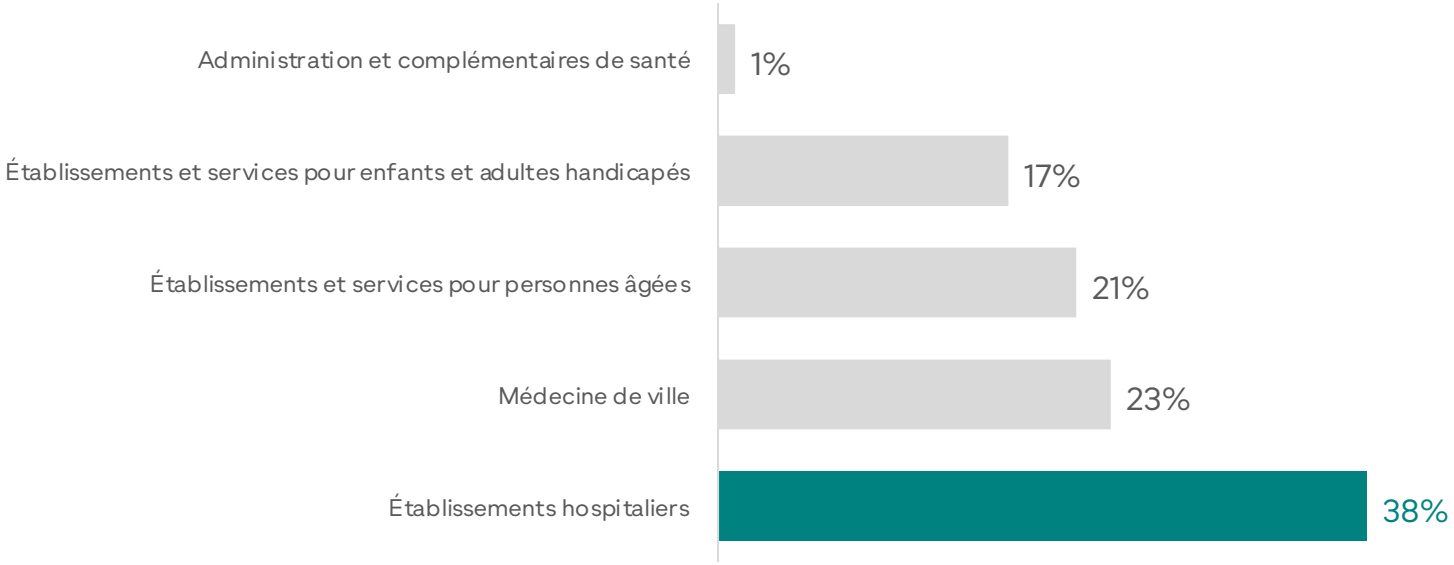
OuiACT.

Le secteur de la santé*

2,6 millions d'emplois, soit 9% de la population active

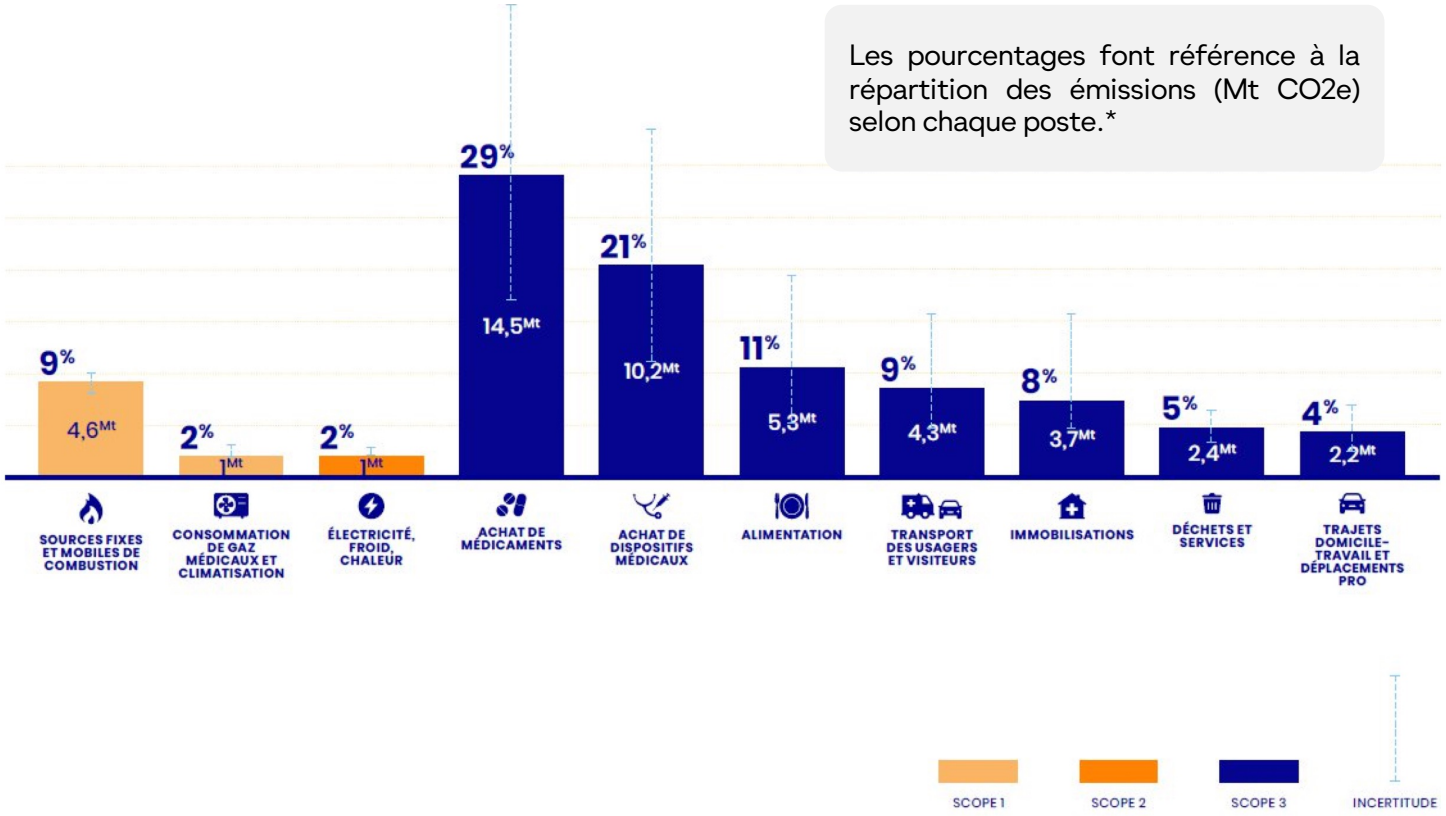
49 MtCO2e, soit 8% de l'empreinte carbone de la France

Part des émissions de GES au sein du secteur de la santé*



*source : Décarboner la santé pour soigner durablement, The Shift Project

Les pourcentages font référence à la répartition des émissions (Mt CO2e) selon chaque poste.*



*source : Décarboner la santé pour soigner durablement, The Shift Project

Les achats de médicaments et de dispositifs médicaux représentent donc **50%** des émissions totales du secteur de la santé.

SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OuiACT.

DEFINITION

Le Bilan Carbone® est une méthode coordonnée par l'ADEME et l'Association Bilan Carbone (ABC) depuis 2004 qui permet la définition et la mise en œuvre d'une démarche de progrès en matière de Gaz à Effet de Serre (GES), d'évaluation et de réduction, pour les organisations et pour les territoires.

La méthode consiste à comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre (GES) directes et indirectes significatives engendrées par l'ensemble de son activité et de celles dont elle dépend, puis d'identifier les leviers d'actions qui permettent de réduire drastiquement ses émissions.

La réalisation du Bilan Carbone® permet d'améliorer l'impact environnemental des organisations et de s'adapter aux enjeux climatiques.

RÉSULTAT

Le Bilan Carbone®, un ordre de grandeur

- Les résultats d'un Bilan Carbone® sont un ordre de grandeur. Il est nécessaire d'être transparent sur les marges d'incertitude inhérentes à la méthode.
- Tandis que certaines données d'activités sont connues avec précision, d'autres doivent être estimés à partir de données exploitables. Les facteurs d'émission fournis par la base carbone de l'ADEME ou relevant d'autres études ont un degré d'incertitude variant de 5 à 50%.
- Cette incertitude n'entrave en rien la qualité de la démarche. Un suivi rigoureux d'une même méthodologie d'année en année permettra d'évaluer les progrès de l'organisation dans la réduction de ses émissions.

MÉTHODE

Le calcul des émissions de GES d'une organisation se fait par la multiplication des données d'activités (physiques) avec leurs facteurs d'émission associés. La plupart proviennent de la base carbone de l'ADEME et résultent d'études d'analyse de cycle de vie.

Émissions de GES de l'activité (en tonne d'équivalent CO2) = **Données d'activité de l'organisation** X **Facteurs d'émissions**

Des facteurs d'émissions supplémentaires peuvent être modélisés au cas par cas pour affiner l'étude.

Exemples de calculs :

Émissions de GES d'une voiture
= Litres carburant consommés X kg CO_2e/L
= km parcourus X kg CO_2e/km

Émissions de GES d'achat de matériel
= Nombre d'articles achetés X kg CO_2e/unité
= k€ dépensés X kg CO_2e/ k€

RESSOURCES UTILISÉES

- **BILAN CARBONE®**
  Méthodologie et outils de calcul

- **BASE EMPREINTE ®**
  Base de données de facteurs d'émissions

- **BILAN GES**
  Publication des résultats au format réglementaire

Attention particulière

Le **secteur de la santé a fait l'objet de nombreuses études sur lesquelles nous nous sommes appuyés :** l'ADEME (Guide sectoriel BEGES établissements sanitaires et médico-sociaux), Shift Project (Décarboner la Santé), et l'AP-HP (Outil de détermination des facteurs d'émissions des médicaments et dispositifs médicaux).

CARACTÉRISTIQUES

Le Bilan Carbone permet aux entreprises, associations et territoires de réaliser une évaluation de leurs émissions directes ou induites par leur activité sur une période d'un an ou à l'échelle d'un projet, en vue de les réduire.

Les organisations doivent définir :

- Le périmètre organisationnel de l'étude (quels sites et installations prendre en compte ?)
- Le périmètre opérationnel (quelles sources d'émissions au sein du périmètre organisationnel ?)

Les émissions sont classées en 6 catégories et se répartissent entre les émissions directes et indirectes. Ces catégories se répartissent en 23 postes d'émissions liées aux activités d'une association, regroupant toutes les émissions directes et indirectes significatives possibles.

LES 6 CATÉGORIES D'ÉMISSIONS

1. Émissions directes
2. Émissions indirectes associées à l'énergie
3. Émissions indirectes liées au transport
4. Émissions indirectes associées aux produits achetés
5. Émissions indirectes associées aux produits vendus
6. Autres émissions indirectes

SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier
TARBES-LOURDES

OuiACT.

3. PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

3.1. Périmètre d'étude

Année d'étude : 2023 (du 1er janvier au 31 décembre)

SCOPE 1, 2 & 3

BLANCHISSERIE

- Gaz*
- Électricité*
- Intrants
- Eaux usées

SCOPE 1&2

ÉNERGIE*

- Gaz*
- Électricité*
- Fioul chauffage, RCU
- Carburant
- Fioul hors chauffage (groupes électrogènes)

SCOPE 2

HORS ÉNERGIE

- Fluides frigorigènes*
- Gaz médicaux
- Gaz extincteurs

SCOPE 3

DÉCHETS

- Ordures ménagères
- Cartons, plastiques, papiers, etc.
- Déchets Industriels
- DASRI
- Eaux usées
- Biodéchets

SCOPE 3

ACHATS

- Achats de médicaments et matériels de soins**
- Autres achats de biens
- Prestations de services
- Eau potable

SCOPE 3

NUMÉRIQUE

- Serveurs
- Maintenance informatique
- Terminaux utilisés
- Parc informatique

Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

SCOPE 3

ALIMENTATION

- Restauration du personnel sur le temps de travail
- Restauration servie sur place si présente**

SCOPE 3

IMMOBILISATIONS*

- Bâtiments*
- Travaux
- Mobilier
- Véhicules
- Matériel biomédical*

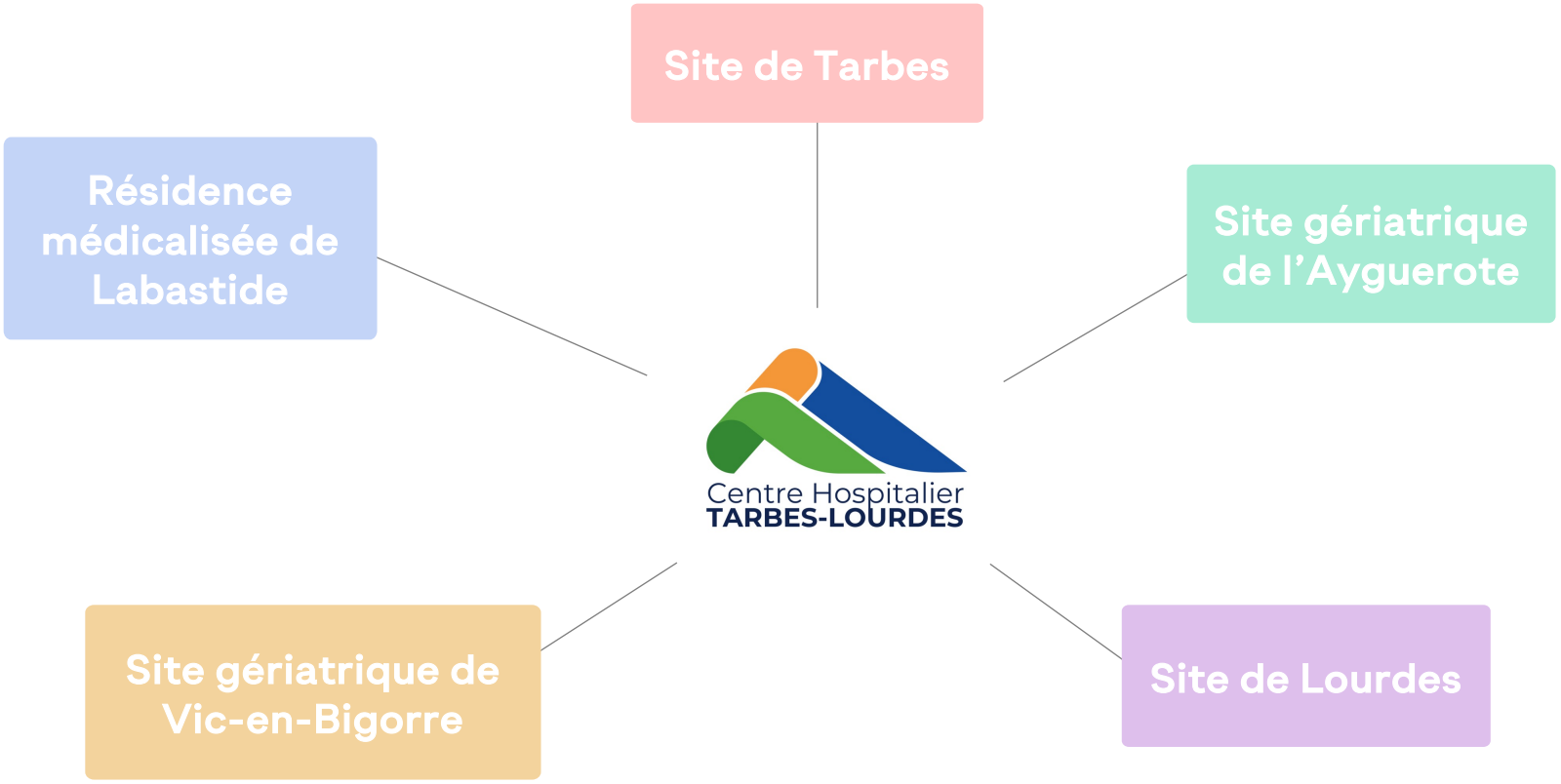
SCOPE 3

DÉPLACEMENTS

- Déplacements domicile-travail*
- Déplacements professionnels
- Déplacements des patients**
- Déplacement des visiteurs**
- Transferts patients entre hôpitaux

*Postes identifiés comme particulièrement significatifs pour lesquels OuiACT apportera une attention particulière

Lors de la phase de cadrage, nous avons réfléchi à un mode de présentation des résultats finaux du BEGES qui soit à la fois plus accessible et plus fonctionnel.



SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
   a. Résultats généraux
   b. Résultats par poste d'émission
   c. Résultats par compétence
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OUIACT.

Quantité de CO_2e générée sur l'année 2023

36 435 tCO_2e

L'activité du CHTL aura généré **36 435 tonnes de CO_2** équivalent sur l'année 2023.

Soit l'équivalent de
20 585
aller-retours Paris-New-York en avion.

Ou l'équivalent de la production de
233 555
ordinateurs portables.

Quantité de CO_2e par patient

124 $kgCO_2e$

Rapporté au nombre de patients de CHTL en 2023, soit 292 795 patients.

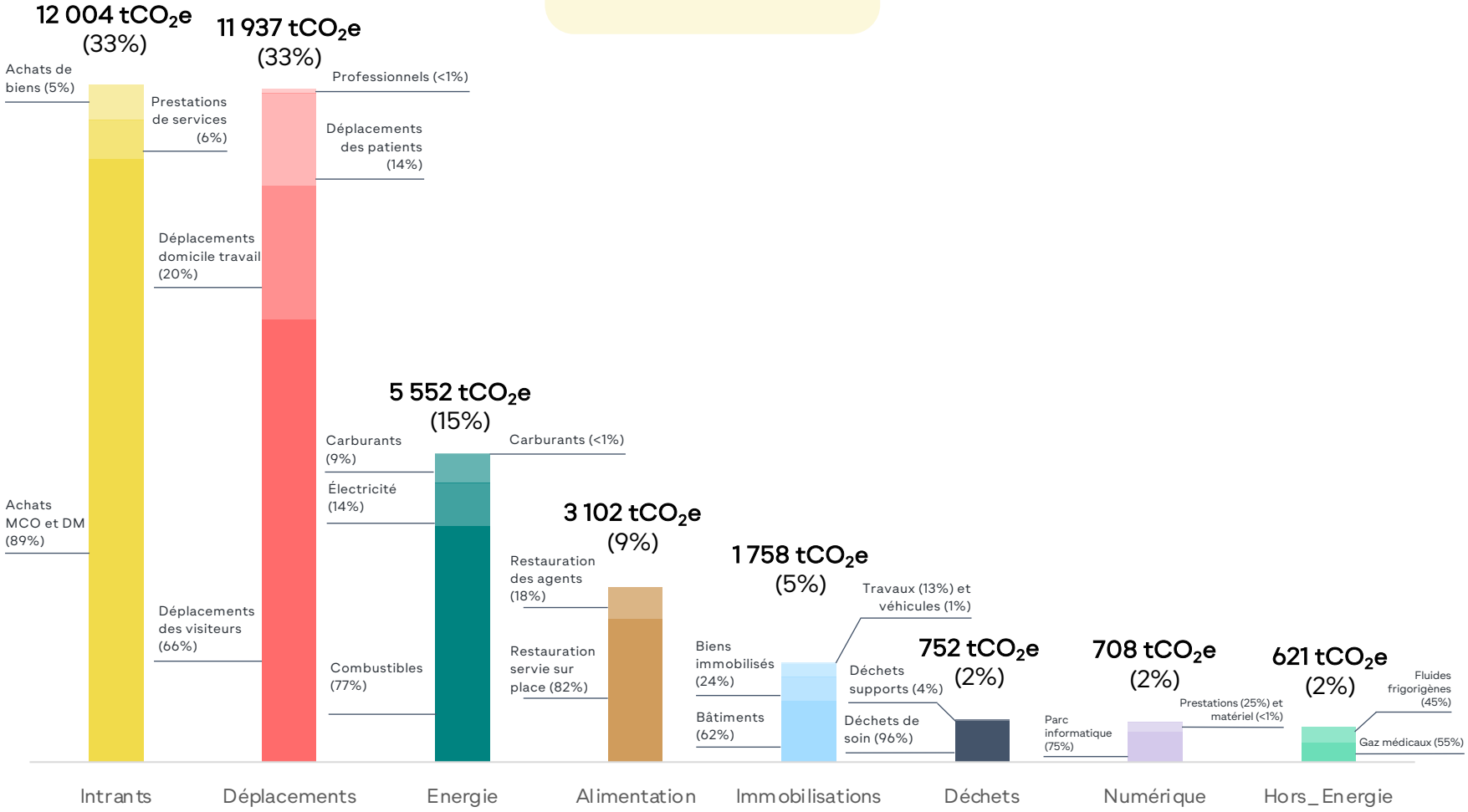
Soit l'équivalent de
1,3%
des émissions annuelles moyennes d'un français en 2022.

Ou l'équivalent de
6,2%
des émissions annuelles moyennes d'un français en 2050 d'après les accords de Paris.

4. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

4.1. Résultats généraux : par poste d'émission

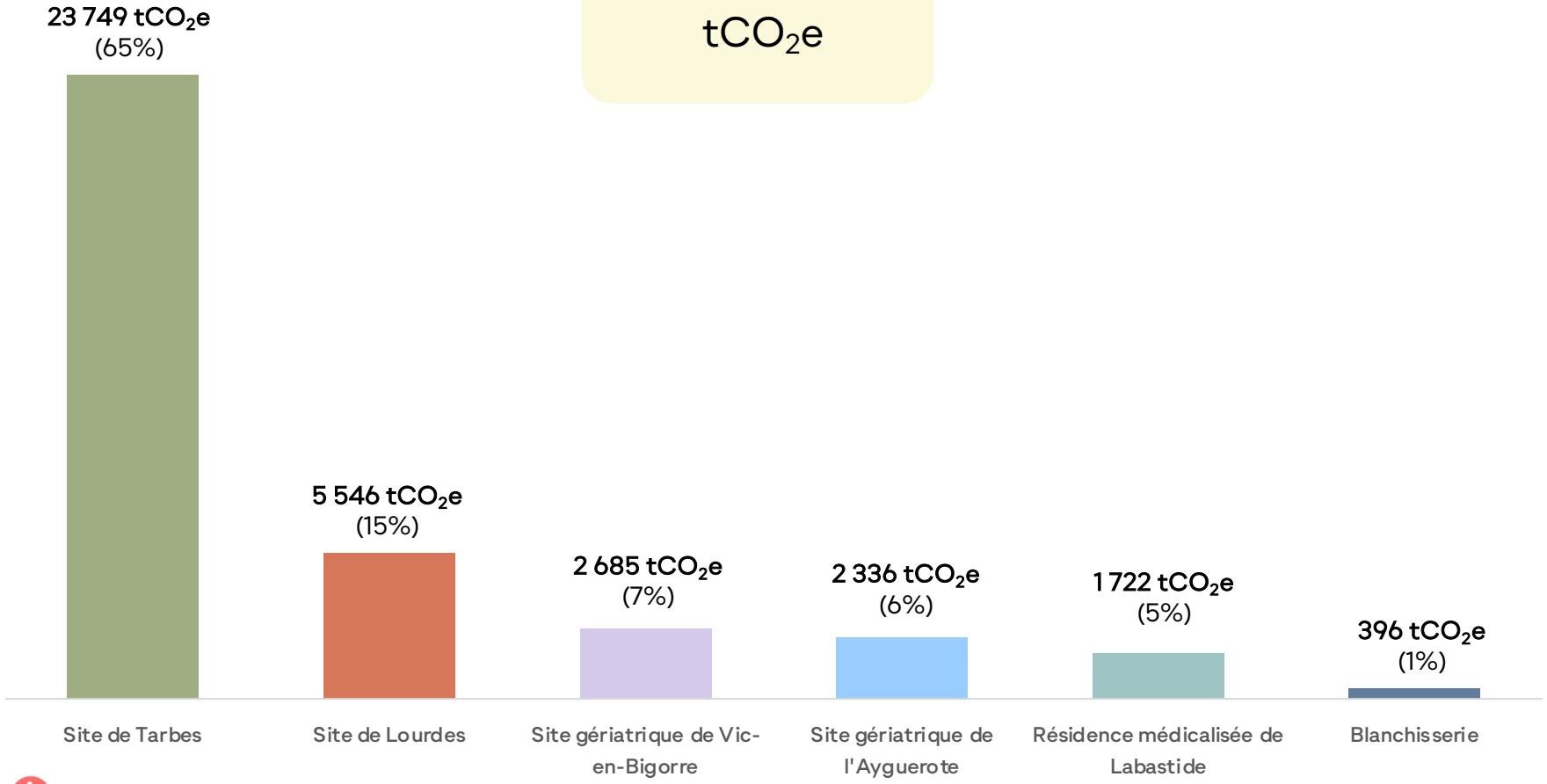
36 435
tCO_2e



4. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

4.1. Résultats généraux : par site

36 435
tCO_2e



Information

Les données ne pouvant être séparées par site ont été attribuées au site de Tarbes, ce qui explique en partie que la majorités des émissions soient rattachées à ce site.

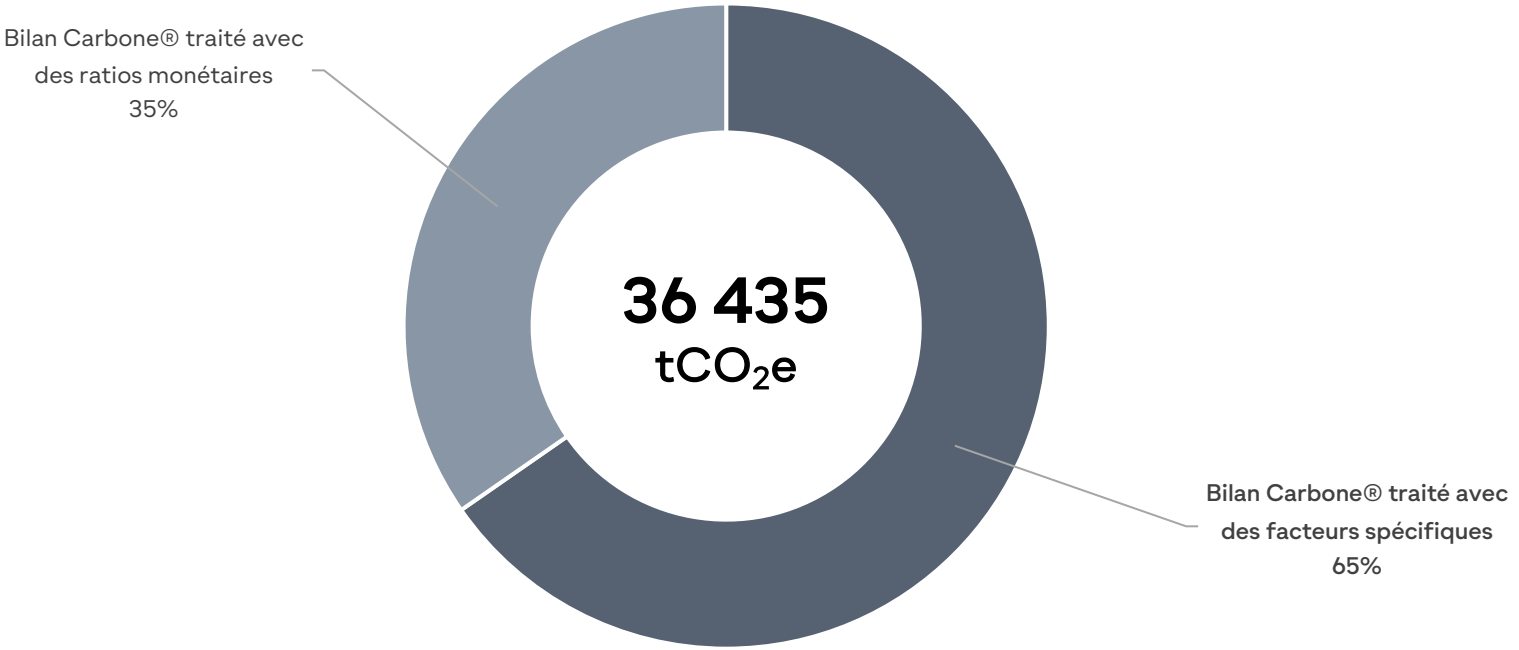
Ces **10 lignes** représentent à elles seules **57%** du Bilan carbone du CHTL.

Poste	Sous-poste	Sites	Détail 1	Détail 2	Détail 3	Donnée	Unité	Source donnée	émissions équivalentes (en tCO2eq)	% du Bilan Carbone
Intrants	Achats de médicaments et dispositifs médicaux	Site de Tarbes	Achat médicaments et dispositifs médicaux	Médicaments	Autre	11898	k€ (HT)	BEGES Medicaments DM 2023	5949	16%
Déplacements	Déplacements des visiteurs	Site de Tarbes	Voiture			21190400	km	Données venues CH 2023 mode de transport	5425	15%
Energie	Combustibles	Site de Tarbes	Combustibles pour chauffage	Gaz naturel	Hôpital + IFMS	9262449	kWh PCS	Tableur de collecte	1991	5%
Intrants	Achats de médicaments et dispositifs médicaux	Site de Tarbes	Achat médicaments et dispositifs médicaux	Dispositifs médicaux	Autre	6312	k€ (HT)	BEGES Medicaments DM 2023	1988	5%
Déplacements	Déplacements des visiteurs	Site de Lourdes	Voiture			5142400	km	Données venues CH 2023 mode de transport	1316	4%
Déplacements	Déplacements des patients	Site de Tarbes	véhicule personnel	Consultations		3727080	km	Données venues CH 2023 mode de transport	954	3%
Intrants	Achats de médicaments et dispositifs médicaux	Site de Lourdes	Achat médicaments et dispositifs médicaux	Médicaments	Autre	1769	k€ (HT)	BEGES Medicaments DM 2023	885	2%
Déplacements	Déplacements domicile travail	Site de Tarbes	Véhicule personnel	Diesel	Véhicule personnel (thermique)	279631	Litres	Questionnaire collaborateur	867	2%
Energie	Combustibles	Site gériatrique de l'Ayguerote	Combustibles pour chauffage	Gaz naturel		3151396	kWh PCS	Tableur de collecte	678	2%
Energie	Combustibles	Site de Lourdes	Combustibles pour chauffage	Gaz naturel	Hôpital	2690088	kWh PCS	Tableur de collecte	578	2%

Les **50 premières lignes** représentent **80%** du Bilan carbone du CHTL.

Des facteurs d'émission sous forme de **ratios monétaires** ont été utilisés pour traiter **35% des émissions carbones finales**. L'utilisation de ratios monétaires a été nécessaire notamment pour :

- les achats de médicaments et DM (10 124 tCO_2e)
- les prestations de services (820 tCO_2e) et les achats de biens (500 tCO_2e)
- Les prestations informatiques (529 tCO_2e)
- les travaux (234 tCO_2e) et autres biens immobilisés (214 tCO_2e)
- Une partie des achats pour l'alimentation servie sur site (208 tCO_2e)



Tout au long de la présentation, des encarts indiqueront des bonnes pratiques à mettre en place pour une **collecte de données plus précises** lors du prochain exercice. En voilà un résumé :

Données récoltées avec une précision insuffisante pour le Bilan Carbone 2023

Immobilisations

- Poids des équipements biomédical (en 2023 : seul les montants HT ont été communiqués)
- Les surfaces concernées par type de travaux (en 2023 : seul les montants HT ont été communiqués)

Déplacements

- Nombre de visiteurs (en 2023 : basé sur les chiffres de l'étude du Shift Project)

Achats

- Achats de médicaments et dispositifs médicaux (en 2023 : beaucoup d'achats ont été traités à partir de ratio monétaire). Le suivi informatique des stocks pourra être utilisé pour connaitre les quantités des principaux médicaments et DM achetés.

Un fichier contenant l'ensemble des hypothèses utilisées pour le calcul du Bilan Carbone du CHTL vous sera envoyé. Il contient les hypothèses utilisées lors du manque de données, sur le traitement des données et sur les facteurs d'émissions utilisés si besoin.

SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
   - 4.1. Résultats généraux
   - 4.2. Résultats par poste d'émission
     - i. Intrants
     - ii. Déplacements
     - iii. Énergie
     - iv. Alimentation
     - v. Immobilisations
     - vi. Déchets
     - vii. Numérique
     - viii. Gaz médicaux et fluides frigorigènes
5. Trajectoire de réduction

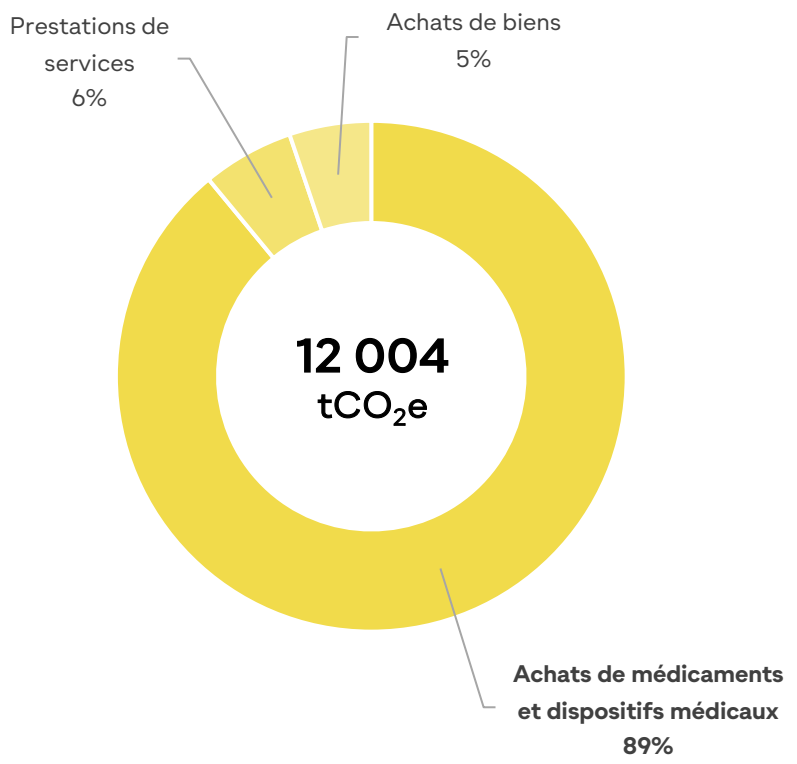
Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OuiACT.

ACHATS

Le poste « ACHATS » comprend les achats de médicaments (MCO) et de dispositifs médicaux (DM), de prestations de service et de biens divers. Les émissions s'élèvent à **12 004 tonnes d'équivalent CO_2**. Cela représente **33%** des émissions générées par les activités du CHTL.

Empreinte carbone des achats



Périmètre :

- Achats MCO et DM ;
- Prestations de service : entretien, maintenance, assurances, autres frais ;
- Achats divers.

Données :

	Médicaments et DM	Autres achats de biens	Prestations de service
Tarbes	20 347 k€ et 497 100 unités	946 k€	3 156 k€
Lourdes	3 069 k€ et 325 625 unités	144 k€	2 663 k€
Ayguerote	111 k€	16 k€	79 k€
Labastide	30 k€	4 k€	49 k€
Vic-en-Bigorre	417 k€ et 389 440 unités	9 k€	114 k€

Détails de calcul :

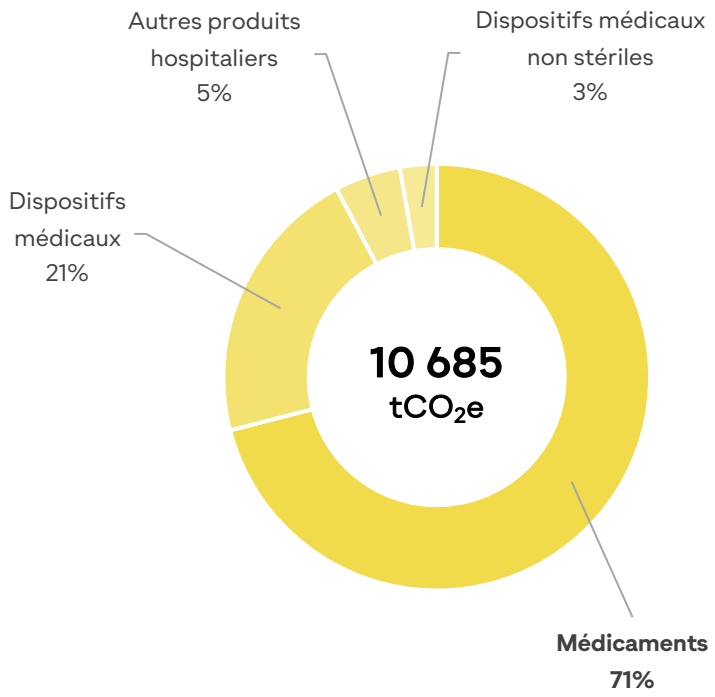
- Facteur d'émissions fournies par l'outil Carebone, le Shift Project et ECOMADEV (pour les MCO et DM)

ACHATS

DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACHATS DE MÉDICAMENTS ET DISPOSITIFS MÉDICAUX

Les achats de médicaments et de dispositifs médicaux représentent **89%** des émissions du poste « ACHATS » soit **10 685 tonnes d'équivalent CO_2**. Cela représente **29%** des émissions générées par les activités du CHTL.

Empreinte carbone des MCO et DM

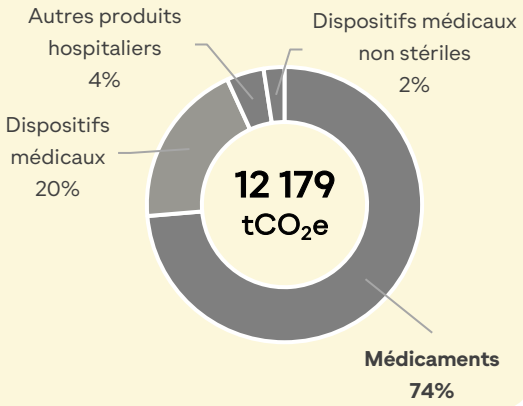


Détails de calcul :

- Une partie des médicaments et DM ont été traités avec des Facteurs d'émissions spécifiques (ECOVAMED, Outil CAREBONE, etc.) – 5% des émissions du sous-poste
- Les autres ont été traités à l'aide de ratios monétaires (médicaments : 500 kgCO2éq / k€ et DM : 315 kgCo2éq / k€ - rapport du Shift Project « Décarbonons la santé » – 95% des émissions du sous-poste

Si les MCO et DM étaient analysés uniquement en RATIOS MONÉTAIRES, le résultat serait le suivant :

Soit **-12% des émissions** en utilisant les FE spécifiques disponibles.

