

PROJET DE PLAN DE MOBILITE

MEMOIRE EN REPONSE

**MISSION REGIONALE D'AUTORITE
ENVIRONNEMENTALE**

**5-4 DIAGNOSTIC REALISE POUR L'ELABORATION
DU PROJET DU PLAN DE MOBILITE**



SOMMAIRE

1 - PRÉAMBULE	5
1.1 - Qu'est-ce qu'un Plan De Mobilité.....	5
1.2 - Le périmètre du Plan De Mobilité.....	6
1.3 - Période de validité du Plan De Mobilité	6
1.4 - Quelques notions juridiques à prendre en compte.....	6
1.4.1 - Les documents avec lesquels le PDM doit être compatible.....	6
1.4.2 - Les documents et mesures qui doivent être compatibles avec le PDU.....	6
1.5 - Modalités d'élaboration du diagnostic	7
2 - LE DIAGNOSTIC DU PDM	8
2.1 - Territoire et population	8
2.1.1 - La Communauté Urbaine du Havre Seine Métropole.....	8
2.1.2 - Topographie	9
2.1.3 - Population	10
2.1.4 - Évolution constatée de la population	11
2.1.5 - Emplois et migrations alternantes	12
2.1.6 - Motorisation des ménages.....	15
2.2 - Le Plan De Déplacements Urbains de 2013.....	16
2.3 - Les autres documents d'orientation	18
2.3.1 - Le SRADDET.....	18
2.3.2 - Le SCOT	20
2.3.3 - Le PCAET	21
2.4 - Comment se déplace-t-on sur le territoire ?.....	23
2.4.1 - Environ 1 million de déplacements quotidiens sur la Communauté Urbaine.....	23
2.4.2 - Répartition des déplacements sur le territoire	24
2.4.3 - Déplacements intra et inter communaux	26
2.4.4 - Répartition modale des déplacements.....	27
2.5 - Diagnostics thématiques	29
2.5.1 - Circulation automobile et stationnement	29
2.5.2 - Transports Collectifs Urbains.....	32
2.5.3 - Transports Collectifs Interurbains.....	36
2.5.4 - Parkings-relais et intermodalité.....	38
2.5.5 - Covoiturage	39
2.5.6 - Marche à pied.....	40
2.5.7 - Vélo	41
2.5.8 - Engins de Déplacements Personnels Motorisés.....	43
2.5.9 - Sécurité routière	44
2.5.10 - Logistique Urbaine	45
2.5.11 - Infrastructures de Recharge des Véhicules Électriques	45
2.5.12 - Management de la mobilité	46

2.5.13 - Tourisme	46
2.6 - Conclusions : enjeux retenus pour le plan de mobilité.....	47

1 - PRÉAMBULE

1.1 - Qu'est-ce qu'un Plan De Mobilité

Le Plan de Mobilité détermine les principes régissant l'organisation de la mobilité des personnes et du transport des marchandises, la circulation et le stationnement dans le ressort territorial de l'Autorité Organisatrice de la Mobilité (AOM).

Il vise à contribuer à la diminution des émissions de Gaz à Effet de Serre liées au secteur des transports, selon une trajectoire cohérente avec les engagements de la France.

Ses nombreux objectifs sont précisés dans l'article L1214-2 du code des transports et le Plan De Mobilité vise ainsi à assurer :

- L'équilibre durable entre les besoins de mobilité, d'une part, et la protection de l'environnement d'autre part ;
- Le renforcement de la cohésion sociale et territoriale,
 - En particulier, l'amélioration de l'accès aux services de mobilité des territoires ruraux, des quartiers prioritaires, ainsi que des personnes à mobilité réduite,
- L'amélioration de la sécurité de tous les modes,
 - Partage de la voirie équilibré entre les différents modes de transport,
 - Suivi des accidents impliquant au moins un piéton, un cycliste ou un utilisateur d'engin de déplacement personnel,
- La diminution du trafic automobile et le développement des usages partagés des véhicules,
- Le développement des transports collectifs et des modes actifs,
 - Intégration des schémas cyclables et piétons,
- L'amélioration de l'usage du réseau principal de voirie par un partage de la voirie entre les différents modes,
- L'organisation du stationnement réglementé,
 - Délimite les périmètres de desserte TC permettant de réduire ou de supprimer les obligations du PLU,
 - La localisation des parkings-relais,
- L'organisation des conditions d'approvisionnement logistique de l'agglomération,
- Le développement des plans de mobilité employeur et de plans de mobilité d'établissements de formation,
- L'amélioration des conditions de franchissement des passages à niveau (en particulier par les modes actifs et transports scolaires),
- L'organisation d'une tarification et d'une billettique intégrées,
- La réalisation, la configuration et la localisation d'Infrastructures de charge de véhicules électriques (IRVE).

1.2 - Le périmètre du Plan De Mobilité

Le périmètre d'action du Plan De Mobilité (PDM) est le Périmètre des Transports Urbains (PTU). Dans le cas de la Communauté Urbaine du Havre Seine Métropole (LHSM), le PTU est identique à celui de la Communauté Urbaine et comprend 54 communes.

1.3 - Période de validité du Plan De Mobilité

Le PDU doit être approuvé courant 2023. Ainsi, le PDM sera valable sur la période 2023 – 2033.

1.4 - Quelques notions juridiques à prendre en compte

1.4.1 - Les documents avec lesquels le PDM doit être compatible

Le PDM se doit d'être compatible avec :

- Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT), document d'urbanisme qui fixe les orientations fondamentales de l'organisation du territoire à l'échelle de plusieurs communes ou groupements de communes,
- Le futur Plan Climat-Air-Énergie Territorial (PCAET), projet de territoire axé sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la réduction de la dépendance énergétique et la limitation de la vulnérabilité climatique en permettant d'adapter les territoires sur les court, moyen et long termes,
- Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET).

1.4.2 - Les documents et mesures qui doivent être compatibles avec le PDU

Les documents et mesures suivantes se doivent d'être compatibles avec le PDU :

- Les Plan Locaux d'Urbanisme (PLU), documents d'urbanisme de planification à l'échelle communale.
- Les mesures de police de circulation et de stationnement prises par les communes.

1.4.2.1 - Notions de compatibilité et de conformité

Le rapport entre le PDU d'une part et le SCOT, le PCAET et les PLU, d'autre part, se base sur une notion de compatibilité (et non de conformité).

Le rapport de compatibilité exige que les dispositions d'un document ne fassent pas obstacle à l'application des dispositions du document avec lequel il doit être compatible et ne comportent pas de différences substantielles de nature à remettre en question les orientations et les équipements de ce document (le rapport de conformité exigerait que les dispositions d'un document soient strictement identiques à celles du document avec lequel il doit être conforme).

1.5 - Modalités d'élaboration du diagnostic

Ce diagnostic a été élaboré sur la base :

- D'analyses bibliographiques de données et document sources :
 - Documents d'orientation existants,
 - Données socio-économiques (INSEE),
 - Enquête ménages déplacements 2018,
 - Rapports d'activité de l'Exploitant LiA,
 - ...
- D'une vingtaine d'entretiens menés auprès de différents acteurs du territoire (associations, monde universitaire et économique, services communautaires et partenaires institutionnels, ...);
- De groupes de travail regroupant les mêmes acteurs ;
- D'un comité technique et d'un comité de pilotage.

2 - LE DIAGNOSTIC DU PDM

2.1 - Territoire et population

2.1.1 - La Communauté Urbaine du Havre Seine Métropole

La Communauté Urbaine Le Havre Seine Métropole (LHSM) est issue du regroupement, en 2019, de la COmmunauté De l'Agglomération Havraise (Codah) et des communautés de communes de Caux Estuaire et du canton de Criquetot-L'Esneval.

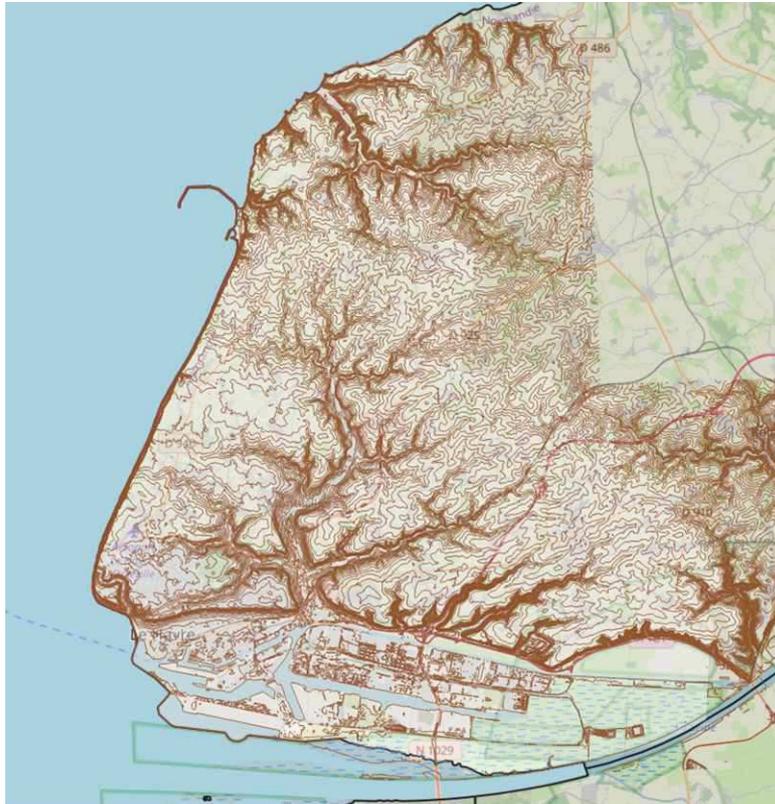
Elle regroupe **54 communes sur un territoire d'environ 30 km de côté.**



LE TERRITOIRE DE LHSM

2.1.2 - Topographie

La territoire de la Communauté Urbaine dispose d'une **topographie de plateaux**, qui combine des espaces relativement plats et propices aux modes actifs, à des espaces de fort dénivelé (ville haute / ville basse, Vallée de la Lézarde, ...).



COURBES DE NIVEAU



CARTE DU RELIEF (IGN)

2.1.3 - Population

2.1.3.1 - Population de l'EPCI

La Communauté Urbaine accueille aujourd'hui environ **270 000 habitants** et se situe ainsi au 30^{ème} rang des établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) français en termes de population.

Num	EPCI	Population 2017
20	CA Communauté Paris-Saclay	316 389
21	CA du Pays Basque	309 201
22	CU Angers Loire Métropole	296 390
23	CU du Grand Reims	295 014
24	Tours Métropole Val de Loire	293 035
25	Clermont Auvergne Métropole	289 817
26	Orléans Métropole	286 257
27	CA de Béthune-Bruay, Artois-Lys Romane	276 895
28	CA Val Parisis	275 797
29	CA Mulhouse Alsace Agglomération	273 564
30	CU du Havre Seine Métropole	269 060
31	CU Perpignan Méditerranée Métropole	268 005
32	CU Caen la Mer	267 262
33	CA Versailles Grand Parc (C.A.V.G.P.)	266 453
34	CA de Nîmes Métropole	258 070
35	Métropole du Grand Nancy	256 769
36	Dijon Métropole	253 638
37	CA de Lens - Liévin	241 934
38	CA de Saint-Quentin-en-Yvelines	229 353
39	CA Paris - Vallée de la Marne	226 405
40	CA Valence Romans Agglo	221 737

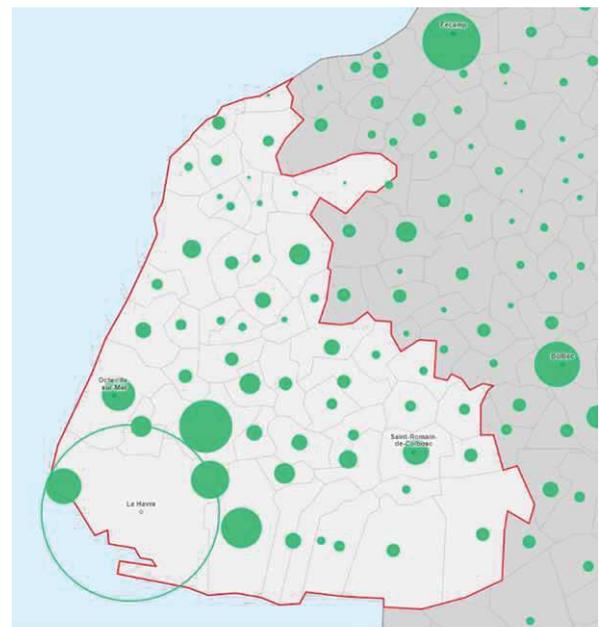
POPULATION DES EPCI FRANÇAISES (INSEE 2017)

2.1.3.2 - Populations communales

La répartition de la population sur le territoire est la suivante :

- Près des deux-tiers sur la ville du Havre (63%),
- 20% dans 6 communes de plus de 4 000 habitants (St Romain de Colbosc et périphérie du Havre),
- 20% dans les 47 communes restantes, dont la taille varie de 100 à 3 000 habitants.

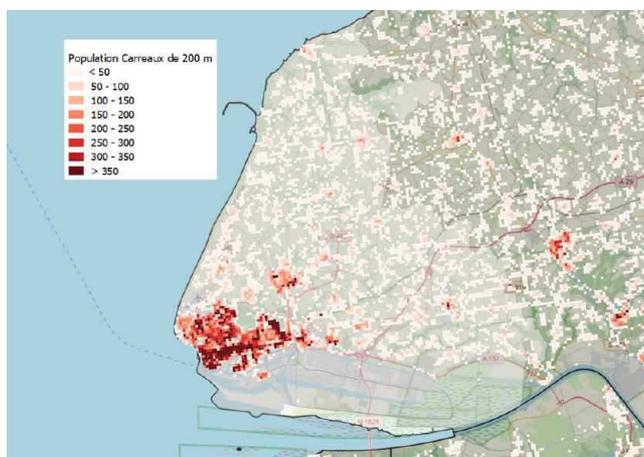
Commune	Pop 2017	%	Commune	Pop 2017	%
Le Havre	170 147	63.2%	Mannevillette	868	0.3%
Montvilliers	15 612	5.8%	Sainneville	846	0.3%
Gonfreville-l'Orcher	9 057	3.4%	Sandouville	801	0.3%
Harfleur	8 449	3.1%	Les Trois-Pierres	751	0.3%
Sainte-Adresse	7 389	2.7%	Gommerville	738	0.3%
Octeville-sur-Mer	5 918	2.2%	Épretot	735	0.3%
Saint-Romain-de-Colbosc	4 132	1.5%	Heuqueville	718	0.3%
Épouville	2 686	1.0%	Le Tilleul	695	0.3%
Fontaine-la-Mallet	2 626	1.0%	Bordeaux-Saint-Clair	666	0.2%
Gainneville	2 582	1.0%	Saint-Vincent-Cramesnil	655	0.2%
Criquetot-l'Esneval	2 567	1.0%	Saint-Gilles-de-la-Neuville	645	0.2%
Saint-Aubin-Routot	1 900	0.7%	Graimbouville	615	0.2%
Saint-Jouin-Bruneval	1 869	0.7%	Saint-Martin-du-Bec	609	0.2%
Cauville-sur-Mer	1 547	0.6%	Anglesqueville-l'Esneval	598	0.2%
Saint-Martin-du-Manoir	1 512	0.6%	Beaurepaire	497	0.2%
Turretot	1 469	0.5%	La Poterie-Cap-d'Antifer	453	0.2%
Saint-Laurent-de-Brèvedent	1 467	0.5%	Notre-Dame-du-Bec	452	0.2%
Angerville-l'Orcher	1 426	0.5%	Vergetot	442	0.2%
Rogerville	1 416	0.5%	Oudalle	440	0.2%
Gonneville-la-Mallet	1 334	0.5%	Sainte-Marie-au-Bosc	367	0.1%
Étretat	1 291	0.5%	Hermeville	366	0.1%
La Cerlangue	1 289	0.5%	Cuerville	351	0.1%
La Remuée	1 284	0.5%	Villainville	294	0.1%
Manéglise	1 261	0.5%	Fongueusemare	189	0.1%
Fontenay	1 240	0.5%	Bénuville	179	0.1%
Rolleville	1 195	0.4%	Pierrefiques	135	0.1%
Étainhus	1 160	0.4%			
Saint-Vigor-d'Ymonville	1 130	0.4%			
			TOTAL	269 060	100.0%



POPULATIONS COMMUNALES (INSEE 2017)

Cette répartition se retrouve dans les densités de population avec :

- Une densité relativement élevée sur la ville du Havre (en particulier Ville Basse et Caucriauville),
- Quelques îlots de densités à l'extérieur de ce périmètre (Montvilliers, St Romain de Colbosc, ...),
- Une densité relativement faible sur le reste du territoire.

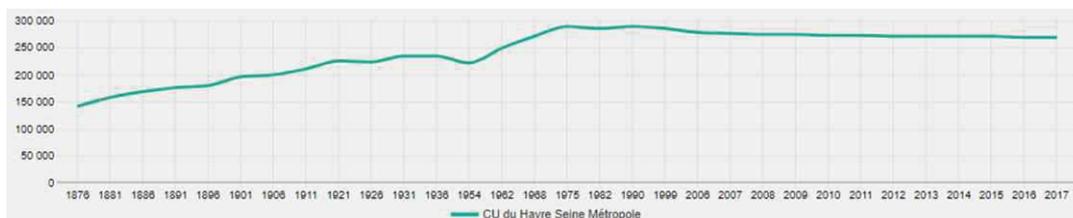


POPULATION PAR CARREAUX DE 200 M (INSEE)

2.1.4 - Évolution constatée de la population

L'analyse de l'évolution de population sur une longue période (1876 à nos jours) montre :

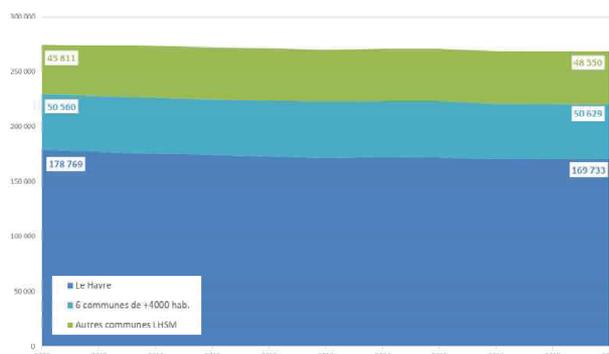
- Une forte croissance de population jusqu'en 1975,
- Une période de stabilité de 1975 à 1990,
- Une **légère décroissance depuis les années 1990**.



ÉVOLUTION DE LA POPULATION DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE 1876 À NOS JOURS

De 2008 à 2018, la population de la Communauté Urbaine a diminué de 2%. Classiquement, cette décroissance s'est concentrée sur la ville-centre :

- -5% la Ville du Havre,
- Stabilité sur les 6 communes de plus de 4 000 habitants,
- +6% sur les communes de moins de 3 000 habitants.



ÉVOLUTION 2008-2018 DE LA POPULATION SELON LA TAILLE DES COMMUNES

2.1.5 - Emplois et migrations alternantes

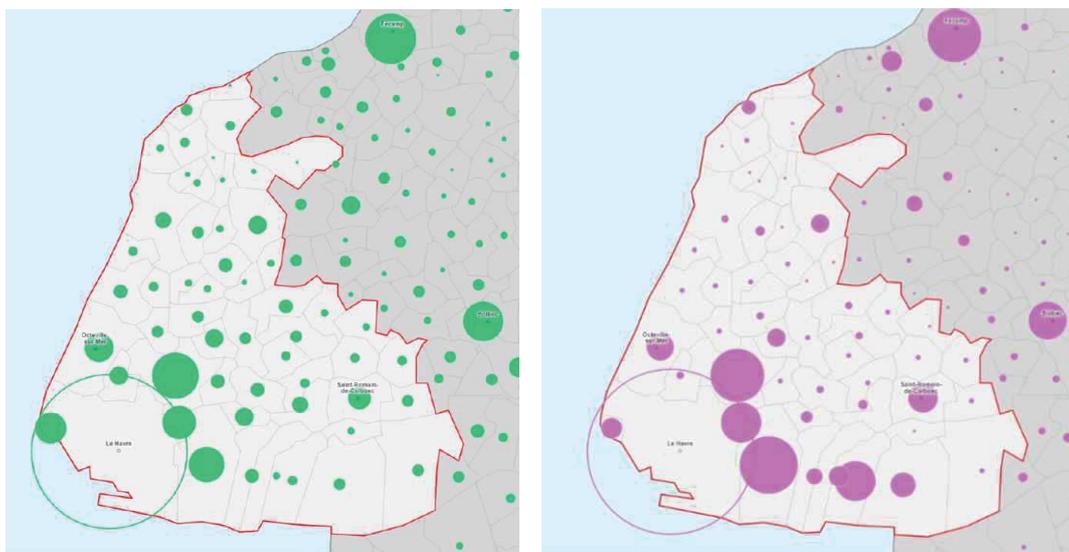
2.1.5.1 - Emplois et actifs

La Communauté Urbaine dispose de **113 000 emplois** et accueille 118 000 actifs, dont **99 000 actifs avec emploi**.

On note une certaine similitude entre la répartition de la population et des emplois sur le territoire, ainsi la ville du Havre regroupe près des deux-tiers de la population communautaire, mais aussi des emplois et des actifs.

Commune	Emplois	%	Actifs	%	Commune	Emplois	%	Actifs	%
Le Havre	71 229	63%	73 482	62%	Saint-Martin-du-Manoir	123	0%	684	1%
Gonfreville-l'Orcher	9 060	8%	4 043	3%	Saint-Martin-du-Bec	120	0%	298	0%
Montvilliers	7 775	7%	6 988	6%	Le Tilleul	118	0%	304	0%
Sandouville	4 341	4%	399	0%	Sainneville	113	0%	394	0%
Harfleur	4 208	4%	3 918	3%	Heuqueville	110	0%	345	0%
Saint-Romain-de-Colbosc	2 391	2%	1 730	1%	La Remuée	102	0%	649	1%
Octeville-sur-Mer	2 069	2%	2 762	2%	Manéglise	88	0%	615	1%
Saint-Vigor-d'Ymonville	1 632	1%	560	0%	Graimbouville	87	0%	321	0%
Sainte-Adresse	1 327	1%	3 082	3%	Les Trois-Pierres	82	0%	362	0%
Oudalle	1 242	1%	221	0%	Fontenay	78	0%	567	0%
Épouville	974	1%	1 142	1%	Gommerville	78	0%	352	0%
Criquetot-l'Esneval	912	1%	1 095	1%	Saint-Vincent-Cramesnil	73	0%	322	0%
Rogerville	866	1%	619	1%	Bordeaux-Saint-Clair	61	0%	298	0%
Étretat	593	1%	501	0%	Vergetot	53	0%	224	0%
Gainneville	505	0%	1 200	1%	Anglesqueville-l'Esneval	53	0%	292	0%
Gonneville-la-Mallet	339	0%	605	1%	Villainville	48	0%	154	0%
Saint-Aubin-Routot	282	0%	610	1%	Saint-Gilles-de-la-Neuville	44	0%	330	0%
Fontaine-la-Mallet	242	0%	1 051	1%	Hermeville	44	0%	176	0%
Saint-Laurent-de-Brévedent	230	0%	704	1%	Sainte-Marie-au-Bosc	41	0%	182	0%
Saint-Jouin-Bruneval	201	0%	908	1%	La Poterie-Cap-d'Antifer	35	0%	204	0%
Angerville-l'Orcher	196	0%	667	1%	Beaurepaire	35	0%	231	0%
Étainhus	191	0%	587	0%	Cuville	27	0%	174	0%
Rolleville	187	0%	541	0%	Bénouville	26	0%	79	0%
Turretot	146	0%	686	1%	Fongueusemare	25	0%	86	0%
La Cerlangue	134	0%	630	1%	Notre-Dame-du-Bec	22	0%	217	0%
Cauville-sur-Mer	132	0%	771	1%	Pierrefiques	8	0%	70	0%
Mannevillette	131	0%	459	0%	TOTAL	113 360	100%	118 274	100%
Épretot	129	0%	381	0%					

EMPLOIS AU LIEU DE TRAVAIL ET POPULATION ACTIVE PAR COMMUNE (INSEE 2017)



RÉPARTITION COMMUNALE DE LA POPULATION (À GAUCHE) ET DES EMPLOIS (À DROITE)
(SOURCE : OBSERVATOIRE DES TERRITOIRES)

2.1.5.2 - La Zone Industriolo-Portuaire (ZIP)

Située au Sud de la Communauté Urbaine, en bordure de la Seine, la Zone Industriolo-Portuaire s'étend sur 8 communes :

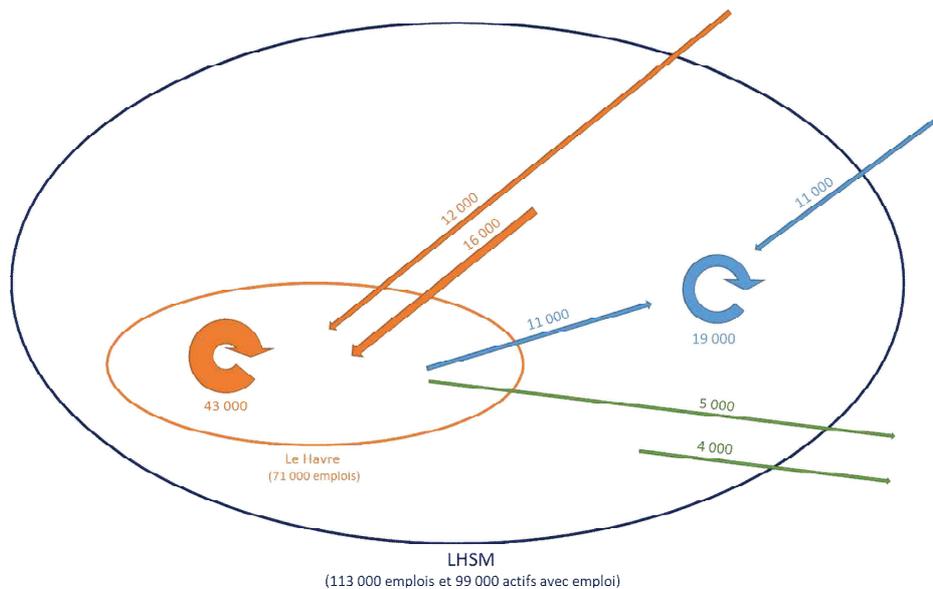
- Dont sept appartiennent à la Communauté Urbaine (Le Havre, Gonfreville L'Orcher, Rogerville, Oudalle, Sandouville, Saint-Vigor-d'Ymonville et La Cerlangue),
- Et une à la Communauté de Communes Caux Seine Agglo (Tancarville).

Elle concentre une **part importante des emplois du territoire** (31 000 emplois, soit 27% des emplois de la Communauté Urbaine).

