



POLYTECH[®]
TOURS

Département
Aménagement et Environnement
Ecole d'ingénieurs
polytechnique
de l'université de Tours

CITERES
UMR 7324
Cités, Territoires,
Environnement et Sociétés

Equipe IPA-PE
Ingénierie du Projet
d'Aménagement, Paysage,
Environnement

Projet de Fin d'Etudes

Piétonnisation des quais de Seine rive droite à Paris

Impacts et bénéfices, définition d'une grille de lecture objective



2017-2018

Nom Prénom

CONESA DE WARLINCOURT Gabriel

MIAGAT Antoine

Superviseur : Vincent ROTGE

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

Formation par la recherche, Projet de Fin d'Etudes en génie de l'aménagement et de l'environnement

La formation au génie de l'aménagement et de l'environnement, assurée par le département aménagement et environnement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme, de l'aménagement des espaces fortement à faiblement anthropisés, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement et de l'environnement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement de l'UMR 6173 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne sur la base du Système Universitaire de Documentation (SUDOC), les mémoires à partir de la mention bien.

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons adresser nos remerciements à Mr Rotgé pour nous avoir guidé et renseigné tout au long de notre travail.

Résumé

Dans une volonté affirmée de réduire la pollution atmosphérique au cœur de Paris, la mairie a fermé différentes voies de circulation à proximité de la Seine, tout d'abord en rive gauche, puis en Septembre 2016, sur la rive droite. Ces fermetures s'accompagnent de projets destinés à transformer les zones fermées en zones de promenades et réservées aux piétons et vélos. Si ces projets ont semblé connaître un certain succès du point de vue des promeneurs et de la mairie, de vives contestations ont été formulées par les élus régionaux et divers comités indépendants.

De façon à établir une grille de lecture objective et apolitique, nous traitons différents indicateurs, pollution sonore, pollution atmosphérique, impacts sur la Seine, impacts sur le trafic et les nouveaux usages.

Il ressort de ces indicateurs que l'impact environnemental positif semble pour le moment localisé à la proximité immédiate du projet, bien plus qu'à grande échelle. De plus, il semblerait que ce projet ait engendré de nouvelles nuisances non seulement pour les riverains du projet, mais aussi pour les riverains des axes de reports et les habitants de banlieue.

Ainsi, s'il est pour le moment difficile de considérer ce projet comme une réelle avancé environnementale, nous pouvons supposer qu'il pourra jouer un rôle dans une politique à plus grande échelle, en combinaison d'autres projets.

Table des matières

Définition et contours du sujet.....	9
1. Historique des quais de Seine à Paris	9
2. Eléments de contexte contemporain.....	9
3. Les secteurs concernés, les quais fermés à la circulation	11
Les impacts de la fermeture de la circulation sur les quais de Seine à Paris..	12
I. Les impacts sur le trafic parisien (Intra muros et banlieue)	12
1. Une augmentation du temps de trajet.....	12
2. Vers une « évaporation » du trafic routier	14
II. Les impacts induits par le trafic.....	16
1. Les impacts sur le bruit.....	16
a) Définitions et propriétés du bruit.....	16
b) Impact sanitaire.....	16
c) Impact économique	17
d) Sources d'émission et temporalité.....	17
e) Matériels et méthodes pour l'évaluation du bruit en ville.....	19
f) Seuils retenus et résultats.....	21
g) Discussion	25
h) Critiques	26
2. Impact sur la qualité de l'air	27
a) Définition et tendance générale de la pollution aérienne.....	27
b) Matériel et méthodes	28
c) Résultats.....	30
d) Impact sanitaire	35
e) Discussion	38
III. Les impacts sur la Seine.....	40

a) Etat des lieux	40
b) Impact du projet	42
c) Critiques.....	44
IV. Nouveaux usages.....	46
a) Déplacements.....	46
b) Activités récréatives	48
c) Critiques.....	49
Conclusion.....	51
Bibliographie	53
Table des illustrations	57
Liste des tableaux.....	59
Annexes.....	60

Introduction

A travers le monde, les plus importantes métropoles, souffrant de la congestion de leur réseau routier et d'une pollution atmosphérique accrue cherchent à diminuer l'usage qui est fait de la voiture.

Cette diminution peut passer par des incitations au changement de mode de transport, notamment à travers des campagnes de sensibilisation à la protection de l'environnement. En association avec ces campagnes, le développement de l'offre des transports en communs facilite la transition. Enfin, le report peut être facilité grâce à la mise à disposition de différents modes de transport à bas coûts tels que les vélos du réseau Vélib'.

Lorsque ces incitations ne semblent pas suffisantes pour provoquer un réel report modal, des mesures de restriction ou de contrainte peuvent être mises en place. La ville de Londres a ainsi instauré une « congestion charge » visant à décourager l'usage de la voiture de par le coût supplémentaire associé. De la même façon, de nombreuses villes diminuent les emplacements de stationnement disponibles en hypercentre et rendent ces derniers coûteux pour l'utilisateur. Enfin, certaines villes, comme Paris, instaurent des sens de circulation contraignants ou ferment des voies de circulation, de façon à décourager l'usage de la voiture.

Les arguments et opinions exprimés par les opposants ainsi que les soutiens au projet peuvent être empreints d'une volonté politique et de jugements subjectifs. C'est pourquoi, dans une volonté de soutenir l'aménagement urbain, il est nécessaire de développer une grille de lecture objective, visant à mettre en avant les atouts et les faiblesses de la fermeture de la circulation sur les quais de la capitale.

Définition et contours du sujet

1. Historique des quais de Seine à Paris

Depuis l'antiquité, la Seine a joué un rôle central dans l'économie de la ville de Paris. La stabilisation et la maîtrise des quais de Seine a donc été de la première importance pour garantir un commerce prospère et asseoir le port de Paris comme premier port fluvial de France. C'est à partir de 1758, que les quais de Seine se métamorphosent, puis à partir de 1845, la Seine est canalisée à Paris, de façon à rendre le commerce plus facile et les quais sont intégralement transformés. Mais au début du XXe siècle, le port de Paris perd son rôle d'approvisionnement pour servir la grande industrie jusqu'en 1910. Les quais sont transformés pour l'Exposition Universelle et voient entre autres, l'inauguration du pont Alexandre III, la construction du Grand Palais ou encore celle de la Tour Eiffel. La grande crue de 1910 va également façonner l'aspect des quais, puisque des digues sont surélevées de façon à protéger la capitale d'une prochaine montée des eaux. La Seine, voit son usage de couloir industriel décliner et se transformer en un couloir de circulation. En 1967, la voie rapide Georges Pompidou est ouverte rive droite afin de fluidifier le trafic dans la capitale. Un projet est porté pour aménager la rive gauche, mais il est abandonné en 1974 au profit du patrimoine culturel, et le regard sur la Seine commence alors à changer. En 1991, les quais de Seine à Paris sont inscrits sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO. Les années 2000 marquent alors un tournant dans la gestion de cet espace urbain : les politiques des maires de Paris, en commençant par Jacques Chirac qui souhaitait rendre la baignade dans la Seine possible aux parisiens, en passant par Paris-Plage qui apparaît en 2002, jusqu'à Bertrand Delanoë qui propose en 2012 un plan d'aménagement des berges. Il souhaite alors rendre les quais aux piétons, y développer les usages, valoriser ce site unique et restaurer une continuité écologique. C'est dans la continuité de cette politique de reconquête des quais de Seine mais également de lutte contre la pollution, que Anne Hidalgo a pris le parti de piétonner les quais de Seine sur la rive droite depuis le tunnel des Tulleries jusqu'au Port de l'Arsenal, soit environ 3,5km de voie rapide au cœur de Paris.

2. Eléments de contexte contemporain

Dans une volonté affichée de réduction de la pollution atmosphérique, la voie Georges Pompidou a été fermée à la circulation automobile le 1er septembre 2016.

Cette fermeture concernant 3,3 kilomètres de quais bas fut rapidement critiquée par différents acteurs et utilisateurs. La principale ambition de la mairie de Paris, la réduction de la pollution atmosphérique, fut rapidement contestée, les opposants au projet craignant un report de la circulation plutôt que l'évaporation évoquée par la mairie de Paris (Direction de l'Information et de la Communication de la Mairie de Paris, 2016). Toujours sur le plan de l'environnement et de la santé publique et dans le cadre d'un report de circulation, une augmentation des nuisances pour les riverains des quais hauts fut crainte. A l'inverse, l'éloignement des véhicules, possiblement émetteurs d'hydrocarbures et de divers polluants, de la Seine, pourrait être bénéfique à cette dernière.

Du point de vue des usages, le report de la circulation évoqué précédemment pourrait être à l'origine de congestions importantes et de fortes augmentations des temps de trajet. Préjudiciable sur le court terme, cette congestion pourrait, sur le long terme, pousser les usagers à modifier leurs modes de déplacement et donc participer finalement à la réduction des pollutions. D'autre part, les riverains disposent dorénavant de zones piétonnes, utilisables aussi bien pour les déplacements piétons que les activités récréatives. Ces usages étant cependant critiqués par les opposants dans la mesure où ils estiment que les parcs connaissent des baisses de fréquentation lors des périodes de mauvais temps et de travail. Enfin, le développement de voies vélos sécurisées cumulées aux difficultés de circulation en voiture pourrait favoriser un report des automobilistes sur des modes de transport doux.

3. Les secteurs concernés, les quais fermés à la circulation

Le projet ici étudié concerne la fermeture à la circulation de 3,5 km de voie sur les quais bas et la piétonnisation de 3,3 km de la voie George Pompidou (Figure 1). Cette fermeture a pris effet le 1er septembre 2016. Elle suit la fermeture de 2,5 km de voie rapide sur la rive gauche en 2013.

Fermeture des quais de Seine à Paris

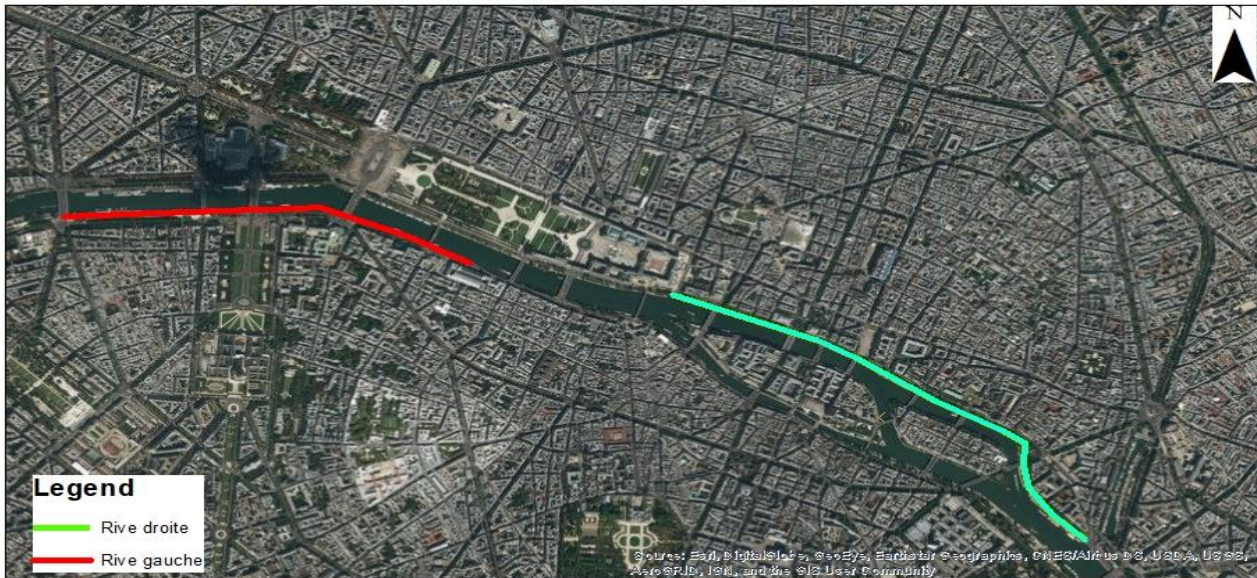


Figure 1 Les quais fermés à la circulation - réalisation personnelle

Les impacts de la fermeture de la circulation sur les quais de Seine à Paris

I. Les impacts sur le trafic parisien (Intra muros et banlieue)

1. Une augmentation du temps de trajet

Si le projet de piétonisation de la voie Georges Pompidou a eu des impacts sur la qualité de l'air et sur le bruit dans la capitale, il est naturel qu'il en ait un sur le trafic routier francilien (AirParif, 2016).

Depuis la fermeture de la voie rapide en 2016, les études menées par la Région Ile de France ont montré que dans un premier temps, les temps de trajet ont été rallongés, que ce soit à l'intérieur de la ville (de 11% Porte Maillot jusqu'à 110% d'augmentation au niveau de Bastille). Le boulevard périphérique est également impacté sur sa partie nord, ouest et sud (Figure 25).

En revanche, les transports en communs ne semblent que peu impactés par la fermeture des voies de circulation, 29% des trajets (origine-destination) connaissent des allongements de temps de trajet de plus de 1 minute et cet allongement est toujours inférieur à 5 minutes (Comité régional de suivi et d'évaluation des impacts de la piétonisation des voies sur berge rive droite à Paris, 2017).

Il est néanmoins possible de tempérer ces résultats. Ces études ne prennent en compte que les temps par tronçon, mais sans se préoccuper de l'origine ni de la destination des usagers. L'augmentation réelle des temps de trajets peut donc être bien supérieure à 110% pour certains usagers. De plus ces temps de trajets ne tiennent compte que des heures de pointe, auxquelles le trafic est naturellement surchargé. Il serait intéressant de pouvoir comparer ces chiffres avec des temps de trajet moyen sur ces tronçons.

Des temps de parcours en forte hausse

TEMPS DE PARCOURS MOYEN EN VOITURE ET ÉVOLUTION ENTRE SEPTEMBRE 2015 ET SEPTEMBRE 2016

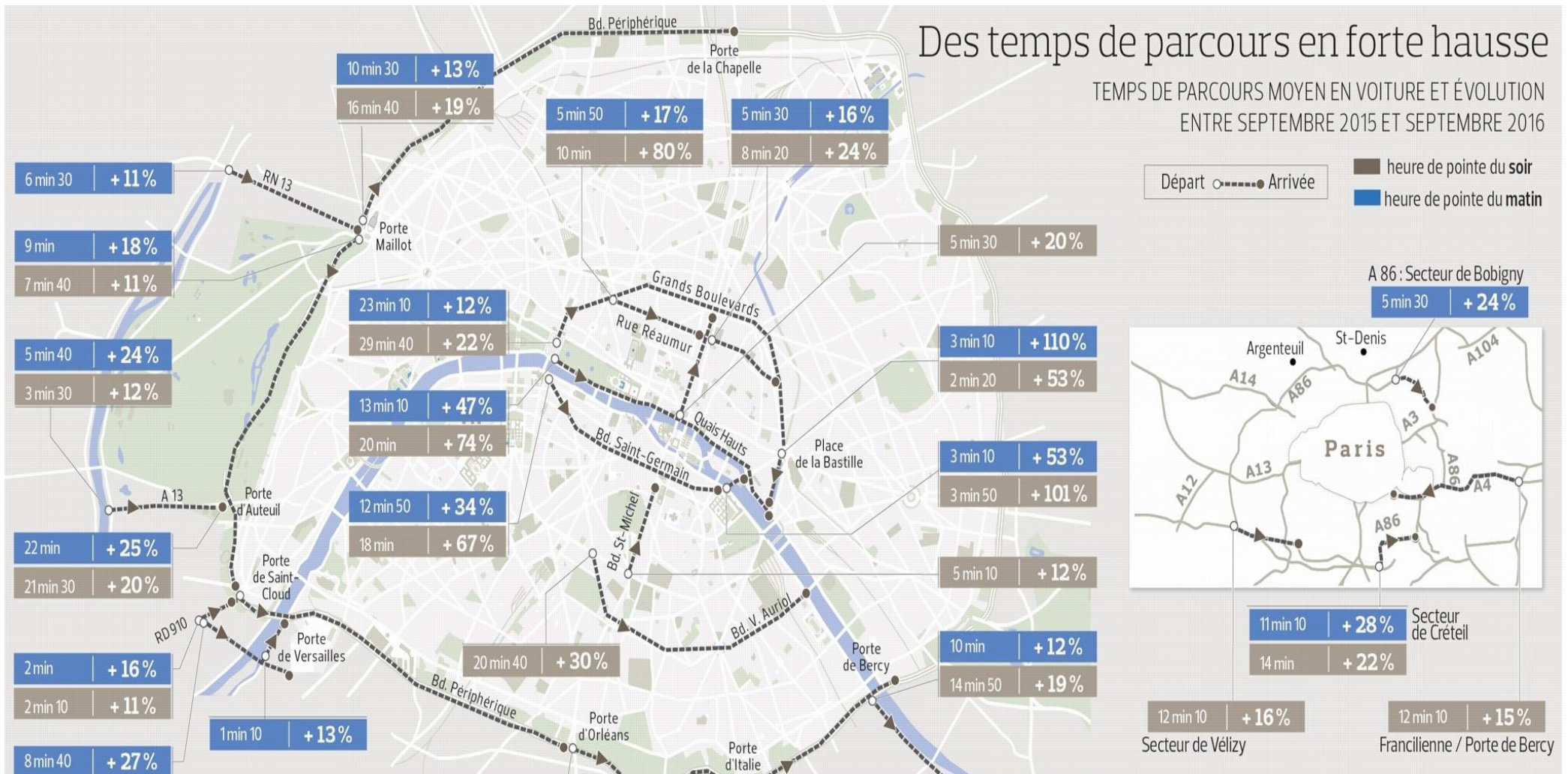


Figure 2 : Evolution du temps de parcours des véhicules motorisés à Paris après la fermeture des quais à la circulation. Source: Comité régional d'Ile de France de suivi et d'évaluation des impacts de la piétonisation des quais à Paris.