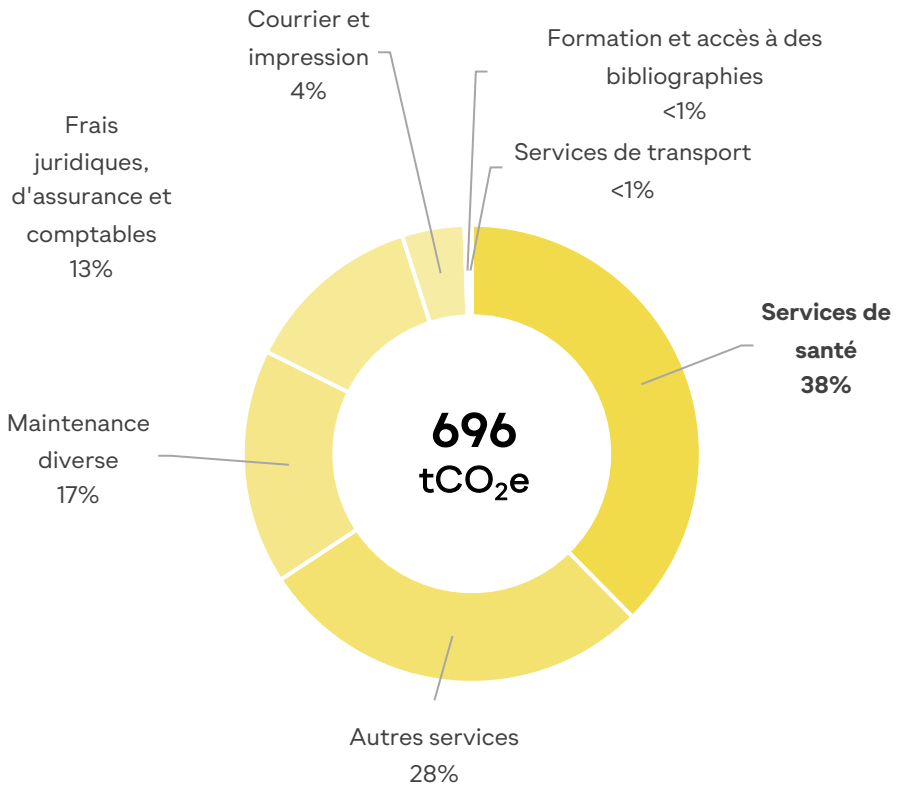


ACHATS

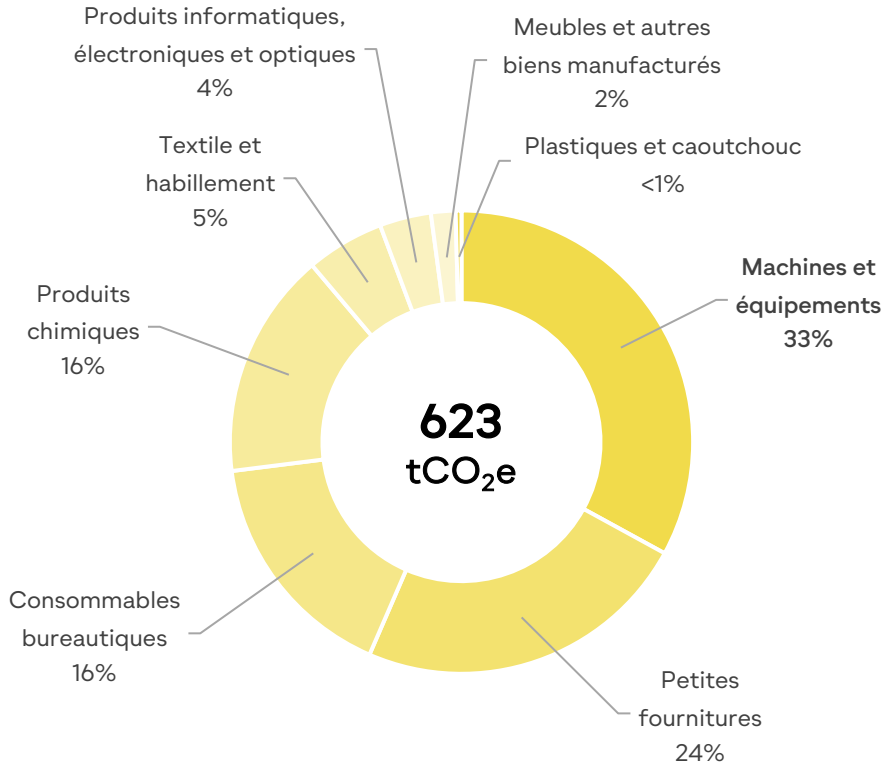
DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACHATS DE BIENS ET PRESTATIONS DE SERVICES

Les achats de prestations de services et des autres achats de bien représentent respectivement **6%** et **5%** des émissions du poste « ACHATS » soit **696 et 623 tonnes d'équivalent CO_2**.

Empreinte carbone des prestations de services



Empreinte carbone des autres achats de bien



SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
   - 4.1. Résultats généraux
   - 4.2. Résultats par poste d'émission
     - i. Intrants
     - ii. Déplacements
     - iii. Énergie
     - iv. Alimentation
     - v. Immobilisations
     - vi. Déchets
     - vii. Numérique
     - viii. Gaz médicaux et fluides frigorigènes
5. Trajectoire de réduction

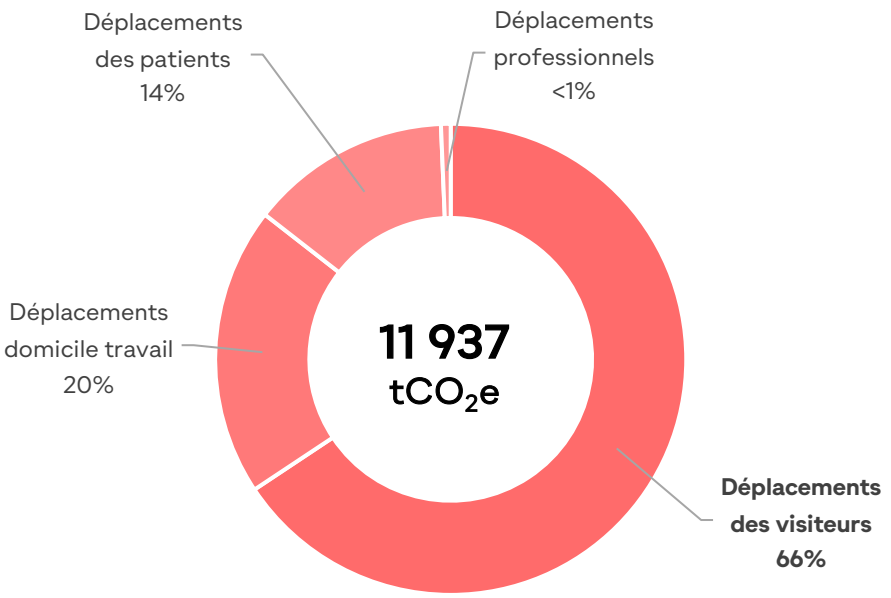
Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OUIACT.

DÉPLACEMENTS

Le poste « DÉPLACEMENTS » comprend les émissions liées aux déplacements des agents domicile-travail et professionnels ainsi que les déplacements des visiteurs et des patients pour se rendre sur les sites gérés par le CHTL. Ce poste représente **11 937 tonnes d'équivalent CO_2**. Cela représente **33%** des émissions générées par les activités du CHTL.

Empreinte carbone des Déplacements



Périmètre :

- Déplacement des agents (domicile-travail)
- Déplacements professionnels
- Déplacement des patients et des visiteurs

Données :

- Questionnaire collaborateur agents (164/2579 réponses soit 6,4% de réponse)
- Déplacements des patients : nombre de consultation et de séjours
- Déplacements professionnels : remboursement des notes de frais de déplacements du personnel par mode de transport pour la formation continue

Détails de calcul :

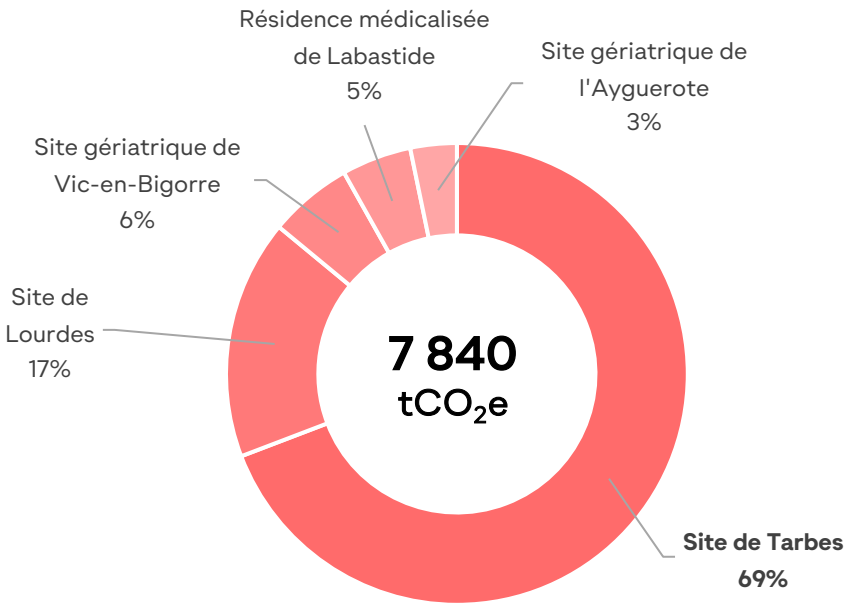
- Estimation des nombres de visites par site à l'aide des nombres de séjours (voir pages suivantes)

DÉPLACEMENTS

DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX DÉPLACEMENTS VISITEURS

Les déplacements des visiteurs représentent **66%** du poste « DÉPLACEMENTS », soit **7 840 tonnes d'équivalent CO_2.** Ces derniers comprennent les déplacements des visiteurs pour rendre visite aux patients des différents du CHTL.

Empreinte carbone des déplacements des visiteurs



Détails de calcul :

- Hypothèses de nombre de visiteurs :
  - 1 visiteur/jour/patient pour les sites de Tarbes et Lourdes (Shift Project) ;
  - 0,33 visiteur/jour/patient pour les autres sites (Shift Project) ;
- Hypothèses pour les durées des séjours :
  - 32 jours pour les durées des séjours des sites de Tarbes et Lourdes (DREES) ;
  - 1 an pour les centres médicalisés et gériatriques, c'est-à-dire places disponibles remplies en permanence.
- Hypothèse de distance moyenne : 20 km (Shift Project)

Amélioration de la collecte

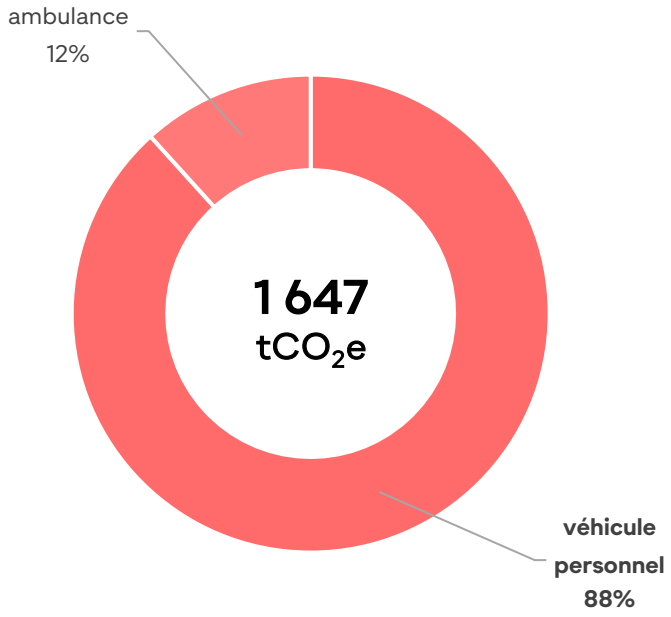
Pour améliorer la précision du Bilan Carbone, la mise en place du suivi des villes de provenance des visiteurs et d'une enquête mobilité permettraient de connaitre plus précisément les **distances parcourues** et les **parts modales** de ces trajets.

DÉPLACEMENTS

DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX DÉPLACEMENTS PATIENTS

Les déplacements des patients représentent **14%** du poste « DÉPLACEMENTS », soit **1 647 tonnes d'équivalent CO_2.** Ces derniers comprennent les déplacements des patients par eux-mêmes et en ambulances privées.

Empreinte carbone des déplacements des patients



Données :

- Nombre de patients admis par site, pour les consultations et les séjours. Les nombres de trajets effectués en ambulance pour les consultations ont été estimés à l'aide du nombre total de patients admis en ambulances :

	Consultations		Séjours	
	Véhicule personnel	Ambulance (estimation)	Véhicule personnel	Ambulance
Tarbes	186354	17573	26389	6721
Lourdes	60806	5734	6154	1881
Ayguerote	1762	166	388	25
Labastide	243	23	590	31
Vic-en-Bigorre	704	66	713	34

Hypothèses :

- Distance moyenne entre le domicile et le CHTL de 20 km (Shift Project)

Amélioration de la collecte

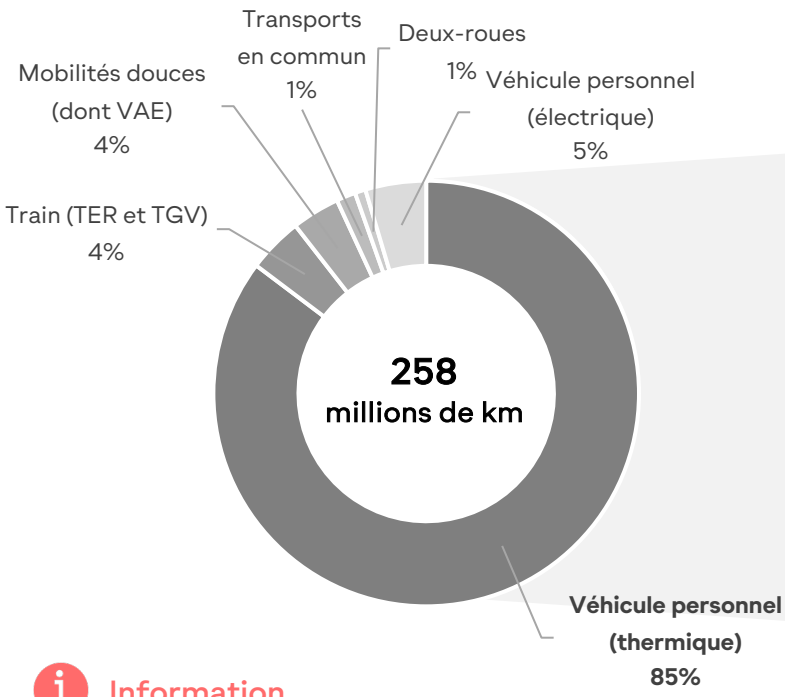
Pour améliorer la précision du Bilan Carbone, la mise en place du suivi des villes de provenance des patients et d'une enquête mobilité permettraient de connaitre plus précisément les **distances parcourues** et les **parts modales** de ces trajets.

DÉPLACEMENTS

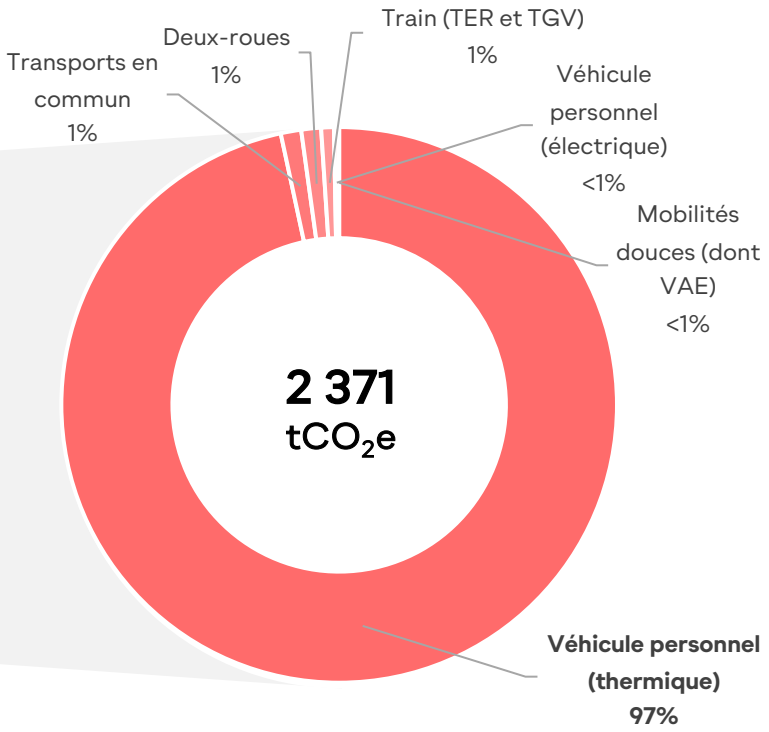
DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX DÉPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL

Les déplacements domicile-travail des agents représentent **55%** du poste « DÉPLACEMENTS » , soit **2 371 tonnes d'équivalent CO_2.** Les déplacements domicile-travail des agents correspondent à tous les déplacements quotidiens effectués depuis leur domicile jusqu'à leur lieu de travail.

km parcourus par mode de transport des déplacements domicile-travail



Empreinte carbone des déplacements domicile-travail



Information

85% des km parcourus le sont en véhicule thermique et représentent 97% des émissions.

DÉPLACEMENTS

DÉTAILS DES PARTS MODALES LIÉES AUX DÉPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL

Les agents du CHTL utilisent différents moyens de transport pour leurs déplacements domicile-travail. Un levier d'action fort se situe sur les agents travaillant à distance réduite (moins de 5 km) mais se déplaçant tout de même en véhicule individuel.



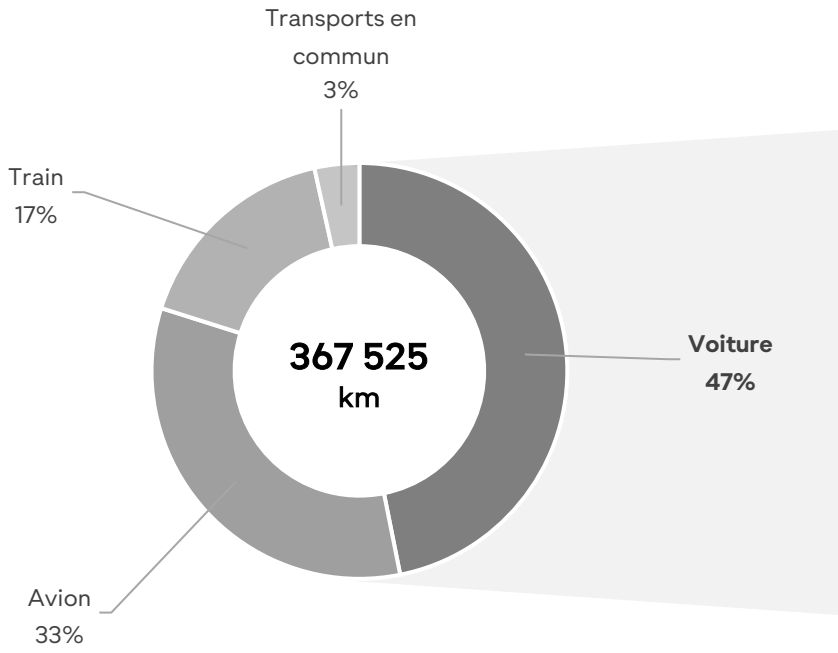
Nombre d'agents ayant répondu au questionnaire en fonction des distances domicile-travail

DÉPLACEMENTS

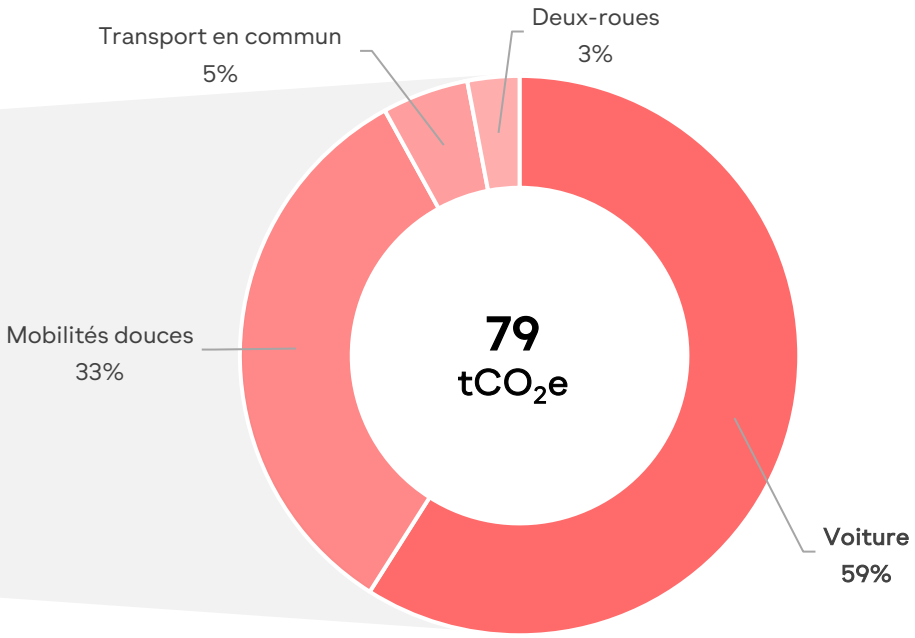
DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX DÉPLACEMENTS PROFESSIONELS

Les déplacements professionnels représentent **moins de 1%** du poste « DÉPLACEMENTS », soit **79 tonnes d'équivalent CO_2**. Ce sous-poste comprend les déplacements des agents effectués pour la formation continue, hors déplacements faits avec la flotte de véhicules du centre hospitalier.

km parcourus par mode de transport des déplacements professionnels



Empreinte carbone des déplacements professionnels



SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
   - 4.1. Résultats généraux
   - 4.2. Résultats par poste d'émission
     - i. Intrants
     - ii. Déplacements
     - iii. Énergie
     - iv. Alimentation
     - v. Immobilisations
     - vi. Déchets
     - vii. Numérique
     - viii. Gaz médicaux et fluides frigorigènes
5. Trajectoire de réduction

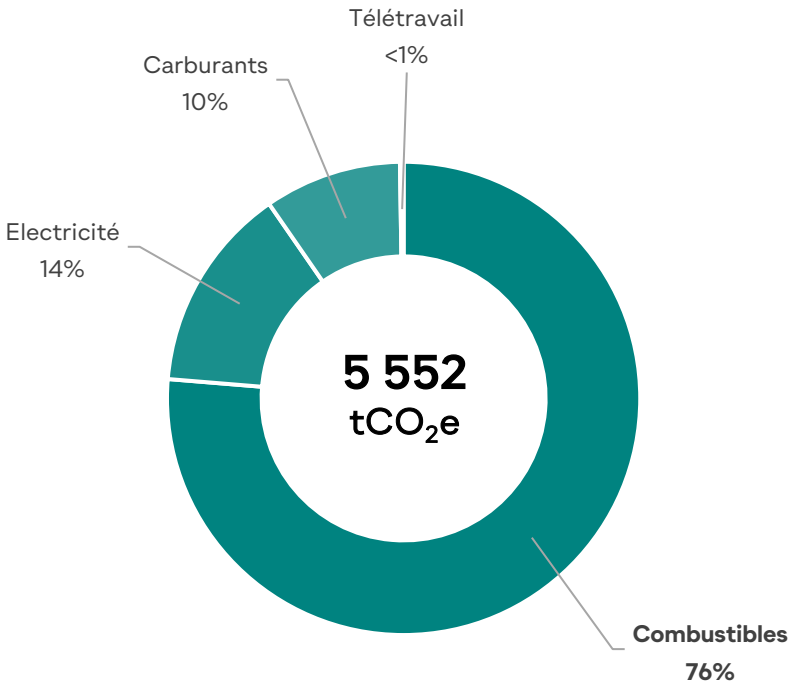
Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OUIACT.

ÉNERGIE

Le poste « ÉNERGIE » comprend les consommations énergétiques des bâtiments détenus le CHTL, le fonctionnement de leurs équipements, les carburants consommés ainsi que les dépenses énergétiques liées au télétravail. Les émissions s'élèvent à **5 552 tonnes d'équivalent CO_2**. Cela représente **15%** des émissions générées par les activités du CHTL.

Empreinte carbone de l'Énergie



Périmètre :

- Consommation d'électricité en 2023 : nombre de kWh consommés en 2023 ;
- Usage du réseau de chaleur en 2023 : nombre de kWh consommés en 2023 ;
- Consommation de gaz naturel en 2023 : nombre de kWh consommés en 2023 ;
- Consommations de carburants des véhicules d'urgence et de fonction en 2023 ;
- Consommation d'énergie lors du télétravail des agents

Données :

- Questionnaire agents (164/2579 réponses soit 6,4% de réponse) :
  - Télétravail : moyenne calculée grâce au questionnaire collaborateur de 12,3 jours télétravaillés par an par agent soit 96 MWh consommés estimés au total.
- Consommation d'énergie :
  - Électricité : 13 271 MWh ;
  - Gaz naturel : 18 745 MWh (tous les sites hors Vic-en-Bigorre) ;
  - Réseau de chaleur : 2 836 MWh (site de Vic-en-Bigorre) ;
  - Fioul : 30 000 Litres (site de Tarbes).
- Carburants : 166 966 litres (cartes carburant).

Détails de calcul :

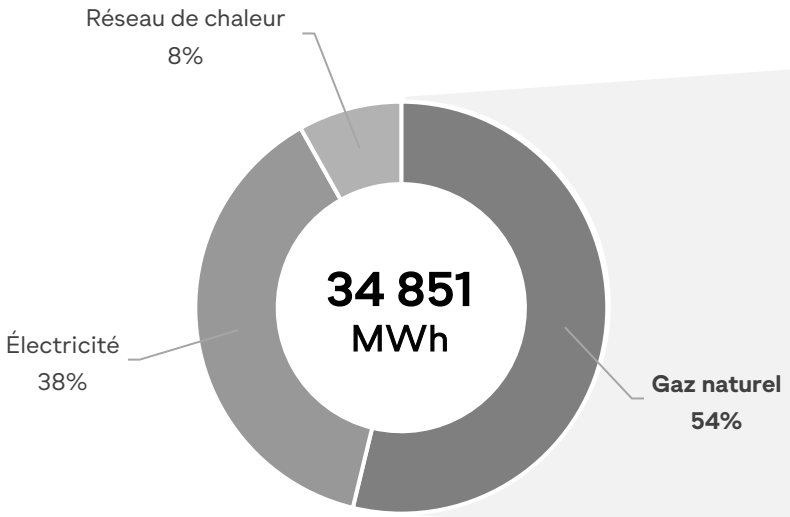
- Données télétravail : 1m² chauffé par 110KWh pour une pièce de travail de 10m², au prorata du nombre de jours travaillés

ÉNERGIE

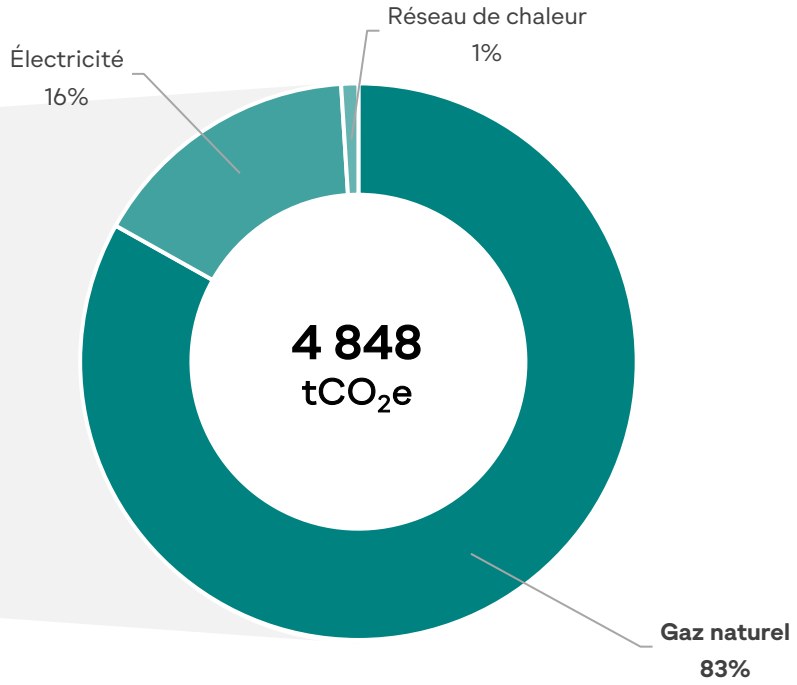
DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AU CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DES BÂTIMENTS

La consommation d'énergie des bâtiments représente **90%** des émissions du poste « ÉNERGIE » soit **4 945 tonnes d'équivalent CO_2**. Ci-dessous sont présentés les répartitions des quantités d'énergie consommées et les émissions associés par type de combustible hors consommations de fioul.

Consommations énergétiques selon le type d'énergie (hors fioul)



Empreinte carbone des consommations énergétiques (hors fioul)



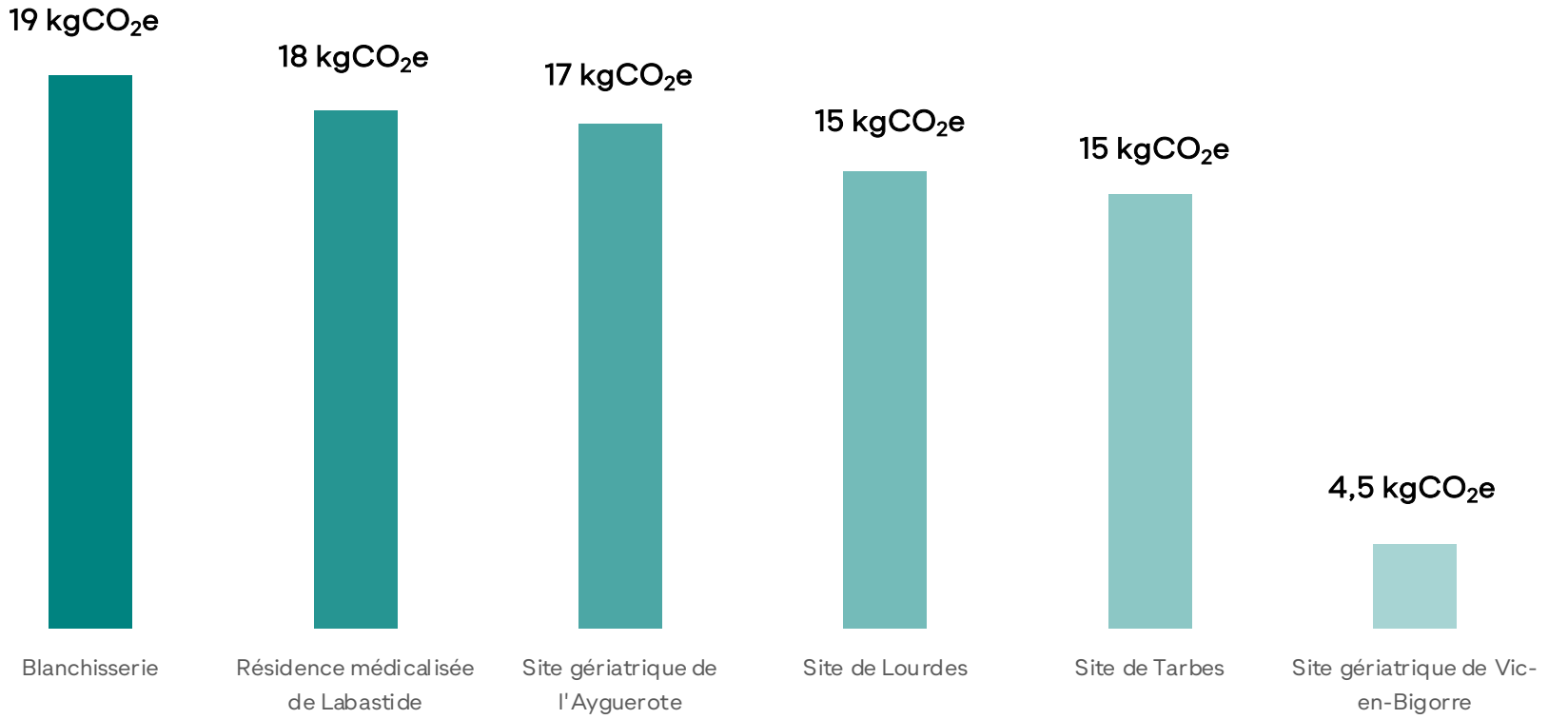
ÉNERGIE

DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AU CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DES BÂTIMENTS

Le mix énergétique de chaque site influe sur les émissions associées à ses consommations d'énergie. Le graphique ci-dessous représente les émissions de GES pour chaque 100 kWh consommés pour chacun des sites.

POIDS CARBONE PAR TYPE D'ÉNERGIE PAR SITE

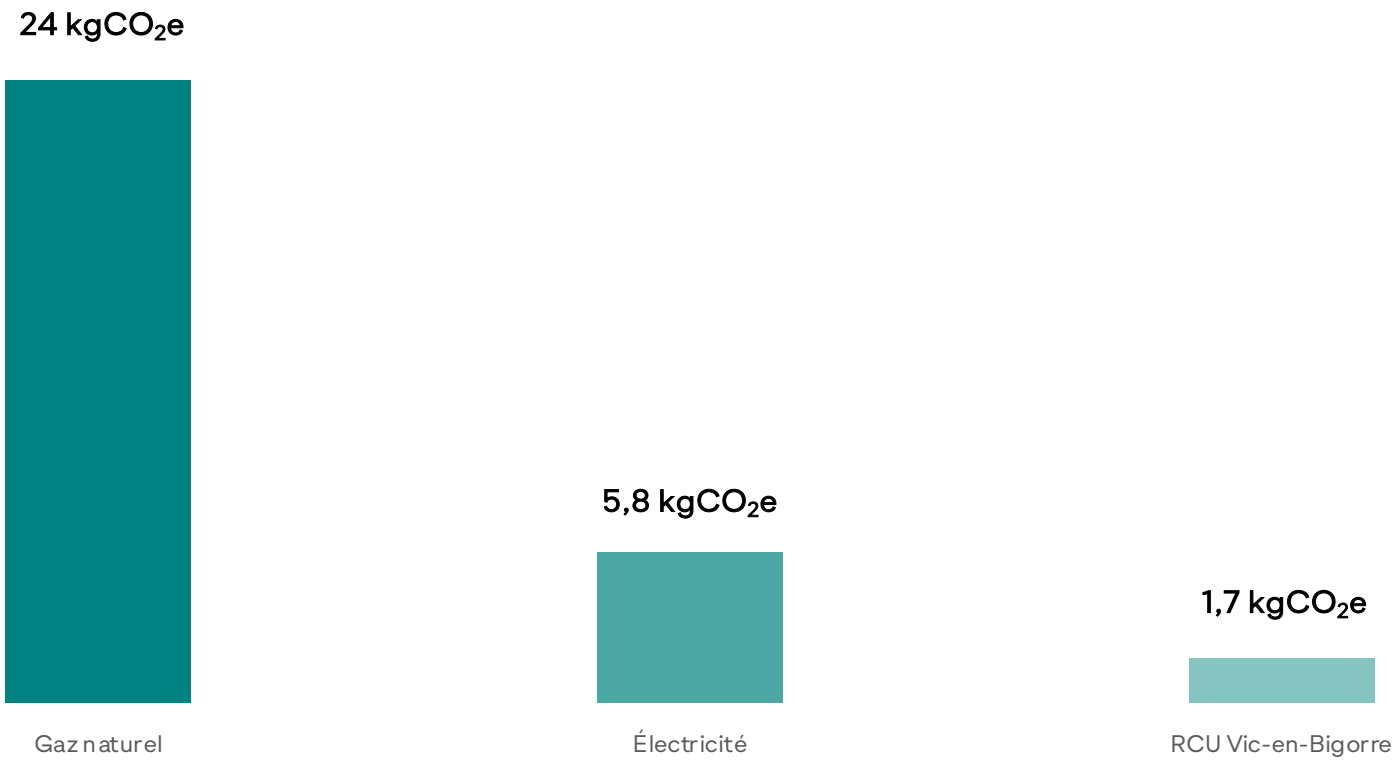
(pour 100 kWh)



ÉNERGIE

POIDS CARBONE PAR TYPE D'ÉNERGIE

(pour 100 kWh)

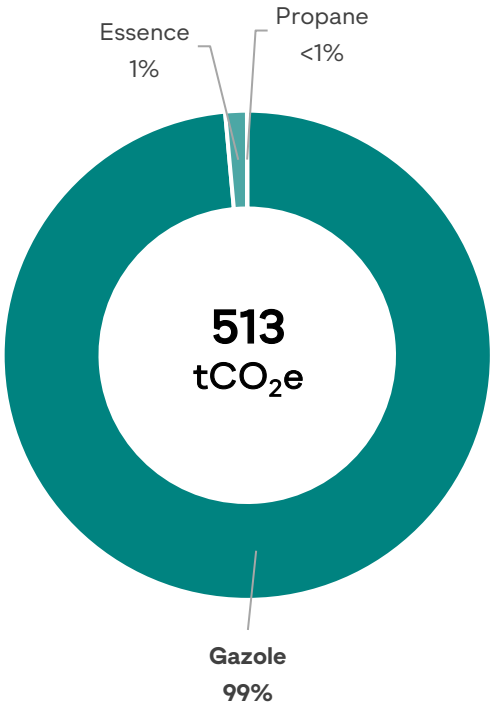


ÉNERGIE

DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX CONSOMMATIONS DE CARBURANTS

La consommation en carburants des véhicules de fonction et d'urgence représente **9%** des émissions du poste « ÉNERGIE » soit **513 tonnes d'équivalent CO_2**.