2.1.5.3 - Navettes domicile-travail

L'analyse des navettes domicile-travail (donnée INSEE sur les actifs avec emploi) montre que :

- 90% des actifs de la Communauté Urbaine travaillent à l'intérieur de la Communauté urbaine,
- **50% des actifs travaillent dans leur commune de résidence,**
 - Ce chiffre monte à 80% pour la Ville du Havre.

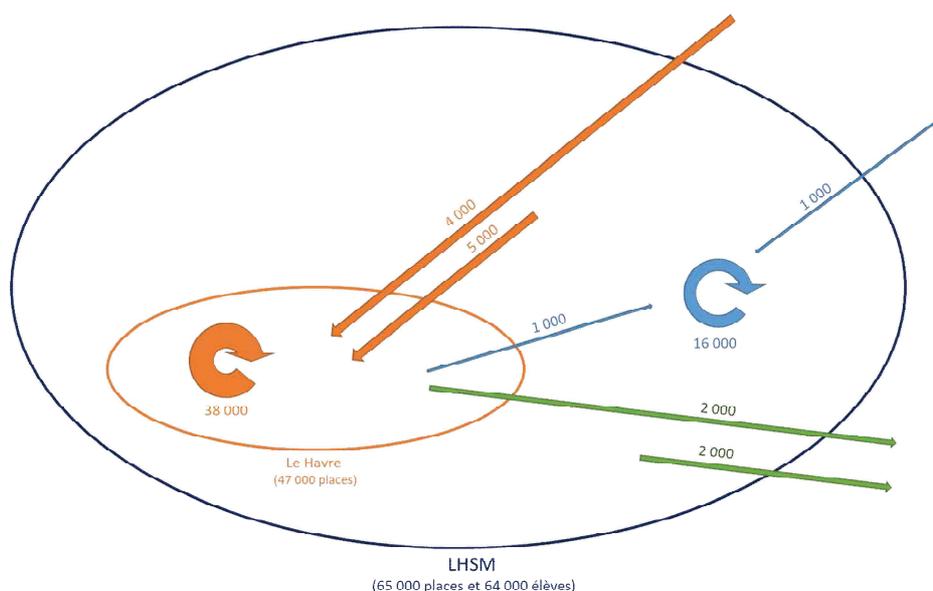


NAVETTES DOMICILE-TRAVAIL SUR LE TERRITOIRE DE LHSM (SOURCE INSEE)

2.1.5.4 - Navettes domicile-étude

Les navettes domicile-études (donnée INSEE sur les élèves des écoles, collèges, lycées et enseignement supérieur) concernent des effectifs environ deux fois plus faibles que les navettes domicile-travail (65 000 places en enseignement vs 113 000 emplois) . Leur analyse met toutefois en évidence un phénomène assez comparable :

- 95% des élèves de la Communauté Urbaine étudient à l'intérieur de la Communauté urbaine,
- **80% des élèves étudient dans leur commune de résidence,**
 - Ce chiffre monte à 95% pour la ville du Havre.



NAVETTES DOMICILE-ÉTUDE SUR LE TERRITOIRE DE LHSM (SOURCE INSEE)

2.1.6 - Motorisation des ménages

La motorisation des ménages de la Communauté Urbaine est relativement standard avec 1.1 véhicule / ménage (moyenne France = 1.2 véhicule / ménage).

A contrario, les logements sur le territoire de la Communauté Urbaine semblent relativement peu équipés en stationnement privatif ; ceux-ci ne pouvant accueillir qu'environ la moitié des véhicules des résidents (moyenne France = 13% des véhicules ne disposant pas de stationnement privatif).

COMMUNE	Résidences principales	Parkings privés	Voitures	Motorisation ménages	Bilan stationnement	% Park. / Voitures
Le Havre	80 974	36 193	73 601	0.91	-	37 408 49%
Montivilliers	6 888	4 712	8 966	1.30	-	4 254 53%
Harfleur	3 794	1 667	4 094	1.08	-	2 427 41%
Gonfreville-l'Orcher	3 723	2 267	4 264	1.15	-	1 997 53%
Sainte-Adresse	3 444	2 495	4 766	1.38	-	2 271 52%
Octeville-sur-Mer	2 308	2 012	3 798	1.65	-	1 786 53%
Saint-Romain-de-Colbosc	1 802	1 246	2 377	1.32	-	1 131 52%
Fontaine-la-Mallet	1 107	1 006	1 766	1.60	-	760 57%
Épouville	1 096	869	1 620	1.48	-	751 54%
Gainneville	965	790	1 505	1.56	-	715 52%
Criquepot-l'Esneval	961	753	1 413	1.47	-	660 53%
Saint-Jouin-Bruneval	735	589	1 185	1.61	-	596 50%
Étretat	662	375	652	0.98	-	277 57%
Saint-Martin-du-Manoir	596	550	1 015	1.70	-	465 54%
Angerville-l'Orcher	578	485	903	1.56	-	418 54%
Saint-Laurent-de-Brèvedent	575	514	984	1.71	-	470 52%
Turretot	564	507	912	1.62	-	405 56%
Gonneville-la-Mallet	561	422	787	1.40	-	365 54%
Cauville-sur-Mer	549	498	970	1.77	-	471 51%
Rogerville	509	442	842	1.65	-	399 53%
Saint-Aubin-Routot	492	415	818	1.66	-	403 51%
La Cerlangue	489	423	821	1.68	-	399 51%
Manéglise	481	421	832	1.73	-	411 51%
La Remuée	475	377	818	1.72	-	441 46%
Fontenay	463	431	807	1.74	-	375 53%
Étainhus	438	372	752	1.72	-	380 49%
Rolleville	437	360	682	1.56	-	322 53%
Saint-Vigor-d'Ymonville	393	350	684	1.74	-	334 51%
Sainneville	332	293	562	1.69	-	270 52%
Mannevillette	315	269	532	1.69	-	263 51%
Sandouville	295	252	484	1.64	-	232 52%
Les Trois-Pierres	292	262	500	1.72	-	238 52%
Le Tilleul	280	217	450	1.61	-	233 48%
Gommerville	274	251	452	1.65	-	200 56%
Bordeaux-Saint-Clair	264	214	405	1.53	-	192 53%
Épretot	257	218	454	1.77	-	236 48%
Heuqueville	249	242	439	1.76	-	197 55%
Saint-Gilles-de-la-Neuville	248	200	414	1.67	-	214 48%
Saint-Vincent-Cramesnil	242	217	425	1.76	-	208 51%
Saint-Martin-du-Bec	234	217	405	1.73	-	188 54%
Graimbouville	220	186	373	1.69	-	187 50%
Anglesqueville-l'Esneval	220	192	384	1.75	-	192 50%
Beaurepaire	191	155	309	1.62	-	155 50%
Notre-Dame-du-Bec	174	155	297	1.71	-	142 52%
La Poterie-Cap-d'Antifer	172	155	288	1.67	-	133 54%
Oudalle	164	152	288	1.76	-	136 53%
Vergetot	157	142	278	1.77	-	136 51%
Herveville	148	131	241	1.62	-	110 54%
Sainte-Marie-au-Bosc	140	124	235	1.68	-	111 53%
Cuerville	130	109	218	1.68	-	109 50%
Villainville	112	97	202	1.81	-	105 48%
Bénuville	72	59	104	1.45	-	46 56%
Fongueusemare	68	58	106	1.55	-	48 55%
Pierrefiques	51	44	83	1.63	-	39 53%
TOTAL	121 360	66 152	131 563	1.08	-	65 411 50%

ANALYSE CROISÉE DE LA MOTORISATION DES MÉNAGES ET DE L'ÉQUIPEMENT DES LOGEMENTS EN STATIONNEMENT PRIVATIF (SOURCE INSEE)

2.2 - Le Plan De Déplacements Urbains de 2013

Le Plan de Déplacements Urbains (PDU), approuvé en 2013, ne concernait que le périmètre de la Codah. Son plan d'action s'organisait autour de 8 axes de travail et comprenait 19 actions.

A MIEUX ARTICULER TRANSPORTS ET URBANISME		D FAVORISER LA PRATIQUE DE LA MARCHÉ A PIED ET L'USAGE DU VELO	
1	Renforcer l'urbanisation sur les axes supports de transports en commun (tramway, LER, bus urbains et interurbains) et autour des pôles d'échanges	11	Poursuivre la mise en place du Schéma Directeur Modes Doux
2	Conditionner les projets de développement territorial par la cohérence de la desserte en transports en commun	12	Prendre en compte les déclinivités à travers le développement des déplacements urbains
3	Inscrire dans les PLU des seuils planchers de densité	E METTRE EN COHERENCE L'USAGE DE LA VOITURE ET LA VIE URBAINE	
B REpondre AUX ENJEUX DE DESSERTÉ TC DES CENTRALITES		13	Poursuivre le Schéma Directeur d'usage des voiries et décliner les principes d'évolution par type de voie
4	Développer le réseau LER	14	Organiser et rendre cohérent le stationnement réglementé à l'échelle de l'agglomération et en interface avec d'autres modes de déplacements (P+R)
5	Développer l'offre ferroviaire	15	Aider et soutenir le développement des Plans de Déplacement d'Entreprises (PDE)
6	Restructurer et développer e réseau bus	F PRENDRE EN COMPTE LA LOGISTIQUE URBAINE	
C ACCOMPAGNER LES USAGER DES TC DANS LEURS DEPLACEMENTS		16	Adapter des itinéraires dédiés aux transports de marchandises pour les zones d'activités
7	Renforcer et aménager les pôles intermodaux	G LIMITER LES NUISANCES ET LES POLLUTIONS, AMELIORER LA SECURITE ET LE CADRE DE VIE	
8	Développer la qualité du service	17	Poursuivre la sécurisation des points noirs (aménagement piétons, cycles, zone 30, ...)
9	Mettre en place une billettique et une tarification combinées	18	Développer la synergie entre les gestionnaires routiers
10	Mettre en place les principes du Schéma Directeur d'Accessibilité TC&Voirie	H FAIRE PARTAGER ET FAIRE CONNAÎTRE LES ENJEUX DE LA MOBILITE DURABLE	
		19	Conseil en Mobilité, manifestations/événements annuels, publicité, participation à la semaine de la mobilité, ...

LES ACTIONS DU PDU 2013 DE LA CODAH

Le PDU fixait des objectifs quantifiés d'évolution des comportements de déplacements aux horizons 2017 et 2022 :

■ Baisse de -11 points de la part modale automobile,

■ Basée majoritairement sur un développement de l'usage des transports collectifs (TC) :

- ▶ TC : +7 points,
- ▶ Vélo : +2 points,
- ▶ Marche : +1 point,
- ▶ Autres modes : +1 point.

	MP	TC	Vélo	2RM	Autre	VP	Total
Parts modales actuelles	33,8%	8,3%	1,2%	1,0%	0,4%	55,3%	100,0%
Evolution actuelle / 2017	0,7	3,7	0,8	0,0	0,5	-5,7	
Parts modales 2017	34,5%	12,0%	2,0%	1,0%	0,9%	49,6%	100,0%
Evolution 2017 / 2022	0,8	3,0	1,0	0,0	0,5	-5,2	
Parts modales 2022	35,3%	15,0%	3,0%	1,0%	1,4%	44,3%	100,0%

LES OBJECTIFS DE PARTS MODALES DU PDU 2013

Le PDU 2013 a fait l'objet d'une évaluation menée par l'AURH en 2021. Cette évaluation a montré :

■ **Une mise en œuvre partielle des actions du PDU** sur la période 2013-2021 :

- Mise en œuvre relativement complète sur les sujets concernant les transports collectifs urbains, la marche, le vélo et la circulation routière,
- Des marges de progrès sur les mesures concernant les liens entre transport et urbanisme, la logistique urbaine, le cadre de vie et la communication autour de la mobilité durable.



BILAN DES ACTIONS DU PDU À MI-PAROURS

Orientations	Codes et intitulés actions	État d'avancement et calendrier de mise en œuvre des actions
Mieux articuler transport et urbanisme	A1 Renforcer l'urbanisation sur les axes supports de TC et autour des pôles d'échanges	Action en continu selon élaboration des PLU ou révisions de PLU
	A2 Mettre en cohérence le développement urbain et les offres TC	Action en continu
	A3 Encadrer l'urbanisation dans les documents locaux	- En fonction de la programmation des projets. - Réalisation d'un PLU intercommunal
Desservir les centres urbains en transports en commun	B4 Développer le réseau LER	Court terme : Amélioration de l'amplitude horaire Autres développements à plus long terme
	B5 Développer l'offre ferroviaire	2011-2012 : Étude du développement ferroviaire de la Pointe de Caux
	B6 Restructurer et développer le réseau de bus	- 2013 : restructuration du réseau de bus - Création ligne structurante à moyen terme - Calendrier à définir pour la mise en œuvre d'une seconde ligne de TCSP
Accompagner les usagers des transports en commun	C7 Renforcer et aménager les pôles intermodaux	Action en continu
	C8 Développer la qualité de service	2013
	C9 Mettre en place une billettique et une tarification combinées	2015
	C10 Poursuivre les efforts en faveur de l'accessibilité des transports	Moyen terme
Favoriser la pratique de la marche à pied et du vélo	D11 Poursuivre la mise en place du schéma directeur modes doux	Moyen terme
	D12 Prendre en compte la topographie dans le développement des déplacements urbains	- Court terme : étude d'opportunité - À terme : mise en œuvre d'un TCU si étude d'opportunité satisfaisante
Articuler usage de la voiture et vie urbaine	E13 Poursuivre le schéma directeur d'usage des voiries	- 2012-2013 : RD6015 Gainneville-Gonfreville, Rocade Nord - 2017 : RD 6015 Le Havre - À programmer / à l'étude : RD940, péage A29, liaison A29-voie rapide La Lézarde
	E14 Organiser le stationnement réglementé à l'échelle de l'agglomération	Action en continu
	E15 Aider et soutenir le développement des PDE	Action en continu
Prendre en compte la logistique urbaine	F16 Adapter des itinéraires dédiés aux transports de marchandises	- 2012 : Étude d'optimisation des livraisons urbaines - À partir de 2015 : mise en œuvre Schéma Directeur des Marchandises
Limiter les nuisances, améliorer le cadre de vie	G17 Poursuivre la sécurisation	- Court terme : Création de l'observatoire de la Sécurité Routière - Action en continu
	G18 Développer la synergie entre les gestionnaires routiers	Action en continu
Faire connaître, partager les enjeux de la mobilité durable	H19 Promouvoir le PDU et la mobilité durable	- 2013 et suivantes : participation à la semaine de la mobilité - Action en continu

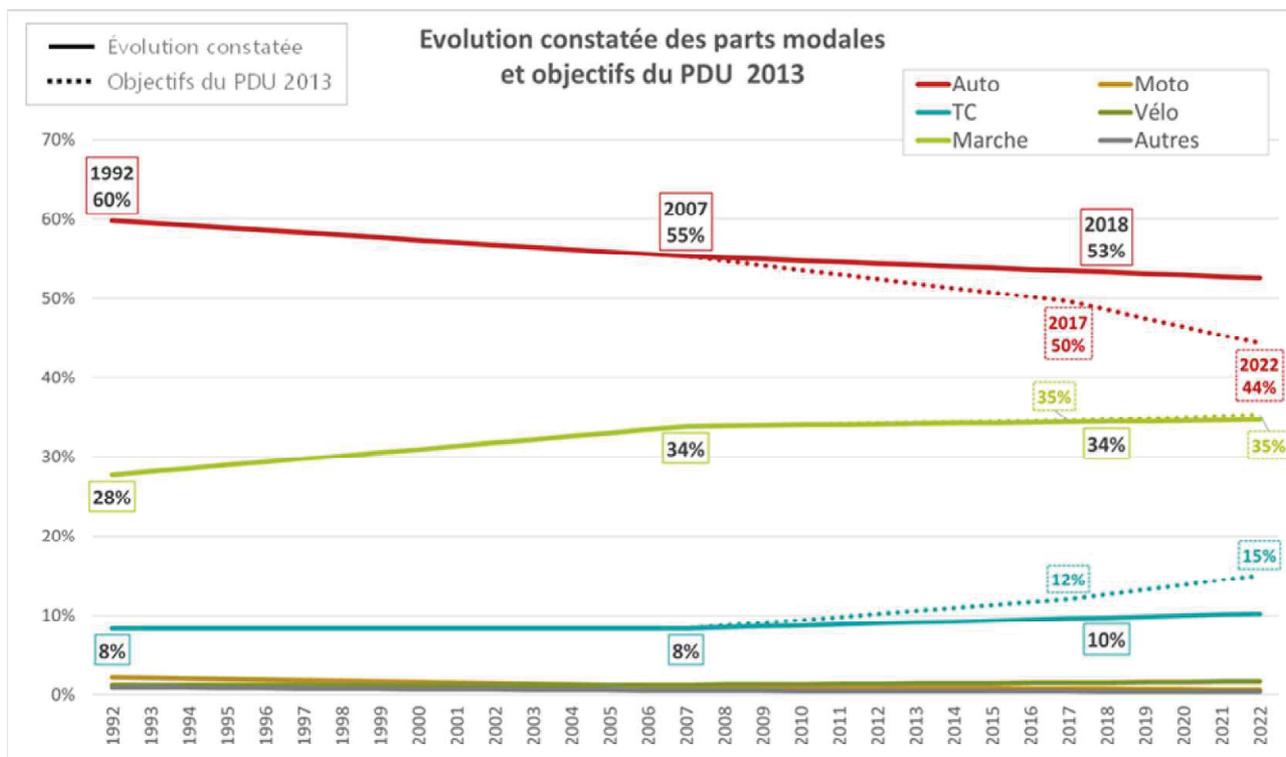
État d'avancement des actions

■ Réalisée ou très bien engagée	■ Partiellement réalisée	■ Non réalisée – à ses débuts
--	--	--

AVANCEMENT DE LA MISE EN ŒUVRE DES ACTIONS DU PDU 2013 (SOURCE AURH)

■ Un impact limité du PDU sur les comportements de déplacements et l'usage de l'automobile :

- Une baisse limitée (-2 points) de la part modale automobile de 2007 à 2018,
- Une augmentation de l'usage des TC (+2 points), mais qui reste inférieure aux objectifs,
- Une évolution limitée des modes actifs.



2.3 - Les autres documents d'orientation

2.3.1 - Le SRADDET

Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires de la Région Normandie (SRADDET) a été adopté par la Région en 2019 et approuvé par le Préfet de la Région Normandie le 2 juillet 2020. Il fixe des objectifs de moyen et long termes en matière :

- d'équilibre et d'égalité des territoires,
- d'implantation des différentes infrastructures d'intérêt régional,
- de désenclavement des territoires ruraux,
- d'habitat,
- de gestion économe de l'espace,
- d'intermodalité et de développement des transports,
- de maîtrise et de valorisation de l'énergie,
- de lutte contre le changement climatique,
- de pollution de l'air,
- de protection et de restauration de la biodiversité,
- de prévention et de gestion des déchets.

Sont rappelées ci-dessous les principales règles du SRADDET Normandie en matière de transports et mobilités :

- Règle 06 / Logistique
 - Veiller à la cohérence des projets d'infrastructures et espaces à vocation logistique avec l'ensemble de la chaîne logistique et son maillage territorial et régional, ainsi qu'avec les enjeux de report modal du transport de marchandises.
- Règle 07 / Transports - Mobilité
 - Coordonner les prescriptions des schémas de mobilités limitrophes en veillant à la mise en cohérence de l'offre de services.
- Règle 08 / Transports - Mobilité
 - Contribuer à la mise en œuvre au niveau local du Schéma régional des véloroutes et voies vertes, renforcer le maillage territorial et favoriser l'intermodalité par le développement d'infrastructures, d'équipements et de services cyclables.
- Règle 09 / Transports - Mobilité
 - Organiser et optimiser l'accessibilité des zones d'activités économiques par un ou plusieurs modes de déplacements alternatifs à l'autosolisme.
- Règle 10 / Transports - Mobilité
 - En cas de création de nouvelles zones urbanisées (commerces, zones d'emploi, logements, services...), prévoir les modalités permettant et/ou favorisant l'accès par un ou plusieurs modes de déplacements alternatifs à l'autosolisme.
- Règle 11 / Transports - Mobilité
 - Privilégier la densification urbaine autour des points d'arrêts des transports collectifs, en lien avec leur niveau de desserte.
- Règle 12 / Transports - Mobilité
 - Assurer la mise à disposition des informations et données relatives aux services de transports réguliers de voyageurs.
- Règle 13 / Transports - Mobilité
 - Définir et formuler des objectifs de rabattement en transports collectifs et modes actifs vers les gares ou Pôles d'Échanges Multimodaux et permettre l'organisation de lieux de correspondance entre réseaux, afin de fluidifier le parcours des voyageurs en lien avec le niveau de desserte en transports collectifs.
- Règle 14 / Transports - Mobilité
 - Coordonner l'action et la planification des différentes Autorités Organisatrices de la Mobilité.

2.3.2 - Le SCOT

Élaboré en 2012, le SCOT concernait le périmètre de la Codah et de la Communauté de Communes Caux Estuaire. Ce document est en cours de révision suite à la création de la Communauté Urbaine.

Le SCOT existant met en avant 4 grandes thématiques dans son Document d'Orientation Générale :

- Assumer les spécificités du territoire pour renforcer son identité et sa différenciation,
 - Valoriser la mer et les façades maritimes / Mettre en scène les bassins et les éléments portuaires remarquables,
 - Développer l'excellence et l'innovation en urbanisme et architecture,
 - S'appuyer sur les caractéristiques paysagères du plateau de Caux,
 - Valoriser les bourgs et villages,
 - Protéger les paysages et usages de l'estuaire de la Seine,
 - Tenir compte de la spécificité topographique du territoire et garantir la qualité paysagère des entrées de ville ainsi que des axes majeurs de communication.
- Encourager le rayonnement afin de donner envie et d'attirer,
 - Encourager le rayonnement afin de donner envie et d'attirer,
 - Développer et mettre en réseau les équipements métropolitains,
 - Renforcer les structures de formation supérieure et de recherche.
- Développer la compétitivité pour renforcer le positionnement dans l'économie internationale,
 - Permettre l'accueil d'activités nouvelles ; en particulier :
 - ▶ Sur la Zone Industriale Portuaire (industrie et logistique),
 - ▶ Sur différentes zones d'activités réparties sur le territoire.
 - Réduire le bilan énergétique du territoire :
 - ▶ En favorisant le développement des énergies renouvelables ,
 - ▶ En développant des formes urbaines économes en énergie (écoquartiers),
 - ▶ En développant le fret par voie fluviale et rail sur l'axe Seine (terminal multimodal de 60 ha sur le Port ouvert en 2015).
 - Développer les activités industrielles et portuaires (industrie, logistique et croisière),
 - Développer les pôles tertiaires,
 - Maintenir l'activité agricole en limitant la consommation foncière,
 - Garantir l'efficacité des connexions locales et internationales,
 - ▶ Mettre en relation les espaces de vie avec les pôles existants de services et d'équipements,
 - ▶ Limiter la périurbanisation diffuse et le mitage,
 - ▶ Proposer des moyens de déplacements alternatifs à la voiture pour parer au "tout-automobile",
 - ▶ Développer le maillage des transports en commun (nouvelle ligne TCSP à long terme),
 - ▶ Développer les continuités douces,
 - ▶ Développer le maillage routier (rocade Nord / 2012 & grand contournement Épouville – A29 – ZA du Mesnil),
 - ▶ Renforcer les infrastructures ferroviaires et fluviales pour le transport de marchandises.

- Mettre en œuvre des critères exigeants pour le renforcement de la qualité de vie,
 - Structurer le territoire autour d'une armature urbaine polycentrique,
 - ▶ Centralité forte sur Le Havre et le long de la Lézarde Express Régionale (Montivilliers – Épouville),
 - ▶ Pôle d'équilibre de St Romain-de-Colbosc,
 - ▶ Pôles de développement complémentaire à Gonfreville-l'Orcher et Octeville.
 - Préserver voire développer la trame verte et bleue,
 - Assurer un environnement sain et sécurisé,
 - Offrir des conditions de vie attractives pour tous en densifiant les bourgs et villages,
 - Aménager, protéger et mettre en valeur le littoral.

2.3.3 - Le PCAET

La Communauté Urbaine a initié l'élaboration de son Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET) de manière concomitante avec le PDM.

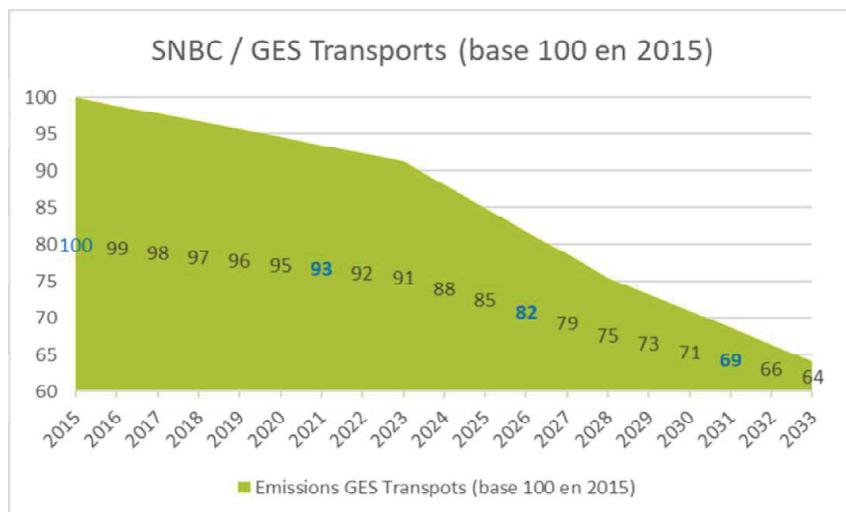
2.3.3.1 - Stratégie Nationale Bas Carbone

A ce jour les objectifs du PCAET ne sont pas finalisés. On pourra toutefois noter que le PCAET devra être conforme avec la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), adoptée le 21 avril 2020.

