# Analyse synthétique des effets du **changement climatique** sur les **mobilités** dans la Métropole Rouen Normandie

GIEC de la Métropole Rouen Normandie

Groupe interdisciplinaire d'experts locaux sur le climat

COP 21 JE M'ENGAGE! POUR LE CLIMAT

métropole ROUENNORMANDIE

RÉFÉRENT GIEC LOCAL
et AUTEUR
Michaël SAVARY (Cerema)

# Sommaire

RÉSUMÉ ..... 5

UN TERRITOIRE COUVERT PAR DES RÉSEAUX DE TRANSPORT STRUCTURANTS ET VARIÉS ..... 6

CONSTAT SUR LES MOBILITÉS DANS LA MÉTROPOLE ROUEN NORMANDIE ..... 8

DES MOBILITÉS INFLUENCÉES PAR LA SENSIBILITÉ DES INFRASTRUCTURES CLEFS ET DES OUVRAGES D'ARTS AUX ALÉAS ET AUX CATASTROPHES ..... 12

LEVIERS D'ACTION POUR L'ATTÉNUATION ET L'ADAPTATION ..... 15

CONCLUSION ..... 17

RECOMMANDATIONS POUR L'AMÉLIORATION DES CONNAISSANCES ..... 18

BIBLIOGRAPHIE ..... 19

# Résumé

La Métropole Rouen Normandie se caractérise par une diversité de typologie de territoires allant de zones urbaines très denses, à des territoires peu denses, engendrant de fait des mobilités très variées selon les secteurs et s'appuyant sur plusieurs catégories de modes de transports : l'aérien, le fluvial, le maritime, le routier, le ferroviaire, le transport par câble, les transports en commun, le vélo, les engins de déplacements personnels comme les trottinettes, sans oublier la marche à pied. Tous ces modes de transport peuvent être mobilisés dans le cadre des déplacements des personnes et des marchandises.

Le panorama global des mobilités sur le territoire de la Métropole réalisé dans un premier temps dans cette évaluation synthétique permet d'appréhender les deux vulnérabilités au changement climatique à court et long terme identifiées par la littérature scientifique et les études menées par le Cerema. La première est d'ordre physique et renvoie à la sensibilité des infrastructures de transport aux aléas et aux catastrophes. Le retour d'expérience de l'incendie du pont Mathilde à Rouen en 2012 a permis notamment de montrer l'incidence d'une catastrophe et de la rupture sur une longue durée d'une grande infrastructure de transit et de franchissement de la Seine. La capacité des réseaux de substitution et des modes de transport à absorber le report modal qui en résulte désigne une seconde vulnérabilité fonctionnelle des mobilités.

Afin de répondre à ces enjeux et aussi pour réduire la contribution du secteur des transports au changement climatique qui représentait plus d'un tiers des émissions de gaz à effet de serre dans la Métropole en 2019, des premiers leviers d'action pour l'atténuation et l'adaptation sont proposés.

# Un territoire couvert par des réseaux de transport structurants et variés

La Métropole Rouen Normandie se caractérise par une diversité de typologie de territoires allant de zones urbaines très denses, à des territoires peu denses, engendrant de fait des mobilités très variées selon les secteurs (Figure 1).

Avant d'aller plus en avant, il apparaît nécessaire de définir les termes « mobilité » et « transport ». La mobilité peut être définie comme le rapport social au changement de lieu, c'est-à-dire à l'ensemble des actions qui concourent au déplacement des personnes et des biens. Les transports sont alors les systèmes techniques directement dédiés à ces déplacements. Le terme d'infrastructure de transports regroupe toutes les installations fixes ou dynamiques qui permettent la bonne circulation des modes de transports. Derrière ce terme, nous pouvons donc retrouver les aéroports, les ports, mais également les lignes ferroviaires, les routes, les ponts, ou encore les arrêts de bus et bien évidemment les gares.

La mobilité s'appuie sur plusieurs catégories de modes de transports : l'aérien, le fluvial, le maritime, le routier, le ferroviaire, le transport par câble, les transports en commun (sur pneu, sur rail, en site propre ou circulation mixte,…), le vélo, les engins de déplacements personnels comme les trottinettes, sans oublier la marche à pied. Tous ces modes de transport peuvent être mobilisés dans le cadre des déplacements des personnes et des marchandises.

La Métropole se situe sur un territoire regroupant tous les types de mobilités et disposant d'importantes infrastructures de transport.
Le territoire étant situé à cheval sur la Seine et dans son estuaire, le fleuve est l'un des principaux axes de transport à la fois fluvial et maritime. La Métropole accueille sur son territoire le port de Rouen d'Haropa qui propose plus de 13 km de quais ayant accueilli 2 784 navires et 6 077 convois fluviaux en 2019.
La Métropole de Rouen dispose également

## Enquête sur les mobilités post COVID 19

**Impact de la crise de la COVID-19 sur les mobilités, en particulier sur le vélo**

Afin d'analyser une éventuelle incidence du premier confinement sur les mobilités, un questionnaire a été réalisé en partenariat avec la Métropole Rouen Normandie, et à destination de toutes les personnes se déplaçant sur le territoire, et pour tous les modes de transport (Cerema, 2021). L'enquête a été publiée sur internet pendant 40 jours (du 02/10/2020 au 12/11/2020) et 1 570 réponses au total dont 1 278 réponses complètes dans la cible (82 %) ont été analysées.

Parmi les nombreuses informations recueillies, le questionnaire a permis de comprendre l'évolution des parts modales après le premier confinement de mars 2020. Sur les 1 072 répondants, on a pu constater une hausse de l'usage du vélo, en opposition à une forte baisse de l'usage des transports en commun (Figure 2).
La grande majorité de l'abandon des usagers des transports en commun s'est opérée vers l'usage du vélo. Bien qu'en partie initiés par la crise sanitaire, ces changements de comportements vers un développement de l'usage du vélo devraient probablement perdurer grâce notamment aux divers aménagements et aux mesures incitatives pour l'usage des modes actifs de déplacement proposés sur le territoire métropolitain.

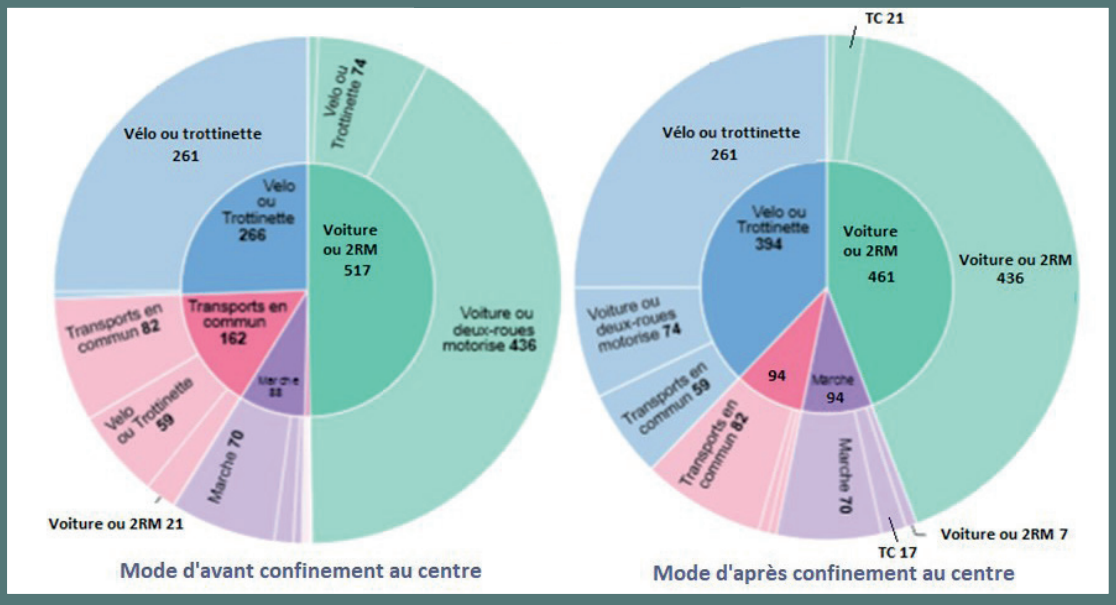


**Figure 2 : Évolution par mode pour les répondants hors « plusieurs modes de transport (1 072 répondants) - Source : Cerema, 2021**

