

Aménagement du complexe de **BELLEVUE** **PÉRIPHÉRIQUE DE NANTES**

Suites de la concertation préalable de novembre-décembre 2021

**Note complémentaire relative à la prise en compte des émissions
de gaz à effet de serre (GES) et du trafic induit**

Février 2023

Table des matières

1 – Objet de la note.....	3
2 – Les obligations et engagements du maître d’ouvrage concernant l’évaluation des émissions de gaz à effet de serre.....	4
3 – L’évaluation complémentaire prévue à moyen terme (2023/24).....	5
4 – L’évaluation au stade de la concertation préalable.....	6
4.1 – Le bilan GES en phase construction.....	6
4.2 – Le bilan GES en phase de fonctionnement.....	8
4.2.1 – L’évaluation présentée dans le dossier de concertation.....	8
4.2.2 – L’évaluation réalisée pour le calcul socio-économique.....	10
4.2.3 – L’évaluation proposée par les Shifters nantais.....	14
4.3 – Enseignements et conclusions.....	17
5 – La prise en compte de l’induction de trafic.....	17
5.1 – La modélisation dans Sim44.....	17
5.2 – Définition de l’induction de trafic.....	19
5.3 – Estimation de l’induction.....	20
5.3.1 – Utiliser la distribution du modèle Sim44 pour évaluer l’induction.....	21
5.3.2 – Méthode d’estimation à partir d’une élasticité au linéaire de réseaux.....	21
5.3.3 – Méthode d’estimation à partir des temps généralisés.....	23
5.3.4 – Retours d’expérience des bilans LOTI.....	23
5.3.5 – Utilisation des modèles LUTI.....	23
5.4 – Conclusions et enseignements.....	24
6 – Annexe : les scénarios prospectifs de parc roulant.....	25

1 – Objet de la note

Cette note a pour objet d’apporter une information complémentaire au public sur la prise en compte des émissions de gaz à effet de serre et du trafic induit dans les études de l’aménagement du complexe de Bellevue sur le périphérique de Nantes, suite aux questions et aux contributions déposées lors de la concertation préalable menée par la DREAL Pays de la Loire en 2021. Cette note présente :

- Les obligations réglementaires en matière d’évaluation des émissions de gaz à effet de serre et les engagements du maître d’ouvrage pour la suite des études ;
- Une description de la méthodologie d’évaluation envisagée pour les études de la variante préférentielle en application des référentiels en vigueur ;
- L’analyse des données disponibles à ce stade dans le dossier d’études d’opportunité ;
- Une évaluation provisoire des émissions des 5 variantes étudiées basée sur les données disponibles (qui s’écartent des référentiels désormais en vigueur) et une analyse commentée des résultats obtenus et de leur représentativité ;
- Une analyse de la contribution déposée par les Shifters Nantais concernant spécifiquement le sujet du bilan gaz à effet de serre et de l’induction ;
- L’analyse des possibilités de prise en compte de l’induction de trafic.

Cette note a été rédigée par le Cerema pour le compte de la DREAL ; elle s’appuie sur les sources de données suivantes :

- Dossier d’études d’opportunité phase 2 et dossier de concertation du complexe de Bellevue ;
- Note méthodologique du bilan GES établi dans le dossier d’études d’opportunité ;
- Rapport d’évaluation socio-économique et tableur de calcul détaillé ;
- Contribution des Shifters Nantais déposée lors de la concertation ;
- Référentiels techniques et littérature scientifique cités dans la note ;
- Modèle de trafic SIM 44 du Cerema utilisé pour la simulation des 5 variantes.

Dans le cadre de la rédaction de cette note, pour apporter un supplément d’information, le Cerema a également réalisé une estimation simplifiée du bilan GES de la phase construction des 5 variantes et croisé ces résultats avec ceux concernant la phase de circulation des véhicules figurant dans les tableurs de calcul de l’évaluation socio-économique des études d’opportunité. Pour apporter des éléments de compréhension sur le bilan GES obtenu, le Cerema a également réalisé quelques exploitations du modèle SIM 44 utilisé pour la simulation de trafic des variantes.

La note synthétise toutes les connaissances disponibles au stade de la concertation préalable, et précise également la limite des résultats présentés, qui ne peuvent être considérés comme totalement représentatifs, compte tenu des méthodologies désormais applicables.

2 – Les obligations et engagements du maître d’ouvrage concernant l’évaluation des émissions de gaz à effet de serre

Dans le cadre du projet d’aménagement du pont de Bellevue, le maître d’ouvrage est tenu de réaliser une évaluation des émissions de gaz à effet de serre du projet au titre du Code de l’Environnement (étude d’impact) et du Code des Transports (évaluation socio-économique), en vue de l’enquête publique relative à la variante préférentielle, mais également pour la concertation préalable dans le but d’informer le public au stade amont de la conception du projet :

*« La concertation préalable permet de débattre de l’opportunité, des objectifs et des caractéristiques principales du projet ou des objectifs et des principales orientations du plan ou programme, des enjeux socio-économiques qui s’y attachent ainsi que de **leurs impacts significatifs sur l’environnement et l’aménagement du territoire**. Cette concertation permet, le cas échéant, de débattre de solutions alternatives, y compris, pour un projet, son absence de mise en œuvre. »* L121-15-1 du Code de l’Environnement.

C’est pourquoi le dossier d’études d’opportunité comporte une première évaluation des émissions de gaz à effet de serre des 5 variantes de projet, et que ce critère apparaît dans les tableaux de comparaison des variantes dans le dossier de concertation.

La normalisation des méthodologies applicables pour réaliser les bilans d’émissions de GES est toutefois relativement récente (entre 2020 et 2022) et concomitante, voire postérieure aux études menées sur le complexe de Bellevue, pouvant expliquer un écart entre les obligations et attentes actuelles, et les résultats présentés dans le dossier de concertation. C’est pourquoi le maître d’ouvrage s’est engagé à proposer une information complémentaire au public à l’issue de la concertation, permettant d’explicitier les calculs réalisés, et de les compléter progressivement.

Dans un premier temps (la présente note), il s’agit de valoriser l’ensemble des sources de données et études disponibles, notamment l’évaluation socio-économique réalisée dans le cadre des études d’opportunité, qui comporte également un bilan des émissions de GES, mené selon une méthodologie plus proche des recommandations actuelles, que le bilan présenté dans le dossier de concertation. Il s’agit également d’apporter un éclairage sur l’estimation des émissions réalisée par l’association « Les Shifters nantais » (observation n°351 de la concertation publique).

Dans un second temps (à horizon 2023/2024 compte tenu du déroulé des études et procédures réglementaires), il s’agira de réaliser selon les préconisations en vigueur le bilan des émissions de GES de la solution retenue, de manière à analyser sa compatibilité avec la trajectoire d’émissions de la stratégie nationale bas carbone (SNBC). La méthodologie envisagée est présentée ci-après, à la fois par souci de transparence, mais aussi pour mettre en évidence les limites des évaluations actuellement disponibles. Ainsi, les résultats présentés ci-après ne peuvent pas être considérés comme définitifs, et confirment le besoin de réaliser une évaluation complémentaire sur la solution qui sera finalement retenue pour les études préalables.

3 – L'évaluation complémentaire prévue à moyen terme (2023/24)

Il est prévu de s'appuyer sur les référentiels méthodologiques suivants :

- « Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact – Guide méthodologique », CGDD, Février 2022
- « Recommandations pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des projets routiers », Cerema, Mai 2020
- Référentiel d'évaluation socio-économique des projets de transport, Note technique et fiches-outils, DGITM, Décembre 2019 ou version plus récente en cas de mise à jour

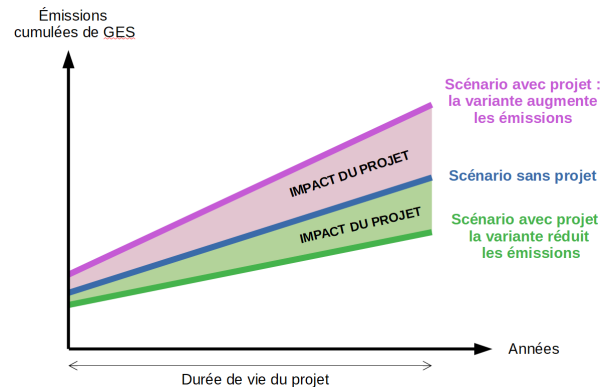
Le cadrage envisagé pour réaliser le bilan des émissions de GES est le suivant :