	Emissions historiques réalisées (en Mt CO ₂ eq) – années de référence			Emissions annuelles moyennes pour la période (en Mt CO ₂ eq)		
	1990	2005	2015	2 ^e budget carbone (2019-2023)	3 ^e budget carbone (2024-2028)	4 ^e budget carbone (2029-2033)
Transports	122	144	137	128	112	94
Bâtiment	91	109	88	78	60	43
Agriculture/ sylviculture (hors UTCATF)	94	90	89	82	77	72
<i>dont N₂O</i>	40	38	37	35	33	31
<i>dont CH₄</i>	43	40	40	37	34	32
Industrie	144	115	81	72	62	51
Production d'énergie	78	74	47	48	35	30
Déchets	17	21	17	14	12	10
<i>dont CH₄</i>	14	19	15	12	10	8
Tous domaines d'activité confondus (hors UTCATF)	546	553	458	422	359	300
Tous domaines d'activité confondus (avec UTCATF)	521	505	417	383	320	258

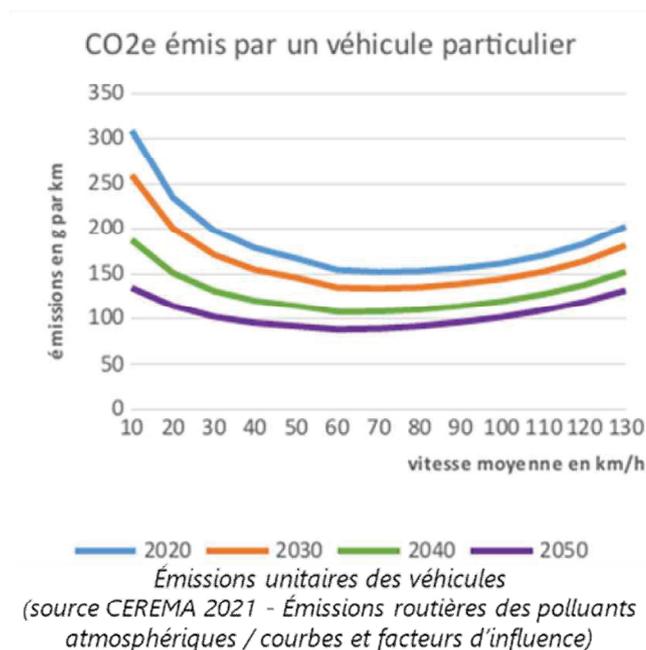
OBJECTIFS DE LA SNBC (EXTRAIT DU DÉCRET NO 2020-457 DU 21 AVRIL 2020)

Dans le domaine des transports, la Stratégie Nationale Bas Carbone vise une réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) de 34% de 2018 à 2033 (137 Mt CO2eq en 2015 et 94 Mt CO2eq en moyenne sur la période 2029-2033).



TRADUCTION DES OBJECTIFS DE LA SNBC EN MATIÈRE DE TRANSPORTS

Sur la base d'études menées par le Cerema (« Émissions routières des polluants atmosphériques - Courbes et facteurs d'influence » / Cerema – Avril 201), on peut estimer que l'évolution du parc automobile permettra une réduction de l'ordre de 12% des émissions de GES sur les 10 prochaines années



Sur la base de ces données, on peut en déduire que **le PDM devra viser une réduction de 25% du trafic automobile de 2018 à 2033**, afin d'atteindre l'objectif de réduction de 34% des émissions de GES sur cette période.

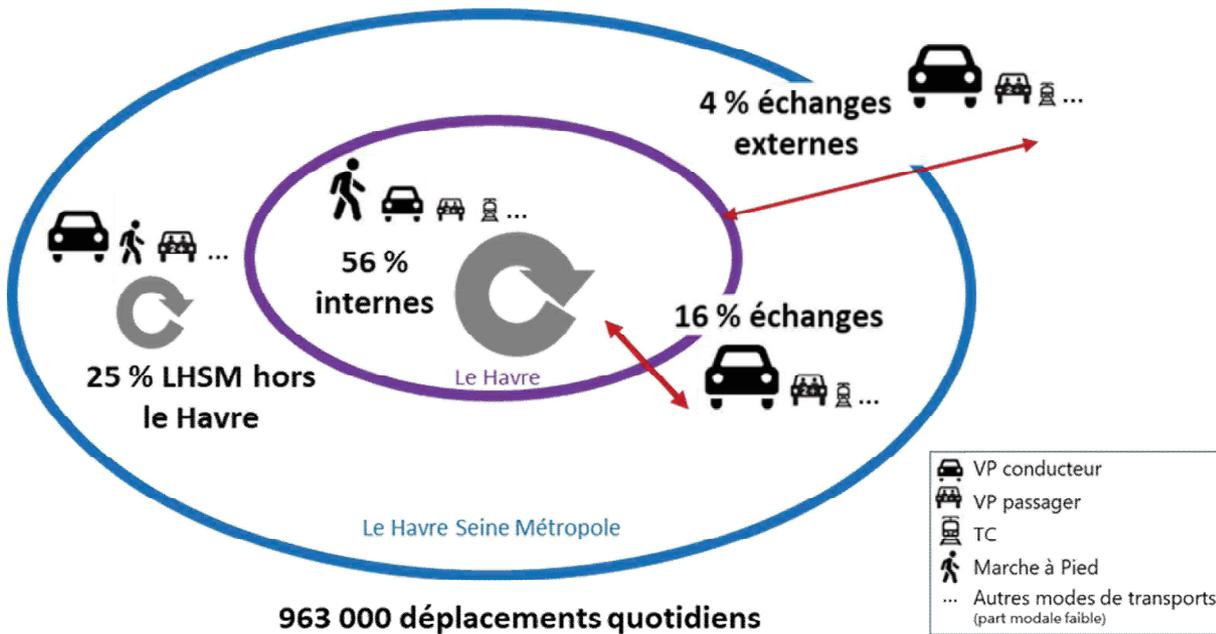
2.4 - Comment se déplace-t-on sur le territoire ?

Les analyses ci-après se basent sur les résultats de l'enquête Ménage Déplacements (EMD) réalisée en 2018.

2.4.1 - Environ 1 million de déplacements quotidiens sur la Communauté Urbaine

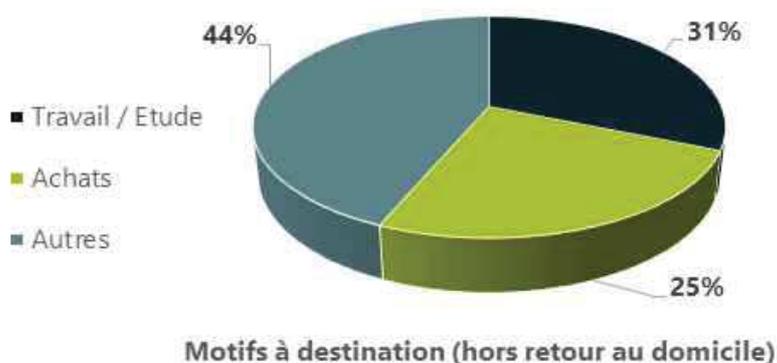
Les habitants de la Communauté Urbaine réalisent quotidiennement **963 000 déplacements** :

- **56% à l'intérieur de la ville du Havre** (qui regroupe, pour mémoire, 63% de la population),
 - Ces déplacements sont majoritairement réalisés à pied (45%) et, dans une moindre mesure, au volant de sa voiture (29%),
- **25% à l'extérieur de la ville du Havre**
 - Pour moitié au volant de sa voiture (52%),
- **16% en entrée/sortie de la ville du Havre**
 - Majoritairement au volant de sa voiture (68%)
- **4% en échange avec l'extérieur de la Communauté Urbaine**
 - Majoritairement au volant de sa voiture (69%).



Les motifs de déplacements peuvent être classés en 3 grandes catégories (avec une ventilation relativement standard) :

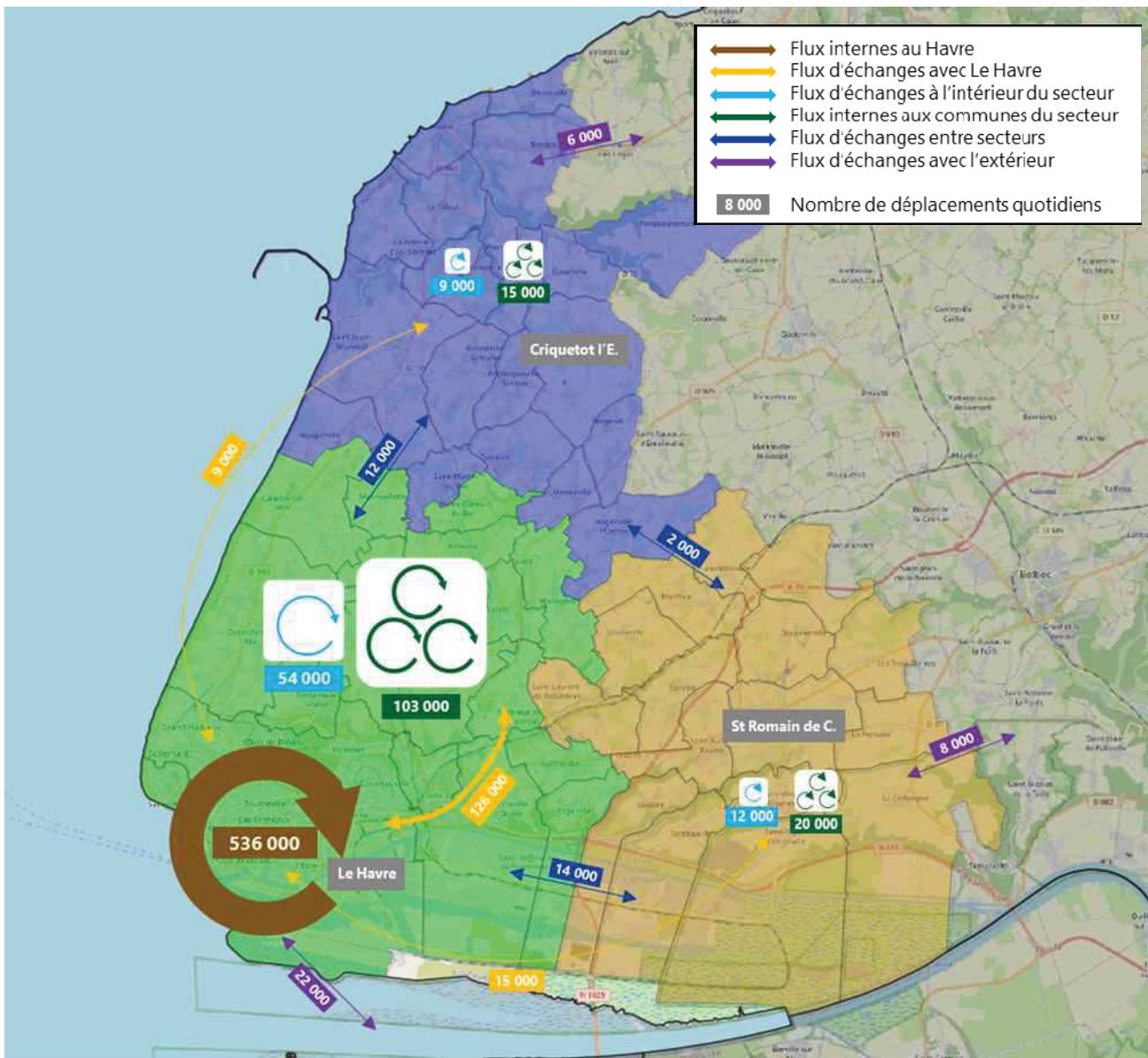
- 31% de déplacements « obligés » (pour aller travailler ou étudier),
- 25% des déplacements pour réaliser des achats,
- Le reste pour des motifs diversifiés (loisirs, restauration, santé, démarches administratives, ...).



2.4.2 - Répartition des déplacements sur le territoire

La carte ci-après présente la ventilation des déplacements sur le territoire de la Communauté Urbaine selon les périmètres des anciennes EPCI. Cette carte met plus particulièrement en évidence :

- **Le poids de l'agglomération havraise,**
- **Le poids des déplacements internes à chaque commune,**
- **La polarisation décroissante des flux vers la Ville du Havre,** ainsi :
 - En périphérie de la Ville du Havre, les échanges avec la ville-centre représentent plus de la moitié des flux d'échanges (126 000 déplacements sur 228 000 déplacements d'échanges),
 - ▶ À titre d'illustration, plus de la moitié des habitants qui sortent des communes périphériques du Havre vont au Havre.
 - Sur le secteur de St Romain de Colbosc, cette part n'est que de 29% (15 000 déplacements sur 51 000 déplacements d'échanges) et de 23% sur le secteur de Criquetot (9 000 déplacements sur 38 000 déplacements d'échanges),
 - ▶ À titre d'illustration, moins d'un tiers des habitants qui sortent des communes du secteur de St Romain vont au Havre et moins d'un quart des habitants qui sortent des communes du secteur de Criquetot vont au Havre.
 - Ce phénomène met en évidence la **difficulté à mettre en place une offre de transports collectifs sur les secteurs les plus éloignés de la ville-centre**, où la demande en déplacements est fortement diffuse et pas majoritairement centrée sur le ville du Havre.



VENTILATION DES DÉPLACEMENTS QUOTIDIENS SUR LA COMMUNAUTÉ URBAINE

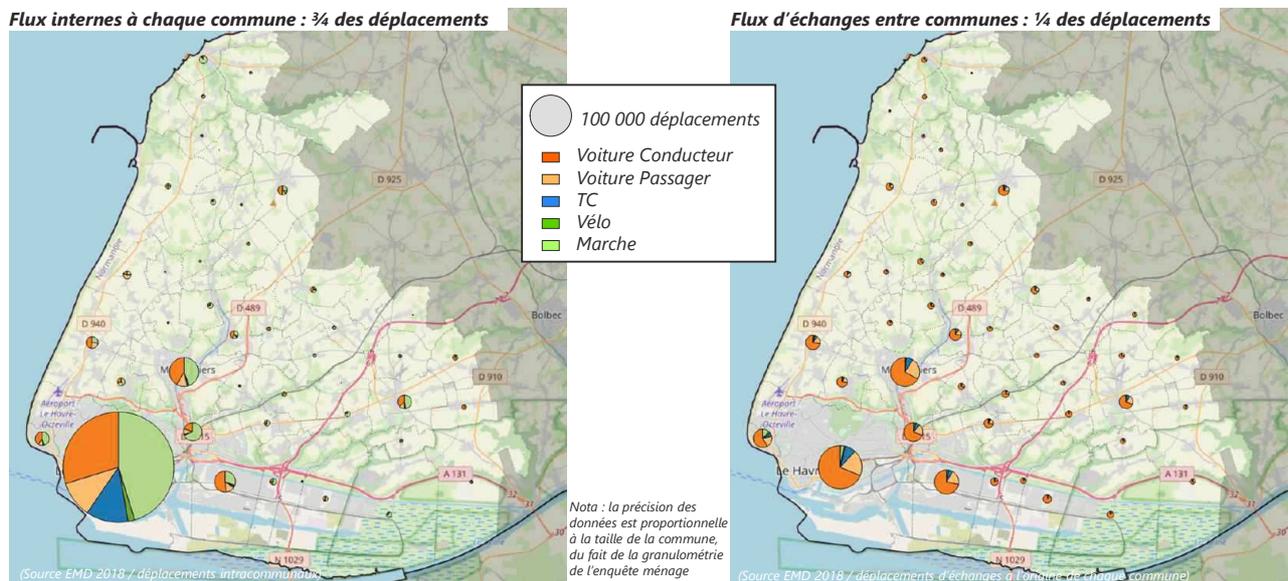
Clé de lecture : sur le secteur du Havre (ex-périmètre Codah, en vert), on recense :

- 536 000 déplacements internes à la Ville du Havre,
- 126 000 déplacements entre les communes du secteur et la Ville du Havre,
- 103 000 déplacements internes aux autres communes du secteur,
- 54 000 déplacements entre communes, hors ville du Havre,
- 22 000 déplacements depuis/vers l'extérieur de la Communauté Urbaine,
- 15 000 déplacements entre la Ville du Havre et le secteur de St Romain,
- 14 000 déplacements entre le secteur, hors Ville du Havre, et le secteur de St Romain,
- 12 000 déplacements entre le secteur, hors Ville du Havre, et le secteur de Criqueotot,
- 9 000 déplacements entre la Ville du Havre et le secteur de Criqueotot.

2.4.3 - Déplacements intra et inter communaux

Les 963 000 déplacements quotidiens réalisés par les habitants de la Communauté Urbaine peuvent être classés en 2 grandes catégories principales :

- 70% sont des déplacements internes à chaque commune,
- 30% sont des déplacements d'échanges entre communes (dont la moitié en échange avec la Ville du Havre).



DÉPLACEMENTS INTERNES ET D'ÉCHANGES PAR COMMUNE DE LHSM

2.4.3.1 - Les déplacements internes à chaque commune

La grande majorité des déplacements (70%) est réalisée à l'intérieur de chaque commune. Ceci peut en particulier s'expliquer par la répartition des emplois et des équipements sur le territoire ; pour mémoire :

- 50% des actifs travaillent dans leur commune de résidence (80% pour Le Havre),
- 80% des élèves et étudiants étudient dans leur commune de résidence (95% pour Le Havre).

Pour ces déplacements, **la marche à pied est aujourd'hui le premier mode de déplacements**, sur la ville du Havre, comme sur les autres communes de la Communauté Urbaine :

- 45% des déplacements intracommunaux sont aujourd'hui réalisés à pied

Trajets internes à chaque commune	VP Conducteur & Moto	VP Passager	TC	Vélo	Marche	Autres	TOTAL
Total LHSM	31%	11%	10%	2%	45%	0%	100%
Le Havre	30%	11%	12%	2%	45%	0%	100%
Autres communes	38%	15%	1%	2%	44%	0%	100%

PARTS MODALES DES TRAJETS INTERNES À CHAQUE COMMUNE

2.4.3.2 - Les déplacements d'échanges entre communes

Les flux d'échanges entre communes représentent une part minoritaire des déplacements (30%). Pour ces déplacements, on note une omniprésence de l'automobile :

- Près de 90% des déplacements d'échanges se font en voiture, dont 69% en tant que conducteur

Trajets d'échanges entre communes	VP Conducteur & Moto	VP Passager	TC	Vélo	Marche	Autres	TOTAL
							
Total LHSM	69%	19%	7%	1%	3%	1%	100%
Echanges avec Le Havre	68%	20%	8%	1%	2%	1%	100%
Echanges hors Le Havre	69%	19%	6%	0%	4%	1%	100%

PARTS MODALES DES FLUX D'ÉCHANGES ENTRE COMMUNES

2.4.4 - Répartition modale des déplacements

L'analyse des parts modales 2018 sur la Communauté Urbaine et leurs comparaison à d'autres agglomérations de taille similaire montre des **parts de marchés assez standards** pour les différents modes, avec :

- Un usage des transports collectifs plutôt réduit,
- Mais, en contrepartie, une part modale plutôt élevée de la marche et de la voiture passager,
- Et, au final, une part modale automobile conducteur relativement standard.

Parts modales	Année	Habitants	VP Conducteur & Moto	VP Passager	TC	Vélo	Marche	Autres	TOTAL
									
Lorient	2016	210 000	59%		6%	3%	31%	1%	100%
Dijon	2016	254 000	42%	11%	13%	1%	32%	1%	100%
Nîmes	2015	258 000	51%	14%	7%	1%	27%	0%	100%
Le Havre	2018	269 000	43%	14%	9%	2%	32%	0%	100%
Tours	2019	286 000	41%	10%	12%	3%	32%	0%	100%
Rennes	2018	452 000	38%	9%	14%	3%	34%	2%	100%
Montpellier	2014	480 000	43%	12%	12%	3%	28%	3%	100%
Rouen	2017	499 000	44%	13%	11%	1%	29%	1%	100%
Nantes	2015	656 000	44%	12%	15%	3%	26%	0%	100%

PARTS MODALES SUR DIFFÉRENTS PÉRIMÈTRES DE TRANSPORTS URBAINS

2.4.4.1 - Évolution constatée des parts modales

Si les parts modales actuelles relevées sur la Communauté Urbaine sont relativement standards, leur évolution sur la période 2007-2018 montre une relative stabilité et, en particulier, une **réduction de l'usage de l'automobile au cours du temps, inférieure à celle que l'on peut constater sur d'autres agglomérations.**

	Evolution part modale automobile	Pop. actuelle	Evolution %VP / an	Années	% automobile (VP)
Augmentation des TC	Lorient	210 000	-0.5 points	2004 2016	64% 58%
Augmentation des TC (tram en 2013) et, dans une moindre mesure, de la marche	Le Havre (Codah)	240 000	-0.2 points	2007 2018	56% 54%
	Tours	286 000	-0.4 points	2008 2019	56% 52%
	Rennes	452 000	-0.7 points	2007 2018	55% 47%
	Montpellier	480 000	-0.6 points	2004 2014	59% 53%
Forte augmentation de la marche, du vélo et dans une moindre mesure des TC	Nantes	656 000	-0.5 points	2002 2015	62% 55%
	Bordeaux	750 000	-1.1 points	2009 2017	58% 49%
					Forte augmentation de la marche (+7 points)
					Forte augmentation de la marche (+6 points) et, dans une moindre mesure, des TC
					Forte augmentation de la marche (+5 points)

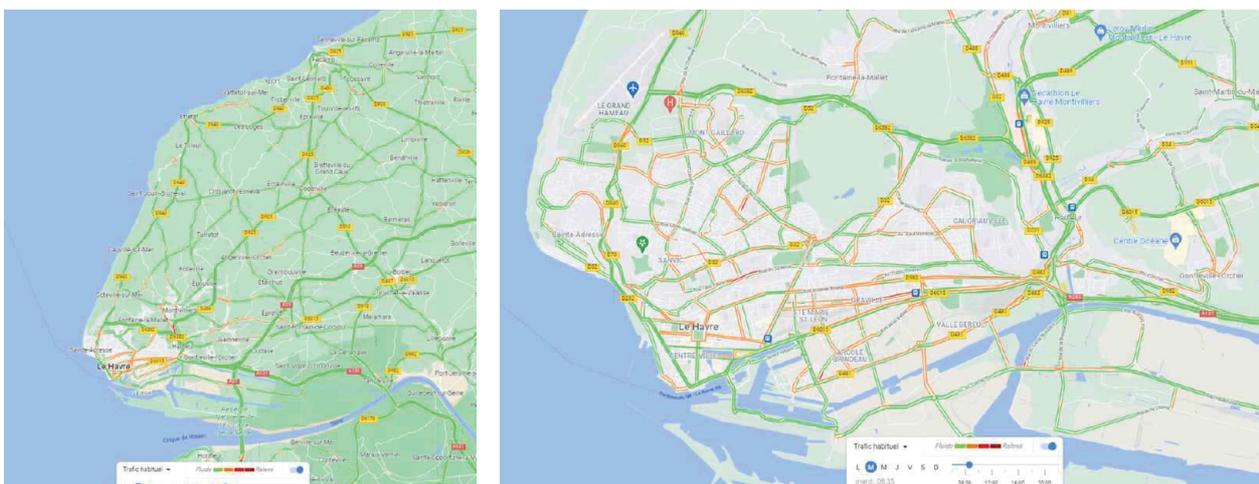
ÉVOLUTION CONSTATÉE DES PARTS MODALES SUR DIFFÉRENTS PÉRIMÈTRES DE TRANSPORTS URBAINS

2.5 - Diagnostics thématiques

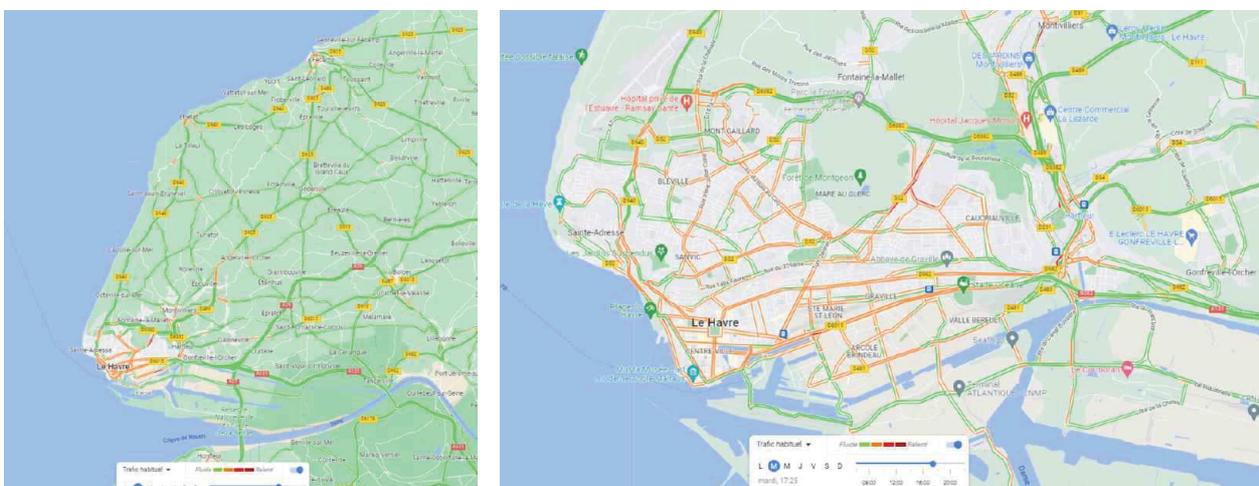
2.5.1 - Circulation automobile et stationnement

2.5.1.1 - Conditions de circulation

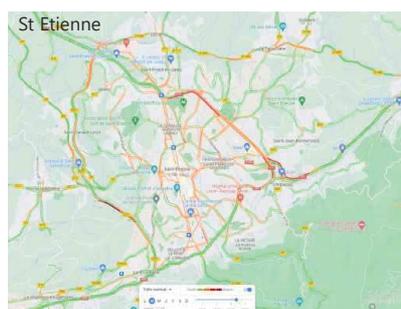
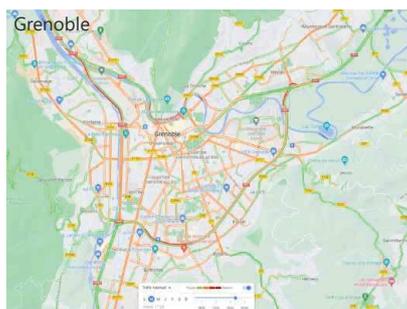
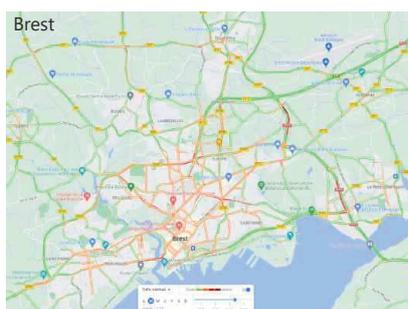
En comparaison avec des agglomérations de taille similaire, les conditions de circulation sur la Communauté Urbaine sont globalement satisfaisantes. Classiquement, les difficultés de circulation se concentrent principalement autour de la ville-centre, mais celles-ci restent limitées en heure de pointe (présence de ralentissements mais absence de fortes congestions).



CONDITIONS DE CIRCULATION UN MARDI COURANT À 8H30 SUR LA COMMUNAUTÉ URBAINE ET AUTOUR DU HAVRE (SOURCE GOOGLE TRAFIC)



CONDITIONS DE CIRCULATION UN MARDI COURANT À 17H30 SUR LA COMMUNAUTÉ URBAINE ET AUTOUR DU HAVRE (SOURCE GOOGLE TRAFIC)



CONDITIONS DE CIRCULATION AUTOUR DE DIFFÉRENTES AGGLOMÉRATIONS DE TAILLE SIMILAIRE (SOURCE GOOGLE TRAFIC)

Ces conditions de circulation sont relativement peu propices au développement des modes alternatifs ; ainsi, des analyses comparatives de temps de parcours sur différents itinéraires montrent que l'automobile reste globalement le mode de déplacements le plus efficace en termes de temps de parcours



TEMPS DE PARCOURS COMPARÉS PAR MODE SUR DIFFÉRENTS ITINÉRAIRES

2.5.1.2 - Projet de Zone à Faibles Émissions mobilité

L'Unité Urbaine du Havre regroupe 233 000 habitants. La loi de « *lutte contre le dérèglement climatique et le renforcement de la résilience face à ses effets* » (loi n° 2021-1104 du 22 août 2021) rend obligatoire la mise en œuvre de Zones à Faibles Émissions mobilité (ZFE), d'ici le 31 décembre 2024, dans les agglomérations de plus de 150 000 habitants.