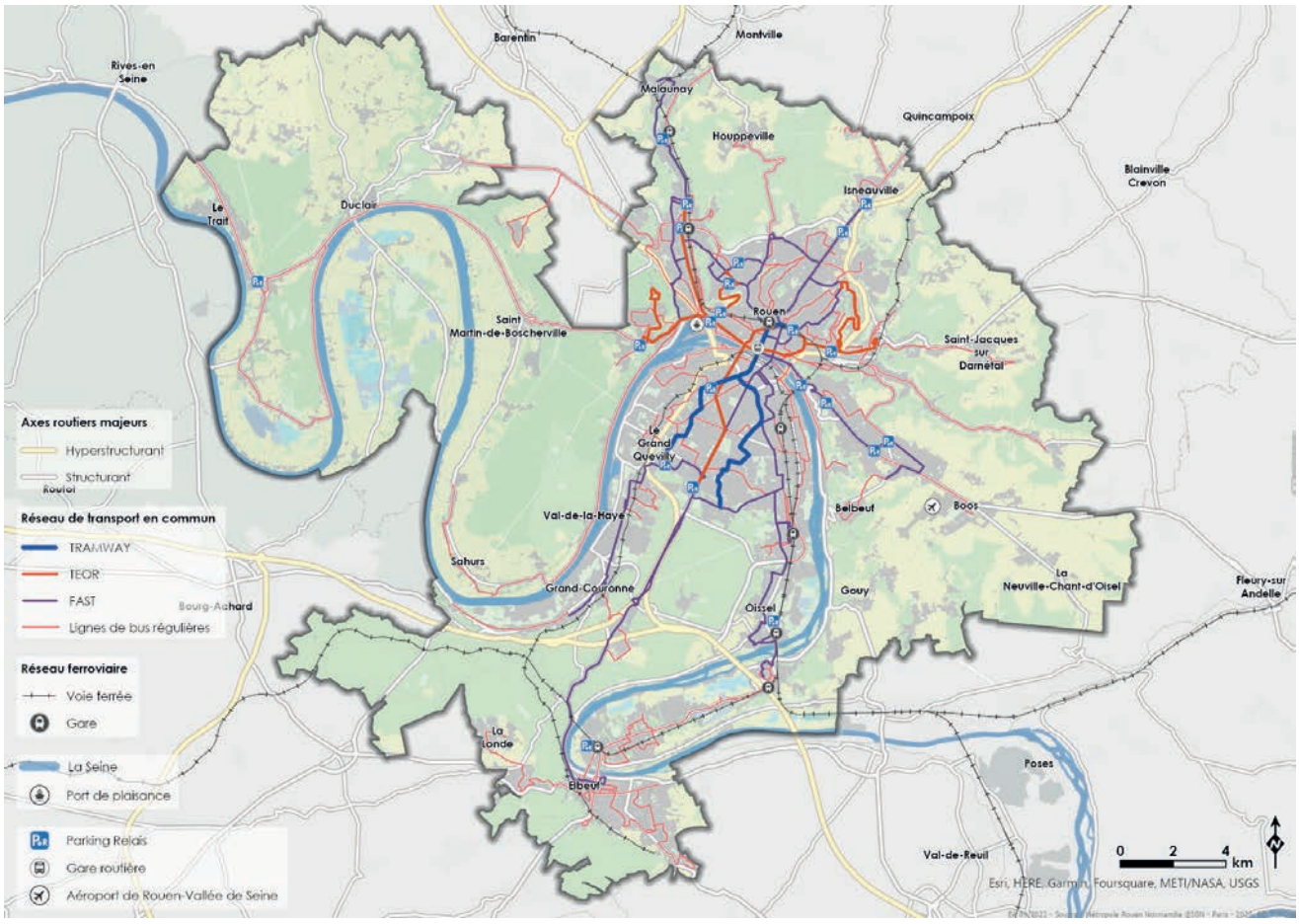


**Figure 1 : Panorama des mobilités et des infrastructures de desserte dans la Métropole Rouen Normandie - Source : Métropole Rouen Normandie, 2022**

de nombreux quais pouvant recevoir les escales de croisières fluviales ou accueillir les convois fluviaux en situation d'attente.

Le territoire de la Métropole de Rouen est desservi par un aéroport ouvert au trafic international, géré par un syndicat mixte composé de la Métropole et de la Chambre de commerce et d'industrie (CCI) Rouen Métropole. Situé sur la commune de Boos, il se caractérise par une piste de 1 700 m de long et 45 m de large. L'aérogare a une capacité de traitement de 50 000 voyageurs/an. Le site accueille également une activité d'aviation de loisirs et de vols sanitaires en lien avec le CHU, notamment par la présence de la base de l'hélicoptère du SAMU 76.

L'offre ferroviaire parcourant la Métropole est composée de TER, de TET, et de TGV pour la partie voyageur. Huit gares et haltes ferroviaires sont ainsi desservies. Ce sont ainsi plusieurs dizaines de trains par jour qui circulent sur les différents axes parcourant l'étoile ferroviaire rouennaise. Le réseau ferroviaire dessert également la zone portuaire de Rouen qui accueille ainsi environ 80 convois ferroviaires par semaine.

Un important réseau de transports en commun urbain complète l'offre de déplacements de voyageurs. Assuré historiquement par cinq exploitants différents, le réseau propose deux lignes de Tramway, quatre lignes de bus à haut niveau de service (BHNS), 9 lignes dites FAST structurantes, ainsi qu'une vingtaine de lignes de bus. Des transports spécifiques à la demande ainsi que des taxis collectifs sont également proposés. L'intermodalité est favorisée par la présence de 17 parkings relais et 3 pôles d'échanges ferroviaires. Des parcs sécurisés à vélo permettent de faciliter l'intermodalité vélo/transports en commun.

En zone urbaine, l'utilisation des modes actifs est également favorisée par la présence de plus de 400 kilomètres de pistes cyclables, dont de nombreuses pistes provisoires, créées en 2020 à la faveur de la baisse de la circulation automobile constatée pendant la crise de la COVID 19 (cf. encadré).

Le réseau routier présent sur le territoire de la Métropole Rouen Normandie est très important et est géré par différents gestionnaires. Ce réseau est composé de plusieurs autoroutes concédées, de routes nationales et autoroutes gérées par l'État et de routes structurantes et secondaires (représentant le plus grand linéaire) gérées par la Métropole. Sept bacs de Seine, gérés par le département de Seine Maritime, complètent l'offre routière.

# Constat sur les mobilités dans la Métropole Rouen Normandie

## Outils de connaissance de la mobilité des personnes sur le territoire de la Métropole

La connaissance de la mobilité des voyageurs peut s'appuyer sur plusieurs sources de données. En premier lieu, les données peuvent être obtenues soit de manière passive par des systèmes automatiques et le plus couramment fixes (par exemple des comptages routiers, le nombre de validation de ticket de bus dans les transports, le nombre de billets ferroviaires, la fréquentation des parkings, des parcs à vélos,…), soit de manière active notamment par la réalisation d'enquêtes auprès d'usagers ou de résidents.
La Métropole Rouen Normandie dispose également depuis 1995 d'un observatoire sur la sécurité et la circulation routière (OSCAR) qui a connu de multiples transformations au gré des évolutions du développement et de l'usage des réseaux de transport. Aujourd'hui dénommé Observatoire des Mobilités de la Métropole Rouen Normandie (OMMeR), il permet de disposer d'une vision à l'instant T, mais également de percevoir les évolutions de pratiques sur plusieurs modes de transport.
Enfin, la Métropole de Rouen a réalisé en 2017 une Enquête Ménage Déplacement (EMD) qui a consisté à recueillir les pratiques de déplacements des personnes pour un jour « normal et moyen de semaine ». Ce type d'enquête s'effectue dans un cadre normatif bien défini, dans lequel le Cerema joue un rôle de référent technique. Ces enquêtes normalisées permettent de réaliser des comparaisons géographiques et temporelles.
Tout comme les données d'observatoire, les données issues de l'EMD permettent de connaître les pratiques actuelles de déplacements ; ceci de manière détaillée sur tous les modes de transports pratiqués. La richesse des données permet de fournir un grand nombre d'indicateurs permettant de décrire finement la mobilité des résidents du territoire enquêté. La comparaison avec les enquêtes précédentes menées en 1996 et 2007 permet de connaître avec précision l'évolution des principaux indicateurs de modes (sur un périmètre constant).
La reproductivité de la méthode sur tout le territoire français permet également d'envisager des comparaisons entre plusieurs aires urbaines.

## Synthèse sur la mobilité issue de l'EMD 2017

L'EMD, menée du 4 novembre 2016 au 4 mars 2017 permet d'avoir une vision précise de la mobilité des personnes résidents sur le territoire des aires urbaines de Rouen, du Trait, et de l'agglomération Seine Eure. Cela représente 10 399 habitants de plus de 5 ans et correspondant à 5 059 ménages des 718 000 habitants des 322 communes du périmètre enquêté.

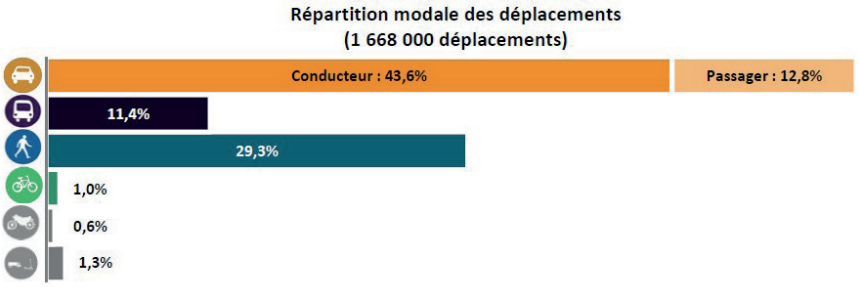


**Figure 3 : Répartition modale des déplacements - Source : Cerema, 2018**

### Principaux résultats

Pour la suite, nous nous intéresserons au seul territoire de la Métropole Rouen Normandie.
1,67 million de déplacements internes et d'échanges sont réalisés quotidiennement sur la Métropole, soit une moyenne de 3,67 déplacements quotidiens par jour. À l'inverse, 13,6 % des habitants ne se déplacent pas chaque jour. Les déplacements recensés ont une moyenne unitaire de 4,28 km et 16 min de trajet. La voiture individuelle représente un peu plus de la moitié des déplacements, tandis que la marche et les transports en commun en constituent respectivement presque un tiers et 11 %. La part modale du vélo est quant à elle marginale (Figure 3).

### Évolution temporelle

La comparaison avec les résultats de la précédente enquête menée en 2007 permet de comprendre les évolutions des pratiques sur 10 ans. À périmètre constant, le nombre de déplacements total a connu une inflexion depuis 2007 après une augmentation constatée de manière significative entre 1996 et 2007 (Figure 4). Par ailleurs, nous pouvons constater que sur cette période de 10 ans, les parts modales ont très peu évolué (Figure 5). La part des véhicules particuliers a diminué très légèrement, toute comme la marche à pied. La pratique du vélo est stable autour de 1 %. On peut par ailleurs noter une augmentation de près de 2 points pour les transports en commun[1].

