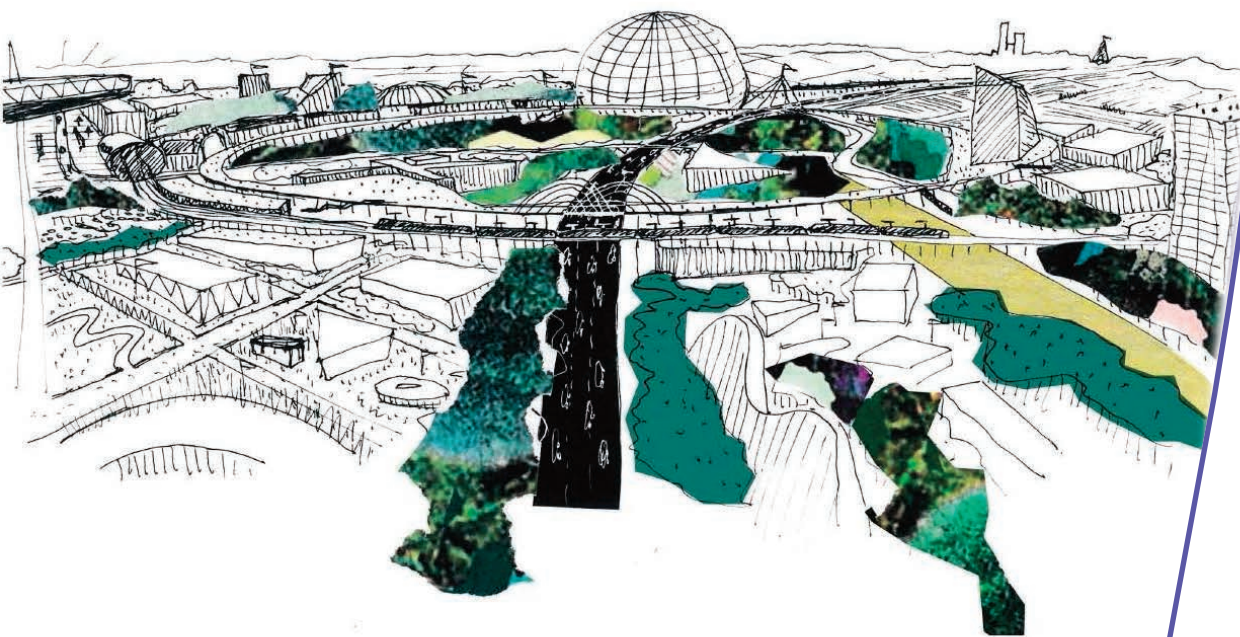


Effets sur le réseau routier francilien de l'organisation d'un grand évènement

Exemple de la candidature pour l'Exposition Universelle 2025

Avril 2018



PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ÎLE-DE-FRANCE

Direction régionale et interdépartementale de l'Équipement
et de l'Aménagement d'Île-de-France

www.driea.ile-de-France.developpement-durable.gouv.fr

Affaire suivie par Édouard PHILIPP - Tél. : 01 41 61 81 44
Courriel : edouard.philipp@developpement-durable.gouv.fr

Rédacteur

Édouard PHILIPP - Service de la connaissance, des études et de la prospective

Relecteurs

Anaïs BARCET, Anne-Typhaine ZANGELMI, Nathalie ODENT, Clément MORIN, Mamdouh ABBARA

Service de la connaissance, des études et de la prospective

Jan NIEBUDEK - Directeur de projet Exposition Universelle 2025

Source illustration couverture : MDP XDGA FAA - CAMPUS PARIS SACLAY - EXPOSITION UNIVERSELLE 2025 - Étude urbaine - Octobre 2017

Sommaire

1 - Contexte de l'étude	4
2 - Méthodologie employée	5
Finalités de l'étude	5
Intégration des flux de l'Exposition dans le trafic routier régional.....	5
Hypothèses sur l'affluence des visiteurs.	8
Orientations des visiteurs selon leur origine vers une destination : parcs relais et portes de l'Exposition	8
Prise en compte des navettes et lignes de bus desservant l'Exposition	11
Quelques modes d'exploitations possibles des résultats	12
3 - Conclusion	15

1 - Contexte de l'étude

Dans le cadre de la candidature française à l'organisation de l'Exposition Universelle 2025, une somme importante de réflexions, d'études et d'expertises a été mobilisée dans différents domaines sous l'égide du Groupement d'Intérêt Public (GIP) ExpoFrance 2025, afin d'appréhender les conditions d'accueil sur le territoire francilien d'un événement d'une envergure aussi exceptionnelle.

Une Exposition Universelle dure six mois et accueille plusieurs dizaines de millions de visiteurs. La capacité à organiser sa desserte en perturbant le moins possible les déplacements quotidiens des habitants du territoire hôte constitue donc un enjeu essentiel.

L'accessibilité du site de Paris-Saclay, envisagé pour accueillir l'Exposition, a été approfondie dans le cadre du groupe de travail « territoire », mis en place après le dépôt du dossier de candidature et piloté par la DRIEA-IF sous l'autorité du préfet de région Île-de-France.

Il s'agissait, en co-pilotage avec Île-de-France Mobilités, de vérifier la capacité des réseaux et des opérateurs de transport à répondre aux besoins de déplacements tels qu'ils avaient été présentés dans le dossier de candidature, à savoir :

- 33,4 millions de visiteurs attendus pour 44 millions de visites ;
- 300 000 visiteurs/jour maximum le week-end, 240 000 visiteurs/jour en semaine estivale, 210 000 visiteurs/jour en semaine hors période d'été ;
- des pics d'affluence horaire estimés à 60 000 voyageurs le week-end en matinée, 42 000 voyageurs en semaine en soirée (hors période d'été) ;
- une part modale devant être assurée à 60 % par les transports en commun.

Pour ce faire, les possibilités de renfort d'offre sur les transports en commun ont été identifiées par Île-de-France Mobilités en lien avec les opérateurs RATP, SNCF et Société du Grand Paris. Par ailleurs, une réflexion sur un dispositif de parcs relais et de navettes associées a été menée entre le territoire de Paris Saclay, Île-de-France Mobilités et la DRIEA-IF. Les impacts sur le trafic routier ont été appréhendés, à l'échelle régionale et locale. Enfin, la liaison Plateau-Vallée entre la gare RER B du Guichet et l'Exposition a été étudiée sous deux aspects : liaison mécanique à travers un projet de transport par câble ; liaison piétonne au travers de la capacité de la rue de Versailles à absorber les flux attendus.