	Cadrage retenu
Périmètre temporel	Phase de construction Phase de fonctionnement (circulation des véhicules) Phase de fin de vie de l'infrastructure (lorsque des données sont disponibles)
Durée de l'évaluation	Les projections de trafic sont disponibles à l'horizon 2070. L'évaluation est menée de la mise en service du projet à 2070.
Scénario prospectif	Scénario « Avec Mesures Supplémentaires »* (AMS) pour le parc roulant correspondant à l'évolution à suivre pour respecter la trajectoire d'émissions de la SNBC. Le scénario fournit des hypothèses jusqu'en 2070 concernant : → la composition du parc roulant ; → l'amélioration de la performance énergétique des véhicules ; → l'incorporation de biocarburants. Concernant les projections de trafic, le scénario « AMS local » présenté comme test de sensibilité sera privilégié pour la suite des études, par rapport au scénario tendanciel « Avec Mesures Existantes » (AME) présenté dans le dossier de concertation.
Méthode d'évaluation	$IMPACT\ DU\ PROJET = \sum \text{Émissions avec projet} - \sum \text{émissions sans projet (référence)}$ sur toute la durée de l'évaluation
Postes d'émissions	Les émissions liées aux carburants sont prises en compte « du puits à la roue ». Les facteurs d'émission de la base Carbone de l'ADEME sont utilisés, et prolongés dans le temps selon les hypothèses du scénario AMS. Sauf évolution des connaissances, les émissions liées à la fabrication des véhicules ne sont pas prises en compte, par manque de données prospectives dans la SNBC sur le rythme de décarbonation de la filière automobile au sein du secteur de l'industrie. Un test de sensibilité pourra toutefois être envisagé en précisant les limites du calcul.
Effets valorisés	Les émissions de GES calculées tiennent compte de la vitesse des véhicules sur chaque tronçon du modèle de trafic, et des reports d'itinéraires (allongement ou réduction des distances). La question du trafic induit est abordée dans la suite de la note.
Périmètre spatial	Les émissions sont calculées avec et sans projet à l'échelle du modèle de trafic entier, et pas uniquement dans le secteur de projet, pour tenir compte correctement des reports d'itinéraires vers le projet, qui ne constituent pas des trajets nouveaux.

*Les différents scénarios prospectifs de parc roulant mentionnés dans cette note sont décrits en annexe.

De manière synthétique, le calcul de l'impact du projet sur les émissions de gaz à effet de serre sera réalisé de la manière suivante :

- Impact = Émissions avec projet – émissions sans projet (référence) ;
- Durée de l'évaluation : 2028 à 2070 ;
- Postes d'émissions : construction, entretien, exploitation, fin de vie de l'infrastructure, circulation des véhicules (carburant du puits à la roue).



L'évaluation étant menée selon le scénario de parc roulant « AMS » et le scénario de trafic « AMS local » correspondant à la transposition locale des hypothèses nationales de la trajectoire SNBC (cf. Rapport « Complexe de Bellevue – Analyse des risques liés à la modélisation statique des trafics », Cerema, 2021), si les émissions avec projet sont inférieures ou égales aux émissions sans projet, la compatibilité du projet avec la trajectoire d'émissions de la SNBC aura été établie.

Par ailleurs, les consommations d'énergie (fossile et électrique) calculées à l'occasion du bilan GES seront également présentées explicitement, pour analyser la sobriété énergétique du projet.

4 – L'évaluation au stade de la concertation préalable

4.1 – Le bilan GES en phase construction

A titre de complément d'information suite à la concertation, une estimation des émissions de gaz à effet de serre liées à la construction, l'entretien, l'exploitation et la fin de vie de l'infrastructure a été réalisée en s'appuyant sur la méthode simplifiée basée sur les coûts d'investissement proposée en annexe n°4 du guide du Cerema « Recommandations pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des projets routiers », mai 2020.

Les hypothèses de valorisation sont les suivantes :

- Ouvrages d'art : 485 teq CO₂ / M€
- Chaussées : 690 teq CO₂ / M€
- Terrassements : 702 teq CO₂ / M€
- Artificialisation des sols : 90 % des émissions du poste « Chaussées »
- Exploitation : 300 teq CO₂ / km (sur 50 ans pour 2 voies de circulation hors bretelles)
- Équipements : 5 % des émissions totales précédentes.

L'estimation des émissions de GES liées à la construction, l'entretien, l'exploitation et la fin de vie de l'infrastructure sont les suivantes :

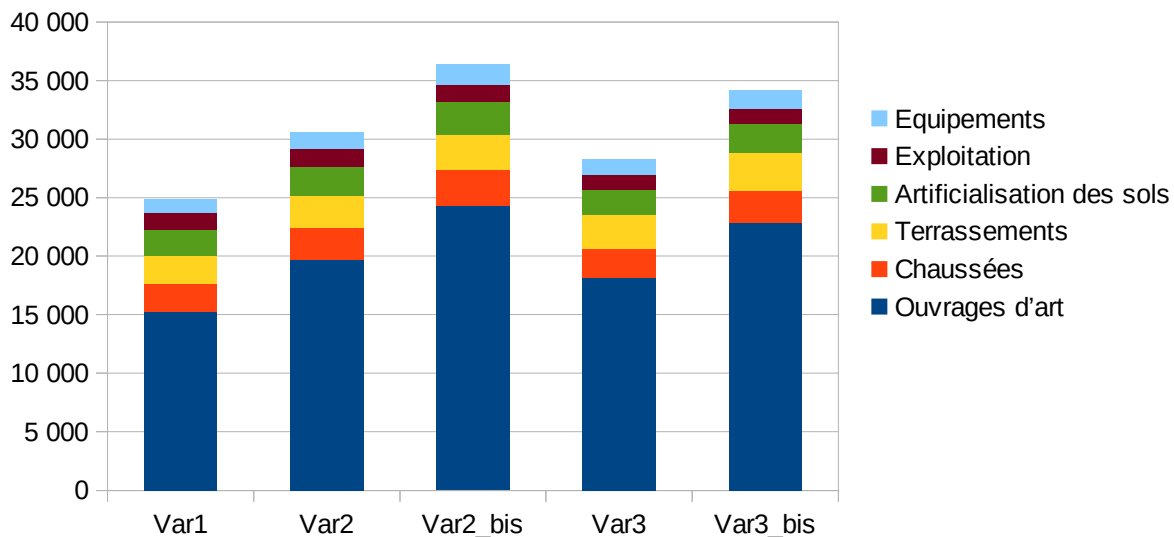
Construction	Variante 1	Variante 2	Variante 2 bis	Variante 3	Variante 3 bis
Coût total (M€ HT)	69,9	83,3	97,5	78,7	92,9
Émissions GES (t CO2e)	24800	30600	36400	28300	34200

L'estimation est plus élevée que celle réalisée par les Shifters qui évaluent les émissions en phase construction à environ 11400 teq CO2. Les résultats sont directement proportionnels aux coûts des variantes, et à l'importance des aménagements concernant les ouvrages d'art.

	Variante 1	Variante 2	Variante 2 bis	Variante 3	Variante 3 bis
Nouvel ouvrage aval	3 voies	3 voies	3 voies	2 voies	2 voies
Porte du Vignoble	Aucun OA modifié	1 OA modifié	2 OA modifiés	1 OA modifié	2 OA modifiés

Ainsi, la variante 1 avec un tablier à 3 voies pour le nouvel ouvrage, mais qui impacte peu la porte du Vignoble a le bilan le plus faible, et la variante 2 bis avec un tablier à 3 voies et la reconstruction de 2 ouvrages au droit de la porte du Vignoble a le bilan le plus élevé.

Emissions de GES (t CO2e) liées à la construction, l'entretien et l'exploitation de l'infrastructure



Au stade de l'enquête publique, une évaluation plus approfondie basée sur une estimation des quantités de matériaux mis en œuvre sera réalisée. Cette évaluation sera intégrée au bilan des émissions de GES dans l'étude d'impact et dans l'évaluation socio-économique (analyse quantitative et analyse monétarisée).

4.2 – Le bilan GES en phase de fonctionnement

4.2.1 – L'évaluation présentée dans le dossier de concertation

Dans le dossier d'études d'opportunité, une première approche du calcul des émissions liées à la circulation des véhicules a été réalisée pour chaque variante. Les résultats obtenus pour le trafic estimé à l'année 2050 sont les suivants (exprimés en tonnes équivalent CO2 par jour) :

	Var 1	Var 2	Var 2 bis	Var 3	Var 3 bis
Émissions GES par jour (t CO2e)	157	157	159	158	158

Réalisé au stade des études d'opportunité, alors que les référentiels aujourd'hui applicables étaient en cours de diffusion, ce calcul comporte au moins deux simplifications qui empêchent une comparaison représentative des émissions des variantes entre elles, et par rapport à la situation sans projet :

- Les vitesses modélisées représentant la réduction de la congestion permise par les variantes n'ont pas été valorisées dans le calcul des émissions, qui a été réalisé d'après les vitesses réglementaires. Aussi, il y a peu d'écarts entre les variantes, comme on peut le constater dans le tableau précédent, alors que la modélisation met en évidence des écarts significatifs sur la congestion en HPM pour les variantes bis, et sur la congestion en HPS pour les variantes 2/2bis et 3/3bis par rapport à la variante 1 ;
- Le périmètre géographique retenu pour le calcul des émissions (Illustration 1) est trop restreint pour prendre en compte correctement les reports de trafic qui se produisent sur un périmètre plus étendu. Ainsi, le volume de trafic sur le complexe de Bellevue en situation de projet est supérieur à la situation de référence, car la réduction de la congestion apportée par le projet engendre des reports d'itinéraires pour les usagers, mais ce trafic supplémentaire n'est pas un trafic nouveau. Ce trafic existe déjà dans la situation de référence, mais emprunte des itinéraires alternatifs présentant des temps de parcours plus attractifs. Pour réaliser un bilan représentatif des émissions, il faut raisonner à volume de trafic constant, et donc réaliser le calcul des émissions à l'échelle de l'ensemble du modèle de trafic. On ne peut donc pas calculer le différentiel d'émissions entre projet et référence.