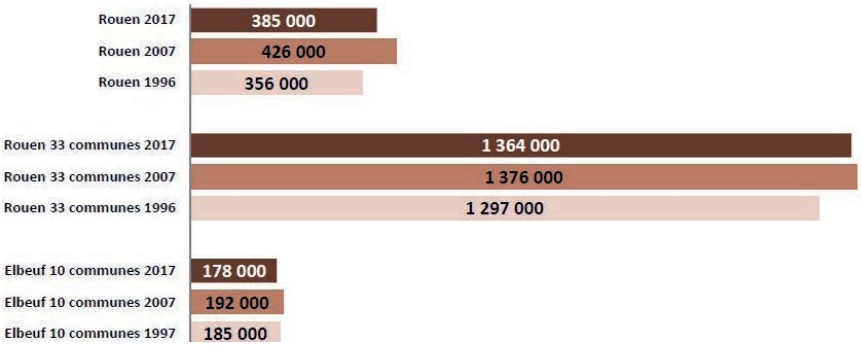


**FIGURE 4 : Évolution du nombre de déplacements tous modes entre 1996 et 2017 - Source : Cerema, 2018**

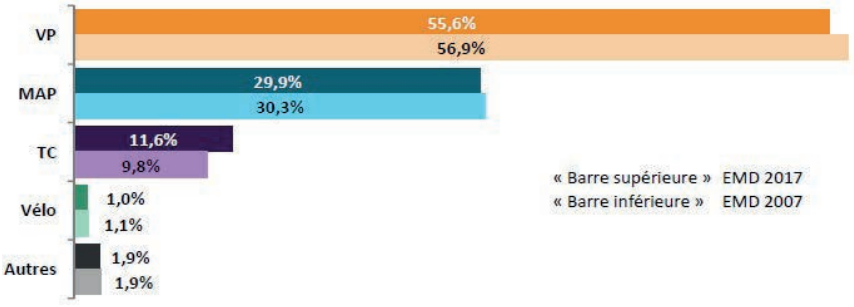


**FIGURE 5 : Évolution des parts modales entre 2007 et 2017 - Source : Cerema, 2018**

[1] *VP : véhicule particulier ; MAP : marche à pied ; TC : transports en commun*

## Zoom sur l'évolution des pratiques de mobilité sur plusieurs modes de transport

L'analyse de l'évolution des pratiques s'arrêtera en 2019 avant la crise sanitaire dont les conséquences ont fortement perturbé les mobilités et ne sont donc pas représentatives du comportement habituel des usagers.

### Transports en commun

Les services de transports en commun de la métropole sont assurés par cinq exploitants (Transports en Commun de l'Agglomération de Rouen - TCAR, Transports de l'Agglomération d'Elbeuf - TAE, KEOLIS, VTNI et Cars Hangars). La TCAR et la TAE assurent l'exploitation des réseaux les plus importants à savoir respectivement les pôles urbains de Rouen et d'Elbeuf.

Durant ces dernières décennies, d'importantes évolutions du réseau de transports en commun sont intervenues. Nous notons notamment une progression régulière de la fréquentation globale du réseau TCAR desservant l'agglomération de Rouen, en raison d'une augmentation continue de l'offre de transport en commun (Figure 6). En effet, ouvert toute fin 1994, la fréquentation du tramway a été en constante évolution, avec une inflexion notable en 2012 à la suite de l'augmentation des capacités et du confort des rames (survenue quelques mois avant la fermeture du pont Mathilde – cf. encadré). L'arrivée des TEOR, bus à haut niveau de service, a été l'élément déclencheur d'une augmentation significative et continue de la fréquentation en raison principalement de l'ouverture en 2007 du tronçon commun en site propre au centre-ville de Rouen. L'inauguration d'une quatrième ligne de TEOR en mai 2019 sur un axe Nord-Sud complémentaire au tramway contribuera probablement à augmenter davantage la fréquentation des transports en commun.

De manière plus contemporaine, l'évolution de l'offre et de la fréquentation sur la période 2014 – 2019 pour les deux principaux exploitants est présentée ci-après (Figure 7). Sur ces cinq dernières années, nous pouvons constater une évolution significative de l'offre de transports en commun, qui se traduit par une augmentation de la fréquentation. Cette tendance est bien corrélée avec la tendance d'augmentation de la part modale transports en commun observée dans l'EMD, quoique sur une période temporelle différente.

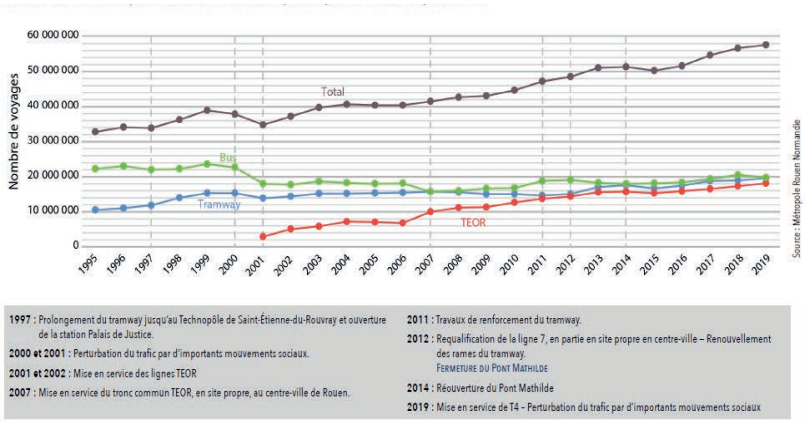


**Figure 6 : Évolution de la fréquentation du réseau exploité par la TCAR entre 1995 et 2019 - Source : OMMeR, 2020**

| | 2014 | 2019 |
|---|---|---|
| **TCAR** | | |
| **Nombre de déplacements** | **40 318 137** | **45 364 010** |
| **Offre kilométrique annuelle** | **13 977 916** | **2 591 121** |
| **TAE** | | |
| **Nombre de déplacements** | **1 903 249** | **2 591 121** |
| **Offre kilométrique annuelle** | **1 387 339** | **2 096 012** |

**Figure 7 : Évolution du nombre total de voyages entre 2014 et 2019 (hors titres SMS) - Source : OMMeR, 2020**

### Vélo

L'EMD 2017 indique que la part modale globale du vélo est relativement limitée à 1 % sur le territoire métropolitain et stable depuis 2017. Cette part modale connaît par ailleurs des disparités géographiques assez marquées. Ainsi nous pouvons observer des parts modales de plus de 2 % dans certains secteurs de Rouen, Sotteville-lès-Rouen ou Mont-Saint-Aignan.
Malgré ces résultats, il existe un consensus sur un constat d'une augmentation progressive ces dernières années, en zone urbaine, de la pratique du vélo, rejoint par la présence de nombreux engins de déplacements personnels souvent motorisés (trottinettes…).
Les données de comptages permettent de disposer de quelques repères sur certains secteurs de l'agglomération.
Ainsi sur les ponts de Rouen (Figure 8), qui font l'objet de comptages 2 fois par an, nous pouvons retrouver une tendance à la hausse, notamment visible sur les ponts Jeanne-d'Arc et Guillaume le Conquérant. La réalisation d'aménagements cyclables en parallèle du tracé du T4 a permis d'offrir une nouvelle infrastructure confortable et sécurisée en traversée de Seine permettant de relier les quartiers ouest du centre d'agglomération.

De plus, sur les points de comptages disposant d'un historique assez long, nous pouvons identifier des augmentations entre 2017 et 2019 assez notables sur le boulevard Gambetta (+55 %), ou encore le long du Robec en direction de Darnétal (+74 %). Le quai Pierre Corneille, qui est le site le plus fréquenté (près de 150 000 vélos annuels) a connu une progression importante de l'ordre de 25 %.
Cependant la répartition mensuelle est assez fluctuante d'une année à l'autre. La période juin à septembre reste la plus pratiquée alors que la période de novembre à mars est souvent délaissée par les cyclistes.

La crise sanitaire liée à la COVID 19 survenue en 2019 est venue bouleverser cet équilibre au bénéfice notamment de la pratique des modes actifs dont le vélo (cf. encart sur l'enquête post COVID-19).

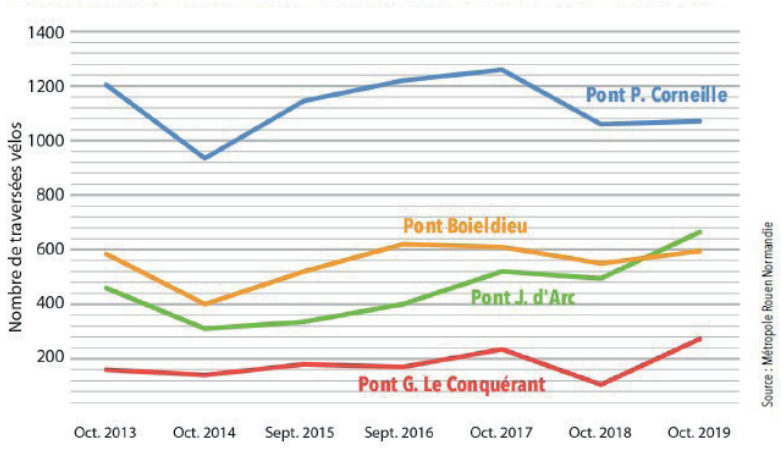


**Figure 8 : Évolution annuelle des traversées en vélo - Source : OMMeR, 2019**

**Trafic routier**
Les données du trafic routier à l'échelle de la Métropole montrent sans surprise que ce sont les voies pénétrantes en direction du cœur de l'agglomération qui sont les plus empruntées. Le pont Mathilde et la rocade RN28 représentent le secteur le plus chargé avec un trafic de plus de 80 000 véhicules par jour en moyenne. À l'ouest, l'A150 et la Sud III supportent respectivement plus de 64 et 74 000 véhicules par jour (Figure 9).