A ce titre la Communauté Urbaine a lancé une étude pour étudier la **faisabilité d'une ZFE** sur son territoire. Celle-ci devrait démarrer d'ici la fin de l'année 2022.

2.5.1.3 - Stationnement automobile

Un stationnement payant est en place au centre-ville du Havre. Une analyse de cette réglementation montre que celle-ci **dissuade peu l'usage de l'automobile** :

- Un périmètre de stationnement payant relativement réduit et concentré autour de l'hypercentre, qui génère des rejets de stationnement et des nuisances sur les secteurs périphériques (exemple : la Plage, Place Jenner, ...),
- Une part importante de stationnement en zone verte :
 - Où le stationnement est possible durant 6H30 à un tarif relativement bas (6H30 = 6 €),
 - Où des abonnements sont proposés à un tarif comparable à celui d'un abonnement TC.
- Des parkings en ouvrage globalement sous-occupés ; par exemple :
 - L'occupation moyenne du Parking de l'hôtel de ville est de 47%,
 - Celle du Parking Jean-Jacques Rousseau de 16%,
 - ...

La Ville du Havre a pris conscience de ce constat et a prévu, dans le cadre de sa stratégie climat 2019-2023, de réaliser un audit et une adaptation de la réglementation de son stationnement.



PÉRIMÈTRE ET TARIF DU STATIONNEMENT PAYANT SUR LA VILLE DU HAVRE

Abonnements	1 semaine	1 mois	1 trimestre	1 an
Tout public « Une zone verte » (sans condition d'accès)	-	41,50 €	114 €	410 €
Tout public « Toutes zones vertes » (sans condition d'accès)	-	46,50 €	130 €	460 €
« Résident » (avec condition d'accès - une zone verte)	4,70 €	12,50 €	multiples d'un mois 9 mois maxi	125 €
« Résident avec abonnement annuel LIA » (avec condition d'accès - une zone verte)	4,70 €	10,50 €	multiples d'un mois	120 €
« Étudiant zone verte n°8 » (avec condition d'accès)	-	10 €	multiples d'un mois	-
« Une zone verte » professionnels sédentaires (avec condition d'accès)	-	-	-	260 €
« Toutes zones orange et vertes » Professionnels mobiles effectuant des tournées de travaux (artisans) ou services à domicile (professions médicales et paramédicales) (avec condition d'accès)	15,50 €	46,50 €	130 €	260 €
« Toutes zones orange et vertes » professionnels de santé (avec condition d'accès et d'utilisation - Disque bleu)	-	-	-	Gratuit

TARIFICATION DES ABONNEMENTS SUR VOIRIE

On notera par ailleurs que l'actuel **PLU de la ville du Havre** :

- Propose une réduction du seuil minimum de places pour les logements, mais pas pour le stationnement à destination (bureaux, commerces, ...) ; ce dernier étant celui qui impacte le choix modal.
- N'impose pas de seuil maximal de stationnement dans les secteurs desservis par le tramway.

1. Logement

	Tous les secteurs de toutes les zones, sauf tous les secteurs de la zone UC (UCa, UCb, UCm, UCp, UCru1, UCru2 et UCs)	Zone UC (comprenant les secteurs UCa, UCb, UCm, UCp, UCru1, UCru2 et UCs)
Parcelle située à plus de 500 m d'une station de tramway, tel que représenté dans le règlement graphique du PLU	1,2 place de stationnement par logement construit	1 place de stationnement par logement construit
Parcelle située à moins de 500 m d'une station de tramway, tel que représenté dans le règlement graphique du PLU	1 place par logement construit	1 place de stationnement par logement construit

6. Bureaux		
Tous les secteurs de toutes les zones, sauf les secteurs de la zone UC (comprenant les secteurs UCa, UCb, UCm, UCp, UCru1, UCru2 et UCs)	Tous les secteurs de la zone UC, sauf le secteur UCm (soit les secteurs UCa, UCb, UCp, UCru1, UCru2 et UCs)	Secteur UCm
1 place par 50 m ² de surface de plancher au-delà des 300 premiers m ² , et ce jusqu'à 1 000 m ² de surface de plancher, et 1 emplacement pour 100 m ² de surface de plancher au-delà des 1 000 premiers m ² de surface de plancher	1 place par 200 m ² de surface de plancher	1 place par 200 m ² de surface de plancher. La réduction du nombre de place de stationnement peut être admise, si le pétitionnaire fait preuve, compte tenu notamment de la nature des activités exercées, que ses besoins sont inférieurs à ceux qui résulteraient de l'application de la règle générale.

EXTRAITS DU PLU DU HAVRE

2.5.2 - Transports Collectifs Urbains

2.5.2.1 - Le réseau LiA actuel

L'offre du réseau LiA représente 10 millions de km offerts par an (2019) :

- 9 205 329 km sur les lignes commerciales (dont 12% sur le réseau tramway),
- 615 320 km en transport à la demande.

Chiffres clés en matière de fréquentation :

- 26 millions de voyages / an (chiffre 2019), soit près de 100 000 voyages par jour,
- 44% des voyages sont réalisés en tramway,
- 71% des voyages sont réalisés par des abonnés,
- 89% d'usagers satisfaits.

Le réseau LiA actuel dispose de

- 2 lignes de tramway,
- 21 lignes de bus commerciales,
- 11 lignes de bus (scolaires et Établissements ou Services d'Aide par le Travail / ESAT),
- 1 funiculaire,
- 1 825 vélos,
- 4 services de Transport A la Demande (TAD) :
 - Filbus (TAD rural),
 - FlexiliA (TAD Port du Havre),
 - Mobifil (TAD PMR),
 - LiANuit (TAD Nuit).



PLAN DU RÉSEAU LiA

2.5.2.2 - Données d'exploitation

L'analyse des indicateurs d'exploitation du réseau LiA met en évidence **une offre plutôt importante**, avec un ration d'offre de 33.7 km/ habitant **et efficace**, avec un ratio de 2.8 voyages / km offert.

		LHSM 2019 (274 000 hab.)	Moyenne 2016 PTU 100 000 - 300 000 hab.	Moyenne 2016 PTU > 300 000 hab.
Offre	Km offerts / hab	33.65	30.59	36.28
	Voyages / hab	94.00	76.64	170.53
Efficacité	Voyages / km offert	2.79	2.51	4.7
	Charges Exploitat* / voyage	2.20	1.94	1.38
Coût	Charges Exploitat* / km offert	6.16	4.87	6.71

INDICATEURS D'EXPLOITATION DU RÉSEAU LiA

Le coût du réseau LiA représente environ 57 M€ / an (chiffres 2019). Il est financé à :

- 26% par les recettes d'exploitation (14.6 M€),
- 74% par la Communauté Urbaine (42 M€).

LES COMPTES DU RÉSEAU (EN MILLIERS D'€)		2019	2020
— CHARGES —			
ACHATS		6 972€	6 466€
FRAIS DE PERSONNEL		33 436€	33 347€
AUTRES CHARGES		16 253€	15 676€
— PRODUITS —			
RECETTES		14 594€	10 256€
CONTRIBUTION NETTE COMMUNAUTÉ URBAINE		42 067€	45 233€
RATIOS			
VOYAGES PAR KILOMÈTRE PARCOURU		2,79	2,27
VOYAGES PAR HABITANT		94,00	76,43
KILOMÈTRES PAR HABITANT		33,65	33,60
COÛT KILOMÉTRIQUE		6,16€	6,13€
DÉPENSES PAR VOYAGE		2,20€	2,70€
RECETTES DE TRAFIC PAR VOYAGE		0,544€	0,478€

Rapport d'activité 2020

Pour cela, la collectivité utilise, entre autres, les recettes du Versement Mobilité (VM). Celui-ci doit évoluer en juillet 2022 pour atteindre son seuil maximum. L'évolution de son montant est ainsi la suivante :

- En 2020, ~ 45 M€ (avec un taux de VM 2% sur l'ex-périmètre Codah et 0.8% sur le reste du PTU),
- En 2023, ~ 53 M€ (2% sur l'ensemble du PTU).

Ces chiffres mettent en évidence :

- D'une part, les marges de manœuvre limitées de la collectivité pour augmenter le budget de fonctionnement des transports collectifs,
- Et d'autre part, la nécessité d'optimiser l'offre actuelle et de valoriser les futures lignes tramway (en travaillant en particulier sur le rabattement).

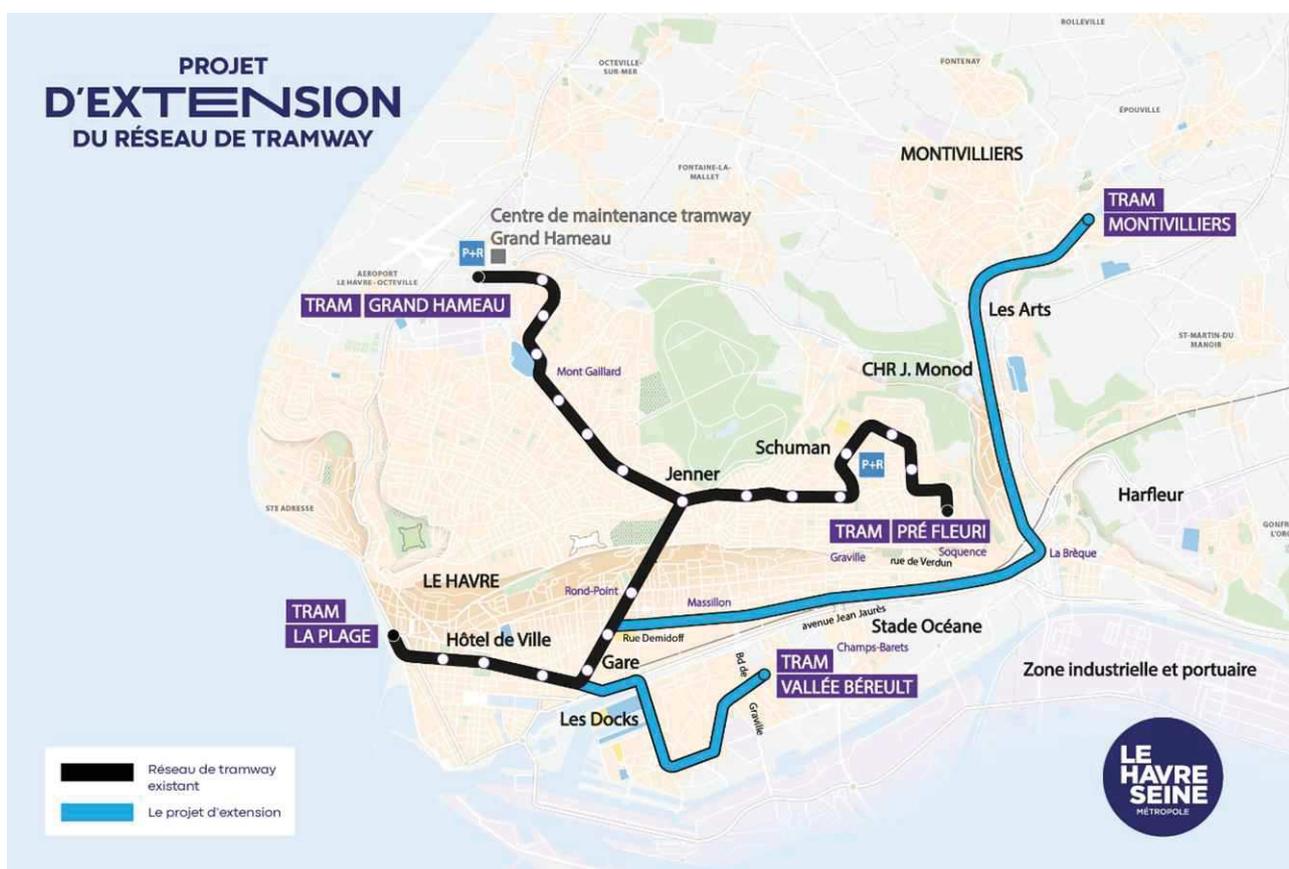
2.5.2.3 - Projet de nouvelles lignes tramway

La Communauté Urbaine étudie actuellement la création de 2 nouvelles lignes tramway, pour une mise en service en 2027. Ces 2 lignes :

- Desserviront les secteurs Vauban et Vallée Béreult au Sud,
- Remplaceront la LER entre Le Havre et Montivilliers.
 - La valorisation de la plateforme ferroviaire existante entre Montivilliers et Criquetot reste à définir. Son utilisation est prévue dans le cadre du schéma vélo, avec la création d'un axe vélo structurant, mais des usages complémentaires sont envisageables.

Les études prospectives menées dans le cadre du projet prévoient :

- Une fréquentation de 25 000 voy. / jour sur les lignes C et D,
- Un augmentation de **+7 000 déplacements / jour sur le réseau LiA** (soit +0.7 points de part modale TC).



2.5.3 - Transports Collectifs Interurbains

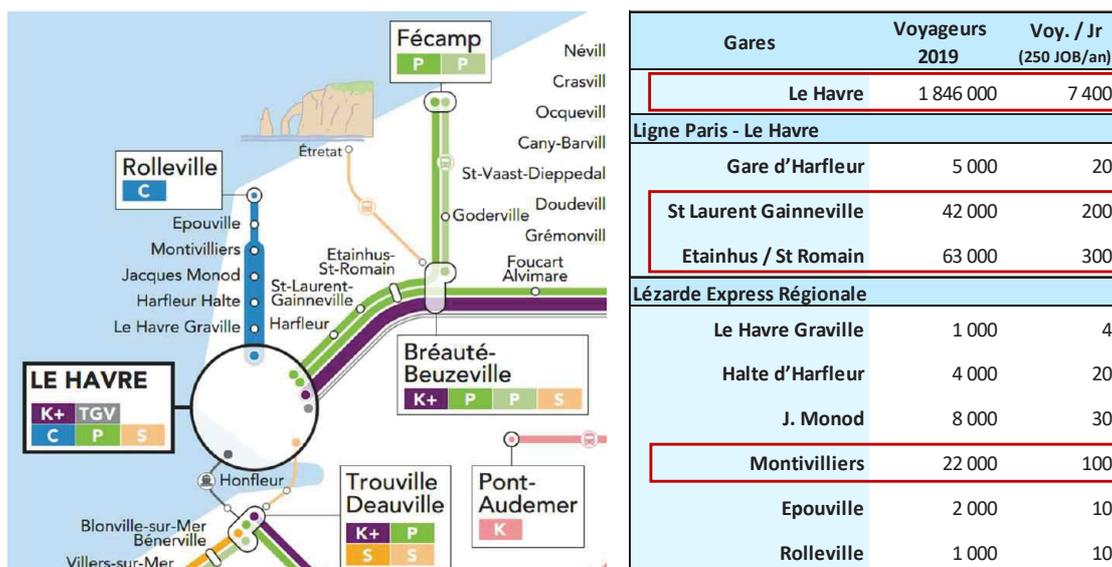
2.5.3.1 - Mode ferroviaire

Le territoire dispose aujourd'hui de 2 faisceaux ferroviaires :

- Vers l'Est, Le Havre - Rouen – Paris et Le Havre - Bréauté – Fécamp,
- Le long de la Lézarde : Le Havre – Montivilliers – Rolleville (cette ligne devant être remplacée par l'une des nouvelles lignes tramway).
 - La LER offre actuellement 25 A/R quotidiens (50 services),
 - Elle accueille environ 2 000 voyageurs / Jr.

Le territoire compte actuellement 10 Gares et haltes ferroviaires en service. Celles-ci ont des fréquentations très variables :

- La gare du Havre (plus de 7 000 montées/descentes par jour),
- Les gares d'Étainhus / St Romain, St Laurent Gainneville, et Montivilliers (100 à 300 montées/descentes par jour),
- Les gares d'Harfleur, J. Monod, Le Havre Graville, Epouville et Rolleville (quelques dizaines de montées/descentes par jour).



LIGNES FERROVIAIRES ET FRÉQUENTATION DES GARES DU TERRITOIRE

2.5.3.2 - Autocars régionaux

4 lignes de cars du réseau Nomad desservent le territoire, dont le tracé recouvre en partie celui de certaines lignes du réseau LiA :

- Bréauté – Étretat (L17) (qui permet d'assurer une liaison Paris - Étretat avec correspondance à la gare de Bréauté),
- Le Havre – Caudebec en Caux (L20),
- Le Havre – Criquetot - Fécamp (L23),
- Le Havre – Étretat - Fécamp (L24).

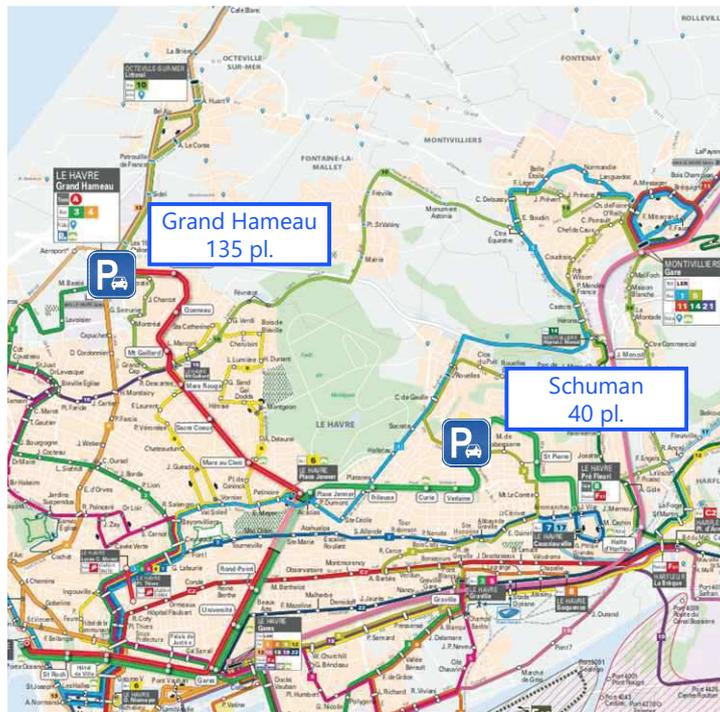


2.5.4 - Parkings-relais et intermodalité

2.5.4.1 - Parkings-relais

Le réseau LiA est équipé de 2 parkings-relais disposant au total de 175 places ; ce volume est relativement restreint si on le compare, par exemple, à la fréquentation du tramway (plus de 40 000 voyages / jour) :

- P+R Grand Hameau (135 places),
- P+R Schuman (40 places).



LOCALISATION ET CAPACITÉ DES PARKINGS-RELAIS

Bien que **faiblement dimensionnés**, ces parkings sont par ailleurs **sous-utilisés**. Ainsi, des relevés d'occupation réalisés sur le P+R Grand Hameau ont montré que seulement 1/3 du parking était occupé (40 à 50 véhicules comptabilisés).

On recense par ailleurs, sans pouvoir le quantifier précisément, des usages de stationnement relais sur le stationnement de surface gratuit, en périphérie du centre-ville (exemple : la Plage, Place Jenner, ...).

Ces éléments permettent de penser que des axes de progrès existent en matière d'organisation et d'exploitation des parkings-relais, afin de développer leur offre et leur usage. Cette mesure serait à réfléchir conjointement avec la refonte du stationnement sur la ville-centre et serait à mener à court terme, afin de pouvoir être prise en compte dans l'aménagement des nouvelles lignes tramway.

2.5.4.2 - Coopération entre Autorités Organisatrices de la Mobilité

La Communauté Urbaine est membre du syndicat mixte **Atoumod**. À ce titre :

- Le réseau LiA est intégré au système de titre interopérable de la Région Normandie (carte Atoumod permettant de regrouper les titres de transport de la grande majorité des AOM de la région),
- Le réseau LiA est intégré au système d'abonnement Conexités (abonnement multi-opérateurs permettant par exemple de voyager sur le réseau régional + réseau LiA + réseau Astuce de Rouen).

Par ailleurs, une intégration tarifaire existe pour les lignes de car Nomad desservant la communauté urbaine (possibilité d'utiliser ces cars Nomad avec un titre de transport du réseau LiA).

Si la coopération inter-AOM est déjà bien ancrée sur le territoire, celle-ci pourrait être développée :

- Sur les lignes ferroviaires (intégration tarifaire de la ligne TER St Romain – Le Havre),
- En matière de coordination des lignes routières des réseaux LiA et Nomad :
 - Coordination des horaires (Nomad en ligne Express et LiA en cabotage),
 - Desserte de la ville-centre (correspondances tramway en entrée de ville).

2.5.5 - Covoiturage

Le covoiturage constitue une offre de transport particulièrement adaptée pour la **desserte des zones peu denses** (Cf. § « 2.4.2 - Répartition des déplacements sur le territoire » page 24 : caractère diffus des déplacements en seconde couronne), mais aussi de la **Zone Industriale-Portuaire** qui concentre une part importante des emplois de la collectivité.

Le covoiturage est une compétence nouvelle pour la collectivité et peu de mesures ont jusqu'ici été mises en œuvre. La Communauté Urbaine a initié récemment son schéma directeur des aires de covoiturage ; cette étude permettra de définir un plan d'actions pour le déploiement d'aires de covoiturage sur le territoire.

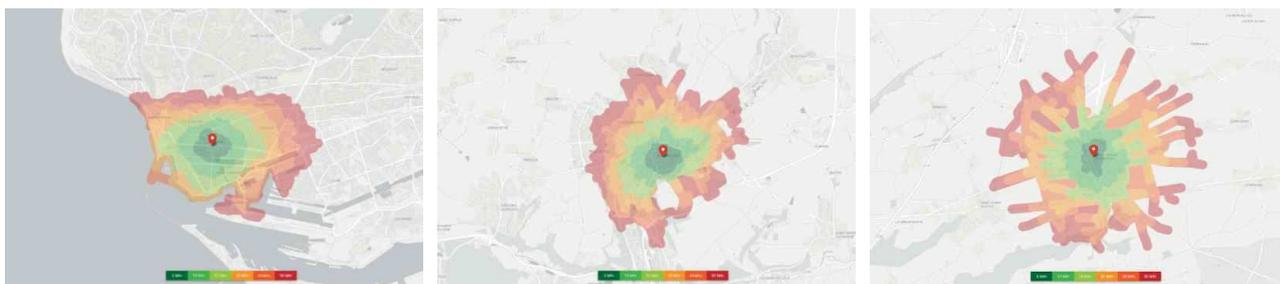
Le Plan de Mobilité sera l'occasion pour la collectivité de proposer des mesures complémentaires permettant d'intégrer pleinement le covoiturage à sa politique de transport. On notera que cette réflexion sera à mener en coordination avec la Région Normandie, qui réfléchit elle aussi à l'évolution de sa politique en matière de covoiturage (évolution envisagée du système actuel basé sur la plateforme Karos).

2.5.6 - Marche à pied

La marche constitue aujourd'hui le **deuxième mode de déplacements sur la Communauté Urbaine** et le premier mode de déplacements pour les trajets intracommunaux. Par ailleurs, en complément de son simple rôle fonctionnel de transport, c'est un mode qui participe aussi à la qualité urbaine et au cadre de vie.

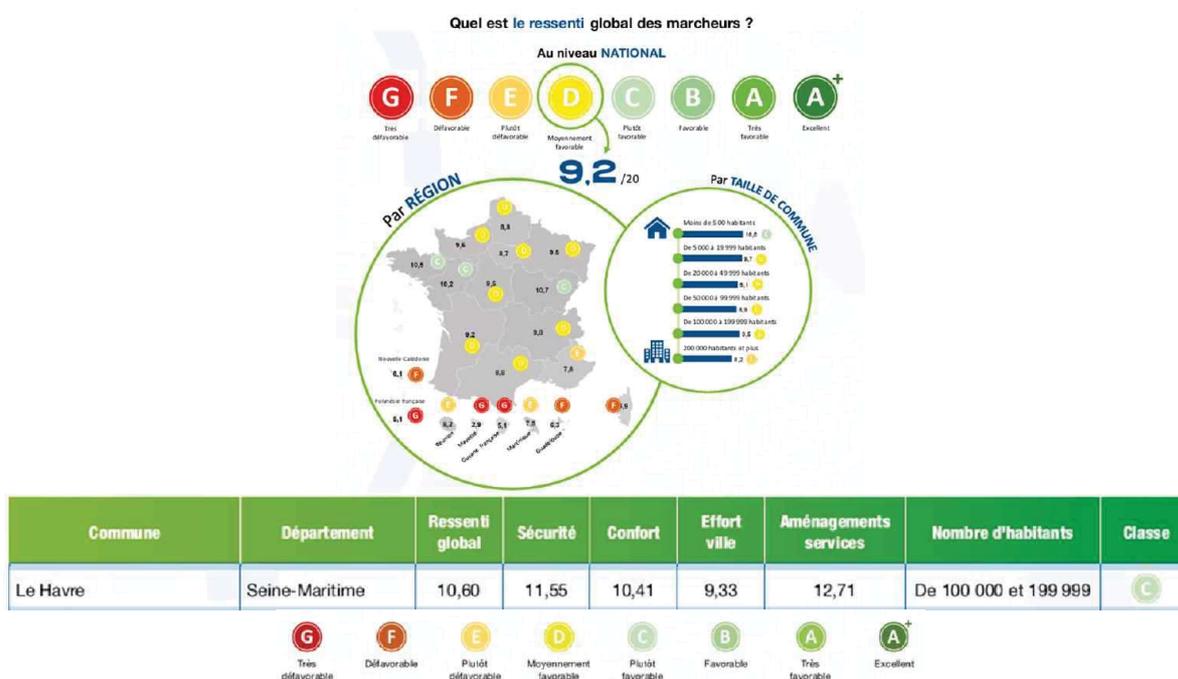
La marche est bien adaptée à l'échelle des déplacements internes à chaque commune. A titre d'illustration, en un quart d'heure il est possible à pied :

- D'aller de l'Hôtel de Ville du Havre à la Plage du Havre,
- De traverser le bourg de St Romain de Colbosc.
- ...



30 MINUTES À PIED DEPUIS LE CENTRE DU HAVRE, DE MONTIVILLIERS ET DE ST ROMAIN DE COLBOSC

En termes de marchabilité, la Ville du Havre est plutôt **bien perçue** par ses usagers et a recueilli la note « plutôt favorable à la marche » au baromètre national des villes marchables de 2021 (note C sur G / moyenne France = D).