2. Vers une « évaporation » du trafic routier

Bien que les premiers chiffres récoltés sur la période 2015-2016 par la Région Ile de France, et la Mairie de Paris portent à penser que le trafic est irrémédiablement congestionné (Landard, 2017), les chiffres de la période de septembre 2016 à février 2017 nous apportent de nouvelles informations (Varoquier *et al.*, 2017). Il apparaît que si d'un mois à l'autre le nombre de véhicule fluctue encore, on peut d'ores et déjà observer une tendance à la diminution de la fréquentation des axes centraux (Figure 3) et des axes de contournement de la voie Georges Pompidou (Figure 4).

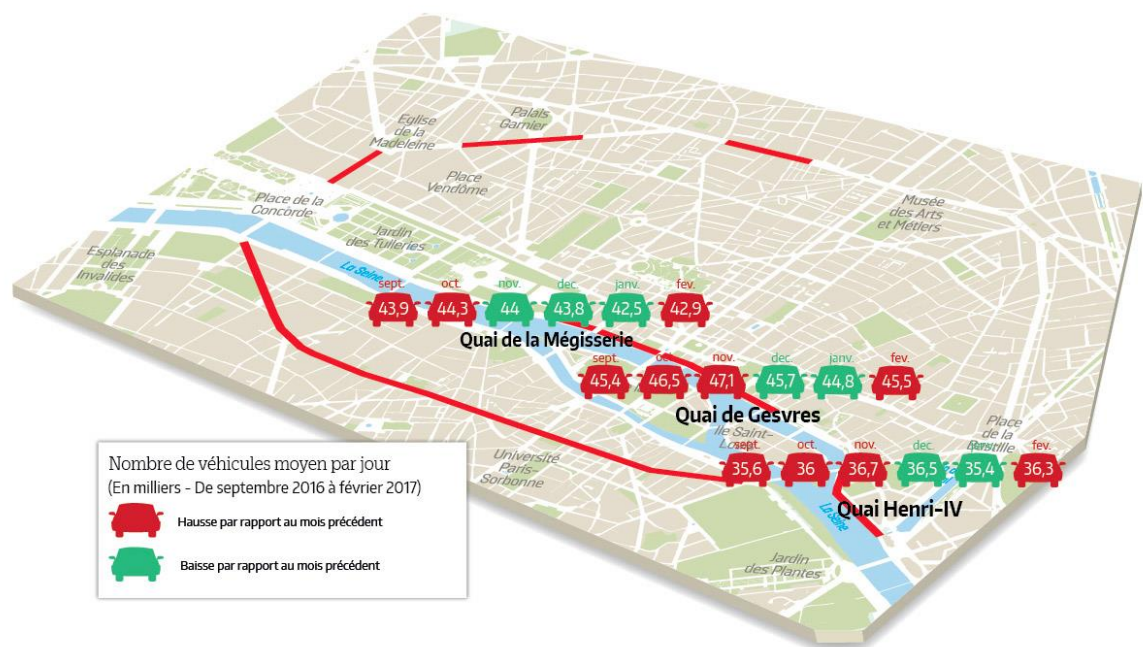


Figure 3 : Nombre de véhicules moyen par jour, en milliers, de septembre 2016 à février 2017. Source : Mairie de Paris

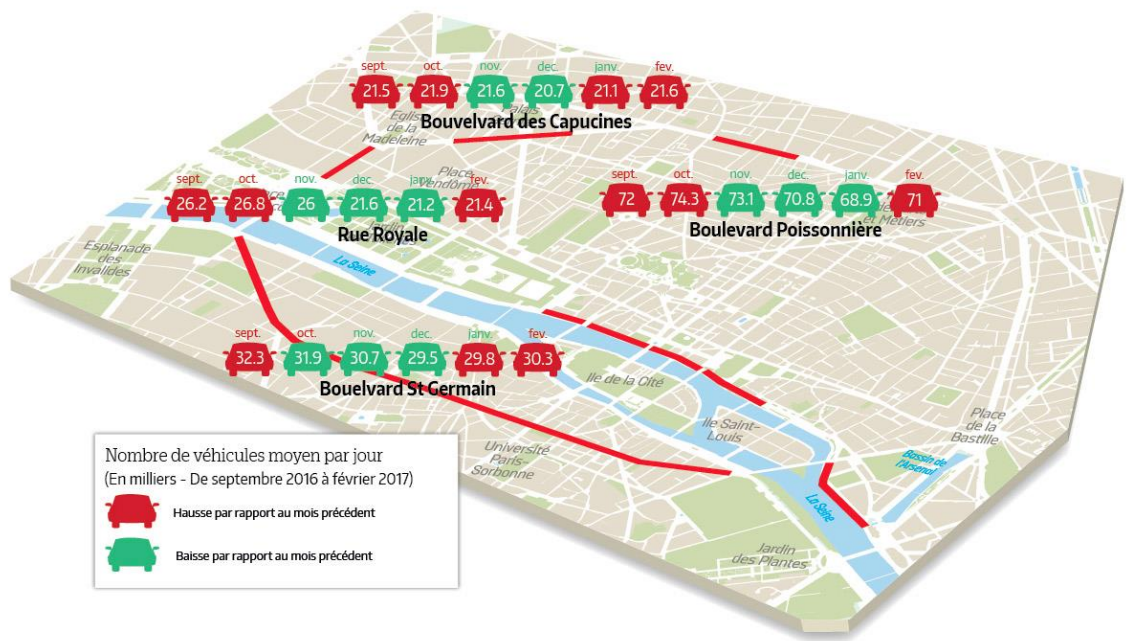


Figure 4 : Nombre de véhicules moyen par jour, en millier, de septembre 2016 à février 2017. Source : Mairie de Paris

Si l'on prend l'exemple du Quai de la Mégisserie, on passe de 43,9 à 42,9 milliers de véhicules en moyenne par jour de septembre 2016 à février 2017. Au Quai Henri IV, qui est pourtant un point de congestion, de septembre à janvier, on passe de 35,6 à 35,4 milliers de véhicules en moyenne, avant de légèrement augmenter à nouveau en février. La rue Royale passe de 26,2 milliers de véhicules à 21,4 en moyenne, et le Boulevard St Germain, de 32,3 à 30,3 milliers de véhicules en moyenne sur les 6 mois. Il apparaît donc que le trafic a tendance à se lisser progressivement, mais les effets ne sont visibles que sur une période de temps supérieure à un an.

La fermeture des quais de Seine a donc bien eu des conséquences sur le trafic routier. Bien que des points de congestion existent, la tendance globale de la circulation routière dans Paris semble tendre vers un lissage progressif, une évaporation. Cependant, à l'heure actuelle, bien plus qu'une évaporation, on observe un trafic induit sur des axes de report. Ce trafic localisé sur des axes parfois peu adaptés peut impacter différents paramètres environnementaux et sociaux, à une échelle plus large que celle des quais de Seine.

II. Les impacts induits par le trafic

1. Les impacts sur le bruit

a) Définitions et propriétés du bruit

Dans la suite de ce document, le bruit sera considéré comme le niveau d'émission sonore. En effet la définition classique du bruit "phénomène acoustique produisant une sensation auditive jugée désagréable ou gênante" (AFNOR NF 530-105), contient une importante part subjectivité, d'autant plus que des sons perçus comme agréables, comme la musique, peuvent présenter un risque, et que des ondes sonores inaudibles peuvent être toutes aussi dangereuses. Il faut ajouter à cela une notion de temporalité, un même niveau sonore pourra être considéré comme dérangeant (voire impactant la santé) la nuit alors qu'il sera considéré comme tolérable de jour. Le bruit sera ici généralement exprimé en décibels pondérés A, dB(A) (INRS, 2014). L'échelle du dB(A) étant logarithmique, il convient de rappeler qu'une augmentation ou une diminution de 3 dB(A) correspond respectivement à un doublement ou une division par 2 du niveau sonore. En revanche, d'un point de vue de la sensation sonore, un doublement du niveau sonore sera généralement perçu après une augmentation de 10 dB(A) (INRS, 2014).

b) Impact sanitaire

L'exposition au bruit n'est aujourd'hui plus seulement considérée comme un simple facteur de confort mais comme une problématique de santé publique. L'organisation mondiale pour la santé considère l'exposition au bruit comme un facteur de danger pour la santé (Hellmuth *et al.*, 2012). Cette exposition aurait, toujours selon l'Organisation Mondiale pour la Santé, de nombreux impacts négatifs, notamment sur la qualité sur sommeil, sur les risques de développement de maladies cardiovasculaires et diminuerait significativement l'espérance de vie en bonne santé (Hellmuth *et al.*, 2012).

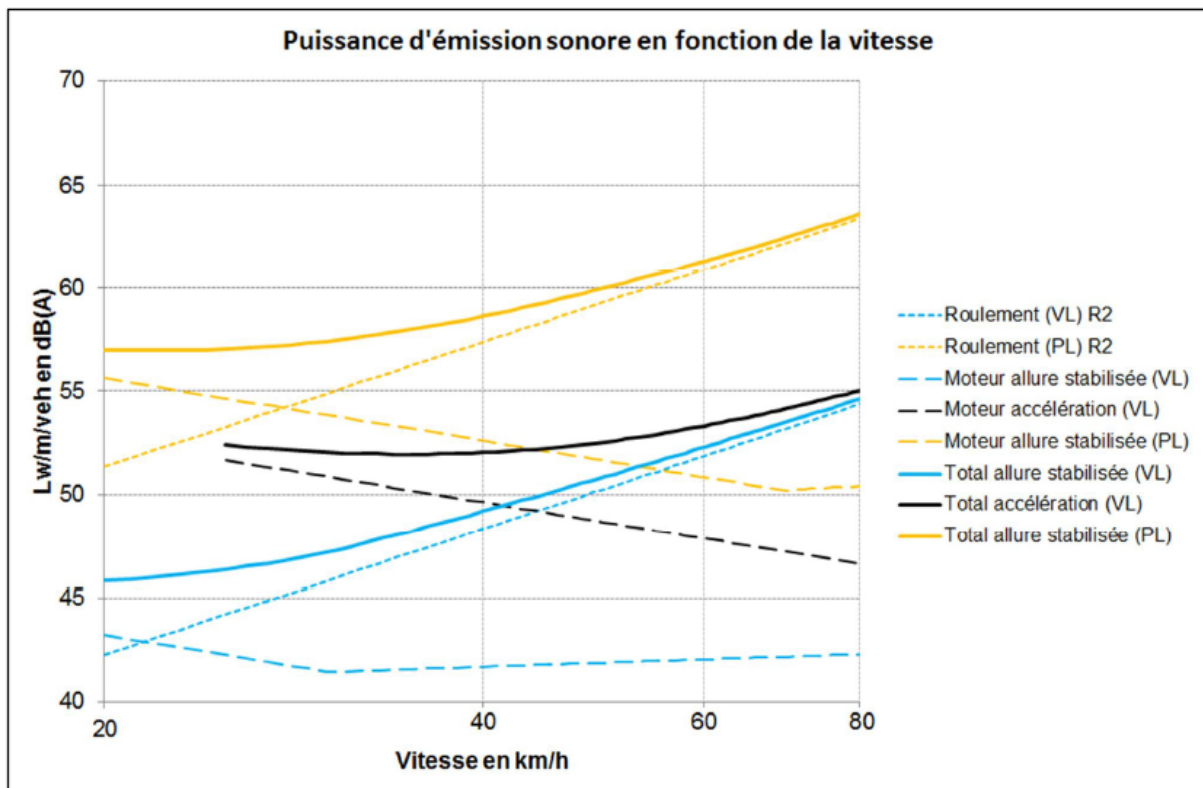
c) Impact économique

Cet impact est aussi économique puisque Bruitparif et l'Observatoire régional de santé en île-de-France estiment que la morbidité due au bruit a un coût économique annuel de l'ordre de 3,8 milliards d'euros, uniquement pour la raison parisienne (Bruitparif et Observatoire régional de santé en Ile de France, 2015). Le coût social lié au bruit serait lui aussi très élevé puisqu'il atteindrait 16 milliards d'euro par an pour la région île-de-France (BruitParif, 2016) et 57 milliards pour l'ensemble de la France (Conseil National du Bruit et Agence de l'environnement et de la maitrise de l'énergie, 2016).

d) Sources d'émission et temporalité

Le bruit en ville est fortement lié aux transports, et en particulier à la circulation automobile. Le bruit lié à la circulation provient de deux sources distinctes, le bruit de roulement et le bruit du moteur (Setra, 2007). La contribution respective de ces deux sources à l'émission sonore totale est dépendante de la vitesse. Pour des vitesses inférieures à 30 km/h, les bruits en provenance du moteur seront dominants, en particuliers dans des situations de trafic difficile (Comité régional de suivi et d'évaluation des impacts de la piétonisation des voies sur berge rive droite à Paris, 2017). En revanche, lorsque la vitesse des véhicules dépasse 40 km/h, les bruits de roulement deviennent prédominants (Comité régional de suivi et d'évaluation des impacts de la piétonisation des voies sur berge rive droite à Paris, 2017). De manière générale, le niveau sonore augmente lorsque la vitesse augmente selon une relation non linéaire (Figure 5) (Comité régional de suivi et d'évaluation des impacts de la piétonisation des voies sur berge rive droite à Paris, 2017). Cette relation peut être faussée lorsque les conditions de circulation se dégradent, la vitesse diminuant dans une circulation "en accordéon" alors que le niveau sonore, principalement lié au bruit moteur augmente (Comité régional de suivi et d'évaluation des impacts de la piétonisation des voies sur berge rive droite à Paris, 2017). Cette distinction des sources d'émission prend une importance particulière dans l'aménagement des voies, le type de revêtement et de pare-bruits pouvant être adaptés aux vitesses de circulation prévues. De plus, un rétrécissement des voies ou un abaissement de la vitesse maximale de circulation peuvent avoir des conséquences négatives sur les émissions sonores d'un axe routier. Au sein du des transports, des différences significatives des niveaux d'émissions peuvent être relevés. Ainsi, pour un même

revêtement et une même vitesse, les poids lourds peuvent avoir une émission sonore dépassant celle des véhicules légers de 6 décibels, ce qui correspond à plus d'un doublement du niveau sonore (Hamet, 2010). De même, les cyclomoteurs émettent en moyenne plus de bruit que les véhicules légers pour une même vitesse (Toussaint et al., 2010). A ces sources, il faut ajouter les bruits de circulation ponctuels, en particulier les avertisseurs sonores, bien qu'ils soient généralement interdits, ainsi que les sirènes des véhicules d'urgences ou les alarmes de voitures. A ces sources liées à la circulation peuvent s'ajouter (ou se substituer dans le cadre d'une piétonnisation) des bruits dits "de récréation". Ces bruits comprennent par exemple les rires et cris d'enfants, les sonnettes de vélos, les conversations ou la musique. Ces bruits sont considérés par certains riverains comme une nuisance, en particulier en période estivale lorsque de la musique est diffusée à un volume important la nuit (Al-Balushi, 2017).



Bruit d'un véhicule (exprimé en puissance d'émission sonore par mètre de ligne source - L_w/m) en fonction de la vitesse selon le régime de circulation (stabilisé, accélération, décélération) et le type de véhicules (VL/PL) pour une revêtement de chaussée intermédiaire (R2) [1]

Figure 5 Puissance d'émission sonore en fonction de la vitesse

Source : nouveau guide d'émission du bruit 2008, "Prévision du bruit routier, Partie 1 : Calcul des émissions sonores dues au trafic routier", SETRA, juin 2009., (Comité régional de suivi et d'évaluation des impacts de la piétonnisation des voies sur berge rive droite à Paris, 2017)

e) Matériels et méthodes pour l'évaluation du bruit en ville

Le protocole ci-dessous détaillé correspond au protocole suivi par Bruitparif dans son rapport final sur l'évolution de l'environnement sonore suite à la fermeture de la voie sur berge rive droite. Les niveaux sonores sont exprimés selon des indices pondérés permettant par exemple de prendre en compte une plus grande sensibilité au bruit la nuit (Tableau 1). En revanche, les indicateurs représentant des moyennes n'incluent pas les pics sonores ponctuels et les mesures prises lors d'évènements perturbant le trafic (circulation alternée, vacances, manifestations).

Tableau 1 Indicateurs de bruits BruitParif 2017

Lden (pour Level day evening night) qui correspond à un indicateur de bruit global perçu au cours de la journée et qui tient compte de la sensibilité plus forte des individus au bruit sur les périodes de soirée et de nuit. Ainsi, l'indicateur Lden est calculé à partir des indicateurs Ld, Le et Ln en appliquant des pondérations de +5 dB(A) et de +10 dB(A) respectivement aux niveaux de bruit de soirée et de nuit

Ln ou Ln_{night} qui correspond à la moyenne énergétique de bruit sur la période 22-6h

L_{Aeq,1s} : niveau sonore, exprimé en dB(A), relevé chaque seconde. Il s'agit d'une grandeur élémentaire pouvant être convertie sur tout autre période de temps.

L_{Aeq}(6-22h) : période diurne

L_{Aeq}(22-6h) : période nocturne

L_{Aeq}(8-10h) et L_{Aeq}(18-20h) correspondent respectivement aux heures de pointe du matin et du soir.

Les mesures ont été effectuées sur 90 sites, 53 dans Paris et 37 en périphérie (Figure 6). Les mesures temporaires proviennent de sonomètres de classe 1 type Rion NL52 et les appareils sont étalonnés par un laboratoire agréé tous les 24 mois. La majorité de ces sonomètres sont fixés à une hauteur de 4 mètres, sur des

lampadaires ou sur des façades (points violets sur la Figure 6). Ces stations ont effectué des mesures pour des périodes de temps de l'ordre de la semaine. Les stations permanentes (classe 1 de type 01dB Opera et classe 2 Azimut Monitoring type Ladybird) sont fixées à des lampadaires à une hauteur de 4 mètres (par rapport au sol). Les données de ces stations peuvent être recueillies à distance. Sur certains sites, des stations semi-permanentes ont été déployées et contenaient en plus de sonomètres, de capteurs évaluant la qualité de l'air.