Le trafic routier peut subir des évolutions locales très variées au gré des aménagements et de l'évolution des nouvelles zones de chalandises, d'emplois ou de résidence. Cependant, en prenant du recul sur le centre-ville, le graphique ci-dessous représente le niveau de trafic moyen journalier annuel sur plusieurs grands axes autour du cœur d'agglomération. Outre le pont Mathilde et le boulevard de l'Europe qui ont connu une forte hausse, le trafic routier apparaît comme relativement stable sur les 5 dernières années.

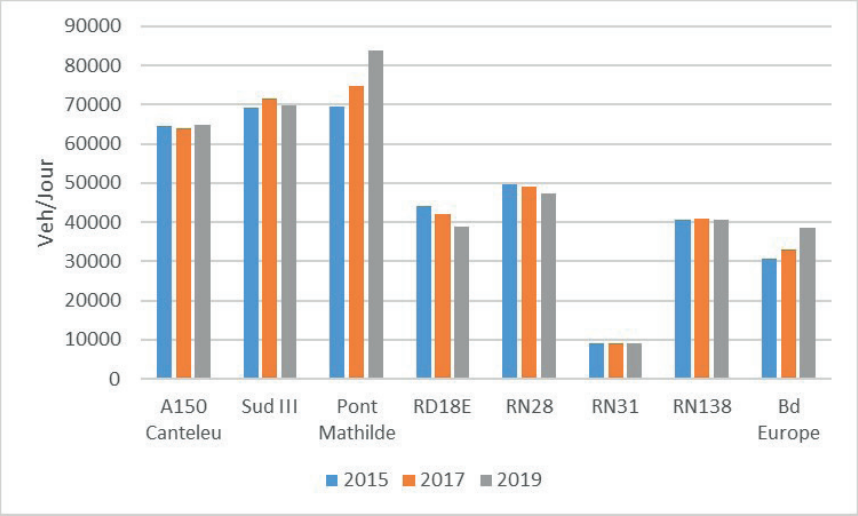


**Figure 9 : Évolution du trafic routier dans les axes principaux - Source : OMMeR, 2019**

**Parc roulant VL**
Le graphique ci-dessous présente l'évolution du parc roulant de véhicules particuliers de la Métropole selon le classement en vignette Crit'Air.

Sur les dix dernières années, on constate une forte évolution de la part de véhicules Crit'Air 1, en parallèle d'une diminution importante des véhicules classés Crit'Air 4 et +. La répartition de la part de véhicules Crit'Air 2 et 3 s'inverse pour atteindre respectivement 37 % et 23 % du parc roulant. Les véhicules 100 % électriques commencent à apparaître et à se développer depuis le milieu des années 2010. En 2021, selon les données disponibles, ils représentaient 0,8 % du parc automobile de la Métropole (Figure 10).

Cette tendance s'inscrit également dans un contexte de mise en place progressive de la Zone à Faibles Émissions – mobilité (ZFE-m) sur le territoire de la Métropole, étendue depuis septembre 2022 à tous les véhicules de Crit'Air 4 et plus. Cette évolution devrait inciter les propriétaires de véhicules les plus émetteurs de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, si possible à remplacer leur véhicule, ou à défaut d'utiliser d'autres moyens de transport pour pénétrer dans la zone. La Métropole propose en accompagnement des aides financières pour le renouvellement des véhicules concernés.

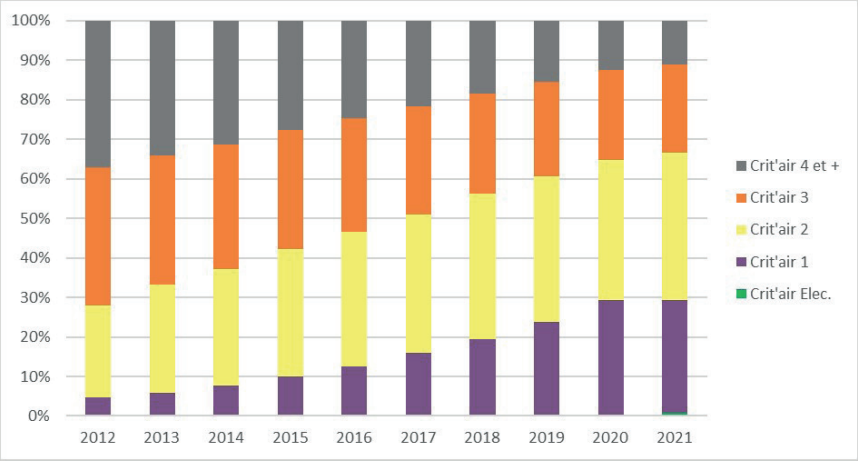


**Figure 10 : Évolution de la répartition des véhicules selon les classes Crit'Air - Source : Service des Données et des Études Statistiques (SDES)**

**Arrivée du TEOR 4 au terminus du Zénith (© Cerema)**

# Enseignements de l'incendie accidentel du pont Mathilde en 2012

Le 29 octobre 2012, un accident impliquant un camion-citerne est survenu sur le pont Mathilde, engendrant un spectaculaire incendie qui endommagea durablement l'ouvrage. Ce franchissement de la Seine accueillant en moyenne 80 000 véhicules par jour, a été fermé pendant près de 2 ans.
Les analyses menées sur la mobilité en traversée de la Seine pendant cette longue fermeture sont riches d'enseignements sur la manière dont la mobilité peut s'adapter suite à une rupture importante du réseau de transport. Les comportements observés pourraient se reproduire à nouveau pour un événement similaire, occasionné par des aléas climatiques de grande envergure.

**Analyse de la mobilité en traversée de Seine**

Lors de cette période, le réseau routier disponible a été sujet à d'importantes sollicitations engendrant des congestions récurrentes et des situations de blocage complet de la circulation au cœur de l'agglomération dès le moindre incident (panne par exemple) sur l'un des axes routiers.

Au travers de différents dispositifs de recueils de données, et d'enquêtes auprès des usagers circulant en mode, l'étude menée par le Cerema entre 2013 et 2015 (SAVARY, SAVALLE, & MARCHESSE, 2016) a permis de constater les évolutions suivantes pour la traversée de la Seine :

- une poursuite de l'utilisation de la voiture pour 77 % des usagers,
- un report modal de 7,9 % vers les transports en commun, de 2,8 % vers la marche à pied et de 0,4 % vers le vélo,
- une baisse de la mobilité en traversée de Seine de l'ordre de 10 %.

Les reports modaux ont pu être possible grâce notamment au maintien des voies dédiées à la circulation des transports en commun sur le pont Corneille, à la présence de voies cyclables sur les ponts Corneille et Jeanne d'Arc et enfin à la mise en service quelques semaines avant l'incident de rames de tramway plus capacitaires. Bien que soumise à de fortes contraintes dans leurs déplacements, la population n'a pas fait part de fortes contestations sur la gestion de la situation par les autorités. Cette absence de réactions négatives de la population est probablement dû à la fatalité de cet incident et de ses conséquences. Les usagers se sont particulièrement bien adaptés, en usant parfois de diverses stratégies pour optimiser leurs déplacements. Des pratiques d'intermodalité Voiture/Vélo ont, par exemple, pu être observées dans les enquêtes, permettant aux personnes de s'approcher de Rouen en véhicule et de terminer leur déplacement en modes actifs, afin d'éviter les zones de fortes congestion, en particulier en traversée de Seine.

**Une baisse de la mobilité sous la contrainte…**

La baisse de mobilité de l'ordre de 10 % est un phénomène observé sur d'autres situations similaires de ruptures fortes et soudaines de réseau de transport. Plusieurs hypothèses sur cette baisse peuvent être invoquées, sans toutefois en déterminer leur importance et leur priorité :

- changement de destination pour les déplacements non contraints (c'est-à-dire pour lesquelles une destination de substitution est disponible sur la même « rive ») ;
- optimisation des chaînes de déplacements se traduisant par une baisse de la mobilité (les personnes enchaînent les activités de façon différente pour moins traverser la Seine) ;
- report sur les deux roues motorisées (non étudié) ;
- augmentation du taux d'occupation des véhicules (covoiturage) ;
- possible adaptation de la localisation de sa résidence en fonction de ses besoins de déplacements (en particulier pour les nouveaux arrivants)
- report du très grand transit (par l'Île-de-France ; non étudié).

Nous pouvons retirer deux principaux enseignements d'une forte contrainte sur les déplacements :

- un changement rapide des comportements, en particulier avec du report modal,
- une évaporation du trafic routier, traduisant une baisse de la mobilité, appelée également « démobilité ».

Il est à noter que les comportements face à un tel événement seraient probablement encore différents s'il devait intervenir aujourd'hui après la période de modifications importantes des comportements de mobilité observés après la crise de la COVID 19 (avènement du télétravail, des achats en lignes, des loisirs dématérialisés,…)

**Le pont Mathilde après l'incendie (© Cerema)**

# Des mobilités influencées par la sensibilité des infrastructures clefs et des ouvrages d'arts aux aléas et aux catastrophes

### Des infrastructures diversement impactées par les conséquences du changement climatique…

Les infrastructures de transport subissent les impacts du changement climatique. Bien que variable en fonction des régions, le futur du transport de marchandises et de voyageurs sera lié à la sensibilité des modes de transports aux phénomènes météorologiques ponctuels, mais aussi aux incidences plus ou moins importantes du changement climatique sur les infrastructures dédiées à chaque mode.

Les infrastructures routières seront en premier lieu concernées par l'augmentation des températures qui fragiliseront les couches de roulement classiques qui devront alors être rénovées avec des matériaux plus durables et idéalement plus respectueux de l'environnement, notamment dans leur phase de mise en œuvre. À l'inverse, dans les régions froides, l'alternance de cycle de gel-dégel sera un facteur d'accélération du vieillissement des infrastructures. Dans certaines régions, et notamment sur le territoire de la Métropole Rouen Normandie, certains tronçons routiers seront soumis plus régulièrement à des phénomènes d'inondation plus ou moins longs, qui nécessiteront des remises en état régulières qui pourront être l'occasion de s'interroger sur le renforcement de certains secteurs, voire la création de voies de substitution en dehors des zones régulièrement impactées.