EXTRAIT DES RÉSULTATS DU BAROMÈTRE DES VILLES MARCHABLES 2021

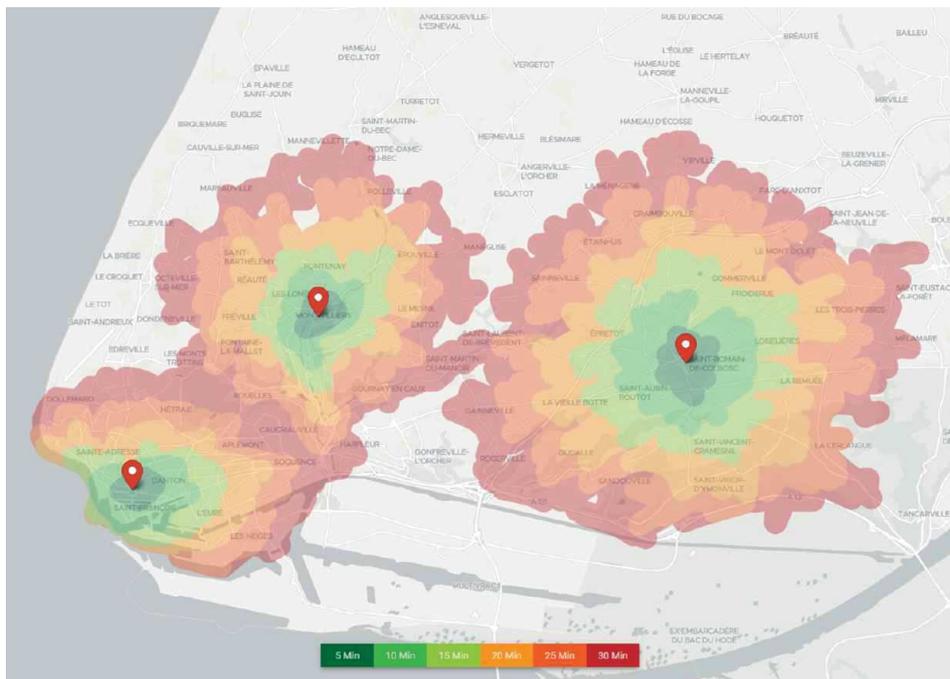
Par ailleurs, dans le cadre de sa stratégie climat 2019-2023, la Ville du Havre a prévu de mettre en œuvre un plan piéton pour développer l'usage de ce mode. Le Plan De Mobilité pourra étudier la possibilité de généraliser cette démarche à l'ensemble des communes du territoire.

2.5.7 - Vélo

Le vélo est un mode aujourd'hui **sous-utilisé** sur le territoire de la Communauté urbaine, avec une part modale de 2% (chiffre 2018, une forte progression ayant été observée pendant et après les confinements liés au contexte sanitaire).

Bien que souffrant de fortes contraintes topographiques localisées (ville haute / ville basse, vallée de la Lézarde), la topographie de plateaux du territoire est pourtant propice à l'usage du vélo. Ce mode est par ailleurs parfaitement adapté à l'échelle des déplacements intracommunaux, voire pour les déplacements intercommunaux de proximité ; ainsi il est possible en 20 minutes d'aller à vélo :

- Du Stade Océane à la Plage du Havre,
- Du bourg de St Romain au bourg d'Étainhus,
- ...



30 MINUTES À VÉLO DEPUIS LE CENTRE DU HAVRE, DE MONTIVILLIERS ET DE ST ROMAIN DE COLBOSC

Comme pour la marche, la Ville du Havre est plutôt **bien perçue** par ses usagers et arrive ainsi dans le top 10 de la catégorie grandes villes du baromètre national des villes cyclables de 2019 (note D sur G, « moyennement favorable au vélo »).



EXTRAIT DES RÉSULTATS DU BAROMÈTRE DES VILLES CYCLABLES 2019

2.5.7.1 - Le schéma vélo

La Communauté Urbaine finalise actuellement la réalisation de son schéma vélo. Ce projet ambitieux vise une **multiplication par 6 de l'usage du vélo** de 2018 à 2030 (part modale vélo cible de 12% en 2030). Il prévoit de :

- Multiplier par 2.5 le linéaire de continuités cyclables (450 km à terme vs 180 km aujourd'hui),
- Développer significativement le stationnement cyclable,
- Développer les services vélo.

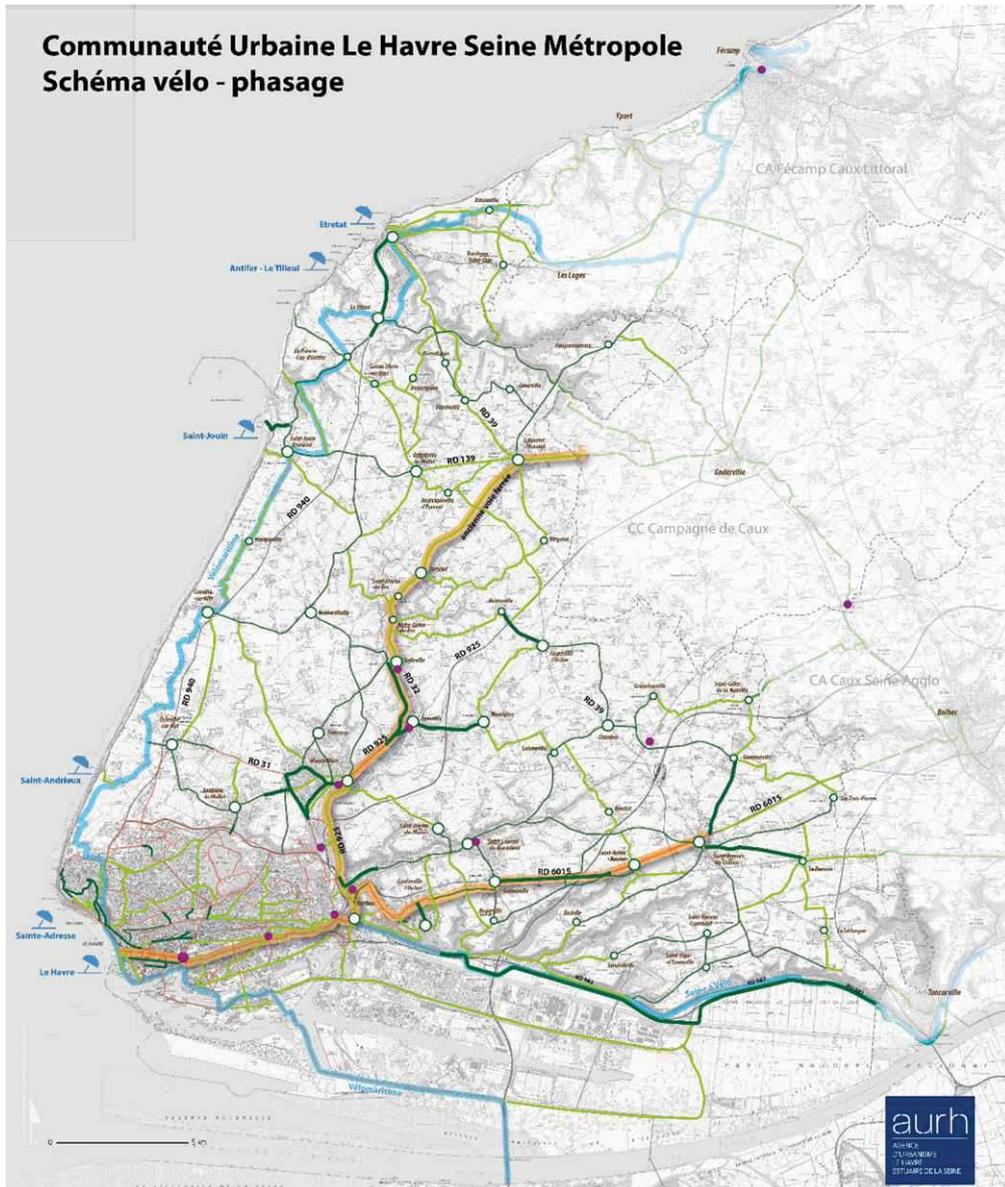


SCHÉMA VÉLO DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE

2.5.8 - Engins de Déplacements Personnels Motorisés

Une offre de trottinettes en libre-service est déployée sur la ville du Havre depuis juillet 2021. Les retours sont globalement très positifs et le service **très fréquenté** :

- 3 000 à 4 000 déplacements quotidiens (fréquentation équivalente à celle d'une petite ligne de bus),
- Trajets moyens de 2 à 3 km.

Ce service ne concernait initialement que la Ville du Havre, mais la Communauté Urbaine souhaite l'élargir progressivement aux territoires périurbain (service déployé à Octeville-sur-Mer depuis avril 2022).

Dans le cadre du Plan de Mobilité, il semble utile de s'intéresser à ce mode nouveau de déplacements afin :

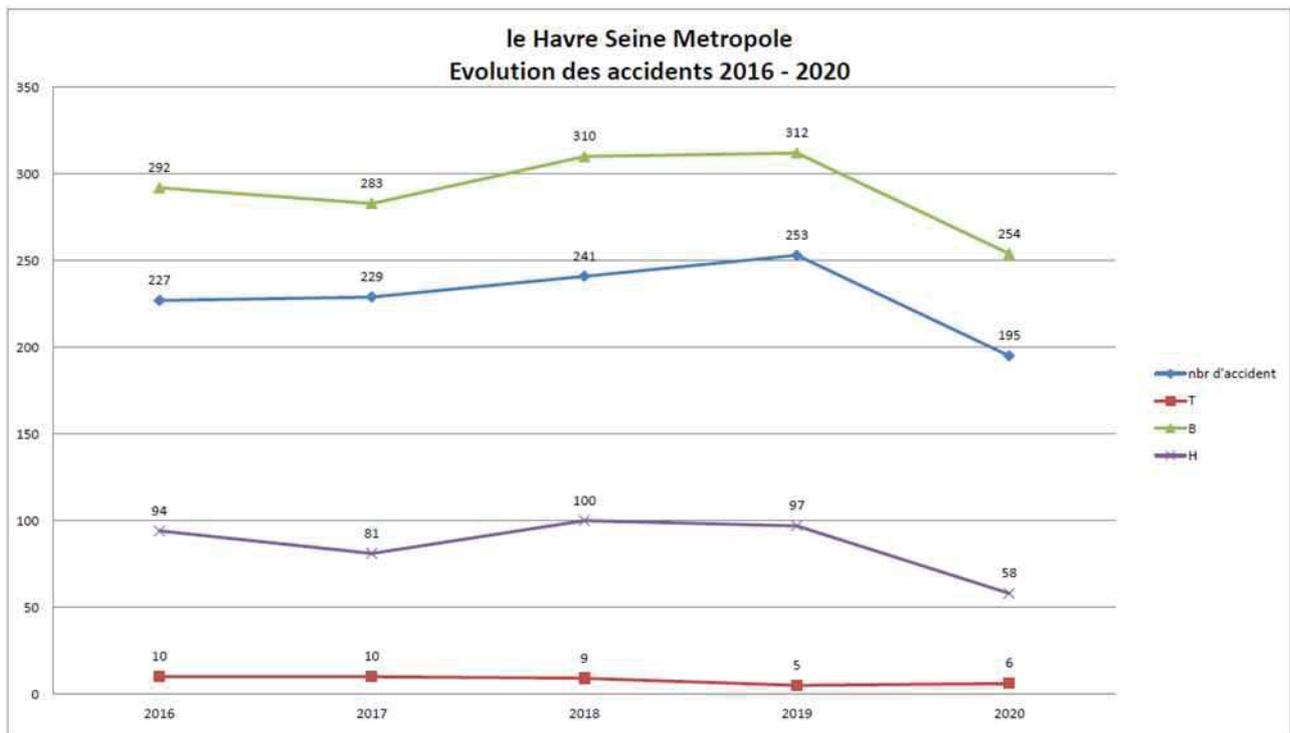
- D'auditer son usage :
 - Quelle part d'utilisateurs reportés depuis la voiture, la marche, le bus, le vélo, ...
 - Quelles nuisances réelles (sécurité routière, encombrement de l'espace public, ...),
- De proposer, sur cette base, un plan d'actions adapté permettant d'intégrer pleinement ce mode de déplacements à la politique de transport de la Communauté Urbaine :
 - Réglementation à prévoir afin de réduire les nuisances,
 - Synergie d'usage trottinettes / transports collectifs, ...

2.5.9 - Sécurité routière

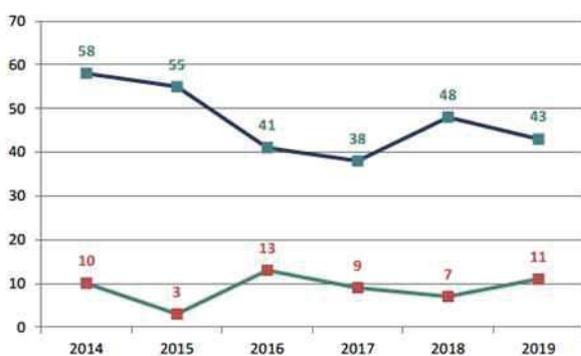
En 2019, 253 accidents corporels ont été dénombrés sur le territoire de la Communauté Urbaine. Ceux-ci ont occasionné :

- 310 blessés (dont 100 blessés hospitalisés),
- 5 à 10 tués.

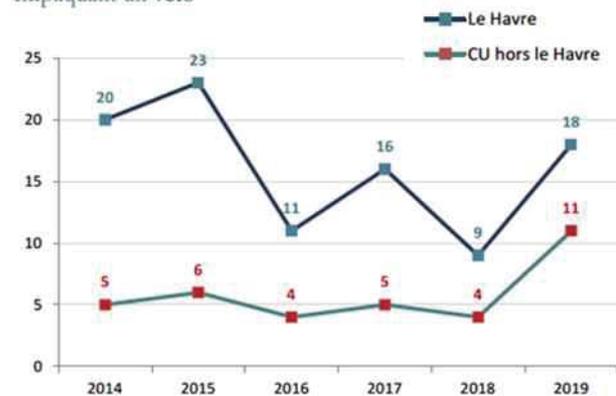
Ceci représente une accidentologie de 0.9 accidents / an pour 1 000 habitants, comparable à la moyenne nationale (France métropolitaine : 56 000 acc. / 64.7 Mons d'hab.).



Impliquant un piétons



Impliquant un vélo



STATISTIQUE DES ACCIDENTS CORPORELS SUR LA COMMUNAUTÉ URBAINE

2.5.10 - Logistique Urbaine

En 2013, la Codah, la Ville du Havre et la CCI ont mené des études en matière de logistique urbaine. Celles-ci ont mis en évidence un fonctionnement relativement satisfaisant des livraisons et ont abouti à un plan d'actions visant à développer le nombre de places de livraisons sur le territoire.

En décembre 2021, la Communauté Urbaine a signé une convention avec la société Rozo et le Cerema, afin d'élaborer une charte et un plan d'actions multi-partenariale en faveur d'une logistique urbaine durable, dans le cadre du programme **InTerLUD** (Innovations Territoriales et Logistique Urbaine Durable). La charte doit être finalisée en 2023.

2.5.11 - Infrastructures de Recharge des Véhicules Électriques

On dénombre environ 45 bornes de recharge actuellement sur le territoire de la Communauté Urbaine (essentiellement des bornes 22 kVA) :

- Une dizaine dans les parkings en ouvrage (exploitant Effia),
- Une vingtaine sur l'ex-périmètre de la Codah,
- Une quinzaine sur le reste du territoire.

La charge des véhicules est actuellement gratuite et on recense environ 30 000 recharges par an.

Afin de développer les infrastructures de recharge sur son territoire, la Communauté Urbaine a lancé 2 actions :

- **Appel à Manifestation d'Intérêt Concurrente** (AMIC) pour la mise en place d'un réseau d'infrastructures de recharge pour véhicules électriques :

Cette consultation a été lancée en partenariat avec le Grand Port Maritime du Havre. Elle vise à sélectionner un opérateur qui aura en charge le déploiement des IRVE sur le territoire. Cette consultation devrait aboutir au premier semestre 2022. La convention a une durée de 10 ans, renouvelable pour une durée supplémentaire de 5 ans. Les critères d'évaluation des propositions sont les suivants :

- Maillage du territoire,
- Puissance des bornes installées,
- Niveau de redevance,
- Qualité de service usagers.

- **Schéma Directeur IRVE** :

Lancé en parallèle de l'AMIC, ce schéma doit permettre d'évaluer les besoins de la collectivité en matière de bornes de recharge, pour compléter éventuellement le maillage de bornes mis en place dans le cadre de l'AMIC. La mise en place de cette offre complémentaire pouvant être faite, soit dans le cadre de l'AMIC (développements complémentaires après 3 ans), soit d'une autre manière.

2.5.12 - Management de la mobilité

Les démarches de Plans De Mobilité Employeurs sont actuellement **peu développées** sur le territoire :

- 272 entreprises éligibles à la réalisation d'un (PDME),
- 20 entreprises ayant élaboré ou en cours d'élaboration d'un PDME,
- 4 conventions signées avec LHSM.

Afin de développer ces démarches, la Zone Industriale Portuaire pourrait constituer une priorité, étant donnée sa forte concentration d'emplois (1/4 des emplois de la Communauté Urbaine).

2.5.13 - Tourisme

L'activité touristique est actuellement en développement sur le territoire (hors contexte sanitaire 2020-2021) et l'activité touristique peut être classée en 3 grandes catégories :

- **Site touristique d'Étretat** : il accueille 1.2 Millions de touristes par an (2019), dont une part majoritaire d'excursionnistes (950 000 visiteurs à la journée),
- **Le Havre** (tourisme d'affaire) : la ville accueille 1.4 Millions de touristes par an (2019), dont une part majoritaire de touristes avec nuitée (1 000 000),
- **Croisières maritimes** : celles-ci génèrent 350 000 à 400 000 touristes par an. Toutefois, Le Havre constitue majoritairement un port d'arrivée pour des activités touristiques en dehors du territoire (le budget annuel du tourisme de croisière est évalué à 35 M€ dont 5 M€ dépensés sur le territoire de LHSM).

2.6 - Conclusions : enjeux retenus pour le plan de mobilité

Sur la base des conclusions du diagnostic et, en particulier, des éléments de constat suivants :

- La nécessité pour le Plan De Mobilité de se conformer aux objectifs de la Stratégie Nationale Bas Carbone,
- L'impact limité du Plan de Déplacements Urbains 2013 sur les comportements,
- Les faibles marges de manœuvre financières de la collectivité pour augmenter le budget de fonctionnement des transports collectifs.

Le Comité de Pilotage a retenu les enjeux suivants pour le Plan De Mobilité 2023-2033 de la Communauté Urbaine :

■ Faire du PDM un vecteur d'attractivité du territoire

- Développer la ville apaisée,
- Favoriser la desserte interrégionale et la liaison Paris – Le Havre (LNPN),
- Définir des orientations en faveur des déplacements touristiques.

■ Développer une offre de transport multimodale

- Accompagner le projet de ZFE sur le territoire,
- Travailler plus spécifiquement sur la desserte multimodale de la ZIP,
- Profiter de la nouvelle ligne de tramway pour créer une nouvelle dynamique en matière de transport pour l'ensemble du territoire,
- Réduire l'omniprésence de l'automobile sur les flux d'échanges, en intégrant pleinement le covoiturage à la politique de déplacements,
- Développer l'offre et l'usage des parkings-relais,
- Améliorer la coordination entre les réseaux LiA et Nomad (cars et trains),
- Favoriser l'usage des modes actifs à l'intérieur de chaque commune,
 - ▶ Renforcer l'usage de la marche (plans piétons communaux),
 - ▶ Mettre en œuvre le schéma vélo communautaire et l'accompagner d'actions locales d'apaisement des espaces publics et développement des modes actifs,
- Intégrer les EDPM dans la politique de déplacements.

■ Agir efficacement sur les comportements pour maîtriser l'autosolisme

- Aménager la voirie et le stationnement de manière à rééquilibrer les niveaux de service entre modes
- Informer et accompagner les usagers
- Développer le management de la mobilité
- Développer les pôles écomobilité, l'information multimodale, la communication, ...

PROJET DE PLAN DE MOBILITE

MEMOIRE EN REPONSE

**MISSION REGIONALE D'AUTORITE
ENVIRONNEMENTALE**

**5-5 SYNTHESE DES RESULTATS DE L'ENQUETE MENAGE
DEPLACEMENT DE 2018 (AURH)**



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les déplacements de / dans la Communauté urbaine Le Havre Seine métropole

La dernière enquête quantifiant et qualifiant les déplacements dans la région havraise date de 2007. Il est habituel dans les grandes agglomérations d'actualiser les résultats tous les 10 ans.

C'est pourquoi, la « Codah », qui souhaitait notamment mesurer les effets de la nouvelle offre de transport du tramway depuis 2012, a missionné le bureau d'études TEST pour réaliser une nouvelle enquête sur les déplacements du quotidien des habitants et pour ensuite traiter les principaux résultats.

De plus, les Enquêtes Déplacements, riche de nombreuses informations qualitatives recueillies au sein des ménages, sont une source de données importante permettant des réflexions dans le domaine de la sociologie des transports, des déplacements, des activités et du fonctionnement de la ville.

1 MÉTHODOLOGIE DE L'EDGT

L'enquête a été réalisée entre janvier et mai 2018 selon la méthode mixte « Enquête Déplacements Grand Territoire » (EDGT) développée par le Cerema. Elle comporte un volet face-à-face et un volet téléphonique.

La réalisation de l'EDGT repose sur deux modes opératoires :

- Une partie du périmètre dite mixte, correspondant au territoire de la communauté urbaine Le Havre Seine métropole, est enquêtée pour moitié en face-à-face et pour moitié par téléphone. Au face-à-face toutes les personnes de 5 ans et plus d'un même ménage sont interrogées le même jour tandis que par téléphone, une ou deux personnes sont tirées au sort pour répondre au sein du ménage contacté.
- Le reste du périmètre, composé des intercommunalités voisines du Havre Seine métropole, est enquêté uniquement au téléphone. Dans chaque ménage, en fonction du nombre de personnes âgées de 5 ans et plus, une ou deux personnes âgées de 5 ans et plus sont interrogées sur leurs déplacements.

Ainsi sur l'ensemble du territoire de l'EDGT, 5 333 ménages ont été enquêtés soit 11 531 personnes interrogées au total ; parmi eux 63 % habitaient la communauté urbaine Le Havre Seine métropole.

Pour évaluer les flux de déplacements au plus près de la réalité, le Cerema a réalisé le redressement des données issues de l'enquête en attribuant un poids à chaque ménage et à chaque personne interrogée.

Comme mentionné précédemment, l'aire d'enquête se divise en 2 territoires. Celui du volet mixte comporte 160 communes, centrées autour de l'agglomération du Havre, et est divisé en 29 secteurs de tirage numéroté de 01 à 29. Le volet téléphonique compte 261 communes et est divisé en 14 secteurs numérotés de 30 à 43. (cf carte ci-après)

ED Estuaire de la Seine 2018 Carte des secteurs



2 PRINCIPAUX RÉSULTATS

2.1 LES VOLUMES DE DÉPLACEMENTS

Plus de 950 000 déplacements ont lieu dans la CU Le Havre Seine Métropole un jour de semaine ouvré en moyenne.

La zone urbaine dense (secteur 1), composée de 5 communes (213 897 habitants), concentre à elle seule 80% de ces déplacements internes à la communauté urbaine.

La première couronne périurbaine (secteur 2), plus faiblement peuplée (23 059 habitants), totalise 28 880 déplacements internes ; elle génère des échanges deux fois plus nombreux avec la zone urbaine centrale (57 150 déplacements).

La couronne extérieure (secteur 3), qui s'étend jusqu'aux limites de la Communauté urbaine (34 813 habitants) enregistre environ 61 000 déplacements internes ; elle bénéficie des flux importants tournés vers la zone d'emplois de la ZIP. Les échanges entre cette couronne et la zone centrale s'élèvent à 42 600 déplacements.

La zone urbaine dense présente donc un important pouvoir d'attraction sur ses voisins avec un nombre remarquable de déplacements qui partent de la 1ère et la 2^e couronne en direction de cette zone centrale (respectivement 43% et 21%).

Le secteur 4, composé par les intercommunalités de Fécamp, Campagne de Caux et Caux Seine Agglo (157 680 habitants cumulés) exerce une certaine attractivité avec un volume d'échanges qui s'élève à 66 300 depuis ou à destination du territoire de la CU (secteurs 1, 2 et 3).

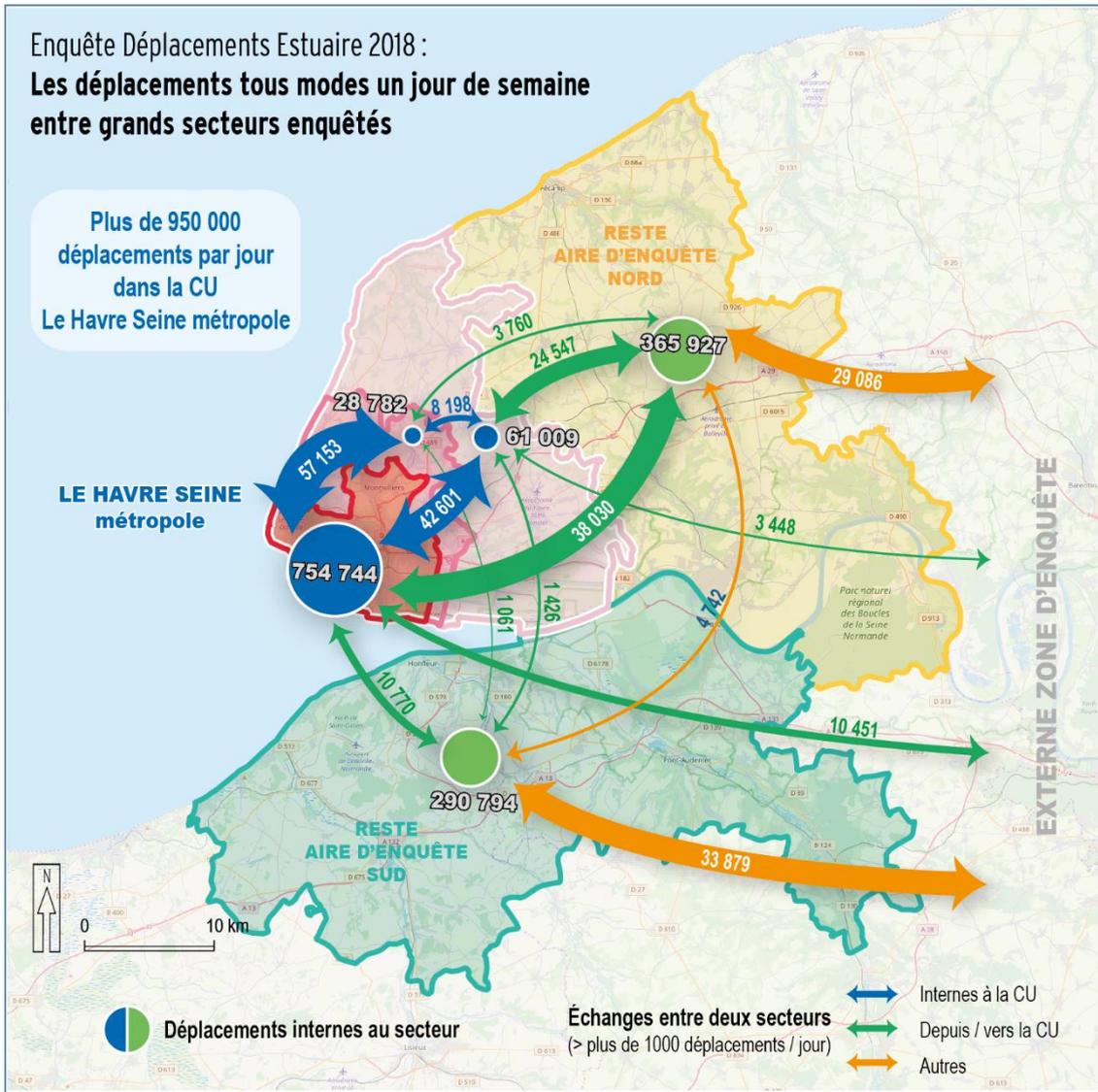
Avec seulement 13 000 déplacements, les relations entre la CU et le Sud de l'Estuaire (secteur 5, 104 026 habitants) sont bien moindre.