Deux campagnes de mesures ont été effectuées, la première, dite « automne/hiver », s'est déroulée entre le 31 octobre 2016 et le 20 décembre 2016. La seconde campagne de mesure s'est déroulée du 11 mai au 4 juillet 2017. Les mesures réalisées sur les façades des bâtiments ont été réalisées du 23 octobre au 7 novembre 2017.

Les données récoltées par ces stations ont permis la modélisation des niveaux de bruits de façon continue (par opposition aux stations « ponctuelles ») sur l'ensemble de la zone d'étude. Après application d'une correction liée à la température de l'air, le modèle obtenu semblait cohérent avec les prises de mesure. En effet, le modèle ne s'écarte au maximum que de 1,2 dB des données mesurées.

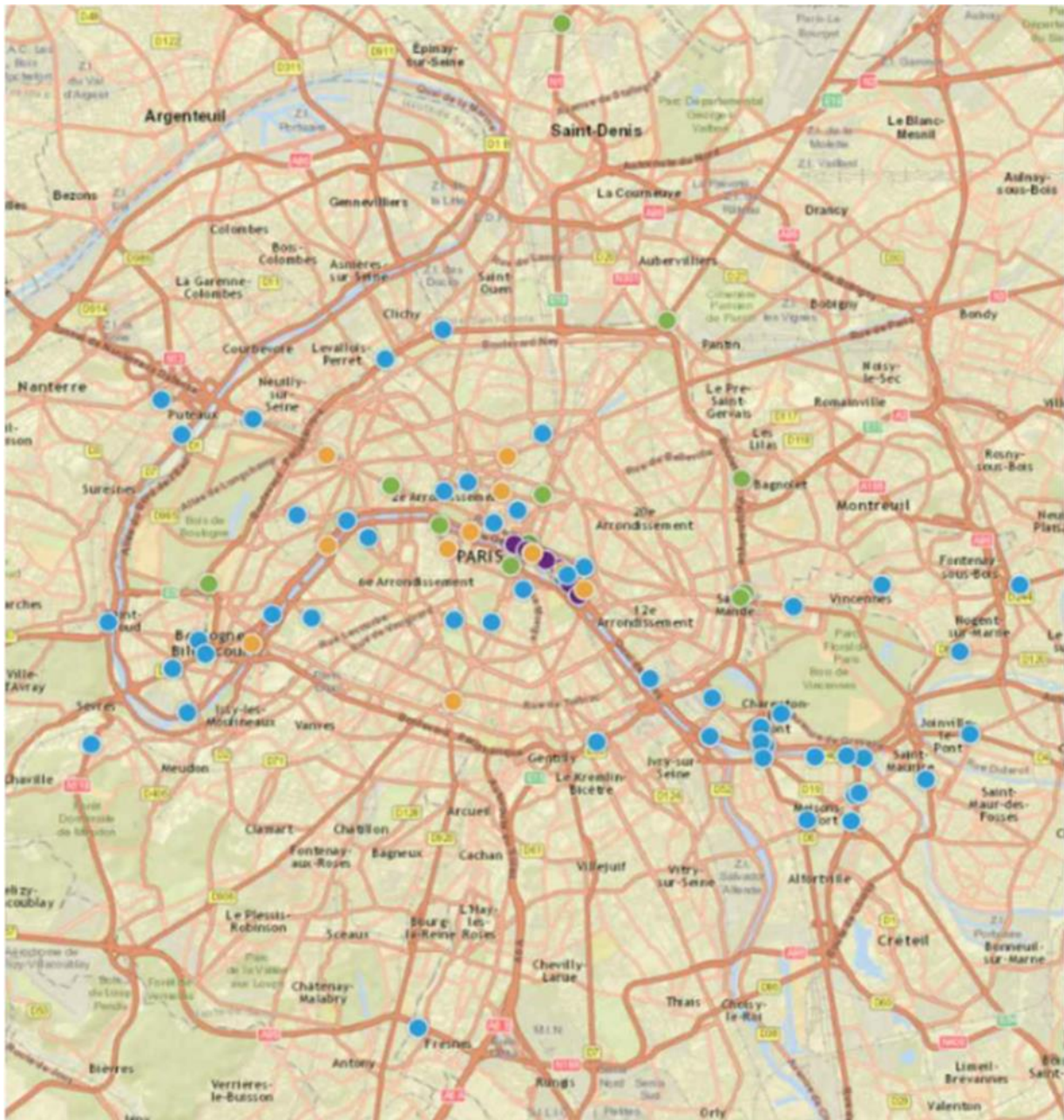


Figure 6 Localisation des sites de mesure campagne de mesure (en bleu), sites de l'étude d'impact (en violet), stations permanentes (en vert) et stations semi-permanentes (en orange) – Rapport Bruitparif

f) Seuils retenus et résultats

Les périodes diurnes et nocturnes seront distinguées puisque la sensibilité aux ondes sonores est accrue la nuit.

Certains seuils peuvent être retenus, soit d'un point de vue des sensations auditives, soit d'un point de vue réglementaire (INRS, 2014; Bruitparif, 2017):

0 dB(A) = bruit le plus faible qu'une oreille (humaine) peut percevoir

50 dB(A) = niveau habituel de conversation

65 dB(A) = limite critique réglementaire en période nocturne

70 dB(A) = limite critique réglementaire en période diurne

80 dB(A) = seuil de nocivité (pour une exposition de 8h/j)

120 dB(A) = bruit provoquant une sensation douloureuse

De jour, les niveaux de bruits sont compris entre 62 et 78 dB(A), environ 50% des sites dépassent la valeur réglementaire de 70 dB(A)

De nuit, les niveaux de bruits varient de 56 à 76 dB(A) avec 60% de sites dépassant les 65 dB(A) réglementaires.

La comparaison entre la campagne de mesure pré-travaux (hiver 2016) et post-travaux (été 2017) montre que sur la plupart des sites, les variations sont comprises entre -1 et +1 dB(A). Cependant, de jour, la voie Georges Pompidou connaît une augmentation de plus de 3 dB(A) (soit un doublement du niveau sonore) et le quai d'Anjou une augmentation de 2 dB(A). De nuit, les variations sont plus importantes, avec +6 dB(A) pour la voie Georges Pompidou et +3 dB(A) pour le quai d'Anjou. Bruitparif remarque cependant que cette évolution n'est pas liée au trafic routier mais à la fréquentation récréative des quais. Au niveau de la façade des bâtiments, une évolution similaire est observée le jour avec des augmentations proches de 1 dB(A) sur la plupart des façades. Si les riverains des quais hauts semblent subir plus de nuisances sonores, les habitants de l'île de la Cité et du quai d'Anjou semblent bénéficier d'une baisse importante des nuisances sonores (

Figure

7).

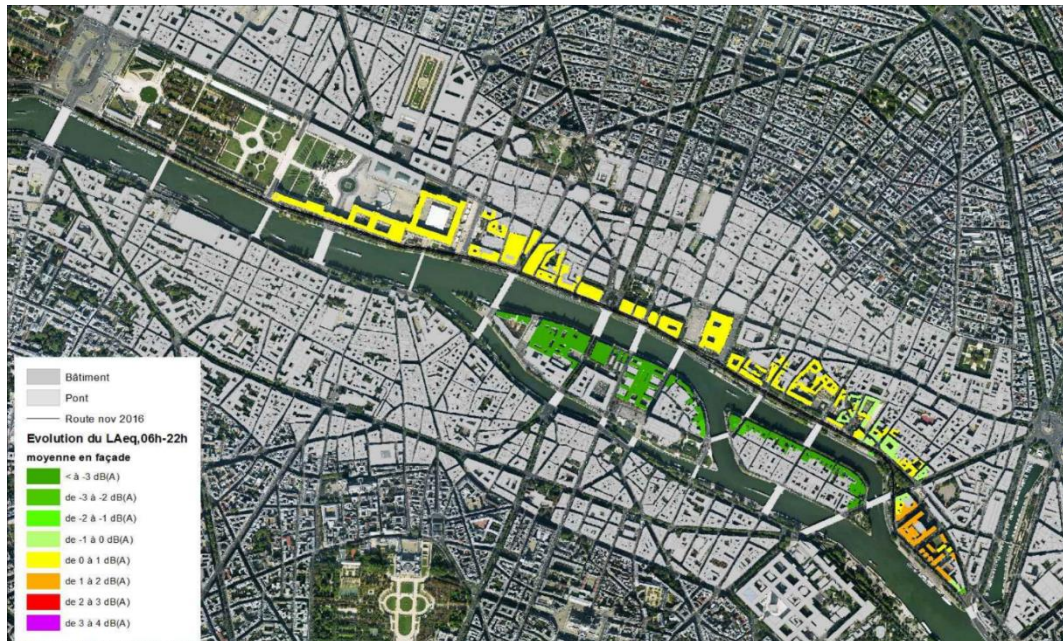


Figure 7 Evolution de la contribution sonore moyenne LAeq(6-22h) des voies considérées sur la période diurne estimée à 2m en façade des bâtiments- Bruitparif

De nuit, la situation est plus variée. Les points extrêmes de ce projet (quai Henri IV et quai François Mitterrand) subissent un doublement du niveau de bruit (Figure 8). Les riverains des quais hauts subissent une augmentation du niveau sonore de 1 à 3 dB(A) (Figure 8). De nouveau, l'Île de la Cité et le quai d'Anjou bénéficient d'une diminution des niveaux de bruits de l'ordre de 2 à 3 dB(A).

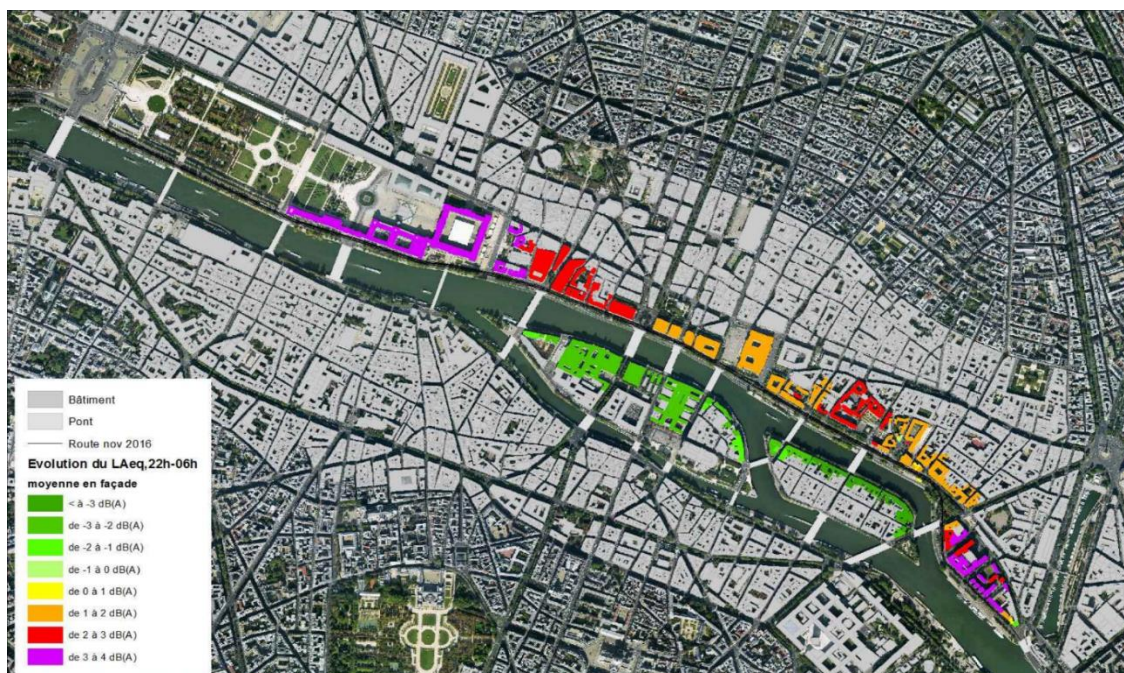


Figure 8 Evolution de la contribution sonore moyenne LAeq(22-6h) des voies considérées sur la période nocturne estimée à 2m en façade des bâtiments- Bruitparif

Cette évolution des niveaux de bruit ne touche pas que les habitations donnant directement sur la rue. Les perturbations atteignent généralement l'ensemble des

étages des bâtiments riverains (Figure 9), il ne s'agit donc pas uniquement d'un déplacement horizontal mais aussi vertical.



Figure 9 Evolution de la contribution sonore $LA_{eq}(22-6h)$ des voies considérées sur la période nocturne en vue 3D – du Pont d'Arcole au Port de l'Arsenal -Bruitparif

g) Discussion

L'évolution des niveaux de bruits semble montrer que la fermeture des quais bas apporte des bénéfices du point de vue des nuisances sonores pour certains habitants de l'Île de la Cité et de l'Île Saint Louis. En revanche, cela semble augmenter les nuisances sonores subies par les habitants des quais hauts. Cette évolution des nuisances est d'autant plus importante la nuit, cependant, cette évolution n'est pas seulement imputable au trafic, mais aussi aux activités récréatives. La détérioration de l'environnement sonore des riverains, en particulier de nuit, peut nécessiter des travaux des travaux d'isolation.

L'augmentation des nuisances sonores sur les quais hauts pourrait laisser supposer que les automobilistes, plutôt que de changer de mode de transport, se sont simplement déplacés sur les quais hauts. Dans le cadre de l'évaporation attendue par la mairie de Paris (Direction de l'Information et de la Communication de la Mairie de Paris, 2016) les études sur le bruit semblent plutôt indiquer un report de la circulation.

h) Critiques

Les reports de circulation ont possiblement pu s'effectuer sur des axes éloignés comme les boulevards périphériques ou sur des rues en dehors de la zone d'étude. Les résultats ici présentés donnent ainsi une vision à très petite échelle, pouvant occulter aussi bien des améliorations que des détériorations de l'environnement sonore en d'autres points.

Les faibles variations sont ici interprétées comme un non changement des habitudes des automobilistes, cependant, un transfert de l'automobile vers les véhicules à deux roues motorisés a pu s'effectuer et le nombre de véhicules n'est pas le seul critère d'évolution de l'environnement sonore (congestion, types de véhicules, climat). La validation de l'hypothèse du report modal aurait nécessité des comptages de véhicules à plus grande échelle, ou sur des axes de report définis.

De façon à donner une estimation du bruit ambiant, les pics sonores sont éliminés des analyses. L'élimination de ces pics sonores peut exclure un certain nombre de cyclomoteurs bruyants et donc ne pas rendre compte de nuisances liées à un report modal (de l'automobile vers le cyclomoteur).

Les mesures effectuées sur des périodes très courtes (une semaine) par les stations temporaires peuvent ne rendre compte que de la situation de la circulation pour des conditions données et non d'une tendance générale. En effet, le trafic, sur une si courte période, peut être impacté par de nombreux éléments et notamment les conditions climatiques.

Les cartes des niveaux de bruits de nuit fournies par Bruitparif montrent une unité à laquelle est appliquée un coefficient subjectif, lié à la sensibilité accrue de nuit. Il n'est donc pas possible de comparer les niveaux de bruit de jour et de nuit, de plus, ce coefficient apporte une part de subjectivité (notamment dans la définition de ce coefficient).

Une année est une période relativement courte pour étudier des changements d'habitudes et en particuliers des reports modaux, la place de la voiture étant encore importante. Une étude à plus long terme permettra de dégager une tendance, positive ou négative, sur l'adaptation des usagers à ces changements.

2. Impact sur la qualité de l'air

a) Définition et tendance générale de la pollution aérienne

L'un des objectifs visés par la fermeture de la circulation sur les quais en 2016 est était, entre autres, la diminution de la pollution de l'air dans la capitale (Journal Officiel de l'Union Européenne, 2008). Quels sont les principaux polluants que cette mesure cherche à combattre ?

Les particules (PM₁₀, PM_{2,5})

Il s'agit de différents composés chimiques de tailles variables, inférieures à un diamètre de 10 µm pour les PM₁₀ et inférieures à 2,5 µm pour les PM_{2,5}. Ces dernières représentent 60 à 70% des PM₁₀. Ces particules proviennent des gaz d'échappement, de chantiers de construction, du chauffage des habitations ou encore de rejets industriels.

Concernant les PM₁₀, leur limite moyenne annuelle, fixée à 40 µg/m³ n'est pas dépassée, en revanche la limite de 50 µg/m³ par jour (OMS, 2000) (Dans une limite de 35 jours dans l'année) est franchie. Cependant la tendance depuis 2006 reste à la baisse (AirParif, 2017b).

Pour ce qui est des PM_{2,5}, la limite réglementaire de 25 µg/m³ (OMS, 2005) en moyenne annuelle est respectée, néanmoins la valeur visée de 20 µg/m³ est dépassée. Tout comme les PM₁₀, l'évolution de la concentration de ces particules est à la baisse depuis 2006 (AirParif, 2017b).

Le dioxyde d'azote (NO₂)

Ce polluant est le premier indicateur de la pollution routière qui en est la première source (à hauteur de 66% contre 31% pour le secteur tertiaire). Il peut également être produit dans l'atmosphère à partir d'émission de monoxyde d'azote (NO), et de la présence d'oxydants tels que l'Ozone (O₃). Bien que la limite réglementaire de 40 µg/m³ en moyenne annuelle et de 400 µg/m³ en moyenne horaire (pas plus de 18 jours/an), soient dépassées, la tendance d'évolution de ce polluant est en baisse depuis 2006 (AirParif, 2017b).

Le Benzène (C₆H₆)

Tout comme le NO₂, le Benzène provient du trafic routier en très grande majorité, mais également, en moindre proportion, de la combustion de matériaux de chauffage. Il est aussi présent à proximité des zones de transport et de stockage d'hydrocarbures, comme les stations-services.

Son taux réglementaire (OMS, 2000) de 5 µg/m³ d'air en moyenne annuelle est respecté, mais l'objectif qualité de 2 µg/m³ n'est toujours pas franchis. La tendance d'évolution de ce polluant est cependant à la baisse depuis 2016 (AirParif, 2017b).