Empreinte carbone des consommations en carburants



Quantité de carburants consommés en 2023 par site

	Gazole	Essence	Propane
Résidence médicalisée de Labastide	449 L		
Site de Lourdes	22596 L		
Site de Tarbes	109269 L	945 L	52 L
Site gériatrique de l'Ayguerote	6124 L		
Site gériatrique de Vic-en-Bigorre	24757 L	1775	

Information

Consommations moyennes des véhicules :
Électrique : 15 kWh/100km | Diesel : 5 L/100km | Essence : 6 L/100km

ÉNERGIE



DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX CONSOMMATIONS EN TÉLÉTRAVAIL

La consommation d'énergie lors du télétravail des agents du CHTL représente **moins de 1%** des émissions du poste « ÉNERGIE » soit **14 tonnes d'équivalent CO_2**.

Poste	Sous poste	Type d'énergie	Consommation (kWh)	Émissions
Énergie	Consommations d'énergie lors du télétravail	Gaz naturel	37 866 kWh	8,1 tCO_2e
		Fioul domestique	11 137 kWh	3,2 tCO_2e
		Bois	24 502 kWh	1,1 tCO_2e
		Réseau de chaleur	13 365 kWh	601 $kgCO_2e$
		Électricité	8 910 kWh	517 $kgCO_2e$

SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
   - 4.1. Résultats généraux
   - 4.2. Résultats par poste d'émission
     - i. Intrants
     - ii. Déplacements
     - iii. Énergie
     - iv. Alimentation
     - v. Immobilisations
     - vi. Déchets
     - vii. Numérique
     - viii. Gaz médicaux et fluides frigorigènes
5. Trajectoire de réduction

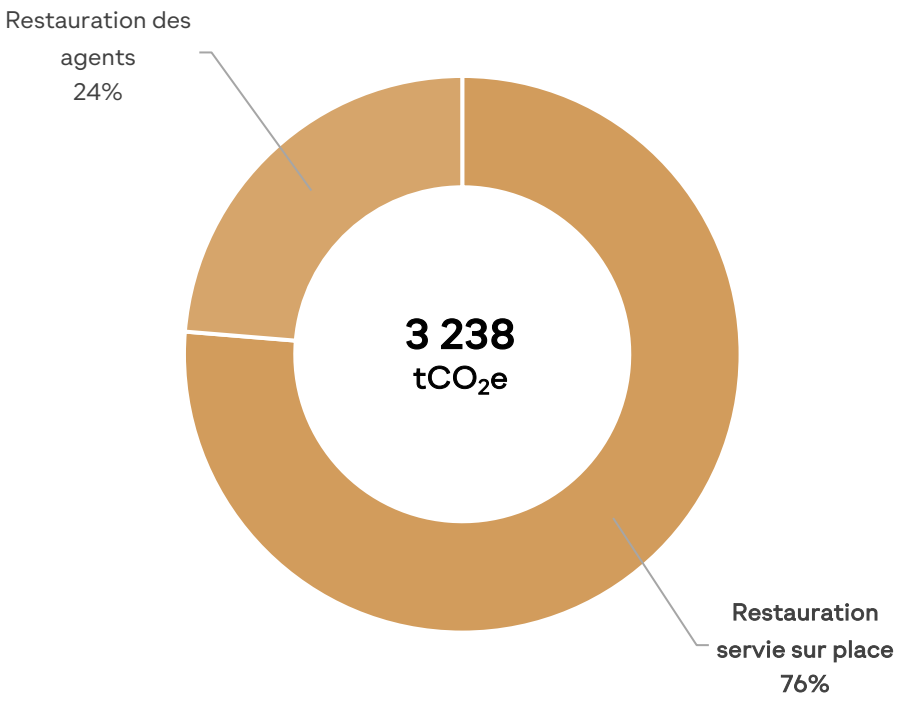
Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OuiACT.

ALIMENTATION

Le poste « Alimentation » comprend la restauration servie sur place et celle des agents sur leur temps de travail. Les émissions s'élèvent à **3 238 tonnes d'équivalent CO_2**. Cela représente **9%** des émissions générées par les activités du CHTL.

Empreinte carbone de l'Alimentation



Périmètre :

- Restauration préparée et servie par les établissements du CHTL ;
- Restauration des agents sur leur temps de travail.

Données :

- Questionnaire agents (164/2579 réponses soit 6,4% de réponse)
- Quantité d'aliments achetées par les différentes cuisines :

	Montants (k€)	Poids (kg)	Volumes (L)
Site de Tarbes	219	243101	20983
Site gériatrique de Vic-en-Bigorre	201	220285	19034
Site gériatrique de l'Ayguerote	147	148904	13074
Résidence médicalisée de Labastide	145	146508	12884
Site de Lourdes	119	110294	9887

Détails de calcul :

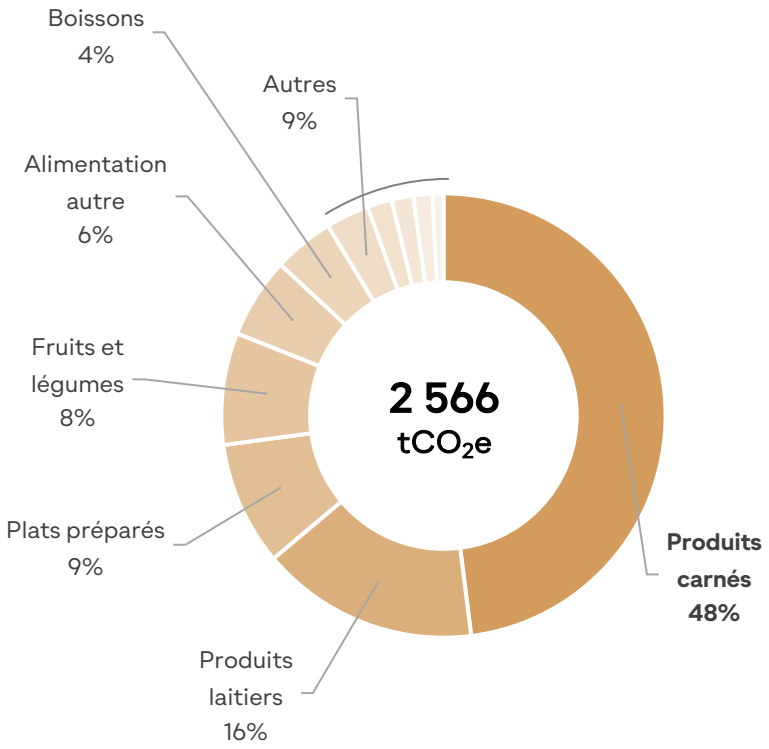
- Facteurs d'émissions fournis par l'ADEME (Base Empreinte, Agribalyse et ImpactCO2).

ALIMENTATION

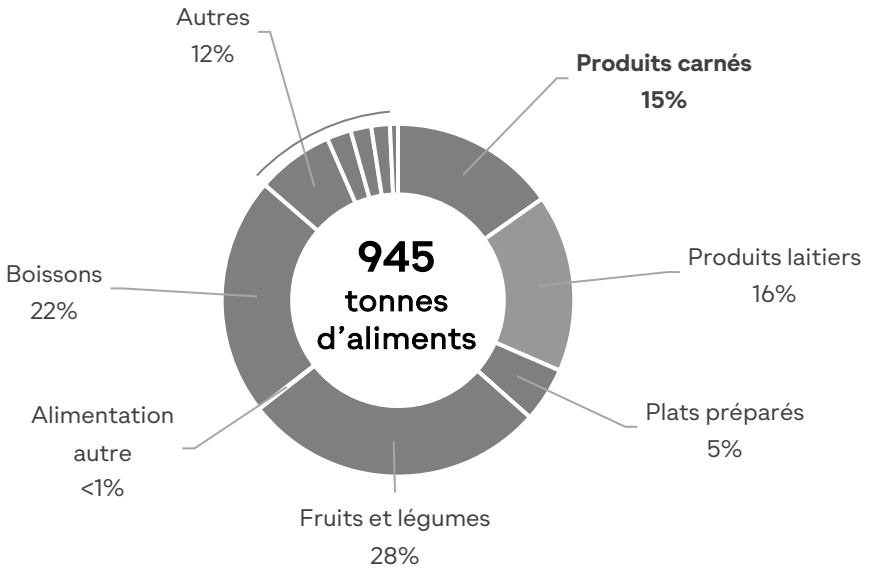
DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES À LA RESTAURATION SERVIE SUR PLACE

La restauration servie sur place représente **76%** des émissions du poste alimentation soit **2 566 tonnes d'équivalent CO_2.**

Empreinte carbone de l'Alimentation



Quantité d'aliments achetés

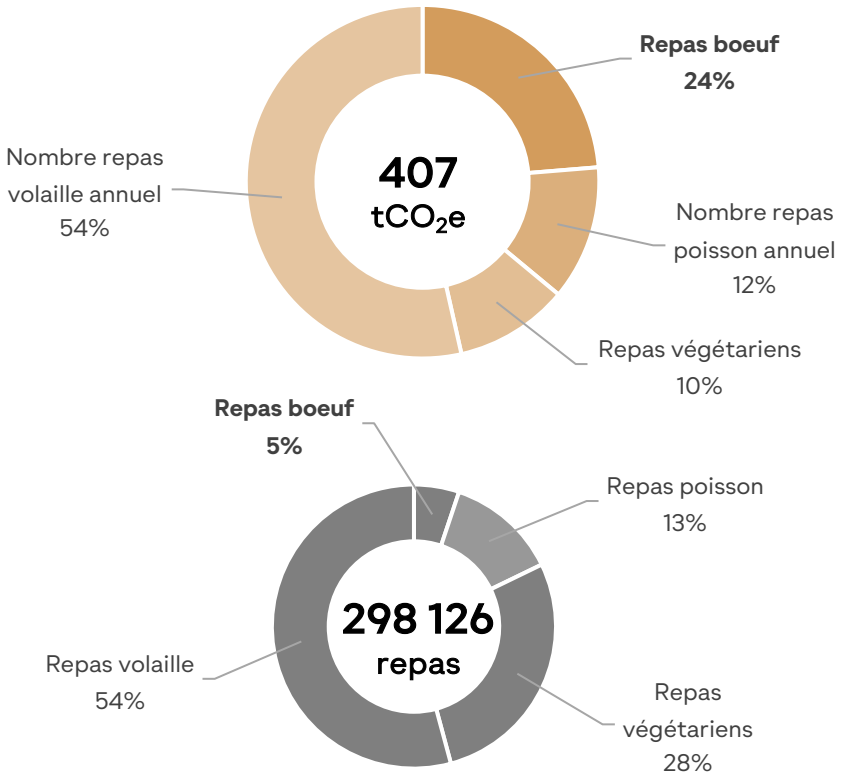


ALIMENTATION

DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES À LA RESTAURATION DES AGENTS

La restauration des agents sur leur temps de travail représente **24%** des émissions du poste alimentation soit **566 tonnes d'équivalent CO_2**. Ce poste comprend les repas et boissons consommés par les agents sur le temps de travail, en dehors des repas pris aux restaurants du CH.

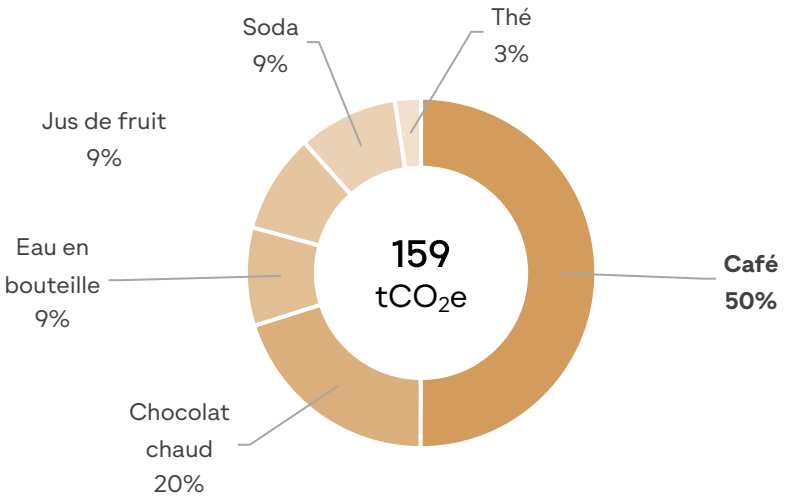
Empreinte carbone de l'Alimentation



Hypothèses :

- Extrapolation des résultats du questionnaire agents au prorata de nombre de salarié (164/2579 réponses soit 6,4% de réponse)

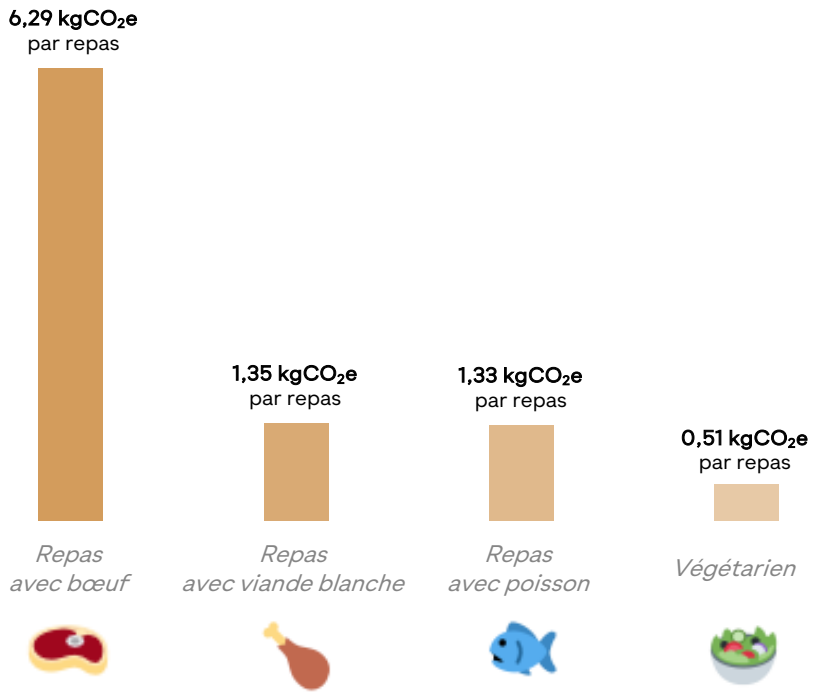
Émissions de CO2 liées à la consommation de boissons



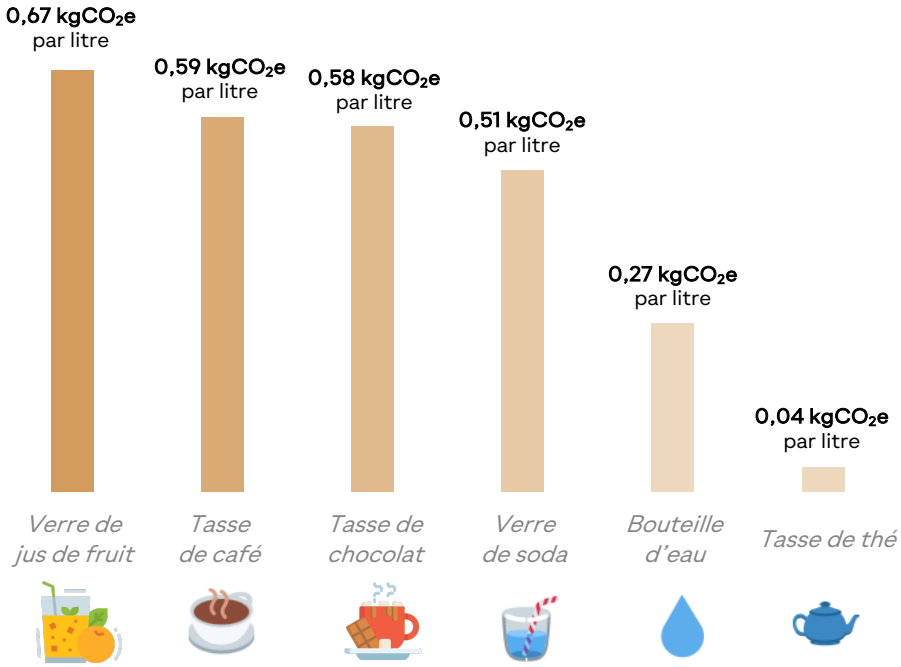
ALIMENTATION

Émissions de CO2e émises par type de repas et de boisson

Source : Base Carbone de l'ADEME



Émissions de CO_2e par repas consommé



Émissions de CO_2e par boisson consommée

SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
   - 4.1. Résultats généraux
   - 4.2. Résultats par poste d'émission
     - i. Intrants
     - ii. Déplacements
     - iii. Énergie
     - iv. Alimentation
     - v. Immobilisations
     - vi. Déchets
     - vii. Numérique
     - viii. Gaz médicaux et fluides frigorigènes
5. Trajectoire de réduction

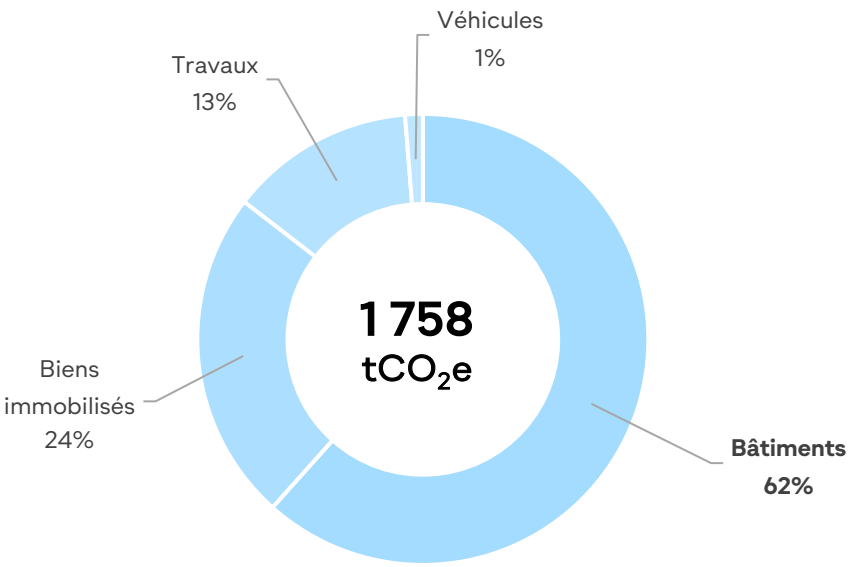
Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OUIACT.

IMMOBILISATIONS

Le poste « IMMOBILISATIONS » permet de modéliser l'amortissement des émissions de GES générées par la construction ou de la fabrication de biens utilisés par le CHTL, tels que les bâtiments, le mobilier, les machines, les véhicules. On estime ces émissions au prorata de la durée d'amortissement de chaque bien. Ces dernières représentent **1 758 tonnes d'équivalent CO_2**, soit **5%** des émissions totales générées par les activités du CHTL.

Empreinte carbone des Immobilisations



Périmètre :

- Ensemble des bâtiments et travaux, du mobilier, des machines, des véhicules et autres équipements en cours d'immobilisation en 2023.

Données :

- Surface de bâtiments : 122 077 m^2 ;
- Travaux sur bâtiments : 9 732 k€ ;
- Véhicules : 43t de véhicules de fonction et 17t de véhicules d'urgence ;
- Mobilier : 2 599 unités, 1,5t et 1 663 k€ (HT).

Détails de calcul :

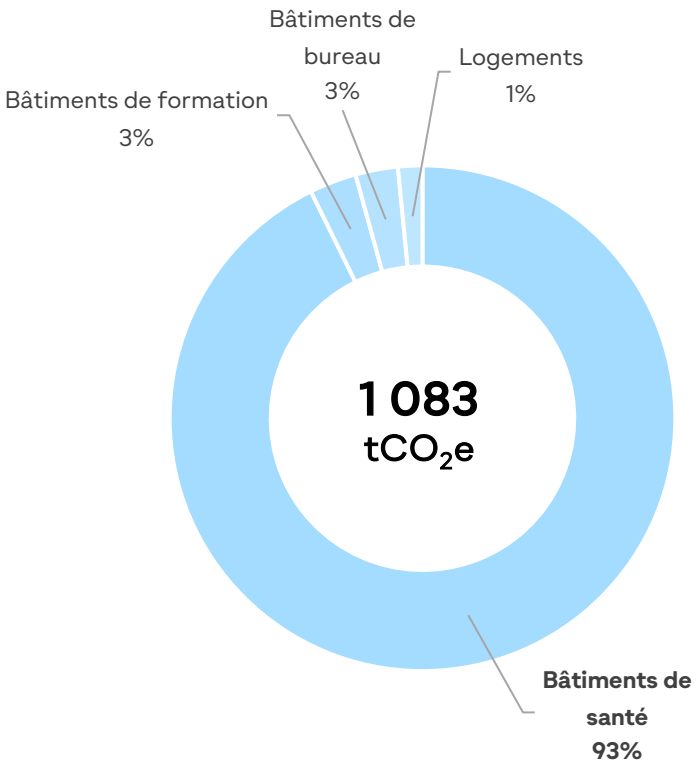
- Facteurs d'émissions fournies par l'ADEME : Base Empreinte et guide sectoriel santé de 2019 ;
- Chaque type d'immobilisation a été amorti sur une période allant jusqu'à 50 ans. Le détail est disponible dans le document annexe récapitulant l'ensemble des hypothèses de calcul.

IMMOBILISATIONS

DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX BÂTIMENTS

L'immobilisation des bâtiments représentent **62%** des émissions du poste « IMMOBILISATIONS » soit **1 083 tonnes d'équivalent CO_2.**

Empreinte carbone des bâtiments



Périmètre :

- Immobilisation des bâtiments du centre hospitalier sur les 5 sites sur les 50 dernières années.

Données :

Site	Surface en cours d'amortissement (m2)
Site de Tarbes	47114
Site gériatrique de l'Ayguerote	44730
Site gériatrique de Vic-en-Bigorre	23856
Site de Lourdes	2304
Résidence médicalisée de Labastide	2038
Blanchisserie	2035

Détails de calcul :

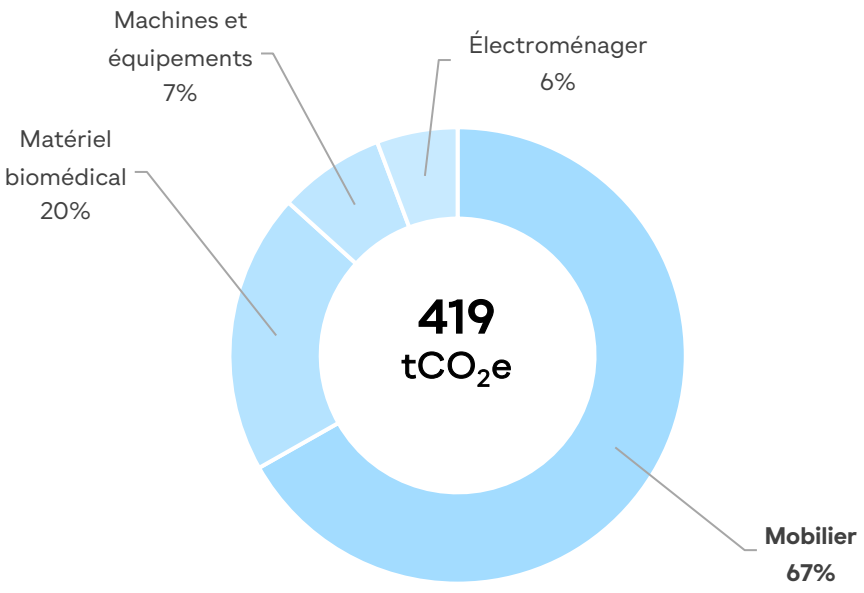
- Les bâtiments ont été amorti sur une période de 50 ans.

IMMOBILISATIONS

DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AU BIENS IMMOBILISÉS

L'immobilisation du matériel médical représentent **24%** des émissions du poste « IMMOBILISATIONS » soit **419 tonnes d'équivalent CO_2.**

Empreinte carbone du matériel biomédical



Périmètre :

- Immobilisations comptables des différents biens immobilisés.

Données :

Étiquettes de lignes	Montants (k€)	Poids (t)	Unités
Mobilier	784		2244
Matériel biomédical	509	0,01	277
Machines et équipements	226		
Électroménager	141	1,5	78

Détails de calcul :

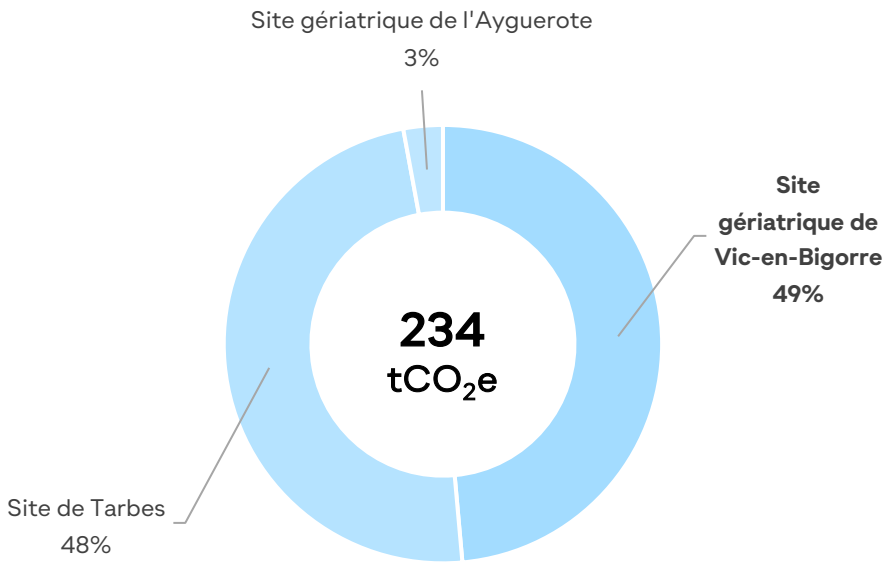
- Selon l'équipement, la durée d'amortissement peut varier de 3 à 10 ans.
- Les émissions de certains équipements ont pu être approchées à partir de facteur d'émission spécifiques selon le poids moyen de l'équipement (données disponibles dans l'inventaire du matériel biomédical pour le) – moins de 1% des émissions du sous-poste

IMMOBILISATIONS

DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX TRAVAUX

L'immobilisation des travaux représentent **13%** des émissions du poste « IMMOBILISATIONS » soit **234 tonnes d'équivalent CO_2.**

Empreinte carbone des travaux sur bâtiments



Périmètre :

- Travaux sur bâtiments réalisées les différents bâtiments des centres hospitaliers Tarbes-Lourdes sur les 15 dernières années.

Données :

Site	Montant en cours d'amortissement (k€)
Site gériatrique de Vic-en-Bigorre	4728
Site de Tarbes	4721
Site gériatrique de l'Ayguerote	283

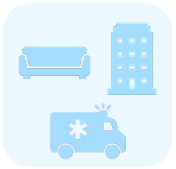
Détails de calcul :

- Les travaux ont été amorti sur une période de 15 ans.

Amélioration de la collecte

Pour améliorer la précision du Bilan Carbone, la mise en place du suivi des principales opérations de travaux, avec les types de travaux et les surfaces concernées permettraient de connaitre plus précisément les émissions de GES liées à ce sous-poste.

IMMOBILISATIONS



DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX VÉHICULES

L'immobilisation des véhicules représentent **1%** des émissions du poste « IMMOBILISATIONS » soit **22 tonnes d'équivalent CO_2**.

Poste	Sous poste	Site	Poids véhicules de fonction (t)	Poids véhicules d'urgence (t)	Émissions
Immobilisations	Véhicules	Tarbes	26	17	15,9 tCO_2e
		Vic-en-Bigorre	9		3,2 tCO_2e
		Lourdes	7		2,4 tCO_2e
		L'Ayguerote	2		720 $kgCO_2e$
				TOTAL	**22 tCO_2e**

SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
   - 4.1. Résultats généraux
   - 4.2. Résultats par poste d'émission
     - i. Intrants
     - ii. Déplacements
     - iii. Énergie
     - iv. Alimentation
     - v. Immobilisations
     - vi. Déchets
     - vii. Numérique
     - viii. Gaz médicaux et fluides frigorigènes
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OUIACT.

DÉCHETS DIRECTS



Les émissions associées au poste « DÉCHETS »produits par le CHTL ont généré **834 tonnes d'équivalent CO_2**. Cela représente **2%** des émissions totales générées par les activités des établissements du CHTL sur l'année 2023.

Poste	Sous-Poste	Poids de déchets	Émissions
Déchets	Déchets des activités de soin	1 708	725 tCO_2e
	Déchets des activités de support	71	27 tCO_2e
		TOTAL	**752 tCO_2e**

SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
   - 4.1. Résultats généraux
   - 4.2. Résultats par poste d'émission
     - i. Intrants
     - ii. Déplacements
     - iii. Énergie
     - iv. Alimentation
     - v. Immobilisations
     - vi. Déchets
     - vii. Numérique
     - viii. Gaz médicaux et fluides frigorigènes
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OUIACT.

NUMÉRIQUE



Le poste « NUMÉRIQUE » comprend les émissions indirectes liées au parc informatique et aux prestations informatiques utilisées par les établissements du CHTL. Ce poste représente **708 tonnes d'équivalent CO_2**. Cela représente **2%** des émissions générées par les activités du CHTL.

Poste	Sous-Poste	Données	Émissions
Numérique	Parc informatique	2 589 unités	179 tCO_2e
	Prestations informatiques	1 322 k€ 1 200 Mo de stockage de données externes	529 tCO_2e
	Petit matériel informatique (non amorti)	120 unités	631 $kgCO_2e$
		TOTAL	**708 tCO_2e**

Information

Le parc informatique a été amorti sur 5 ans.

SOMMAIRE

1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
   - 4.1. Résultats généraux
   - 4.2. Résultats par poste d'émission
     - i. Intrants
     - ii. Déplacements
     - iii. Énergie
     - iv. Alimentation
     - v. Immobilisations
     - vi. Déchets
     - vii. Numérique
     - viii. Gaz médicaux et fluides frigorigènes
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier TARBES-LOURDES

OUIACT.

GAZ MÉDICAUX ET FUITES



Le poste « GAZ MÉDICAUX ET FUITES » comprend les émissions liées à l'usage de gaz médicaux et aux recharges en fluides frigorigènes sur les établissements du CHTL. Ce poste représente **721 tonnes d'équivalent CO_2**. Cela représente **2%** des émissions générées par les activités du CHTL.

Poste	Sous-Poste	Données (poids en kg)	Émissions
Gaz médicaux et fluides frigorigènes	Gaz médicaux	4 554 kg	343 tCO_2e
	Fluides frigorigènes	134 kg	278 $kgCO_2e$
		TOTAL	**621 tCO_2e**

GAZ MÉDICAUX ET FUITES

DÉTAILS DES ÉMISSIONS LIÉES AUX GAZ FRIGORIGÈNES

Les émissions liées aux fluides frigorigènes du CHTL comprennent 4 types de fluides différents, le **R404-A, R452-A, le R407-C et le 449-A.**

Gaz fluorés



PRG : Jusqu'à 23 500
Durée de vie : 120 ans

Fluides frigorigènes

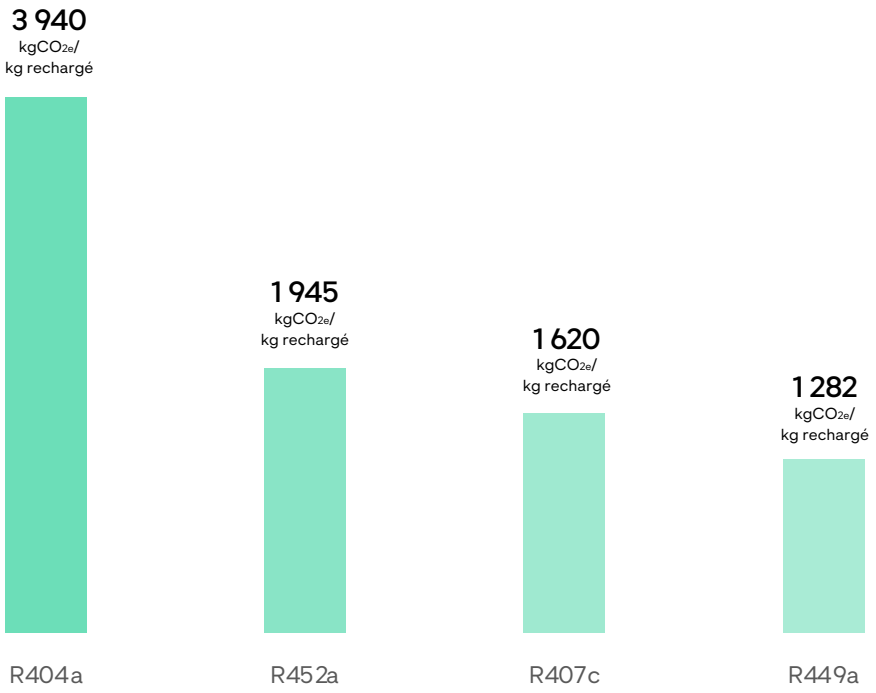
CO_2 (Carbone)



PRG : 1
Durée de vie : 125 ans

Combustibles fossiles, déforestation, fabrication du ciment

Facteurs d'émission par kg rechargé de fluide frigorigène



SOMMAIRE

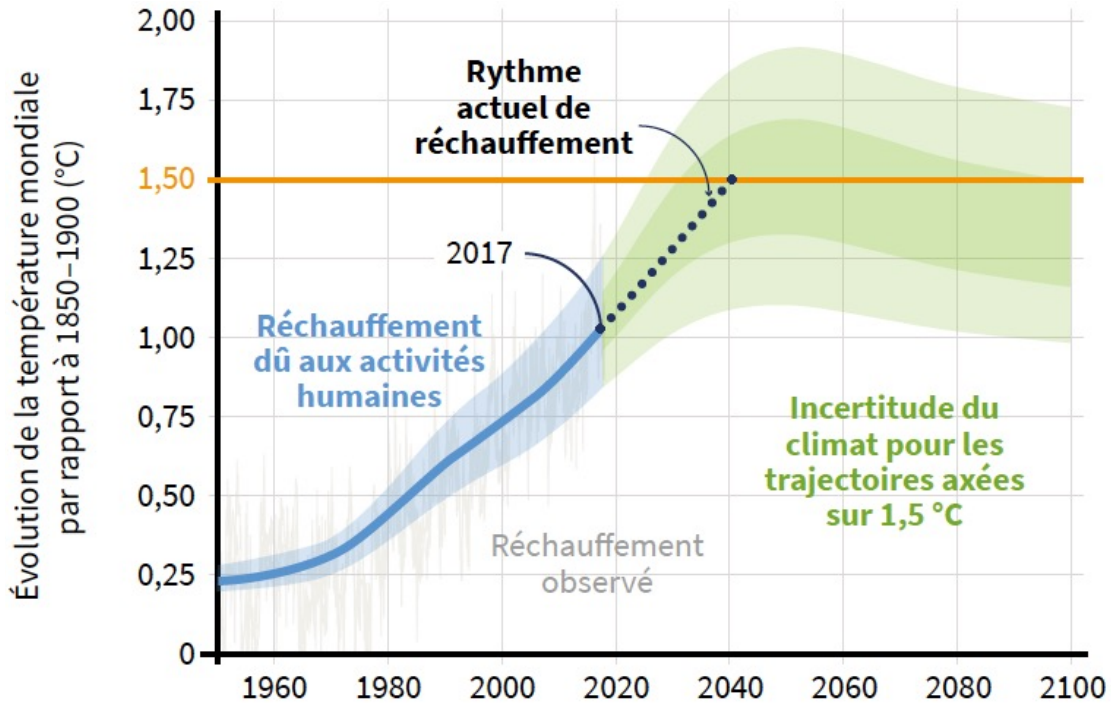
1. Contexte
2. Méthode Bilan Carbone®
3. Périmètre d'étude
4. Présentation des résultats
5. Trajectoire de réduction

Centre Hospitalier
TARBES-LOURDES

OuiACT.

L'ACCORD DE PARIS

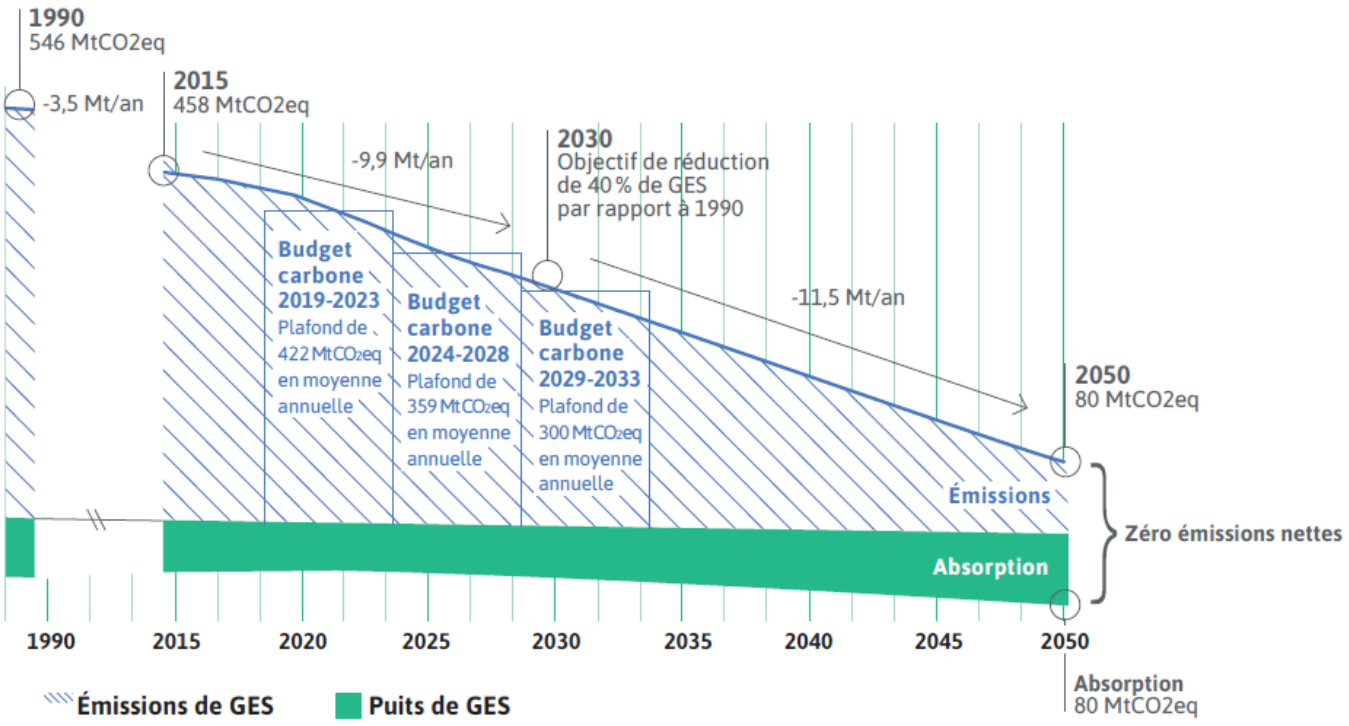
Les pays signataires de l'Accord de Paris ambitionnent de limiter le réchauffement climatique à +1,5°C.