La population habitants les différents secteurs analysés

Secteurs	N° secteurs	Population 2016 (Insee)
Le Havre Seine métropole	1	213 897
	2	23 059
	3	34 813
CA Fécamp Caux Littoral – Campagne de Caux – Caux Seine Agglo	4	157 680
EPCI voisines de la CU du Havre en rive sud de la Seine	5	104 026

Enquête Déplacements Estuaire 2018 :
**Les déplacements tous modes un jour de semaine
entre grands secteurs enquêtés**

Plus de 950 000
déplacements par jour
dans la CU
Le Havre Seine métropole



Le Havre Seine métropole

- | | | |
|--|--|--|
| <p>Urbain dense</p> <p>1</p> <p>Le Havre ,
 Sainte-Adresse ,
 Montvilliers - Harfleur ,
 Gonfreville-l'Orcher</p> | <p>1ère couronne</p> <p>2</p> <p>Octeville-sur-Mer ,
 Fontaine-la-Mallet,
 Cauville - Manéglise,
 St-Martin-du-Manoir,
 Épouville, Gainneville,
 Rogerville, Mannevillette,
 Rolleville, ND-du-Bec,
 Fontenay</p> | <p>2e couronne</p> <p>3</p> <p>communes restantes de
 la Communauté Urbaine</p> |
|--|--|--|

**Autre secteur
enquêté nord**

- 4**
- CA Fécamp Caux Littoral,
CC Campagne de Caux,
Caux Seine Agglo

**Autre secteur
enquêté sud**

- 5**
- CC Coeur Côte Fleurie,
CC Pays de Honfleur -
Beuzeville, CC Pont-
Audemer - Val de Risle,
CC Blangy Pont-l'Évêque
intercom, Ouest Roumois
Seine

Fond : IGN - Admin Express 2018

Source : EDGT 2018 - Codah

Réalisation : AURH (SCAP - 02 2019)

Nombre déplacements		Secteurs de DESTINATION						
Secteurs de ORIGINE		1	2	3	4	5	Externe	Ensemble
1		754 744	29 192	21 118	18 825	5 751	4 233	838 095
2		27 961	28 782	4 259	2 349	612	399	64 762
3		21 483	3938	61 009	12 440	645	1 565	102 646
4		19 205	1411	12107	365 927	2269	14 327	429 574
5		5 019	448	780	2 473	290 794	17 039	333 592
Externe		6 219	563	1 883	14 759	16 840	37 496	77 760
Ensemble		840 849	64 898	103 039	431 533	333 753	75 059	1 808 67

Le tableau ci-dessus permet d'évaluer les différences d'intensité des flux à l'intérieur de la CU :

- les déplacements internes à chaque secteur et les échanges entre les trois secteurs de la communauté urbaines (en jaune).
- les relations avec les secteurs 4 et 5 de l'Estuaire de la Seine et au-delà (en orange).

Répartition Selon origine		Secteurs de DESTINATION						
ORIGINE		1	2	3	4	5	Externe	Ensemble
1		90,1%	3,5%	2,5%	2,2%	0,7%	0,5%	100,0%
2		43,2%	44,4%	6,6%	3,6%	0,9%	0,6%	100,0%
3		20,9%	3,8%	59,4%	12,1%	0,6%	1,5%	100,0%
4		4,5%	0,3%	2,8%	85,2%	0,5%	3,3%	100,0%
5		1,5%	0,1%	0,2%	0,7%	87,2%	5,1%	100,0%
Externe		8,0%	0,7%	2,4%	19,0%	21,7%	48,2%	100,0%
Ensemble		46,5%	3,6%	5,7%	23,9%	18,5%	4,1%	100,0%

2.2 DURÉE ET DISTANCE DES DÉPLACEMENTS

La durée moyenne des déplacements quotidiens varie assez peu selon les lieux de résidence. Le chiffre moyen de 15 minutes par déplacement pour les habitants de la CU du Havre est très proche de celui constaté dans d'autres territoires enquêtés en France.

En moyenne, les résidents de l'ensemble de l'aire d'étude consacrent un peu moins d'une heure par jour à se déplacer. Le chiffre moyen de 56 minutes est lui aussi comparable à ceux des autres territoires français enquêtés.

A contrario, il existe des différences importantes de la distance parcourue par déplacement selon le lieu de résidence, sous-tendant les différences des modes majoritairement utilisés par chacun.

Ainsi, si en moyenne, 56% des déplacements des habitants de la CU du Havre font moins de 3 kilomètres, c'est le cas de seulement 31 à 33 % pour les habitants des anciennes EPCI de Caux Estuaire et du canton de Criquetot-l'Esneval, soit les plus faibles taux de toute l'aire d'étude. En effet, pour ces derniers, 35 % et 39 % des déplacements respectivement sont supérieurs à 10 km.

Hors ce constat, le profil des autres territoires de l'aire d'étude est assez similaire sur ce point.

2.3 MOBILITÉS DES HABITANTS

Le nombre moyen de déplacements quotidiens réalisés par les habitants de l'aire d'étude, comme par ceux du Havre Seine métropole uniquement, s'inscrit dans la tendance moyenne observée dans d'autres agglomérations françaises ; il s'établit aux deux échelles à 3,9 déplacements par jour par personne.

Au total, les habitants du Havre Seine Métropole sont à l'origine de près d'1 million de déplacements (977 885) un jour ouvré de la semaine. Parmi ces déplacements, les pratiques intermodales y sont confidentielles représentant 2% de l'ensemble soit un volume total évalué à 21 500 déplacements intermodaux. Un tiers de ces déplacements sont d'ordre scolaire et ont pour origine ou destination le lieu des études.

La combinaison entre deux transports en commun urbains (comprenant la LER) domine à 66% les déplacements intermodaux des habitants de la CU. A contrario dans le reste de l'aire d'étude, c'est l'alliance voiture / train ou car qui prime à 62 % ; cette association est de 10 % pour les habitants de la CU Le Havre Seine métropole.

Secteurs de résidence	Mobilité de la population (nbre moyen de déplacements / par jour / par personne)
1	3,9
2	4,2
3	3,7
4	3,9
5	3,8
Le Havre Seine métropole (secteurs 1 2 3)	3,9
Ensemble	3,9

2.4 RÉPARTITION DES DÉPLACEMENTS PAR MODE

Si l'on s'intéresse à la répartition des déplacements par mode, il existe des disparités significatives entre les différents grands secteurs composant l'aire d'étude de l'EDGT.

Ainsi, si l'on considère les déplacements réalisés par les habitants de l'ensemble de l'aire d'étude, l'utilisation de la voiture prime à hauteur de 6 déplacements réalisés sur 10.

Limités aux déplacements des habitants de la CU du Havre, la part modale de la voiture bien que restant majoritaire s'élève à 56 % (dont 42 % en tant que conducteur et 14 % en tant que passager). Cette moyenne ne rend pas compte des écarts importants entre la population du secteur urbain le plus dense qui assure 50 % des déplacements en voiture et les 1^{ère} et 2^e couronne qui utilisent la voiture beaucoup plus fréquemment, à hauteur de 79 et 77 % respectivement.

Dans l'aire d'étude, les Havrais sont les seules à faire moins de la moitié de leurs déplacements en usant de la voiture particulière (part modale de la voiture 46 %).

Dans l'ensemble de l'aire d'étude comme au niveau des grands secteurs la composant, la marche à pied (MAP) est le second mode pour se déplacer. L'intensité du recours à la marche varie également de façon importante entre les grands secteurs.

En moyenne dans l'aire d'étude, la part modale de la marche s'établit à 29% des déplacements ; elle s'élève à 32% chez les habitants de la CU du Havre – 37% pour les seuls habitants de la zone dense de la CU et 39% chez les havrais.

Dans une proportion bien moindre, les transports en commun urbains arrivent en 3^e position des modes de déplacement les plus fréquents.

Pour les habitants du Havre Seine métropole, l'offre de TCU assure 8 % des déplacements et là encore il existe de fortes disparités entre les territoires. Au plus haut dans l'urbain dense, 1 déplacement sur 10 est réalisé avec un TCU en moyenne.

La catégorie « autres transports en commun » (trains, cars) prend une place plus importante dans les déplacements de la population résidant dans des secteurs sans ou avec une offre urbaine réduite de

TC. La part modale « autres TC » évaluée pour les habitants de l'ensemble de l'aire d'étude s'élève ainsi à 2% contre 0,8% pour les seuls habitants de la CU du Havre.

Les déplacements à vélo occupent une place limitée dans la mobilité des habitants dans tous les grands secteurs. Au plus haut à 1,6% des déplacements dans la zone urbaine dense de la CU ; le plus bas est de 0,8 % dans la 2^e couronne.

Les déplacements en deux-roues motorisés ou avec un autre mode (taxis, camions, camionnettes, tracteurs ..) sont beaucoup moins répandus et cela à toutes les échelles considérées.

Secteurs	Nombre de déplacements							Ensemble
	Voiture	Marche	Vélo	2-roues motorisés	TCU	Autres TC	Autres	
1	387 228	282 969	12 298	4 455	76 079	3 150	3 770	769 949
2	70 405	12 303	774	1 328	2 755	800	923	89 287
3	91 555	18 566	898	1 052	1 052	4 128	1 398	118 648
4	302 623	127 529	4 137	2 188	10 129	19 328	5 282	471 216
5	251 334	87 082	4 548	1 235	1 827	10 117	3 624	359 766
Le Havre Seine métropole (secteurs 1 2 3)	549 188	313 838	13 970	6 834	79 885	8 078	6 091	977 885
Ensemble	1 103 144	528 449	22 655	10 258	91 841	37 523	14 996	1 808 867

Secteurs	% de déplacements						
	Voiture	Marche	Vélo	2-roues motorisés	TCU	Autres TC	Autres
1	50,3	36,8	1,6	0,6	9,9	0,4	0,5
2	78,9	13,8	0,9	1,5	3,1	0,9	1,0
3	77,2	15,6	0,8	0,9	0,9	3,5	1,2
4	64,2	27,1	0,9	0,5	2,1	4,1	1,1
5	69,9	24,2	1,3	0,3	0,5	2,8	1,0
Le Havre Seine métropole (secteurs 1 2 3)	56,2	32,1	1,4	0,7	8,2	0,8	0,6
Ensemble	61,0	29,2	1,3	0,6	5,1	2,1	0,8

2.5 MODES ET MOTIFS DE DÉPLACEMENTS

C'est pour faire des achats et se restaurer que la population du Havre Seine métropole consacre le plus grand nombre de déplacements, près d'un quart de ses déplacements. Puis ce sont les déplacements contraints, démarches administratives, rendez-vous médicaux, accompagner/aller chercher quelqu'un pour exemples, qui occupent le plus de place dans la mobilité des habitants, à hauteur de 23% des déplacements d'une journée.

Les déplacements pour se rendre au travail, qui ne sont là imputables qu'aux actifs, concentrent ensuite 18% des déplacements. En parallèle les déplacements des scolaires représentent 13 % des déplacements.

En comparaison avec les autres pôles étudiés de l'aire d'étude, seule celui de la population de la Côte Fleurie se distingue véritablement. La part bien plus importante des personnes retraités parmi les

habitants réduits de fait la proportion des déplacements pour aller travailler ou étudier et renforce celles des motifs achat et loisirs.

Répartition des déplacements des habitants de la communauté urbaine Le Havre Seine métropole selon le motif de destination en 2018

	Travail	Etudes	Contraints (démarches, accomp- pagnement)	Loisirs	Visites	Achats / Restauration	Autres
Le Havre Seine métropole	17.8 %	12.6 %	22.7 %	13.9 %	8.2 %	23.7 %	1.3 %
Fécamp-Goderville	21 %	11.4 %	18.9 %	14.9 %	7.5 %	24.1 %	2.3 %
Caux Seine Agglo	21 %	10.5 %	24.4 %	12.3 %	6.1 %	24.2 %	1.9 %
Pont-Audemer	22.8 %	11.6 %	21.4 %	11.4 %	5.8 %	25.9 %	1 %
Côte Fleurie - Pont l'Évêque	15.7 %	7 %	17.4 %	17.5 %	8.3 %	32.1 %	2.1 %

À l'échelle de l'ensemble de l'aire d'étude comme de celle de la seule CU Le Havre Seine métropole, la part modale de la marche est plus élevée lorsqu'il s'agit d'un déplacement pour motif d'études, d'achats ou de loisirs. À l'inverse, elle chute lorsque le motif est le travail ou un motif contraint, au profit de la voiture le plus souvent.

La part modale vélo est à son maximum dans le cas des déplacements de loisirs. Mais elle est tout de même supérieure à la moyenne quand il s'agit de réaliser une visite et d'aller au travail.

Enfin, pour ce qui est de la part modale TCU, elle culmine à 22% pour les déplacements d'études des résidents de la CU. Le travail et les visites étant les 2 autres motifs où ces modes sont les plus présents.

Résidents Aire d'étude	Part modales					
	Marche	Voiture	Vélo	TC Urbains	Autres TC	Autres
Travail	11%	78%	1,8%	4,0%	1,1%	3,8%
Études	39%	31%	0,9%	15,8%	12,1%	1,5%
Achats	35%	59%	0,6%	3,4%	0,4%	1,3%
Contraints	22%	73%	0,5%	3,2%	0,5%	0,6%
Loisirs	50%	42%	3,2%	3,4%	0,4%	1,2%
Visites	23%	69%	1,5%	4,9%	0,4%	0,8%
Autres	24%	68%	0,0%	4,6%	2,1%	1,6%
Total	29%	61%	1,3%	5,0%	2,0%	1,6%

Résidents du Havre Seine Métropole	Part modales					
	Marche	Voiture	Vélo	TC Urbains	Autres TC	Autres
Travail	13%	74%	2,0%	7,5%	0,4%	3,3%
Études	46%	26%	1,3%	21,7%	3,8%	1,1%
Achats	38%	54%	0,6%	6,0%	0,2%	1,3%
Contraints	27%	66%	0,9%	5,5%	0,1%	0,8%
Loisirs	49%	41%	3,1%	5,8%	0,1%	1,2%
Visites	23%	66%	1,8%	8,0%	0,4%	0,4%
Autres	24%	71%	0,0%	2,9%	1,0%	1,3%
Total	32%	56%	1,4%	8,2%	0,7%	1,4%

3 ÉVOLUTION DE LA MOBILITÉ ENTRE 2007 ET 2018

La mesure de l'évolution de la pratique des déplacements est possible sur le territoire commun aux deux enquêtes de 2007 et 2018. Il correspond aux deux anciennes intercommunalités de la Codah et de Caux Estuaire.

3.1 ÉVOLUTION DES PARTS MODALES

On constate tout d'abord que les modes les plus utilisés, marche et voiture, sont restés stables à 33% et 55% des déplacements respectivement.

En revanche, **la part des déplacements en TCU a augmenté de deux points en 10 ans passant de 7 % à 9 % de part modale.** Plus secondairement, l'utilisation du vélo progresse également de 1,2 à 1,5 % ;

Comme le montrent les tableaux ci-dessous qui précisent l'âge des personnes se déplaçant, on peut observer, que si la part modale du vélo a légèrement augmenté au global, elle a en réalité diminué de moitié chez les moins de 18 ans (2,2%→1,1%) au profit de la voiture et des TCU. A l'inverse, elle a beaucoup augmenté chez les 25-34 ans (0,8%→2,8%) et les 65 ans et plus (0,1%→0,8%).

La part des TCU a surtout augmenté chez les moins de 25 ans et les 35-49 ans (3,5%→5,6%).

La part de la marche a légèrement diminué chez les 50-64 ans et surtout chez les 65 ans et plus, au bénéfice de tous les autres modes principaux présentés ci-dessus.

Parts modales par tranche d'âge 2007 et 2018

Codah + Caux Estuaire 2007	Marche	Voiture	Vélo	TC Urbains
5-17 ans	48%	32%	2,2%	13%
18-24 ans	29%	45%	1,4%	18%
25-34 ans	30%	61%	0,8%	5,5%
35-49 ans	24%	68%	1,1%	3,5%
50-64 ans	30%	63%	0,9%	3,9%
65 ans et plus	47%	48%	0,1%	3,7%
Total	34%	55%	1,2%	7%

Codah + Caux Estuaire 2018	Marche	Voiture	Vélo	TC Urbains
5-17 ans	44%	36%	1,1%	16%
18-24 ans	32%	44%	1,4%	22%
25-34 ans	32%	56%	2,8%	7,2%
35-49 ans	28%	63%	1,4%	5,6%
50-64 ans	28%	65%	1,4%	4,5%
65 ans et plus	40%	54%	0,8%	4,9%
Total	33%	55%	1,5%	9%

Légende

1,7%	Augmentation >10%
1,9%	Diminution >10%

3.2 ÉVOLUTION DES MODES ET MOTIFS DE DÉPLACEMENTS

En 10 ans, la seule évolution remarquable quant aux motifs de déplacements concerne la **baisse de la part des déplacements qui ont pour origine ou destination le domicile**. Ainsi en 2018, ce sont un quart des déplacements, dits secondaires, qui s'affranchissent d'un départ ou arrivée, depuis ou vers le domicile. Ce constat peut être associé à l'évolution générale des comportements de la **population qui, cherche à optimiser ses déplacements afin d'effectuer plusieurs activités avant de rentrer chez elles**. Pour les actifs plus particulièrement, les retours le midi au domicile pour déjeuner sont de plus en plus rares les années passant en milieu urbain.

Motifs	Donnée 2018	Donnée 2007	Évolution
Secondaire (non lié au domicile)	25%	21%	19%
Domicile-Travail	13%	15%	-12%
Domicile-Études	11%	12%	/
Domicile-Achats	16%	17%	/
Domicile-Accompagnement	13%	11%	17%
Domicile-Loisirs	6%	5%	18%
Domicile-Visites	6%	8%	-29%
Domicile-Promenade	5%	5%	/
Domicile-Autre	6%	6%	/

S'il on compare les modes utilisés selon le motif des déplacements entre 2007 et 2018, on s'aperçoit que les parts modales de la marche ont assez peu évolué en fonction du motif : elle est légèrement moins plébiscitée pour les déplacements d'achat (44% → 39%) et de visites (33% → 25%), au profit de la voiture et des TCU dans le premier cas, et uniquement du TCU pour le second (4% → 8%).

Les parts modales TCU augmentent pour pratiquement tous les motifs, à l'exception de la promenade et de la catégorie « Autres ».

Motifs	Part modale MARCHÉ		Part modale VOITURE		Part modale TCU	
	2018	2007	2018	2007	2018	2007
Secondaire (non lié au domicile)	31%	31%	59%	61%	6%	5%
Domicile-Travail	11%	11%	75%	76%	9%	6%
Domicile-Études	46%	45%	25%	25%	24%	21%
Domicile-Achats	39%	44%	53%	50%	7%	5%
Domicile-Accompagnement	33%	33%	64%	64%	2%	1%
Domicile-Loisirs	26%	28%	62%	65%	8%	5%
Domicile-Visites	25%	33%	59%	60%	8%	4%
Domicile-Promenade	82%	75%	11%	14%	2%	7%
Domicile-Autre	26%	24%	56%	60%	14%	11%

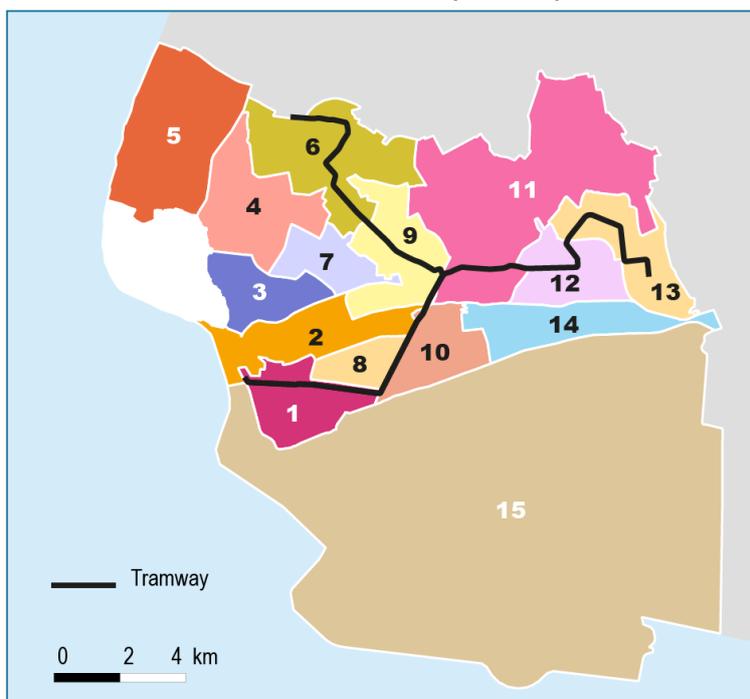
3.3 L'ÉVOLUTION DES PARTS MODALES DANS LES QUARTIERS DU HAVRE : L'IMPACT DU TRAMWAY

En moyenne, les Havrais utilisent les transports collectifs urbains pour réaliser plus d'1 déplacements sur 10 en 2018. La part modale TCU au Havre a progressé de deux points passant de 9 % en 2007 à 11 % en 2018.

La mise en service du tramway fin 2012 a-t-elle participé à faire évoluer le comportement des habitants en matière de déplacements et plus particulièrement de ceux qui habitent à proximité ?

Pour tenter de répondre à cette question, les résultats des enquêtes de 2007 et 2018 peuvent être comparés selon un découpage commun de la ville du Havre en 15 zones.

EMD 2007 et EDGT 2018 : Secteurs d'enquête comparables au Havre



Si l'analyse de l'évolution des parts modales dans ces 15 secteurs rend difficilement quantifiable le poids réel du tramway sur un report modal ; elle permet toutefois d'observer, ou non, une croissance de la part modale « TCU » de la population habitant à proximité du tramway notamment.

Force est de constater que les quartiers où la part modale TCU a le plus augmenté entre 2007 et 2018, sont ceux directement traversés par le tramway : Sacré Cœur/Tourneville (9,3%=>18,9%); Centre-ville (1,3% => 7,9 %) ; Ste-Marie/St-Léon (4,5% => 8,2 %) ; Ste-Cécile/Montgeon/Rouelles (9,8% => 13,1%) ; Aplemont (8% => 12,5%).

Dans ces secteurs, la proportion des déplacements réalisés en voiture diminue en conséquence. Le quartier d'Aplemont fait exception cependant. La proportion de déplacements effectués en voiture reste stable voir accuse une légère hausse (37,7 => 39,8 %). L'usage du tramway a ici réduit la pratique de la marche (35,6% => 30,5%).

Non traversé directement par le tramway mais situé à proximité, le secteur allant de la Plage aux Ormeaux, présente également une croissance importante de la part modale TCU (3% => 8,2%). La part modale de la voiture y chute. La pratique de la marche s'y développe fortement a contrario. Dans ces quartiers, le vieillissement de la population peut expliquer pour partie ce résultat conjugué à une part modale TCU en 2007 particulièrement faible.

La forte croissance de la part modale TCU des habitants de Graille/Soquence (6,3% => 11,9%) apparaît quant à elle plutôt redevable à l'amélioration de la qualité de la desserte en bus (80 % des déplacements en bus et 20 % en tramway).

Les autres secteurs traversés ou en limite du tramway qui ne présentent pas d'augmentation mais plutôt une baisse de la part modale des TCU sont de deux types :

- Soit, il s'agit de secteurs qui en 2007 présentaient déjà une part modale TCU des plus fortes, proche de 20% : Caucriauville et Mare Rouge/Mont Gaillard/Bois de Bléville. Pour ces zones on observe à l'inverse une augmentation de la part modale voiture.
- Soit, comme dans le secteur Danton/E. Renan, on constate une forte hausse de la part modale du vélo et de la marche qui permet, dans ce secteur proche de l'Université, un nombre et une proportion toujours plus faibles des déplacements réalisés en voiture.

Certaines évolutions des parts modales n'ont pas forcément d'explication autre que celle d'un changement des comportements de la population. Ce changement peut-être en rapport avec celui du profil de population entre les deux enquêtes, de son vieillissement notamment quand il s'agit du Havre.

De manière générale quand la part modale des TCU ne croît pas, elle reste stable ou diminue peu.

Des quartiers peu nombreux montrent cependant une certaine « résistance » à utiliser des modes alternatifs à la voiture : Bléville, Sanvic Haut et Quartiers sud. Ceux-ci connaissent au contraire un développement de la part modale voiture et une baisse de celle du vélo.