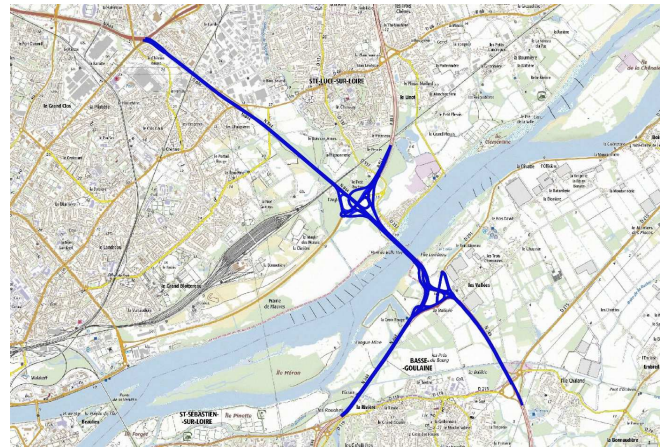


Illustration 1: Tronçons du modèle de trafic retenus pour le calcul des émissions de GES

Ces simplifications amènent à devoir considérer ces résultats avec prudence. De manière plus détaillée, la méthodologie employée s'écarte des préconisations désormais en vigueur sur les points suivants :

	Cadrage retenu		Respect des référentiels en vigueur*
Périmètre temporel	Phase de fonctionnement : émissions liées à la circulation des véhicules	~	Partiellement. La construction de l'infrastructure n'est pas prise en compte.
Durée de l'évaluation	1 an : année 2050	Û	L'évaluation doit être menée sur une durée longue (environ 50 ans).
Scénario prospectif	Scénario de croissance du trafic tendanciel. Parc roulant IFSTTAR 2013 – horizon 2030, qui correspond à une évolution très lente du parc, très éloignée du scénario « AMS » de la SNBC.	~	Les tests de sensibilité ont montré un faible impact de scénarios de croissance du trafic alternatifs (dont « AMS local ») par rapport au scénario tendanciel sur le secteur de projet.
		Û	Le scénario de parc roulant et de carburants ne correspond pas au scénario central « AMS » préconisé.
Méthode d'évaluation	Comparaison des émissions des variantes entre elles.	Û	La méthodologie ne permet pas le calcul de l'impact du projet (projet - référence) du fait du périmètre géographique retenu comme explicité précédemment.
Postes d'émissions	Les émissions liées à la circulation comprennent les émissions directes liées à la combustion des carburants fossiles : « du réservoir à la roue ».	Û	Les émissions indirectes doivent être prises en compte, pour la production des carburants fossiles « du puits au réservoir » et la production d'électricité.
Effets valorisés	La vitesse des véhicules retenue pour le calcul des consommations de carburant est la vitesse réglementaire. Il n'y a donc pas d'écarts entre les variantes ni par rapport à la situation de référence.	—	Sans objet (pas de préconisation). Toutefois, comme précisé plus haut, ne pas prendre en compte la fluidification du trafic à travers les vitesses issues de la modélisation ne permet pas de valoriser les différences entre les variantes et les améliorations par rapport à la congestion en situation de référence.
Périmètre spatial	Les émissions sont calculées sur un périmètre réduit autour du complexe Bellevue.	—	Sans objet (pas de préconisation). Toutefois, comme précisé plus haut, ce point est bloquant pour une comparaison représentative des émissions des variantes entre elles (elles n'ont pas la même attractivité) et par rapport à la situation de référence (le trafic capté par les variantes ne doit pas être comptabilisé comme un trafic supplémentaire).

* Lecture des sigles :

Û : satisfaisant, ~ : partiellement satisfaisant, Û : non satisfaisant, — : sans objet

4.2.2 – L'évaluation réalisée pour le calcul socio-économique

Constatant que les résultats présentés dans le dossier d'études d'opportunité comportent des limites méthodologiques au regard des référentiels actuellement en vigueur, le maître d'ouvrage propose un éclairage complémentaire provisoire, dans l'attente de la mise à jour des bilans GES lors de la prochaine phase d'étude préalable sur la solution retenue, en s'appuyant sur les calculs d'émissions réalisés dans le cadre de l'évaluation socio-économique du projet. En effet, le calcul des indicateurs socio-économiques (VAN-SE : valeur actualisée nette socio-économique, qui rend compte de l'intérêt collectif du projet en comparant coûts et avantages monétarisés) présenté dans le dossier de concertation comporte entre autres une quantification des émissions de gaz à effet de serre.

La méthodologie appliquée est celle préconisée par le référentiel d'évaluation socio-économique des projets de transport de la DGITM, dans sa version de 2014. Cette méthode est beaucoup plus proche des attentes des référentiels actuels, même si quelques écarts demeurent :

	Cadrage retenu	Respect des référentiels en vigueur	
Périmètre temporel	Phase de fonctionnement : émissions liées à la circulation des véhicules	Ü	Satisfaisant (en ajoutant la phase construction calculée par le Cerema)
Durée de l'évaluation	2028 (mise en service) à 2070	Ü	Les gains sont calculés par période (HPM, HPS, HC) puis agrégés à la journée, qui représente un jour ouvré. L'année est valorisée sur 200 jours ouvrés. Il n'est pas considéré d'effet le week-end et les vacances.
Scénario prospectif	Scénario de croissance du trafic tendanciel.	~	Les tests de sensibilité ont montré un faible impact de scénarios de croissance du trafic alternatifs (dont « AMS local ») par rapport au scénario tendanciel sur le secteur de projet.
	Parc roulant 2015 sans évolution temporelle, pas de décarbonation progressive.	Û	Le scénario de parc roulant et de carburants ne correspond pas au scénario central « AMS » préconisé.
Méthode d'évaluation	Comparaison différentielle par rapport à la situation de référence.	Ü	Satisfaisant
Postes d'émissions	Les émissions liées à la circulation comprennent les émissions directes liées à la combustion des carburants fossiles : « du réservoir à la roue ».	Û	Les émissions indirectes « du puits au réservoir » ne sont pas prises en compte.
Effets valorisés	La vitesse des véhicules retenue pour le calcul des consommations de carburant est la vitesse modélisée.	~	Méthode représentative. Utilisation de la méthodologie COPERT 3 pour le calcul des consommations unitaires en fonction de la vitesse. COPERT 5 est désormais en vigueur.
Périmètre spatial	Les émissions sont calculées sur tout le périmètre du modèle.	Ü	Méthode représentative.

Les principales limites des résultats présentés ci-après sont donc :

- Le scénario prospectif : avec un parc roulant qui n'évolue pas au cours du temps et reste entièrement carboné (25 % essence, 75 % diesel pour les VL, 100 % diesel pour les PL, pas de biocarburants), les effets du projet sur les émissions de GES sont fortement amplifiés, favorablement ou défavorablement, en comparaison d'un scénario AMS où le parc roulant est très rapidement décarboné ;
- Les postes d'émission pris en compte : les émissions de GES liées à la production amont des énergies fossiles et de l'électricité ne sont pas prises en compte. À l'inverse de l'effet du scénario prospectif, cette simplification minore les effets du projet, qu'il s'agisse d'une réduction ou d'une augmentation des émissions de GES par rapport à la référence.

Ces limites étant posées, les résultats obtenus sont les suivants sur la période 2028-2070 (en supposant une stabilité du trafic et des émissions entre 2050 et 2070), en comparant les émissions en projet aux émissions en référence sur tout le périmètre du modèle :

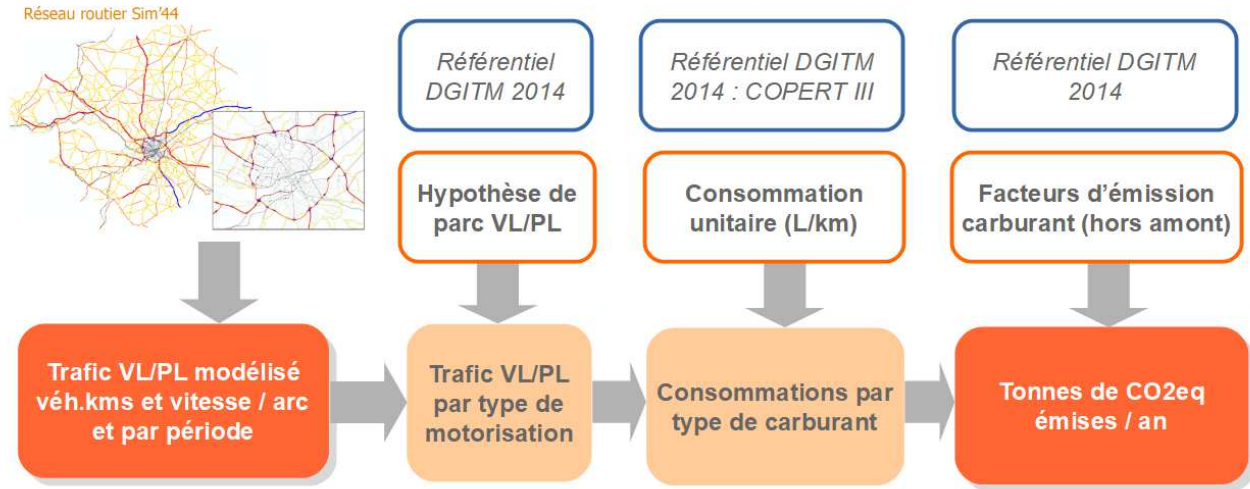
	Variante 1	Variante 2	Variante 2 bis	Variante 3	Variante 3 bis
Circulation : Émissions projet – émissions référence (t CO2e)	-57200	-63400	-80100	-56900	-76800
Construction/ entretien (t CO2e)	24800	30600	36400	28300	34200
Bilan	-32400	-32800	-43700	-28600	-42600

Dans ces conditions d'évaluation, la réduction des émissions pendant la phase de fonctionnement du projet compense les émissions générées par la construction et l'entretien de l'infrastructure. Les variantes bis ont le bilan le plus favorable, car elles ont un impact positif supplémentaire en période de pointe du matin, avec l'amélioration des conditions de circulation dans le secteur de la Porte du Vignoble qui améliore la fluidité et réduit les distances parcourues.