Source : GIEC, Réchauffement planétaire à 1,5°C, 2019

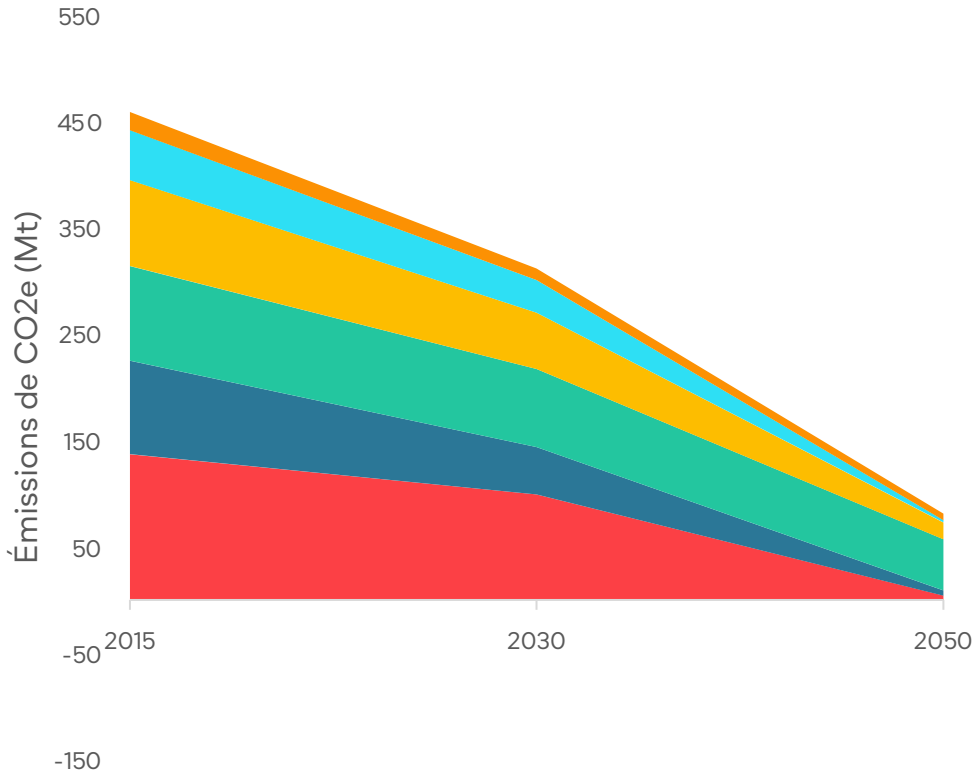
STRATÉGIE NATIONALE BAS-CARBONE (SNBC)

Évolution des émissions et des puits de GES sur le territoire français entre 1990 et 2050 (en $MtCO_2eq$). Inventaire CITEPA 2018 et scénario SNBC révisée (neutralité carbone)



Source : Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires – Ministère de la Transition énergétique, Stratégie Nationale Bas-Carbone, 2022

STRATÉGIE NATIONALE BAS-CARBONE (SNBC)

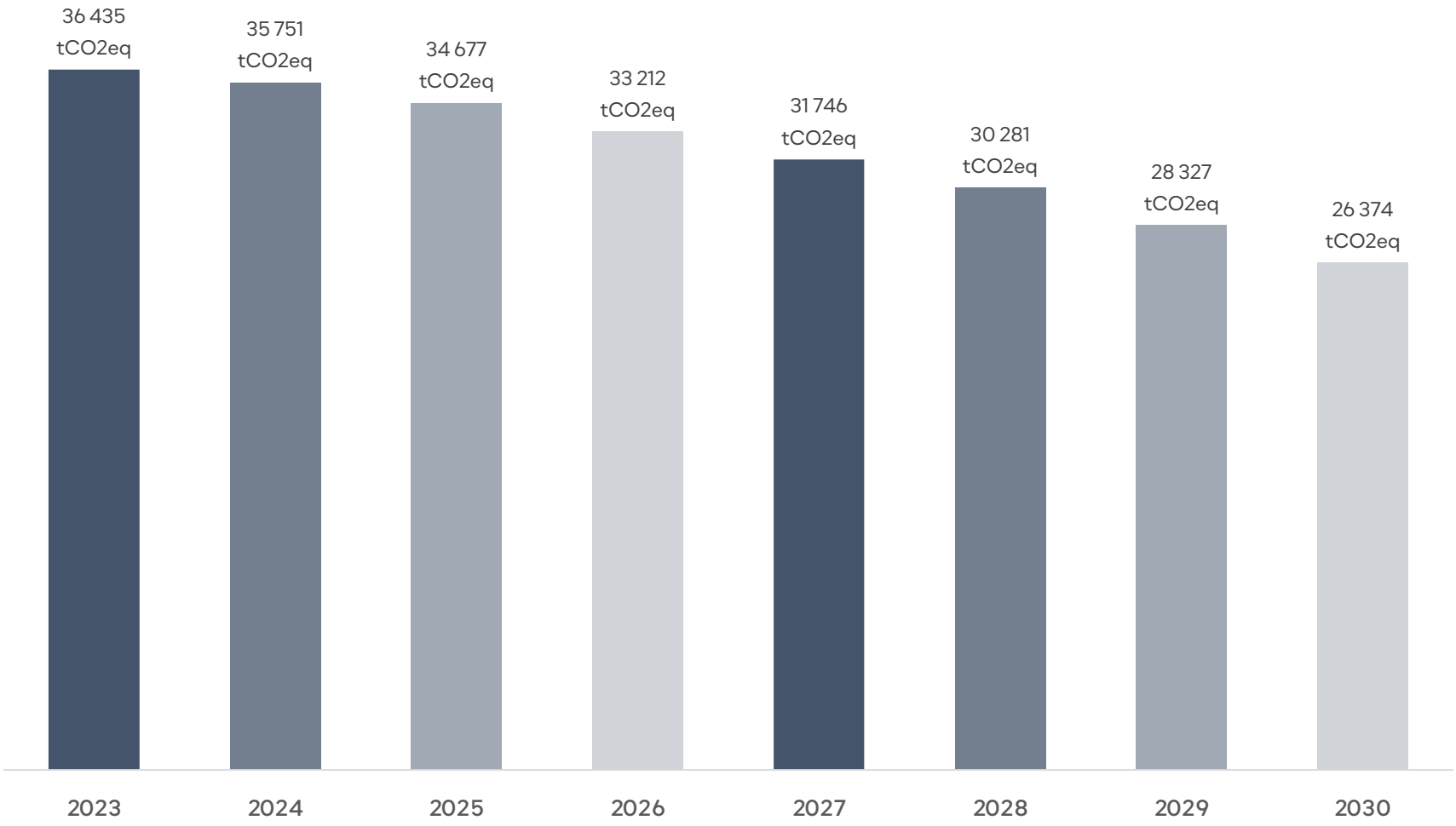


Objectif de neutralité carbone à horizon 2050

5. TRAJECTOIRE DE RÉDUCTION

5.3. Trajectoire appliquée au CHTL

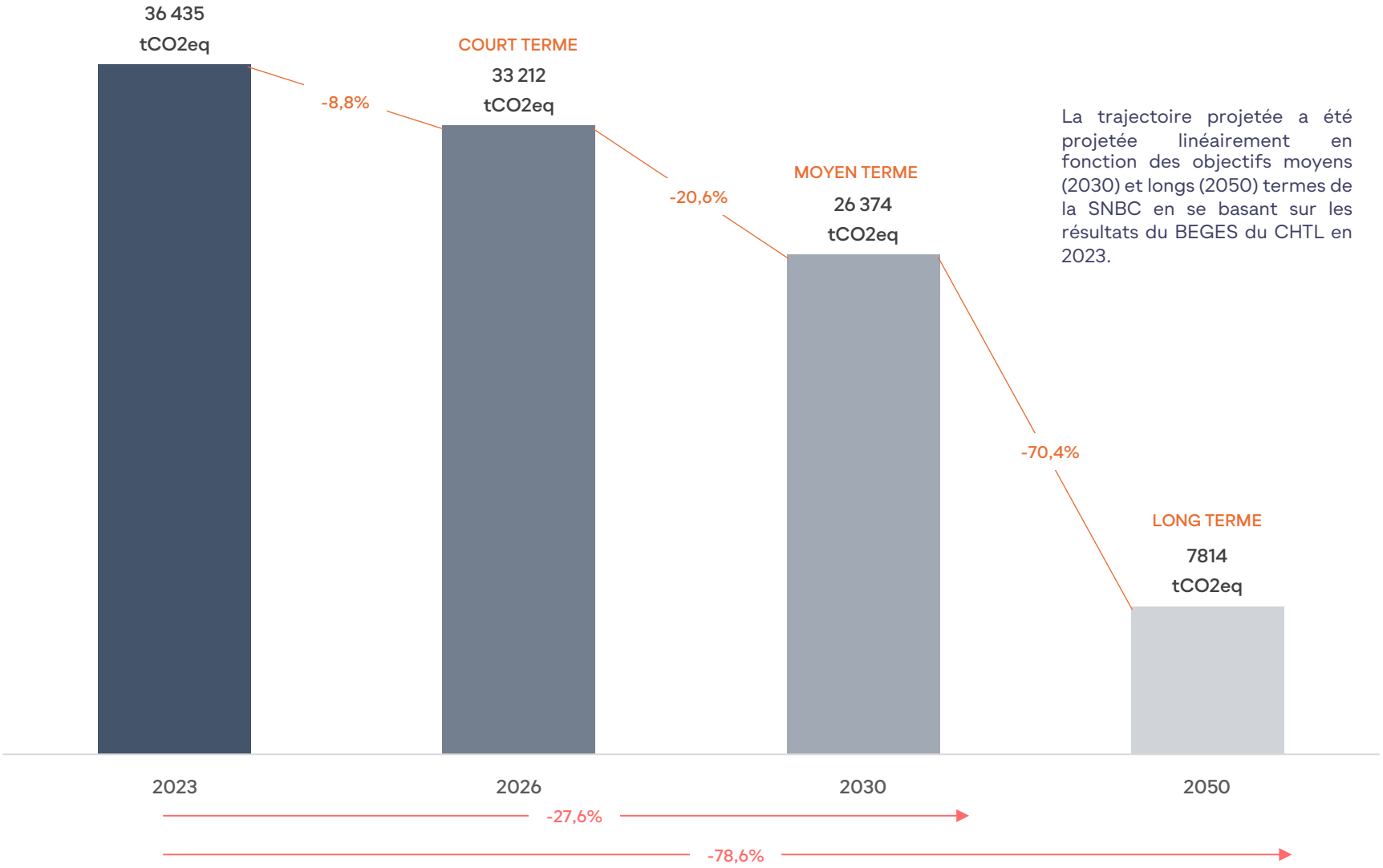
Vue d'ensemble de la trajectoire de réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre du Centre Hospitalier Tarbes-Lourdes – année par année jusqu'en 2030



5. TRAJECTOIRE DE RÉDUCTION

5.3. Trajectoire appliquée au CHTL

Vue d'ensemble de la trajectoire de réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre du Centre Hospitalier Tarbes-Lourdes



La trajectoire projetée a été projetée linéairement en fonction des objectifs moyens (2030) et longs (2050) termes de la SNBC en se basant sur les résultats du BEGES du CHTL en 2023.

Travail collectif sur les 3 postes suivants :

ACHATS

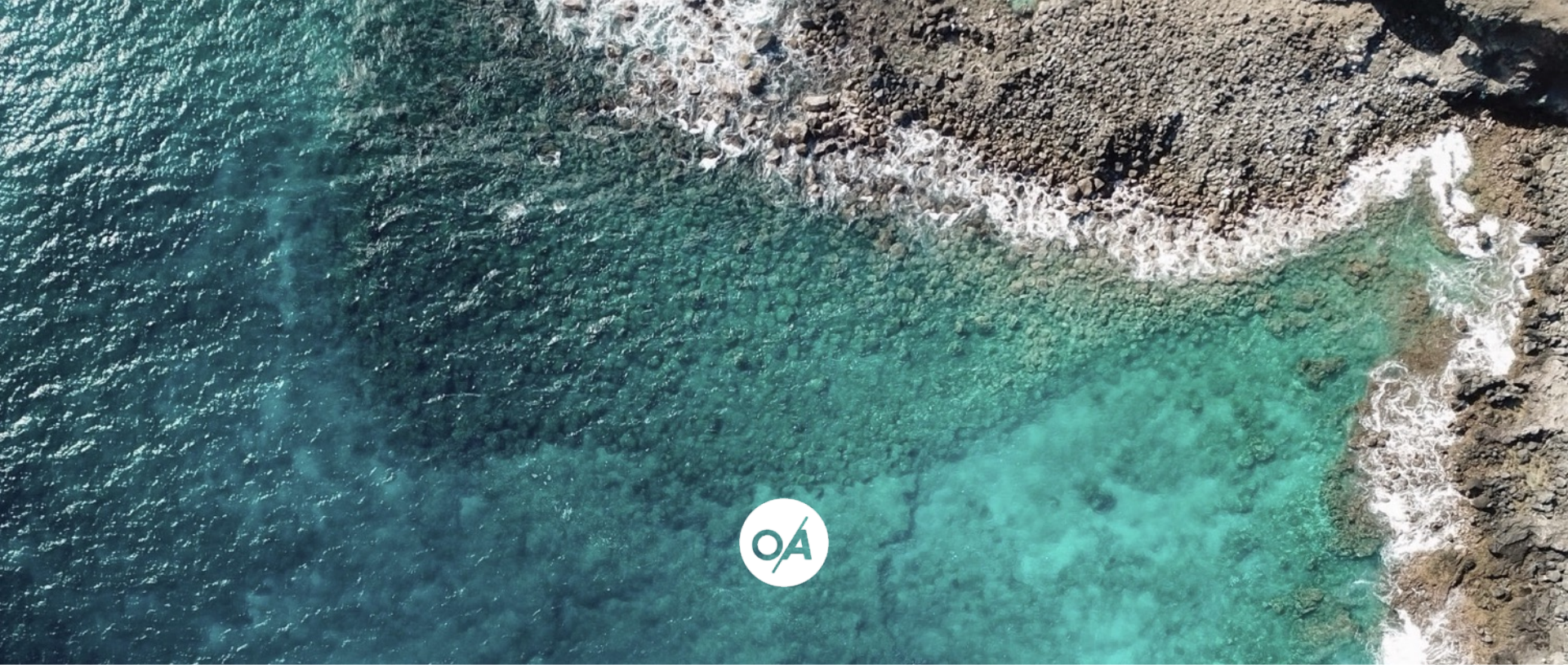
DÉPLACEMENTS

ÉNERGIE & BÂTIMENTS



1h30

1. Comment améliorer le suivi des émissions sur ce poste
2. Quelles actions sont déjà en place ?
3. Quelles actions pourraient être mises en place



Bilan des émissions de gaz à effet de serre du Centre Hospitalier Tarbes-Lourdes

Centre Hospitalier
TARBES-LOURDES

Juillet 2025, réalisé par OuiACT.

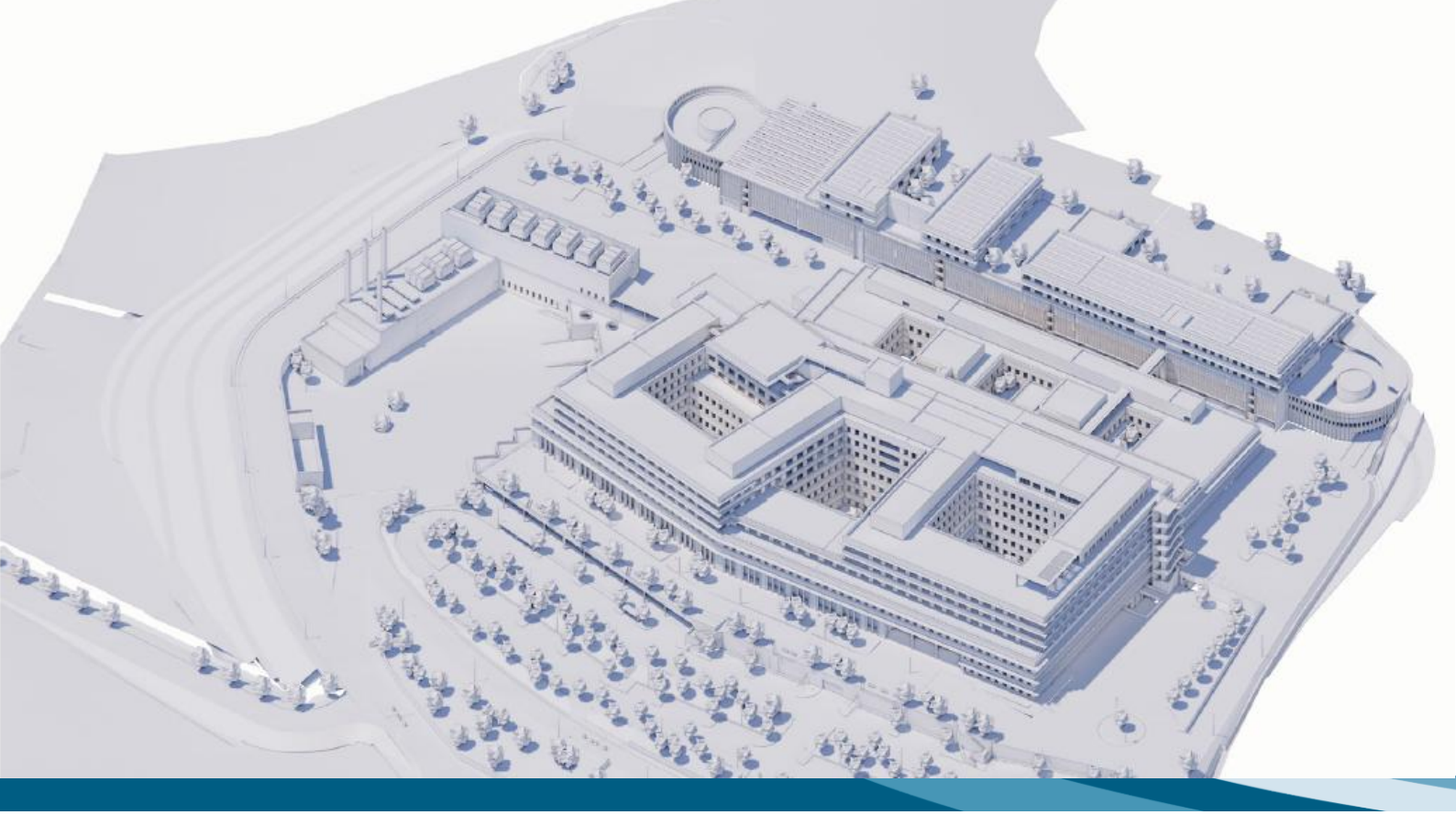
Vos interlocuteurs :



Yoann Vallerie
Chef de projet
yoann.vallerie@oui-act.com



Cassiopée André
Consultante
Cassiopee.andre@oui-act.com



Projet d’aménagement Hôpital Tarbes-Lourdes

Bilan des émissions de gaz à effet de serre

RAPPORT D’ETUDE

Centre Hospitalier Tarbes-Lourdes

Projet d'aménagement Hôpital Tarbes-Lourdes

Bilan des émissions de gaz à effet de serre

Centre Hospitalier Tarbes-Lourdes

Rapport d'étude

V0	28/10/25	Benjamin ORÇONNEAU			Première version
INDICE	**DATE DE REVISION**	**REDACTEUR***	**VERIFICATEUR***	**APPROBATEUR- (SI EXIGENCE)**	**DESCRIPTION DES MODIFICATIONS**

*Les trigrammes sont interdits

ARTELIA – Siège Social

16 rue Simone Veil – 93400 Saint Ouen sur Seine

SOMMAIRE

1. CONTEXTE GÉNÉRAL ET OBJECTIFS 4
   1.1. Objectif de l'étude 4
   1.2. Présentation du projet 5
   1.3. Description de l'état initial de l'environnement 5
   1.4. Contexte méthodologique de l'étude 6
   1.5. Ressources bibliographiques utilisées 7
2. PÉRIMÈTRE DU DIAGNOSTIC 8
   2.1. Postes évalués 8
   2.2. Eléments non pris en compte 8
   2.3. Calcul des émissions de gaz à effet de serre 9
      2.3.1. Unité de mesure des GES 9
      2.3.2. Méthodologie de calcul 9
      2.3.3. Incertitudes 10
3. BILAN DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE 12
   3.1. Phase Chantier 12
      3.1.1. Bilan global 12
      3.1.2. Bilan par postes d'émissions 13
         3.1.2.1. Intrants 13
         3.1.2.2. Fret 17
         3.1.2.3. Energie 18
         3.1.2.4. Déchets 18
         3.1.2.5. Hors-Energie 19
   3.2. Phase Exploitation 20
      3.2.1. Consommations d'électricité 20
      3.2.2. Consommations de fluides frigorigènes 20
4. CONCLUSION 21
5. PISTES D'AMÉLIORATION 22

TABLEAUX

Tableau 1 Valeurs du pourvoir calorifique de réchauffement selon le gaz à effet de serre considéré (Source : AR5, GIECC, 2013) 9

FIGURES

Figure 1 Vue de dessus du projet de l'Hôpital Tarbes-Lourdes (Source : Note PV, Inddigo 2025) 5
Figure 2 Répartition des émissions de GES par secteur pour la Communauté d'Agglomération Tarbes-Lourdes-Pyrénées (Source : TerriSTORY, ORCEO, 2025) **..... 6**
Figure 3 Postes d'émissions proposés pour le projet, phase chantier 8
Figure 4 Répartition des émissions de GES (en %) en fonction des postes d'émission pour la phase Construction, ARTELIA, Octobre 2025 **.....12**
Figure 5 Répartition des émissions de GES (en %) en fonction des postes d'émission pour la phase de Construction, ARTELIA, Octobre 2025 **.....13**
Figure 6 Répartition des émissions de GES du poste Intrants (En %), Artelia, Octobre 2025 14

1. CONTEXTE GENERAL ET OBJECTIFS

1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE

Le présent document a pour objet d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre (GES) du projet de création du CHU Tarbes-Lourdes, dans le cadre de l'Evaluation Environnementale au titre du Code de l'Environnement. Conformément au décret no 2017-725 du 3 mai 2017 relatif aux principes et modalités de calcul des émissions de gaz à effet de serre des projets publics, les émissions de GES du projet ont été évaluées en phase construction ainsi qu'en phase exploitation.

Ce document a pour principaux objectifs :

- De rappeler les principales hypothèses retenues pour la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre induit par la construction et l'exploitation du projet
- De présenter la méthodologie Bilan Carbone® utilisée pour la présente évaluation des émissions de gaz à effet de serre
- De présenter les quantités de gaz à effet de serre calculées avec la méthode Bilan Carbone® par catégorie

Cette étude se base sur le guide méthodologique du Commissariat Général au Développement Durable « Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact » paru en février 2022 (mis à jour en octobre 2022). Ce guide décline les 7 étapes suivantes, qui sont suivies dans l'étude :

- Etape 1 : Définition du périmètre de l'étude
- Etape 2 : Description de l'état initial de l'environnement
- Etape 3 : Définition des scénarios avec et sans projet
- Etape 4 : Identification des postes d'émissions GES significatifs
- Etape 5 : Quantification des émissions des scénarii : avec et sans projet
- Etape 6 : Calcul de l'impact du projet par poste d'émission
- Etape 7 : Définition de mesures ERC

1.2. PRESENTATION DU PROJET

Le projet de Centre Hospitalier Tarbes-Lourdes a pour objectif le regroupement des hôpitaux de Tarbes et Lourdes sur un site commun.

Le bilan des émissions de gaz à effet de serre présenté au sein de ce rapport prend en compte la construction et l'exploitation du nouveau Centre Hospitalier.

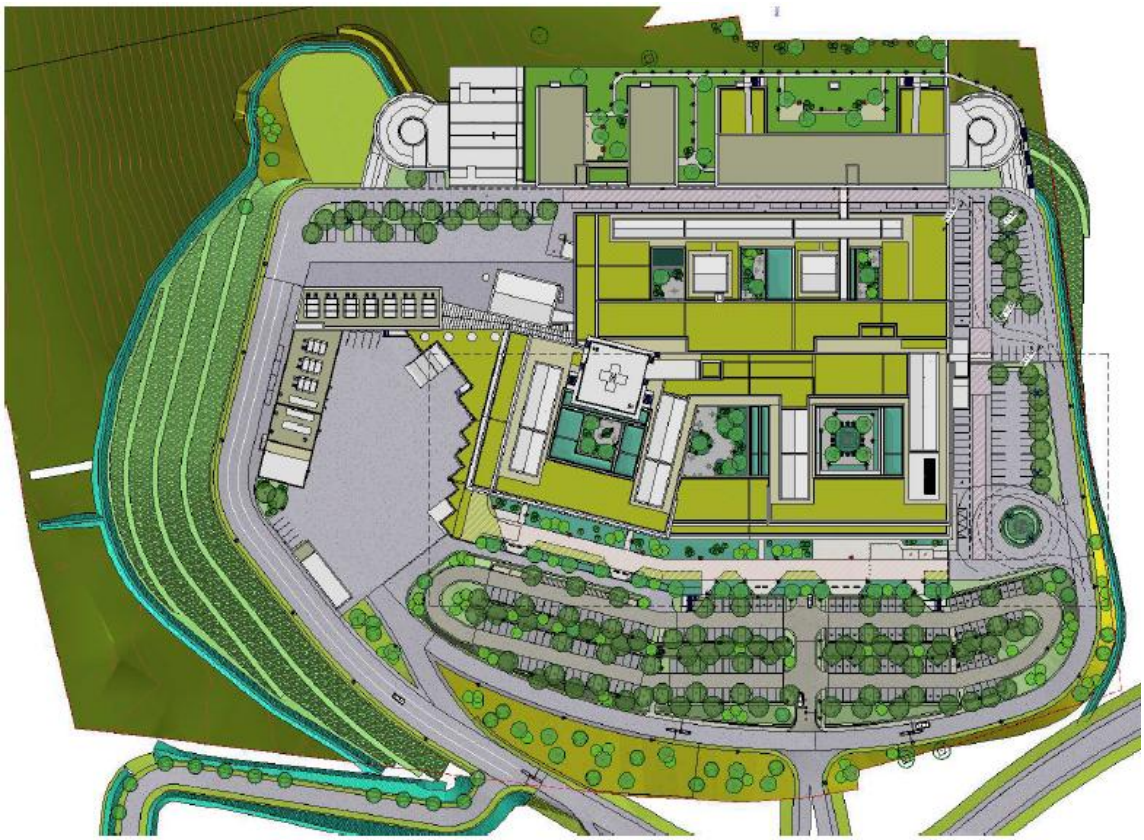


Figure 1 *Vue de dessus du projet de l'Hôpital Tarbes-Lourdes (Source : Note PV, Inddigo 2025)*

1.3. DESCRIPTION DE L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

Cette description de l'état initial s'appuie sur le diagnostic le plus récent des émissions de gaz à effet de serre pour la communauté d'agglomération Tarbes-Lourdes-Pyrénées où se situe le projet. Ces données sont issues de l'utilitaire TerriSTORY, produit par l'ORCEO et dont les dernières données datent de 2022. Les émissions totales du territoire sont de **509 ktCO_2eq** pour l'année 2022 et selon la répartition suivante :

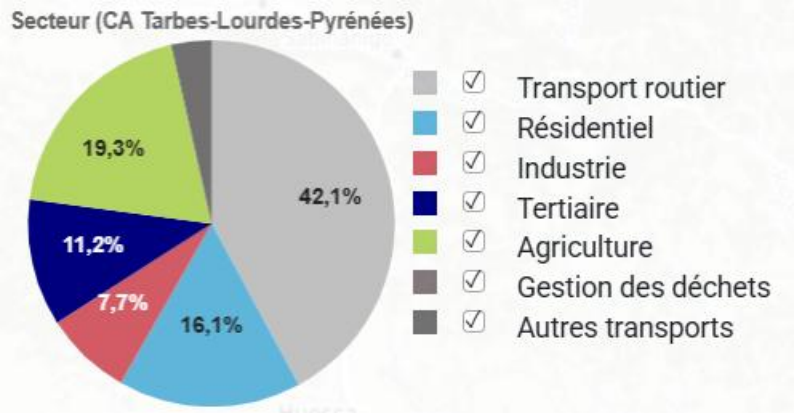


***Figure 2** Répartition des émissions de GES par secteur pour la Communauté d'Agglomération Tarbes-Lourdes-Pyrénées (Source : TerriSTORY, ORCEO, 2025)*

1.4. CONTEXTE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE

La réalisation d'un diagnostic des émissions de gaz à effet de serre, première étape d'une stratégie de réduction des émissions des GES, peut faire appel à plusieurs méthodologies de calcul : « l'approche source » et « l'approche produit ».

La présente étude s'appuie sur la méthodologie Bilan Carbone® couplée, en amont, à une approche source basée sur les différentes phases du projet.

« Mesure » ou « Estimation »

Pour une question de coûts, il n'est pas envisageable de mesurer directement les émissions de GES, résultats d'une action donnée. En effet, mesurer avec précision les émissions supposerait de poser des capteurs sur tous les pots d'échappement des véhicules, et d'intégrer sur chaque système en fonctionnement des outils de mesures dynamiques.

La seule manière de procéder est alors d'estimer ces émissions en les obtenant à partir d'autres données. La méthode utilisée par Artelia est la méthode Bilan Carbone©, développée par l'ADEME. Cette méthode permet de convertir un ensemble de données collectées directement sur le projet, en termes d'émissions de GES grâce à des facteurs d'émissions (exprimés en équivalent CO_2).

Par ailleurs, comme l'essentiel de la méthode est basé sur des facteurs d'émission moyens, cette méthode a pour vocation première de fournir **des ordres de grandeur**. Cela n'empêche pas d'en tirer des conclusions pratiques pour la mise en place d'actions.

La méthode de diagnostic utilisée consiste à analyser l'ensemble des flux physiques (flux de personnes, d'objets, d'énergies, de matières premières, etc.) qui concerne le projet, et de leur faire correspondre les émissions de GES qu'ils génèrent.

La plupart des informations et données utilisées dans l'étude est issue du dossier d'études de l'étude d'impact du projet et de ses données d'entrée. L'objectif était d'étudier les données issues de chaque phase principale du projet, puis les agréger pour obtenir des résultats d'émissions de GES à l'échelle du projet global. Les données obtenues et/ou modélisées ont alors été traitées et converties en émissions de GES à partir des facteurs d'émissions issus de la méthode Bilan Carbone version 8.

1.5. RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES UTILISEES

Les sources bibliographiques utilisées pour la réalisation de la présente étude sont listées ci-dessous :

- Outil Bilan Carbone® version 8, Association Bilan Carbone, 2021
- Base de données EcoInvent 3.10.1, 2024
- Documentation Base Carbone, https://base-empreinte.ademe.fr/documentation/base-carbone, 2025
- Le Hub des prescripteurs Bas Carbone, Institut Français pour la performance du bâtiment (IFPEB), 2020
- Rapport AR5, GIEC, 2013
- Recommandations pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des projets routiers, CEREMA, 20201
- Note PV Phase APS3, Inddigo, 2025
- Notice Environnementale Phase APD, 2024

2. PERIMETRE DU DIAGNOSTIC

2.1. POSTES EVALUES

Les émissions de GES des phases **de construction (chantier) et d'exploitation** ont été prises en compte dans notre évaluation. Le périmètre de l'étude comprend l'ensemble des travaux de création d'infrastructure et d'aménagement.

Ci-dessous des schémas permettent de représenter et de visualiser les différents flux ayant un impact potentiel en matière d'émissions GES, ainsi que les postes d'émissions de la méthodologie d'évaluation des émissions de GES associés (en orange).

- **Pour la phase amont du chantier**

Nous évaluerons ici les émissions de gaz à effet de serre qui pourraient être consécutives au changement d'affectation des sols de la zone (dans notre cas l'emprise du projet à terme). En effet, il s'agit ici des émissions dues au stockage ou au déstockage du carbone contenu dans les sols et la végétation.

- **Pour la phase chantier**

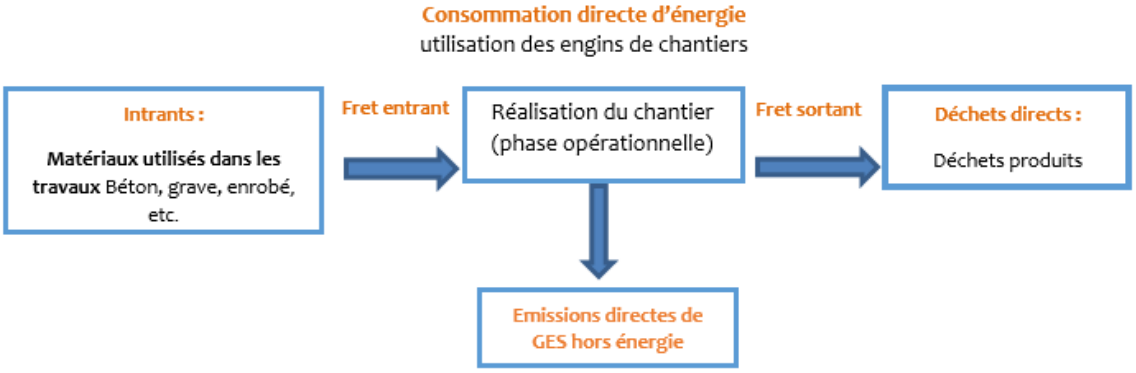


***Figure 3** Postes d'émissions proposés pour le projet, phase chantier*

- **Pour la phase exploitation**

  Une fois le projet construit, le calcul des émissions est établi sur les émissions générées par l'exploitation du projet. Pour cette phase, les émissions ou réductions d'émissions considérées sont celles générées par le report modal associé à la zone d'étude. Par rapport à la durée de vie du projet, les émissions de cette phase d'exploitation sont calculées pour une durée de 20 ans à partir de la fin de la phase chantier du projet.

2.2. ELEMENTS NON PRIS EN COMPTE

Les travaux ci-dessous n'ont pas été pris en compte dans la comptabilisation des émissions de GES. En effet, les poids relatifs de ces travaux ont été jugés comme n'étant pas suffisamment significatifs d'un point de vue des émissions GES. Les émissions pouvant en résulter ne sont à cet égard pas de nature à changer les ordres de grandeur dégagés par cette évaluation :

- Travaux d'installation de chantier (panneau, encadrement, sécurité, etc.), poids relatif peu important dans l'évaluation prévisionnelle GES
- Les déplacements domicile - chantier des employés nécessaires pour la construction

2.3. CALCUL DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

2.3.1. Unité de mesure des GES

Pour rappel, il existe plusieurs gaz à effet de serre dont la nocivité est différente. Afin de comparer l'impact de ces différents gaz à effet de serre (GES), le GIEC a défini le Potentiel de Réchauffement Global (PRG). Cet indice exprime la contribution au réchauffement climatique d'une certaine quantité de gaz à effet de serre sur une période définie de 100 ans par rapport à celle du CO_2.

Cela permet, plutôt que de mesurer les émissions de chaque gaz à effet de serre d'utiliser une unité commune : l'équivalent CO_2 ($eqCO_2$). L'équivalent CO_2 est l'unité créée par le GIEC pour comparer les impacts de ces différents GES en matière de réchauffement climatique et pouvoir cumuler leurs émissions.

L'équivalent CO_2 des différents gaz à effet de serre se mesure relativement au principal d'entre eux, le dioxyde de carbone. Concrètement, l'équivalent CO_2 consiste à attribuer un PRG différent pour chaque gaz. C'est cet indicateur qui permet de regrouper sous une seule valeur l'effet additionné de tous les GES contribuant à l'effet de serre. De plus, les facteurs d'émission susceptibles d'être utilisés dans le cadre de cette mission ne disposent pas toujours de la distinction des émissions par type de gaz à effet de serre, ce qui justifie davantage ce choix.

Le tableau suivant présente quelques PRG de divers GES publiés dans le rapport AR5 du GIEC en 2013.

Gaz	PRG sur 100 ans
Dioxyde de carbone – CO_2	1
Méthane – CH_4	30
Protoxyde d'azote – N_2O	265
PFC-14 (Tétrafluorure de carbone)	6 630
HFC-23 (Trifluorométhane)	12 400
Hexafluorure de soufre	23 500

Tableau 1 *Valeurs du pourvoir calorifique de réchauffement selon le gaz à effet de serre considéré (Source : AR5, GIECC, 2013)*

Au sein du présent rapport, il convient de préciser que l'unité qui sera utilisée afin de calculer les émissions GES du projet sera la tonne équivalent CO_2 (tCO_2eq).

2.3.2. Méthodologie de calcul

La méthode de diagnostic utilisée consiste à analyser l'ensemble des flux physiques (flux de personnes, d'objets, d'énergies, de matières premières, etc.) qui concerne le projet, et de leur faire correspondre un facteur d'émission correspondant, qui va représenter les émissions de CO_2eq par unité de flux.