Ces travaux, dont la maîtrise d'ouvrage a été plurielle, ont été menés de manière itérative, les résultats des uns conduisant à revoir les hypothèses des autres. Cela a notamment été le cas des parcs relais et des navettes, dont le dimensionnement envisagé a été revu une fois établi que l'offre de transport en commun (c'est-à-dire l'offre ferrée complétée des navettes envisagées au départ des gares RER) ne permettrait pas de répondre à une part modale de 60 %.

Un des objectifs de travail était de mesurer la capacité à acheminer les visiteurs jusqu'au territoire, quitte à revoir à la baisse, le cas échéant, les objectifs de fréquentation.

C'est dans ce cadre, et en itération avec les autres membres du groupe de travail, que la DRIEA-IF a modélisé les impacts sur le réseau routier principal (national et départemental) du trafic induit par l'Exposition. Ce document présente la méthodologie développée à cette fin et restitue les principales conclusions de l'étude.

Si la candidature à l'Exposition Universelle 2025 n'est désormais plus d'actualité, la méthodologie suivie pour concevoir et étudier sa desserte routière reste transposable pour tout autre grand événement générateur de déplacements exceptionnellement importants. Le présent rapport a été établi en ce sens, avec pour but d'exposer la méthodologie suivie. Le choix a par ailleurs été fait d'explicitier dans le rapport certaines considérations techniques utiles en cas de lancement de travaux similaires pour une autre motivation.

2 - Méthodologie employée

Finalités de l'étude

Réalisée à l'aide de MODUS, l'outil de modélisation multimodale des déplacements à l'échelle de l'Île-de-France de la DRIEA-IF, l'étude a permis d'évaluer les impacts de l'accueil d'un grand événement, l'Exposition Universelle, sur la circulation routière en Île-de-France aux périodes les plus dimensionnantes, c'est-à-dire les heures de pointe un jour de semaine non estivale.

Elle repose sur la modélisation de 5 scénarios :

- un scénario fil de l'eau, correspondant à une situation sans Exposition Universelle à l'horizon 2025 ;
- un scénario projet-référence, correspondant à une situation « avec Exposition » selon le jeu d'hypothèses présentées dans le dossier de candidature ;
- un scénario servant de test de sensibilité sur l'utilisation des parkings déportés affectés à l'Exposition, portant sur l'orientation (ou non) des taxis vers ces parkings ;
- un scénario servant de test de sensibilité sur les parts modales et l'affluence des visiteurs ;
- un scénario servant de test de sensibilité sur le comportement modal des franciliens ne visitant pas l'Exposition.

La question des transports en commun (niveau de desserte, renfort d'offre) a été traitée en parallèle par Île-de-France Mobilités avec l'appui des opérateurs de transport. Elle n'est pas directement abordée dans ce rapport.

Les hypothèses descriptives du système de desserte et d'accueil de l'Exposition n'étaient pas arrêtées de manière complète et définitive au moment de l'étude. Elles avaient plutôt vocation à tenir lieu de cadrage initial nécessaire au lancement de l'étude, et à bénéficier par la suite des éclairages apportés par celle-ci. Plusieurs données d'entrée des modélisations ont donc été créées, modifiées, retravaillées dans le cadre de l'étude ou dans le cadre de travaux parallèles à celle-ci, ce qui réclamait une méthode très souple et adaptative.

Dans une étape ultérieure qui n'a pas eu lieu suite au retrait de la candidature, cette étude réalisée avec un modèle régional aurait été complétée par une étude utilisant un modèle plus précis à l'échelle locale autour du site de l'Exposition. Cette étude locale serait en effet nécessaire à la modélisation et conception des modalités fines de desserte de l'Exposition et de gestion de la mobilité des visiteurs et des autres usagers de la route. Dans une logique d'alimentation réciproque, l'étude menée à l'échelle locale aurait permis d'évaluer la faisabilité du système de desserte de l'Exposition, et de suggérer si besoin un ajustement des hypothèses de desserte proposées à l'échelle régionale.

Intégration des flux de l'Exposition dans le trafic routier régional

MODUS, le modèle de déplacements de la DRIEA-IF, permet d'étudier le trafic multimodal dans la région d'Île-de-France de manière statique, c'est-à-dire en valeurs moyennes sur des plages horaires sans prise en compte des évolutions dynamiques du trafic. Il divise l'Île-de-France en plusieurs zones, à la manière d'un puzzle, et se base sur des hypothèses d'évolutions socio-démographiques ainsi que sur des observations relatives au trafic de voyageurs et à leurs comportements de mobilité tirés des statistiques de l'Enquête Globale Transports.

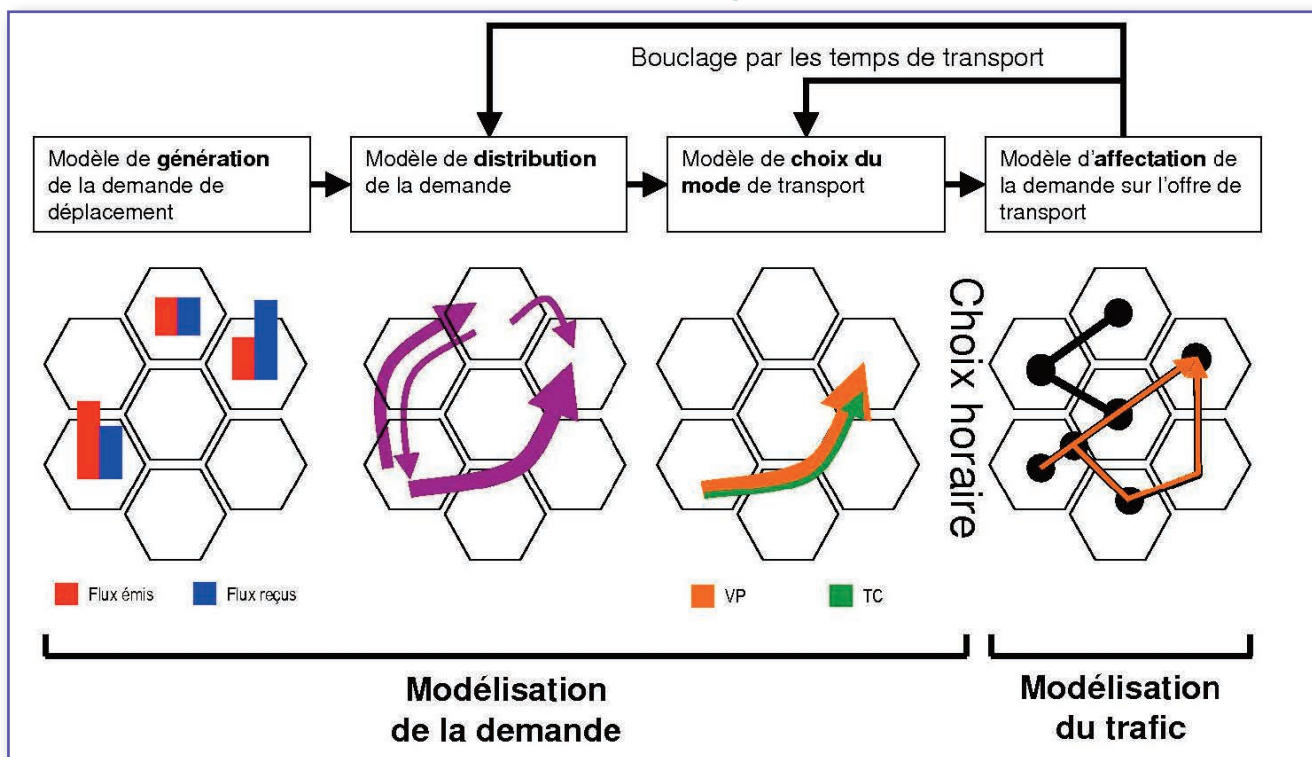
Son fonctionnement suit le schéma classique des modèles à 4 étapes, représentées ci-dessous :