Ces trois polluants sont des traceurs du trafic routier, et bien qu'ils soient émis par d'autres sources, ils sont les plus fiables pour quantifier l'impact de la fermeture des quais à la circulation des véhicules à moteur (AirParif, 2017a).

b) Matériel et méthodes

Les deux enjeux de cette campagne de mesure sont, dans un premier temps de couvrir un territoire suffisamment large pour pouvoir observer l'impact réel de la piétonisation des quais. Car si cet axe semble central, en un an 77 milliards de kilomètres sont parcourus en Ile de France et seulement 122 millions sont parcourus sur les quais rive droite, soit 0,16% du trafic total sur un an. Il a fallu pour cela quadriller le terrain d'étude en plaçant un point de relevé tous les 300 mètres sur les quais pour un total de 80 points de mesure (AirParif, 2017b).

Le second enjeu est d'avoir une échelle temporelle suffisante pour apprécier le changement de météo ainsi que les différentes habitudes des usagers afin de pouvoir obtenir le modèle le plus fiable possible.

Dans le but de mesurer l'impact de la piétonisation des quais de Seine rive gauche, Airparif a suivi un protocole strict reposant sur trois outils : son réseau de mesure de stations automatiques, des campagnes de mesures et un outil cartographique.

Son réseau de stations automatiques permet d'apporter une comparaison temporelle avant et après la fermeture des quais à la circulation. Les campagnes de mesures, vont permettre d'affiner les taux de polluants atmosphériques et l'outil cartographique va permettre d'affiner les résultats dans l'espace et dans le temps (AirParif, 2017b).

Jusqu'à 91 échantillonneurs passifs sont employés pour collecter des données sur la concentration de dioxyde d'azote et 38 pour le benzène (Figure 10).

Les tubes passifs du dioxyde d'azote sont fournis par la société suisse PASSAM AG, et les tubes passifs du benzène sont fournis par la société SIGMA ALDRICH.

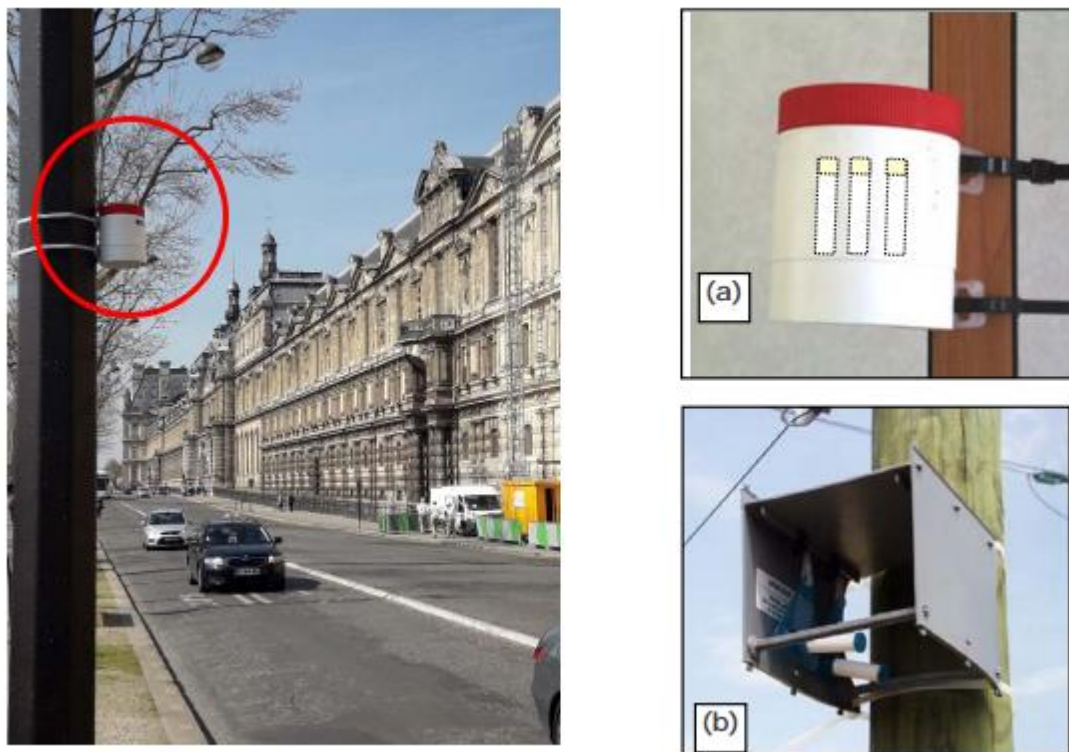


Figure 10 : Tubes à diffusion installés sur un candélabre et détail des abris pour tubes NO₂ (a) et benzène (b). Source : Airparif

Ces différents postes de mesure sont placés à des points clés de la ville, en prenant en compte des contraintes réglementaires, logistiques et budgétaires (Annexe 3 : Plan d'échantillonnage des campagnes de mesures (dioxyde d'azote et moyens mobiles). Source : Airparif

Annexe 3). En complément, une quarantaine de mini stations ont été implantées dans la zone d'étude de façon à récolter des données sur les NO_x et les PM₁₀ et PM_{2,5}. Néanmoins, la fiabilité des résultats produits par ces stations n'est pas garantie du fait que ces dispositifs soient encore expérimentaux.

Les analyses de ces tubes ont été réalisées par Airparif et par le SPSE. On mesure les NO_x en suivant la méthode de la chimiluminescence, conformément à la norme en vigueur NF EN 14211 ; et les PM₁₀ et PM_{2,5} par des microbalances à l'aide d'analyseur automatiques de type RP-1400 en suivant la norme NF EN 12341 (Figure 11).



(a) Analyseurs automatiques



(b) Laboratoire temporaire implanté Quai des Tuileries – François Mitterrand

Figure 11 : Laboratoire temporaires dans lequel sont installés les analyseurs automatiques. Source : Airparif

En complément, deux campagnes de mesures, de quatre semaines chacune, se sont déroulées du 15 novembre au 13 décembre 2016 puis du 30 mai au 27 juin 2017. L'objectif étant d'affiner d'avantage les précédents résultats et de collecter des données avec des paramètres météorologiques différents.

c) Résultats

Cette étude nous montre dans un premier temps que l'évolution des concentrations de dioxyde d'azote sont en nette régression depuis 1996-1998 (Voir Figure 12 et Figure 13), aussi bien à l'échelle de la ville que de la métropole du Grand Paris. Si le taux de cette diminution a été considérablement ralenti depuis 2006-2008, il est resté constant. On peut expliquer ce ralentissement par les progrès technologiques qui ont permis de diminuer les émissions industrielles et celles des moteurs. La moyenne des concentrations sur 3 ans permet d'affiner d'avantage l'évolution des concentrations sur des longues périodes de temps.

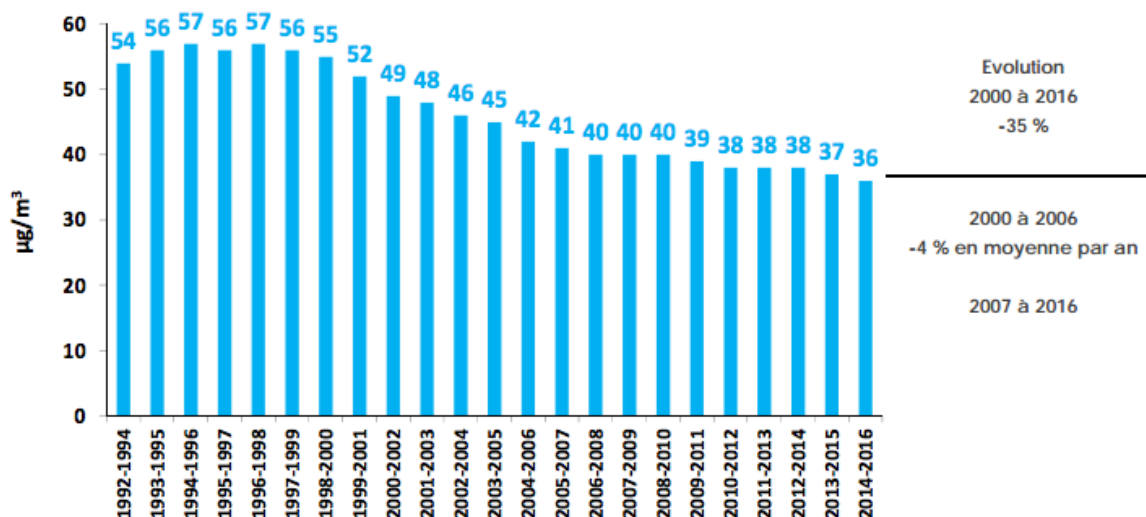


Figure 12 : Evolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond, de la concentration en moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO₂) dans la Métropole du Grand Paris de 1992-1994 à 2014-2016. Source : Airparif.

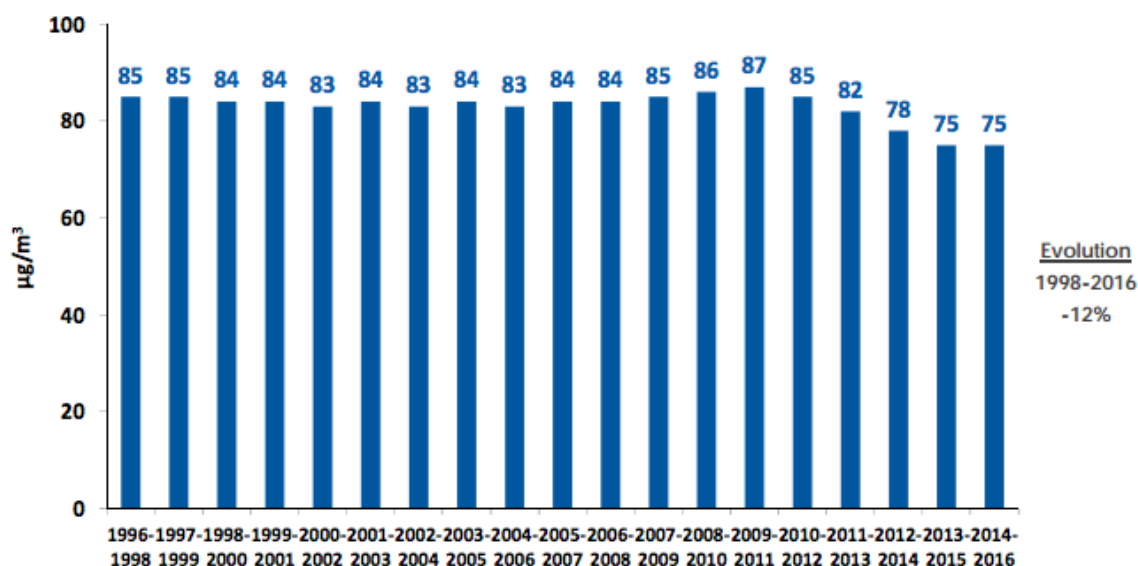


Figure 13 : Evolution, à échantillon constant de cinq stations trafic, de la concentration moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO₂) en situation de proximité au trafic dans l'agglomération parisienne de 1996-1998 à 2014-2016. Source : Airparif.

Cependant, bien que la tendance générale soit à la baisse, la piétonisation des quais a engendré un phénomène de congestions sur certains axes et carrefours. Le cas le plus marqué est celui de la station du Quai des Célestins, avec une hausse de

22% des émissions de NO₂ (Figure 5). Le boulevard périphérique est également touché par cette fermeture, notamment à l'Est de la capitale.

Tableau 2 Ecart (%) de l'impact moyen annuel en oxydes d'azote entre août 2016 et août 2017. Source : Airparif

Ecart entre Août 2016 et Août 2017	Stations Paris intra-muros						Grandes voies de circulation						
	Quai des Célestins	Boulevard Soult	Boulevard Haussmann	Place de l'Opéra	Place V. Basch	Rue Bonaparte	Champs-Élysées	BP_EST	BP Porte d'Auteuil	Autoroute A1	RN2 Pantin	RN6 Melun	RN20 - Monthéry
	+22%	+7%	+4%	-3%	-5%	-10%	-14%	+17%	+2%	+6%	+11%	+7%	+4%

	Lien avéré
	Lien possible
	Lien peu probable

Nous pouvons observer à l'échelle de la Métropole du Grand Paris (Figure 14), que si le centre de la ville enregistre une amélioration légère de la qualité de l'air surtout à proximité des quais de Seine, avec quelques points de congestions aux extrémités des anciennes voies rapides sur les quais ; on observe une légère augmentation des émissions, entre 1 et 5%, sur les autoroutes A3, A4 et A86, ainsi que ponctuellement sur la petite couronne. Cependant il apparaît peu probable que la piétonisation des quais puisse avoir un impact à plus de 10km.

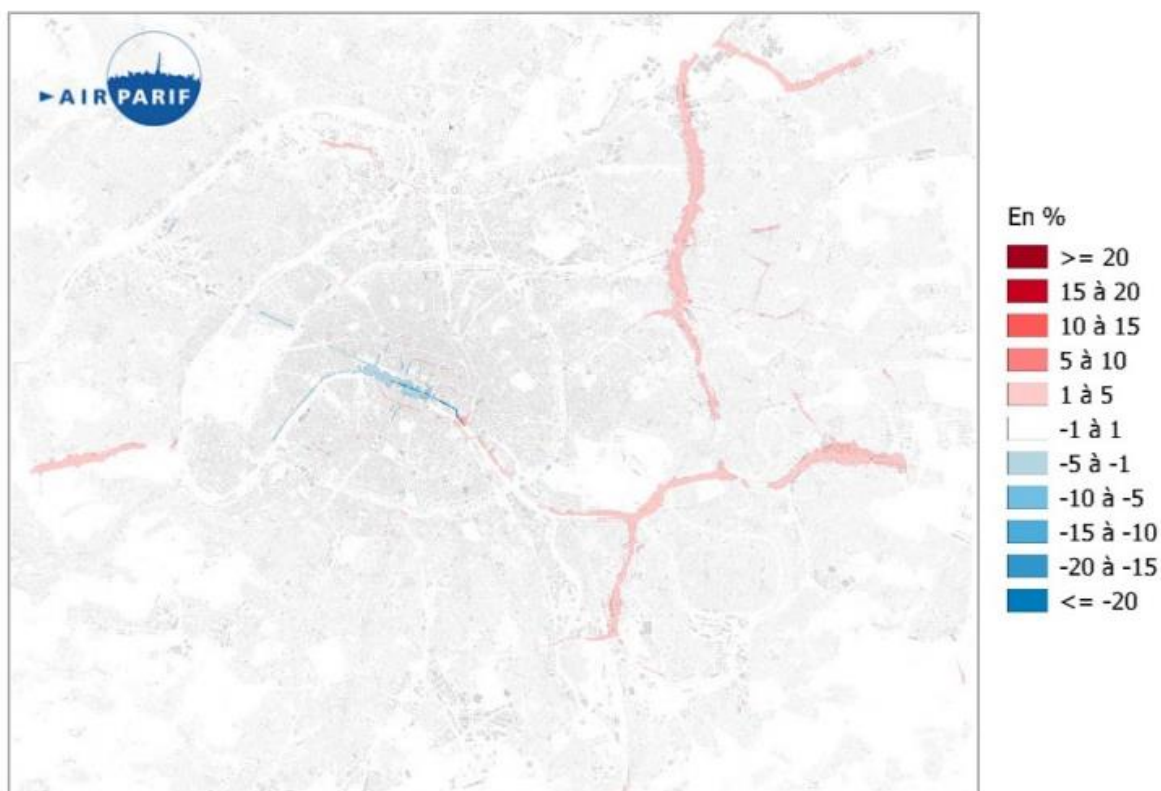


Figure 14 : Ecart (en %) entre la concentration moyenne en NO₂ du 1er août 2016 au 31 juillet 2017 et une simulation des niveaux sur la même période en considérant le trafic de l'année 2015-2016 à l'échelle de la Métropole du Grand Paris. Source : Airparif

A l'échelle de la ville de Paris *intra-muros*, on remarque un point de congestion important au niveau du boulevard Henri IV, qui est traduit par une augmentation de la concentration de NO₂. Cependant, on observe une nette amélioration sur les quais de Seine, avec une diminution des émissions allant jusqu'à 25%. Cette forte diminution peut cependant s'expliquer par le fait que les quais bas étant fermés et les quais hauts ne pouvant faire circuler plus de voitures, la tendance des émissions est nécessairement à la baisse dans ce secteur.