Les infrastructures des transports guidés par rail, comprenant les trains mais également les tramways ou les métros seront également impactés d'une part par l'augmentation des températures générant des dilations des rails ou des caténaires préjudiciables à la bonne exploitation des réseaux. De plus, les transports souterrains pourraient être particulièrement impactés par les phénomènes d'inondations par ruissellement lors de fortes précipitations ou d'augmentation du niveau des cours d'eau. Dans certains cas, l'exploitation des services peut être d'autant plus durablement impactée que le système d'assainissement n'est pas initialement conçu pour évacuer de grosses quantités d'eau dans les parties souterraines. À noter que la Métropole dispose de nombreuses trémies routières et d'un tramway, en partie en souterrain, de surcroît à proximité de la Seine.

L'érosion des falaises situées à proximité de voies routières ou ferrées nécessitera de se prémunir de risques de glissements de terrain ou de prévoir la création d'itinéraires de substitution, parfois d'envergure, notamment en matière de voies ferrées.

Les ouvrages d'arts non courants seront également très sensibles aux variations de températures extrêmes mais également des points de fragilité importants du réseau routier en cas de fortes inondations et d'augmentation importante des débits des cours d'eau. L'exemple de la fermeture du pont Mathilde (cf. encart spécifique) démontre les conséquences importantes et durables qui peuvent être engendrées par l'inaccessibilité durable d'un pont très fréquenté.

**Navigation sur la Seine à Rouen (© Cerema)**

La navigation fluviale pourra être également bouleversée plus régulièrement en raison d'inondations ou à l'inverse, de sécheresses en été, plus fréquentes. En plus des dégradations ou des ruptures de services occasionnées pendant les événements, les conséquences à moyen et long terme sur les infrastructures touchées pourraient allonger ces périodes d'indisponibilités d'une part et engendrer des délais et des coûts de réparation importants d'autre part. L'adaptation pourrait consister à privilégier des routes maritimes, certes plus longues, mais moins sujettes à des aléas climatiques.

Le secteur aérien sera lui aussi soumis aux impacts du changement climatique. À l'identique du transport maritime, les vols pourront être fortement perturbés par les mauvaises conditions météorologiques que ce soit à l'approche des aéroports mais aussi dans les phases de vols.

### …aux conséquences multiples sur la mobilité

L'ensemble des infrastructures de transports sera fragilisé par les impacts du changement climatique et des évènements extrêmes. Des perturbations ou des indisponibilités multiples et variées des mobilités associées sont donc à prévoir. Plus généralement, le changement climatique peut aussi avoir une incidence sur la faisabilité, la capacité, la qualité et le coût du service opéré par les différentes infrastructures de transport.

Les phénomènes climatiques extrêmes engendreront des indisponibilités plus ou moins localisées des réseaux routiers et ferroviaires. En cas d'inondation, le trafic routier pourrait alors être perturbé par le report de trafic occasionné par l'indisponibilité de certains axes. Cependant, comme l'a démontré une étude menée en 2014 par le Cerema, la présence d'un réseau routier suffisamment maillé et d'une perturbation peu étendue (cf. encart spécifique) peut néanmoins atténuer l'impact général pour la collectivité.

Bien moins flexibles que le transport routier, les réseaux ferrés étant, par nature, impossibles à dévier de leur réseau dédié, les conséquences sur les mobilités ferroviaires de l'indisponibilité d'un tronçon ferroviaire sont beaucoup plus importantes et étendues. Ainsi, toute indisponibilité d'une section provoque des effets en cascade sur la totalité de celle-ci, y compris pour les trajets ne desservant pas le territoire touché. Les modifications ou substitution de service sont complexes à mettre en place et ne permettent en général pas d'atteindre une capacité équivalente de transport. De plus, même si la circulation ferroviaire est maintenue, les phénomènes de fortes chaleurs, ou à l'inverse d'épisodes de neige ou de verglas intenses ainsi que les vents forts peuvent nécessiter la baisse des vitesses pratiquées dégradant le service proposé.
Les conséquences pour les transports guidés urbains tels que les tramways et métro sont assez similaires, même si dans ce cas, il est plus aisé d'envisager des modes de transports de substitution, sous réserve de disposer des moyens humains et matériels pour armer ces services.

L'occurrence plus importante d'inondations régulières ou à l'inverse de périodes de fortes sécheresses auront un impact sur les tirants d'air et tirants d'eau limitant ainsi l'accès aux axes fluviaux à certains bateaux sur des périodes plus ou moins longues pouvant occasionner des retards dans les livraisons de marchandises.

Les fortes tempêtes peuvent engendrer l'inaccessibilité des ports générant des ruptures dans la chaîne d'approvisionnement en marchandises pouvant avoir des conséquences indirectes sur la mobilité (rupture en approvisionnement de carburants par exemple).

Enfin, bien qu'étant reconnues désormais comme une solution efficace contre le changement climatique, il en demeure que les mobilités actives peuvent également subir les effets de celui-ci. En effet, l'usage du vélo ou de la marche est rendu plus difficile lors de périodes de fortes chaleurs ou de froid, ainsi que de fortes précipitations. Les usagers peuvent alors emprunter d'autres modes de transports.

### …et spécifiquement pour le territoire de la Métropole de Rouen Normandie

Le réseau routier sur le territoire de la Métropole s'étend de part et d'autre de la Seine avec notamment plusieurs axes routiers importants sur les berges de la Seine et parfois en pied de falaise. Les franchissements de la Seine sont limités à quelques ouvrages au centre de la Métropole et aux bacs fortement sensibles aux conditions de navigation. Les inondations, mais aussi l'érosion des falaises pourraient occasionner des indisponibilités majeures de l'un de ces axes. L'accessibilité à certaines communes, en bord de Seine, pourrait alors être fortement limitée. De nombreux trafics de transit mais également d'échanges avec les zones industrialo-portuaires seraient fortement perturbés pouvant engendrer collectivement des pertes économiques mais également des risques de ruptures dans l'approvisionnement de certains types de marchandises.
Plusieurs axes ferroviaires desservant la zone portuaire se situent à proximité de ces axes routiers et pourraient être touchés de la même manière par de fortes inondations, emportant de nouvelles conséquences économiques.
Tous les points bas des réseaux de transports pourront être encore plus régulièrement impactés par les phénomènes de fortes précipitations et de ruissellements concomitants. À ce titre, le tramway, pourrait être concerné par des risques d'interruption dans sa partie souterraine en rive droite.

L'élévation du niveau moyen de la mer pourrait se ressentir jusqu'à Rouen avec des conséquences sur les conditions d'accès aux quais. Des travaux d'adaptation sur les quais mais aussi sur les ponts de la Seine présents dans la zone d'influence maritime, pourraient s'avérer nécessaires pour conserver leur pleine efficience. À l'inverse la baisse potentielle du débit de la Seine en été pourrait occasionner des difficultés de circulation fluviale pouvant avoir un impact sur le transport de fret et sur le tourisme fluvial.

La forme en étoile du réseau ferroviaire desservant la métropole accentue le risque de perturbations générales de la mobilité, en cas de difficultés sur l'une des branches. Une indisponibilité du tronçon commun autour de la gare rive droite occasionnerait un blocage complet du réseau ferroviaire.

L'augmentation de la fréquence des épisodes de fortes chaleurs impose pour le confort des clients la mise en place de climatisation dans les transports en commun. Cette contrainte, associée à la topographie parfois importante de certaines dessertes, complexifie la recherche de motorisations moins polluantes (par exemple électrique sur batterie).
À l'inverse, ces deux mêmes contraintes pourraient pénaliser aussi l'usage des modes actifs et augmenter le risque d'impact sur la santé des pratiquants en période estivale pourtant la plus favorable à cette pratique.

Les conséquences du changement climatique et des événements extrêmes sur les mobilités seraient donc nombreuses. En premier lieu, l'impact est économique :

- Tout d'abord directement lié aux coûts de réparation des réseaux de transports ou à leur adaptation ;
- Mais également indirect par l'impact des mobilités alors dégradées ou rendues impossibles pour les usagers.

Une seconde conséquence concerne les perturbations des services qui empruntent les réseaux de transport : transports de marchandises, livraison, impacts sur les services de secours. Les fonctions essentielles du réseau de transport ne sont alors plus assurées dégradant la qualité des services.
Enfin, nous pouvons mettre en avant une dernière conséquence globale sur le bien-être des personnes qui doivent subir les répercussions de toutes ces perturbations.

**Faisceau ferroviaire de desserte du port maritime (© Cerema)**

# PNACC – Évaluation des enjeux du trafic sur l'agglomération de Rouen

Dans le cadre du premier Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC), le Cerema a élaboré en 2014 une méthodologie d'analyse des enjeux d'un réseau de transport routier pour laquelle l'agglomération de Rouen a servi de support à la réflexion. S'appuyant sur son modèle statique multimodal des déplacements développé dans les années 2010, le Cerema a pu mettre en place une démarche automatique aboutissant :

- d'une part à la désignation des tronçons routiers présentant les plus forts enjeux de transports ; ces axes routiers doivent faire l'objet d'une attention particulière dans le maintien de leur viabilité ;
- d'autre part, d'un réseau routier plus étendu, qui participe à la résilience globale du système de transport, en permettant d'absorber les éventuels reports de trafic en cas de défaillance du réseau principal.