Le calcul des émissions GES du projet consiste donc à associer à chaque activité le facteur d'émissions correspondant.

$$Emissions\ de\ GES\ = données\ d'activité * facteur\ d'émission$$

En tCO_2eq | En tonne par exemple | En tCO_2eq/ quantité

La méthodologie Bilan Carbone® définit **sept postes d'émissions principaux.**

Pour la phase chantier cette évaluation se focalise uniquement **sur cinq postes principaux**. En effet les postes Immobilisations et Déplacements ont pu être négligés dans le cadre de ces travaux. Le poste Immobilisation correspond à l'impact dû à la fabrication des engins de chantier utilisés sur le chantier notamment. Ce poste étant difficilement évaluable, la nature des engins utilisés étant variés et les émissions associées aux engins étant majoritairement dues à leur consommation de carburant, il a été choisi de le négliger. Pour le poste Déplacement, celui-ci correspond aux déplacements des ouvriers dans le cadre du chantier. Ce poste étant difficile à évaluer et d'expérience très faible, nous le négligerons également. Les résultats seront présentés en différenciant ces postes :

- **Hors-Energie** > Emissions relatives au changement d'affectation des sols
- **Energie** > Emissions relatives aux combustibles et à l'électricité utilisés pour le fonctionnement des grues et des engins de chantier
- **Intrants** > Emissions relatives aux matériaux utilisés pour la construction du projet : béton, acier, CVC, CFO, CFA grave, enrobé, PVC…
- **Fret** > Emissions relatives au transport de marchandises entrant (intrants) et sortant (évacuation déblais, …)
- **Déchets** > Terres excavés non réutilisées in situ

Pour la phase d'exploitation, les postes suivants sont pris en compte :

- **Consommations énergétiques** > Consommations d'électricité
- **Maintenance des systèmes de climatisation** > Consommations de fluides frigorigènes

L'évaluation carbone établie dans le cadre de cette mission est réalisée **en prenant bien en compte les 3 scopes d'émission définis initialement par la loi Grenelle** :

- **Scope 1,** les émissions directes de GES : émissions de GES de sources de gaz à effet de serre, fixes ou mobiles (voiture, bâtiments, entrepôts, etc.) contrôlées par l'entreprise.
- **Scope 2,** les émissions indirectes de GES associées à l'énergie : émissions provenant de la production de l'électricité, de la chaleur ou de la vapeur importée et consommée par l'entreprise pour ses activités.
- **Scope 3,** les autres émissions indirectes de GES : déchets (transport et traitement), fabrication et approvisionnement des intrants (matières et matériaux entrants nécessaires à la construction).

2.3.3. Incertitudes

Chaque calcul d'émission de GES dispose de sa propre incertitude. Cette incertitude par calcul élémentaire combine l'incertitude **estimée sur le facteur d'émission, et l'incertitude estimée sur les données d'activité retenues** pour le calcul.

Dans l'hypothèse d'une distribution gaussienne (normale) des incertitudes et en se basant sur le principe de la propagation des incertitudes, l'incertitude totale Ui de l'activité provenant de la combinaison d'un facteur d'émission et d'une donnée d'activité (liée à une multiplication) se calcule à partir de la formule suivante :

$$U_i = \sqrt{U_{DA}^2 + U_{FE}^2}$$

U_{DA} est le pourcentage d'incertitude associé à la donnée d'activité (DA) ;
U_{FE} est le pourcentage d'incertitude associé au facteur d'émission (FE).

Le projet global est constitué de plusieurs postes d'émission dont les incertitudes liées aux activités s'additionnent. Les incertitudes par poste d'émission, ensemble, déterminent l'incertitude globale des émissions de GES du projet. L'incertitude totale associée à une addition se calcule à partir de la formule suivante :

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 . x_1)^2 + (U_2 . x_2)^2 + \cdots + (U_n . x_n)^2}}{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}$$

Où :

U_{total} est le pourcentage d'incertitude associé à la somme des émissions X_i ;
X_i sont les émissions additionnées des activités ;
U_i sont les incertitudes associées à chacune des émissions X_i.

Cette approche est conforme aux recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion de l'incertitude, et est appliquée dans l'outil Bilan Carbone® de l'ADEME.

Par rapport aux données d'activités mises à disposition, ces dernières ont été considérées en deux catégories pour les incertitudes :

- **15% | Faible** - pour une donnée étant issue d'une source fiable et n'ayant pas eu à être recalculée
- **30% | Moyenne** - pour une donnée ayant été estimée avec une représentativité moyenne ou recalculée par conversion (par exemple : calcul du tonnage d'acier à partir des équipements et éléments des lots techniques mis en œuvre) ; c'est cette fourchette d'incertitude qui a été majoritairement appliquée ;

Concernant les facteurs d'émission, chaque facteur dispose de sa propre incertitude, qui est définie directement au sein du tableur bilan carbone de l'ADEME.

3. BILAN DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

3.1. PHASE CHANTIER

Cette partie récapitule les principaux résultats issus des postes d'émissions étudiés.

3.1.1. Bilan global

Le projet est responsable d'environ **43 700 tCO_2eq pour la phase Construction.**

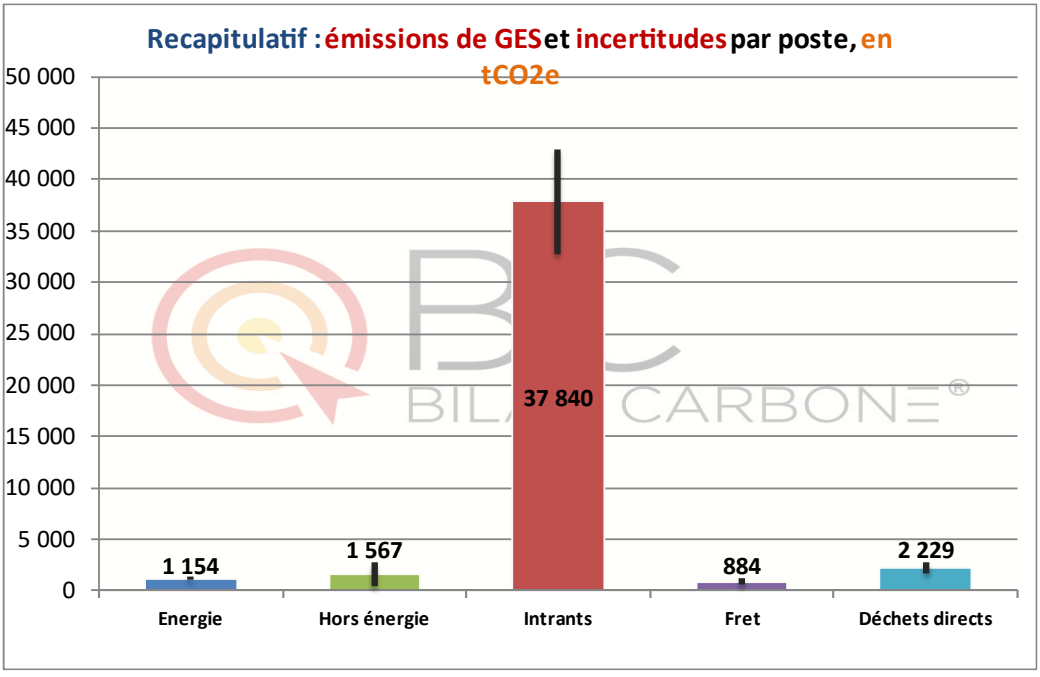
Ce résultat est présenté **avec une incertitude associée de +/- 5 250 tCO_2eq** (environ 12 % du total des émissions estimées, d'après le calcul d'incertitude présenté au paragraphe 2.3.3). Cette incertitude peut être interprétée de la manière suivante « la construction du projet a une probabilité de 95% de rentrer dans cette fourchette d'émissions de GES : 38 450 tCO_2eq < Emissions de GES < 48 950 tCO_2eq ».

La répartition de ces émissions est présentée dans le graphique suivant entre les postes « Energie », « Hors-Energie », « Intrants », « Fret », « Déplacements » et « Déchets directs ».

Le **poste le plus contributif est « Intrants », qui correspond aux matériaux utilisés,** avec près de **37 850 tCO_2eq** (**87 %** du montant total des émissions des GES identifiées).

Arrive en seconde position **le poste Déchets directs**, qui sont les émissions liées **au traitement des matériaux sortants** (avec près de **2 230 tCO_2eq,** soit **5 %** des émissions de GES identifiées).

Les **autres postes restent moins contributifs** : « Hors Energie » qui concerne les changements d'affectation des sols (1 600 tCO_2eq, soit 3,5 % du total des émissions), « Fret » (880 tCO_2eq, soit un peu moins de 2 % du total des émissions) et « Energie » qui concerne les consommations énergétiques du chantier (1 150 tCO_2eq, soit un peu plus de 2,5 % du total des émissions).



Incertitudes associées au profil GES*

- **Energie : 15 %**
- **Hors Energie : 72%**
- **Intrants : 13 %**
- **Fret : 40 %**
- **Déchets directs : 26 %**

* Dans le tableur Bilan Carbone, chaque résultat de calcul dispose de sa propre incertitude qui combine celle estimée sur le facteur d'émission et celle estimée sur la donnée d'activité.

Figure 4 *Répartition des émissions de GES (en %) en fonction des postes d'émission pour la phase Construction, ARTELIA, Octobre 2025*

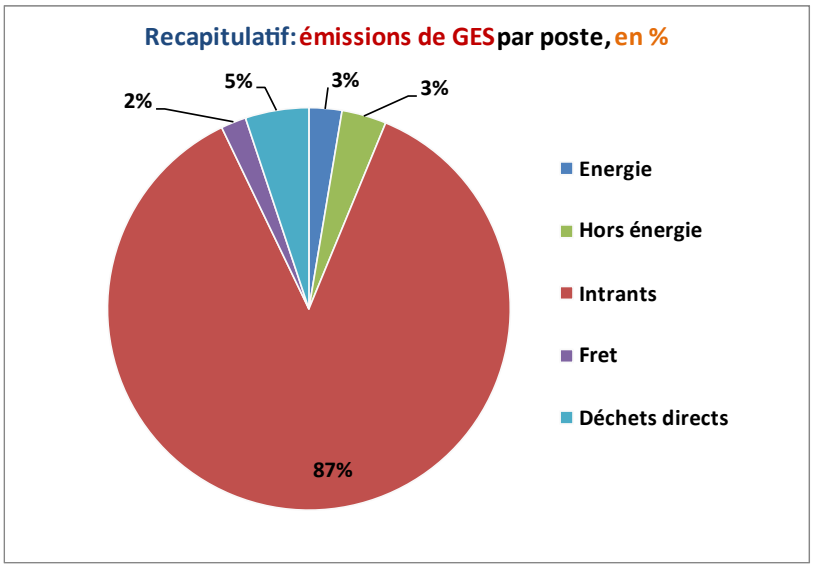


Figure 5 *Répartition des émissions de GES (en %) en fonction des postes d'émission pour la phase de Construction, ARTELIA, Octobre 2025*

3.1.2. Bilan par postes d'émissions

3.1.2.1. Intrants

Ce poste est lié aux **matériaux entrants (environ 37 850 tCO_2eq – 87 % du montant total des émissions des GES identifiées sur la phase de chantier).**

Il s'agit ici des émissions liées **à la fabrication des différents matériaux de construction nécessaires à la réalisation du chantier.**

Pour comptabiliser les émissions GES générées par ces matériaux, un tableur de données d'entrée des matériaux principaux à renseigner a été complété par nos équipes. Les données récoltées ont ensuite été exploitées via le tableur Bilan Carbone© afin d'obtenir les émissions carbone associées.

Il s'agit pour rappel du principal poste émetteur de GES sur la phase Construction du projet. C'est pourquoi il est proposé dans la suite du rapport, une présentation des différents types de matériaux et leurs impacts GES. Pour chaque type de matériau seront indiqués sa correspondance avec les grands postes du projet, les quantités agrégées, les facteurs d'émissions et les résultats en tCO_2eq.

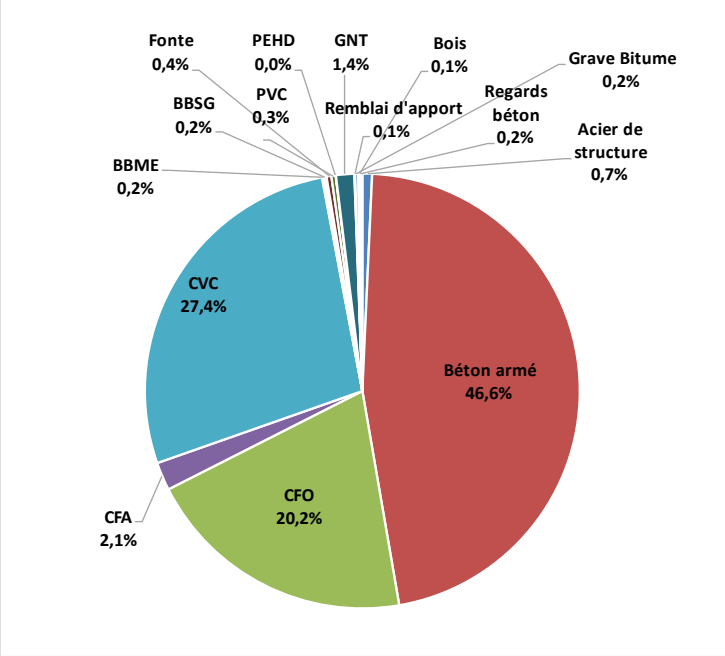


***Figure 6** Répartition des émissions de GES du poste Intrants (En %), Artelia, Octobre 2025*

Béton armé

Le béton est principalement constitué de ciment, de granulats, d'eau et potentiellement d'adjuvants. Pour la production d'un béton utilisant du ciment traditionnel (ciment portland pris en compte dans l'outil Bilan Carbone), l'impact carbone du béton est principalement dû à celui du ciment. Dans le cas du projet, le béton utilisé est du béton armé dont les armatures en acier augmentent l'impact carbone.

Résultats :

Localisation	Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission (kgCO_2eq par unité)	Total CO_2eq (en tonnes)
Fondations superficielles	Béton armé	t	1 978	155 kgCO_2eq/t	**307**
Casque de fondations sur pieux		t	6 123		**949**
Longrines		t	614		**95**
Dallage			1 146		**178**
Voiles			33 741		**5 230**
Plancher prédalle			58 659		**9 092**
Poteaux			3 404		**527**
Poutres			8 016		**1 242**
				TOTAL	**17 620 t**

En comptabilisant le ciment seul, les émissions GES sont de l'ordre de **17 600 tCO_2eq,** soit un peu moins **de 40,3 % du montant global pour le projet.**

Métaux

Le projet utilise deux types de métaux, de l'**acier** pour la structure, ainsi que de la **fonte** pour certaines canalisations.

Hypothèses de calcul :

L'acier recyclé peut être utilisé dans les mêmes conditions que l'acier produit à partir de minerai. Ce métal est en effet traité dans des entreprises spécialisées, pour être transformé en objets qui font intégralement partie de notre quotidien. On retrouve ainsi cet **acier recyclé** dans les boîtes de conserves et les canettes, mais aussi dans les appareils ménagers. De même, **le taux d'acier recyclé dans les armatures pour béton peut être particulièrement élevé**.

En France, 40% de la production d'acier provient du recyclage de ferrailles récupérées.[1] Nous avons donc choisi d'utiliser ce taux de recyclage comme base pour nos calculs.

Les facteurs d'émission en attestent : l'emploi d'acier neuf génère 2 210 $kgCO_2eq$/tonne tandis que l'emploi d'acier recyclé génère seulement 938 $kgCO_2eq$/tonne, soit une réduction considérable de 58% des émissions GES. L'emploi d'acier recyclé est donc fortement préconisé lorsqu'elle est possible.

Pour ce qui est de la fonte, le facteur d'émissions choisi est issu de la base ACV EcoInvent 3.10.1, qui prend en compte la production moyenne de fonte en Europe.

Résultats :

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission ($kgCO_2eq$ par unité)	Total CO_2eq (en tonnes)
Acier de structure	t	160 (40% issu du recyclé)	Acier neuf : 2210 $kgCO_2eq$/tonne Acier recyclé : 938 $kgCO_2eq$/tonne Fonte : 1 628 kgCO2eq/tonne	**272**
Canalisation en fonte	t	113,3 (40% issu du recyclé)		**135**
			TOTAL	**407 t**

Les émissions GES identifiées sont de l'ordre de **400 tCO_2eq,** soit environ **0,9 % du montant global pour le projet.**

Plastiques

La filière plastique est caractérisée par une importante variété de résines ou polymères, dont les 5 principales sont : le polyéthylène (PE, qui peut se diviser en PE haute ou basse densité, PEHD ou PELD/PEBD), le polypropylène (PP), le polystyrène (PS), le polychlorure de vinyle (PVC) et le poly téréphtalate d'éthylène (PET). Chacune de ces résines nécessite une filière de recyclage spécifique.

Dans ce projet, du PVC et du PEHD sont utilisés pour les canalisations et les fourreaux des réseaux électriques.

Résultats :

Localisation	Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission ($kgCO_2eq$ par unité)	Total CO_2eq (en tonnes)
PVC	Tube PVC	ml	470	PVC DN200 5 $kgCO_2eq$/ml	**2,3**

[1] Source : https://www.senat.fr/rap/r18-649-1/r18-649-121.html

	Fourreau	ml	5 770	Fourreau PVC DN100 4 kgCO_2eq/ml	**21**
	Canalisation DN200	ml	8 800	PVC DN200 11 kgCO_2eq/ml	**97,7**
PEHD	Canalisation PEHD	ml	640	Canalisation PEHD 11 kgCO_2eq/ml	**7**
				TOTAL	**128 t**

Les émissions GES identifiées sont de l'ordre de **130 tCO_2eq,** soit un peu moins **de 0,3 % du montant global pour le projet.**

Remblais d'apport

Le projet utilise du remblai d'apport, en plus des 50% des déblais réutilisés in situ comme remblais. Il est aussi pris en compte ici les utilisations de grave non traitée ; notamment pour la voirie.

Résultats :

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission (kgCO_2eq par unité)	Total CO_2eq (en tonnes)
Remblai d'apport	t	5 090	4 kgCO_2eq/t	**20**
Grave Non Traitée	t	35 360	14,5 kgCO_2eq/t	**513**
			TOTAL	**533 t**

Les émissions GES sont de l'ordre de **530 tCO_2eq,** soit un peu moins **de 1,2 % du montant global pour le projet.**

Enrobés

La loi de transition énergétique pour la croissance verte fixe des objectifs ambitieux d'utilisation des matériaux recyclés dans le cadre des travaux routiers. La réussite de ces objectifs implique néanmoins plusieurs paramètres à prendre en compte par les maîtres d'ouvrage tels que les stocks de matériaux inertes disponibles sur leurs territoires ainsi que la qualité de ces matériaux.

La loi fixe les objectifs suivants :

- à partir de 2020, en entretien ou construction, le réemploi des agrégats avec les taux de recyclage suivants : à minima 20% en masse des matériaux dans les couches de surfaces et 30% dans les couches d'assises

Les facteurs d'émissions présentés ci-dessous correspondent donc à ces valeurs.

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission (kgCO_2eq par unité)	Total CO_2eq (en tonnes)
BBME	t	1 067	Enrobé à modulé élevé 55,1 kgCO_2eq/tonne	**59**
BBSG	t	1 590	Enrobé bitumineux 20% issu de recyclage 43,7 kgCO_2eq/tonne	**68**
Grave Bitume	t	1 892	Grave Bitume 46,5 kgCO_2eq/tonne	**88**
			TOTAL	**215 t**

Les émissions GES identifiées sont de l'ordre de **215 tCO_2eq,** soit un peu moins **de 0,5 % du montant global pour le projet**

Lots forfaitaires

Les postes CFO, CFA et CVC du projet ont été pris en compte en utilisant des ratio issu de la base ACV INIES, n'ayant pas de détail permettant leur intégration d'une autre manière. La surface utile prise en compte est celle utilisée dans l'étude d'approvisionnement énergétique.

Résultats :

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission ($kgCO_2eq$ par unité)	Total CO_2eq (en tonnes)
CFO	m²	66 042	CFO 116 $kgCO_2eq/m^2$	**7 661**
CFA	m²	66 042	CFA 12 $kgCO_2eq/m^2$	**792**
CVC	m²	66 042	CVC 157 $kgCO_2eq/m^2$	**10 369**
			TOTAL	**18 822 t**

Les émissions GES identifiées pour tous les lots forfaitaires sont de l'ordre de **18 800 tCO_2eq,** soit environ de **43,1 % du montant global pour le projet.**

3.1.2.2. Fret

Le poste Fret correspond à l'approvisionnement sur le chantier de l'ensemble des matériaux nécessaires pour le chantier, et dont la fabrication a été comptabilisée au sein du poste Intrants.

Méthodologie de calcul :

La méthodologie employée pour le calcul des émissions est de repartir du tonnage de matériaux équivalents, auquel est associé un type de véhicule pour leur transport. Dans le cadre de ce projet, ne connaissant pas précisément la provenance des matériaux, les hypothèses suivantes ont été posées :

- Existence de fournisseurs locaux pour les principaux matériaux utilisés (Rayon de 20km)

Le détail pour chaque ensemble de matériaux est précisé ci-dessous.

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- **Fret entrant** :
  - **Béton, Acier, Fonte et plastiques**

    Type véhicule : Rigide 26 à 32 t

    Distance : 20 km
  - **Remblai**

    Type véhicule : Rigide 26 à 32 t

    Distance : 20 km

- **Fret sortant** :
  - **Déblais non réutilisé ou stocké**

    Type véhicule : Rigide 26 à 32 t

    Distance : 30 km

Les émissions liées aux transports des matériaux sont d'environ 880 tCO_2eq – 2 % du montant total des émissions des GES identifiées sur la phase Construction.

3.1.2.3. Energie

Hypothèses de calcul

Dans ce projet, les travaux de terrassement représentent une consommation énergétique importante, par l'utilisation d'engins de chantier fonctionnant au gazole non routier. A ce stade de l'étude, les données relatives à l'utilisation de ces engins n'étaient toutefois pas disponibles au détail, des hypothèses issues de la méthode de calcul simplifié proposée par le label E+C- ont été utilisées.

La consommation d'électricité des grues a également été estimée à l'aide de la méthode de calcul simplifié proposée par le label E+C-.

Libellé	Quantité
Nombre de mois d'été avec grue	7 mois
Nombre de mois d'hiver avec grue	15 mois
Nombre de mois d'été sans grue	7 mois
Nombre de mois d'hiver sans grue	15 mois
Terres excavées	356 200 m^3

Résultats :

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission ($kgCO_2eq$ par unité)	Total CO_2eq (en tonnes)
Gazole non routier	l	353 000	3,159 $kgCO_2eq/l$	**1 115**
Electricité, Mix moyen France	kWh	557 000	0,052 $kgCO_2eq/kWh$	**29**
			TOTAL	**1 154 t**

Les émissions liées aux consommations énergétiques directes sur le chantier sont d'environ 1 150 tCO_2eq (soit près de 2,6 % du montant total des émissions de GES identifiées sur la phase).

3.1.2.4. Déchets

Le projet nécessite l'extraction de déblais, dont 80% est réutilisé sur site. Les 20% restants sont considérés comme envoyés en filière de traitement, pour stockage ou réutilisation ultérieure.

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission ($kgCO_2eq$ par unité)	Total CO_2eq (en tonnes)
Déchets inerte en mélange	t	171 464	13 $kgCO_2eq/t$	**2 229**
			TOTAL	**2 229 t**

Le traitement des déchets issus du chantier sont estimés à environ 2 230 tCO_2eq (Soit un peu plus de 5,2% du montant total des émissions de GES identifiées sur la phase).

3.1.2.5. Hors-Energie

Ce poste est lié à **l'artificialisation des sols (environ 1 570 tCO_2eq – 3,6 % du montant total des émissions des GES identifiées sur la phase de chantier).**

Les changements d'affection des sols modifient les stocks de carbone contenus dans les sols. Il peut en résulter soit une émission de CO_2, soit une captation de CO_2.

Dans le cadre du projet, le changement d'affectation des sols aura pour effet de générer des émissions GES.

Conformément à la méthode Bilan Carbone, 4 principales typologies de sols ont été étudiées du point de vue des mutations des sols :

- Forêts
- Cultures
- Prairies
- Espaces artificialisés

A noter que les espaces artificialisés se divisent par ailleurs en deux types : les sols ''imperméabilisés'' et les sols ''non imperméabilisés'' (ceux-ci incluant les espaces verts, etc.).

Dans le cas d'une imperméabilisation des sols (construction de voirie, bâtiment, parking, voies…) la méthode applique par défaut une émission à hauteur du stock total de carbone contenu dans le sol. Le déstockage de GES se fait en une seule fois lorsque le sol est artificialisé. Les valeurs issues de la base carbone ADEME sont donc pour les prairies et les forêts de 290 tCO_2/ha.

Résultats :

Description	Unité	Quantité	Facteur d'émission (tCO_2eq par unité)	Total CO_2eq (en tonnes)
Prairie => Sols imperméabilisés	ha	5,4	290	**1 567 t**
			TOTAL	**1 567 t**

3.2. PHASE EXPLOITATION

Ont été évaluées ici les **émissions associées à la consommation d'électricité et de fluides frigorigènes** lors de l'exploitation du projet sur sa durée de vie.

3.2.1. Consommations d'électricité

Le projet nécessite la consommation d'électricité pour son fonctionnement ainsi que pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire. Ces consommations ont été estimées dans la note STD de la phase APD en 2024

Description	Unité	Quantité	Facteur d'émission (tCO_2eq par unité)	Total CO_2eq (en tonnes/an)
Chauffage	kWh/an	1 570 352	0,052 $kgCO_2eq/kWh$	**81,5**
Rafraichissement		152 990		**7,9**
Déshumidification		49 630		**2,6**
Auxiliaires de production/distribution		269 623		**14,0**
ECS		130 610		**6,8**
Auxiliaires de ventilation		6 019 951		**312,4**
Eclairage		1 411 775		**73,3**
Equipement		1 050 326		**54,5**
			TOTAL	**553 t/an**

Les consommations électriques de l'installation entraînent des émissions de gaz à effet de serre d'environ **553 tCO_2eq/an** pour son fonctionnement.

3.2.2. Consommations de fluides frigorigènes

Les groupes froid utilisés dans le cadre de l'exploitation du centre hospitalier pour la climatisation entrainent une consommation de fluides frigorigènes (Recharges nécessaires lors de l'entretien des installations). Dans le cas du centre hospitalier, le fluide utilisé est du R545B dont le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) est de 466 $kgCO_2eq/kg$.

Description	Unité	Quantité	Facteur d'émission (tCO_2eq par unité)	Total CO_2eq (en tonnes/an)
Consommation de fluide frigorigène	kg/an	1 150	466 $kgCO_2eq/MWh$	**536**
			TOTAL	**536 t/an**

On arrive donc à des émissions de GES annuelles du projet estimées à **1 100 tCO_2eq/an**, soit environ **22 000 tCO_2eq au bout de 20 ans d'exploitation.**

4. CONCLUSION

Le projet évalué ici constitue un investissement carbone pour la mise en place du projet et ensuite pour son fonctionnement, par la consommation d'électricité et de fluides frigorigènes. Les nouveaux aménagements ont pour but de permettre au département des Hautes-Pyrénées de disposer d'un hôpital moderne bien dimensionné localement.

Comme cela a été présenté, le béton et les lots forfaitaires sont les éléments principaux responsables des émissions GES du poste Intrants. Des actions ont déjà été envisagés afin de réduire l'impact de ces postes, tel que la réutilisation de déblais in situ, l'utilisation de bois de structure.

Le projet évalué ici constitue un **investissement carbone** par l'ampleur des travaux de construction et d'aménagement nécessaires. Le total des émissions de gaz à effet de serre pour **la construction du projet est ainsi d'environ 43 500 t CO_2eq**. En phase exploitation, les émissions de gaz à effet de serre sont évaluées à environ **1 100 tCO_2eq/an, soit 22 000 t au bout de 20 ans d'exploitation.** Ce nouveau centre hospitalier permettant de remplacer à terme les hôpitaux de Tarbes et de Lourdes, tous deux plus anciens. La construction de ce centre hospitalier permet donc d'éviter des émissions dues à la maintenance et à l'exploitation (Chauffage et climatisation surtout) de ces hôpitaux vieillissant et moins performants énergétiquement.

Il est important de prendre en compte que ce rapport prend en compte uniquement l'impact du point de vue des émissions de gaz à effet de serre. Il ne faut pas oublier que la construction du centre hospitalier est un enjeu important localement afin de répondre aux besoins de santé de la population.

5. PISTES D'AMELIORATION

Suite à l'évaluation des émissions GES du projet, quelques préconisations sont proposées afin d'assurer ce bilan et de réduire davantage les émissions de GES de ce projet. Il s'agit ici d'initier le champ des possibles afin de lancer des études complémentaires sur la mise en place de solutions qui mériteraient d'être étudiées. Il faut noter qu'elles seront à retravailler et à repréciser afin d'être intégrées dans les cahiers des charges des prestataires choisis pour mener les opérations.

- Pour réduire les émissions de la **phase Construction :**
  - Etudier la possibilité d'utiliser du « béton bas carbone », collecter des retours d'expérience provenant d'autres sites similaires sur la durabilité de ce type de béton. Le bilan carbone sera impacté par le choix du ciment pour la réalisation des bétons. Des ciments dits 'bas carbone' ou à minima utilisant une teneur en clinker plus faible permettrait d'abaisser significativement ce poste. Toutefois, la notion de béton bas carbone peut poser un problématique de performance / durée de vie sur certains ouvrages. En effet, celui-ci doit répondre en premier lieu aux contraintes du projet : classe de résistance, temps de prise, maitrise de mise en œuvre, robustesse sur le long terme. Devant l'importance de ce poste, il parait néanmoins intéressant de mener des campagnes de test sur ce type de béton sur les postes pouvant s'y prêter. Nous recommandons ainsi d'ajouter au cahier des charges des entreprises la recherche d'une solution bas carbone pour ces derniers.
  - S'assurer au maximum auprès des futures entreprises de travaux que les matériaux en acier proviennent de filières de recyclage reconnues, en visant un taux de recyclage élevé > 40%, notamment pour les aciers de ferraillage.
  - Dans la même logique, privilégier des matériaux présentant un faible impact environnemental, par exemple provenant de filières de recyclage (fonte, PVC, PEHD…)
  - Etude de la possibilité d'utiliser des matériaux de construction issus du réemploi, de la réutilisation ou du recyclage de déchets. Pour rappel, la loi de transition énergétique (LTECV - Titre IV - Article 79) oblige maintenant les collectivités territoriales à un réemploi des agrégats : à minima 20% dans les couches de surfaces et 30% dans les couches d'assises
  - Réduire au maximum les distances entre le chantier et les centres d'approvisionnement, ainsi que les distances des centres de revalorisation pour les déblais.
  - Inciter à la bonne performance et maintenance des véhicules et des engins utilisées pour le transport de matériaux.
  - Possibilité d'intervenir en amont en intégrant dans la grille de notation des offres des critères sur les émissions GES prévues par les entreprises dans le cadre des travaux, ou des actions déjà initiées (formations à l'éco-conduite, chartes/bonnes pratiques visant à éteindre le moteur des véhicules/engins lorsqu'ils ne sont pas utilisés, etc…).
- Pour réduire les émissions de la **phase Exploitation :**
  - Mise en place de panneaux photovoltaïques pour la production d'électricité. Cette mesure serait limitée d'un point de vue impact CO_2, le mix électrique étant déjà peu émetteur en France mais est tout de même envisageable.

GREEN & DIGITAL ENGINEERING

MAITRISE D'OUVRAGE

Centre Hospitalier de Bigorre
Etablissement Public de Santé
Bd de Lattre de Tassigny
BP 1330
65013 Tarbes Cedex 9

ASSISTANT MAITRE D'OUVRAGE

A2MO
2 rue Commandant Cousteau
33100 Bordeaux
05 56 67 21 40
bordeaux@a2mo.fr

OPÉRATION

RECONSTRUCTION DES HOPITAUX DE TARBES ET DE LOURDES



Note Technique
Confort d'été
Phase APD2

MAITRISE D'OEUVRE

ARCHITECTE MANDATAIRE **ARCHIPELAGO ARCHITECTS** Bd du Souverain 360 bte 7 – 1160 Bruxelles Tel +32 *(0)*2 486 74 00 Email brussels@archipelago.be	ARCHITECTE ASSOCIE **TLR ARCHITECTURE** 13 rue Roger Mirassou – 33800 Bordeaux Tel +33 5 57 59 04 70 Email contact@tlr-architecture.fr	ARCHITECTE ASSOCIE **CAMBORDE ARCHITECTES** 23 av. du Corps Franc Pommiès – 64320 Bizanos Tel +33 5 59 80 22 44 Email camborde-architectes.com
PAYSAGISTE **LAND'ACT** 72 quai des Chartrons – 33300 Bordeaux Tel +33 5 56 72 54 97 Email contact@land-act.fr	BET TCE **OTEIS** 20 chemin de la Cépière – 31100 Toulouse Tel +33 5 34 61 31 21 Email toulouse@oteis.fr	BET HQE **INDDIGO** 9 rue Paulin Talabot – 31100 Toulouse Tel +33 5 61 43 66 70 Email v.cavaillon@inddigo.com
BET ACOUSTIQUE **EMACOUSTIC** 6 rue des Tonneliers – 31700 Blagnac Tel +33 9 82 34 62 50 Email contact@emacoustic.fr	ECONOMISTE **AEC** 13 rue Roger Mirassou – 33800 Bordeaux Tel +33 5 56 33 95 00 Email contact@aec-ingenierie.fr	BIM MANAGEMENT **BIMaccess** Rte Suisse 8A – 1163 Etoy - Suisse Tel +41 79 580 41 66 Email contact@bimaccess.net

INDICE	DATE	OBJET	EMETTEUR	APPROBATEUR
00	26.06.2026	Création du document	SJY	SJY
01	07.10.2026	Mise à jour locaux concernés	IBE	IBE

TABLE DES MATIÈRES

1. GENERALITES 4

1.1 Préambule 4

2. ETUDES TECHNIQUES 4

3. PRODUCTION FRIGORIFIQUE 5

3.1 Installation de Production thermique 5

3.2 Fluide frigorigène 5

3.3 Critères environnementaux et performance énergétique 6

4. EMETTEURS 6

4.1 Chambres d'hospitalisation 6

4.2 Les boxs d'urgence 7

1. GENERALITES

1.1 PREAMBULE

La présente note a pour objectif de présenter les hypothèses et installations techniques prévues en cours de conception en phase APD2 pour le projet de la reconstruction des hôpitaux de TARBES et de LOURDES à LANNE *(65)*.

Il sera explicité le confort d'été atteint dans les locaux : chambres d'hospitalisation, box d'urgence, et autres locaux de soin, espaces d'attentes et locaux du personnel.
Cette note précisera le type de production de froid de confort prévu à ce stade des études et le type de terminal envisagé en lien avec les critères environnementaux.

Les hypothèses ont été établies en phase APD2 décembre 2025 et peuvent évoluer dans les phases ultérieures du projet.

Les critères de confort thermique d'été dans les chambres d'hospitalisation sont les suivants :
- **Température opérative de la chambre < 26°C, pour une température extérieure < 35°C ;**
- **Température opérative de la chambre < Text – 9°C, pour une température extérieure > 35°C.**

Les critères de confort thermique d'été dans les locaux de soin (urgences, maternité, réanimation, soins critiques), espaces d'attentes et locaux du personnel sont les suivants :
- **Température opérative à 26°C** (24°C en réanimation soins critiques) dans la limite de dimensionnement des équipements de production de froid : T°ext = 40°C extérieur.

2. ETUDES TECHNIQUES

La Simulation Thermique Dynamique (STD) joue un rôle fondamental et stratégique dans la conception technique d'un bâtiment et dans le choix de ses systèmes énergétiques.

La STD permet de modéliser le comportement thermique réel du bâtiment heure par heure en fonction de scénarios d'occupation précis, de l'orientation des façades, des apports internes (équipements, éclairage, métabolisme des occupants) et des caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment. Elle permet d'anticiper le changement climatique.

En effet dans le cadre de l'étude de ce projet, les simulations ont été réalisées à l'aide du logiciel Pléiades en utilisant un fichier **météo sévérisé en projection 2040 (scénario RCP 8.5, avec des températures maximales de +37°C)**.

La STD découpe le bâtiment en différentes zones thermiques et aérauliques homogènes selon leur usage et leur exposition, garantissant une analyse fine et adaptée à chaque typologie de local.

La STD est un outil d'arbitrage indispensable pour comparer l'efficacité de différentes solutions techniques avant leur mise en œuvre.

La STD permet de vérifier que les conditions intérieures à maintenir sont respectés, tout en minimisant les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre (GES).

3. PRODUCTION FRIGORIFIQUE

3.1 INSTALLATION DE PRODUCTION THERMIQUE

La production de froid du site est centralisée et s'appuie sur une conception thermodynamique performante.

Le dimensionnement a été réalisée selon les hypothèses de condition extérieures d'été suivantes :

- Température extérieure de base été : 40°C pour la production
- Humidité relative : 40%.

Les installations thermiques sont sélectionnées avec une surpuissance de 20 % par rapport aux résultats des calculs thermiques en hiver et en été.

Plusieurs équipements sont prévus :

- **Un ensemble de 7 pompes à chaleur réversibles air/eau** d'une puissance froide unitaire de 580 kW conçues pour la production d'eau glacée ou d'eau chaude. Le fonctionnement permute selon les saisons.

- **2 thermofrigopompes** d'une puissance froide unitaire de 600 kW.
  Les thermofrigopompes permettent une production d'eau chaude pour le chauffage et d'eau glacée simultanés toute l'année grâce à deux circuits d'eau complètement indépendants.

- **Production de secours :** Un groupe froid de secours air/eau de 450 kW est prévu pour sécuriser les locaux à risque (process médical, imagerie, serveurs, etc.). De plus, des attentes hydrauliques et électriques sont intégrées pour le raccordement temporaire d'un groupe froid mobile de secours de 900 kW en location.

Le régime d'eau glacée issu de cette production centrale d'eau glacée principale est 7/12°C.

Les deux groupes froids à récupération totale (thermofrigopompes) sont prioritaires. Les 7 autres groupes permuteront de la fonction chaud à la fonction froid en fonction des besoins.