Ces estimations d'émissions de GES s'appuient sur les résultats intermédiaires suivants :

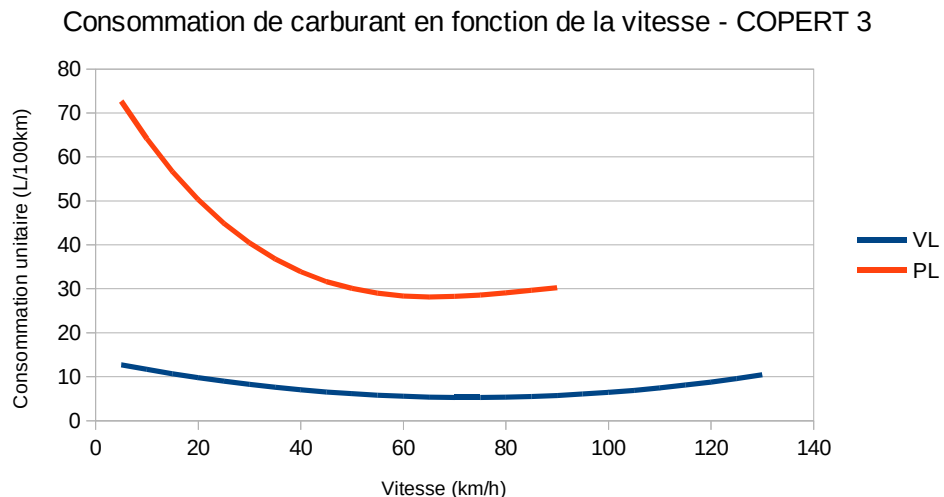
- Trafic VL et PL par arc, par période (HPM, HPS, HC) aux horizons 2028, 2035 et 2050
- Vitesses VL et PL par arc, donnant la consommation unitaire de carburant (L/km) et par suite la consommation de carburant (L) par arc et par période aux horizons 2028, 2035 et 2050
- Les consommations annuelles de carburant (L) en projet et en référence sur tout le modèle, avec une interpolation linéaire entre les horizons modélisés
- Les émissions annuelles de GES (kg) avec les facteurs d'émissions diesel et essence (kg/L)

De façon schématique, la démarche est la suivante :



La réduction des émissions de GES en projet par rapport à la référence est liée à 2 phénomènes :

- **L'optimisation des vitesses de circulation** vers des plages de fonctionnement minimisant la consommation de carburant pour les VL et les PL. Il s'agit du phénomène principal conduisant à la réduction des émissions de GES. Il concerne les usagers déjà présents dans le secteur congestionné de Bellevue en situation de référence (les « anciens usagers »), qui profitent directement de l'augmentation des vitesses sans changer d'itinéraire. Les courbes de consommation de carburant utilisées dans l'évaluation socio-économique montrent bien l'optimisation de la consommation pour une vitesse située autour de 70 / 80 km/h :



NB : cet effet d'optimisation des consommations d'énergie par la fluidification du trafic ne vaut que pour les véhicules thermiques. Dans le cadre de l'évaluation de la variante préférentielle, avec un parc roulant AMS fortement électrifié, on peut s'attendre à une augmentation de la consommation d'électricité du fait du projet. Ce point fera l'objet d'une analyse spécifique.

- **les reports d’itinéraires générés par le projet**, qui conduisent à des variations de distance parcourue pour certains usagers. Ce phénomène est très largement secondaire par rapport à l’amélioration des conditions de circulation. Selon les périodes (HPM ou HPS), les horizons (2028, 2035, 2050) et les catégories de véhicules (VL ou PL), ces reports d’itinéraires ont pour effet soit d’allonger, soit de réduire les distances parcourues (pour rechercher un itinéraire plus rapide par rapport à la situation de référence congestionnée dans le secteur de Bellevue) :
 - Dans la majorité des cas (en HPM, et de manière plus marquée pour les variantes bis), le projet conduit à une diminution des distances parcourues, ce qui réduit les émissions de GES des usagers reportés. La diminution des distances en projet s’explique par les détours réalisés en référence pour éviter la congestion et rechercher un meilleur temps de parcours ;
 - Dans quelques cas (HPS aux horizons 2028 et 2035), le projet conduit à une augmentation des distances parcourues, car l’amélioration des temps de parcours par l’itinéraire Bellevue est très significative, ce qui capte du trafic d’itinéraires plus directs mais moins rapides.
 - À tous les horizons, à l’échelle de la journée (périodes de pointe et périodes creuses cumulées), le projet conduit au global à une très légère diminution des distances parcourues, qui agrège l’ensemble des allongements et réductions de distance. Comparé au niveau de trafic tous véhicules 2 sens confondus sur le pont de Bellevue en jour ouvré en référence 2028, soit 108000 veh/jour, on constate que la réduction des distances parcourues (tableau ci-dessous) représente entre 3000 et 6000 véhicules parcourant chacun un kilomètre en moins (en moyenne), ce qui est assez faible.

Horizon 2028	Variante 1	Variante 2	Variante 2 bis	Variante 3	Variante 3 bis
Variation de veh.kms / an* (VL)	-740 000	-920 000	-520 000	-490 000	-500 000
Variation de veh.kms / an* (PL)	-220 000	-210 000	-230 000	-150 000	-160 000
Variation de veh.kms / jour (TV)	-4 800	-5 650	-3 750	-3 200	-3 300

* l’année est valorisée sur 200 jours ouvrés (jours où le projet permet de réduire la congestion)

- Ainsi, les volumes de trafic concernés par les reports d’itinéraires sont largement inférieurs au volume des « anciens usagers » du secteur de Bellevue, et la réduction des émissions de GES est donc principalement liée à l’optimisation des vitesses de circulation.

4.2.3 – L'évaluation proposée par les Shifters nantais

Pour apporter un éclairage à la question « le projet d'aménagement du complexe de Bellevue est-il compatible avec l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050 et avec la trajectoire de réduction des émissions fixée par la Stratégie Nationale Bas Carbone ? », l'association les Shifters nantais a déposé une contribution à la concertation proposant une évaluation des émissions de GES du projet.

L'approche retenue par les Shifters diffère de l'approche précédente en différentiel (projet – référence). Il s'appuie sur un principe de comparaison des émissions générées sur le secteur de projet avec la trajectoire d'émissions définie par la SNBC pour le secteur des transports (notion de budget carbone). Ainsi, une estimation de l'évolution annuelle des émissions de GES du complexe de Bellevue à partir de l'année 2015 est proposée à partir des informations disponibles dans le dossier de concertation et ses annexes.