Les résultats mettent en évidence que les enjeux les plus importants concernent les grandes infrastructures de transit (A13), les grandes voies pénétrantes urbaines à fort trafic (l'A150, la N138, et dans une moindre mesure, l'A28, la N338, et la RD18E), et les troncs communs ou les jonctions de routes supportant des structures de trafic très hétérogènes (exemples : jonction RN31/A28, jonction RD6014/RD6015) (Figure 11).
Cette analyse montre ici le caractère systémique d'un réseau routier d'agglomération, dont le niveau de trafic ne suffit pas à caractériser à lui seul l'enjeu d'une infrastructure donnée. Par exemple l'A150, avec un trafic compris entre 50 000 et 60 000 véhicules par jour, ressort comme ayant plus d'enjeux que le pont Mathilde qui supporte quant à lui plus de 80 000 véhicules par jour. Là encore, cela s'explique par la quantité et la qualité des itinéraires de substitution existants qui est bien inférieure pour l'A150 que pour le pont Mathilde (Figure 12).

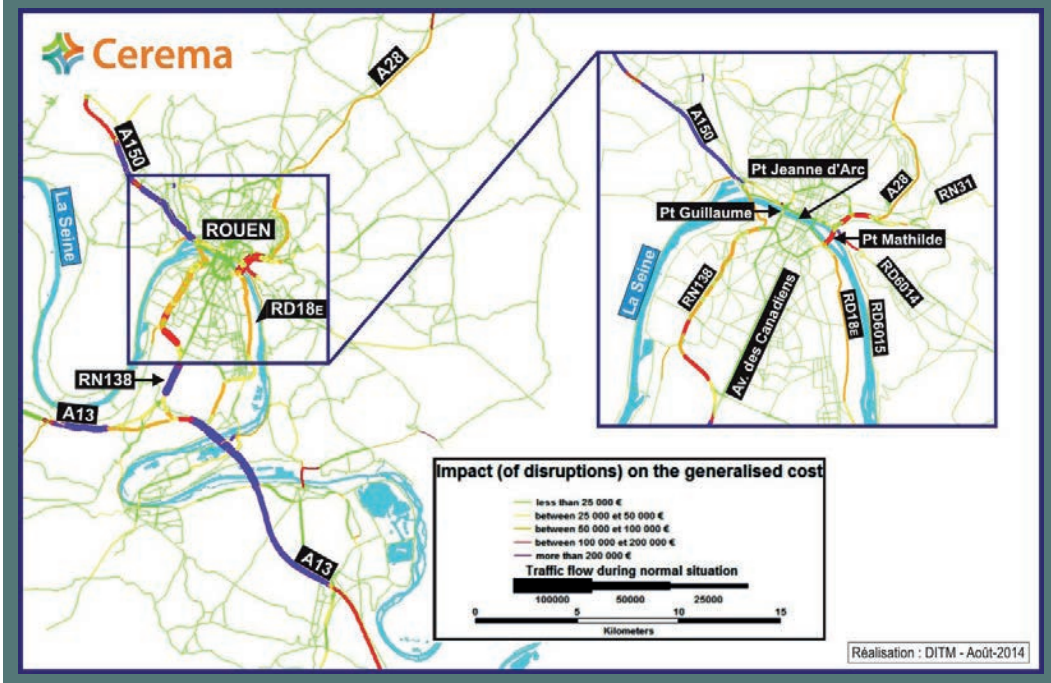


**Figure 11 : Évaluation de l'impact sur le coût généralisé (SAVARY, ANSELME, COMBES, & HOMBOURGER, 2014)**

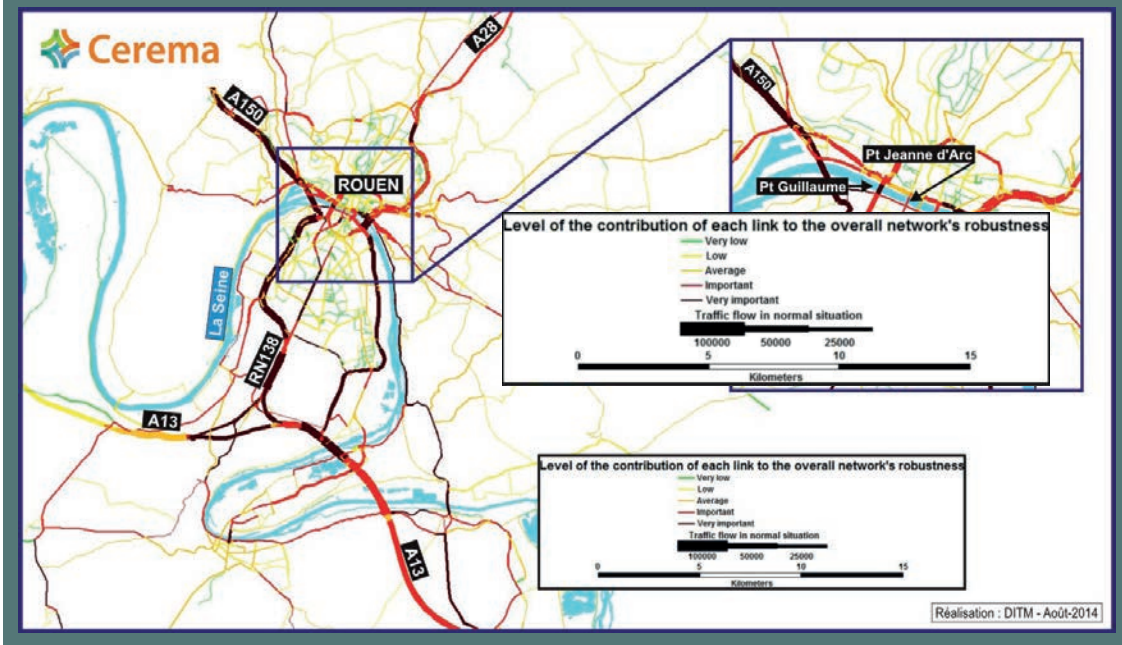


**Figure 12 : Niveau de participation de chaque tronçon au niveau de résilience global du réseau routier (SAVARY, ANSELME, COMBES, & HOMBOURGER, 2014)**

# Leviers d'action pour l'atténuation et l'adaptation

Les transports représentent environ un quart des émissions mondiales de carbone de source énergétique, et plus d'un tiers à l'échelle de la Métropole en 2019 (ORECAN, 2022). Dans le monde, cette contribution augmente plus rapidement pour les transports que dans tout autre secteur utilisateur final d'énergie. Avant d'évoquer les mesures d'adaptation, il convient alors de rappeler les différentes mesures d'atténuation qui peuvent être envisagées pour réduire l'impact des mobilités des voyageurs et des marchandises.

**Circulation partagée entre les cyclistes et les TEOR sur les voies réservées à ces-derniers à Rouen (© Cerema)**

### Quelques premiers leviers d'action pour participer à l'atténuation du changement climatique…

En premier lieu, nous pouvons envisager de rationaliser voire de limiter nos besoins de mobilité. Nous avons pu constater, suite à la crise de la COVID 19, que la généralisation des outils de visioconférence permet une baisse de la mobilité liée aux besoins professionnels (y compris en permettant le télétravail). De même, l'expérience de la fermeture prolongée du pont Mathilde (cf. encart spécifique) démontre les possibilités d'optimisation des déplacements permettant une baisse de la mobilité. Les offres de coworking peuvent également être bénéfiques pour limiter les distances parcourues.
Pour les marchandises, le besoin de mobilité est intimement lié au besoin des consommateurs de disposer des produits finis ou des services plébiscités. Une fois ce besoin avéré, la baisse du volume de déplacements peut être obtenue par une massification (limitant le nombre de déplacements nécessaires) ou par un rapprochement des zones de production et de consommation. Il convient toutefois de prendre en compte la totalité du bilan carbone de chaque solution.
Les outils de planification du territoire doivent également intégrer ces réflexions, afin que les choix de localisation de l'habitat, des activités et du réseau de transport puissent aboutir à des mobilités les plus durables possibles.

Dans un second temps, il est nécessaire, pour les mobilités résiduelles, de privilégier les modes les moins émetteurs de GES. Pour les voyageurs, cela peut consister à un recours plus fréquent à l'usage des transports collectifs, qui peut être favorisé par une amélioration de l'offre proposée (desserte, amplitude horaire, fréquence, intermodalité, correspondance…). Cela peut se traduire par le développement d'un réseau cyclable structurant, bien connecté et sécurisé comme le prévoit la Métropole à travers le déploiement du Réseau Express Vélo (Figure 13). D'autres leviers existent aussi en favorisant l'accès des cycles dans les transports en commun pour développer l'intermodalité, ou encore en déployant des solutions sécurisées de stationnement. Ces réflexions doivent intégrer désormais les engins de déplacements personnels (certains motorisés), avec également des actions pour un meilleur partage de la voirie entre tous les usagers et notamment les piétons. L'amélioration des aménagements urbains permet d'inciter à la pratique de la marche, y compris pour les personnes les plus vulnérables (jeunes enfants, personnes âgées) qui se sentent ainsi en meilleure sécurité.
À propos du transport de marchandises, l'usage des voies fluviales et ferroviaires devrait être intensifié et couplé aux réflexions à engager sur la logistique urbaine dite « du dernier kilomètre », qui peut d'ailleurs intégrer des livraisons urbaines en vélo-cargos.