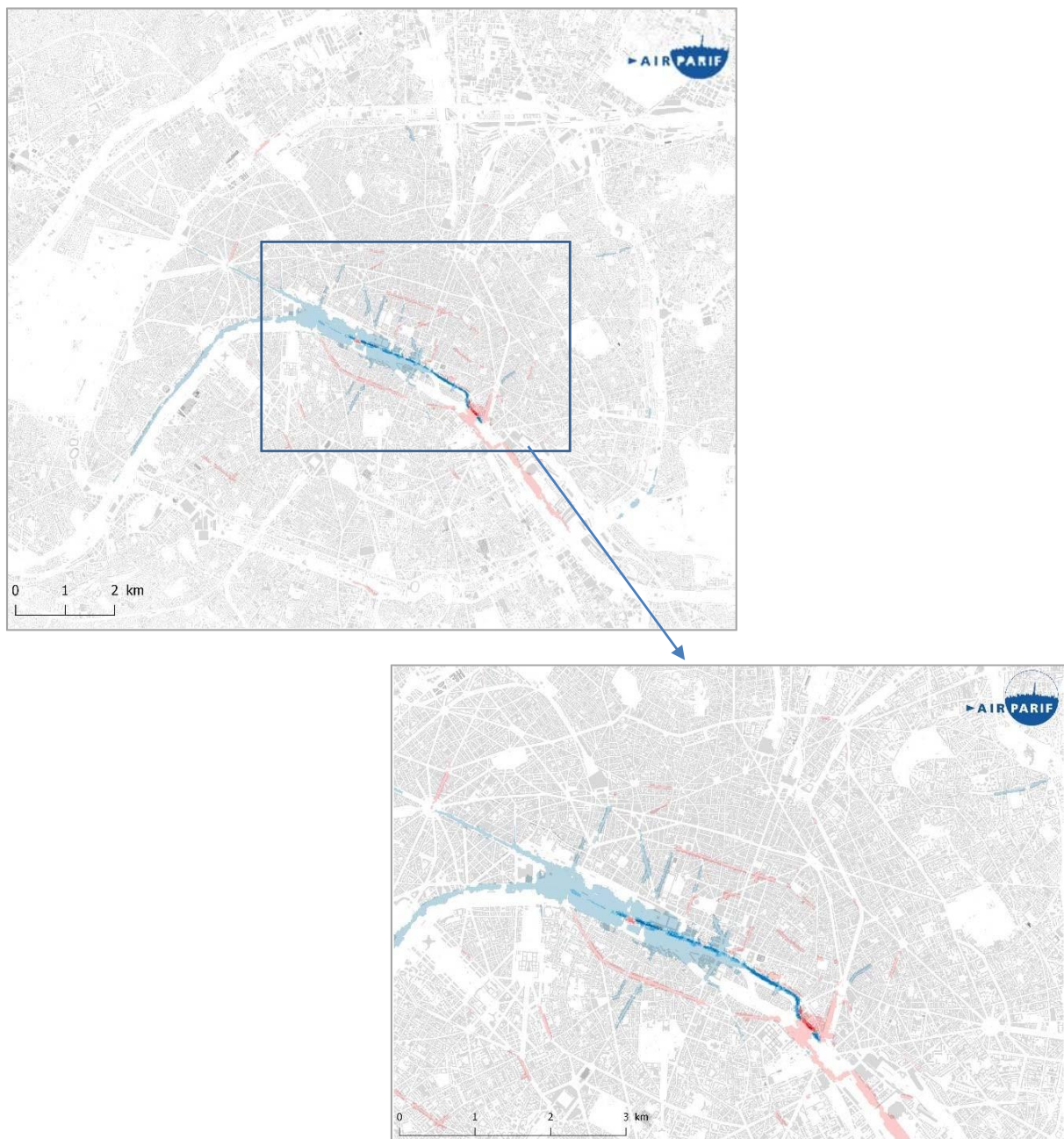


Figure 15 Ecart (en %) entre la concentration moyenne en NO₂ du 1er août 2016 au 31 juillet 2017 et une simulation des niveaux sur la même période en considérant le trafic de l'année 2015-2016 dans Paris. Source : Airparif

Tableau 3 Principales évolutions estimées entre 2016/2017 et 2015/2016 et lien de causalité potentiel avec la piétonisation des Voies sur berges rive droite. Source : Airparif

Axe routier	Différence (2017/2016) - (2015/2016)	Lien avec la piétonisation des voies sur berges
Voie Georges Pompidou (Quai bas) zone piétonne	<= -20%	1
Voie Georges Pompidou Ouest (Quai bas) zone de circulation	-1 à -5%	1
Quai de la Mégisserie à Quai de l'Hôtel de Ville	-1 à -5%	1
Avenue des Champs-Élysées	-1 à -5%	2
Rue de Rennes	-1 à -5%	2
Quai Henri IV	+10 à +15%	1
Quais des Tuileries / Quai François Mitterrand	+5 à +10%	1
Quai de la Mégisserie à Quai de l'Hôtel de Ville Carrefours	+1 à +5%	1
Quais de l'Hôtel de Ville / Quai des Célestins	+1 à +5%	1
Quai de Bercy	+1 à +5%	2
Boulevard Saint-Germain	+1 à +5%	1
Boulevard des Invalides	+1 à +5%	2
Rue du Louvre	+1 à +5%	1
Rue Réaumur	+1 à +5%	2
Rue de Bretagne	+1 à +5%	2
Rue des Francs Bourgeois	+1 à +5%	2
Rue Lafayette (côté Haussmann)	+1 à +5%	2
Rue du Renard	+1 à +5%	2
Avenue de Wagram	+1 à +5%	2
Rue de la Convention	+1 à +5%	3
Boulevard Bourdon	+1 à +5%	2
Autoroute A4 en sortie de Paris	+1 à +5%	2
Autoroute A4 au-delà de la branche A86	+1 à +5%	3
Autoroute A86	+1 à +5%	2
Autoroute A3	+1 à +5%	3
Autoroute A13	+1 à +5%	2

1	Lien avéré
2	Lien possible
3	Lien peu probable

La piétonisation des quais a eu un impact certain sur au moins 10 axes routiers sur 26 (Tableau 3), en étant à l'origine de la diminution de 5 d'entre eux, mais en ayant provoqué l'augmentation probable de 16 de ces derniers.

Concernant les PM₁₀, à l'échelle de la métropole du Grand Paris, les variations sont très faibles (AirParif, 2017b), et restent concentrées au centre de Paris au niveau des quais piétonnés. Néanmoins on peut remarquer de légère augmentation sur l'autoroute A6, mais à une distance trop importante pour que l'on puisse considérer un lien avec la fermeture des quais à la circulation.

A l'échelle de Paris *intra-muros*, on observe une amélioration générale au niveau des quais de Seine, avec toutefois une légère augmentation de 1 à 5% toujours au niveau du point de congestion du Boulevard Henri IV (AirParif, 2017b).

d) Impact sanitaire

Ces trois polluants atmosphériques (dioxyde d'azote, benzène et MP) ont, d'après les rapports de l'OMS et ceux de l'Union Européenne, un impact sanitaire non négligeable (OMS, 2000; AirParif, 2016, 2017c; Airparif, 2017).

A court terme comme à long terme, des corrélations ont été établies entre les pollutions atmosphériques et la dégradation de la santé des populations urbaines par l'ORS Ile de France notamment via son programme d'Évaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé (ERPURS). Des populations sont plus sensibles à ce type de pollutions que d'autres : les enfants en bas âge, les personnes âgées et les personnes présentant des pathologies chroniques. L'étude Aphekom (Institut de Veille Sanitaire, 2012) a permis de mettre en évidence les conséquences sanitaires de la pollution atmosphérique : résider à moins de 150m d'un axe de circulation majeur (plus de 10 000 voitures par jour) serait responsable de 9 à 25% de l'asthme chez les enfants, et de 10 à 35 % des cas de broncho-pneumopathies chroniques obstructive et d'insuffisances coronariennes chez les adultes de plus de 65 ans.

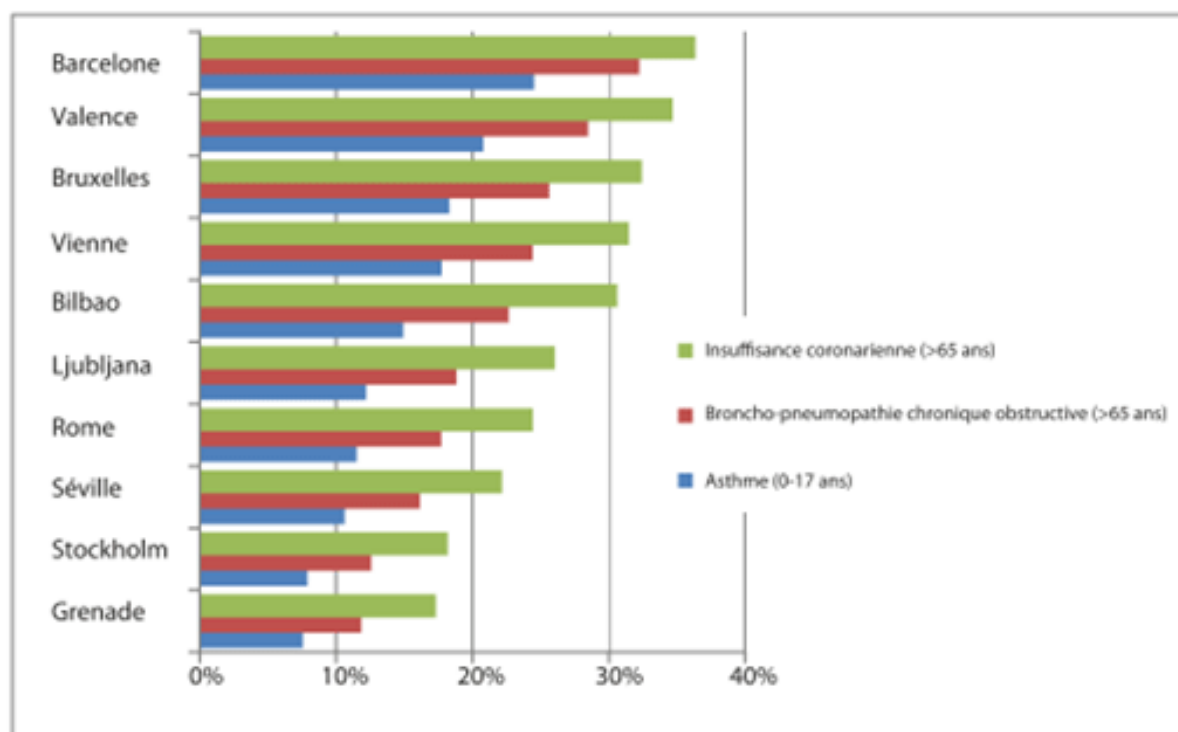


Figure 16 : Part de la population atteinte de maladie chronique dont l'origine est attribuable au fait de vivre à proximité d'une voie à fort trafic. Source : Aphekom 2011

Si l'on s'intéresse à la variation de l'exposition de la population résidente au NO₂ et aux PM₁₀, on constate qu'il n'y a aucune différence entre les courbes de l'année 2015-2016 et 2016-2017. Aussi bien dans Paris *intra-muros*, qu'à l'échelle de la métropole, les taux d'exposition au NO₂ (Figure 19 et Figure 20) et au PM₁₀ (Figure 21), restent les mêmes.

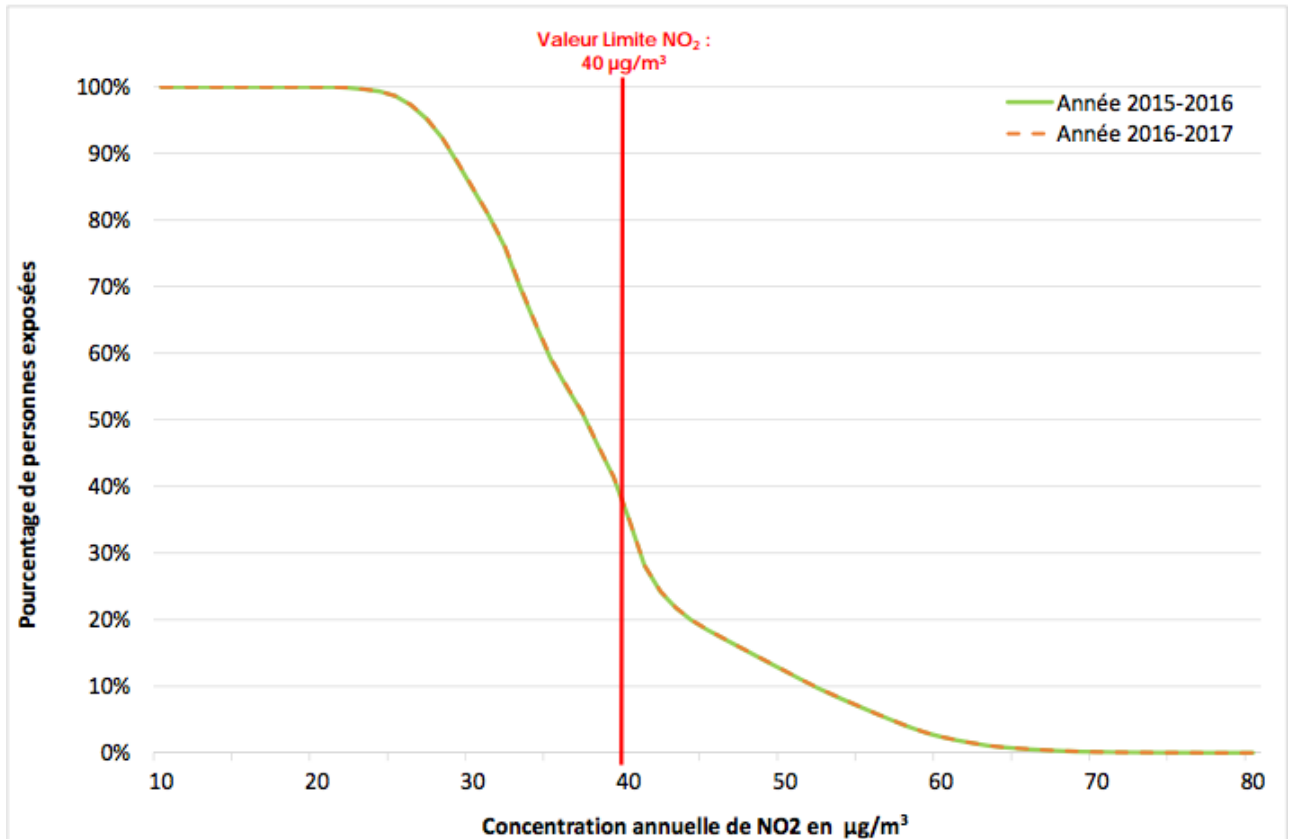


Figure 17 : Pourcentage de la population résidant dans la métropole potentiellement exposée selon les concentrations de dioxyde d'azote pour la période du 1er août 2016 au 31 juillet 2017 et pour une simulation des niveaux sur une même période en considérant le trafic de l'année 2015-2016. Source : Airparif

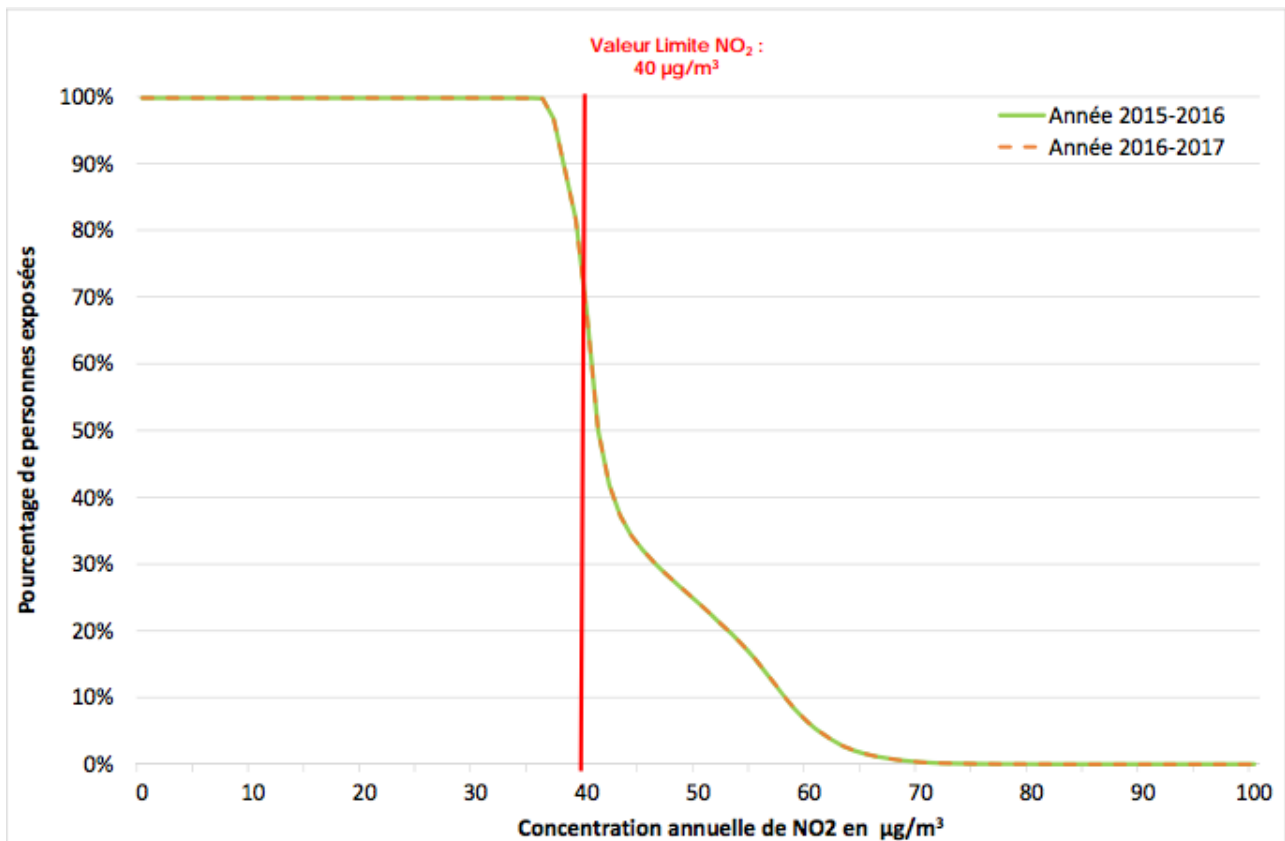


Figure 18 : Pourcentage de la population résidant à Paris potentiellement exposée selon les concentrations de dioxyde d'azote pour la période du 1er août 2016 au 31 juillet 2017 et pour une simulation des niveaux sur une même période en considérant le trafic de l'année 2015-2016. Source Airparif.