- lors de l'étape de **génération**, MODUS calcule à partir de données de populations et d'emplois le nombre de déplacements générés et attirés par chaque zone ;
- l'étape de **distribution** détermine le nombre de déplacements entre chaque couple de zones (couples « origine-destination ») dans les deux sens ;
- l'étape de **choix modal**, ventile ensuite les déplacements entre chaque zone dans les deux sens selon chaque mode de transport (voiture particulière, transport en commun, modes actifs) ;
- l'étape **d'affectation** détermine l'itinéraire emprunté pour chaque déplacement¹.

¹ Le modèle calcule pour chaque trajet la répartition de charge entre les principaux itinéraires possibles de manière à atteindre l'équilibre de Wardrop. Cet équilibre est atteint quand pour chaque couple origine-destination le temps de trajet en charge est le même pour tous les itinéraires utilisés.

Les résultats de la dernière étape peuvent être réinjectés aux étapes de distribution ou de choix modal de manière itérative pour mieux tenir compte des interactions entre les choix de déplacements des usagers et le trafic.

Chaîne de modélisation à 4 étapes du modèle MODUS



La manière dont les déplacements induits par l'Exposition Universelle et ceux liés aux déplacements habituels des franciliens ont été simultanément pris en compte et les considérations ayant abouti aux choix retenus sont présentées ci-dessous.

Intégrer un projet comme l'Exposition Universelle dans la modélisation dès l'étape de génération ou l'étape de distribution ne pouvait se concevoir sans suffisamment de références sur un événement aussi particulier². Les étapes de génération, de distribution et de choix modal (qui correspondent à l'élaboration de la demande de déplacements) concernant les seuls visiteurs de l'Exposition Universelle traduisent des hypothèses formulées à l'extérieur du modèle et sont considérées comme données exogènes. La méthode utilisée est expliquée dans les chapitres suivants.

Ces étapes effectuées hors-modèle ont abouti à une information sur la demande de déplacements des visiteurs de l'Exposition. Cette demande s'exprime sous la forme d'une matrice « origine-destination » (OD). Une matrice origine-destination est une information s'exprimant sous la forme « il existe n déplacements allant de la zone i à la zone j ».

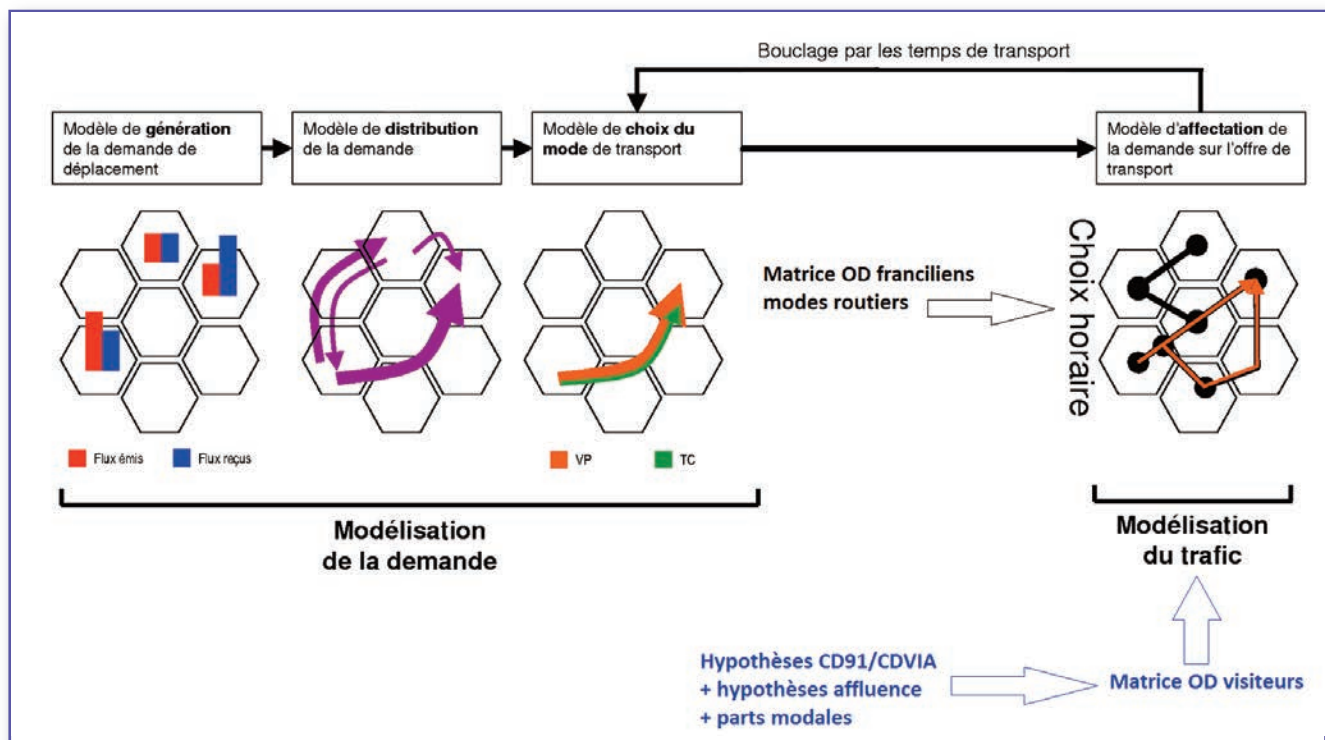
La matrice OD des visiteurs a été additionnée avec celle des franciliens non visiteurs, et la somme a été injectée à l'étape d'affectation. Ainsi, les choix d'itinéraires routiers calculés lors de cette étape, et les temps de parcours qui en résultent, ont pris en compte la gêne routière occasionnée par l'ensemble des déplacements des visiteurs et des non visiteurs.