Codes secteurs	Quartiers de résidence au Havre	Année EMD	voiture conducteur	voiture passager	TCU	Autres TC	Vélo	2-roues < 50 cm3	2-roues > 50 cm3	Marche	Autres modes
1	Centre ville	2018	25,5%	12,1%	7,9%	0,9%	2,3%	0,5%	0,1%	50,8%	0,0%
		2007	32,6%	13,2%	1,3%	0,4%	1,1%	0,9%	0,3%	50,2%	0,1%
2	Plage – Félix Faure + Côtes ouest - Ormeaux	2018	35,6%	11,2%	8,2%	0,4%	1,6%	0,0%	0,5%	41,5%	0,9%
		2007	49,5%	9,4%	3,0%	1,0%	1,3%	0,0%	0,2%	35,7%	0,0%
3	Sanvic Bas	2018	40,0%	15,0%	6,0%	0,4%	2,5%	0,4%	0,9%	34,2%	0,7%
		2007	50,0%	12,1%	7,2%	1,0%	0,8%	1,3%	0,8%	25,1%	1,7%
4	Bléville	2018	44,1%	18,3%	8,1%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	28,8%	0,0%
		2007	38,9%	18,7%	10,5%	0,1%	6,0%	0,0%	0,3%	25,2%	0,3%
5	Dollemard	2018	44,0%	22,7%	9,1%	0,1%	0,8%	0,0%	0,0%	22,9%	0,3%
		2007	51,8%	19,1%	6,3%	0,4%	1,7%	0,0%	3,2%	17,4%	0,2%
6	Mont Gaillard - Mare Rouge - Bois de Bléville	2018	36,5%	12,1%	17,7%	0,0%	0,1%	0,0%	0,3%	32,5%	0,8%
		2007	27,2%	11,9%	18,3%	1,7%	0,7%	0,3%	0,1%	39,1%	0,7%
7	Sanvic Haut	2018	52,4%	15,6%	7,7%	0,6%	2,0%	0,1%	0,1%	20,8%	0,5%
		2007	48,0%	20,7%	6,5%	1,1%	4,6%	0,2%	1,7%	15,5%	1,6%
8	Danton E. Renan	2018	19,5%	8,6%	6,3%	0,2%	5,7%	0,0%	1,0%	58,5%	0,2%
		2007	26,0%	8,3%	7,0%	0,5%	1,8%	0,6%	0,3%	54,6%	0,9%
9	Sacré Cœur Fort de Tourneville	2018	38,5%	17,4%	18,9%	0,3%	1,7%	0,0%	0,0%	23,2%	0,0%
		2007	44,9%	14,4%	9,3%	1,2%	0,0%	1,7%	0,0%	28,0%	0,6%
10	Ste Marie - St-Léon	2018	26,2%	10,5%	8,2%	0,2%	2,0%	0,0%	1,2%	51,7%	0,0%
	Ste Marie - St-Léon	2007	31,4%	14,3%	4,5%	0,4%	0,0%	0,6%	0,0%	48,7%	0,1%
11	Ste-Cécile - Montgeon - Rouelles	2018	44,4%	15,8%	13,1%	0,1%	1,5%	0,0%	0,2%	25,0%	0,0%
	Ste-Cécile - Montgeon - Rouelles	2007	46,6%	17,5%	9,8%	1,2%	1,3%	0,7%	1,0%	21,9%	0,0%
12	Aplemont	2018	39,8%	16,4%	12,5%	0,0%	0,7%	0,0%	0,1%	30,5%	0,0%
	Aplemont	2007	37,7%	16,1%	8,0%	0,4%	0,4%	0,2%	1,7%	35,6%	0,0%
13	Caucriauville	2018	22,9%	12,1%	16,6%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	47,3%	0,1%
	Caucriauville	2007	19,1%	9,3%	19,3%	0,1%	0,0%	0,3%	0,5%	51,5%	0,0%
14	Graville - Soquence	2018	34,8%	14,0%	11,9%	0,0%	0,7%	0,5%	2,2%	34,3%	1,8%
	Graville - Soquence	2007	43,0%	14,0%	6,3%	1,5%	0,2%	0,3%	0,5%	33,8%	0,3%
15	Quartiers sud - Neiges - Port	2018	31,8%	7,9%	13,2%	0,6%	1,4%	0,0%	0,6%	43,7%	0,7%
	Quartiers sud - Neiges - Port	2007	25,8%	13,5%	14,8%	0,9%	1,7%	0,1%	0,0%	41,0%	2,2%
LE	Ensemble déplacements	2018	206 293	79 992	68 061	2227	10 273	698	3 104	240 683	2 535
HAVRE	Parts modales	2018	33,6	13,0	11,1	0,4	1,7	0,1	0,5	39,2	0,4
	Parts modales	2007	35,9	13,4	8,9	0,8	1,3	0,5	0,5	38,3	0,5

PROJET DE PLAN DE MOBILITE

MEMOIRE EN REPONSE

**MISSION REGIONALE D'AUTORITE
ENVIRONNEMENTALE**

**5-7 ETAT D'AVANCEMENT DE LA MISE EN ŒUVRE DU
SCHEMA DIRECTEUR D'ACCESSIBILITE PROGRAMMEE
(SD'AP)**



3.SERVICES DE TRANSPORTS COLLECTIFS ET INTERMODALITÉ

Le transport constitue l'un des maillons essentiels de la chaîne du déplacement et a fait l'objet d'une attention particulière dans le cadre de la loi du 11 février 2005 avec l'obligation de planifier au travers des schémas directeurs d'accessibilité, et d'assurer la mise en accessibilité de la totalité des services de transport.

3.1. Présentation du réseau LiA

Le réseau LiA de l'agglomération Havraise appartient à la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole, en partenariat étroit avec l'exploitant du réseau LiA, « Transdev Le Havre », à travers une convention de délégation de service public conclue pour une durée de 6 ans (2018-2023).

Le réseau propose une offre de transport multimodale :

2 lignes de tramway : A (La Plage ↔ Grand Hameau) et B (La Plage ↔ Pré-Fleuri)

Lancé le 12 décembre 2012 et certifié NF Service par l'AFNOR depuis 2015, le tramway est composé de deux lignes A et B assurant la desserte de la ville basse du Havre jusqu'aux quartiers de Mont-Gaillard et Caucriauville situés en ville haute.



Le tramway en chiffres :

- 22 rames accessibles aux personnes à mobilité réduite,
- 46 stations 100% accessibles aux personnes à mobilité réduite,
- 27 Distributeurs Automatiques de Titres répartis aux différentes stations et parkings relais,



- 13km de voie,
- Un passage toutes les 4mn en ville basse et toutes les 8 mn en ville haute en période scolaire.

21 lignes de bus

- 5 lignes essentielles circulant de 5h à 0h30 dont 1 ligne Chrono dénommée « ligne C2 ChronoLiA » qui est une ligne à haut niveau de service disposant d'équipements optimisant le confort, la régularité et la rapidité : passage d'un bus toutes les 8 minutes en journée, priorité aux feux, arrêts 100% accessibles aux personnes à mobilité réduite, panneaux d'informations voyageurs aux arrêts...
- 16 lignes principales circulant de 5h30 à 22h30 selon les lignes.

12 lignes de bus complémentaires : à destination des établissements scolaires et ESAT.

Le funiculaire

Le Funiculaire relie la "ville haute", rue Félix Faure à proximité du lycée Claude Monet, et la "ville basse" du Havre, place Thiers.

Moyen de transport emblématique de la ville, le funiculaire a été mis en service pour la première fois au XIXème siècle. Fonctionnant initialement à la vapeur puis à l'électricité, il est fortement endommagé à la seconde guerre mondiale. Réparé et remis en service en 1950, le funiculaire



est fermé en 1969 par une commission de sécurité puis réouvre en 1972 avec de nouvelles cabines sur pneus.

En 2021, les voitures extérieures sont rénovées : nouveau design extérieur, poste de conduite modernisé et nouvel aménagement intérieur, pour un montant total de 800 000€.

Le funiculaire en chiffres :

- 343 mètres de longueur de ligne et 77 mètres de dénivelé,

- 2 stations : station haute rue Félix Faure à proximité du lycée Claude Monet, et station basse place Thiers,
- 3 minutes de trajet entre les deux stations,
- 400 000 voyageurs transportés chaque année.

Le service de transport à la demande : FiLBus

FiLBus est un service de transport à la demande collectif, qui permet de se déplacer d'arrêt en arrêt, dans les différentes communes de la communauté urbaine Le Havre Seine Métropole. Divisé en 3 zones, le territoire est desservi par des véhicules identifiables, qui circulent du lundi au vendredi de 8h30 à 18h30 et le samedi de 8h30 à 17h30.

Le service de transport des personnes à mobilité réduite : MobiFil

MobiFil est un service de transport collectif à la demande adapté et réservé aux personnes ayant un handicap qui les empêche de prendre le bus, le car ou le tramway. MobiFil permet de se déplacer sur toutes les communes de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole.



Le conducteur aide le voyageur à monter et à descendre du véhicule. La prise en charge se fait au niveau du trottoir (ou au niveau d'un autre lieu accessible sur la voie publique). Si le voyageur manque d'autonomie, un accompagnateur doit obligatoirement être présent lors du transport. Les chiens guides ou d'assistance sont acceptés dans les véhicules MobiFil.

Le service de nuit à la demande toute l'année : LiA de Nuit

C'est un service de transport sur réservation fonctionnant 7j/7 de 0h30 à 5h00 et jusqu'à 6h15 le dimanche matin, fonctionnant dans les communes du Havre, Fontaine-la-Mallet, Gainneville, Gonfreville-l'Orcher, Harfleur, Montivilliers, Octeville-sur-Mer et Sainte-Adresse.

La desserte innovante de la Zone Industrielle et Portuaire : FlexiLiA

FlexiLiA est un service de transport à la demande desservant les entreprises de la Zone Industrielle et Portuaire de la Communauté urbaine. Service composé de 3 lignes régulières se transformant en desserte à la demande Desserte de la totalité de la ZIP du Havre jusqu'à Saint-Vigor-d'Ymonville, du lundi au vendredi (sauf jours fériés) toute l'année de 5h à 22h.

La ligne de train à tarification urbaine, exploitée par la SNCF : la LER

La LER est une ligne TER de la SNCF reliant Rolleville à la gare du Havre en 20 minutes. Elle est accessible avec les titres de transport LiA et assure la desserte des centres-bourgs de Rolleville, Epouville, Montivilliers et d'Harfleur, de l'Hôpital Jacques Monod, des quartiers de Gravelle et Soquence, de la Gare du Havre. La LER (TER) circule du lundi au dimanche ainsi que les jours fériés.



Le service de location de vélos : LiAvélos

5 types de vélos sont proposés en location à la journée, au mois ou à l'année : vélo standard, vélo à assistance électrique, vélo pliant, vélo cargo, vélo tandem. 14 parcs à vélos sécurisés LiA sont disponibles pour le stockage des vélos.

2 parkings relais (P+R)

En complément du réseau de transport, LiA propose 2 Parkings Relais situés en ville haute permettant de stationner gratuitement le véhicule en périphérie de l'agglomération Havraise et de rejoindre le centre-ville du Havre en transports en commun :

- ➔ Le Parking Relais Grand Hameau (135 places), situé au terminus du Tramway Ligne A, près de l'hôpital de l'Estuaire ;
- ➔ Le Parking Relais Schuman (40 places), situé à Caucriauville à proximité du lycée Robert Schuman.

Les Parkings Relais sont gratuits pour les personnes disposant d'un titre de transport LiA validé dans la journée sur le réseau LiA.

3.2. État d'avancement du schéma directeur d'accessibilité des arrêts de bus

3.2.1. Un nouveau schéma directeur sur le territoire LHSM

Avant le 1er janvier 2019, la CODAH (COmmunauté De l'Agglomération Havraise) était l'autorité organisatrice des transports urbains à l'intérieur de son ressort territorial. Un programme d'actions avait été validé en novembre 2008 dans le cadre du Schéma Directeur d'Accessibilité, revu fin 2012 suite à la restructuration du réseau de bus en raison de l'arrivée du tramway dans l'agglomération havraise en décembre 2012. Suite à l'ordonnance du 26 septembre 2014, la CODAH a établi son Schéma Directeur d'Accessibilité Programmée (SD'AP), et approuvé par le Conseil Communautaire qui s'est réuni le 4 octobre 2015. Le programme du SD'AP a été déployé sur 3 ans à partir de 2016 afin d'aménager les 76 arrêts prioritaires identifiés. Cette programmation du SD'AP étant aujourd'hui achevée, la Communauté Urbaine Le Havre Seine Métropole souhaite poursuivre la mise en accessibilité des infrastructures de son réseau, dans le souci d'améliorer la qualité de service rendu à tous les voyageurs et particulièrement ceux en situation de handicap.

L'évolution du ressort territorial et la restructuration du réseau est l'occasion pour la Communauté Urbaine de procéder à la révision du SD'AP, en élaborant une nouvelle programmation de travaux de mise en accessibilité des points d'arrêt prioritaires sur le réseau régulier de transport public. Suite au décret n°2014-1323 du 4 novembre 2014, relatif aux points d'arrêt des services de transport public à rendre accessibles de façon prioritaire aux personnes handicapées et précisant la notion d'impossibilité technique avérée, la liste des points d'arrêt prioritaires tient compte des quatre critères suivants :

→ **1^{er} critère** : un point d'arrêt est prioritaire s'il est situé sur une ligne structurante d'un réseau de transport public urbain, c'est-à-dire une ligne exploitée avec des bus et aménagée en site propre, sur tout ou partie de son tracé ainsi qu'une ligne ou un groupe de lignes exploitées avec des bus présentant le plus grand nombre de passages moyen par jour, hors samedis, dimanches, jours fériés et vacances scolaires.

Les lignes 1 (13%), C2 (18,7%) et 3 (19,8%), sont les lignes structurantes du réseau car elles représentent à elles trois plus de la moitié de la

fréquentation annuelle du réseau de bus (moyenne annuelle effectuée sur l'année 2019 de référence).

→ **2^{ème} critère** : un point d'arrêt est prioritaire s'il est desservi par au moins deux lignes de transport public.

Seules les lignes de bus régulières du réseau ont été prises en compte. Les lignes de transport à la demande, ou les lignes scolaires n'ont pas été intégrées.

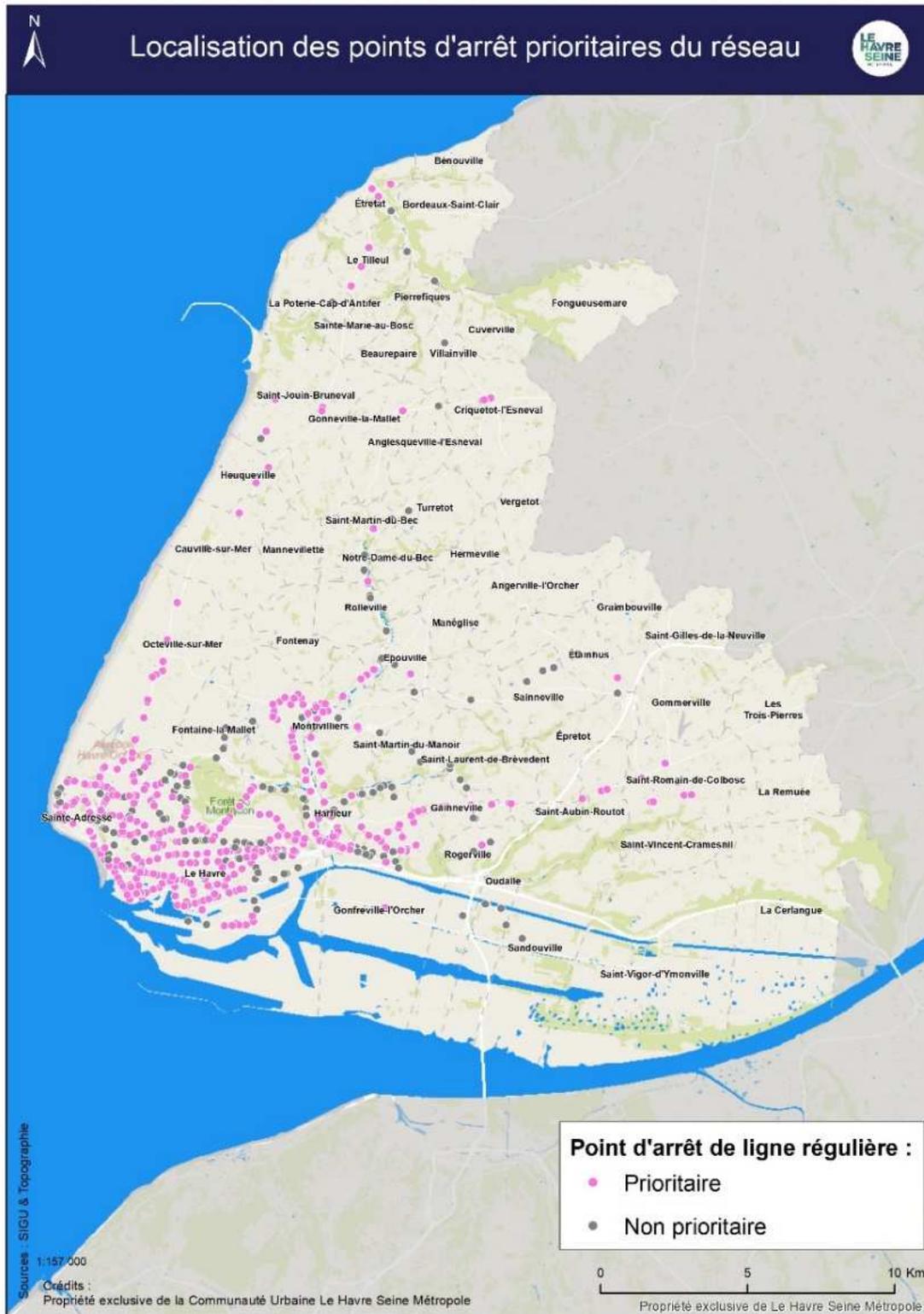
→ **3^{ème} critère** : un point d'arrêt est prioritaire s'il est situé dans un pôle d'échanges, c'est-à-dire un lieu où s'effectuent des correspondances entre les points d'arrêt d'au moins deux lignes de transport public, aménagé pour faciliter les déplacements des voyageurs entre ces points.

Sur le réseau LiA, 7 pôles d'échanges sont identifiés : Gares, Hôtel de Ville, Gravelle, Mont Gaillard, Grand Hameau, Place d'Armes, Place Jenner.

→ **4^{ème} critère** : un point d'arrêt est prioritaire s'il est situé dans un rayon de 200 mètres autour d'un pôle générateur de déplacements ou d'une structure d'accueil pour personnes handicapées.

Les pôles générateurs de déplacements retenus sont les établissements recevant du public de 1^{ère} à 3^{ème} catégorie figurant dans le fichier départemental des ERP (données janvier 2020) publié par le SDIS 76, et consultable sur le site de la Préfecture de Seine-Maritime. La liste des structures d'accueil pour personnes handicapées ou personnes âgées a été dressée grâce à la base FINESS (Fichier National des Établissements Sanitaires et Sociaux), qui recense les établissements et services relevant de l'action sanitaire et sociale. Quelques établissements non identifiés dans le fichier FINESS ont été rajoutés car pertinents au regard de leur vocation (MDPH, associations PMR...).

L'application de ces 4 critères permet d'identifier les points d'arrêts prioritaires à rendre accessibles sur le territoire :



Le réseau de bus régulier sur le territoire de la Communauté urbaine compte près de 834 points d'arrêt.

Fin 2022, sur ces 834 points d'arrêt :

- 312 sont considérés comme accessibles ;
- 47 sont considérés comme partiellement accessibles ;
- 475 sont considérés comme inaccessibles.

Plus de 68% des points d'arrêt du réseau remplissent au moins un des critères définis par la réglementation, dont près de la moitié (soit 269 points d'arrêt) sont à aménager pour les rendre accessibles. C'est sur ce chiffre que les efforts doivent être consentis prioritairement.

Point d'arrêt	Accessible	Partiellement accessible	Inaccessible	Total
Prioritaire	273	29	269	571
Non prioritaire	39	18	206	263
Total	312	47	475	834

(données Direction Voirie et Mobilité - réseau septembre 2022)

- Les points d'arrêt **accessibles** sont des quais aménagés conformément à la réglementation et au guide technique du Havre Seine Métropole.
- Les points d'arrêt **partiellement accessibles** sont des quais aménagés mais qui ne présentent pas toutes les caractéristiques techniques pour être considérés comme accessibles (largeur insuffisante, absence de dispositif de détection pour les déficients visuels...).
- Les points d'arrêt **inaccessibles** sont des quais qui n'ont jamais fait l'objet d'aménagement en faveur des PMR.

Parmi les 269 points d'arrêt inaccessibles, 16 seront supprimés du réseau dans le cadre du projet de tramway à échéance 2027, et 6 seront aménagés dans le cadre d'autres opérations d'aménagement de voirie.

Ainsi, les programmes de travaux successifs permettant de rendre accessibles les 247 points d'arrêts tiendront compte du nombre de critères cumulés qu'ils détiennent. Ainsi, les arrêts cumulant le plus de critères seront traités en priorité.

3.2.2. Les travaux effectués entre 2019 et 2022

Pour l'année 2019 :

Arrêt	Ligne(s)	Commune	Nombre de point d'arrêt
Cathédrale	2-4	Le Havre	1
Docteur Lamaze	2	Le Havre	1
F. Bellanger	4	Le Havre	1
F. Engels*	10	Harfleur	2
George V	1-2-4-6-7	Le Havre	1
Grand Quai	2-13	Le Havre	1
Grandes Maisons	2	Le Havre	1
G. Courbet	17-22	Gonfreville-l'Orcher	2
H. Montlairy	16	Le Havre	2
Hôtel de la Communauté	4-6	Le Havre	1
J. Deschaseaux	2	Le Havre	2
Littoral	10-13	Octeville-sur-Mer	1
Montmorency	2	Le Havre	1
Observatoire	2	Le Havre	1
Palais de Justice	3-5	Le Havre	2
Place de Graville	2	Le Havre	1
Saint-Joseph	1-13	Le Havre	2
Mairie	13	Saint-Jouin-Bruneval	1
Sainte-Honorine	7	Le Havre	1
Tourneville	7	Le Havre	2
Vélodrome	2	Le Havre	2
Verdun	2-9	Le Havre	2
Videcoq	2-4	Le Havre	1

Sur 32 points d'arrêt aménagés :

→ **31 rendus accessibles ;**

→ **1 rendu partiellement accessible.**

L'arrêt F. Engels en direction de Gonfreville-l'Orcher présente une largeur insuffisante pour être considéré comme accessible.

Afin d'améliorer la qualité du service sur la ligne de bus n°2 (rebaptisée C2) qui relie Le Havre et Harfleur, l'agglomération havraise a engagé des travaux de modernisation sur le parcours pour un montant d'1,9M€ :

→ Réduction du temps de trajet sur l'ensemble du parcours ;

- Montées et descentes plus fonctionnelles avec une dizaine de quais rehaussés permettant de rendre la ligne totalement accessible aux personnes à mobilité réduite ;
- Stations équipées de bornes information voyageurs qui indiquent le temps d'attente avant le prochain bus ;
- Terre-pleins centraux aménagés pour assurer la sécurité des traversées piétonnes.

Pour l'année 2020 :

Arrêt	Ligne(s)	Commune	Nombre de point d'arrêt
Grand Hameau	10-13	Octeville-sur-Mer	2
Grand Hameau	4	Octeville-sur-Mer	1
Mac Orlan	7	Le Havre	1
Pont Vauban	4-13	Le Havre	1

Sur 5 points d'arrêt aménagés :

- 5 rendus **accessibles**.

Pour l'année 2021 :

Arrêt	Ligne(s)	Commune	Nombre de point d'arrêt
Centre Commercial	12	Saint-Romain-de-Colbosc	2
Lamblardie	4-13	Le Havre	1
Patrouille de France	10-13	Octeville-sur-Mer	2
Pont Blanqui	22	Le Havre	1
R. Coty	14	Rogerville	1
Sainte-Honorine	7	Le Havre	1

Sur 8 points d'arrêt aménagés :

- 7 rendus **accessibles** ;
- 1 rendu **partiellement accessible**.

L'arrêt R. Coty à Rogerville présente une largeur insuffisante pour être considéré comme accessible.

Pour l'année 2022 :

Dans le cadre du schéma directeur d'accessibilité, un premier programme de travaux échelonnés entre 2022 et 2023 permettra d'aménager 35 points d'arrêt du réseau :

- ➔ 26 au titre des critères cumulés de priorisation ;
- ➔ 9 en raison des opportunités d'aménagement et du niveau d'intérêt ;
- ➔ Montant des travaux : 620 000€ TTC.

À cela s'ajoute 7 points d'arrêt aménagés dans le cadre de la requalification de l'entrée de ville de Rouelles : C. de Gaulle, Hallates, Rouelles et Socrate.

Arrêt	Ligne(s)	Commune	Nombre de point d'arrêt	Année
Acacias	1	Le Havre	1	2022
A. Messenger	1-11-21	Montivilliers	1	2022
Bains Maritimes	1-13	Le Havre	2	2023
Bléville église	16	Le Havre	1	2023
Branmaze	11	Manéglise	2	2022
Broche à Rôtir	1	Sainte-Adresse	2	2023
C. de Gaulle	1-9	Le Havre	2	2022
Commandant Cousteau	3-5	Le Havre	2	2022
Gares	4-8-9-12-13-18	Le Havre	5	2022
Général Sarrail	3-5	Le Havre	2	2023
G. de Maupassant	1-13	Le Havre	2	2023
Hallates	1	Le Havre	2	2022
Ingouville	1-3-5-7	Le Havre	2	2023
Mont-Gaillard	6-10-16	Le Havre	2	2022
Patinoire	1-6	Le Havre	2	2022
Porte Océane	1-13	Le Havre	1	2023
R. Garros	3-13	Le Havre	2	2022
Rouelles	1-9	Le Havre	1	2022
Saint-Just	3-5	Le Havre	2	2022
Socrate	1	Le Havre	2	2022
Tour Robinson	7	Le Havre	2	2023
Y. Gagarine	3-13	Le Havre	2	2022

Sur 28 points d'arrêt aménagés :

- ➔ 26 rendus **accessibles** ;
- ➔ 2 rendu **partiellement accessible**.

L'arrêt Branmaze à Manéglise a été réaménagé avec des quais réhaussés mais l'absence de cheminement piéton dans l'environnement de ces points d'arrêt ne permet pas de les rendre accessibles.