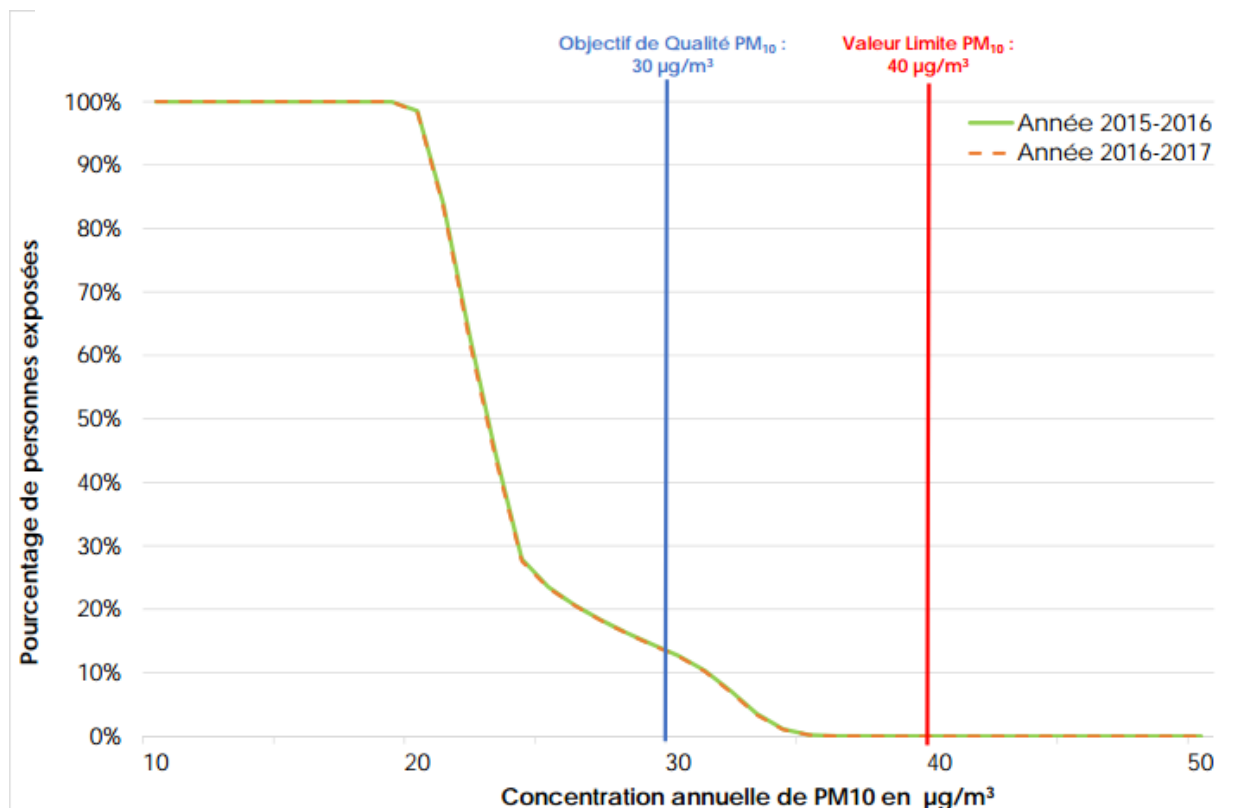


Figure 19 : Pourcentage de la population résidant à Paris potentiellement exposée selon les concentrations de PM10 pour la période du 1er août 2016 au 31 juillet 2017 et pour une simulation des niveaux sur une même période en considérant le trafic de l'année 2015-2016. Source Airparif

e) Discussion

Comme nous l'avons vu, cette étude nous apporte des réponses sur la piétonisation des quais parisiens, cependant il est nécessaire de revenir sur certains points.

Premièrement, les relevés qui ont été fait sur l'année 2016-2017, ont été marqués par des conditions météorologiques défavorables (Tableau 4). En effet on peut constater que durant cette année, on a enregistré 24 épisodes de pollutions contre seulement 6 l'année précédente. Si l'on s'intéresse au détail de ces épisodes, on peut observer que les vents faibles combinés à une insolation excédentaire provoquaient des épisodes de pollution.

Par ailleurs, comme nous l'avons vu régulièrement, la tendance à la diminution de l'émission de pollution atmosphérique n'est pas seulement due à la piétonisation des quais, mais aussi au progrès technologique, aux moteurs automobiles plus performants, aux capacités d'isolations plus importantes des habitations, aux restrictions plus fermes sur les émissions des industries.

De même, une augmentation des émissions dans des secteurs éloignés de plus de 10km, comme nous avons pu l'observer sur des axes autoroutiers à l'Est de Paris, a peu de chance d'être lié à la piétonisation des quais. Des travaux et des déviations peuvent également être à l'origine de ralentissements et d'augmentation des émissions dans certains secteurs. Cependant l'étude de Airparif ne le précise pas et ne se penche pas sur cette question.

Tableau 4 Synthèse mensuelle des principaux paramètres météorologiques en Île-de-France en 2015-2016 et 2016- 2017 (d'après les bulletins climatiques mensuels de Météo-France pour la région Île-de-France). Source : Airparif

Date	Précipitations	Température	Insolation	Secteur de vent	Nb d'épisodes de pollution
août 2015	++	=	=	SE à SO ou N, calme à modéré, épisode de rafales SO	0
septembre 2015	++	=	=	S ou SO ou NNE, calme à modéré, rafales NE ou S	0
octobre 2015	--	=	=	N ou ESE, calme	0
novembre 2015	=	++	+	SSO, modéré à soutenu	0
décembre 2015	--	++	++	S à SSE, calme à modéré	0
janvier 2016	=	++	-	SO à NO, calme à modéré, épisodes de rafales SO	2
février 2016	+	++	=	Variable, modéré à soutenu, épisodes de rafales SO	0
mars 2016	++	-	=	SO à NO en rafales et oscillant N-NE faible à modéré	3
avril 2016	=	=	=	Variable, calme à modéré	0
mai 2016	++	=	-	N à NO, faible à modéré, épisodes de rafales NO	1
juin 2016	++	=	--	NE à SO, calme à modéré	0
juillet 2016	--	=	=	SO à NO, calme à modéré	0
TOTAL					6

Date	Précipitations	Température	Insolation	Secteurs de vent	Nb d'épisodes de pollution
août 2016	--	-	+	SO à N, calme	3
septembre 2016	--	+	=	Variable, calme à modéré, avec une dominante SE à SO	0
octobre 2016	--	=	+	Dominante NE et oscillant NO ou SO, calme	0
novembre 2016	=	=	+	Variable, modéré à soutenu, rafales SO	1
décembre 2016	--	=	++	NE ou S, calme, rafale O	8
janvier 2017	--	--	++	calme ONO et NE puis SSO	5
février 2017	-	+	--	Dominante OSO, modéré à fort	1
mars 2017	++	++	=	Variable, dominante sud-ouest à nord-ouest, faible à modéré	0
avril 2017	--	=	++	nord-est faible	0
mai 2017	-	+	+	Variable, faible à modéré	1
juin 2017	+	++	++	variable, faible à modéré	4
juillet 2017	=	-		plutôt calmes, de secteur nord-est à sud-ouest	1
TOTAL					24

Symbole par rapport à la normale

- ++ très excédentaire (> +25 %)
- + légèrement excédentaire (entre + 11 et + 25 %)
- = proche de la normale (entre - 10 et + 10 %)
- légèrement déficitaire (entre - 11 et - 25 %)
- très déficitaire (< - 25 %)

Conditions favorables pour la QA

Conditions défavorables pour la QA

III. Les impacts sur la Seine

La qualité de l'eau de la Seine a été mise en avant suite aux projets de la mairie de Paris d'organiser une partie des épreuves des Jeux Olympiques dans la Seine (Direction de l'Information et de la Communication de la Mairie de Paris, 2017). Si les déchets de grande taille présents en grande quantité (Direction de la Communication de la Mairie de Paris, 2016b) sont un danger évident pour la baignade dans la Seine, les pollutions chimiques ou organiques sont toute aussi dangereuses, aussi bien pour les baigneurs que l'écosystème aquatique. De manière générale, la qualité des cours d'eau du département s'est améliorée de 2010 à 2014 (Département de Seine et Marne, 2015). Le manque, voire l'absence de données à partir de 2015 ne permet pas de confirmer cette tendance à l'heure actuelle.

Cependant, un certain nombre de problématiques peuvent être mises en avant selon l'Observatoire Parisien de l'eau.

a) Etat des lieux

Qualité de l'eau

Au cœur même de Paris, les rejets directs des péniches dans le cours d'eau peuvent être responsables de pollutions organiques. Le ruissellement des eaux de pluie au sein de la ville, sur les bâtiments et les rues, entraîne le lessivage des divers molécules et éléments s'y étant déposé (Gromaire et Observatoire Parisien de l'eau, 2016). Ces molécules peuvent être des polluants issus des moteurs à combustion, mais aussi des hydrocarbures, divers huiles, produits de nettoyage, détergents, vernis de protection... De par l'importante imperméabilisation des sols de la capitale, ces éléments sont directement entraînés dans les cours d'eau par le ruissellement. L'impact de la capitale sur la qualité du cours d'eau peut être estimé en comparant les données amont et aval de la capitale (Tableau 5). A partir de 2011, la pollution au cuivre ne se retrouve qu'à l'aval de Paris, nous pouvons donc supposer que cet élément provient de la ville. Cet élément peut être émis par l'industrie ou l'agriculture, mais aussi par des activités de jardinage (fongicide, herbicide, insecticide) ou par des activités nautiques puisque son action molluscicide permet de protéger les filets de pêche et coques de bateaux (Environnement Industrie, 2013). La présence de HAP est principalement imputable aux rejets des moteurs à combustion. Présents aussi bien à l'amont qu'à l'aval de la ville, ces composée peut présenter des effets

cancérigènes sur l’hommes (Langrand et all. 2009) mais aussi perturber divers stades de développement des organismes aquatiques (Le Bihanic, 2014). Les orthophosphates phosphates et nitrites retrouvés à l’aval de Paris plusieurs années peuvent provenir de diverses sources, déjections humaines, lessives et détergents, activités industrielles... Perturbant pour le milieu naturel, leurs concentrations sont considérées comme permettant un bon état du cours d’eau en 2013. L’absence de données postérieures ne permet pas de conclure quant à leur présence actuelle. En 2010, les IBGA et IBD tendaient à montrer une dégradation suite à la traversée de la ville. L’ensemble de ces données semblent cohérentes avec l’amélioration générale observée dans le département (Département de Seine et Marne, 2015).

Tableau 5 Qualité de l'eau de la Seine, station amont Orly et station aval Clichy, données DRIEE (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie, 2017)

	2010		2011		2012		2013	
	Amont	aval	Amont	aval	Amont	aval	Amont	aval
Hydrobiologie								
IBGA	14	12						
IBD	14,2	13,4		14				
Physico-chimie								
Déclassant		Orthophosphates Phosphore		Orthophosphates Taux satur. O2		Nitrites		
Polluants spécifiques	Cuivre	Cuivre		Cuivre		Cuivre		Cuivre
Etat chimique	HAP	HAP	HAP	HAP	HAP	HAP	HAP	HAP

Dans le cadre du projet d’autorisation de la baignade en Seine, l’un des principaux freins est la qualité bactériologique de ce cours d’eau (Direction de l’Information et de la Communication de la Mairie de Paris, 2017). Cette pollution bactérienne est notamment liée aux rejets des stations d’épurations à l’amont de Paris. En effet, ces stations ne pas équipées de dispositifs de traitement bactérien en fin de traitement et rejettent des entérocoques et coliformes, notamment Escherichia Coli présentant un réel risque sanitaire. L’équipement de filtres à ultraviolets devrait permettre de remédier à ce problème à très court terme (Direction de l’Information et de la Communication de la Mairie de Paris, 2017). En amont de Paris, cette problématique de pollution organique et bactérienne se retrouve au niveau des réseaux d’assainissement non collectifs et des réseaux séparatifs (Direction de l’Information et de la Communication de la Mairie de Paris, 2017a). En effet, une partie

de ces équipements sont vétustes ou mal conçus et les eaux sales domestiques se retrouvent en partie dans le réseau pluvial rejoignant le cours d'eau sans traitement.

Biodiversité liée au cours d'eau

Au niveau des peuplements piscicoles, le cours d'eau est considéré comme cyprinicole et l'on y retrouve les principales espèces attendues (Mairie de Paris, 2012; Direction de la Communication de la Mairie de Paris, 2016b). L'absence d'Indice Poisson Rivière (IPR) postérieur à 2011 ne permet pas de conclure quant à la composition exacte du peuplement à l'heure actuelle. En revanche, la présence d'espèces invasives, en particulier la perche-soleil¹ (*Lepomis Gibbosus*), a été observée lors de l'entretien des canaux (Direction de la Communication de la Mairie de Paris, 2016c), ce qui peut laisser supposer que certaines de ces espèces se retrouveraient dans la Seine. La problématique poissons migrateurs est aussi présente sur ce cours d'eau. L'Anguille semble avoir des populations stables et de rares individus de saumon, truite de mer et grande Alose ont été observées à proximité de Paris. Ces observations restent rares et ponctuelles.

Les mammifères sont aussi présents à proximité de la Seine, notamment les rats surmulots ou les rats musqués (Mairie de Paris, 2012), cependant, l'absence d'étude spécifique à notre site d'étude ne permet pas de connaître l'ensemble des espèces présentes à proximité immédiate de la zone d'étude. De même, l'avifaune a été recensée en de nombreux emplacements recensant une centaine d'espèces, notamment héron cendré et mouette rieuse (Mairie de Paris, 2012; Agence Régionale pour la Nature et la Biodiversité en Ile de France, 2013). Cependant l'éloignement entre les recensements et notre zone d'étude ne nous permet pas de conclure quant aux espèces présentes. Les invertébrés n'ont pas fait l'objet d'une étude IBGA (Indice Biologique Global adapté aux grandes rivières) depuis 2010.

b) Impact du projet

La majeure partie des impacts mis en avant sont positifs. La création d'espaces végétalisés parallèles à la Seine devrait permettre de ralentir ou d'intercepter une partie des ruissellements en provenance des quais hauts. Les eaux de pluies se chargeant de polluants au contact de l'air ambiant mais aussi en ruisselant sur les

¹ A noter, dans certaines affiches vantant l'augmentation de la biodiversité montrent des photographies de perches soleil et évoquent les écrevisses américaines (Mairie de Paris, 2012).

surfaces imperméabilisées, les eaux de pluies s'avèrent être une source notable de contaminant (Missions interservices de l'eau Loire-Atlantique, Maine et Loire, Mayenne, Sarthe, 2004). Le ralentissement des ruissellements lors de leur traversée des espaces végétalisés permet de favoriser le dépôts des éléments en suspension et des polluants qui leur sont liés (Chocat et all. 2014; Janes *et al.*, 2016). L'ajout de 3,3 km de linéaire végétalisé pourrait permettre de réduire en partie l'apport de polluants au cours d'eau, ce linéaire est cependant assez peu significatif face aux 40 kilomètres de berges (rives droite et gauche) traversant Paris intra-muros et une grande partie des ruissellements sont captés par le réseau d'égouts, donc seule une faible proportion des eaux pluviales traverseraient les zones végétalisées. De plus, une partie des contaminants sont déjà présents en amont de Paris (Tableau 5) et l'on peut donc supposer que l'impact positif de cette végétalisation ne sera pas identifiable.

En revanche, si la piétonnisation de la rive droite rencontre un grand succès auprès des usagers, il est possible de s'attendre à de très grandes affluences en périodes estivales comme après fermeture des voies rive gauche (Figure 20).



Figure 20 Piétonnisation de la rive gauche (Direction de la Communication de la Mairie de Paris, 2016a)

Cette affluence, bien que significative d'un succès du projet pour les aménageurs (Direction de la Communication de la Mairie de Paris, 2016a), n'est pas

sans exposer le cours d'eau à d'importantes pressions. En effet, il est possible de craindre une importante pollution physique, liée aux déchets grossiers, jetés volontairement ou tombés accidentellement (bouteilles, emballages...). De même, les infrastructures d'accueil, péniches ou restaurants sur les berges peuvent engendrer des pollutions, notamment de par l'usage de produits de nettoyage, d'antibactériens, de lutte contre la putréfaction ou les ravageurs (en particuliers pour le traitement des coques).

De même, la présence d'un grand nombre de personnes en bordure immédiate du cours d'eau, et l'éventuelle présence future de baigneurs pourrait perturber la population piscicole.

Si la végétalisation des berges rives droites peut apporter quelques bénéfices écologiques en participant au ralentissement des ruissellements et à la déposition des polluants en suspension. En revanche, une affluence massive aux abords du cours d'eau pourrait générer une importante pression. D'une manière générale, ce projet n'a pas réellement vocation à améliorer la qualité du cours d'eau.

c) Critiques

Le choix a été fait d'utiliser les analyses faites à Orly pour l'amont et Clichy pour l'aval, bien que des stations plus proches de notre lieu d'étude existent. Premièrement, dans la mesure où nous souhaitions connaître l'impact total de la ville sur le cours d'eau, ces stations permettaient d'englober entièrement la ville. De plus, les analyses menées sur les stations au cœur de Paris présentent des lacunes importantes. Ces lacunes, comme l'absence de test sur les HAP changent totalement la classification DCE du cours d'eau, qui passe alors d'une qualité médiocre à une qualité très bonne (pour l'état chimique).

L'usage des termes « trame verte » et « trame bleue » ne paraît pas adapté à ce projet. En effet, la fermeture des voies sur berges n'a pas pour objectif direct de protéger ou d'améliorer la qualité de l'eau de la Seine et n'améliorera ni la continuité latérale ni la continuité longitudinale. Pour ce qui est de la trame verte, la faible densité de la végétation, le sol bitumé, l'absence de connexions et la fréquentation des piétons et cyclistes ne permettent pas de considérer cet espace comme dédié aux espèces animales. La mairie de Paris évoque par ailleurs l'implantation « 280 m² d'allées traitées en pavés à joints engazonnés contribuant également à la perméabilité des sols

et à la continuité de la strate herbacée² » (Amblard *et al.*, 2016). La perméabilité des sols pourrait en effet être améliorée de cette façon, si les fondations des berges ne sont pas composées de matériaux imperméables. Le terme de continuité paraît ici disproportionné par rapport à la faible surface végétalisée. Sur les 4,5 ha concernés par le projet, seuls 3% (1500 m²) seront végétalisés (Amblard *et al.*, 2016).