² Les modèles de déplacements se fondent tous sur des enquêtes statistiques représentatives des déplacements (Enquêtes Ménages-Déplacements). Le calibrage d'un modèle de déplacements spécifique aux grands événements nécessiterait de disposer d'un volume important de données statistiques à leur sujet. Même dans l'hypothèse où de telles données seraient disponibles, le modèle ne serait pas transposable à l'autre et sa validité ne serait pas garantie. Enfin, procéder ainsi ne permettrait pas de modifier les hypothèses d'affluence de manière aussi opérationnelle et modulable qu'avec la méthode présentée ici.

Une méthode, qui n'a pas été retenue dans le cadre de cette étude, pouvait consister à intégrer les renforts d'offre de transports en commun envisagés pour la desserte de l'Exposition, en modifiant au sein du modèle l'offre et les temps de transports en commun utilisés à l'étape du choix modal, voire à intégrer les transports en commun lors de l'étape d'affectation de manière similaire à ce qui a été fait pour la route. Il a donc été considéré que les temps de parcours en transports en commun en scénario projet (avec Exposition) étaient identiques à ceux du scénario fil de l'eau (sans Exposition).

Les temps de parcours en transports en commun, ainsi que ceux calculés sur la route lors de l'étape d'affectation, ont ensuite été réinjectés dans l'étape de détermination du choix modal des franciliens non visiteurs de l'Exposition³, comme le montre le schéma ci-dessous.

Chaîne de modélisation modifiée pour prendre en compte les déplacements des visiteurs de l'Exposition et les déplacements habituels des franciliens



La matrice OD des visiteurs de l'Exposition étant considérée comme exogène, elle n'est pas modifiée lors du rebouclage. On peut ainsi facilement tester des hypothèses d'affluence et de parts modales différentes pour les visiteurs.

En revanche, le rebouclage s'applique bien pour la matrice OD des franciliens. Ainsi, un francilien peut changer son comportement s'il constate que son temps de trajet est modifié à cause de la gêne routière occasionnée par l'Exposition et décider par exemple de préférer les transports en commun alors que d'ordinaire il prend la voiture.

Une telle modification du comportement modal des franciliens constitue cependant une hypothèse aux impacts importants, qui reste sujette à caution, d'une part en l'absence de référence permettant d'expertiser l'ampleur qu'en donne la modélisation, d'autre part, car elle ne considère que l'accroissement des temps de parcours traduisant la pression routière induite par l'Exposition sans prendre en compte les effets parallèles de saturation attendus sur les transports en commun.

Un test de sensibilité a donc été effectué en neutralisant la possibilité d'un report modal lié à l'Exposition. Pour cela, la matrice OD des franciliens non visiteurs, obtenue à l'issue de la modélisation du scénario au fil de l'eau (après rebouclage et convergence), a été additionnée à la matrice OD des visiteurs lors d'une ultime affectation (sans rebouclage par la suite).

³ Ce rebouclage sur le choix modal permet de traduire l'influence des temps de parcours sur les choix de mode de déplacement des franciliens. Le rebouclage n'a toutefois pas été fait sur l'étape de distribution. On considère en effet que les couples « origine-destination » des franciliens non visiteurs ne sont pas affectés par l'Exposition, c'est-à-dire qu'ils ne vont pas changer de lieu de résidence ou de travail à cause de l'Exposition.

Hypothèses sur l'affluence des visiteurs

L'impact sur les routes d'Île-de-France d'un éventuel accueil de l'Exposition sur le site de Paris-Saclay vient principalement des visiteurs souhaitant se rendre à l'Exposition en voiture ou en taxi/VTC. Pour modéliser cette demande, il a fallu recourir à plusieurs hypothèses.

La première d'entre elles concerne le nombre de visiteurs souhaitant se rendre sur le site de l'Exposition. L'étude traitant de la circulation aux heures de pointe un jour de semaine, la DRIEA-IF s'est intéressée au nombre maximum de visiteurs un jour de semaine et aux arrivées et départs de ceux-ci aux heures de pointe.

Plusieurs hypothèses d'affluence ont été testées, celles de référence étant les hypothèses figurant dans le dossier de candidature. Il s'agissait d'une affluence de 210 000 visiteurs par jour de semaine, dont 12 % arrivent entre 9 h et 10 h, 5 % arrivent entre 19 h et 20 h, et 20 % partent entre 18 h et 19 h.

Il a été supposé que les personnes arrivant entre 9 h et 10 h commencent leurs déplacements entre 8 h et 9 h c'est-à-dire l'heure de pointe du matin (HPM) du modèle MODUS et que ceux arrivant entre 19 h et 20 h terminent leurs déplacements entre 18 h et 19 h, c'est-à-dire l'heure de pointe du soir (HPS) du modèle MODUS.

Pour connaître l'impact des déplacements de ces visiteurs sur les routes, il est nécessaire de connaître le mode de transport qu'ils utilisent. Le jeu d'hypothèses de référence sur la répartition modale des visiteurs est celui du dossier de candidature :

- 60 % de part modale pour les transports en commun ferrés (RER, métro...);
- 21 % de part modale pour les véhicules particuliers (VP);
- 10 % de part modale pour les taxis ou VTC;
- 7 % de part modale pour les cars;
- 1 % de part modale pour les vélos;
- 1 % de part modale pour les véhicules deux-roues motorisés (2RM).

D'autres hypothèses ont également été testées, notamment suite à des travaux d'Île-de-France Mobilités et des opérateurs de transport. Ces travaux concernaient la capacité du réseau de transport en commun et les renforts d'offres envisagés pour desservir l'Exposition.

On a supposé qu'il y aurait en moyenne :

- 2,5 visiteurs par voiture en semaine et 2,8 le week-end, chaque voiture correspondant à une gêne routière de 1 uvp⁴;
- 2 visiteurs par taxi ou VTC (le chauffeur n'est pas pris en compte dans cette valeur), ceux-ci correspondant également à une gêne de 1 uvp;
- 50 visiteurs par car, chaque car engendrant une gêne de 3 uvp;
- un seul visiteur par véhicule deux-roues motorisé, ainsi qu'une gêne des deux-roues motorisés de 1/3 uvp.

Orientations des visiteurs selon leur origine vers une destination : parcs relais et portes de l'Exposition

Une fois fixé le nombre de visiteurs se rendant/partant de l'Exposition aux heures de pointes, il faut déterminer d'où ils viennent et où ils se dirigent. Le modèle de la DRIEA-IF décompose l'Île-de-France en 1327 zones pour décrire les déplacements liés au mode routier. La donnée à fournir en entrée est de type « n déplacements sont issus de la zone i et vont vers la zone j », c'est-à-dire une matrice origine-destination (OD) ou matrice de déplacement.