3.2 FLUIDE FRIGORIGENE

Le fluide frigorigène R454B de ces équipements est à faible PRG (Pouvoir de Réchauffement Global) présentant un intérêt majeur sur le plan environnemental et sur le réchauffement climatique en cas de fuite.
Cela permet de réduire significativement l'empreinte carbone des installations de production de froid. Ces équipements s'inscrivent dans les exigences réglementaires actuelles et futures et contribuent à anticiper les évolutions normatives et à éviter des remplacements coûteux à moyen terme. L'utilisation de ces machines valorise également la démarche environnementale de l'établissement. Sur le plan technique, ces solutions restent performantes et compatibles avec les besoins de confort thermique.
Elles participent ainsi à une exploitation plus durable des installations énergétiques.

3.3 CRITERES ENVIRONNEMENTAUX ET PERFORMANCE ENERGETIQUE

Le choix des systèmes répond à une double exigence de confort d'été et de réduction drastique des consommations et des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) :

- **Réduction des besoins à la source (Conception bioclimatique) :** L'enveloppe thermique performante et l'orientation optimisée des façades (majorité des vitrages au Sud protégés par des débords de dalle et des Brise-Soleil) limitent les apports solaires en été. Les besoins de rafraîchissement restent ainsi très contenus à l'échelle du projet (**5,31 kWhEF/m².an**).
- **Valorisation de la chaleur fatale (Économie circulaire) :** Le couplage des thermofrigopompes permet de valoriser l'énergie rejetée par la production de froid pour couvrir simultanément les besoins de chaleur (post-déshumidification et ECS).
- **Fluides frigorigènes à faible impact :** L'utilisation du fluide R454B pour les thermofrigopompes et PAC s'inscrit directement dans la démarche de réduction des émissions de GES et de respect des critères environnementaux défini dans le programme du projet.

4. EMETTEURS

Selon le type de locaux les solutions techniques envisagées pour assurer le rafraîchissement diffèrent :

4.1 CHAMBRES D'HOSPITALISATION

Il est prévu la mise en œuvre de panneaux rayonnants réversibles permettant de traiter en chaud ou froid les locaux selon les besoins au cours des différentes saisons. Ces équipements intégrés dans les plafonds des chambres assurent le rafraîchissement actif des chambres selon les conditions intérieures définies au programme.
Les panneaux rayonnants réversibles constituent une solution particulièrement adaptée au rafraîchissement des chambres d'hôpital.
Ils assurent un confort thermique homogène en limitant les écarts de température et les sensations de courant d'air, essentielles pour les patients.
Le rafraîchissement par rayonnement permet d'abaisser la température ressentie sans soufflage d'air, réduisant ainsi les nuisances acoustiques.
Ce principe contribue également à limiter la mise en suspension de particules, favorable à la qualité de l'air intérieur.
La régulation est précise et compatible avec les exigences de différents services hospitaliers.
Le fonctionnement réversible optimise l'usage des installations en assurant également le chauffage en hiver.

Le complément de puissance de rafraîchissement sera produit par le soufflage d'air pré rafraichi issu du système de ventilation hygiénique des locaux (air neuf depuis les centrales de traitement d'air double flux équipés d'une batterie froide).



La STD réalisée montre que, avec la mise en œuvre de ces systèmes techniques dans les chambres, le critère de confort est atteint sur la quasi-totalité des chambres avec seulement quelques heures d'inconfort résiduelles < 20 heures par an dans les zones les plus exposées.

Ces résultats s'entendent avec des comportements adaptés des utilisateurs à savoir une utilisation raisonnée des Brise-Soleil Orientables, qui sont considérés baissés à 60% avec les lames à 45° de mai à fin septembre.

4.2 LES LOCAUX DE SOIN, ESPACES ATTENTE ET LOCAUX DU PERSONNEL

Les locaux de soin (urgences, maternité, réanimation, soins critiques,…), espaces d'attentes et locaux du personnel seront traités par un système actif de rafraichissement.

Il est prévu d'une façon générale des ventilo-convecteurs alimentés en eau glacée (régime d'eau glacée 7/12°C) associés à la ventilation avec le soufflage d'air pré rafraichi issu du système de ventilation hygiénique des locaux (air neuf depuis les centrales de traitement d'air double flux équipés d'une batterie froide).

Certains locaux du projet, notamment les chambres des services REA/USC et USIC/UNIV, seront traitées par des batteries terminales 4 tubes directement sur le réseau de ventilation hygiénique des locaux, afin de pouvoir répondre de façon plus adaptée aux consignes de températures particulières de ces locaux.

Les équipements sont positionnés dans les faux-plafond et la diffusion d'air rafraichi est réalisé par le biais de grille de soufflage et de reprise.



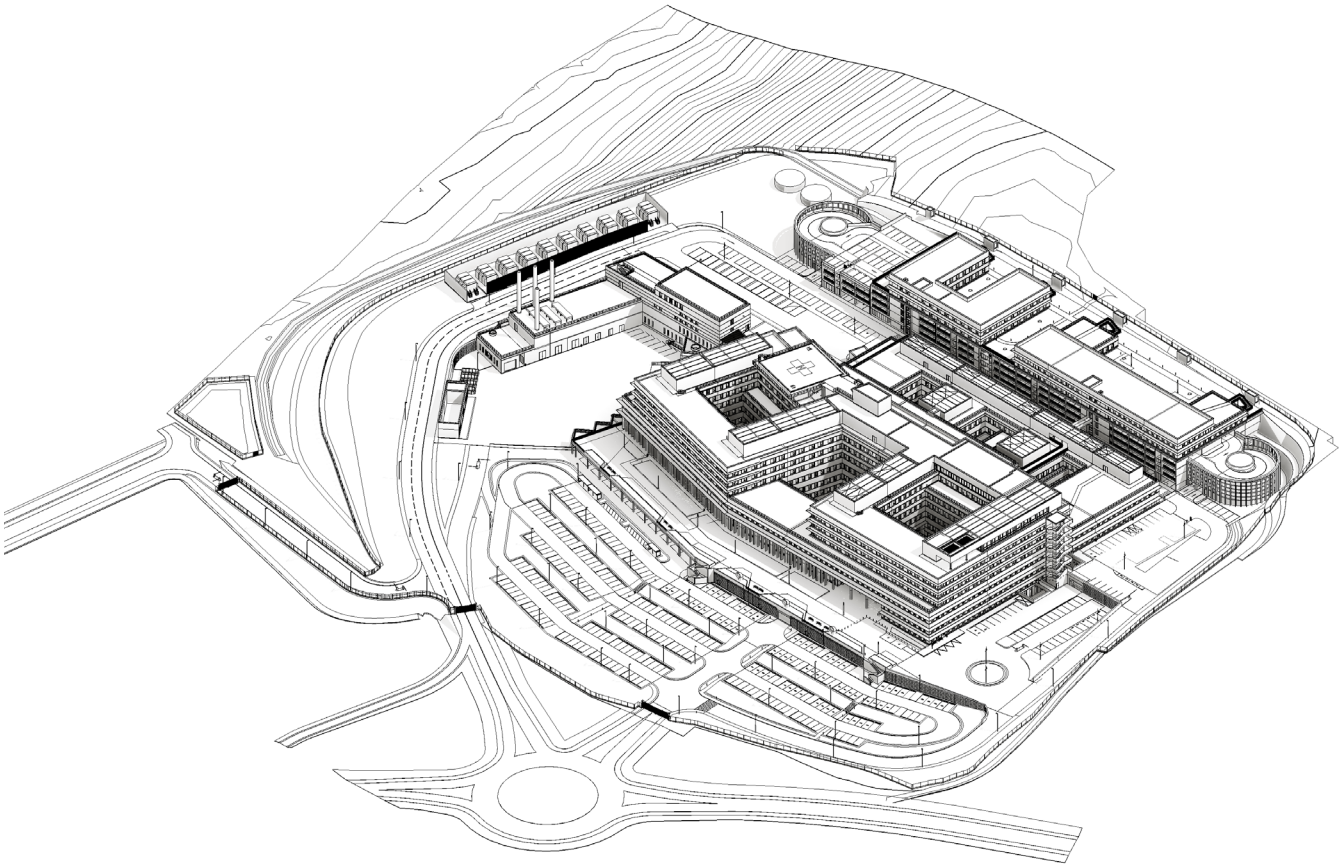
Les ventilo-convecteurs et les batteries terminales alimentés en eau glacée sont particulièrement adaptés pour assurer un rafraîchissement efficace et réactif.
Leur compacité facilite leur intégration dans des espaces contraints sans gêner l'activité médicale.

Ils permettent aussi une montée en puissance rapide en période de fortes chaleurs, essentielle en milieu hospitalier et permettent d'atteindre rapidement la température de consigne, garantissant des conditions de confort adaptées aux patients et au personnel.
Ces équipements contribuent à maintenir des températures stables malgré les apports internes importants (équipements, présence humaine).

Leur fonctionnement par soufflage d'air traité assure une bonne diffusion du froid dans des locaux à forte variabilité d'occupation et la régulation individuelle par pièce permet un ajustement précis selon les besoins spécifiques de chaque box.

Le niveau de confort d'été est ainsi maîtrisé, limitant l'inconfort thermique et garantit un environnement maîtrisé, compatible avec les exigences de qualité et de continuité de service des services.

RECONSTRUCTION DES HÔPITAUX DE TARBES ET DE LOURDES
SUR LE SITE DE LANNE



E2.22

Notice technique

STR - Note de calcul sous séisme générale - Rappel APD1

Phase APD2 - 03 Novembre 2025

GREEN & DIGITAL ENGINEERING

MAITRISE D'OUVRAGE

Centre Hospitalier de Bigorre
Etablissement Public de Santé
Bd de Lattre de Tassigny
BP 1330
65013 Tarbes Cedex 9

ASSISTANT MAITRE D'OUVRAGE

A2MO
2 rue Commandant Cousteau
33100 Bordeaux
05 56 67 21 40
bordeaux@a2mo.fr

OPÉRATION

RECONSTRUCTION DES HOPITAUX DE TARBES ET DE LOURDES



Note Calculs Sismique Générale

Phase APD2 - Lot Structure

MAITRISE D'OEUVRE

ARCHITECTE MANDATAIRE **ARCHIPELAGO ARCHITECTS** Bd du Souverain 360 bte 7 – 1160 Bruxelles Tel +32 (0)2 486 74 00 Email brussels@archipelago.be	ARCHITECTE ASSOCIE **TLR ARCHITECTURE** 13 rue Roger Mirassou – 33800 Bordeaux Tel +33 5 57 59 04 70 Email contact@tlr-architecture.fr	ARCHITECTE ASSOCIE **CAMBORDE ARCHITECTES** 23 av. du Corps Franc Pommiès – 64320 Bizanos Tel +33 5 59 80 22 44 Email camborde-architectes.com
PAYSAGISTE **LAND'ACT** 72 quai des Chartrons – 33300 Bordeaux Tel +33 5 56 72 54 97 Email contact@land-act.fr	BET TCE **OTEIS** 20 chemin de la Cépière – 31100 Toulouse Tel +33 5 34 61 31 21 Email toulouse@oteis.fr	BET HQE **INDDIGO** 9 rue Paulin Talabot – 31100 Toulouse Tel +33 5 61 43 66 70 Email v.cavaillon@inddigo.com
BET ACOUSTIQUE **EMACOUSTIC** 6 rue des Tonneliers – 31700 Blagnac Tel +33 9 82 34 62 50 Email contact@emacoustic.fr	ECONOMISTE **AEC** 13 rue Roger Mirassou – 33800 Bordeaux Tel +33 5 56 33 95 00 Email contact@aec-ingenierie.fr	BIM MANAGEMENT **BIMaccess** Rte Suisse 8A – 1163 Etoy - Suisse Tel +41 79 580 41 66 Email contact@bimaccess.net

INDICE	DATE	OBJET	EMETTEUR	APPROBATEUR
00	14.04.2023	Création du document	A.DAHBI / A.MICHAUD	C.REY
01	24.04.2024	MAJ	A.DAHBI / A.MICHAUD	C.REY
02	03.12.2025	Rediffusion note APD1 (ind. 01)	A.DAHBI / A.MICHAUD	J. PICOT

TABLE DES MATIÈRES

1. GENERALITES 5

1.1 Préambule 5
1.2 Principes Constructifs 5

1.2.1 Principes structurels 5

1.2.2 Principes de contreventement 5

2. HYPOTHESES 6

2.0 Contexte réglementaire 6

2.0.1 Règles de calculs 6

2.0.2 Fonctionnement 6

2.1 Actions sur les structures 9

2.1.1 Surcharges permanentes et exploitation 9

2.1.2 Actions sismiques 9

2.2 Géotechnique 11
2.3 Modélisation (Principes généraux) 12

2.3.1 Matériaux 12

2.3.2 Structure 12

2.3.3 Actions sismiques 14

2.3.4 Combinaisons Actions 14

2.3.5 Type d'analyse 15

2.3.6 Modes 15

3. ANALYSE SISMIQUE (BLOCS SUD) 16

3.1 Description 16
3.2 Modélisation (Spécificités) 18

3.2.1 Matériaux 18

3.2.2 Structure 18

3.2.3 Actions sismiques 19

3.2.4 Combinaison d'actions 19

3.2.5 Type d'analyse 19

3.2.6 Modes 19

3.3 Bloc BS8 20

3.3.1 Présentation 20

3.3.2 Analyse modale spectrale 20

3.3.3 Efforts réduits 21

3.3.4 Effets du second ordre P-Δ 22

3.3.5 Fondations 22

3.3.6 Déplacements 23

3.4 Bloc BS6 25

3.4.1 Présentation 25

3.4.2 Analyse modale spectrale 25

3.4.3 Efforts réduits ... 26
3.4.4 Effets du second ordre P-Δ ... 27
3.4.5 Fondations ... 28
3.4.6 Déplacements ... 28
3.5 Interaction Blocs ... 30
3.5.1 Largeur JD ... 30
4. ANALYSE SISMIQUE (BLOCS NORD) ... 31
4.1 DESCRIPTION ... 31
4.2 MODELISATION (SPECIFICITES) ... 33
4.2.1 Matériaux ... 33
4.2.2 Structure ... 33
4.2.3 Actions sismiques ... 33
4.2.4 Combinaison d'actions ... 33
4.2.5 Type d'analyse ... 34
4.2.6 Modes ... 34
4.3 Bloc BN7 ... 34
4.4 BLOC BN5 ... 35
4.4.1 Présentation ... 35
4.4.2 Analyse modale spectrale ... 36
4.4.3 Efforts réduits ... 37
4.4.4 Effets du second ordre P-Δ ... 38
4.4.5 Fondations ... 38
4.4.6 Déplacements ... 38
4.5 Poussées dynamiques terres ... 39
5. JOINT DE DILATATION ... 40
5.1 LARGEUR JD ... 40
6. CONCLUSIONS ... 41

1. GENERALITES

1.1 PREAMBULE

Les approches et principes structurel n'ayant pas évolués dans le cadre des études du présent APD2, la présente note est la rediffusion de la note de présentation remise dans le cadre de l'APD1 en avril 2024.
Considérant que certaines intervenants projets pouvaient ont été remplacés depuis la précédente diffusion, il nous est apparu judicieux de rediffuser le présent document, cela dans le but de permettre une analyse globale de notre production APD et permettre un retour complet des différents acteurs du projet

La présente note a pour objectif de présenter les hypothèses sismiques générales et les principaux résultats de cette analyse sismique, relatives au projet de la reconstruction des hôpitaux de TARBES et de LOURDES à LANNE (65).

Les hypothèses sont établies en phase APD et peuvent évoluer dans les phases ultérieures du projet.
Seules les hypothèses en phase d'exécution établies par l'entreprise acceptées par la Maîtrise d'œuvre et le bureau de contrôle pourront servir de base à la réalisation de notes de calcul d'exécution.

1.2 PRINCIPES CONSTRUCTIFS

1.2.1 Principes structurels

La structure est composée de :

- Système poteaux-poutres,
- Voiles de contreventement,
- Planchers des niveaux de type prédalles,
- Fondations en pieux et semelles superficielles,

1.2.2 Principes de contreventement

La stabilité générale sera assurée par des refends en béton armé dans les deux directions.
Les poteaux et les poutres sont des éléments secondaires au sens de l'Eurocode 8 ne participant pas au contreventement.
Les planchers fonctionneront en diaphragme et ont pour rôle de transmettre les efforts horizontaux.

2. HYPOTHESES

2.0 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

2.0.1 Règles de calculs

Pour cette opération, la Maîtrise d'Œuvre impose les normes européennes Eurocodes avec leurs applications nationales Françaises et les guide d'applications.

2.0.1.1 Charges et actions

- Eurocodes 0 Bases de calcul des structures
- Eurocodes 1 Actions sur les structures

2.0.1.2 Gros Œuvre

- Eurocode 2 Calcul des structures en béton
- Guide d'application de l'Eurocode 2

2.0.1.3 Charpente Métallique

- Eurocode 3 Calcul des structures en acier
- Recommandations du CTICM et de la CECM

2.0.1.4 Géotechnique

- Eurocode 7 Calculs géotechniques

2.0.1.5 Sismique

- Eurocode 8 Calcul des structures pour leur résistance aux séismes
- Guide application de l'Eurocode 8

2.0.2 Fonctionnement

L'Eurocode limite les dommages de façon économique avec une explication complémentaire dans le guide des ENS (CT36) en §IV.3

3. L'exigence de limitation des dommages

L'exigence de limitation des dommages définie en 2.1(1) de l'EC8-1 permet de limiter le coût global des réparations suite à un séisme de période de retour plus faible que le séisme de référence.

— Exigence de limitation des dommages.

La structure doit être conçue et construite pour résister à des actions sismiques présentant une probabilité de se produire plus importante que les actions sismiques de calcul, sans qu'apparaissent des dommages et des limitations d'exploitation, dont le coût serait disproportionné par rapport à celui de la structure. L'action sismique à prendre en compte pour l'exigence de «limitation des dommages» présente une probabilité de dépassement, P_{DLR}, en 10 ans et une période de retour, T_{DLR}. En l'absence d'informations plus précises, le coefficient de réduction appliqué à l'action sismique de calcul selon **4.4.3.2(2)** peut être utilisé pour obtenir l'action sismique permettant de vérifier l'exigence de «limitation des dommages».

L'enjeu est donc économique. Cette exigence ne concerne pas la sécurité des personnes.

4.4.3 Limitation des dommages

4.4.3.1 Généralités

(1) L'exigence de «limitation des dommages» est considérée comme satisfaite si, pour une action sismique ayant une plus forte probabilité d'occurrence que l'action sismique de calcul correspondant à l'exigence de «non-effondrement» conformément à **2.1(1)**P et **3.2.1(3)**, les déplacements entre étages sont limités conformément à **4.4.3.2**.

(2) Des vérifications supplémentaires pour la limitation des dommages peuvent être requises dans le cas de bâtiments importants pour la protection civile ou qui contiennent des équipements sensibles.

Remarque : la clause 4.4.3.1(2) indique en creux que l'exigence de limitation des dommages ne porte pas sur la fonctionnalité des éléments.

De plus, les recommandations ENS s'intéressent principalement à la survie des personnes §I.4

4. Les éléments non structuraux couverts par les Recommandations AFPS

Ces Recommandations ont pour vocation de couvrir toutes les familles d'éléments non structuraux se trouvant habituellement dans un bâtiment (dans le clos et le couvert).

Toutefois, un grand nombre d'éléments non structuraux n'ont pas à faire l'objet de disposition particulière en zone sismique, car aucune cause de blessure ou de mort humaine n'a pu leur être directement attribuée lors des séismes passés.

Cependant, les équipements vitaux semblent tout de même concernés par le séisme §IV.5

a. Coefficient d'importance

4.3.5.3 Coefficients d'importance

(1)P Pour les éléments non structuraux suivants, le coefficient d'importance γ_a ne doit pas être inférieur à 1,5 :

— éléments d'ancrages de machines et d'équipements nécessaires au fonctionnement des réseaux vitaux ;

— réservoirs et récipients contenant des substances toxiques ou explosives, présentant des risques pour la sécurité publique.

(2) Dans tous les autres cas, le coefficient d'importance γ_a d'un élément non structural peut être pris égal à 1,0.

Pour les éléments non structuraux des bâtiments couverts par ces Recommandations, la valeur du coefficient d'importance γ_a est prise égale à 1,0.

La réponse du gouvernement semble mentionner que l'hôpital continuera de fonctionner (y compris les services vitaux) même en cas de fissurations structurelles (q = 1.5).

2.4 INTERPRETATION

Selon le complément à la norme SIA 261(Annexe A), on retrouve l'exemple d'un hôpital d'urgence : *« Comportement de la structure porteuse : dimensionnement non ductile avec coefficient de comportement q = 2 »* [12]

D'après le cahier technique AFPS 29 §1.(7): [13] « Pour les hôpitaux récemment construits en zone sismique la valeur du coefficient de comportement se situe entre : q = 1,4 à 2,1 »

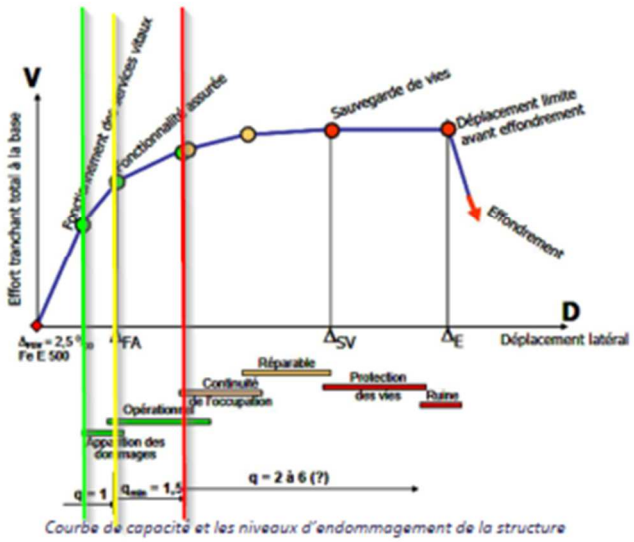
« Les exigences de comportement sont très bien définies par le concept « pushover » FEMA-150 [1990-1]. Ce diagramme (fig. ci-dessous) donne la variation de l'action sismique à la base (effort tranchant) du bâtiment en fonction du déplacement. Chaque point spécifique du diagramme correspond à un état de la dégradation de la rigidité :

- ***Fonctionnement des services vitaux (Fully Operational)**, défini comme le déplacement maximum acceptable à la limite élastique, soit pour un acier avec fe= 500 MPa -> ΔFSV = 2,5 0/00. Catégorie d'importance de bâtiments : IV.*
- ***Fonctionnalité assurée (Operational level)**, pas de définition pour la limite de déplacement par rapport à l'effondrement. Catégorie d'importance de bâtiments : III ou IV.*
- ***Effondrement (Collapse)**, Dans la pratique de la conception, on peut relier les niveaux de performance attendus aux valeurs des coefficients de comportement retenus (cf. § 5.2), comme par exemple :*
  - *q =1,00 -> pour assurer le fonctionnement des services vitaux après séisme (plateau technique),*
  - *q = 1,5 à 2,0 -> pour assurer la fonctionnalité de l'hôpital »*

Sur le site gouvernement Bouche Rhone,l'Annexe 4-5 traite les réponses aux questions fréquemment posées sur la réglementation nationale, on retrouve la réponse à la question suivante :

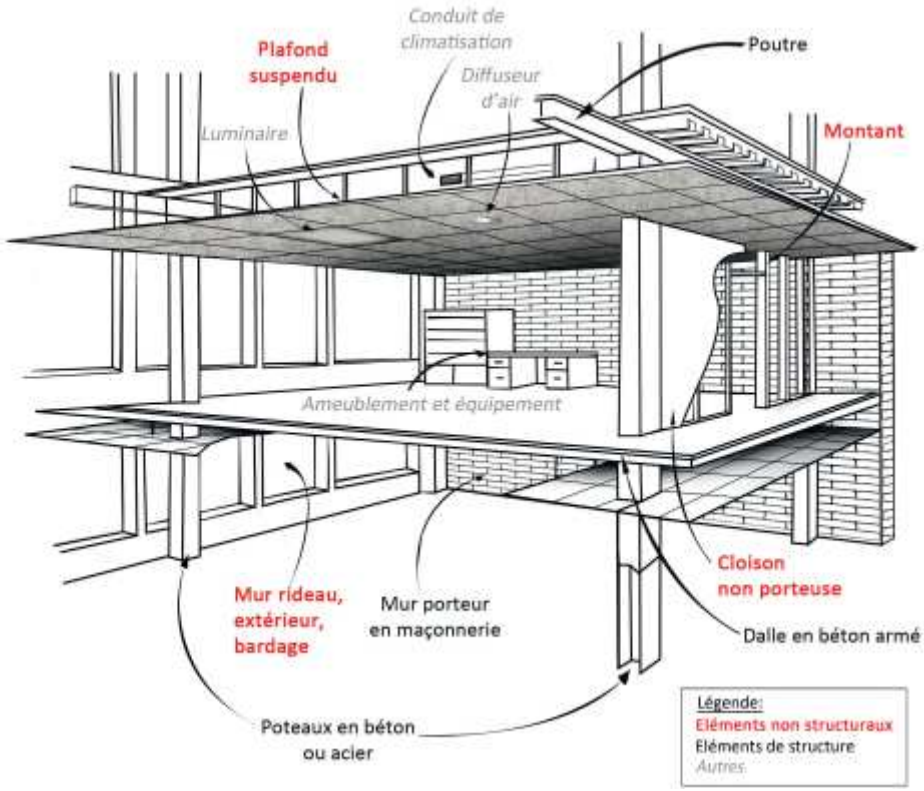
«La continuité de fonctionnement de catégorie IV, par exemple un hôpital, impose-t-elle la prise en compte d'un coefficient de comportement de 1 ?

« Réponse : La continuité de fonctionnement ne signifie pas l'absence de dommages (fissuration par exemple) ni l'obligation d'un comportement élastique. L'objectif est que le bâtiment abritant des fonctions stratégiques continue d'être utilisable pour gérer une crise sismique qu'il aurait lui-même subi »



Courbe de capacité et les niveaux d'endommagement de la structure

Le guide du Ministère du cadre bâti sur les ENS mentionne que les faux plafonds font partie de ce guide §1.1.1. Cependant, les réseaux semblent être exclus.



La limitation des dommages ne présume pas de la continuité des services §2.1

> b) La limitation des dommages sur l'ouvrage ne signifie pas l'absence de dommage et ne garantit pas la continuité de fonctionnement (opérationnelle) du bâtiment.

Le guide ne traite pas de la continuité de fonctionnement *(avec les équipements)* qui doit être définie par le Maitre Ouvrage

> Les mesures préventives spécifiques destinées à garantir la continuité de fonctionnement pour les bâtiments de catégorie d'importance IV ne sont pas visées par le présent guide. Pour ces bâtiments, des dispositions complémentaires devront être définies par le maître d'ouvrage, et pourront également concerner certains équipements techniques identifiés comme indispensables à l'exploitation du bâtiment.

La continuité des services vitaux (blocs opératoire, réanimation, pharmacie, …) n'est pas assurée dans la présente étude de la Maitrise d'œuvre.

Seul le Maitre d'Ouvrage pourra se prononcer sur cette hypothèse majeure pour le dimensionnement structurel mais aussi dans le dimensionnement des ENS.

2.1 ACTIONS SUR LES STRUCTURES

2.1.1 Surcharges permanentes et exploitation

Les charges permanentes et surcharges d'exploitation prises en compte dans le calcul de structure seront conformes au programme fourni par la Maitrise d'Ouvrage.

SURCHARGES PERMANENTES	
TYPE DE LOCAUX	**SURCHARGES**
TOITURE VEGETALISEE (30cm de terre)	0.60 T/m²
LES ETAGES (Cloisons + Chape légère)	0.18 T/m²
FAÇADES	0.20 T/m

SURCHARGES D'EXPLOITATIONS	
TYPE DE LOCAUX	**SURCHARGES**
TOITURE (CATEGORIE H)	0.08 T/m²
ETAGES- (CATEGORIE C)	0.25 à 0.40 T/m²

POUSSEE DES TERRES	
TYPE DE SOL	Schiste ardoisier +/- fracturé à quelques passages argileux
POIDS VOLUMIQUE	2.4 T/m³
ANGLE DE FROTTEMENT	35°
COEFFICIENT DYNAMIQUE	1/2
CHARGES SUR TALUS	A définir en PRO

2.1.2 Actions sismiques

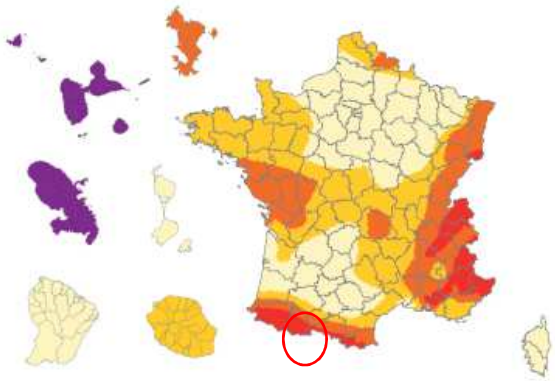
Conformément à l'article 3 de l'Arrêté 4 de l'Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à « *la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite à risque normal* », et compte tenu des paramètres suivant, le projet est donc soumis à la réglementation parasismique et devra être conçu en conséquent.

2.1.2.1 Zone Sismique

Le projet situé dans les HAUTES PYRENEES à LANNE (65)

- **Zonage :** zone sismique 4 *(sismicité moyenne),*
- **Accélération « nominale » :** a_{gr} = 1.6 m.s^{-2}

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_{gr}(m/s²)
Zone 1	Très faible	0,4
Zone 2	Faible	0,7
Zone 3	Modéré	1,1
Zone 4	Moyen	1,6
Zone 5	Fort	3



2.1.2.2 Catégorie de l'ouvrage

Conformément à l'article 2 de l'Arrêté du 22 octobre 2010 :

- **Type d'ouvrage** : Etablissement santé nécessaires gestion de crise
- **Catégorie d'importance :** IV

Catégorie d'importance		Description
I		■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II		■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III		■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
IV		■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

- Coefficient d'importance : $\gamma_I = 1.4$

Catégorie d'importance	Coefficient d'importance γ_I
I	0,8
II	1
III	1,2
IV	1,4

- Exigences

	I	II		III	IV
					
Zone 1	aucune exigence				
Zone 2				**Eurocode 8** [3] a_{gr}=0,7 m/s²	
Zone 3		**PS-MI** [1]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,1 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,1 m/s²	
Zone 4		**PS-MI** [1]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,6 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,6 m/s²	
Zone 5		**CP-MI** [2]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=3 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=3 m/s²	

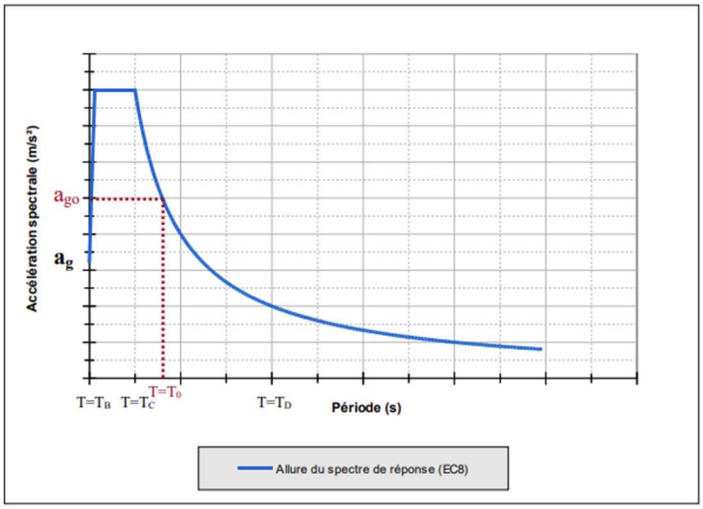
2.2 GEOTECHNIQUE

Conformément au rapport de l'étude de sol de ECR Environnement N° 6411126 -Mission-G2AVP du 05/02/2025 les données sur lesquelles nous nous sommes appuyés pour cette note de calcul sont les suivantes :

- **Classe de sol** : A
- **Paramètre de sol :** 1

Classes de sol	S (zones 1 à 4)	S (zone 5)
A	1	1
B	1,35	1,2
C	1,5	1,15
D	1,6	1,35
E	1,8	1,4

A titre indicatif, le spectre normalisé avec un coefficient de comportement égal à q=1.5 est donné ci-dessous :



Classe de sol (EC8)	S(zones 1 à 4)	TB	TC	TD
A	1,00	0,03	0,20	2,50
B	1,35	0,05	0,25	2,50
C	1,50	0,06	0,40	2,00
D	1,60	0,10	0,60	1,50
E	1,80	0,08	0,45	1,25

2.3 MODELISATION (PRINCIPES GENERAUX)

Chaque bloc est une entité structurellement indépendante désolidarisée par des joints de dilatation périphériques.

2.3.1 Matériaux

2.3.1.1 Béton

La résistance minimale du béton mis en œuvre est C25/30.

- Densité : 25 kN/m^3
- Module de déformation E_{cm} = 31 000 MPa pour du C25/30
- Coefficient de poisson : ν = 0.2 (pour les déplacements et les efforts qui, aux éléments finis, sont déduits des déplacements aux nœuds)
- Taux d'amortissement critique : ξ = 5%
- Coefficient d'inertie fissurée : 0.5

L'Eurocode 8 EC8-4.3.1 (7) indique qu'il « convient généralement d'évaluer la rigidité des éléments porteurs en tenant compte des effets de la fissuration ». La fissuration est prise en compte en divisant la rigidité par 2, donc dans les calculs, cela revient à diviser le module d'élasticité et de cisaillement du béton par 2.

2.3.1.2 Armatures

Les aciers utilisés seront à haute adhérence de type Fe 500 de classe B/C.

2.3.2 Structure

La dimension du maillage surfacique est en moyenne égale à 1.00 m sauf raffinement sur les points singuliers.

2.3.2.1 Appuis

Voir spécificités suivant les blocs

2.3.2.2 Poteaux

La section des poteaux est de 30cm x 50cm, 50cm x 50cm et 60cm x 60cm

NB : Les poteaux sont considérés comme éléments secondaires et ne participent donc pas aux reprises des efforts sismiques.

Pour éviter que ces poteaux ne participent de manière significative aux contreventements, ils sont bi-articulés
Les poteaux sont modélisés comme des éléments de type « barres »

2.3.2.3 Poutres

Les dimensions des poutres sont de 30cm de largeur et de 50cm de retombée sous plancher.

NB : Les poutres sont considérées comme éléments secondaires et ne participent donc pas aux reprises des efforts sismiques.

Les poutres sont modélisées comme des éléments de type « barres »

2.3.2.4 Planchers

L'épaisseur du plancher prise en compte est de 22 cm de type « diaphragme rigide ».
Les planchers sont modélisés par des éléments finis avec un maillage régulier type coque.

Cette simplification permet d'éviter les modes locaux parasites.

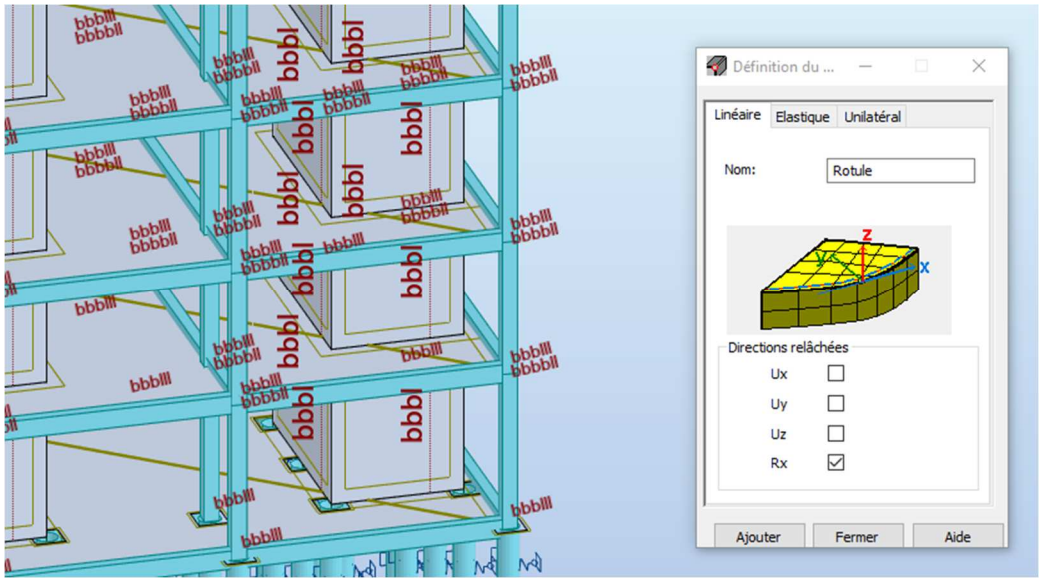
2.3.2.5 Voiles

Les épaisseurs respectent le minimum imposé par la DCM, à savoir $h_s/20$.

La modélisation des voiles est de type « coque ».

Afin d'éviter une reprise de moment d'axe vertical entre voiles, un relâchement linéaire φ_z vertical des voiles en jonction est assuré.

Dans son livre "Formulaire BA", Davidovici aborde également la question de la prise en compte ou non de cette liaison.