² RAPPORT D'ENQUÊTE « Enquête publique Projet d'aménagement des BERGES DE SEINE RIVE DROITE A PARIS »

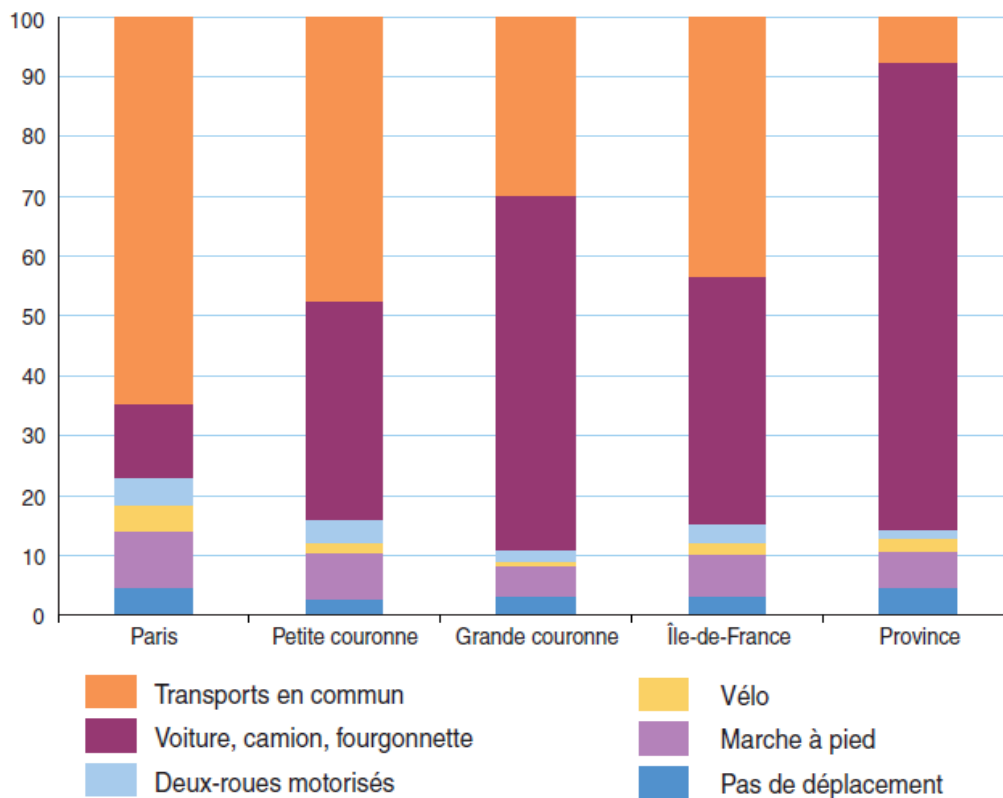
IV. Nouveaux usages

a) Déplacements

La fermeture des voies sur berges rives droites s'accompagne de leur piétonnisation et de l'implantation de voies cyclables. Dans le contexte d'une réduction de la pollution atmosphérique, l'une des premières étapes est la favorisation des modes de déplacement doux, qui n'émettent pas de polluants.

Dans Paris, en 2016, la place du vélo est relativement faible puisque seul 4% des actifs utilisent le vélo pour se rendre au travail (emplois parisiens), ce qui est relativement faible comparé à Strasbourg où cette part atteint 16% (Bidoux *et al.*, 2016). De même, la part d'actifs se rendant au travail à pied est assez faible face aux utilisateurs de voitures (respectivement 10% et 13%, (Bidoux *et al.*, 2016)). Les transports en commun restent donc le mode de transport majoritairement privilégié pour les déplacement domicile-travail puisqu'ils représentent le choix de 68% des parisiens. En revanche, cette suprématie des transports en commun s'inverse lorsque le domicile des sondés s'éloigne du centre-ville. En grande couronne, les transports en commun ne représentent que 30% des actifs et la voiture représente près de 60% des actifs (Figure 21, (Bidoux *et al.*, 2016)).

Part du mode de transport principal utilisé par les actifs en emploi (en %)



Champ : actifs en emploi ou apprentis, France hors Mayotte.

Lecture : parmi les actifs en emploi parisiens, 4,2 % utilisent le vélo comme principal moyen de transport et 4,8 % utilisent des deux-roues motorisés.

Source : Insee, enquête annuelle de recensement 2015.

Figure 21 Modes de transport des actifs ayant un emploi dans Paris -(Bidoux et al., 2016)

Dans la mesure où la distance semble être le facteur déterminant pour le choix de la marche à pied, (moins de 2 km, (Bidoux et al., 2016)), et que la majorité des usagers de l'automobile proviennent de la grande couronne, il est peu probable que la piétonnisation des berges encourage ces usagers à ce reporter vers la marche à pied. Il en va de même pour le vélo qui est privilégié pour des distances inférieures à 4 km. Cependant, l'absence de voies sécurisées pour les vélos peut être un facteur décourageant le choix de ce mode de transport. La mise en place de voies sécurisées pourrait donc encourager un report de certains piétons vers le vélo, leur permettant un gain de temps de trajet. On peut aussi envisager le report d'un faible nombre d'automobilistes riverains de la rive droite vers le vélo. Ce report pourra cependant être variable en fonction de la météo (Martel-Poliquin et Polytechnique Montreal, 2012).

Cependant, en rendant la circulation plus difficile et en générant plus de contraintes de temps, il est possible que les automobilistes en provenance de la grande couronne se reportent en partie sur les transports en commun. La piétonnisation de la rive droite pourrait donc générer une évaporation du trafic sur le long terme, en particulier de par les conditions de circulation endurcies, et donc un impact positif sur la pollution atmosphérique.

b) Activités récréatives

La fermeture des voies de circulation permet de répondre à un manque d'espaces de récréation et en particuliers d'espaces verts (Amblard *et al.*, 2016). Bien que les données de fréquentation ne soient pas encore disponibles, les observations semblent montrer que le projet rencontre un certain succès auprès des promeneurs (Figure 22), (Al-Balushi, 2017).

La surface des aménagements, 4,5 ha représente 0,04% de la superficie de Paris. On peut cependant supposer que les berges sont principalement fréquentées par les riverains ou personnes habitants à des distances permettant la marche à pied.

L'aspect touristique et économique sera aussi développé tout d'abord par la dimension esthétique du projet, les touristes pouvant se promener et avoir vue sur la Seine sans les nuisances de la circulation proche. De plus, 5 locaux de 50 à 400m² seront destinés à une occupation commerciale, permettant de dynamiser la zone (Amblard *et al.*, 2016).

L'une des craintes évoquée lors des enquêtes (Amblard *et al.*, 2016; Al-Balushi, 2017) est la présence de rats. Leur présence est actuellement considérée comme un risque sanitaire par la mairie (Direction de la Communication de la Mairie de Paris, 2017) et la présence d'espaces verts ainsi que d'espaces de restauration associés aux éventuels déchets pourrait renforcer ce risque sanitaire.



Figure 22 Paris inaugure son parc rive droite, Mars 2016 (Chauveau, 2017)

La fermeture des voies sur berges pourra donc palier en partie au manque d'espaces verts pour les riverains de ce projet, cependant, les habitants de la périphérie, dépendants de la voiture ou des transports en commun risquent de continuer à subir des augmentations de temps de trajets si l'évaporation du trafic n'est pas suffisante. De plus, la fréquentation du site par les piétons risque d'être dépendante de plusieurs facteurs, notamment les conditions climatiques, l'ensoleillement, la saison...

c) Critiques

Il est difficile de juger l'impact de la piétonnisation sur le comportement des automobilistes qui empruntaient cette voie dans la mesure où n'ayant pas d'étude origine-destination, il est difficile d'estimer la longueur de leur trajet (en rappelant que la distance est un critère majoritaire pour le choix du mode de transport).

La largeur des quais est relativement peu importante, il est possible qu'en période de forte affluence, les piétons ne laissent pas suffisamment de d'espace (Figure 22) aux cyclistes pour leur garantir une circulation rapide et sécuritaire.

Nous n'avons, pour le moment, pas pu disposer de mesures de l'affluence permettant de juger de la réussite du projet au niveau des activités récréatives (les rares chiffres correspondent à des évènements spéciaux (Figure 22)). De même, il est possible de se demander sur quelle distance les habitants seront prêts à se déplacer pour rejoindre cette zone récréative, il est donc difficile de juger de la zone impactée positivement par ce projet.

D'après la zonation du PPRI (Préfecture et services de l'Etat en région Ile de France, 2007), les zones concernées sont en zones inondables, le cahier des charges des nouveaux aménagements doit donc répondre à des contraintes spécifiques. Cela peut expliquer la faible surface allouée aux commerces et le caractère éphémère des installations.

Conclusion

La fermeture des quais de Seine rive droite par la Mairie de Paris est une opération extrêmement médiatisée.

Elle fait l'objet d'un débat entre le Conseil Régional et la Mairie de Paris. Celui-ci argumente que la fermeture de la voie Georges Pompidou a été faite de manière précipitée et que les conséquences économiques et sanitaire de l'engorgement du trafic routier parisien vont à l'encontre de l'objectif de réduction de la pollution atmosphérique. La Mairie de Paris argumente que cette tendance à l'engorgement est temporelle et non structurelle, et que le trafic va peu à peu « s'évaporer », ou du moins se lisser sur les axes des substitutions.

A l'heure actuelle, les bénéfices environnementaux semblent extrêmement restreints et localisés à proximité immédiate du projet. Si le bruit a diminué sur les quais bas, il a en revanche augmenté sur les quais haut et peut poser un risque sanitaire. De la même façon, la pollution atmosphérique a fortement diminué aux abords immédiats des voies fermées alors qu'elle connaît une hausse sur l'ensemble des axes de report. A ce stade, le projet ne semble pas impacter le fleuve, si ce n'est de par la fréquentation accrue sur les berges et les désagréments qui sont liés à cette fréquentation. Les temps de trajets sont en augmentation sur l'ensemble des axes étudiés, cette augmentation était cependant attendue et pourrait favoriser l'évaporation du trafic. Enfin, les promeneurs et cyclistes semblent s'approprier les nouveaux espaces mis à leur disposition. Cependant, ces critères sont pour l'instant évalués sur une échelle spatiale et temporelle restreinte, le bilan pourrait donc évoluer de façon positive si ce projet n'était que l'amorce de nombreuses autres mesures.

Il devient dès lors nécessaire de prendre du recul, et de dégager une grille de lecture objective, afin de pouvoir se positionner sur les conséquences de cette piétonisation. Les études menées par Airparif et Bruitparif nous apportent des éléments de réponse. Il est cependant souhaitable de les compléter avec des jeux de données plus variés, comme celles de la DRIEE, l'impact sur les temps de trajet des usagers, ou encore l'impact des nouveaux usages, de façon à avoir une vision objective et englobante.

Nous pouvons dégager cinq critères à étudier afin de statuer sur la réussite de la piétonnisation des quais :

- Le bruit
- La qualité de l'air
- L'environnement (trame verte et bleue, habitats, etc.)
- La circulation routière
- L'appropriation par les nouveaux usages

Bien que les données collectées sur le bruit, l'air et la circulation routière, soient encore trop récentes pour avancer un diagnostic, et que nous ne disposions pas d'informations exploitables sur l'environnement et l'appropriation, ces cinq critères sont, à notre sens, essentiels à la caractérisation de la réussite de cet aménagement.

Paris est une grande métropole qui ne cesse d'évoluer et de se moderniser. A l'image de plusieurs grandes villes en France et dans le monde, elle entame la reconquête de ses berges urbaines et la reconnexion de d'une trame verte et bleue. Il existe des modèles desquels elle peut s'inspirer, notamment la ville de Munich en Allemagne ou encore le programme européen Freude am Fluss.

Bibliographie

Agence Régionale pour la Nature et la Biodiversité en Ile de France (2013)
« Diagnostic de la biodiversité en Ile de France », p. 42.

Airparif (2017) « Bilan année 2016 L'Observatoire de l'air en Île-de-France ». Disponible sur: https://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/bilan-2016.pdf (Consulté le: 12 décembre 2017).

AirParif (2016) « Programme Régional de surveillance de la qualité de l'air ». Disponible sur: https://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/rapport-PRSQA_0617.pdf (Consulté le: 12 décembre 2017).

AirParif (2017a) « Communiqué de Presse-Bilan 2016 de la pollution de l'air en Ile de France ». Disponible sur: https://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/communiqu_e_presse_bilan2016_170629.pdf (Consulté le: 12 décembre 2017).

AirParif (2017b) « Suivi de l'évolution de la qualité de l'air après fermeture des voies sur berges rive droite ». Disponible sur: https://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/Rapport_intermediaire_VoiesSurBerge.pdf (Consulté le: 12 décembre 2017).

AirParif (2017c) « Surveillance et information sur la qualité de l'air à Paris en 2016 ». Disponible sur: https://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/Rbilan75_2016.pdf (Consulté le: 12 décembre 2017).

Al-Balushi, M. (2017) *Research paper : Reclaiming the riverbanks in a city and how it affects the city dwellers Looking into the case of Paris city.*

Amblard, F., Blais, J.-P., Fel, F. et Tournette, D. (2016) « RAPPORT D'ENQUÊTE Enquête publique Projet d'aménagement des BERGES DE SEINE RIVE DROITE A PARIS ».

Bidoux, P. E., Caenen, Y., Trigano, L. et INSEE (2016) « Déplacements domicile-travail », p. 2.

Le Bihanic, F. (2014) « Effets des hydrocarbures aromatiques polycycliques sur les stades précoces de poissons modèles : développement de bioessais et étude comparée de mélanges », *Sciences agri- coles. Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, 2013. Français. j NNT : 2013BOR15254 ç.*, p. 279.

Bruitparif (2017) « Evolution de l'environnement sonore suite à la fermeture de la voie sur berge rive droite Synthèse du rapport final. » Disponible sur: [https://www.bruitparif.fr/pages/Focus/960 Environnement sonore suite à la fermeture de la voie sur berge rive droite/2017-11-14 - Evolution de l'environnement sonore suite à la fermeture de la voie sur berge rive droite - Note de synthèse du rapport final](https://www.bruitparif.fr/pages/Focus/960%20Environnement%20sonore%20suite%20à%20la%20fermeture%20de%20la%20voie%20sur%20berge%20rive%20droite/2017-11-14%20-%20Evolution%20de%20l'environnement%20sonore%20suite%20à%20la%20fermeture%20de%20la%20voie%20sur%20berge%20rive%20droite%20-%20Note%20de%20synthèse%20du%20rapport%20final) (Consulté le: 21 novembre 2017).

BruitParif (2016) « Note de synthèse sur le coût social du bruit en Île-de-France ».

Bruitparif et Observatoire régional de santé en Ile de France (2015) « Impact sanitaire

du bruit des transports dans l'agglomération parisienne : quantification des années de vie en bonne santé perdues Application à l'agglomération parisienne de la méthode de l'OMS pour la détermination de la morbidité liée au bruit . », p. 29.

Chauveau, L. (2017) *La Mairie de Paris inaugure son « parc rives de Seine »*. Disponible sur: https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/pollution/le-parc-rives-de-seine-inaugure-ce-dimanche-a-paris_111874 (Consulté le: 8 décembre 2017).

Chocat, B., INSA de Lyon et Groupe de travail eaux pluviales et aménagement du Graie (2014) « LES NOUES ET FOSSÉS, infiltration des eaux de parking et de voiries dans une noue ou dans un fossé ».

Comité régional de suivi et d'évaluation des impacts de la piétonisation des voies sur berge rive droite à Paris (2017) « Fermeture des voies sur berges rive droite à paris, bilan du suivi et de l'évaluation un an après ».

Conseil National du Bruit et Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (2016) « Analyse bibliographique des travaux français et européens : le coût social des pollutions sonores », p. 59. doi: 10.1007/BF02087069.

Département de Seine et Marne, observatoire de l'eau (2015) « Qualite des cours d'eau », p. 1-4.

Direction de l'Information et de la Communication de la Mairie de Paris (2016) *L'évaporation du trafic, c'est quoi? – Paris.fr, 6/10/2016*. Disponible sur: <https://www.paris.fr/actualites/le-saviez-vous-le-traffic-automobile-peut-s-evaporer-4080> (Consulté le: 24 novembre 2017).

Direction de l'Information et de la Communication de la Mairie de Paris (2017a) *#PARIS2024: comment assainir la Seine – Paris.fr*. Disponible sur: <https://www.paris.fr/actualites/paris2024-comment-assainir-la-seine-5054> (Consulté le: 6 décembre 2017).

Direction de l'Information et de la Communication de la Mairie de Paris (2017b) *PARIS2024: Paris présente un plan d'action en 43 mesures – Paris.fr*. Disponible sur: <https://www.paris.fr/actualites/paris-2024-paris-presente-un-plan-d-action-en-43-mesures-3648> (Consulté le: 6 décembre 2017).

Direction de la Communication de la Mairie de Paris (2016a) *10 raisons de ne surtout pas piétonner les Berges Rive droite – Paris.fr*. Disponible sur: <https://www.paris.fr/actualites/10-raisons-pour-lesquelles-il-ne-faut-surtout-pas-pietonner-les-berges-rive-droite-3982> (Consulté le: 7 décembre 2017).

Direction de la Communication de la Mairie de Paris (2016b) *Le canal Saint-Martin refait son lit – Paris.fr*. Disponible sur: https://www.paris.fr/services-et-infos-pratiques/deplacements-et-stationnement/amenagements-et-travaux-de-voirie/le-canal-saint-martin-refait-son-lit-3216#le-grand-nettoyage_13 (Consulté le: 7 décembre 2017).

Direction de la Communication de la Mairie de Paris (2016c) *Les poissons du canal Saint-Martin font le mur – Paris.fr*. Disponible sur: <https://www.paris.fr/actualites/les-poissons-du-canal-saint-martin-font-le-mur-3239> (Consulté le: 7 décembre 2017).

Direction de la Communication de la Mairie de Paris (2017) *Paris renforce son plan*

d'action contre les rats – Paris.fr. Disponible sur: <https://www.paris.fr/actualites/paris-renforce-son-plan-d-action-contre-les-rats-4336> (Consulté le: 8 décembre 2017).

Environnement Industrie (2013) « Cuivre Synthèse spécifique au secteur d'activité Agroalimentaire », p. 10.

Gromaire, M. et Observatoire Parisien de l'eau (2016) « Paris sous la Pluie, L'eau qui tombe lave la ville et lessive ses polluants, Effet de l'urbanisation sur le cycle de l'eau », p. 11.

Hamet, J. F. (2010) « Abaques d'émission du modèle de prévision américain : FHWA Traffic Noise Level ».