Ensuite, comme il sera toujours nécessaire de conserver des transports motorisés, l'atténuation du changement climatique impose de baisser les émissions de GES de tous les véhicules, obtenue principalement grâce aux changements de motorisation. La mesure principale reste l'électrification des transports routiers. Des mesures nationales ou européennes vont favoriser cette mutation pour les véhicules particuliers. Localement, des mesures comme la mise en place de la Zone à Faibles Émissions – mobilité sur la Métropole vont inciter progressivement au renouvellement du parc automobile. Il convient d'ajouter que ces mesures peuvent être socialement difficiles à accepter car pouvant avoir un impact sur les inégalités sociales qu'il sera nécessaire d'identifier et d'accompagner.
Au niveau des transports collectifs, la Métropole a commencé à intégrer des bus 100 % électriques dans sa flotte. Toutefois, des défis technologiques subsisteront pour répondre aux contraintes d'exploitation importantes telles que les fortes pentes sur certaines lignes, ou la nécessité d'assurer le confort climatique des passagers. L'alimentation 100 % électrique ne sera peut-être pas la seule solution technologique à envisager.
Les transports de marchandises devront également faire évoluer leur motorisation. Les technologies d'alimentation électrique des poids lourds par le sol ou par voie de caténaires commencent à être testées. Concernant le transport fluvial de marchandises, l'électrification des postes à quai, déjà engagée par HAROPA et VNF, est une première démarche importante vers la décarbonation de ces modes de transport.
Par ailleurs, d'autres mesures d'atténuation concernent une optimisation des déplacements résiduels. Sur les courtes distances, le covoiturage permet bien souvent de réduire le nombre de véhicules en circulation par la mutualisation de déplacements prévus initialement en voiture. À l'inverse, sur de longues distances, l'usage du covoiturage peut parfois offrir une opportunité de déplacements, ou remplacer un déplacement en train, n'aboutissant donc pas à la réduction du nombre de véhicules en circulation. Dans les deux cas, le covoiturage permet de réduire l'impact individuel du déplacement réalisé. Sur le même principe, la pratique émergente du co-colisage, désormais proposée sur internet, est une autre approche pour optimiser l'usage des véhicules, tout en limitant le nombre de véhicules circulant. À une plus large échelle, les transporteurs routiers recherchent de plus en plus l'optimisation de leurs déplacements à des fins d'économies en limitant les trajets à vide.
En seconde approche, la congestion routière étant une cause de surconsommation et donc d'émissions polluantes, toutes les mesures visant à fluidifier le trafic permettent d'atténuer l'impact des transports routiers sur le changement climatique. On peut citer les mesures de régulation d'accès, de vitesse, mais également d'autres mesures indirectes comme le décalage d'heures de prise de poste dans certaines zones à forte densité d'emplois ou l'information en temps réel ou prévisionnel de l'état du trafic permettant de répartir les trafics sur les plages creuses.

Enfin, les processus de construction, d'entretiens et d'exploitation des infrastructures peuvent être optimisés pour atténuer l'impact de ces activités sur le changement climatique. Nous pouvons citer, par exemple, la mise en œuvre d'enrobés à faible température pour le renouvellement des chaussées.

Toutes ces mesures d'atténuation doivent cependant être évaluées afin de mesurer leurs impacts globaux. Il sera nécessaire aussi de lutter contre les effets d'aubaines, comme par exemple des pratiques de covoiturage qui dissimuleraient une activité clandestine de transports de personnes et qui sont contraires à la logique d'une meilleure efficience des déplacements résiduels.

### …et ensuite pour s'adapter aux impacts de celui-ci

Comme évoqué dans la partie précédente, les infrastructures de transport subissent de multiples effets du changement climatique. En premier lieu, il est nécessaire d'identifier les vulnérabilités des différents ouvrages aux multiples aléas climatiques. Pour les infrastructures existantes, l'adaptation passera dans un second temps par de probables travaux de renforcement, ou à défaut d'anticipation des réparations prévisionnels en cas d'événements. Lorsque l'adaptation ne sera que trop difficilement envisageable, il conviendra alors d'identifier les alternatives possibles. Les référentiels techniques des nouvelles constructions, mais également des véhicules devront être adaptés.

Le changement climatique risque d'entraîner principalement l'augmentation de la fréquence des phénomènes climatiques de forte intensité occasionnant les diverses ruptures de service de mobilité évoquées précédemment. Afin d'atténuer les divers impacts, il est nécessaire d'anticiper au maximum ces difficultés de service en préparant au préalable des plans de continuité de service intégrant ces nouveaux aléas. Ce travail de préparation à la gestion de crise concernera les gestionnaires d'infrastructures mais devrait concerner toutes les parties prenantes dans la mobilité. Ainsi par exemple, les employeurs pourraient faire évoluer les conditions de travail pour limiter les déplacements en situation dégradée ou perturbée ; adapter les horaires pendant les fortes chaleurs ou faciliter le télétravail pour limiter les déplacements. La crise sanitaire de la COVID-19 aura démontré que bon nombre d'activités peuvent fonctionner, de manière plus ou moins dégradée, en télétravail, ce qui diminue le besoin de mobilité, et atténue les effets d'une rupture de service.

Enfin, pour que les modes actifs puissent continuer à participer à l'atténuation du changement climatique, il sera nécessaire d'accompagner cette pratique pour qu'elle puisse d'adapter aux impacts de celui-ci. Lors des fortes chaleurs, de l'ombrage sur les voies cyclables ou les trottoirs, mais également l'accès facilité à des points d'eau seront très appréciés. Nous retrouvons ici le principe des arcades que l'on retrouve dans certaines villes d'Italie par exemple. De plus, l'usage de vélos à assistance électrique (VAE) sera un atout supplémentaire pour rejoindre certains secteurs pentus du territoire.

Toutes ces pistes d'adaptation nécessitent d'approfondir les réflexions pour identifier d'une part les « maillons » les plus sensibles mais aussi les plus critiques pour l'ensemble des mobilités de la Métropole.

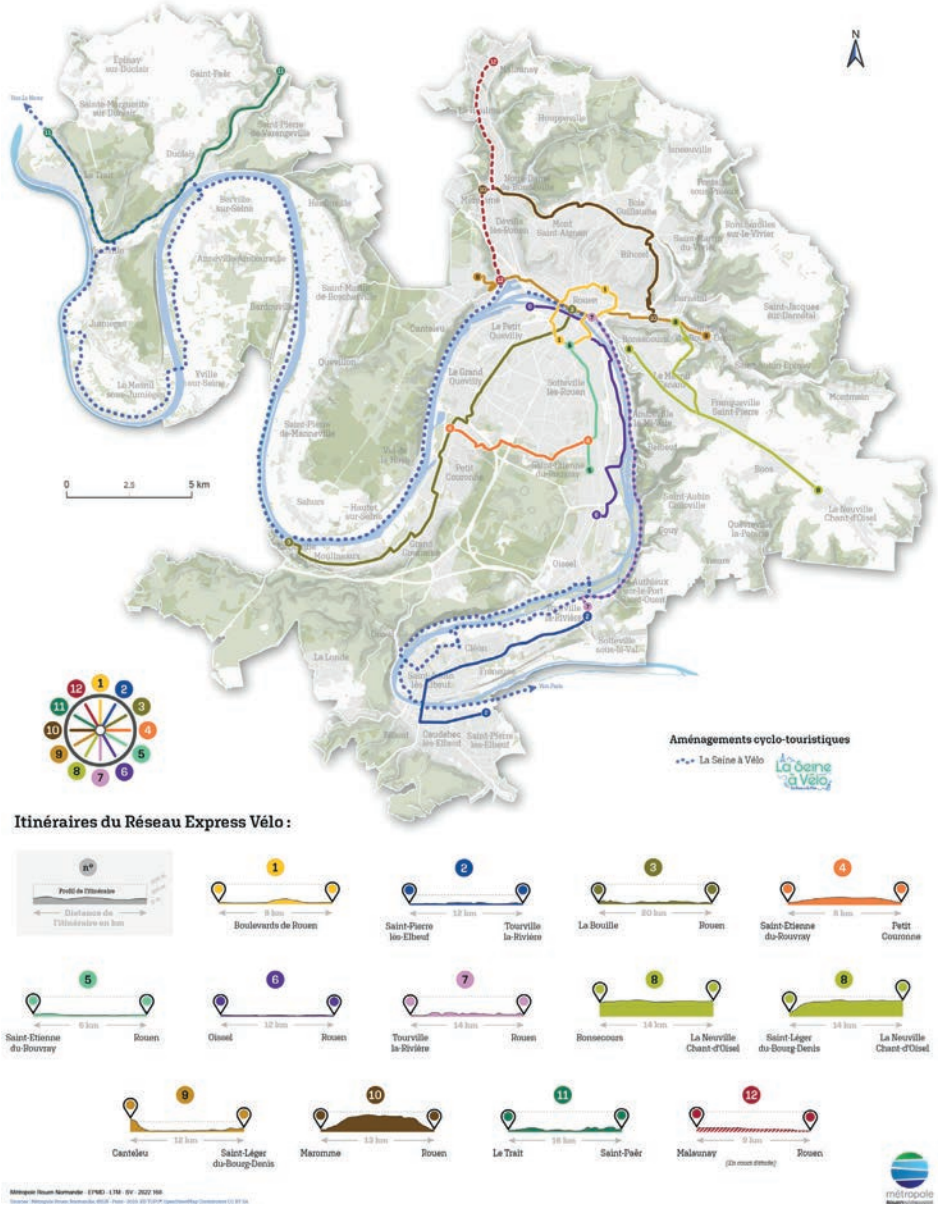


**Figure 13 : Plan du Réseau Express Vélo de la Métropole Rouen Normandie visant à développer des itinéraires cyclables structurants sur le territoire – Source : Métropole Rouen Normandie, 2022**

# Conclusion

## Impacts du changement climatique sur les mobilités à l'échelle de la Métropole Rouen Normandie

### CARACTÉRISTIQUES DU TERRITOIRE

- Une métropole traversée par la Seine au cœur d'une importante activité portuaire et fluviale.
- Un réseau routier maillé et avec une topographie contrastée, supportant la majorité des déplacements personnels.
- Un réseau ferré en étoile autour de la gare de Rouen rive droite, offrant une desserte du bassin de vie et une liaison vers Paris.
- Un réseau de transports en commun bien développé autour de lignes structurantes (tramway et TEOR), avec une fréquentation en augmentation.
- Un réseau cyclable en développement supportant une pratique en augmentation, bien qu'encore faible.