Pour obtenir cette donnée, l'étude s'est basée sur un travail commandé par le Conseil Départemental de l'Essonne au bureau d'études CDVIA. La DRIEA-IF a exploité la matrice de demande origine-destination constituée par le bureau d'études.

⁴ L'uvp est une unité de gêne du trafic, servant à quantifier la gêne occasionnée sur le trafic routier par chaque type de véhicule. Par exemple, un camion est considéré comme occasionnant une gêne sur le trafic routier 3 fois supérieure à celle d'un véhicule particulier.

Cette matrice suppose, entre autres, que plus une zone est peuplée, plus elle comporte de visiteurs, et que plus la zone est éloignée de l'Exposition, moins elle comporte de visiteurs. Pour simplifier, il s'agit donc d'une matrice proportionnelle à la population de chaque zone avec un coefficient qui prend en compte l'éloignement au site.

Pour chaque modélisation, la structure du vecteur **origines** de cette matrice a été conservée. Il s'agit de l'information, pour chacune des zones MODUS, « n personnes de la zone i vont vers l'Exposition le matin ». On obtient ainsi le nombre de visiteurs venant de chaque zone.

Pour chaque modélisation, la matrice a été ajustée par l'application d'un coefficient multiplicateur homogène, afin que le nombre total de déplacements comptabilisé dans la matrice soit conforme à celui induit par les hypothèses de parts modales et de nombre de visiteurs attendus sur le site.

Une fois le vecteur origines créé, il restait encore à définir les zones MODUS de **destinations** de la matrice de demande, c'est-à-dire la zone où se dirigent les visiteurs allant à l'Exposition. Les méthodes et hypothèses employées pour définir les zones de destinations utilisées dans les différents scénarios sont détaillées ci-dessous.

■ **Dans un premier temps, il a été considéré que tous les visiteurs venant à l'Exposition par la route avaient pour destination la zone correspondant à la commune de Saclay.**

Cette hypothèse a constitué une première approche de l'impact de l'accueil de l'Exposition sur les routes franciliennes. Elle a permis d'obtenir des éléments rapidement, avant que ne soient arrêtées de premières hypothèses relatives aux localisations des parcs relais. L'aménagement de ceux-ci a été prévu afin de permettre l'accueil des visiteurs se rendant en voiture et leur report sur des navettes desservant directement le site de l'Exposition.

Dans la mesure où cette hypothèse suppose que les véhicules convergent vers Saclay au lieu de se diriger vers des parcs relais localisés en dehors de la commune, les résultats de la modélisation sont exploitables à l'échelle régionale mais ne le sont pas à proximité du site. Pour autant, ils ont permis de construire les hypothèses d'une modélisation plus fine prenant en compte par la suite les 4 parcs relais.

■ **Dans un deuxième temps, il a été considéré que les visiteurs allant à l'Exposition en voiture se dirigent vers les 4 parcs relais connectés à un système de navettes desservant directement l'Exposition, et que les autres visiteurs (taxi/VTC, 2 roues-motorisées, car) se dirigent vers la commune de Saclay. 5 destinations étaient donc possibles.**

Afin d'orienter les véhicules vers les différents parcs relais, deux critères de répartition ont été utilisés. Ils se traduisent in fine par des connexions sous la forme « les visiteurs originaires de telle zone MODUS iront vers tel parc relais ». L'utilisation de tels critères permet d'estimer la répartition des visiteurs sur ces parkings et d'en rechercher l'optimisation.

L'atout majeur de cette hypothèse est qu'elle est facilement transposable dans la réalité avec une communication adaptée auprès des visiteurs. Elle aurait pu constituer un principe opérationnel de gestion des parcs relais, et trouver sa traduction dans un système de billetterie de l'Exposition en affectant, par exemple, les places de parking en fonction du lieu de provenance des visiteurs.

Le **premier critère de répartition** est simple. Il repose sur le calcul, pour chaque zone de départ, du temps de trajet requis pour aller à chaque parking. Les véhicules, suivant ce critère de répartition, se dirigent vers le parking le plus proche de leur zone de départ en temps de parcours⁵.

Ce critère de répartition ne prend pas en compte la capacité d'accueil des parkings, supposée adaptée. Le tableau ci-dessous montre le taux de remplissage de chaque parking selon ce critère, dans la situation la plus dimensionnante du point de vue du stationnement, c'est-à-dire un weekend estival à 15 h, heure où les parkings sont le plus remplis.

Calcul des taux de remplissage des parcs relais selon le premier critère de répartition

HYPOTHESES: - 300 000 visiteurs / jour - Part modale VP de 31 % - 2,8 pers / VP - 80% des véhicules stationnant dans la journée sont présents à 15h	Capacité du parking en nombre de places	Nombre de VP se rendant au parking à la journée selon le critère 1 (chacun va vers le parking le plus proche)	Nombre de places VP désirées à l'heure où le parking est le plus rempli (15h)	Nombre de places non utilisées par les VP à 15h	Taux de remplissage du parking si seuls les VP l'utilisent
Courtaboeuf	8 800	7 048	5638	3162	64%
Massy la Bonde	15 000	12 120	9696	5304	65%
Satory	9 000	13 564	10851	-1851	121%
Châteaufort	1 400	483	386	1014	28%

⁵ Les temps de parcours utilisés sont les temps de parcours routiers fournis par le modèle d'affectation statique. Les temps sont calculés sur un réseau « chargé », ils prennent en compte des pertes de temps liées à la congestion.

Avec ce seul critère de répartition, le parking de Satory serait fréquenté au-delà de sa capacité d'accueil alors que celui de Châteaufort serait peu demandé. L'arrivée massive de véhicules au parking de Satory serait fréquenté au-delà de sa capacité d'accueil en situation de saturation induirait des déplacements supplémentaires depuis ce parking vers d'autres parkings.

Le deuxième critère de répartition permet de résoudre ce problème. Il a été conçu pour que tous les parkings aient un taux de remplissage similaire. Pour ce faire, on associe à chaque parking un coefficient multiplicatif, appliqué aux temps de parcours des visiteurs qui s'y rendent, de sorte à pénaliser ou à favoriser son attractivité. Suivant ce critère de répartition, les véhicules partant de chaque zone MODUS se dirigent vers le parking dont la valeur « coefficient * temps de parcours » est la plus faible. Les coefficients ont été déterminés en menant des tests successifs jusqu'à aboutir à des taux de remplissage similaires pour tous les parkings.


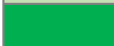


Les visiteurs utilisant leur voiture pourront ainsi se rendre à un parc relais plus éloigné en termes de temps de parcours que leur parc relais de proximité, dans une certaine limite déterminée par les coefficients.

Les taux de remplissage des parcs relais obtenus par cette méthode sont relativement homogènes quelle que soit la part modale de la voiture (appelée %VP dans les tableaux ci-dessous).