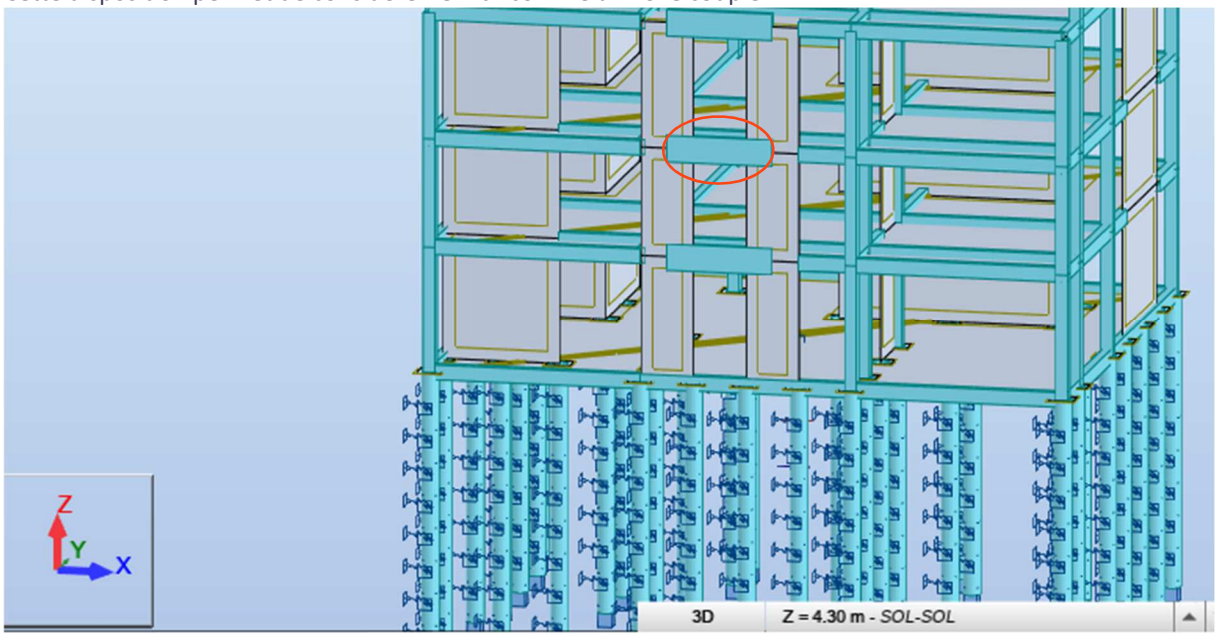


Ceci permet de rapprocher les centres de raideurs des poteaux et des voiles, tout en limitant la torsion reprise par le retour de voiles et son impact sur le ferraillage.

2.3.2.6 Linteaux

Pour éviter le problème de génération d'articulations aux extrémités des linteaux, une solution consiste à les prolonger jusqu'au milieu des voiles. Ainsi, les linteaux peuvent être considérés comme étant encastrés aux voiles et représentatifs des ouvertures.

Cette disposition permet de considérer le mur comme un voile couplé.



2.3.3 Actions sismiques

Conformément §4.2.4 de l'Eurocode 8, pour le calcul de la masse sismique :

- Les charges permanentes sont affectées d'un coefficient de 1,
- Les charges d'exploitations sont affectées d'un coefficient :
  - Toitures : $\phi = 1$ et $\Psi 2,i = 0$ (Cat H), soit un coefficient de 0
  - Plancher intermédiaire : $\phi = 0.8$ et $\Psi 2,i = 0.6$ (Cat C), soit un coefficient de 0.48

2.3.4 Combinaisons Actions

Conformément au §4.3.3.5.2 (1) de l'Eurocode 8, le séisme vertical est négligé :

- $A_{vg} = 0,9 \times ag = 0,9 \times 1.6 \times 1,4 = 2.016$ m/s2
- 0,25g = 2,5 m/s2 => $A_{vg} < 0,25g$

Les efforts sismiques sont obtenus par sommation CQC non signé.

Les efforts dû à un séisme suivant la direction x et les efforts dû à un séisme suivant y sont ensuite associés suivant les combinaisons de Newmark [EC8 §4.3.3.5.1]:

- Ex + 0,3 Ey
- Ex - 0,3 Ey
- 0,3 Ex + Ey
- 0,3 Ex - Ey

Enfin, le dimensionnement des éléments de contreventements ainsi que les fondations sont réalisés selon les combinaisons d'actions suivantes :

ELU sismique (§6.4.3.4 de l'EN 1990 – Partie 1) :

- $\Sigma Gk,j + \Psi 2,i \times \Sigma Qk,i$ +/- (Ex + 0,3 Ey)
- $\Sigma Gk,j + \Psi 2,i \times \Sigma Qk,i$ +/- (Ex - 0,3 Ey)
- $\Sigma Gk,j + \Psi 2,i \times \Sigma Qk,i$ +/- (0,3 Ex + Ey)
- $\Sigma Gk,j + \Psi 2,i \times \Sigma Qk,i$ +/- (0,3 Ex - Ey)

- $\Sigma Gk,j$ +/- (Ex + 0,3 Ey)
- $\Sigma Gk,j$ +/- (Ex - 0,3 Ey)
- $\Sigma Gk,j$ +/- (0,3 Ex + Ey)
- $\Sigma Gk,j$ +/- (0,3 Ex - Ey)

2.3.5 Type d'analyse

2.3.5.1 Classe de Ductilité

Le dimensionnement des ouvrages est réalisé en considérant une classe de ductilité moyenne (DCM).
Les blocs ont été modélisés sur le logiciel Robot Structural Analysis 2022 d'Autodesk dans le cadre d'une analyse modale spectrale.

Des dispositions visent à mettre la structure en état de supporter quelques cycles de déformations post-élastiques répétées, alternées de faibles amplitudes.
Les éléments seront dimensionnés suivant une classe de ductilité **DCM** avec un coefficient de comportement :

- Blocs Nord q = 1,50
- Blocs Sud q = 2,40

Le coefficient de comportement sera identique suivant les 2 sens principaux.
On vérifiera si le nombre de modes entrés dans le logiciel est suffisant pour atteindre 90% de participation massique dans les 2 directions (axe vertical négligé).

Des incohérences de modes peuvent apparaitre au vu d'un retour Robot sur le paramètre « Z »
En phase PRO, une synthèse plus complète sera effectuée sur cette donnée spécifique au logiciel.

Négliger la direction Z de Séisme:

- Dans certains pays comme en France Métropolitaine, il est possible d'ignorer la direction Z de séisme d'après l'Eurocode 8 (voir Art. 4.3.3.5.2(1) de la NF EN 1998-1-1).
  Pour cela, ne désactivez pas la direction Z dans les paramètres de l'analyse modale car cela peut modifier les modes de vibration obtenus.
  Pour négliger cette direction, appliquer un coefficient zéro pour la direction Z dans la boite de dialogue de définition des directions sismiques.

Voir spécificités suivant les blocs

2.3.6 Modes

D'après §4.3.3.3.1 (5) de l'Eurocode 8, si la somme des masses modales n'atteint pas les 90 % de la masse totale, le mode résiduel peut être utilisé à condition que :
$k \geq 3 \times \sqrt{n}$ et $Tk \leq 0.20$ s
avec

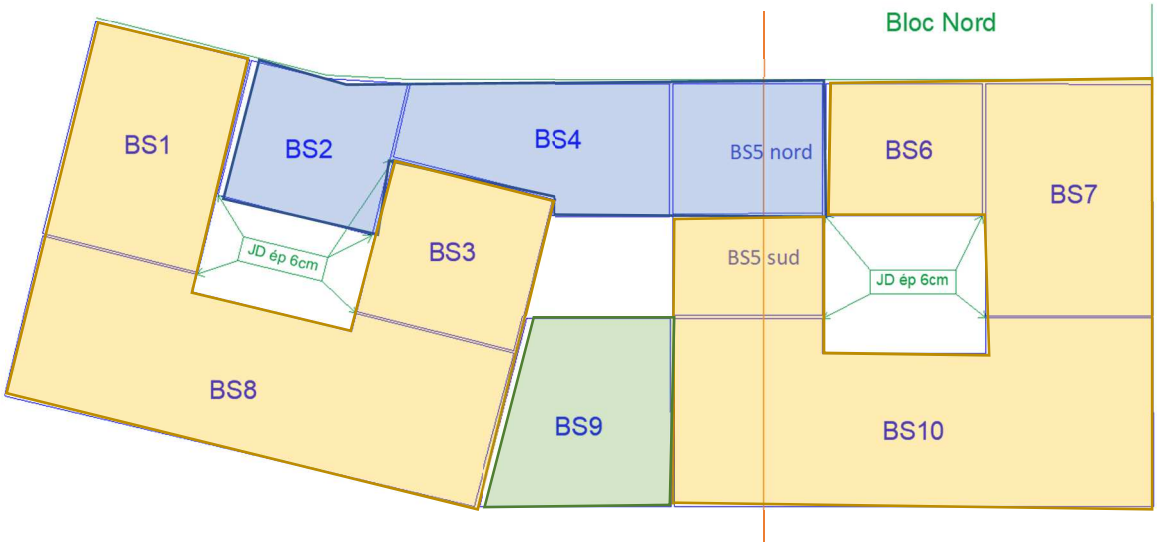
- k : le nombre de mode à considérer
- n : le nombre de niveaux au-dessus des fondations
- Tk : la période de vibration du mode k

La modélisation est réalisée sans signature de mode.

3. ANALYSE SISMIQUE (BLOCS SUD)

3.1 DESCRIPTION

La zone sud a été divisée en 11 blocs différents séparés par des JD



Repérage et dénomination des différents blocs

Tous ces blocs sont en béton avec des planchers en prédalle et une structure poteaux-poutres avec des façades rapportées en bois (FOB). Le contreventement est assuré par des voiles en béton armé. Certains murs peuvent être de hauteur double car ils ne comportent pas de plancher intermédiaire.

Les Blocs BS1 à BS10 sont accolés à la partie Nord :

- **Blocs BS1, BS3, BS6, BS5 sud, BS7, BS8 et BS10 :**

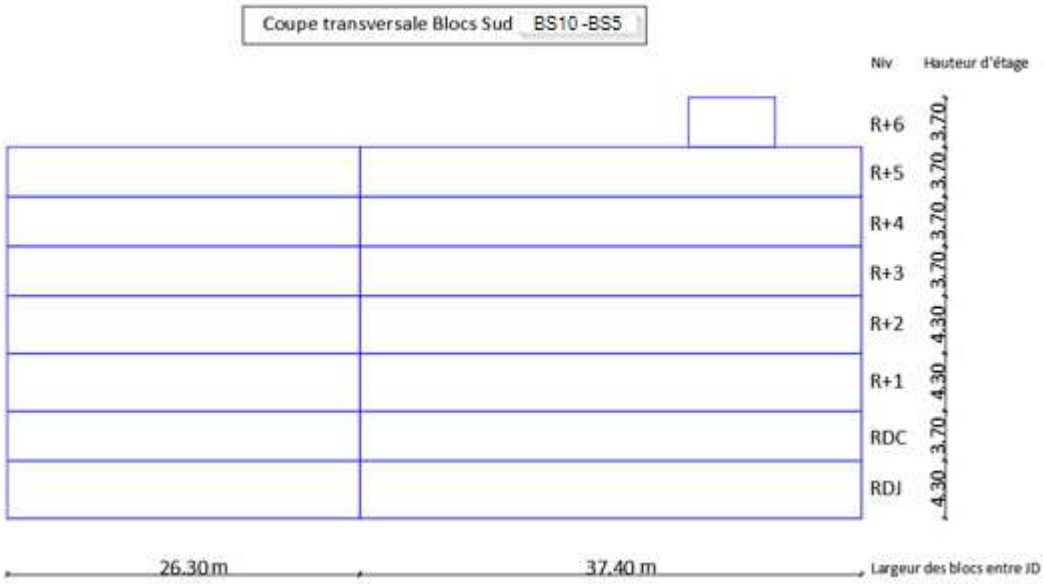
  Niveaux : RDJ avec R+6
  Ossature : Système poteau-poutre en béton armé et plancher prédalle BP.
  Plancher bas et fondations : Dallage/dalle portée au niveau du VS et fondations profondes : pieux.
  Contreventement : Refends en béton armé, plombant sur tous les étages jusqu'aux fondations, composés principalement des cages d'escaliers et de murs séparatifs.

- **Blocs BS2, BS4, BS5 nord :**

  Niveaux : RDJ avec R+7
  Ossature : Système poteau-poutre en béton armé et plancher prédalle BP.
  Plancher bas et fondations : Dallage/dalle portée au niveau du VS et fondations profondes : pieux.
  Contreventement : Refends en béton armé, plombant sur tous les étages jusqu'aux fondations, composés principalement des cages d'escaliers et de murs séparatifs.

- **Bloc BS9 :**

Niveaux : RDJ avec R+3
Ossature : Système poteau-poutre en béton armé et plancher prédalle BP.
Plancher bas et fondations : Dallage/dalle portée au niveau du VS et fondations profondes : pieux.
Contreventement : Refends en béton armé, plombant sur tous les étages jusqu'aux fondations, composés principalement des cages d'escaliers et de murs séparatifs.



3.2 MODELISATION (SPECIFICITES)

Les modélisations et séparations des blocs ont été réalisées de la manière suivante :

- Répartition de la partie sud en 11 blocs.
- Modèle bloc n°06 (BS6): Un modèle de calcul unique,
- Modèle bloc n°08 (BS8): Un modèle de calcul unique,

3.2.1 Matériaux

3.2.1.1 Béton

Conforme aux principes généraux.

3.2.1.2 Armatures

Conforme aux principes généraux.

3.2.2 Structure

3.2.2.1 Appuis

Les appuis des blocs sud sont modélisés par des pieux circulaires de longueur 10m et de diamètre 60 cm. L'interaction sol-structure est modélisée par des appuis élastiques horizontaux avec des coefficients d'élasticité en sens X et Y : K=8831.80 T/m et un appui simple en pied

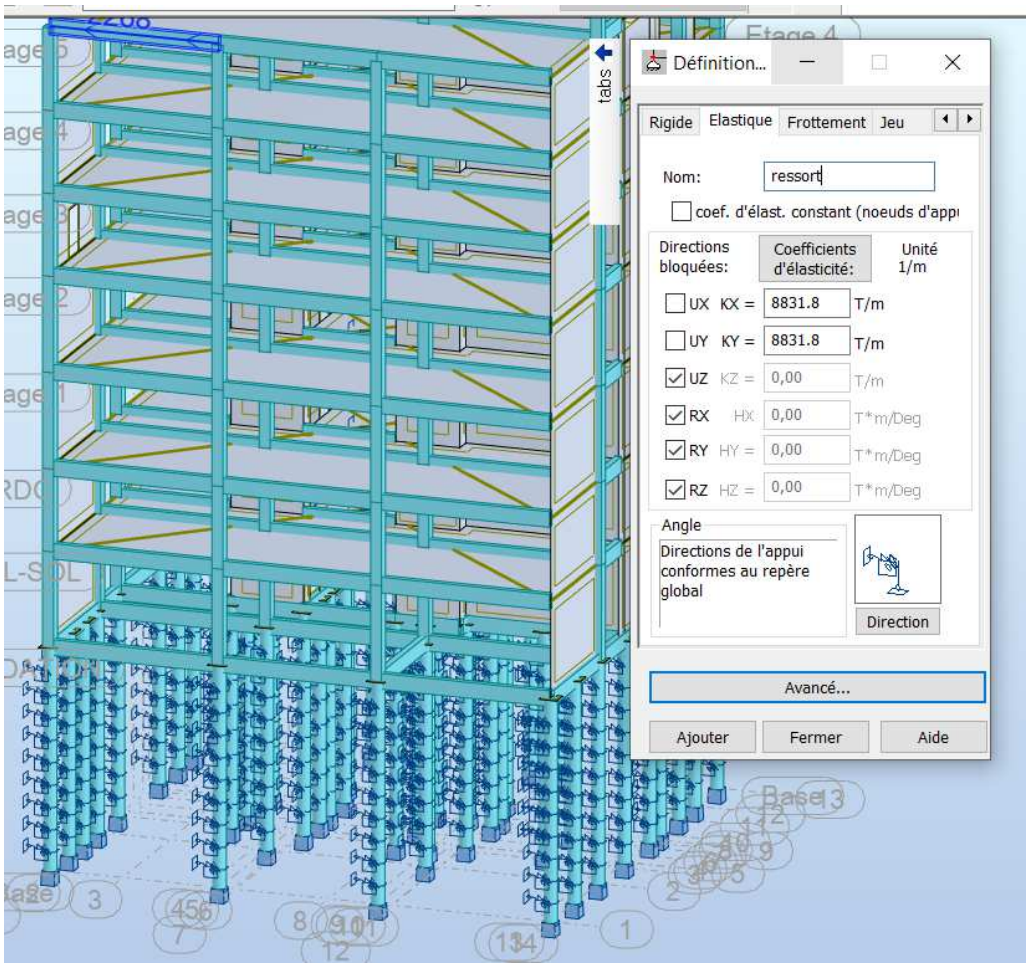


Figure 1 - Extrait Modèle global Blocs sud 6 - Conditions d'appuis

3.2.2.2 Poteaux

Conforme aux principes généraux.

3.2.2.3 Poutres

Conforme aux principes généraux.

3.2.2.4 Planchers

Conforme aux principes généraux.

3.2.2.5 Voiles de CVT

Conforme aux principes généraux.

3.2.2.6 Linteaux

Conforme aux principes généraux.

3.2.3 Actions sismiques

Conforme aux principes généraux.

Au stade APS, l'hélistation a été modélisée en béton pour faciliter la compréhension du modèle.
Au stade APD, cette dernière est modélisée en métal indépendamment afin de ne pas avoir de modes « parasites ».
Les descentes de charges (statiques et dynamiques) dues à la structure métal sont injectées dans le modèle principal béton.

3.2.4 Combinaison d'actions

Conforme aux principes généraux.

3.2.5 Type d'analyse

Les blocs ne répondent pas aux critères de régularité notamment, en élévation pour le bloc n°06 (BS6) ainsi qu'en élévation et en plan pour le bloc n°08 (BS8).

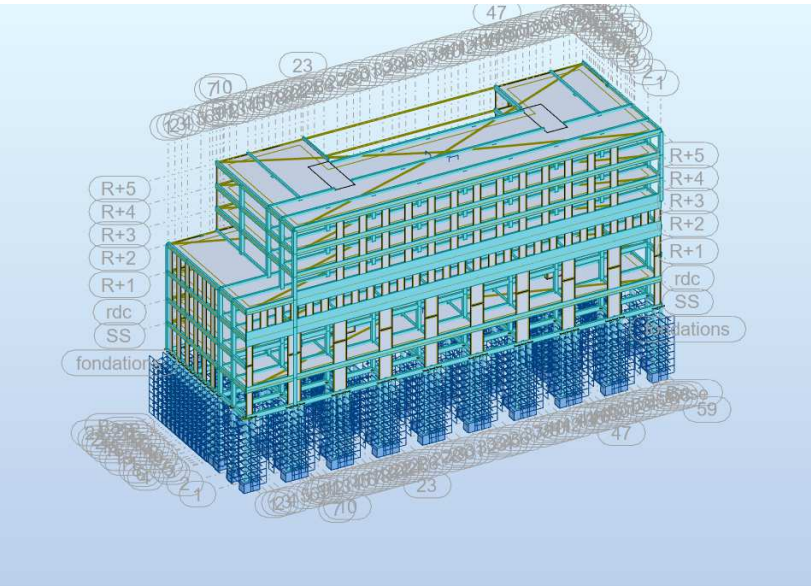
Le coefficient de comportement est pris égal à q = 2.4

3.2.6 Modes

Conforme aux principes généraux.

3.3 BLOC BS8

3.3.1 Présentation



Vue 3D du modèle

3.3.2 Analyse modale spectrale

3.3.2.1 Modes

Avant toute analyse des résultats, il faut vérifier si le pourcentage de masse excité est bien supérieur à 90%.
Après un calcul avec 10 modes :

- 90.83 % de la masse sismique suivant la direction X est mobilisée,
- 91.08 % de la masse sismique suivant la direction Y est mobilisée.

Le calcul n'a pas été effectué avec un mode résiduel.

Mode	Fréquence [Hz]	Période [sec]	Masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]
1	1,15	0,87	0,79	62,87	0,79	62,87
2	1,29	0,78	69,68	63,93	68,90	1,07
3	1,51	0,66	70,25	70,27	0,57	6,33
4	4,37	0,23	71,54	84,12	1,29	13,86
5	4,49	0,22	78,44	88,94	6,90	4,81
6	5,03	0,20	84,80	89,14	6,36	0,20
7	9,40	0,11	86,92	89,61	2,12	0,47
8	10,00	0,10	88,21	91,03	1,28	1,41
9	10,72	0,09	88,21	91,03	0,00	0,00
10	**10,94**	0,09	**90,83**	**91,08**	2,63	0,05

Les modes principaux sont les suivants :

- Mode 1 - Période 0.87 s – 0.79 % de masse sismique sollicitée suivant Sx et 62.87 % suivant Sy,
- Mode 2 - Période 0.78 s – 68.90 % de masse sismique sollicitée suivant Sx et 1.07 % suivant Sy.
- Mode 3 - Période 0.66 s – 0.57 % de masse sismique sollicitée suivant Sx et 6.33 % suivant Sy.
- Mode 4 - Période 0.23 s – 1.29 % de masse sismique sollicitée suivant Sx et 13.86 % suivant Sy.

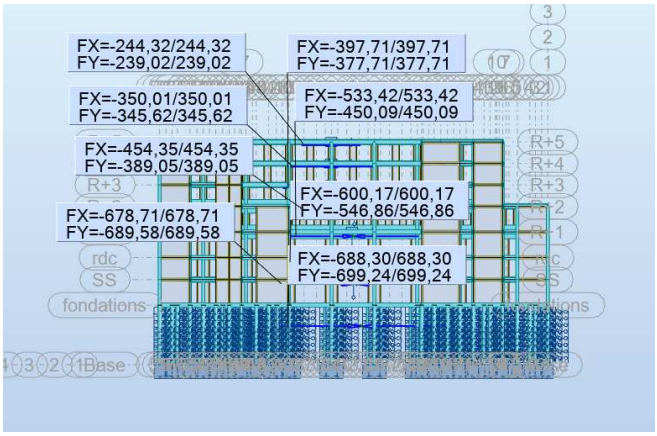
Nous vérifions que la masse totale de l'analyse modale correspond bien à la masse du bâtiment dans les réactions d'appuis.

3.3.2.2 Raideur de rotation

Position du centre de raideur par rapport au centre de gravité :

Cas/Etage	Nom	G (x,y,z) [m]	R (x,y,z) [m]	ex0 [m]	ey0 [m]
8/ 1	FONDATIONS	31,29 10,63 -5,00	30,85 10,93 -3,53	0,44	0,30
8/ 2	RDJ	32,41 9,61 2,15	35,53 17,96 2,77	3,12	8,35
8/ 3	RDC	32,46 11,79 6,15	36,55 17,96 6,61	4,09	6,17
8/ 4	ETAGE 1	32,60 9,72 10,15	36,55 17,96 10,8	3,95	8,24
8/ 5	ETAGE 2	32,39 9,47 14,45	36,57 19,57 15,1	4,18	10,10
8/ 6	ETAGE 3	36,23 10,03 18,4	36,43 19,20 19,0	0,20	9,17
8/ 7	ETAGE 4	36,49 9,63 22,00	36,43 19,20 22,6	0,06	9,58
8/ 8	ETAGE 5	36,49 9,59 25,60	36,43 19,20 26,2	0,06	9,62

3.3.3 Efforts réduits



Capture d'écran représentant les efforts réduits par étage au niveau du CdG

La masse sismique totale du bloc est de 12 733 t

Les torseurs sismiques du projet sont récapitulés, pour chaque étage, dans les tableaux suivants.

3.3.3.1 Séisme X

SEISME X			
ETAGES	FX [T]	FY [T]	MZ [T.m]
6	231	47	-2548
5	332	57	-3223
4	379	54	-2986
3	436	66	-2118
2	512	78	-2624
1	575	81	3988
0	648	102	-6011
RDJ	658	104	6154

Les efforts horizontaux arrivant au niveau des fondations représentent :

- Direction x : 657/ 12 733 = 5,2 % de la masse sismique,
- Direction y : 104/ 12 733 = 1,0 % de la masse sismique.

3.3.3.2 Séisme Y

SEISME X			
ETAGES	FX [T]	FY [T]	MZ [T.m]
6	-45	225	1443
5	-61	328	2323
4	-61	361	2898
3	-61	369	4027
2	-71	427	4579
1	-83	522	4941
0	-102	659	5314
RDJ	-104	668	5655

Les efforts horizontaux arrivant au niveau des fondations représentent :

- Direction x : 104/ 12 733 = 1.0 % de la masse sismique,
- Direction y : 667/ 12 733 = 5,3 % de la masse sismique.

3.3.4 Effets du second ordre P-Δ

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h}$$

SEISME SUIVANT X									
ETAGES	Hauteur [cm]	ux [cm]	uy [cm]	drx [cm]	dry [cm]	Ptot [T]	Vtot [T]	θx	θy
6	360	3.1	0.6	0.4	0.1	1680	236	0.008	0.002
5	360	2.7	0.5	0.4	0.1	3089	337	0.01	0.003
4	360	2.2	0.4	0.4	0.1	4634	383	0.013	0.003
3	360	1.8	0.3	0.4	0.1	6367	441	0.016	0.004
2	430	1.4	0.2	0.5	0.2	8284	518	0.019	0.007
1	430	0.8	0.1	0.4	0	9948	581	0.016	0
0	370	0.4	0	0.4	0	11624	656	0.019	0
RDJ	430	0.1	0	0.1	0	12785	666	0.004	0

SEISME SUIVANT Y									
ETAGES	Hauteur [cm]	ux [cm]	uy [cm]	drx [cm]	dry [cm]	Ptot [T]	Vtot [T]	θx	θy
6	360	0,2	3,4	0,0	0,5	1680	229	0,000	0,010
5	360	0,1	2,9	0,0	0,5	3089	334	0,000	0,013
4	360	0,1	2,4	0,2	0,6	4634	367	0,007	0,021
3	360	0,1	1,9	0,0	0,5	6367	374	0,000	0,024
2	430	0,2	1,4	0,3	0,5	8284	432	0,013	0,022
1	430	0,1	0,9	0,1	0,3	9948	529	0,004	0,013
0	370	0,0	0,6	0,0	0,5	11624	667	0,000	0,024
RDJ	430	0,0	0,1	0,0	0,1	12785	676	0,000	0,004

On vérifie bien pour tous les étages ɵ << 0.10.
Les effets du second ordre peuvent être négligés.

3.3.5 Fondations

L'interaction sol structure a été prise en compte en APD grâce à des pieux ayant des raideurs horizontales élastiques.
Pour les fondations, ce coefficient sera majoré du coefficient de sur-résistance de l'article 4.4.2.6 de l'Eurocode 8-1 : en application de l'alinéa (8) de cet article, on retient gamma R,d =1.4. et Ω = 1.

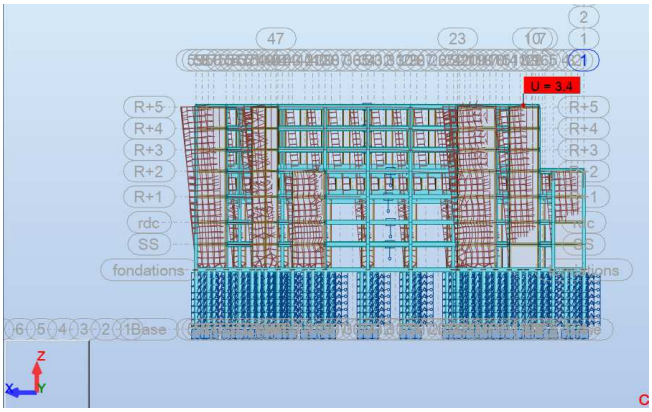
3.3.6 Déplacements

3.3.6.1 Global

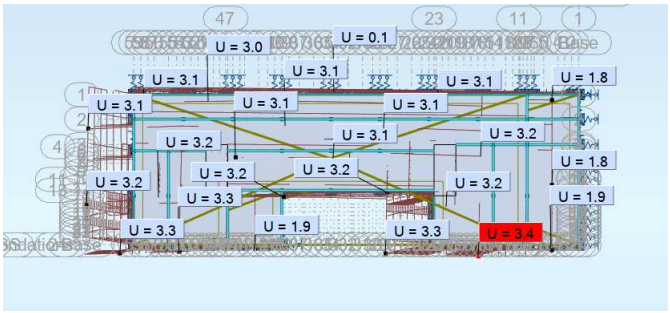
	UX [cm]	UY [cm]	UZ [cm]	RX [Rad]	RY [Rad]	RZ [Rad]
MAX	3,5	5,0	0,5	0,006	0,006	0,001
Noeud	775	741	25798	784	425	2735
Cas	ACC/7	ACC/3	ACC/9	ELU/5	ELU/1	ACC/17
MIN	-3,6	-4,7	-2,3	-0,007	-0,006	-0,002
Noeud	784	741	751	753	743	472
Cas	ACC/15	ACC/20	ELU/1	ELU/5	ELU/5	ACC/3

Capture d'écran de certains des déplacements sur le modèle :

3.3.6.1.1 Pour UX

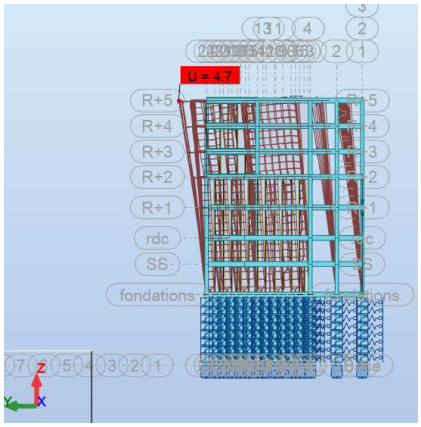


Vue en élévation

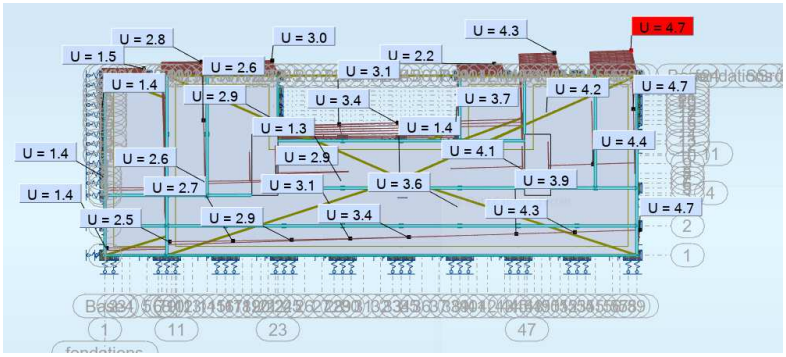


Vue de dessus

3.3.6.1.2 Pour UY



Vue en élévation



Vue de dessus

3.3.6.2 Inter étages

Les déplacements relatifs entre étages devront respecter : dr.v < 0.005h avec v = 0.4

ETAGES	SEISME SX		SEISME SY		VERIFICATION		
	drx [cm]	dry [cm]	drx [cm]	dry [cm]	dr max	dr limite	Vérification
6	0,4	0,1	0,0	0,5	**0,5**	**4,5**	**dr max < dr lim**
5	0,4	0,1	0,0	0,5	**0,5**	**4,5**	**dr max < dr lim**
4	0,4	0,1	0,2	0,6	**0,6**	**4,5**	**dr max < dr lim**
3	0,4	0,1	0,0	0,5	**0,5**	**4,5**	**dr max < dr lim**
2	0,5	0,2	0,3	0,5	**0,5**	**5,4**	**dr max < dr lim**
1	0,4	0,0	0,1	0,3	**0,4**	**5,4**	**dr max < dr lim**
0	0,4	0,0	0,0	0,5	**0,5**	**4,6**	**dr max < dr lim**
RDJ	0,1	0,0	0,0	0,1	**0,1**	**5,4**	**dr max < dr lim**

3.4 BLOC BS6

3.4.1 Présentation

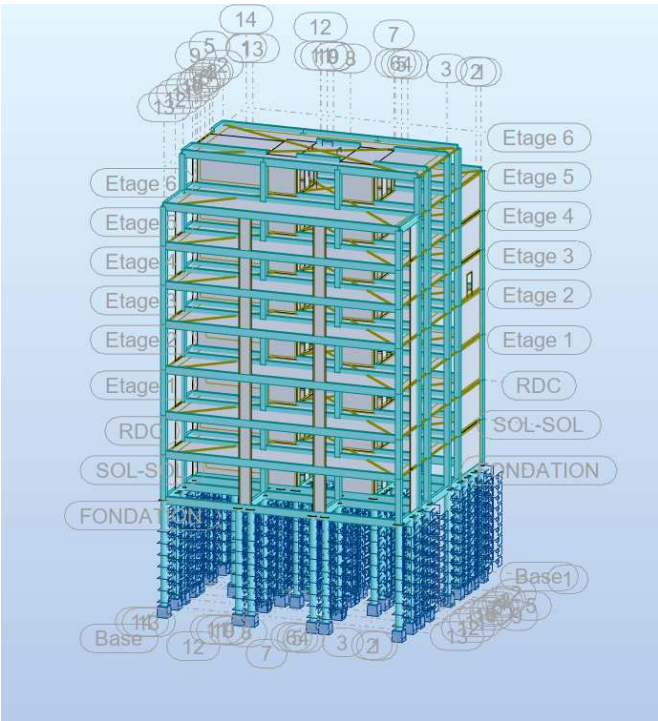


Figure 2- Vue 3D du modèle

3.4.2 Analyse modale spectrale

3.4.2.1 Modes

Avant toute analyse des résultats, il faut vérifier si le pourcentage de masse excité est bien supérieur à 90%.
Après un calcul avec 7 modes :

- 90.92% de la masse sismique suivant la direction X est mobilisée,
- 90.97% de la masse sismique suivant la direction Y est mobilisée.

Mode	Fréquence [Hz]	Période [sec]	Masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]
1	1,13	0,88	0,02	65,27	0,02	65,27
2	1,47	0,68	69,47	65,36	69,46	0,09
3	1,69	0,59	71,30	66,70	1,82	1,35
4	5,24	0,19	71,61	85,24	0,31	18,54
5	5,61	0,18	88,42	86,43	16,82	1,19
6	6,09	0,16	90,91	87,94	2,49	1,51
7	**10,95**	0,09	**90,92**	**90,97**	0,01	3,04

Les modes principaux sont les suivants :

- Mode 1 - Période 0.88s – 0.02 % de masse sismique sollicitée suivant Sx et 65.27 % suivant Sy,
- Mode 2 - Période 0.86s – 69.46% de masse sismique sollicitée suivant Sx et 0.09% suivant Sy,
- Mode 4- Période 0.19 s – 0.31% de masse sismique sollicitée suivant Sx et 18.54% suivant Sy.
- Mode 5- Période 0.18 s – 16.82% de masse sismique sollicitée suivant Sx et 1.19% suivant Sy.

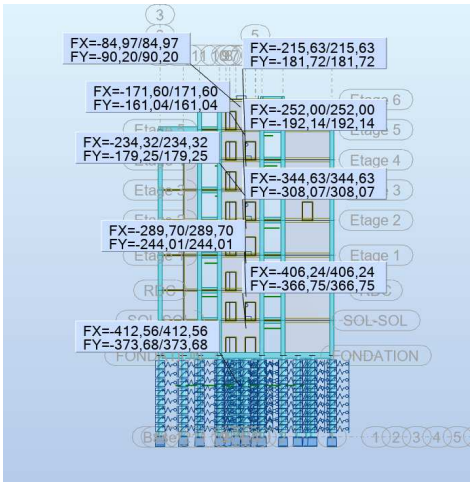
3.4.2.2 Raideur de rotation

Position du centre de raideur par rapport au centre de gravité :

Cas/Etage	Nom	G (x,y,z) [m]	R (x,y,z) [m]	ex0 [m]	ey0 [m]
6/ 1	FONDATION	10,94 11,30 -5,00	10,87 11,37 -3,68	0,07	0,07
6/ 2	RDJ	11,17 10,62 2,15	12,14 11,02 2,62	0,97	0,40
6/ 3	RDC	11,72 10,43 6,15	11,81 11,02 6,60	0,09	0,58
6/ 4	Etage 1	11,49 10,52 10,1	11,81 11,02 10,6	0,32	0,50
6/ 5	Etage 2	11,11 10,59 14,4	11,81 11,02 14,9	0,70	0,43
6/ 6	Etage 3	11,77 10,50 18,4	11,64 11,01 18,9	0,12	0,52
6/ 7	Etage 4	11,42 10,54 22,1	11,64 11,01 22,6	0,22	0,47
6/ 8	Etage 5	11,42 10,60 25,8	11,64 11,01 26,3	0,23	0,41
6/ 9	Etage 6	11,61 11,15 29,5	12,07 10,99 29,9	0,46	0,16

3.4.3 Efforts réduits

La masse sismique totale du bloc est de 6 024 t.



Capture d'écran représentant les efforts réduits par étage au niveau du CdG

Les torseurs sismiques du projet sont récapitulés, pour chaque étage, dans les tableaux suivants.

3.4.3.1 Séisme X

SEISME X			
Etage	FX [T]	FY [T]	MZ [T.m]
7	81	14	171
6	165	22	445
5	208	22	558
4	228	16	538
3	248	13	504
2	284	24	569
1	335	36	739
0	392	47	969
RDJ	398	49	1139

Les efforts horizontaux arrivant au niveau des fondations représentent :

- Direction x : 397/6024 = 6.6 % de la masse sismique,
- Direction y : 48/6024 = 0.1 % de la masse sismique.

3.4.3.2 Séisme Y

SEISME Y			
Etage	FX [T]	FY [T]	MZ [T.m]
7	-13	86	-291
6	-24	154	-544
5	-25	175	-620
4	-20	175	-601
3	-15	188	-495
2	-20	237	-592
1	-33	297	-812
0	-47	353	-948
RDJ	-49	359	-950

Les efforts horizontaux arrivant au niveau des fondations représentent :

- Direction x : -48/ 6024 = 0.1 % de la masse sismique,
- Direction y : 395/ 6024 = 6.0 % de la masse sismique.