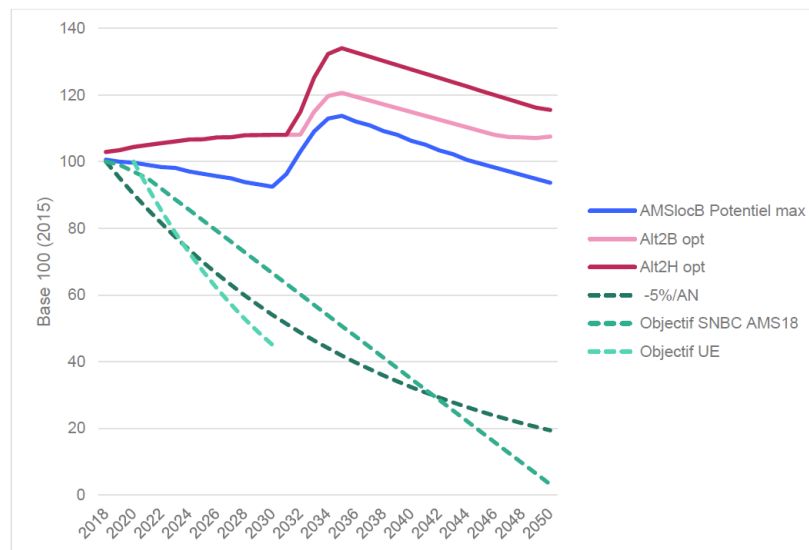
La trajectoire est exprimée en base 100 à l'année 2015. L'évolution sur le secteur de Bellevue est le résultat de l'effet conjugué des facteurs suivants :

- croissance du trafic : taux d'évolution annuelle du trafic estimé d'après les volumes de trafic circulant sur le pont de Bellevue selon 2 des scénarios modélisés par le Cerema :
 - scénario AMS local : croissance du trafic et comportements de mobilité basés sur les hypothèses nationales AMS pour les PL et les VL longue distance et sur des hypothèses locales pour les VL courte distance ;
 - scénario alternatif 2 : proche d'un scénario AME pour les PL et les VL longue distance, associé à un échec des politiques publiques locales de mobilité ;
- trafic induit : facteur majorant représentant le trafic induit selon une hypothèse haute ou basse ;
- parc roulant et carburants : taux d'évolution annuelle du facteur d'émission de GES du parc roulant moyen, selon 2 scénarios :
 - scénario « optimiste » : basé sur le parc IFSTTAR 2019 (parc intermédiaire entre le scénario « AMS » et le scénario « AME » qui ne tient pas compte de l'interdiction de vente des véhicules à énergie fossile en 2040), associé à des hypothèses relatives aux biocarburants, à l'usage en mode « électrique » des véhicules hybrides, aux émissions liées à la fabrication des véhicules ;
 - scénario « potentiel max » : scénario plus volontariste.
- trajet moyen des usagers du pont de Bellevue (VL et PL) : hypothèse de distance moyenne parcourue par véhicule permettant d'évaluer les émissions liées à la fabrication des véhicules.

Sont ainsi sélectionnés 3 scénarios d'évolution :

	Croissance du trafic	Trafic induit	Parc roulant et carburants	Scénario résultant
Alt2 H opt	Proche AME	Hyp. haute	« Optimiste »	Impact climatique le + fort
Alt2 B opt	Proche AME	Hyp. basse	« Optimiste »	Scénario intermédiaire
AMS local B P.max	AMS local	Hyp. basse	« Potentiel max »	Impact climatique le + faible

Selon l'évaluation des Shifters, aucun de ces scénarios ne permet de s'approcher des objectifs nationaux ou européens de réduction des émissions de GES à l'horizon 2050 :



La méthodologie de comparaison directe entre les émissions en situation de projet avec l'estimation d'un budget carbone directement transposé de la trajectoire nationale SNBC n'est pas exactement la méthode retenue par les référentiels d'évaluation désormais en vigueur, qui préconisent une comparaison à une situation sans projet. Le principe retenu reste toutefois globalement recevable. Par contre, certaines hypothèses prospectives s'écartent du cadrage des référentiels en vigueur, et certains choix méthodologiques sont simplificateurs, ce qui pourrait biaiser la représentativité des résultats.

Écarts aux hypothèses de cadrage des référentiels d'évaluation en vigueur :

- le parc roulant : le scénario « optimiste » retient le parc IFSTTAR 2019 qui est peu électrifié, ce qui rend quasiment impossible l'atteinte de la cible SNBC qui prend pour hypothèse le scénario « AMS » avec une électrification très rapide des véhicules. Le scénario « Potentiel max » n'est pas décrit ;
- le taux d'incorporation des biocarburants : il semble s'écarter des ambitions fixées par la SNBC, puisqu'il est indiqué un gisement fixe retenu à l'année 2019, que l'on peut analyser comme une stabilité du volume de biocarburants, ce qui ne correspond pas aux hypothèses de la SNBC et de la programmation pluriannuelle de l'énergie, notamment pour le bio-GNV destiné aux PL.

Choix méthodologiques impactant la représentativité des résultats :

- la vitesse des véhicules : elle ne semble pas prise en compte pour le calcul des facteurs d'émissions, qui semblent établis sur la base d'une vitesse moyenne, et non des vitesses estimées par le modèle de trafic sur le secteur de projet. Or, on a montré que la vitesse a un impact important sur la consommation de carburant, et donc sur les émissions, et qu'il s'agit de l'effet majeur du projet, qui réduisant la congestion, permet un fonctionnement sur des plages de vitesse réduisant la consommation de carburant ;
- le périmètre du calcul : la méthode de calcul des taux de croissance du trafic appliqués à la situation de référence 2015 (base 100 des trajectoires d'émissions) n'est pas explicitée. Les différents taux de croissance présentés dans le rapport de modélisation doivent être utilisés avec précaution : ils peuvent caractériser la croissance du trafic sur tout le périmètre du modèle, sur les franchissements de Loire uniquement, ou encore sur certains segments de la demande (PL, VL longue distance ou VL courte distance). En tout état de cause, sans les données détaillées du modèle de trafic (matrices de demande aux horizons futurs des usagers susceptibles d'emprunter le pont de Bellevue), il n'est pas possible de calculer des taux de croissance du trafic représentatifs. Un calcul qui serait réalisé sur des volumes de trafic circulant dans le secteur du pont de Bellevue aux horizons futurs en situation de projet intégrerait les reportés d'itinéraire, qui ne sont en réalité par un trafic nouveau dans l'agglomération. Les taux de croissance utilisés sont donc assez probablement majorés ;
- la prise en compte de l'induction : même si la réalité du phénomène d'induction n'est pas contestée, sa quantification reste problématique et c'est la raison qui a conduit à ne pas l'évaluer dans la modélisation de trafic. L'utilisation faite des coefficients d'élasticité identifiés par les Shifters n'est pas explicitée. Un graphique (figure 16) permet d'identifier la part des émissions de GES attribuée à l'induction à environ 10 %. Toutefois, comme explicité dans la suite de cette note, les méthodologies d'évaluation de l'induction ne semblent pas appropriées pour une estimation a priori à l'échelle d'un projet, qui plus est urbain, aussi il n'est pas possible d'apprécier la représentativité de cet ordre de grandeur ;
- la prise en compte des émissions liées à la fabrication des véhicules : une hypothèse de distance moyenne parcourue par les usagers du pont de Bellevue de 6 kms a été retenue, et présentée comme minorante, ce qui est probablement le cas, ainsi qu'une hypothèse de diminution des facteurs d'émission relatifs à la fabrication des véhicules (-75 % par rapport à 2015 à l'horizon 2050 - sans source officielle), ce qui semble ambitieux, donc non pénalisant. Néanmoins, en intégrant ces émissions dans le calcul, il convient également de les prendre en compte dans la trajectoire d'émissions cible, or celle-ci semble directement dérivée de la trajectoire du secteur des transports. Si la SNBC fixe une trajectoire de réduction des émissions de GES pour le secteur de l'industrie, celle-ci n'est pas déclinée au secteur de la construction automobile en particulier. Comparer la trajectoire d'émissions du projet en intégrant les émissions liées à la fabrication des véhicules, avec la seule trajectoire du secteur des transports est sans doute pénalisant (même si au regard des 3 points précédents, l'impact semble plus faible).

4.3 – Enseignements et conclusions

Il apparaît clairement des trois analyses précédentes que les résultats obtenus sont très sensibles à la méthodologie de calcul appliquée. C’est pourquoi il apparaît indispensable de réaliser le bilan des émissions de GES selon les référentiels désormais stabilisés.

Parmi les évaluations disponibles à ce stade, l’évaluation socio-économique est la seule appropriée pour établir une comparaison relative des 5 variantes entre elles. Elle met en évidence un bilan favorable pour toutes les variantes : la réalisation du projet (inclus phase chantier et phase fonctionnement de l’infrastructure) diminue les émissions de GES par rapport à la situation de référence. Le bilan est plus favorable pour les variantes bis, grâce à une diminution des émissions liées à la circulation en période de pointe du matin, supérieure aux émissions liées à la restructuration de la Porte du Vignoble. La réduction des émissions est très majoritairement due à la réduction de la congestion qui permet un fonctionnement dans une plage de vitesse plus optimale pour la consommation de carburant.

Toutefois, ces résultats ont été établis avec l’hypothèse d’un parc roulant n’évoluant pas par rapport à la situation actuelle, donc fortement carboné. L’évaluation complémentaire s’appuyant sur un scénario prospectif « AMS » (avec une évolution rapide du parc vers la neutralité carbone à l’horizon 2050) aura tendance à limiter les impacts favorables du projet. Il conviendra de vérifier si la réduction des émissions apportée par la réduction de la congestion et des distances parcourues (dans une moindre mesure) est toujours de nature à compenser les émissions liées à la construction et l’entretien de l’infrastructure.

Ainsi, concernant la compatibilité du projet avec la trajectoire des émissions de GES définie par la SNBC, il n’est à ce stade pas possible d’apporter d’éclairage définitif, compte tenu de l’hypothèse de parc roulant, peu représentative du cadrage retenu pour la SNBC, qui ne permet pas de rendre conclusive la comparaison des émissions en valeur absolue par rapport à la situation de référence.

5 – La prise en compte de l’induction de trafic

5.1 – La modélisation dans Sim44

Le modèle Sim44 développé et exploité par le Cerema Ouest est un modèle multimodal à 4 étapes qui couvre l’ensemble du territoire de Loire-Atlantique.