Taux de remplissage des parcs relais selon le critère de répartition imposé et selon la part modale de la voiture

Ventilation des visiteurs selon le critère de répartition 1	Taux de remplissage des parkings si seuls les voitures les utilisent		
	21%VP	31%VP	35%VP
Courtaboeuf	43%	64%	72%
Massy la Bonde	44%	65%	73%
Satory	82%	121%	136%
Châteaufort	19%	28%	31%

Ventilation des visiteurs selon le critère de répartition 2	Taux de remplissage des parkings si seuls les voitures les utilisent		
	21%VP	31%VP	35%VP
Courtaboeuf	53%	79%	89%
Massy la Bonde	53%	78%	88%
Satory	52%	76%	86%
Châteaufort	51%	76%	85%

Code Couleur		
		< 70%
		< 80%
		< 100%
		> 100%

Critère de répartition 2	Valeur des coefficients
Courtaboeuf	1,027
Massy la Bonde	1,015
Satory	1,296
Châteaufort	1

Cette méthode a ensuite été affinée en n'appliquant les coefficients que pour les temps de parcours inférieurs au temps de parcours moyen de 52 minutes. Cette limitation permet de ne pas imposer un temps de trajet supplémentaire de plus de 15⁶ minutes aux usagers.

Les deux critères de répartition utilisés ci-dessus dépendent des temps de parcours sur la route. Or les temps de parcours sont influencés par la charge routière et donc par la répartition des visiteurs sur les différents parkings. Dans le cas particulier du deuxième critère, ce lien rétroactif entre la répartition des visiteurs sur les parkings et les temps de parcours a nécessité de procéder par itérations jusqu'à convergence des coefficients affectés aux parkings, les coefficients étant modifiés à chaque itération de manière à ce que les taux de remplissage de tous les parkings soient similaires. Les taux de remplissages obtenus avec le deuxième critère de répartition représentent une situation très stable et résiliente. Ils permettent une flexibilité optimale au regard des incertitudes quant aux hypothèses⁷ et à l'usage des parkings⁸. Le deuxième critère de répartition a donc été retenu dans toutes les modélisations.

⁶ 52 minutes * 1,296 - 52 minutes = 15 minutes.

⁷ Affluence de visiteurs, parts modales, homogénéité des parts modales en fonction de la zone d'origine, taux de remplissages des véhicules, taux de rotation des places, nombre total de places de chaque parking.

⁸ Différents cas d'usage des parkings ont en effet été envisagés : par les visiteurs utilisant la voiture, ou également par les usagers des taxis et VTC, des véhicules à 2 roues motorisés, le personnel travaillant à l'Exposition.

- Dans un troisième temps, il a été considéré que les visiteurs allant à l'Exposition en voiture et en taxi/VTC se dirigent vers les 4 parcs relais dédiés à l'Exposition, et que les autres visiteurs (2 roues-motorisées, car) se dirigent vers la commune de Saclay.

Ce mode de fonctionnement permet de délester le réseau routier à proximité immédiate de l'Exposition⁹ et de faciliter la circulation des navettes et bus desservant l'Exposition, mais impose l'utilisation d'un plus grand nombre de navettes entre les parkings déportés et l'Exposition.

Contrairement aux voitures, les taxis et les VTC n'occupent pas la même place de stationnement pendant toute une journée. On peut aisément imaginer un système de dépose-minute dans les parcs relais nécessitant peu de place. C'est pourquoi ils n'ont pas été pris en compte dans les calculs de taux de remplissage des parkings et n'affectent donc pas les critères de répartition présentés précédemment¹⁰.

Il a été considéré dans les modélisations que, dans l'hypothèse où les taxis se dirigeraient vers les parkings déportés et non pas directement vers l'Exposition, ils choisiraient de se diriger vers le parking déporté le plus proche en temps de parcours. Dans ce cas, les usagers utilisant les taxis/VTC suivraient donc le premier critère de répartition et les usagers empruntant la voiture le deuxième.

Prise en compte des navettes et lignes de bus desservant l'Exposition

La poursuite de la candidature aurait conduit à affiner les modélisations en prenant en compte le plan de desserte locale de l'Exposition par les navettes affectées aux parkings relais et un renfort d'offres sur des lignes de bus supplémentaires.

Pour prendre en compte les effets sur le trafic des navettes, bus, voies réservées et sites propres affectés à un grand projet comme l'Exposition Universelle, plusieurs méthodes sont possibles. Voici celles qui avaient été envisagées dans le cadre de cette étude.

Pour les navettes et bus empruntant un itinéraire intégralement constitué de voies réservées et/ou sites propres créés pour l'évènement, la solution la plus simple consiste à extraire le trafic de navettes et bus sur ces voies du trafic des autres véhicules. Cela se réalise en supprimant les voies concernées dans le réseau utilisé pour effectuer l'affectation routière des autres véhicules, tout en veillant à ne pas intégrer le trafic de ces navettes et bus à la matrice OD routière. Ainsi la perte de capacité routière utilisable par les autres usagers routiers est correctement modélisée sans que les matrices de demande ne soient affectées.

Dans le cas où les itinéraires empruntés par les bus et navettes ne présentent que peu ou pas de voies réservées et sites propres, une méthode simple consiste à créer une matrice OD de demande routière « bus et navettes » correspondant au niveau de desserte prévu, et de l'ajouter¹¹ à la matrice OD visiteurs lors de l'affectation. Il est également possible d'aller plus loin en formulant des hypothèses sur les itinéraires empruntés par les bus et navettes. Dans ce cas, il convient d'effectuer l'affectation des bus et navettes sur le réseau routier en amont du reste de l'affectation routière, et, pour le calcul de cette dernière, de supprimer tronçon par tronçon une capacité correspondant au trafic des bus et navettes y passant.

Il reste également possible de créer des méthodes hybrides et de changer de méthode au cas par cas, ligne par ligne. Lors de l'utilisation de ces méthodes d'insertion des navettes dans le réseau routier, il importe de prêter une attention particulière à certains phénomènes. Le réseau routier modélisé à une échelle régionale représente les principaux axes de circulation et n'est pas nécessairement exhaustif, ainsi y supprimer ou surcharger un axe peut y avoir des conséquences beaucoup plus fortes qu'en réalité. Par conséquent, une expertise complémentaire locale est nécessaire pour tenir compte des possibilités de déplacement offertes par l'ensemble du réseau routier. D'autres points sont à prendre en considération, comme la vérification de l'ordre de grandeur des temps de parcours ainsi que l'adéquation des courbes débit-vitesses utilisées et leur adaptation en tant que de besoin.

⁹ Les premières modélisations laissaient craindre de très fortes saturations au niveau du rond-point du Christ de Saclay.