### ACTIONS POUR L'ATTÉNUATION

- Optimiser les besoins de mobilité des voyageurs et des marchandises.
- Privilégier les transports peu émetteurs de gaz à effet de serre.
- Optimiser l'usage et l'efficience des déplacements résiduels.
- Améliorer le bilan carbone des processus de construction, d'entretien et d'exploitation des infrastructures de transport.

### CHANGEMENT CLIMATIQUE À L'HORIZON 2100

- Baisse des précipitations en Normandie : -100 à -200 mm en moyenne annuelle.
- Augmentation des événements pluvieux extrêmes en Normandie : + 2 % à 10 %.
- Élévation du niveau marin : +0,6 % à 1,1 m.
- Augmentation des durées des canicules en Normandie : +10 à +30 jours par an.
- Ensoleillement plus important.
- Augmentation de la température de l'air entre +1 °C et +6 °C selon les scenarii.

### IMPACTS ATTENDUS SUR LES INFRASTRUCTURES

- Inondations des axes de transports terrestres.
- Endommagements des ouvrages d'arts et des berges.
- Effondrements ou glissements de terrains.
- Diminution temporaire des capacités de circulation sur les voies ferrées et sur les fleuves.
- Accélération du vieillissement des infrastructures.

### IMPACTS ATTENDUS SUR LES MOBILITÉS

- Ruptures importantes du réseau de transport :
  - congestion et reports d'itinéraires.
  - impossibilités d'accès à certaines zones.
  - difficultés d'accès à certaines zones.
- Dégradation du confort de pratique des modes actifs.
- Baisse de la qualité de l'offre des TC.
- Baisse du confort des déplacements.
- Limitation des possibilités de navigation et d'accès aux ports.

### ACTIONS POUR L'ADAPTATION DU TERRITOIRE

#### MIEUX CONNAÎTRE LA VULNÉRABILITÉ DU SYSTÈME DE TRANSPORT LOCAL

- Disposer d'une meilleure vision des vulnérabilités individuelles de chaque composant du système de transport.
- Évaluer l'impact de défaillances multiples sur la performance du réseau afin de mieux comprendre les impacts directs et indirects sur les mobilités.
- Analyser la sensibilité des usagers aux défaillances du système de transport et leur capacité de résilience.

#### RENFORCER LES INFRASTRUCTURES

- Consolider les différentes composantes du système de transport.
- Adapter les modes de construction aux nouveaux aléas :
  - infrastructures plus robustes…
  - … mais aussi protégeant les usagers des aléas.

#### ANTICIPER LES EFFETS DES RUPTURES DES SERVICES DE MOBILITÉ

- Développer la culture du risque.
- Élaborer des plans de gestion de crise mobilisant tous les acteurs.
- Sensibiliser le grand public sur ses possibilités d'action pour limiter l'impact des perturbations.

# Recommandations pour l'amélioration des connaissances

**1** Les impacts sur la mobilité du changement climatique étant très liés à ceux sur les réseaux de transport, il serait nécessaire de réaliser une analyse de la vulnérabilité physique du réseau de transport, en privilégiant en premier, les points sensibles comme les franchissements de Seine ou le tramway. Cette démarche vise à identifier les « maillons » les plus sensibles du système de transport et permettrait de prioriser les actions à mener.

---

**2** Il serait également utile de mener une analyse de la vulnérabilité fonctionnelle du système de transport. Ceci permettrait d'identifier l'impact de défaillances sur la performance du réseau. Pour la partie routière, il pourrait s'agit de poursuivre le travail initié sur des tronçons isolés (cf. encart spécifique sur le PNACC) en croisant avec les aléas identifiés sur la Métropole. Ainsi, il pourra déterminer les « maillons » les plus essentiels à sa résilience.

---

**3** Enfin, face aux impacts du changement climatique, il pourrait être très instructif de mieux connaître la sensibilité des habitants sur leurs comportements de mobilité. Une enquête orientée vers les habitants permettrait d'identifier les bons leviers pour favoriser les changements de comportement aussi bien dans une optique d'atténuation mais aussi d'adaptation. Cette démarche pourrait être menée en lien avec une prochaine EMC² [1] ou préparée en anticipation pour être enclenchée juste après un événement.

*[1] EMC²: Enquêtes Mobilités certifiées par le Cerema, nouvel intitulé des EMD*

# Bibliographie

Agence d'urbanisme Brest Bretagne. (2020, octobre). Et si nous revenions sur nos idées reçues ? *Mobilité | Ouest Breton -*. Récupéré sur https://adeupa-brest.fr/system/files/publications/fichierjoint/WEB_007080_Observatoire_mobilite_6_v2.pdf

ANSELME, T., SAVARY, M., & DESCLIDES, D. (2014). *Plan National Adaptation au Changement Climatique - évaluation des enjeux trafic via l'utilisation d'un modèle de déplacement.* Cerema.

Cerema. (2018). *Adapter la mobilité d'un territoire au changement climatique.* Cerema.

Cerema. (2018). *Enquête ménages déplacements 2016-2017 - Aire urbaine de Rouen et Communauté d'agglomération Seine Eure - Synthèse des résultats.*

Cerema. (2018). *Enquête Ménages Déplacements 2017 - Principaux résultats - Métropole Rouen Normandie.*

Cerema. (2019, mars 2021). *EMC²: l'Enquête Mobilité Certifiée Cerema (EMC², anciennement Enquête Ménages Déplacement - EMD).* Récupéré sur Cerema.fr : https://www.cerema.fr/fr/actualites/emc2-enquete-mobilite-certifiee-cerema-emc2-anciennement

Cerema. (2019). *Vulnérabilités et risques : les infrastructures de transport face au climat.* Cerema.

FILOCHE, A. (2021, octobre 18). *Fast et Teor : quatre nouvelles lignes de bus bientôt en circulation dans l'agglo de Rouen.* Récupéré sur 76Actu : https://actu.fr/normandie/rouen_76540/fast-et-teor-quatre-nouvelles-lignes-de-bus-bientot-en-circulation-dans-l-agglo-de-rouen_45711505.html

HAROPA. (2021, février 2015). *HAROPA - Port du Havre et les 11 ports mondiaux du programme d'actions international des ports pour le climat lancent une nouvelle série de mesures pour lutter contre le changement climatique.* Récupéré sur Haropa.fr : https://www.haropaport.com/fr/actualites/haropa-port-du-havre-et-les-11-ports-mondiaux-du-programme-dactions-international-des

HAROPA. (2021). *Rapport d'activité 2020.*

HAROPA, SNCF. (2021). *Communiqué de presse - SNCF Réseau et Haropa s'unissent pour développer le fret ferroviaire sur l'axe Seine.* Récupéré sur https://www.sncf-reseau.com/sites/default/files/2021-03/CP_FFAS_2021.pdf

IPCC/GIEC (Intergovernmental panel on climate change). (2022). *Climate Change 2022 - Impacts, adaptation and vulnerability - Summary for policymakers.*

KAZMIERCZAK, L., AUBERT, M., & CHARRIER, F. (2020). *Les forêts de la Métropole Rouen Normandie face au changement climatique. Rapport du GIEC local pour la Métropole Rouen Normandie.*

KAZMIERCZAK, L., LAIGNEL, B., & CHARRIER, F. (2019). *La ressource en eau et le risque inondation dans la Métropole Rouen Normandie : constat et analyse prospective dans un contexte de changement climatique. Rapport du GIEC local pour la Métropole Rouen Normandie.*

Métropole Rouen Normandie. (2020). *OMMeR 2019.*

Métropole Rouen Normandie. (2021). *Rapport d'activité et de développement durable 2020.*

ORECAN – Atmo Normandie – Inventaire version 3.2.8 et ORECAN – Biomasse Normandie – version 12_21 (Transport routier) – Biomasse Normandie –
version v1.0 (Transport non routier) – Biomasse Normandie – version 09.19 (Séquestration Carbone) – Format de rapportage PCAET_ORECAN

SAVARY, M., ANSELME, T., COMBES, F., & HOMBOURGER, E. (2014). Assessing road network's disruption due ti climate change : testing a methodology based on static traffic assignment model. *European Transport Conference*.

SAVARY, M., SAVALLE, D., & KERMEL, M. (2017). *Fermeture du Pont Mathilde à Rouen - Impact sur la moblité au sein de l'agglomération.* Cerema.

SAVARY, M., SAVALLE, D., & MARCHESSE, C. (2016). *Fermeture du Pont Mathilde à Rouen - Impact sur la mobilité au sein de l'agglomération.* Cerema.

University of Cambridge. (2014). *Changement climatique : répercussions sur les transports - Principales conclusions du Cinquième Rapport d'Évaluation (AR5) du GIEC.*

# Notes

**En cas d'utilisation de données ou d'éléments de ce rapport, il doit être cité selon la forme suivante :**
Savary M. (2022). Analyse synthétique des effets du changement climatique sur les mobilités dans la Métropole Rouen Normandie. Rapport du GIEC Local pour la Métropole Rouen Normandie, 24p.
Le GIEC Local ne serait en aucune façon responsable des interprétations, productions intellectuelles, et publications diverses résultant des résultats de leurs travaux et pour lesquelles il n'aurait pas donné d'accord préalable.
Le GIEC Local est un groupe d'experts créé dans le cadre de la COP21 Rouen Normandie animée par la Métropole Rouen Normandie. Les experts proviennent des structures suivantes :

## CONTACT

Léo KAZMIERCZAK - Chargé de projet climat
leo.kazmierczak@metropole-rouen-normandie.fr
Charlotte CÉLESTIN - Responsable de projets PCAET
charlotte.celestin@metropole-rouen-normandie.fr

Métropole Rouen Normandie | novembre 2022 | Crédit photo ©