Hellmuth, T., Classen, T., Kim, R. et Kephelopoulos, S. (2012) « Methodological guidance for estimating the burden of disease from environmental noise », p. 69.

INRS (2014) *Bruit. Définitions - Risques*. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/risques/bruit/definitions.html> (Consulté le: 1 décembre 2017).

Institut de Veille Sanitaire (2012) « Résumé des résultats du projet Aphekom 2008-2011 ». Disponible sur: http://aphekom.org/c/document_library/get_file?uuid=4846eb19-df8a-486e-9393-1b7c7ac78ce3&groupId=10347 (Consulté le: 12 décembre 2017).

Janes, V. J., Grabowski, R. C., Mant, J., Allen, D., Morse, J. L. et Haynes, H. (2016) « The impacts of natural flood management approaches on in-channel sediment quality », *John Wiley & Sons*, p. 13. doi: 10.1002/rra.

Varoquier J., Bontinck J-G., Hasse B., Maviel, N., Gairaud M-A. et Henry A., (2017) *Piétonisation des quais à Paris | LA GUERRE DES CHIFFRES*. Disponible sur: <http://atelier.leparisien.fr/voies-sur-berge/> (Consulté le: 12 décembre 2017).

Journal Officiel de l'Union Européenne (2008) « Directives européennes concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe ». Disponible sur: https://www.airparif.asso.fr/_pdf/directive21042008.pdf (Consulté le: 12 décembre 2017).

Langrand, J., Garnier, R. et Centre Antipoison (2009) « Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (Hap) ».

Mairie de Paris (2012) « La faune et la flore ». Disponible sur: <https://api-site-cdn.paris.fr/images/77170>.

Martel-Poliquin, E. et Polytechnique Montreal (2012) « Le Choix Modal ».

Missions interservices de l'eau Loire-Atlantique, Maine et Loire, Mayenne, Sarthe, V. (2004) « Guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement ».

OMS (2000) « Polluants Caractéristiques Effets sur la santé Recommandations OMS ». Disponible sur: https://www.airparif.asso.fr/_pdf/tableau-polluants-effets-sante.pdf (Consulté le: 12 décembre 2017).

OMS (2005) « Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre ». Disponible sur: https://www.airparif.asso.fr/_pdf/normes-OMS-revision-2005-resume-2006-VF.pdf

(Consulté le: 12 décembre 2017).

Préfecture et services de l'Etat en région Ile de France (2007) *Plan de prévention des risques d'inondations du département de Paris (PPRI) / Inondation / Risques naturels / Prévention et gestion des risques / L'action de l'État / Région et institutions / Accueil - Les services de l'État en préfecture de région Île-de.* Disponible sur: <http://www.prefectures-regions.gouv.fr/ile-de-france/Region-et-institutions/L-action-de-l-Etat/Prevention-et-gestion-des-risques/Risques-naturels/Inondation/Plan-de-prevention-des-risques-d-inondations-du-departement-de-Paris-PPRI/> (Consulté le: 8 décembre 2017).

Setra (2007) « Calcul prévisionnel de bruit routier Profils journaliers de trafic sur routes et autoroutes interurbaines ».

Landard S. (2017) *Pollution : l'« impact limité » et mitigé de la fermeture des voies sur berge à Paris.* Disponible sur: http://www.lemonde.fr/pollution/article/2017/10/09/pollution-l-impact-limite-et-mitige-de-la-fermeture-de-la-voie-sur-berge-a-paris_5198551_1652666.html (Consulté le: 21 novembre 2017).

Toussaint, L., Dutilleux, G. et Lefevre, H. (2010) « Emission acoustique des deux-roues motorisés : scooters et cyclomoteurs », p. 5.

Table des illustrations

Figure 1 Les quais fermés à la circulation - réalisation personnelle	11
Figure 25 : Evolution du temps de parcours des véhicules motorisés à Paris après la fermeture des quais à la circulation. Source: Comité régional d'Ile de France de suivi et d'évaluation des impacts de la piétonisation des quais à Paris.....	13
Figure 3 : Nombre de véhicules moyen par jour, en milliers, de septembre 2016 à février 2017. Source : Mairie de Paris.....	14
Figure 4 : Nombre de véhicules moyen par jour, en millier, de septembre 2016 à février 2017. Source : Mairie de Paris.....	15
Figure 5 Puissance d'émission sonore en fonction de la vitesse	18
Figure 6 Localisation des sites de mesure campagne de mesure (en bleu), sites de l'étude d'impact (en violet), stations permanentes (en vert) et stations semi-permanentes (en orange) – Rapport Bruitparif	21
Figure 7 Evolution de la contribution sonore moyenne LAeq(6-22h) des voies considérées sur la période diurne estimée à 2m en façade des bâtiments- Bruitparif	24
Figure 8 Evolution de la contribution sonore moyenne LAeq(22-6h) des voies considérées sur la période nocturne estimée à 2m en façade des bâtiments- Bruitparif	24
Figure 9 Evolution de la contribution sonore LAeq(22-6h) des voies considérées sur la période nocturne en vue 3D – du Pont d'Arcole au Port de l'Arsenal -Bruitparif	25
Figure 10 : Tubes à diffusion installés sur un candélabre et détail des abris pour tubes NO ₂ (a) et benzène (b). Source : Airparif	29
Figure 11 :Laboratoire temporaires dans lequel sont installé les analyseurs automatiques. Source : Airparif	30
Figure 12 : Evolution, à échantillon constant de six stations urbaines de fond, de la concentration en moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO ₂) dans la Métropole du Grand Paris de 1992-1994 à 2014-2016. Source : Airparif.	31
Figure 13 : Evolution, à échantillon constant de cinq stations trafic, de la concentration moyenne sur 3 ans en dioxyde d'azote (NO ₂) en situation de proximité au trafic dans l'agglomération parisienne de 1996-1998 à 2014-2016. Source : Airparif.	31

Figure 14 : Ecart (en %) entre la concentration moyenne en NO2 du 1er août 2016 au 31 juillet 2017 et une simulation des niveaux sur la même période en considérant le trafic de l'année 2015-2016 à l'échelle de la Métropole du Grand Paris. Source : Airparif	32
Figure 14 Ecart (en %) entre la concentration moyenne en NO2 du 1er août 2016 au 31 juillet 2017 et une simulation des niveaux sur la même période en considérant le trafic de l'année 2015-2016 dans Paris. Source : Airparif	33
Figure 16 : Part de la population atteinte de maladie chronique dont l'origine est attribuable au fait de vivre à proximité d'une voie à fort trafic. Source : Aphekom 2011	35
Figure 19 : Pourcentage de la population résidant dans la métropole potentiellement exposée selon les concentrations de dioxyde d'azote pour la période du 1er août 2016 au 31 juillet 2017 et pour une simulation des niveaux sur une même période en considérant le trafic de l'année 2015-2016. Source : Airparif	36
Figure 20 : Pourcentage de la population résidant à Paris potentiellement exposée selon les concentrations de dioxyde d'azote pour la période du 1er août 2016 au 31 juillet 2017 et pour une simulation des niveaux sur une même période en considérant le trafic de l'année 2015-2016. Source Airparif.....	37
Figure 21 : Pourcentage de la population résidant à Paris potentiellement exposée selon les concentrations de PM10 pour la période du 1er août 2016 au 31 juillet 2017 et pour une simulation des niveaux sur une même période en considérant le trafic de l'année 2015-2016. Source Airparif.....	37
Figure 20 Piétonnisation de la rive gauche (Direction de la Communication de la Mairie de Paris, 2016a)	43
Figure 21 Modes de transport des actifs ayant un emploi dans Paris -(Bidoux et al., 2016)	47
Figure 22 Paris inaugure son parc rive droite, Mars 2016 (Chauveau, 2017).	49

Liste des tableaux

Tableau 1 Indicateurs de bruits BruitParif 2017.....	19
Tableau 2 Ecart (%) de l'impact moyen annuel en oxydes d'azote entre août 2016 et août 2017. Source : Airparif	32
Tableau 3 Principales évolutions estimées entre 2016/2017 et 2015/2016 et lien de causalité potentiel avec la piétonisation des Voies sur berges rive droite. Source : Airparif.....	34
Tableau 4 Synthèse mensuelle des principaux paramètres météorologiques en Île-de-France en 2015-2016 et 2016- 2017 (d'après les bulletins climatiques mensuels de Météo-France pour la région Île-de-France).Source : Airparif	39
Tableau 5 Qualité de l'eau de la Seine, station amont Orly et station aval Clichy, données DRIEE (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie, 2017)	41

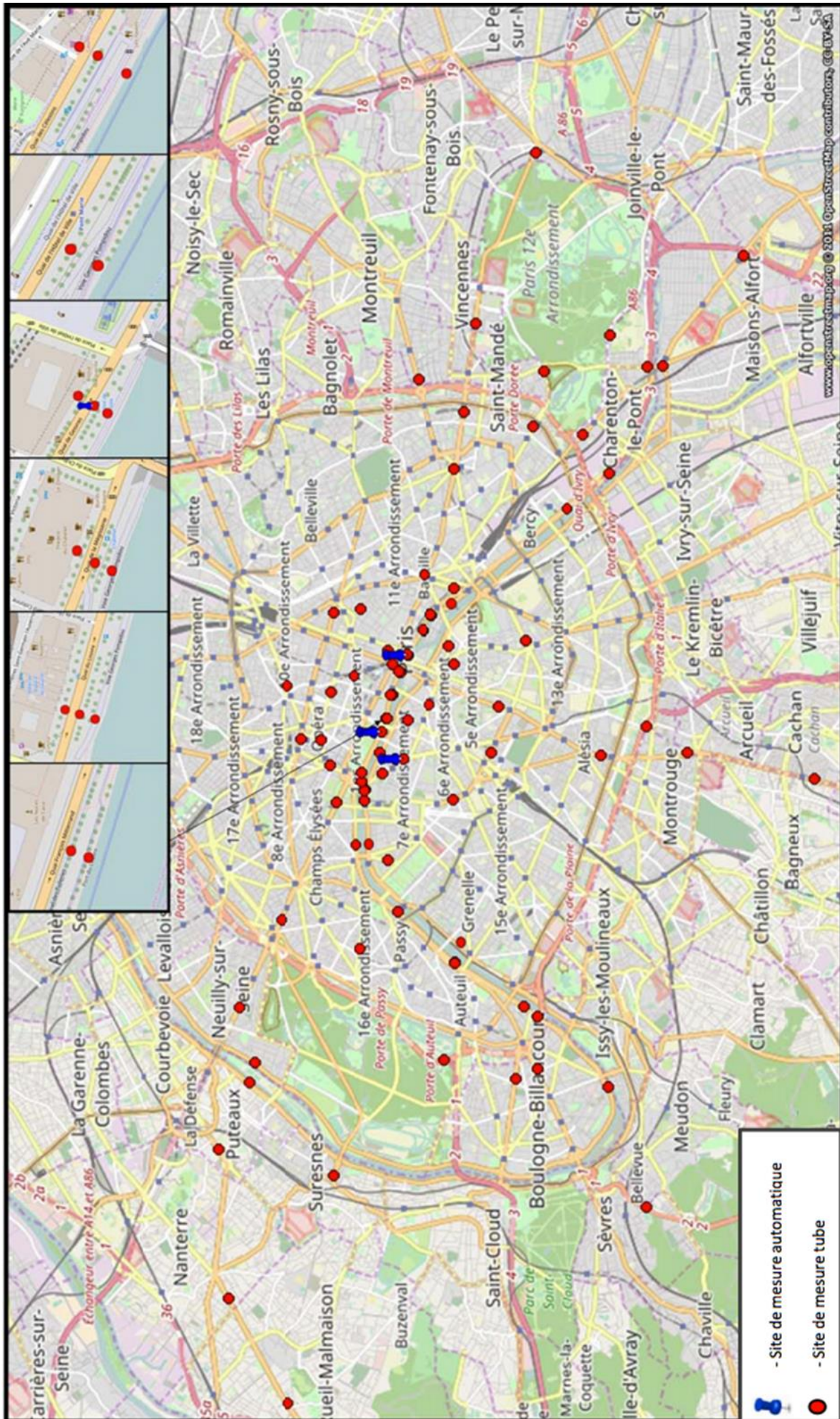
Annexes

Synthèse DCE			Orly				Clichy			
Année			2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
ETAT ECOLOGIQUE										
Paramètre (Unité)	Code SANDRE									
Hydrobiologie										
IBGN (invertébrés)	1000									
IBGN de référence (invertébrés)	5909									
IBG-DCE (invertébrés)	5910									
IBGA (invertébrés)	2527									
IBGA-DCE (invertébrés)	6951		14				12			
IBD 2007 (diatomées)	5856		14,2				13,3	14,0		
IPR (poissons)	7036									
Physico-chimie										
Bilan de l'oxygène										
Oxygène dissous (mg O ₂ /L)	1311		9,50	7,20	8,96	9,49	7,80	6,50	8,35	8,90
Taux de saturation en O ₂ (%)	1312		86,00	70,00	76,40	89,90	86,00	69,00	89,60	94,10
Demande biochimique en Oxygène (mg O ₂)	1313		2,50	2,80	1,40	2,20	2,80	3,00	1,60	2,20
Carbone organique dissous (mg C/L)	1841		3,10	4,10	3,50	4,10	3,55	4,38	3,00	3,90
Nutriments										
Orthophosphates (mg PO ₄ ³⁻ /L)	1433		0,15	0,24	0,19	0,16	0,65	0,51	0,24	0,21
Phosphore total (mg P/L)	1350		0,07	0,09	0,10	0,08	0,22	0,17	0,11	0,14
Ammonium (mg NH ₄ ⁺ /L)	1335		0,13	0,14	0,10	0,13	0,23	0,24	0,10	0,36
Nitrites (mg NO ₂ ⁻ /L)	1339		0,10	0,10	0,09	0,11	0,19	0,13	0,54	0,18
Nitrates (mg NO ₃ ⁻ /L)	1340		27,60	25,80	25,20	24,90	26,30	25,90	28,00	28,30
Acidification										
pH mini	pH _{min}		7,95	8,05	7,28	7,76	7,60	7,85	7,63	7,38
pH maxi	pH _{max}		8,30	8,50	8,31	8,28	8,30	8,40	8,21	8,24
Température (°C)	1301		24,00	19,00	25,00	22,90	23,20	20,00	23,90	21,00
Polluants spécifiques										
Arsenic (µg/L)	1369						Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
Chrome (µg/L)	1389						Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
Cuivre (µg/L)	1392						Mauvais état	Mauvais état	Mauvais état	Mauvais état
Zinc (µg/L)	1383						Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
2,4 D (µg/L)	1141						Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
2,4 MCPA (µg/L)	1212						Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
Chlortoluron (µg/L)	1136						Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
Oxadiazon (µg/L)	1667						Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
Linuron (µg/L)	1209						Bon état	Bon état	Bon état	Bon état

Annexe 1 Synthèse DCE- Données DRIEE

ETAT CHIMIQUE			Elevé	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé	
Alachlore (µg/L)		1101									
Anthracène (µg/L)		1458									
Atrazine (µg/L)		1107									
Benzène (µg/L)		1114									
Cadmium et composés (µg/L)		1388									
Chlorfenvinphos (µg/L)		1464									
Chloroalcanes C10-13 (µg/L)		1955									
Chlorpyrifos (éthylchlorpyrifos) (µg/L)		1083									
DDT total (µg/L)	=1148+1147+1146+1144	DDTT									
Para-para-DDT (µg/L)		1148									
1,2-dichloroéthane (µg/L)		1161									
Dichlorométhane (µg/L)		1168									
Di(2-éthylhexyl)phthalate (DEHP) (µg/L)	1461 puis 6616										
Diphényléthers bromés (µg/L)	=2199+2199+2199+2199+2199+2199	DB		d.p.				d.p.			
Diuron (µg/L)		1177									
Endosulfan (µg/L)	=1178+1179	1743									
Fluoranthène (µg/L)		1191									
Hexachlorobenzène (µg/L)		1199									
Hexachlorobutadiène (µg/L)		1652									
Hexachlorocyclohexane (µg/L)	=200+201+202+203	5537									
HAP - Benzo(a)pyrène (µg/L)		1115									
HAP - Benzo(b)fluoranthène (µg/L)	=1116+1117	BenzoBK									
HAP - Benzo(g,h,i)perylène et (µg/L)	=1118+1204	BI									
Isoproturon (µg/L)		1208									
Mercure et ses composés (µg/L)		1387									
Naphtalène (µg/L)		1517									
Nickel et ses composés (µg/L)		1386									
Nonylphénol (4-nonylphénol) (µg/L)		5474		n.a.				n.a.			
Octylphénol (4-(1,1',3,3'-tétraméthylbutyl)-ph) (µg/L)		1959									
Pentachlorobenzène (µg/L)		1888									
Pentachlorophénol (µg/L)		1235									
Pesticides cyclodiènes (µg/L)		PC									
Plomb et ses composés (µg/L)		1382									
Simazine (µg/L)		1263									
Tétrachloroéthylène (µg/L)		1272									
Tétrachlorure de carbone (µg/L)		1276									
Composés du tributylétain (tributylétain-cation) (µg/L)		2879									
Trichlorobenzènes (µg/L)	=1283+1630+1629	1774									
Trichloroéthylène (µg/L)		1286									
Trichlorométhane (chloroforme) (µg/L)		1135									
Trifluraline (µg/L)		1289									
Légende :			Etat écologique				Etat chimique				
		NC	Non Communiqué (Absence de données)						Absence de données		
			Très bon état						informations insuffisantes pour attribuer l'état		
			Bon état						Bon état		
			Etat moyen						Mauvais état		
			Etat médiocre						Indice de confiance (Faible, Moyen, Elevé)		
			Mauvais état								
			Données manquantes dans l'agrégation						n.a.	non analysé	
			Paramètre Nitrate en état moins que bon						d.p.	données partielles	
		A	Assouplissement appliqué								

Annexe 2 Synthèse DCE- Données DRIEE



Annexe 3 : Plan d'échantillonnage des campagnes de mesures (dioxyde d'azote et moyens mobiles). Source : Airparif