¹⁰ Il eût été possible de dimensionner le nombre de place affectées aux taxis et VTC dans chaque parking, voir d'affecter un parking à l'accueil des taxis et VTC. Ces hypothèses n'ont pas été arrêtées avant la réalisation des modélisations.

¹¹ Rappelons que la gêne occasionnée par un bus ou une navette est plus élevée que celle occasionnée par une voiture, une conversion de cette matrice en uvp est donc nécessaire si le logiciel d'affectation ne différencie pas les différents modes routiers.

Quelques modes d'exploitations possibles des résultats

Une multiplicité de résultats peut être obtenue avec la méthodologie présentée dans ce document.

Certaines informations peuvent être rendues sous la forme de tableaux. Il peut, par exemple, s'agir d'informations sur la demande routière totale, les débits sur certains axes, l'évolution des temps de parcours, la pression sur les modes de transports non routiers et les temps perdus.

D'autres peuvent être fournies sous forme de cartes par l'intermédiaire d'un logiciel d'affectation. Les cartes présentées ci-après ont été réalisées avec le logiciel VISUM. Il s'agit des types de cartes les plus couramment utilisés dans ce type d'études. Si elles présentent l'avantage d'être visuellement expressives, leur interprétation est complexe et nécessite beaucoup de précautions, notamment en ce qui concerne leur sensibilité aux hypothèses prises (ex. : répartition géographique de l'origine des déplacements liés à l'événement), ou les phénomènes dont les modèles peuvent ou non rendre compte (expression de la demande sur les différents axes et non du trafic effectif).

La première carte ci-dessous représente la demande routière projetée à l'horizon 2025 dans le cas de l'accueil de l'Exposition Universelle. Un code couleur permet de différencier les axes selon leur niveau de congestion, obtenu comme le rapport entre la demande et la capacité sur chaque tronçon, et l'épaisseur du trait permet de quantifier la demande projetée tronçon par tronçon.

Demande routière projetée à horizon 2025 dans un scénario d'accueil de l'Exposition Universelle

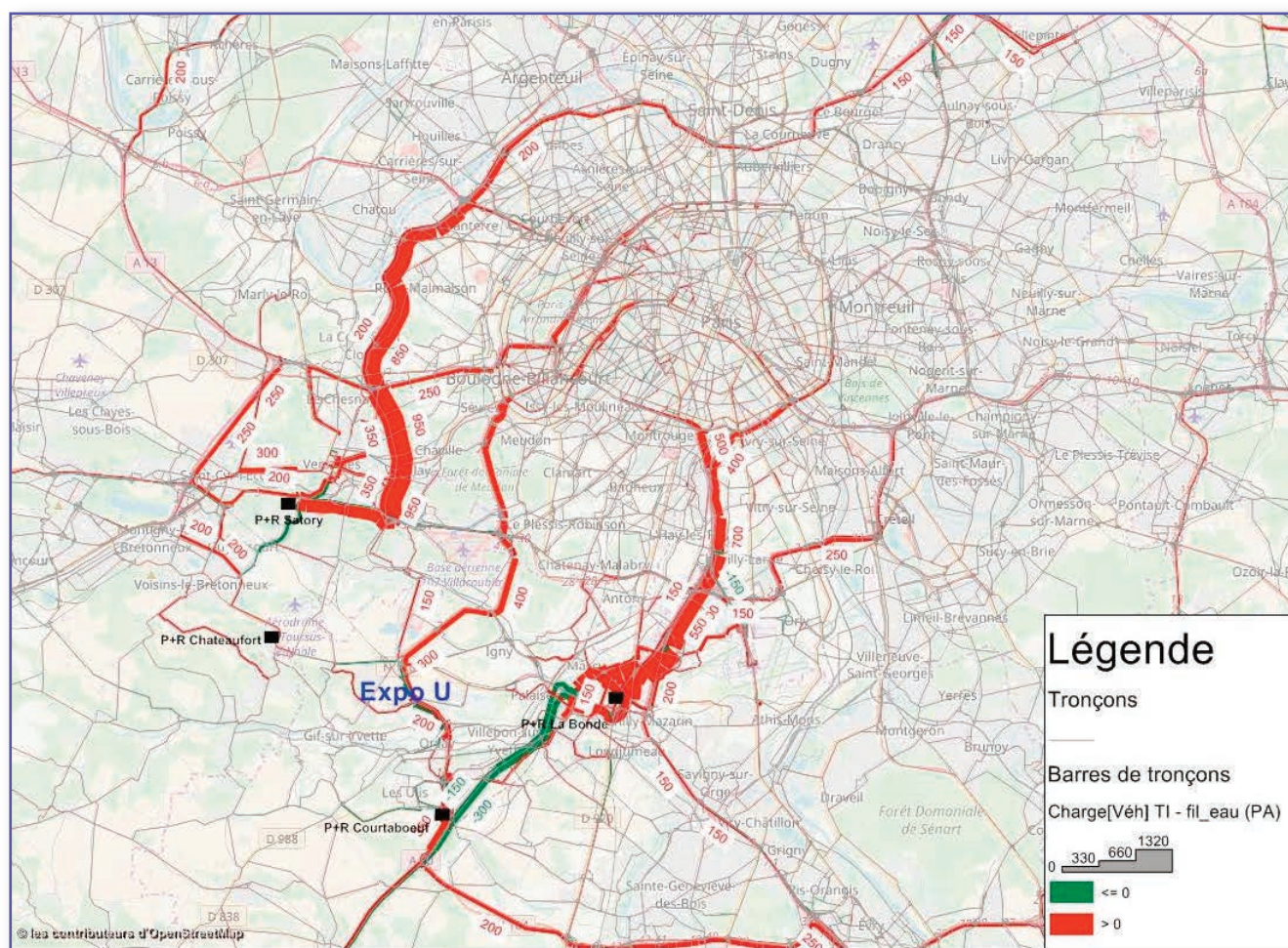


La carte suivante représente la différence de demande routière projetée entre deux scénarios. En rouge, on observe les tronçons sur lesquels la demande routière augmenterait en cas d'accueil de l'Exposition et en vert les tronçons sur lesquels elle diminuerait.

On remarque ainsi que la RN118, l'A1, l'A6, et l'A104 seraient naturellement les axes les plus sollicités par l'accueil de l'Exposition, selon le scénario de référence.

Cette carte montre également que la demande routière diminuerait sur certains tronçons de l'A10 en cas d'accueil de l'Exposition. Ce résultat à première vue étonnant s'explique par le fait que les axes situés en amont ou en aval de ces tronçons seraient saturés à un point tel que l'attractivité des itinéraires empruntant ces tronçons serait considérablement réduite en cas d'accueil de l'Exposition, engendrant de ce fait des changements d'itinéraires et du report modal.