Le modèle est calé à l’horizon 2015 de l’enquête déplacements Grand Territoire de Loire-Atlantique.

La demande de déplacements routière affectée sur le réseau dans le cadre des différents scénarios d’étude est de deux natures :

- demande interne au territoire de Loire-Atlantique : cette demande est calculée à partir des données socio-économiques du territoire (population, emplois, effectifs des établissements scolaires, etc.) et des comportements de mobilité des habitants du territoire en situation actuelle et en situation de prospective. En fonction des référentiels d'analyse, des hypothèses hétérogènes sont prises sur les comportements de mobilité, ce qui influe sur le volume de circulation routière *in fine* (télétravail, répartition modale, taux d'occupation des véhicules). La croissance de la population et sa répartition sur le territoire sont communes à tous les référentiels d'analyse.
- Demande en échange et en transit : cette demande est injectée à l'échelle du département et provient d'un modèle sur les 2 régions Bretagne et Pays de Loire (SimOuest), dont l'évolution repose sur des hypothèses de croissance nationale indexées sur le PIB. Différents scénarios de PIB et d'objectifs liés aux comportements de mobilité pour les déplacements de longue distance (taux d'occupation des véhicules, parts modales) conduisent à des hypothèses différenciées en fonction des référentiels d'analyse.

La demande routière est affectée sur les réseaux routiers selon une procédure itérative dite « à l'équilibre », correspondant à la loi d'équilibre de Wardrop. L'objectif des itérations est d'aboutir à un réseau de transport chargé correspondant à un optimum pour lequel les temps de parcours de l'ensemble des itinéraires possibles sont équivalents pour chaque couple origine-destination.

Cette méthode d'affectation permet d'établir une répartition équilibrée de la demande sur chaque itinéraire possible et dont l'objectif est de reproduire les conditions de circulation observées et futures en termes de congestion.

Par ailleurs, cette méthode implique qu'une modification d'offre sur le réseau entraîne des reports de trafic de premier ordre et de deuxième ordre :

- premier ordre : le trafic se reporte depuis les itinéraires secondaires vers l'itinéraire sur lequel l'offre a été améliorée ;
- deuxième ordre : le report de trafic depuis les itinéraires secondaires conduit à une amélioration de leurs conditions de circulation, ce qui a pour effet d'attirer vers eux des trafics depuis leurs itinéraires concurrents respectifs ; et ainsi de suite, jusqu'à une nouvelle situation d'équilibre.

Ainsi, dans le modèle, la modification de l'offre sur Bellevue peut avoir un effet en cascade sur des franchissements de plus en plus éloignés. Le surplus de trafic sur Bellevue ne provient pas nécessairement de l'ensemble des autres secteurs de franchissement, mais les volumes de trafic sur tous les franchissements se retrouvent modifiés par effet de cascade. Dans le rapport d'analyse, les trafics ne sont indiqués que pour les franchissements à proximité de Nantes, mais en réalité les trafics en franchissement sont également modifiés pour les ponts de Saint-Nazaire, Oudon et Ancenis dans le modèle, ce qui explique l'écart entre trafic sur Bellevue et somme des trafics reportés des autres franchissements.

5.2 – Définition de l'induction de trafic

L'induction de trafic fait l'objet d'une définition fluctuante en fonction des publications, elle recouvre souvent notamment d'autres mécanismes qui ne correspondent pas à des déplacements nouveaux comme le mettait en avant le Setra¹. A travers le terme de « triple convergence », le trafic induit a pu être défini comme :

- une convergence spatiale, ou report d'itinéraires ou de trafic, qui correspond à la modification des itinéraires empruntés par rapport à une référence donnée, ce qui peut conduire indistinctement à des augmentations comme à des diminutions de distance de déplacement
- une convergence modale, ou report modal, qui correspond au passage des usagers d'autres modes vers le mode routier à la faveur d'une amélioration de son niveau de service – plus rarement, elle pourrait également faire référence à une diminution du taux d'occupation des véhicules pour les mêmes raisons
- une convergence temporelle correspondant à un changement d'horaire de départ, dont le phénomène le plus observable est l'étalement des heures de pointes.

Les deux premiers mécanismes ont pu être définis comme de l'induction lors de la comparaison entre le trafic observé et le trafic prévu par des modèles de trafic peu sophistiqués et très simplificateurs (réseau très simplifié, pas de choix modal). Or, avec l'amélioration des modèles de trafic, ces deux mécanismes sont désormais mieux représentés. La convergence temporelle quant à elle n'impacte pas le volume de trafic à la journée, mais concerne uniquement la répartition entre heure creuse et périodes de pointe. Ce mécanisme fait l'objet d'hypothèses prises par le modélisateur, mais n'est pas directement un résultat du modèle.

L'induction peut également faire référence à 2 autres mécanismes à court terme :

- le report de destination : sans modification de l'occupation des sols, cela correspond au choix d'une autre destination pour une activité donnée, compte tenu des possibilités offertes par la modification de l'offre de transport. Ce mécanisme ne devrait concerner que les activités dites « non contraintes » (loisirs, achats)
- la génération de nouveaux déplacements : avec la diminution des coûts, un déplacement peut être réalisé plus fréquemment pour un budget (économique ou temps) équivalent. Le Setra indique que « ceci comprend à la fois des augmentations de fréquence pour une origine destination (OD) donnée, des destinations supplémentaires et des changements de structure des boucles de déplacements »

Par ailleurs, la modification de l'offre de transport routière peut avoir des incidences à plus long terme sur le comportement des usagers et, notamment, concernant leur choix en termes de localisation résidentielle :

1 L'induction de trafic – Revue bibliographique, Setra, octobre 2012

- modification de l'occupation des sols : éloignement en distance du lieu de travail ou des centralités urbaines, localisation des entreprises ;
- effet sur la motorisation des ménages (augmentation du nombre de véhicules détenus) : le choix de localisation peut rendre les usagers plus captifs de la voiture et conduire à une augmentation du taux d'équipement des ménages ;
- etc.

5.3 – Estimation de l'induction

Les shifters ont mis en avant dans leurs observations plusieurs préconisations concernant la prise en compte de l'induction de trafic dans l'évaluation des projets de transport et notamment :

- préconisations du Cerema dans « L'évaluation environnementale des projets d'infrastructures linéaires de transport »
- préconisations de l'Ademe, dans son rapport « Mesures pour modifier le trafic routier en ville et qualité de l'air extérieur », qui met en avant la « loi fondamentale de la congestion routière » à travers deux exemples de mesures au Royaume-Uni et étudiée par Pasidis² dans une étude statistiques à partir des données de 545 zones urbaines en Europe, faisant le lien entre l'augmentation de la capacité des infrastructures et l'augmentation de la congestion
- préconisations de l'AE dans sa note sur les projets d'infrastructures de transport routières, qui regrette que les dossiers de projet d'élargissements routiers ou autoroutiers ne prennent jamais en compte le trafic induit et ne le justifie pas.

Si toutes ces sources mettent en avant le besoin de prise en compte du trafic induit, à part l'Ademe, aucune de ces préconisations, cependant, ne fait référence à une méthode d'estimation.

Le Setra a produit un rapport sur l'induction de trafic, dont l'objet était de faire le point sur les méthodes qui pouvaient exister pour l'estimer et leurs limites d'utilisation.

En plus des recommandations de l'Ademe, on peut donc établir la liste suivante de méthodes :

- Utiliser la distribution du modèle de déplacements
- Méthode d'estimation à partir d'une élasticité au linéaire de réseaux
- Méthode d'estimation à partir d'une élasticité au temps généralisé
- Retours d'expérience des bilans LOTI
- Utilisation de modèles de type LUTI

2 Pasidis, I. 2017. 'Urban transport externalities.' PhD Thesis, University of Barcelona.

5.3.1 – Utiliser la distribution du modèle Sim44 pour évaluer l'induction

L'utilisation de l'étape de distribution pour estimer l'induction revient à estimer la part de l'induction qui correspond au report de destination dans une logique court terme (pas de modification de l'occupation des sols). En toute cohérence, cette méthode ne devrait s'appliquer qu'aux déplacements qui ne concernent pas les motifs contraints (domicile, travail, études, accompagnement).

Dans le cas présent, l'étude du scénario de projet repose majoritairement sur la résolution de la congestion à l'heure de pointe du soir, avec une part significative du flux qui correspond à des déplacements pour les motifs contraints. Le recours à l'étape de distribution du modèle pour l'estimation d'un trafic induit aurait en ce sens probablement des effets limités.

Par ailleurs, la modification de l'offre en situation de projet porte sur la capacité de l'infrastructure et le modèle Sim44, codé en chaînes de déplacements à la journée, est distribué en temps à vide. Une modification relative à la capacité n'aurait pas d'effet sur le calcul de la distribution.

5.3.2 – Méthode d'estimation à partir d'une élasticité au linéaire de réseaux

Les shifters font référence à une publication, référencée par l'Ademe dans son rapport « Mesures pour modifier le trafic routier en ville et qualité de l'air extérieur », d'Ilias Pasidis à l'université de Barcelone, qui a étudié le lien entre la congestion et la pollution de l'air et notamment le lien entre les projets d'infrastructures routières et la congestion.