3.4.4 Effets du second ordre P-Δ

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h}$$

SEISME SUIVANT X									
ETAGES	Hauteur [cm]	ux [cm]	uy [cm]	drx [cm]	dry [cm]	Ptot [T]	Vtot [T]	θx	θy
7	360	2,8	0,1	0,4	0	475	82	0,006	0,000
6	360	2,4	0,1	0,3	0	1898	166	0,010	0,000
5	360	2,1	0,1	0,4	0	1898	209	0,010	0,000
4	360	1,7	0,1	0,3	0	2694	229	0,010	0,000
3	360	1,4	0	0,4	0	3363	248	0,015	0,000
2	430	1	0	0,3	0	4121	285	0,010	0,000
1	430	0,7	0	0,2	0	4932	337	0,007	0,000
0	370	0,4	0	0,3	0	5599	395	0,011	0,000
RDJ	430	0,1	0	0,1	0	6041	401	0,004	0,000

SEISME SUIVANT Y									
ETAGES	Hauteur [cm]	ux [cm]	uy [cm]	drx [cm]	dry [cm]	Ptot [T]	Vtot [T]	θx	θy
7	360	0	3,7	0,1	0,5	475	87	0,002	0,008
6	360	0,1	3,2	0,1	0,5	1898	156	0,003	0,017
5	360	0,1	2,7	0	0,5	1898	177	0,000	0,015
4	360	0	2,2	0	0,5	2694	176	0,000	0,021
3	360	0	1,7	0	0,5	3363	189	0,000	0,025
2	430	0	1,2	0	0,5	4121	238	0,000	0,020
1	430	0	0,7	0	0,3	4932	299	0,000	0,012
0	370	0	0,4	0	0,3	5599	356	0,000	0,013
RDJ	430	0	0,1	0	0,1	6041	362	0,000	0,004

On vérifie bien pour tous les étages ɵ << 0.10.
Les effets du second ordre peuvent être négligés.

3.4.5 Fondations

L'interaction sol structure a été prise en compte en APD grâce à des pieux ayant des raideurs horizontales élastiques.
Pour les fondations, ce coefficient sera majoré du coefficient de sur-résistance de l'article 4.4.2.6 de l'Eurocode 8-1 : en application de l'alinéa (8) de cet article, on retient gamma R,d =1.4. et Ω = 1.

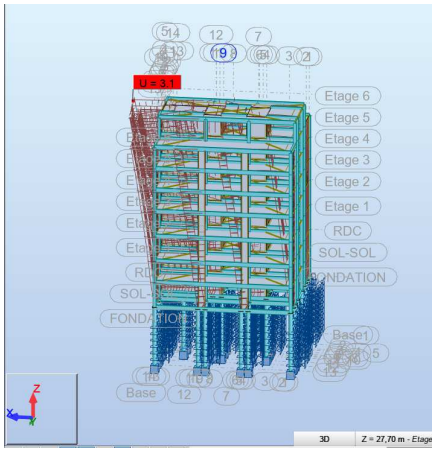
3.4.6 Déplacements

3.4.6.1 Global

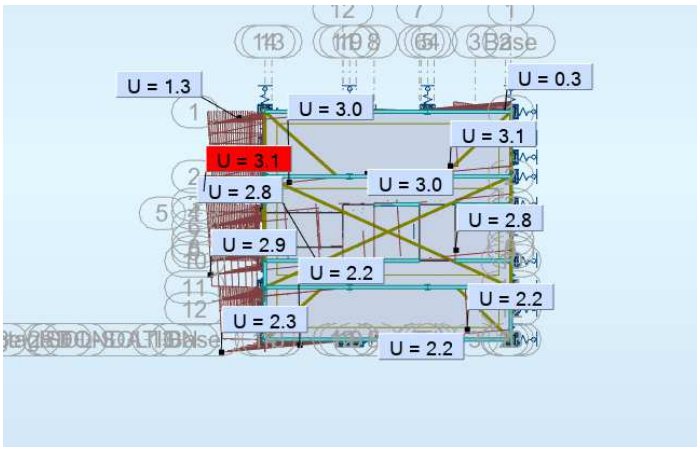
	UX [cm]	UY [cm]	UZ [cm]	RX [Rad]	RY [Rad]	RZ [Rad]
MAX	3,0	4,6	0,5	0,003	0,006	0,001
Noeud	14416	17701	1254	14364	14388	1652
Cas	ACC/11	ACC/21	27	ACC/21	ELU/1	ACC/7
Mode			CQC			
MIN	-3,2	-4,5	-2,0	-0,003	-0,006	-0,001
Noeud	14416	17701	14407	14385	14387	1720
Cas	ACC/19	ACC/13	ELU/1	ACC/20	ELU/1	ACC/21
Mode						

Capture d'écran de certains des déplacements sur le modèle :

3.4.6.1.1 Pour UX:

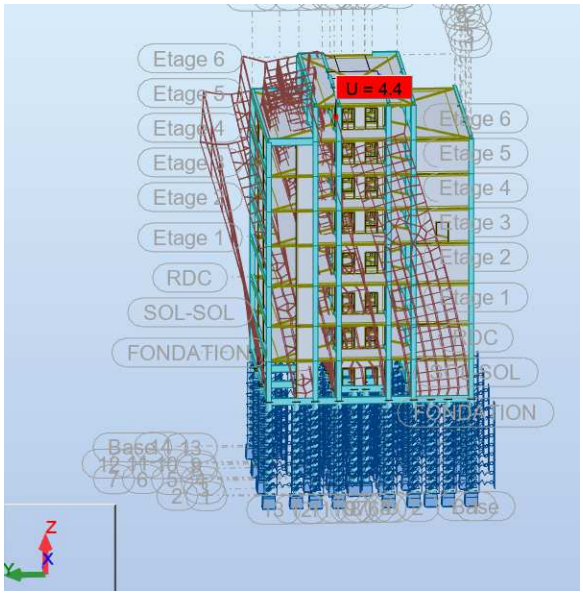


Vue en élévation

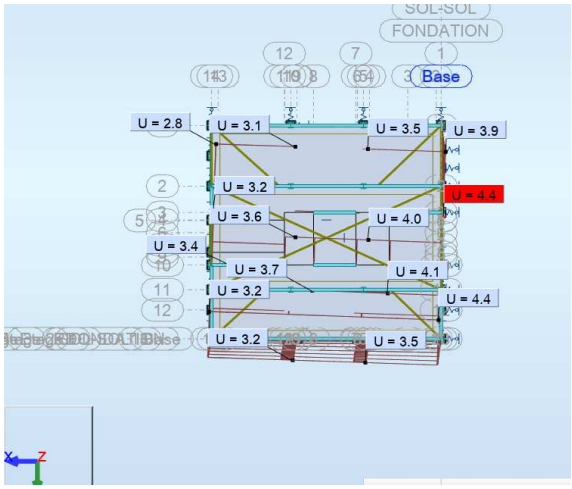


Vue de dessus

3.4.6.1.2 Pour UY



Vue en élévation



Vue de dessus

3.4.6.2 Inter étages

Les déplacements relatifs entre étages devront respecter : dr.v < 0.005h avec v = 0.4

ETAGES	SEISME SX		SEISME SY		VERIFICATION		
	drx [cm]	dry [cm]	drx [cm]	dry [cm]	dr max	dr limite	Vérification
7	0,4	0	0,1	0,5	**0,5**	**4,5**	**dr max < dr lim**
6	0,3	0	0,1	0,5	**0,5**	**4,5**	**dr max < dr lim**
5	0,4	0	0	0,5	**0,5**	**4,5**	**dr max < dr lim**
4	0,3	0	0	0,5	**0,5**	**4,5**	**dr max < dr lim**
3	0,4	0	0	0,5	**0,5**	**4,5**	**dr max < dr lim**
2	0,3	0	0	0,5	**0,5**	**5,4**	**dr max < dr lim**
1	0,2	0	0	0,3	**0,3**	**5,4**	**dr max < dr lim**
0	0,3	0	0	0,3	**0,3**	**4,6**	**dr max < dr lim**
RDJ	0,1	0	0	0,1	**0,1**	**5,4**	**dr max < dr lim**

3.5 INTERACTION BLOCS

3.5.1 Largeur JD

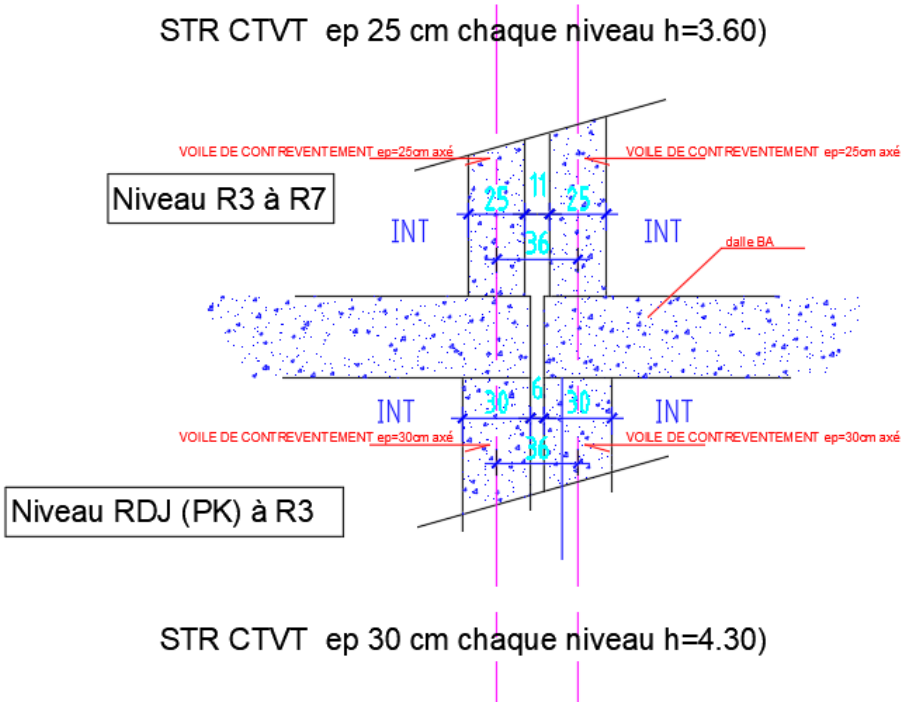
Les déplacements globaux entrainent des largeurs de JD supérieures aux minimas prescrits par la NF-EN 1998-1. La condition de joint sismique sera respectée pour une largeur de JD (cf. §4.4.2.7) :

$$JD > 0.7 * \sqrt[2]{(d_1^2 + d_2^2)}$$

Les calculs aboutissent à des JD de 9 à 11 cm globalement.

Nous avons opté pour l'approche suivante des JD :

- de 6 cm du RDJ jusqu'au R+3
- de 11 cm du R+3 jusqu'au dernier étage.

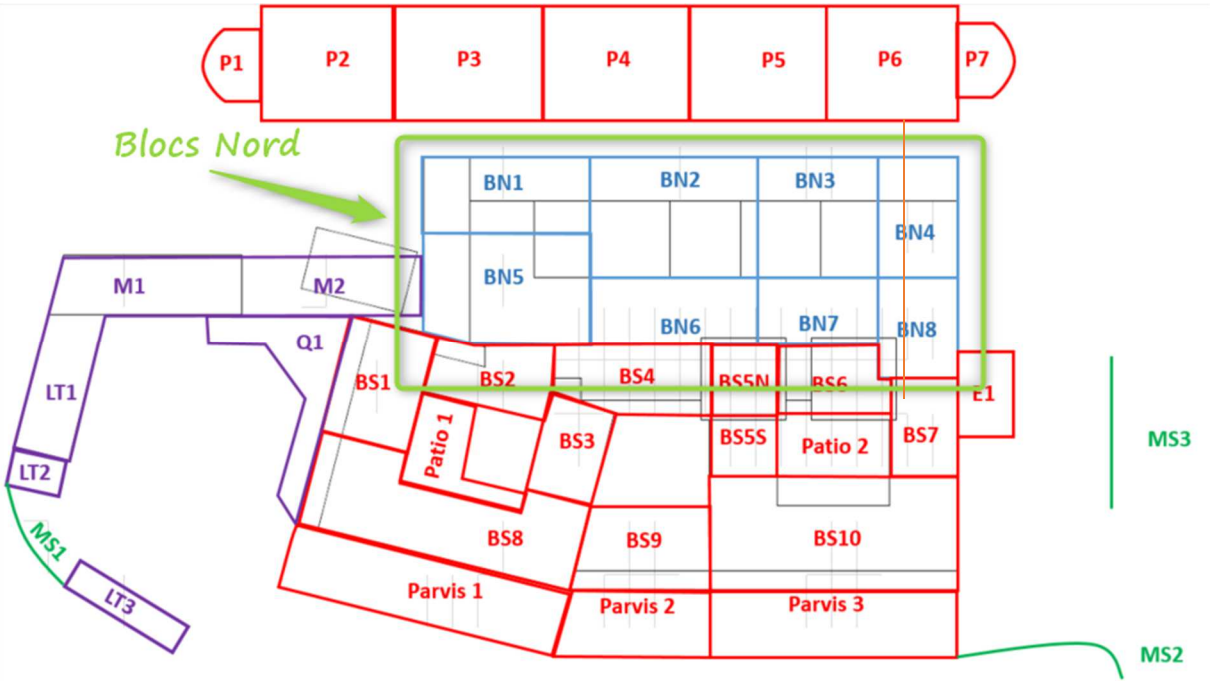


Coupe JD entre Blocs

4. ANALYSE SISMIQUE (BLOCS NORD)

4.1 DESCRIPTION

La zone Nord a été divisée en 8 blocs différents séparés par des JD.

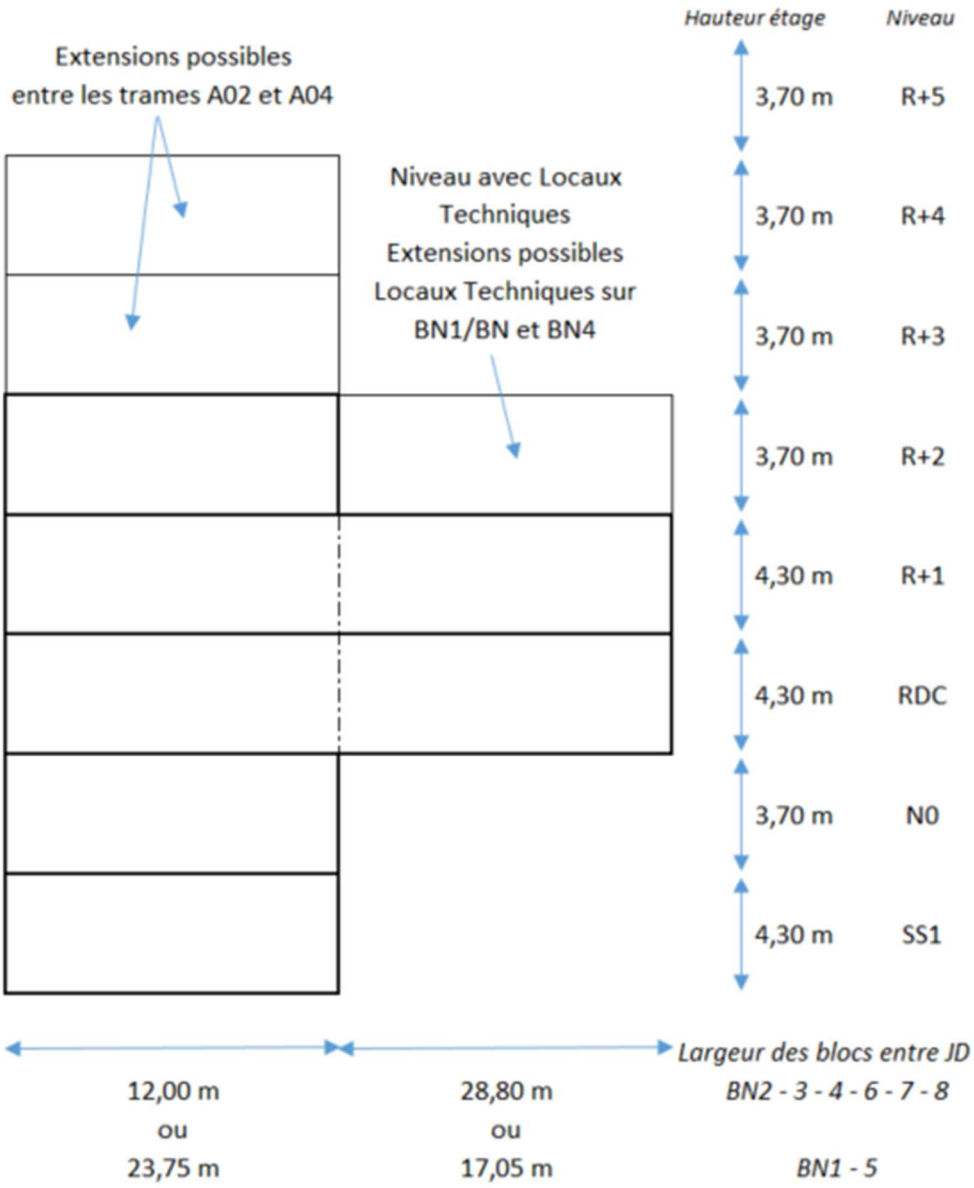


Repérage et dénomination des différents blocs

Tous ces blocs sont en béton avec des planchers en prédalle et une structure poteaux-poutres avec des façades rapportées en bois (FOB). Le contreventement se fera à l'aide de refends BA intérieurs, en façade et de soutènement. Certains voiles peuvent être en double-hauteur car il n'y a pas de plancher intermédiaire.

- **Blocs BN1, BN2, BN3, BN4 et BN6 :**
  Niveaux : Un niveau de plancher sur vide sanitaire puis deux niveaux avant d'avoir un niveau pour les locaux techniques sur toiture. Des futures zones de locaux techniques ont été prise en compte (sur les blocs BN4 et BN1/BN5)
  Ossature : Système poteau-poutre en béton armé, plancher BP et en charpente métallique pour les zones en toiture pour les locaux techniques.
  Plancher bas et fondations : Dalle portée au niveau du VS et fondations superficielles
  Contreventement : Refends en béton armé, plombant sur tous les étages jusqu'aux fondations, composés principalement des cages d'escaliers et de murs séparatifs ainsi que de certains voiles contre les façades qui seront mobilisés ponctuellement.
- **Blocs BN5, BN7 et BN8 :**
  Niveaux : SS1 avec niveau max R+3. Les niveaux R+4 et R+5 ont été pris en compte en prévision d'une possible extension.
  Ossature : Système poteau-poutre en béton armé, plancher BP.
  Plancher bas et fondations : Dalle portée au niveau du VS et fondations superficielles
  Contreventement : Refends en béton armé, plombant sur tous les étages jusqu'aux fondations, composés principalement de murs séparatifs ainsi que de certains voiles contre les façades qui seront mobilisés ponctuellement.

Coupe Tranversal Blocs Nord : BN1 à BN8



4.2 MODELISATION (SPECIFICITES)

Les modélisations et séparations des blocs ont été réalisées de la manière suivante :

- Répartition de la partie Nord en 8 blocs principaux
- Modèle bloc n°07 (BN7) : Un modèle de calcul unique,
- Modèle bloc n°05 (BN5) : Un modèle de calcul unique,

4.2.1 Matériaux

4.2.1.1 Béton

Conforme aux principes généraux.

4.2.1.2 Armatures

Conforme aux principes généraux.

4.2.2 Structure

4.2.2.1 Appuis

Les appuis des Blocs Nord sont modélisés comme des rotules (ponctuelles ou linéaires) simulant des semelles superficielles.

4.2.2.2 Poteaux

Conforme aux principes généraux.

4.2.2.3 Poutres

Conforme aux principes généraux.

4.2.2.4 Planchers

Conforme aux principes généraux.

Un plancher a été ajouté identique en dimension à celui inférieur afin de prendre en compte la possible future extension sur cette zone, à savoir au niveau 4 des plans architectes, c'est-à-dire entre la zone Internat et la « colonne vertébrale » du bâtiment.

4.2.2.5 Voiles de CVT

Conforme aux principes généraux.

Les épaisseurs respectent le minimum imposé par la DCM.
La modélisation des voiles est de type « coque ».

4.2.2.6 Linteaux

Conforme aux principes généraux.

4.2.3 Actions sismiques

Conforme aux principes généraux.

4.2.4 Combinaison d'actions

Conforme aux principes généraux.

4.2.5 Type d'analyse

Le bloc BN5 est pas régulier que ce soit en plan ou en élévation.
Le bloc BN7 est régulier en plan et en élévation.

Le coefficient de comportement est pris égal à q = 1,5.

4.2.6 Modes

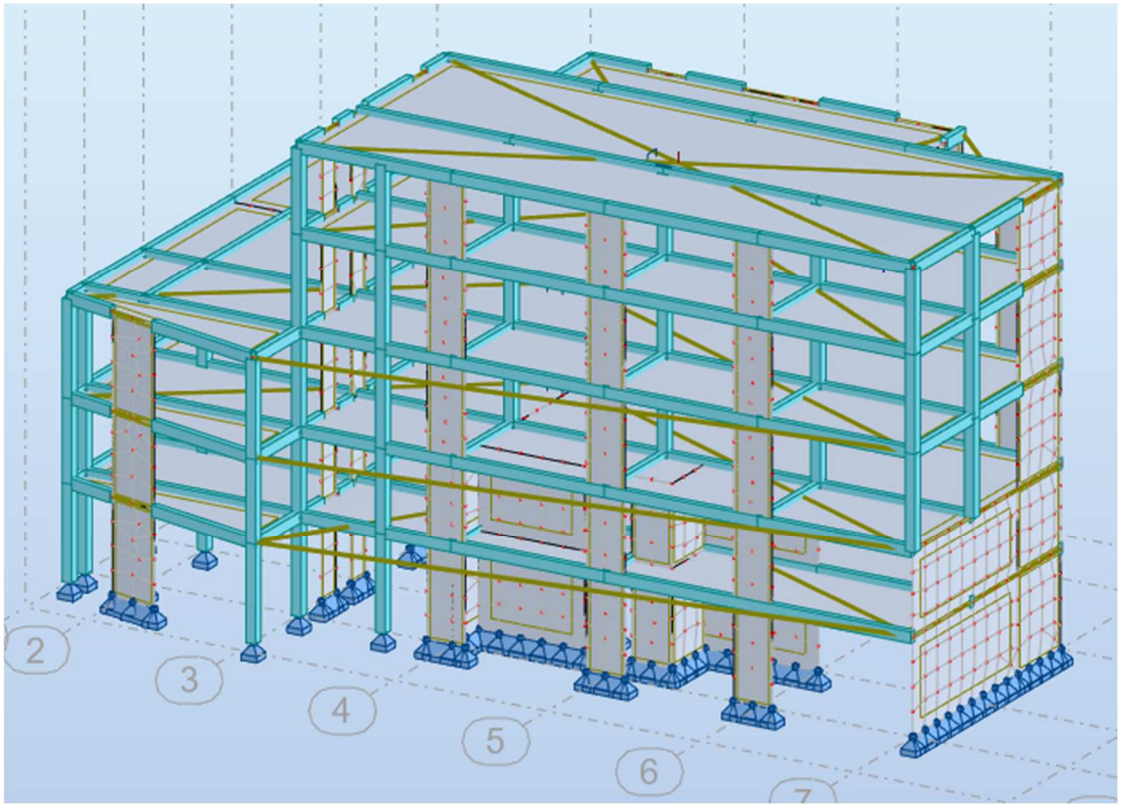
Conforme aux principes généraux.

4.3 BLOC BN7

Ce bloc ayant été remanié au dernier moment, il fut impossible de sortir la note de calcul associée. Au PRO , ce bloc sera mis à jour dans la future note.

4.4 BLOC BN5

4.4.1 Présentation



Vue 3D du modèle BN5

4.4.2 Analyse modale spectrale

4.4.2.1 Modes

Avant toute analyse des résultats, il faut vérifier si le pourcentage de masse excité est bien supérieur à 90%.

Après un calcul avec 50 modes :

- 91.52 % de la masse sismique suivant la direction X est mobilisée,
- 94.81 % de la masse sismique suivant la direction Y est mobilisée.

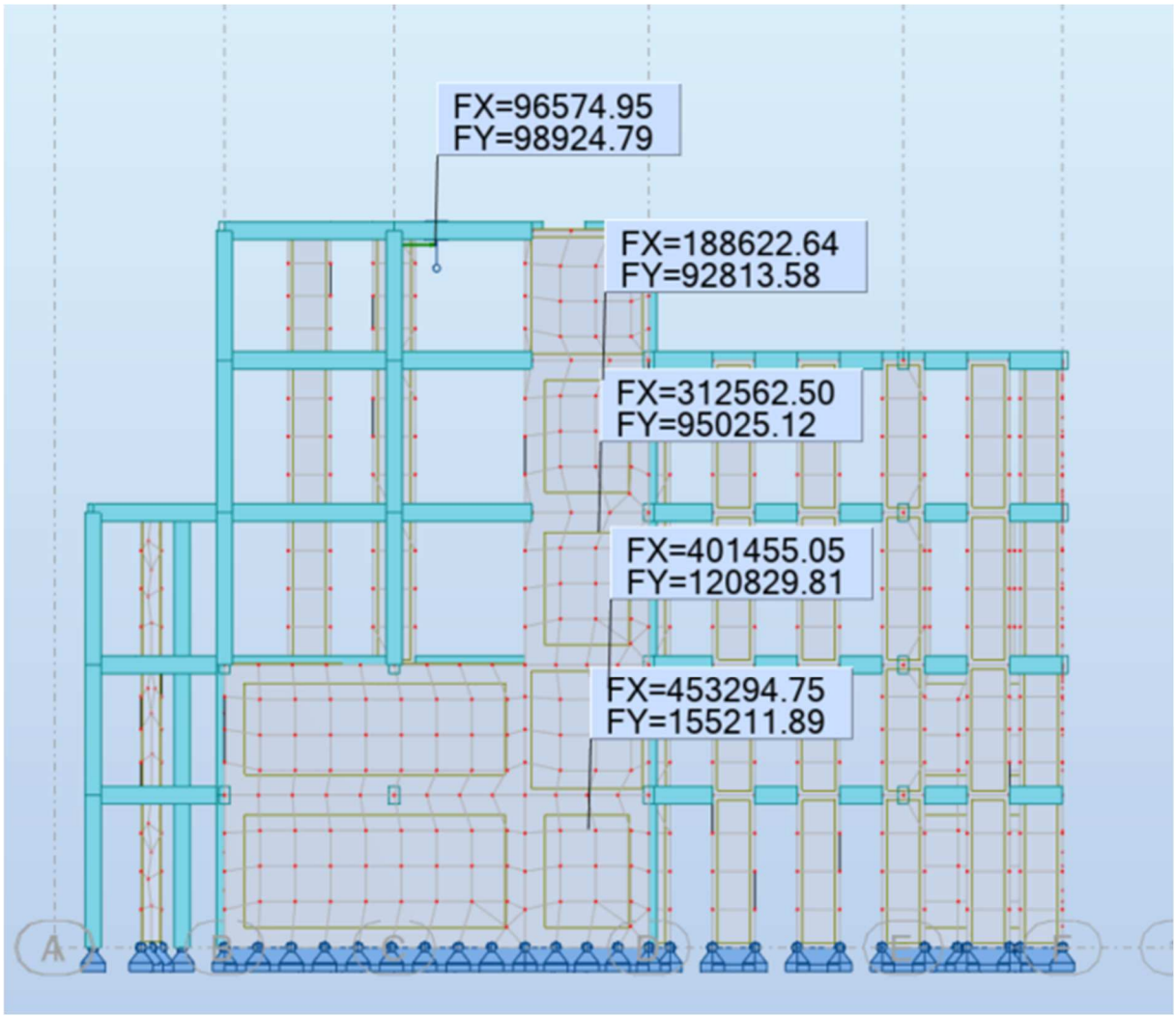
Mode	Fréquence [Hz]	Période [sec]	Masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]
1	1.42	0.70	0.07	40.73	0.07	40.73
2	1.77	0.57	32.78	41.15	32.72	0.42
3	2.53	0.39	32.83	41.15	0.05	0.00
4	3.10	0.32	44.53	41.25	11.70	0.09
5	4.29	0.23	46.29	59.59	1.76	18.34
6	5.71	0.18	60.59	61.08	14.30	1.49
7	7.60	0.13	60.59	61.08	0.00	0.00
8	7.63	0.13	60.61	61.08	0.01	0.00
9	7.67	0.13	60.63	61.19	0.02	0.11
10	7.95	0.13	60.63	70.99	0.00	9.80
11	8.05	0.12	60.63	73.40	0.00	2.40
12	8.57	0.12	60.63	73.78	0.00	0.38
13	8.79	0.11	60.63	79.72	0.00	5.94
14	8.87	0.11	60.64	81.56	0.01	1.84
15	9.67	0.10	60.65	81.56	0.01	0.00
16	10.11	0.10	73.18	84.20	12.52	2.64
17	10.26	0.10	73.23	84.21	0.05	0.01
18	10.80	0.09	73.45	84.23	0.22	0.02
19	11.07	0.09	73.67	84.36	0.22	0.13
20	11.21	0.09	75.33	84.61	1.67	0.25
21	11.43	0.09	82.64	90.45	7.30	5.85
22	11.51	0.09	82.70	90.45	0.06	0.00
23	11.88	0.08	82.70	90.46	0.00	0.00
24	12.31	0.08	82.70	91.16	0.00	0.70
25	12.55	0.08	82.71	91.17	0.01	0.01
26	13.02	0.08	82.72	91.33	0.01	0.16
27	13.07	0.08	82.78	91.69	0.05	0.36
28	13.32	0.08	83.11	92.36	0.34	0.67
29	13.50	0.07	83.12	92.37	0.01	0.01
30	13.60	0.07	83.32	92.86	0.19	0.49
31	14.17	0.07	83.32	92.87	0.01	0.01
32	14.55	0.07	83.32	92.88	0.00	0.01
33	14.57	0.07	83.32	92.89	0.00	0.01
34	15.56	0.06	84.93	93.64	1.60	0.75
35	16.42	0.06	84.99	93.98	0.07	0.33
36	16.75	0.06	87.39	94.09	2.40	0.11
37	17.06	0.06	90.57	94.11	3.18	0.02
38	17.13	0.06	90.60	94.11	0.03	0.01
39	17.49	0.06	90.61	94.13	0.01	0.01
40	17.74	0.06	90.92	94.15	0.31	0.02
41	17.78	0.06	91.18	94.16	0.27	0.02
42	18.10	0.06	91.24	94.16	0.06	0.00
43	18.34	0.05	91.24	94.23	0.00	0.07
44	18.38	0.05	91.24	94.29	0.00	0.07
45	18.41	0.05	91.26	94.30	0.02	0.01
46	18.48	0.05	91.32	94.41	0.06	0.11
47	18.61	0.05	91.50	94.41	0.18	0.00
48	18.76	0.05	91.51	94.41	0.01	0.00
49	18.91	0.05	91.52	94.81	0.01	0.40
50	19.24	0.05	91.52	94.81	0.00	0.00

Les modes principaux sont les suivants :

- Mode **1** - Période 0.70 s – 0.07 % de masse sismique sollicitée suivant Sx et **40.73 %** suivant Sy,
- Mode **2** – Période 0.57s – **32.72 %** de masse sismique sollicitée suivant Sx et 0.42 % suivant Sy.
- Mode **4** – Période 0.32s – **11.7 %** de masse sismique sollicitée suivant Sx et 0.09 % suivant Sy.
- Mode **5** – Période 0.23 s – 1.76 **%** de masse sismique sollicitée suivant Sx et **18.34** % suivant Sy.
- Mode **6** – Période 0.18 s – **14.3 %** de masse sismique sollicitée suivant Sx et 1.49% suivant Sy.
- Mode **16** – Période 0.10s – **17.49 %** de masse sismique sollicitée suivant Sx et 2.64% suivant Sy.

4.4.3 Efforts réduits

La masse sismique totale du bloc est de 4 205 t.



Capture d'écran représentant les efforts réduits par étage au niveau du CdG

Les torseurs sismiques du projet sont récapitulés, pour chaque étage, dans les tableaux suivants :

Sens +			
Etage	FX [T]	FY [T]	MZ [Tm]
SSI	453,29	155,21	3398,24
RDC	401,46	120,83	3909,83
1	312,56	95,03	4098,87
2	188,62	92,81	2439,78
3	96,57	98,92	1190,93

Les efforts arrivant au niveau des fondations représentent :

- Direction x : 453.29 / 4 205,62 = 10.78 % de la masse sismique,

- Direction y : 155.21 / 4 205,62= 3.70% de la masse sismique.

Sens -			
Etage	FX [T]	FY [T]	MZ [Tm]
SSI	155,03	457,43	1900,98
RDC	121,87	439,93	1876,42
1	62,47	417,67	2183,07
2	53,38	298,62	1903,57
3	40,64	179,50	1825,45

Les efforts arrivant au niveau des fondations représentent :

- Direction x : 155.03 / 4 205,62= 3.69 % de la masse sismique,
- Direction y : 457.43 / 4 205,62= 10.88 % de la masse sismique.

4.4.4 Effets du second ordre P-Δ

Les éventuels effets P-Δ seront étudiés en PRO.

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h}$$

4.4.5 Fondations

Pour les fondations, un coefficient de sur-résistance de l'article 4.4.2.6 de l'Eurocode 8-1 : en application de l'alinéa (8) de cet article, on retient γ_{Rd} =1.4. et Ω = 1.

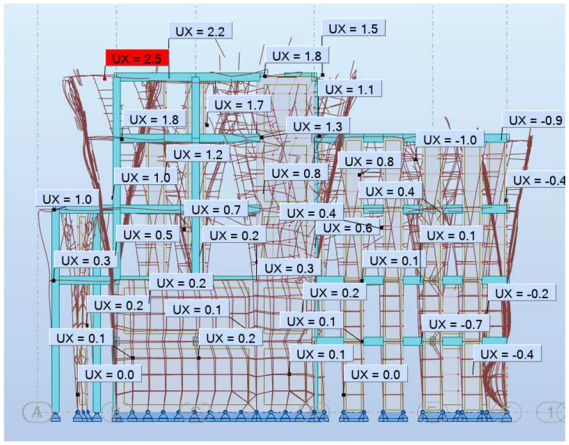
4.4.6 Déplacements

4.4.6.1 Global

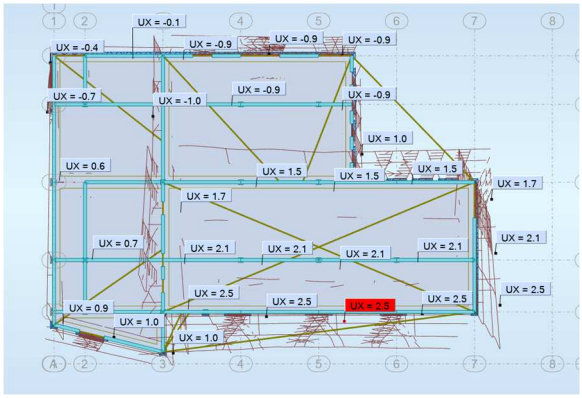
	UX [cm]	UY [cm]	UZ [cm]	RX [Rad]	RY [Rad]	RZ [Rad]
MAX	2.5	3.5	0.6	0.019	0.009	0.007
Noeud	237	409	417	265	297	477
Cas	ACC/2	ACC/3	ACC/3	ELU/1	ELU/1	ELU/1
MIN	-2.4	-4.1	-4.6	-0.013	-0.003	-0.008
Noeud	8154	8536	8396	2029	8238	1703
Cas	ACC/6	ACC/7	ELU/1	ELU/1	ACC/7	ELU/1

Capture d'écran de certains des déplacements sur le modèle :

4.4.6.2 Pour UX

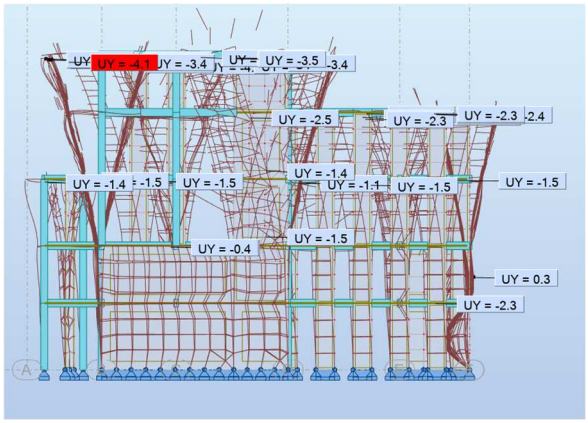


Vue en élévation

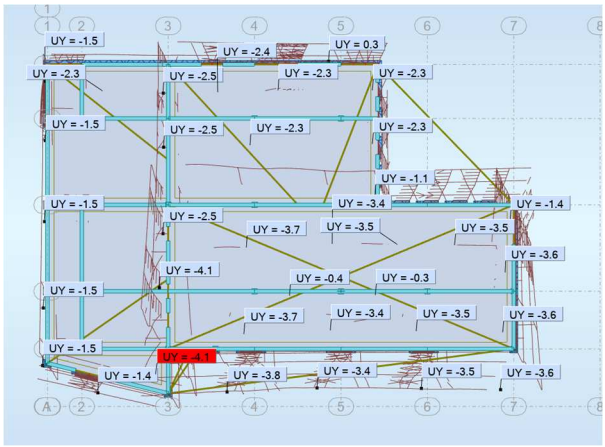


Vue de dessus

4.4.6.3 Pour UY



Vue en élévation



Vue de dessus

4.4.6.4 Inter étages

Les déplacements relatifs entre étages devront respecter : dr.v < 0.005h

4.5 POUSSÉES DYNAMIQUES TERRES

Les voiles « enterrés » en périphérie des blocs BN5, BN7 et BN8 ne devraient pas recevoir de poussées des Terres suite à un talutage évitant toute poussée sur ces voiles.

Une poussée des terres n'a pas été modélisée en phase APD les talutages étant conservés à l'arrière des voiles enterrés.

5. JOINT DE DILATATION

5.1 LARGEUR JD

Paragraphe avec :

Les déplacements globaux entrainent des largeurs de JD supérieures aux minimas prescrits par la NF-EN 1998-1. La condition de joint sismique sera respectée pour une largeur de JD (cf. §4.4.2.7) :

$JD > 0.7 * \sqrt[2]{(d_1^2 + d_2^2)}$

Les modèles étant en cours de travail et de modification suites aux nouveaux plans architecte, cette valeur est susceptible d'évoluer.

6. CONCLUSIONS

A ce stade APD, nous pouvons conclure à un comportement cohérent des blocs tant en efforts qu'en déplacements.
Cependant, les plans architectes évoluent sans cesse suivant les souhaits des services de l'hôpital.
De ce fait, cette note sera indicée au stade PRO.