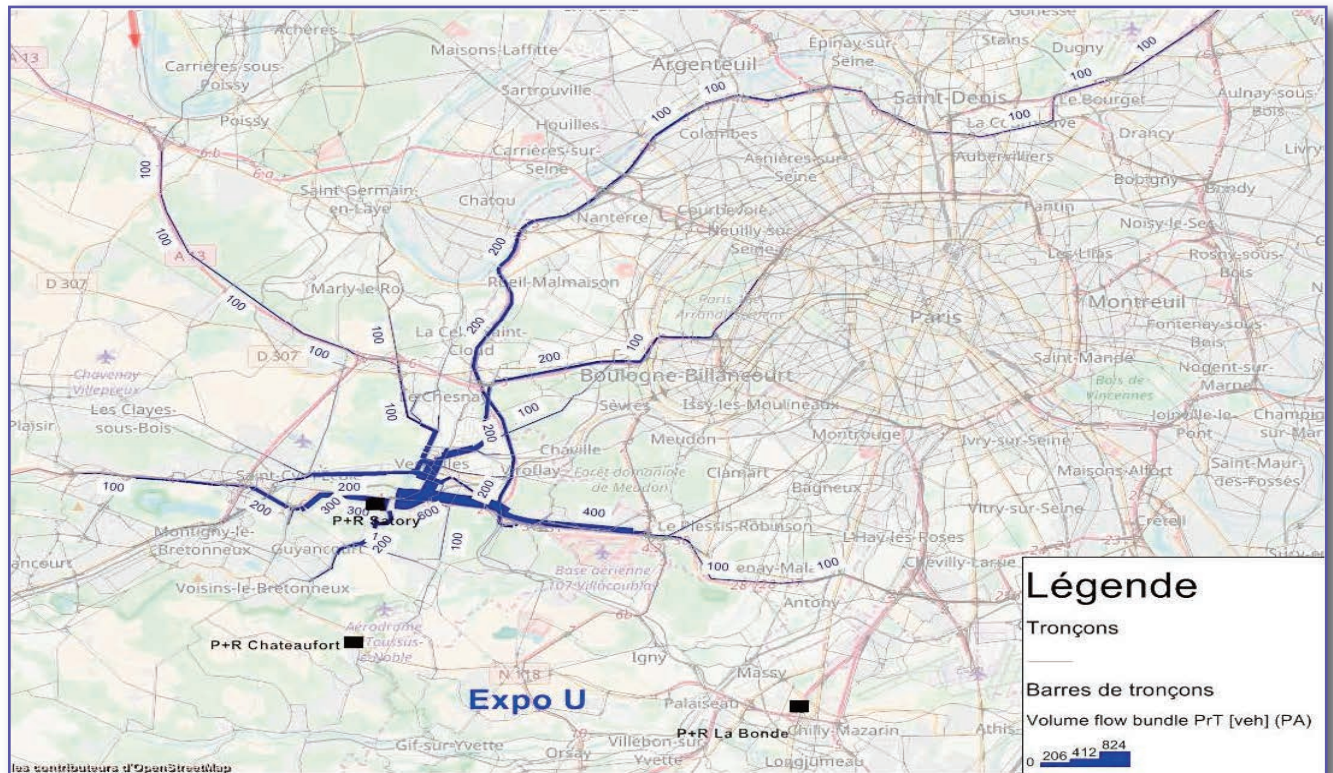
Différence de demande routière, projetée à horizon 2025, entre un scénario avec Exposition et un scénario sans Exposition (fil de l'eau)



La dernière carte représente une arborescence (également appelée chevelu). Les arborescences permettent de présenter visuellement d'où viennent les véhicules arrivant en un certain point et/ou où vont les véhicules en provenant. On peut calculer une arborescence à partir d'un point, d'une zone ou d'un axe.

Ici, on observe l'origine des véhicules arrivant au parking déporté de Satory en situation avec Exposition.

Origine des véhicules qui se rendent au parking déporté de Satory lors de l'Exposition



Un grand nombre d'autres cartes peut être créé en fonction de l'information recherchée. Il est notamment possible de réaliser des cartes de différences d'arborescence, afin de visualiser les différences de flux partants et/ou arrivants à une zone entre deux scénarios, ou encore des cartes d'isochrones qui permettent de visualiser les endroits accessibles en un certain temps à partir d'un point donné.

Rappelons cependant que les modèles à 4 étapes utilisent, pour ne citer que celles-ci, un grand nombre d'hypothèses d'entrées (évolution des populations, des emplois, du réseau routier, des transports en commun, du comportement des usagers de ces réseaux...) dont la projection à des horizons temporels éloignés est nécessairement incertaine. Seules les différences entre deux scénarios sont réellement exploitables, afin de mesurer l'impact d'un ensemble de mesures et/ou aménagements, toutes choses étant égales par ailleurs.

3 - Conclusion

L'accueil en Île-de-France d'une grande manifestation telle qu'une Exposition Universelle implique de fortes pressions sur les réseaux de transports. Modéliser ces impacts constitue un défi technique particulier au regard du caractère exceptionnel d'un tel événement, et nécessite d'adapter les méthodes classiques.

La méthodologie présentée dans cette note a été élaborée dans un souci de souplesse, et a pu s'intégrer à une démarche itérative. Elle a permis de tester de nombreux jeux d'hypothèses. Ceux-ci ont été modifiés et affinés tout au long de l'étude, en intégrant les évolutions intervenues dans le projet au fur-et-à-mesure de l'avancement de l'étude et des travaux conduits par les différents partenaires.

La méthodologie développée permet notamment :

- de tester plusieurs hypothèses d'affluence de visiteurs et de parts modales ;
- de modéliser l'impact sur le trafic de la circulation des bus et navettes desservant l'Exposition ;
- d'évaluer l'impact de modifications du réseau routier (fermeture d'un échangeur, affectation de voies réservées...);
- de déterminer l'impact de la localisation, du type d'utilisation et de la capacité des parcs relais affectés à l'Exposition ;
- de tester plusieurs hypothèses d'orientation des taxis et VTC ;
- d'effectuer des tests de sensibilité sur les choix modaux des franciliens, qu'ils visitent l'Exposition ou non ;
- de donner des indications sur l'impact de la pression routière sur le déshorage¹², le non-déplacement et le recours aux autres modes de transport.

Cette méthode permet donc de réaliser un grand nombre de tests de sensibilité et de modification d'offres et de demande. Elle peut être aisément modifiée et adaptée à d'autres projets et situations.

¹² Le « déshorage » est le fait de reporter son déplacement dans le temps, par exemple choisir de partir au travail plus tôt ou plus tard pour éviter le pic de congestion.

Direction régionale et interdépartementale de l'Équipement
et de l'Aménagement d'Île-de-France
21/23 rue Miollis
75732 PARIS cedex 15
Tél. 01 40 61 80 80