Le résultat des travaux statistiques de Pasidis sur ce dernier point met en avant le lien entre croissance du linéaire routier offert et croissance du trafic (exprimé en véhicules.km). Dans ses modèles statistiques, Pasidis tient compte de la croissance de la population sur les périodes observées (1985-2005) et fait ressortir des élasticités, notamment une élasticité de 0.7.

Des travaux similaires ont été conduits en quantité aux Etats-Unis et avaient été identifiés par le Setra dans son rapport sur le trafic induit (études réalisées sur les années 90). Les nombreuses valeurs rapportées par le Setra correspondent à l'ordre de grandeur des travaux de Pasidis (entre 0.6 et 1.0 – min 0.29 ; max 1.1).

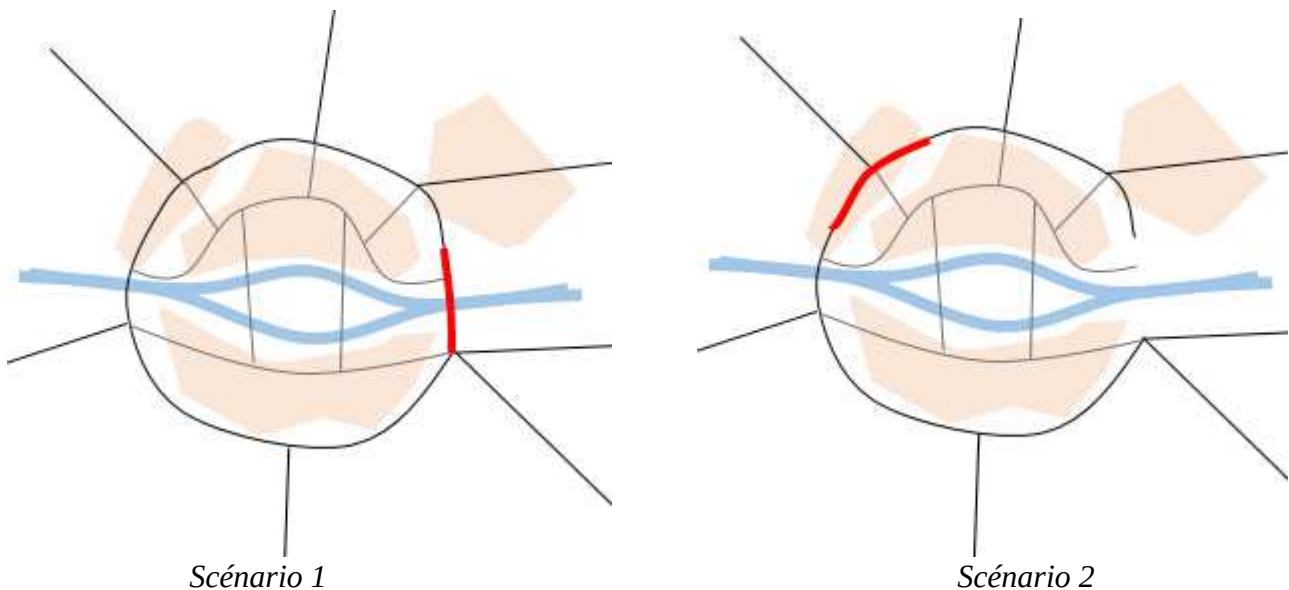
La FHWA (agence fédérale américaine en charge de l'étude et la gestion des autoroutes et voies rapides) ne recommande cependant pas l'utilisation d'une telle méthode pour l'estimation a priori de l'induction.

On peut en effet imaginer un paradoxe à une utilisation localisée d'une telle méthode.

Si on imagine un territoire similaire à Nantes sur lequel le Pont de Bellevue n'existe pas, on imagine maintenant deux scénarios de projet :

- Scénario 1 : bouclement du périphérique avec la création d'un pont à 2x2 voies de 2km passant au-dessus de la Loire
- Scénario 2 : création d'un tronçon de 2 km sur le périphérique ouest passant de 2x2 voies à 2x4 voies

Dans le cadre de cet exemple, du point de vue de la méthode d'estimation de l'induction à partir d'une élasticité au linéaire offert, les deux scénarios sont équivalents : ils représentent un allongement de 8km du linéaire offert. Le trafic induit associé à ces deux scénarios serait donc équivalent, ce qui semble très contre-intuitif : dans un cas, le scénario permet un raccourcissement significatif des distances et donc des temps de parcours au carrefour de plusieurs tâches urbaines, et, dans l'autre cas, le scénario permet une augmentation de la capacité dont on ne sait même pas si elle est significativement utile à cet endroit.



Ces travaux ont pour intérêt d'être une étude macroscopique de la question de l'induction et semblent bien matérialiser des phénomènes complexes. Ils ne permettent pas cependant de disposer d'une méthode d'estimation locale.

Par ailleurs, le rapport de Pasidis met en avant un modèle statistique qui distingue les villes avec « subways » (métro, mais également infrastructures de transport collectif dédiés, permettant aux transports en communs de ne pas être dégradés par les conditions de circulations du réseau routier) et sans. Dans ce modèle statistique, l'élasticité distincte entre villes « subways » est de 0.2, contre 0.7 pour les villes « no subways ».

Les modalités de prise en compte d'un trafic ainsi calculé resteraient par ailleurs à définir : ventilation par période horaire, répartition spatiale, etc.

5.3.3 – Méthode d'estimation à partir des temps généralisés

La FHWA recommande l'utilisation d'une méthode basée sur les temps généralisés. Cette méthode permet à partir d'une élasticité d'estimer le gain de trafic à partir du gain de temps par rapport à la situation de référence.

En France, cette méthode a été préconisée par les circulaires d'évaluation, avec un coefficient de 2/3, mais concernant l'évaluation de grands projets d'infrastructure et dans le cas où « la mise en service de l'aménagement provoque, à l'horizon étudié, une modification importante des coûts de circulation ». Cette méthode inclut par convention de calcul, le trafic reporté des autres modes de transport, ce qui peut constituer un doublon dans le cas où l'étape de choix modal est recalculée entre référence et projet.

Ce coefficient d'estimation plutôt adapté aux projets d'infrastructures de type autoroutier ne semble pas adapté au cas de Bellevue.

5.3.4 – Retours d'expérience des bilans LOTI

Les bilans LOTI ex-post peuvent fournir un retour d'expérience intéressant sur les projets mis en service et faire le lien entre la situation advenue et la situation anticipée. Les bilans LOTI routiers concernent cependant des projets autoroutiers et les conclusions qu'on peut en tirer ne sont pas généralisables à d'autres types de projets routiers.

Le trafic induit est en général estimé dans le cadre du bilan ex-post, même s'il n'a pas toujours été estimé dans le cadre des études ex-ante. Une méthode qui revient régulièrement consiste à estimer le trafic induit en le déduisant du trafic observé par rapport à un trafic tendanciel construit sur des indices de circulation nationaux ou régionaux (sur des sections, non directement impactées par le projet). Sur quelques exemples et malgré une dispersion importante des valeurs, on constate que l'induction ne dépasse pas 1/3 du trafic reporté des autres itinéraires concurrents.

5.3.5 – Utilisation des modèles LUTI

Les modèles LUTI – Land Use and Transport Interaction – reposent sur une mécanique complexe d'itération entre un modèle de déplacement, avec une granularité bien moindre que les modèles utilisés pour l'évaluation des projets de transport en milieu urbain, et un modèle d'occupation du territoire basé sur les théories de localisation des populations et des activités.

Un modèle de déplacement est déjà un outil complexe en soit, qui suppose l'interaction d'un grand nombre de variables de nature différente : caractéristiques de la population, des emplois, comportements et habitudes de mobilités, réseaux et offre de transport, etc. Le modèle LUTI rajoute une couche notable de complexité avec un modèle d'occupation des sols.

À ce stade, les modèles LUTI existent en nombre extrêmement réduit en France, là où les modèles de trafic sont nombreux. Aucun modèle LUTI en France n'est utilisé de manière opérationnelle pour l'évaluation de projets, compte tenu de la complexité et du coût de leur mise en œuvre et, à notre connaissance, du caractère encore instable des résultats que produit ce genre de modèle.

5.4 – Conclusions et enseignements

La prise en compte de l'induction est une problématique complexe dans une étude ex-ante et nécessite une définition précise pour s'assurer qu'une part n'est pas déjà estimée par le biais d'autres mécanismes de calcul dans la modélisation.

Le Setra concluait à la nécessité d'approfondir les fonctionnalités des modèles de trafic afin d'intégrer le plus possible des composantes de l'induction de trafic dans le calcul de la modélisation, mais il ne semble pas réaliste à court terme d'imaginer que l'ensemble des mécanismes, notamment l'occupation des sols, puissent être estimés au sein d'un seul outil.

Dans le cas présent, les différentes pistes méthodologiques ou méthodes ne semblent pas permettre de faire une estimation fiable de l'induction avec un intervalle de confiance satisfaisant et réintégrer cette estimation à la modélisation et au calcul socio-économique. Par conséquent, en l'absence de nouveau consensus méthodologique ou de nouvelles consignes relatives à la prise en compte de l'induction dans l'évaluation des projets de la part de la Direction des Infrastructures de Transport du Ministère de la Transition écologique, le calcul de l'induction ne sera pas réalisé dans le cadre des études de la solution retenue.

6 – Annexe : les scénarios prospectifs de parc roulant

Tous les scénarios prospectifs de parc roulant utilisés dans les études d’opportunité pour réaliser le bilan des émissions de GES de l’aménagement du complexe Bellevue divergent, plus ou moins fortement, du parc retenu dans les référentiels d’évaluation désormais en vigueur, et qui correspond au scénario « AMS » de la SNBC permettant de respecter la trajectoire d’émissions fixée pour le secteur des transports jusqu’à l’horizon 2050 de neutralité carbone.

- **Le parc « AMS 2018 »**

Parts de marché des énergies dans le parc roulant de véhicules¹⁵

	2015	2030	2050
Voitures			
Thermiques essence ou diesel	100%	76%	5%
Electriques	0%	16%	94%
Hybrides rechargeables	0%	8%	1%

Source : Synthèse du scénario de référence de la stratégie française pour l’énergie et le climat, DGEC, 2020

- **Le parc IFSTTAR 2019**

Tableau 4 : Évolution de la répartition des voitures particulières selon les motorisations et réglementations EURO (simulations v2019)

Somme de NbVeh2 Catégorie	Year EURO	Year						
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1-PC Diesel	0-pre-Euro	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	1-Euro-1	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	2-Euro-2	1,1%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	3-Euro-3	5,4%	1,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	4-Euro-4	16,7%	9,8%	4,8%	1,8%	0,3%	0,0%	0,0%
	5-Euro-5	18,9%	14,5%	8,9%	4,4%	1,6%	0,2%	0,0%
	6-Euro-6	14,9%	24,8%	28,7%	26,8%	22,0%	16,8%	12,2%
Sous-total PC-Diesel		57,4%	51,1%	42,6%	32,9%	23,9%	17,0%	12,2%
3-PC Essence	0-pre-Euro	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	1-Euro-1	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	2-Euro-2	3,2%	1,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	3-Euro-3	5,3%	2,3%	0,7%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	4-Euro-4	6,2%	3,6%	1,7%	0,6%	0,1%	0,0%	0,0%
	5-Euro-5	8,1%	5,7%	3,1%	1,3%	0,4%	0,0%	0,0%
	6-Euro-6	15,4%	25,8%	30,5%	29,9%	25,9%	20,4%	15,2%
Sous-total PC-Essence		38,9%	38,5%	36,1%	31,8%	26,3%	20,4%	15,2%
5a-PC GPL		0,4%	0,4%	0,5%	0,8%	1,1%	1,4%	1,6%
5b-PC CNG		0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
6-PC Hybride Diesel		0,3%	0,7%	1,5%	2,7%	3,9%	5,0%	5,9%
7-PC Hybride Essence		1,8%	4,0%	7,1%	10,6%	14,0%	16,8%	18,8%
8a-PC PHEV Diesel		0,0%	0,1%	0,1%	0,2%	0,4%	0,5%	0,5%
8b-PC PHEV Essence		0,4%	2,1%	5,2%	9,3%	13,7%	17,6%	20,7%
9-PC E85		0,1%	0,1%	0,2%	0,4%	0,6%	0,7%	0,8%
2-PC Électrique	10-Alt	0,8%	2,7%	6,1%	10,5%	15,1%	19,1%	22,3%
z-PC Hydrogène	10-Alt	0,0%	0,1%	0,4%	0,7%	1,1%	1,4%	1,7%
Total général		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source : Connaissance et prospective des parcs automobiles, IFSTTAR, 2019

• **Le parc « AME 2018 »**

Tableau 18 : Structure du parc roulant

Parts du parc roulant VP	2015	2030	2050	2070
Thermiques	100 %	88 %	69 %	5 %
<i>Diesel</i>	75 %	64 %	51 %	2 %
<i>Essence</i>	25 %	24 %	18 %	3 %
VE	0 %	9 %	29 %	94 %
VHR	0 %	3 %	2 %	1 %
<i>Diesel</i>	0 %	2 %	1 %	0,5 %
<i>Essence</i>	0 %	1 %	1 %	0,5 %

Source : Référentiel d'évaluation socio-économique des projets de transport, DGITM, 2019

• **Le parc IFSTTAR 2013**

Tableau 3 : Évolution de la répartition des voitures particulières selon les motorisations et réglementations EURO (simulations v2013)

Somme de NbVeh2 Catégorie	EURO	Year						
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1-PC Diesel	0-pre-Euro	0,0%	0,0%	0,0%				
	1-Euro-1	0,3%	0,0%	0,0%				
	2-Euro-2	1,1%	0,2%	0,0%				
	3-Euro-3	5,6%	1,8%	0,3%				
	4-Euro-4	13,0%	5,5%	1,8%				
	5-Euro-5	21,3%	12,7%	5,3%				
	6-Euro-6	23,5%	37,5%	36,2%				
Sous-total PC-Diesel		64,9%	57,8%	43,7%				
3-PC Essence	0-pre-Euro	0,1%	0,0%	0,0%				
	1-Euro-1	0,7%	0,0%	0,0%				
	2-Euro-2	1,9%	0,4%	0,0%				
	3-Euro-3	3,6%	1,3%	0,3%				
	4-Euro-4	5,3%	2,6%	0,9%				
	5-Euro-5	8,2%	5,6%	2,7%				
	6-Euro-6	11,5%	21,5%	25,1%				
Sous-total PC-Essence		31,3%	31,5%	29,0%				
5a-PC GPL		0,5%	0,4%	0,2%				
5b-PC CNG								
6-PC Hybride Diesel		0,8%	2,4%	5,1%				
7-PC Hybride Essence		1,8%	5,7%	13,5%				
8a-PC PHEV Diesel								
8b-PC PHEV Essence		0,0%	0,1%	3,5%				
9-PC E85		0,3%	0,3%	0,3%				
2-PC Électrique	10-Alt	0,5%	1,8%	4,7%				
z-PC Hydrogène	10-Alt							
Total général		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source : Connaissance et prospective des parcs automobiles, IFSTTAR, 2019

• **Synthèse et enjeux pour le choix du scénario d'évaluation**

VL – Horizon 2030	« AMS 2018 »	IFSTTAR 2019	« AME 2018 »	IFSTTAR 2013
Thermiques	76,00 %	88,00 %	88,00 %	92,00 %
Électriques	16,00 %	6,50 %	9,00 %	4,50 %
Hybrides rechargeables	8,00 %	5,50 %	3,00 %	3,50 %

VL – Horizon 2050	« AMS 2018 »	IFSTTAR 2019	« AME 2018 »	IFSTTAR 2013
Thermiques	5,00 %	54,50 %	69,00 %	Pas de projection
Électriques	94,00 %	24,00 %	29,00 %	
Hybrides rechargeables	1,00 %	21,50 %	2,00 %	

On observe des écarts très significatifs sur l'électrification du parc VL selon les scénarios prospectifs disponibles. En effet, ces exercices ne poursuivent pas les mêmes objectifs :

- le parc « Avec Mesures Existantes – AME 2018 » correspond au scénario tendanciel d'évaluation de la stratégie énergie climat en France ; il ne tient pas compte des mesures votées après juillet 2017. Il permet d'évaluer si les mesures déjà programmées permettent de respecter les engagements climatiques, ou si des mesures supplémentaires sont nécessaires ;
- le parc IFSTTAR 2019 reflète l'évolution de la structure du parc roulant en tenant compte d'hypothèses de durée de vie des véhicules, de distances parcourues et de répartition des ventes de véhicules neufs. C'est un exercice prospectif, qui intègre un certain nombre de ruptures technologiques mais n'intègre pas l'interdiction de vente de véhicules à énergie fossile en France introduite par la Loi d'Orientation des Mobilités signée en décembre 2019 ;
- le parc « Avec Mesures Supplémentaires – AMS 2018 » correspond à l'évolution nécessaire du parc pour respecter la trajectoire d'émissions fixée par la SNBC pour le secteur des transports, associé aux hypothèses retenues sur l'évolution de la demande de déplacements et la capacité de productions de biocarburants.

La combinaison « évolution de la demande de trafic routier / évolution du parc roulant / incorporation de biocarburants » est déterminante pour le respect de la trajectoire d'émissions de la SNBC. Si une des variables s'écarte fortement du scénario « AMS », la trajectoire ne peut pas être respectée. Pour évaluer un projet en dehors du scénario « AMS », il s'agirait alors de construire des scénarios prospectifs alternatifs, compatibles avec les objectifs d'émissions de GES, et basés sur d'autres politiques publiques et d'autres choix collectifs. En tout état de cause, l'évaluation prescrite par les référentiels en vigueur impose d'utiliser le scénario « AMS » en scénario central et de réaliser un test de sensibilité avec un scénario « AME » plus tendanciel, mais ne prescrit pas de rechercher des combinaisons alternatives au scénario « AMS » permettant de respecter la trajectoire d'émissions SNBC avec des hypothèses de parc roulant et d'incorporation de biocarburants plus pessimistes.