Aménagement de l'arrêt R. Garros (2022)



Aménagement de l'arrêt Socrate (2022)



Aménagement de l'arrêt Patinoire (2022)

3.2.3. Éléments de suivi de la mise en accessibilité du réseau

Dans cette partie, seuls les points d'arrêt concernant le réseau régulier de bus sont traités, les lignes A et B de tramway étant accessible à 100%, tant au niveau des véhicules que des points d'arrêt. En septembre 2022, l'état d'accessibilité du réseau régulier de bus LiA sur l'ensemble du ressort territorial est le suivant :

Nombre total de points d'arrêt sur le réseau régulier de bus*	Nombre de points d'arrêt accessibles	Nombre de points d'arrêt non accessibles**	% d'accessibilité du réseau
834	312	522	37,4%

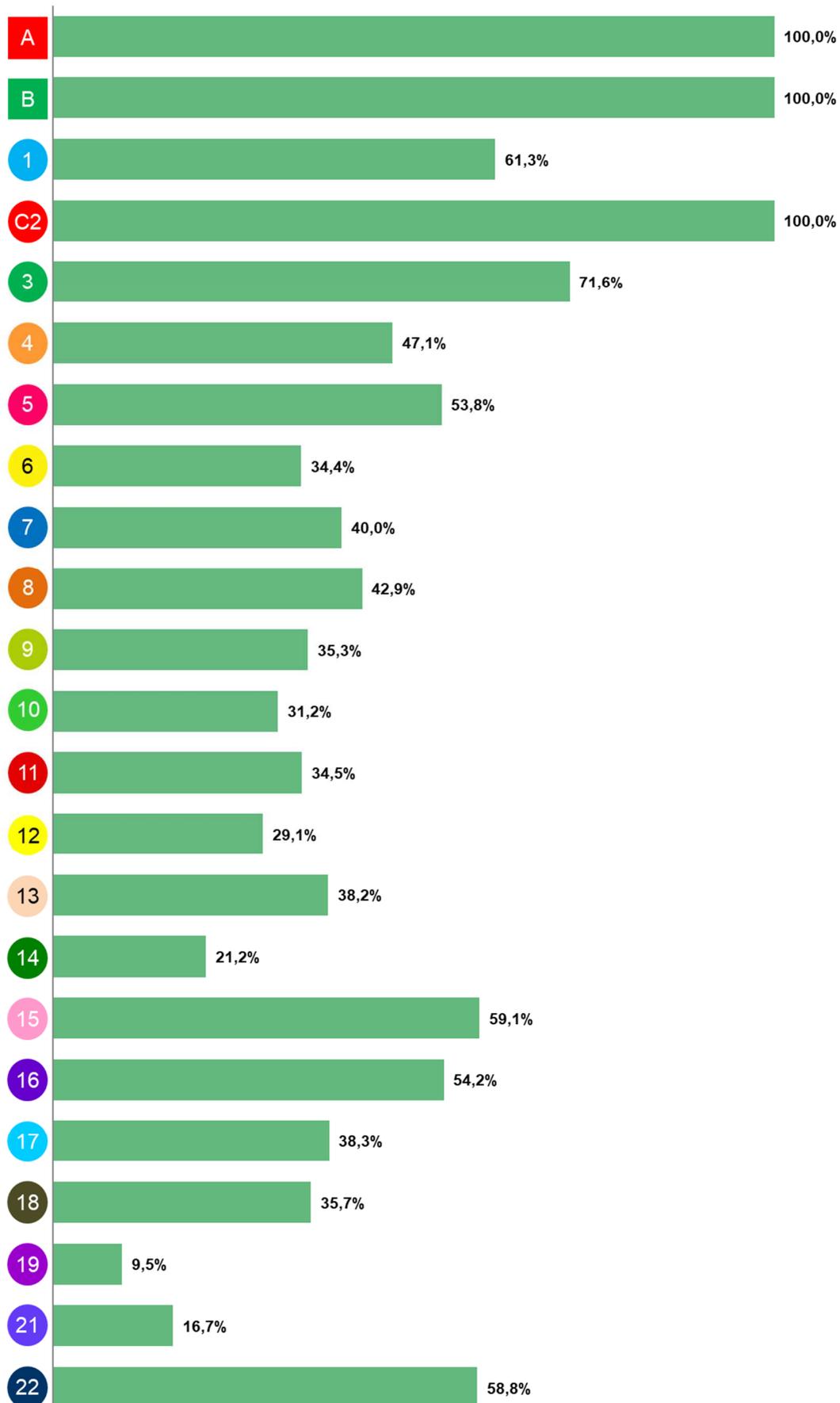
* Hors services scolaires et transport à la demande

**Comprenant les points d'arrêt définis comme partiellement accessibles et inaccessibles

Compte-tenu du nombre de points d'arrêt accessibles par ligne en septembre 2022, il est possible de définir le taux d'accessibilité actuel des lignes régulières (cf. graphique ci-contre).

Les 2 lignes de tramway A et B, et la ligne C2 sont accessibles à 100%. Les autres lignes structurantes (1 et 3), sont ensuite les plus accessibles du réseau, avec respectivement un taux d'accessibilité de 61,3% et 71,6%.

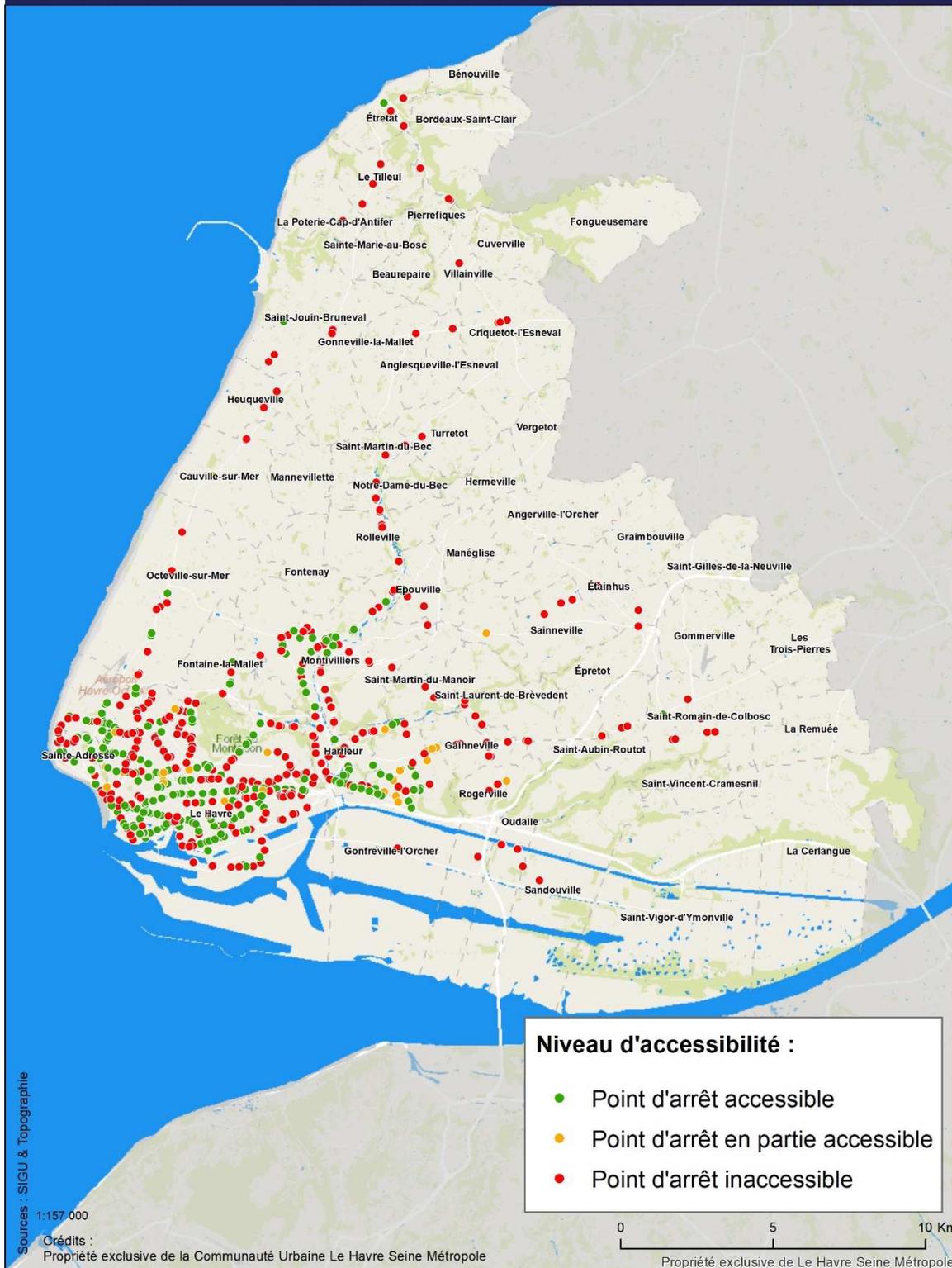
Ces données sont amenées à évoluer annuellement en fonction des modifications d'exploitation du réseau.



Taux d'accessibilité des lignes régulières du réseau (septembre 2022)



Accessibilité des points d'arrêt du réseau de bus régulier (septembre 2022)



3.3. Un nouveau référentiel d'aménagement pour les arrêts de bus

L'élaboration d'un nouveau guide d'aménagement des points d'arrêt routiers, co-construit et évolutif, doit permettre d'homogénéiser les pratiques à l'échelle de la Communauté urbaine.

En 2015, une « notice de préconisations » a été produite, et précisait les conditions d'aménagement des points d'arrêt accessibles.

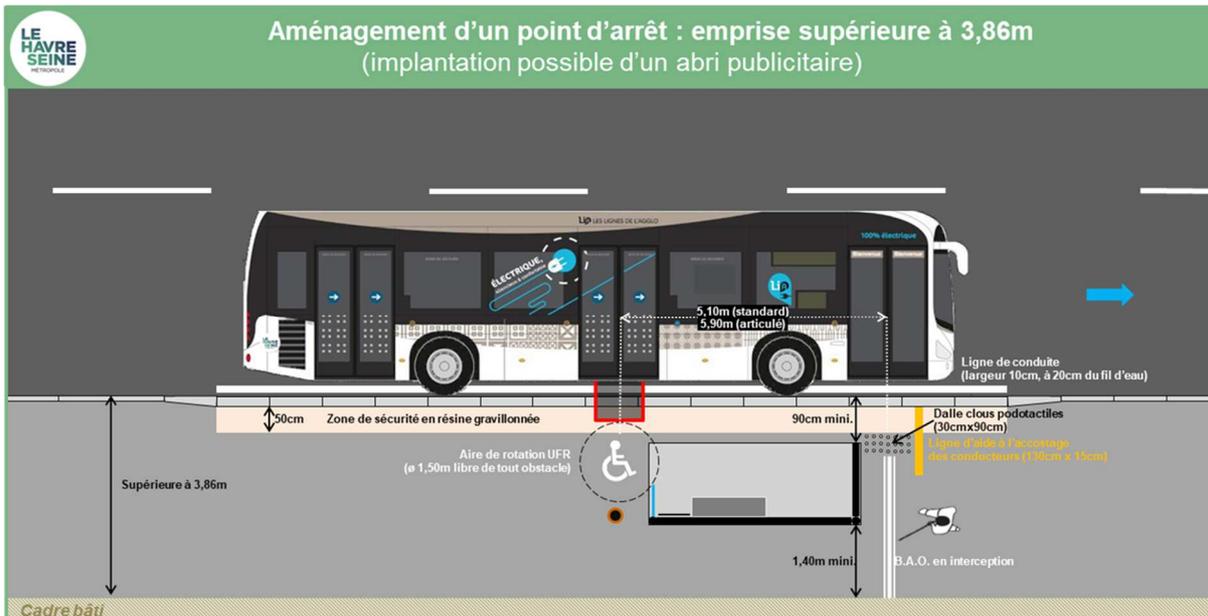
En 2020, ce guide a fait l'objet d'une révision visant notamment à :

- intégrer les dernières réglementations et recommandations nationales ;
- mieux prendre en compte la réalité du terrain en s'inspirant des aménagements déjà réalisés ;
- être mis en cohérence avec les préconisations du guide CEREMA « Points d'arrêt de bus et de car accessibles à tous : de la norme au confort », paru en juin 2018.

Il se veut un véritable outil d'aide à la conception des aménagements des arrêts de bus. Son objectif est de permettre aux lecteurs, quel que soit leur niveau de compétence technique, de bien appréhender les problématiques, les solutions et les choix à opérer.

Ce document s'adresse :

- aux techniciens de la Direction Voirie et Mobilité de la Communauté urbaine ;
- aux élus et services techniques divers des collectivités (Communauté urbaine, Communes, Département de Seine-Maritime, Région Normandie) concernés, de par leurs compétences, par l'organisation des services de transports, l'aménagement et l'entretien des points d'arrêt ;
- aux bureaux d'études et entreprises de travaux publics en charge de la réalisation de plans, études et/ou travaux pour le compte de la Communauté urbaine.



Exemple d'illustration d'aménagement d'un point d'arrêt de bus



Dispositifs de repérage de la porte avant du véhicule



Zone d'embarquement pour un usager en fauteuil roulant

3.4. L'accessibilité du parc de véhicules

Selon le Code des Transports (Article D1112-5) publié le 3 novembre 2010, le matériel roulant est considéré comme accessible lorsqu'il respecte ces quatre obligations :

1. S'il subsiste entre le véhicule ou la rame et le trottoir ou le quai des lacunes horizontales ou verticales non franchissables, elles sont comblées grâce à l'ajout d'équipements ou de dispositifs adéquats, à quai ou embraqués ;
2. Au moins une porte par véhicule ou par rame permet le passage d'un fauteuil roulant ;

3. Les véhicules et les rames contiennent au moins un emplacement destiné aux personnes se déplaçant en fauteuil roulant et des sièges réservés aux passagers à mobilité réduite, à proximité des accès. L'identification de ces emplacements et sièges est clairement affichée ;
4. Toute information délivrée à bord ou nécessaire au bon déroulement du transport est diffusée sous forme sonore et visuelle et adaptée aux capacités de perception et de compréhension des personnes handicapées ou à mobilité réduite.

Palettes d'accès :

En 2022 le parc de véhicules dispose de 153 bus de tout type (standards, articulés...). 100% de ces véhicules disposent d'une palette d'accès pour les personnes en fauteuil roulant. Les 22 rames de tramway en sont dépourvues en raison de l'accostage facilité par le guidage par rails et la hauteur des quais, qui limitent les lacunes horizontales et verticales.



Porte de véhicule permettant le passage d'un fauteuil roulant :

L'ensemble du parc de véhicule (bus et rames) possède au moins une porte permettant le passage d'un fauteuil roulant.

Emplacement destiné aux personnes en fauteuil roulant et à mobilité réduite :

L'ensemble du parc de véhicule (bus et rames) possède un emplacement destiné aux personnes en fauteuil roulant, et des sièges réservés aux personnes à mobilité réduite.



Annonces sonores et visuelles :

Les annonces sonores et visuelles embarquées sont obligatoires depuis l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux transports en commun de personnes.

100% du parc (bus et rames) est conforme à cette obligation.

Pour les bus, le système d'information visuelle extérieur, à l'avant du véhicule, est polychrome. L'annonce de la ligne correspond en effet à sa couleur de référence, afin d'apporter une aide supplémentaire dans l'orientation des personnes.



Sur les lignes A et B de tramway, l'information de la ligne à l'avant de la rame est contrastée visuellement.

Le système d'information visuelle à bord des rames et des bus se fait via des écrans d'informations voyageurs, représentant la ligne en question ainsi que l'annonce du prochain arrêt.

3.5. Le service MobiFil

3.5.1. Présentation du service

MobiFil est un service de transport collectif à la demande adapté et réservé aux personnes ayant un handicap qui les empêche de prendre le bus, le car ou le tramway.

Il permet de se déplacer sur toutes les communes de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole.

MobiFil est certifié NF Service, un label qui assure une qualité de service constante et performante, délivré par AFNOR Certification, organisme indépendant.

C'est un service de transport collectif à la demande, d'adresse à adresse (au niveau du trottoir) :



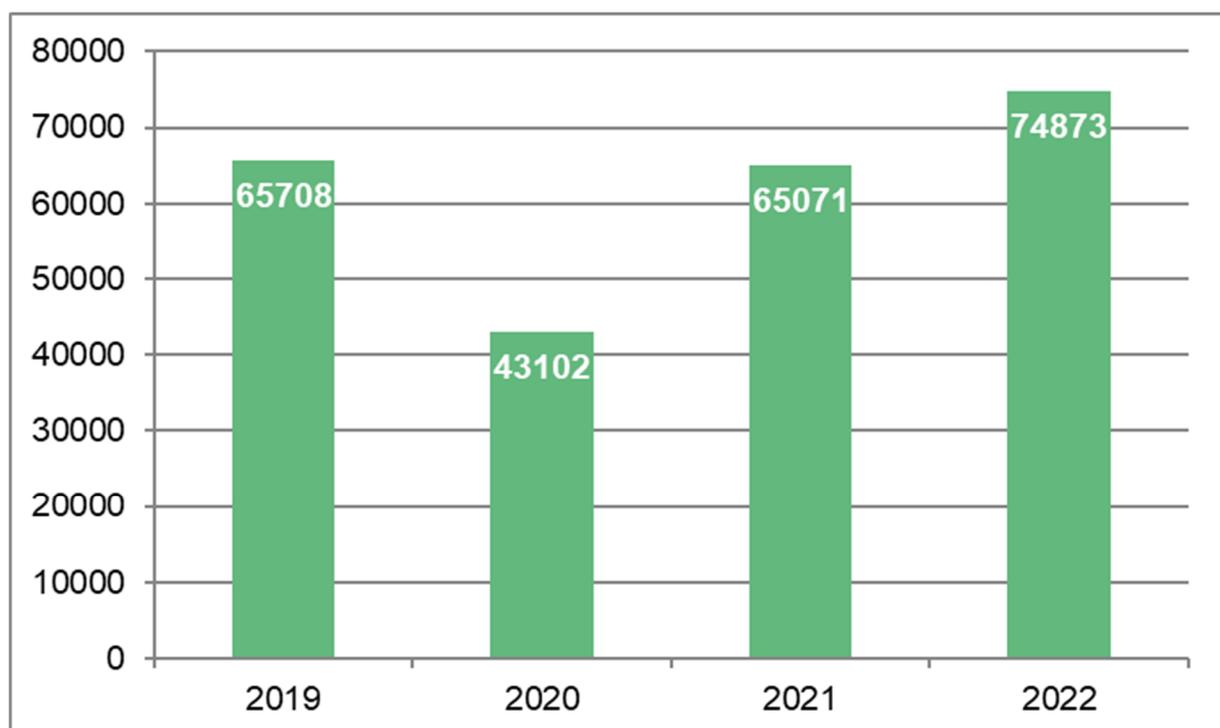
- Circulation du lundi au samedi de 5h30 à 21h00 et les dimanches et jours fériés de 7h30 à 20h30 ;
- Réservation du trajet par téléphone de 15 jours avant le jour du déplacement souhaité et jusqu'à 2 heures avant ;
- Accessible avec l'ensemble des titres LiA (dont le titre SMS) à valider en montant à bord du véhicule.

3.5.2. Évolution du service entre 2019 et 2022

La commission se réunit tous les 2 mois pour étudier 30 à 40 demandes. Entre 2019 et 2021, environ 300 personnes ont été autorisées à prendre MobiFil. En 2022, 434 personnes supplémentaires ont été autorisées, portant le total à 2 919 accréditations. En raison de la crise sanitaire, le service MobiFil a subi une baisse de la fréquentation durant l'année 2020, mais il est à noter que pendant cette période le service a fonctionné pour transporter le personnel soignant à leur travail.

L'année 2022 a été particulièrement active et enregistre près de 75 000 voyages, ce qui représente une augmentation de 15% sur l'année précédente. 20% de moyens supplémentaires ont été accordés en conséquence, soit 8 800 heures.

L'évolution de la fréquentation du service MobiFil entre 2019 et 2022 :

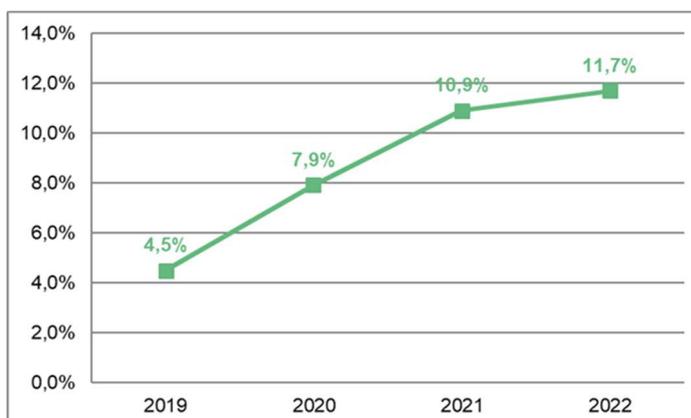


Les usagers du service se répartissent comme suit :

- 19% des clients sont équipés d'un fauteuil roulant électrique ou manuel ;
- 61% des clients sont des personnes semi-valides ;
- 15% des clients sont atteints de déficiences visuelles.
- 5% d'autres clients (gratuits ou payants).

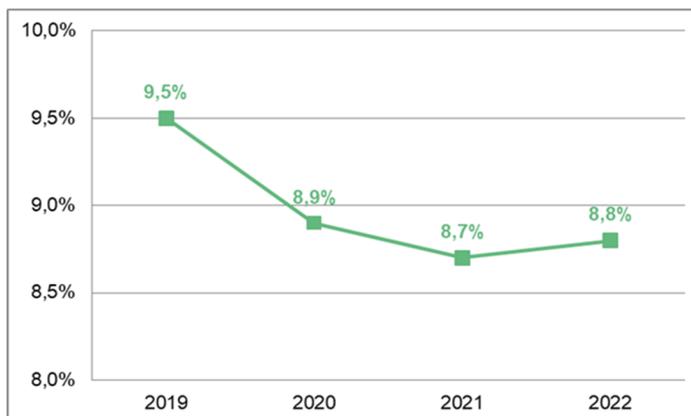
Au plus fort des jours de fonctionnement 6 minibus circulent, 7 taxis sont équipés pour les UFR et entre 7 et 12 taxis classiques sont affiliés au service MobiFil.

Malgré les moyens supplémentaires alloués par la collectivité, on observe un manque de disponibilités sur le service pouvant entraîner des refus d'accréditations. Depuis 2019, le taux de refus n'a cessé d'augmenter jusqu'à atteindre 11,7% en 2022.



Evolution du taux de refus au service MobiFil entre 2019 et 2022

Le taux d'annulation des voyages est resté plutôt stable durant la même période, entre 8,7% et 9,5%.



Evolution du taux d'annulation du service MobiFil entre 2019 et 2022

3.6. L'accessibilité de l'information

Les informations relatives au service de transport en commun sont principalement obtenues :

- En agence commerciale
- Sur le site internet et sur l'application mobile LiA ;
- Aux arrêts.

Sur. De plus, le retrait des titres de transport et toute information relative à ce service se fait également via les distributeurs de titres de transport.

De ce fait, Le Havre Seine Métropole et le délégataire travaillent de concert afin de rendre l'information accessible à tous.

Les agences commerciales :

L'agence LiA « La Boutique » située au 9 avenue René Coty au Havre, et l'agence LiA « La Station » située au 1 cours Lafayette, sont des Établissement Recevant du Public (ERP). Depuis le 31 décembre 2014, tout ERP doit être accessible aux personnes handicapées et à mobilité réduite ; exigence à laquelle répondent les 2 agences commerciales. À ce titre, un guichet adapté aux personnes en situation de handicap et des portes automatiques aux entrées sont installés.



Accueil de l'agence LiA "La Station"



Accueil de l'agence LiA "La Boutique"

Le site internet :

L'accessibilité des services de communication en ligne pour les personnes en situation de handicap est prise en compte et obligatoire depuis la loi du 11 février 2005 (article 47). Le décret n°2009-546 du 14 mai 2009, pris en application de l'article 47 de la loi du 11 février 2005, impose une mise en œuvre de l'accessibilité dans un délai de 3 ans pour les services de communication publique en ligne des collectivités territoriales.

Le site internet de l'exploitant, qui présente toutes les informations nécessaires à l'organisation des déplacements des personnes, est accessible.

Il a été réalisé et est mis à jour en s'appuyant sur les standards du W3C ainsi que sur les notices d'accessibilité AcceDe Web.

Ils respectent notamment les critères d'accessibilité suivants :

- Des feuilles de styles sont utilisées pour la gestion de la mise en forme du site.
- La langue principale des pages est déclarée.
- Les pages du site possèdent un titre unique et précis.
- Les intitulés de liens et les intitulés de boutons sont explicites (compréhensibles par nature).
- Les images le nécessitant disposent d'un texte de remplacement.
- Des titres de section structurent les contenus des pages.
- Les formulaires sont accessibles.
- Le site est utilisable au clavier seul.
- Un lien d'évitement « Contenu » est disponible sur l'ensemble des pages du site.
- Les textes ne sont pas justifiés.

Les informations aux arrêts :

Les informations disponibles à l'arrêt sont situées a minima sur le poteau d'arrêt ou sur l'abribus quand il y en a un, ainsi que sur les panneaux d'information en temps réel quand ils sont présents.

Sur le poteau d'arrêt, on retrouve le nom de l'arrêt, les numéros de lignes en passage, leur schéma de ligne et leur fiche horaire (heure théorique de passage à l'arrêt). Lorsque les arrêts possèdent un abribus, ceux-ci disposent en plus d'un plan général du réseau. Les points d'arrêt accessibles aux personnes en fauteuil roulant sont indiqués par l'affichage d'un pictogramme  sur la tête du poteau.



Les panneaux d'information temps réel, ou bornes informations voyageurs (BIV), affichent les temps d'attente des bus des différentes lignes en passage à l'arrêt, ainsi que des messages variables relevant des actualités du réseau. Actuellement on dénombre 41 BIV sur la ligne C2, et environ 100 intégrées aux abris voyageurs.



L'ensemble des stations de tramway sont équipées de ce dispositif. De plus, le nom des stations est écrit en braille sur les distributeurs automatiques de titres.

3.7. Les formations du personnel

Tous les conducteurs du réseau LiA suivent une formation. Depuis fin 2017 à ce jour 89 personnes ont été formés dont :

- 54 conducteurs,
- 6 agents de maîtrise du service contrôle,
- 11 taxis MobiFil,
- 1 mécanicien du funiculaire,
- 3 agents du service commercial,
- 2 agents du service MobiFil,
- 1 agent du service bureau études et projets,
- 3 agents du service administratif (dont 1 agent à l'accueil du bâtiment administratif),
- 3 vérificateurs de perception,
- 3 RS,
- 1 RS TNI,
- 1 Formatrice du groupe.

La formation est dispensée depuis le 20 juillet 2016 avec pour objectifs :

- Renforcer la culture du handicap de l'entreprise en se mettant à la place de l'autre personne ;
- Revisiter et améliorer l'accostage des quais PMR ;

- Le respect du cadre législatif de l'accessibilité ;
- Appuyer la collectivité dans sa démarche de l'accessibilité.



Cette formation dure une journée et est animée par le responsable de la formation qui a fait appel à plusieurs associations PMR pour la créer.

L'ensemble des salariés sont concernés avec en priorité les conducteurs. Une session de formation est constituée de 6 stagiaires au maximum (5 conducteurs et 1 taxi MobiFil ou un salarié d'un autre service). Ce nombre permet de réaliser des exercices pratiques avec tous les participants qui peuvent se mettre en situation de handicap pour monter dans un bus.

En moyenne deux sessions sont prévues par mois.

Les différents types de handicap sont développés (moteur, visuel, auditif, mental), à la fin de chaque session. Cette formation est séparée en deux parties : une partie théorique le matin et une partie pratique l'après-midi avec une révision de l'accostage d'un bus et des jeux de rôles permettant aux conducteurs de se mettre en situation.

À la fin de chaque session tous les stagiaires remplissent un formulaire de fin de formation avec jusqu'à présent un bilan très positif. Le pin's S3A est offert aux stagiaires qui sont libres de le porter ou non.

3.8. La qualité de service du réseau

Dans le cadre du contrat de DSP, l'exploitant doit répondre à un certain nombre d'engagements en termes de qualité de service que la collectivité a défini et dont elle doit vérifier la conformité. Cela repose notamment sur l'accessibilité.

Les engagements sont assortis d'un système d'intéressement financier de type bonus-malus.

S'agissant de la qualité liée à l'accessibilité, l'objectif à atteindre est de 98% :

- Au-delà de 98%, un bonus de 10 000 € appliqué ;
- En deçà de 96% un malus de 10 000 € appliqué.

Un prestataire extérieur est chargé d'assurer les contrôles évoqués ci- plus haut.
La mesure est évaluée sur 2 semestres.

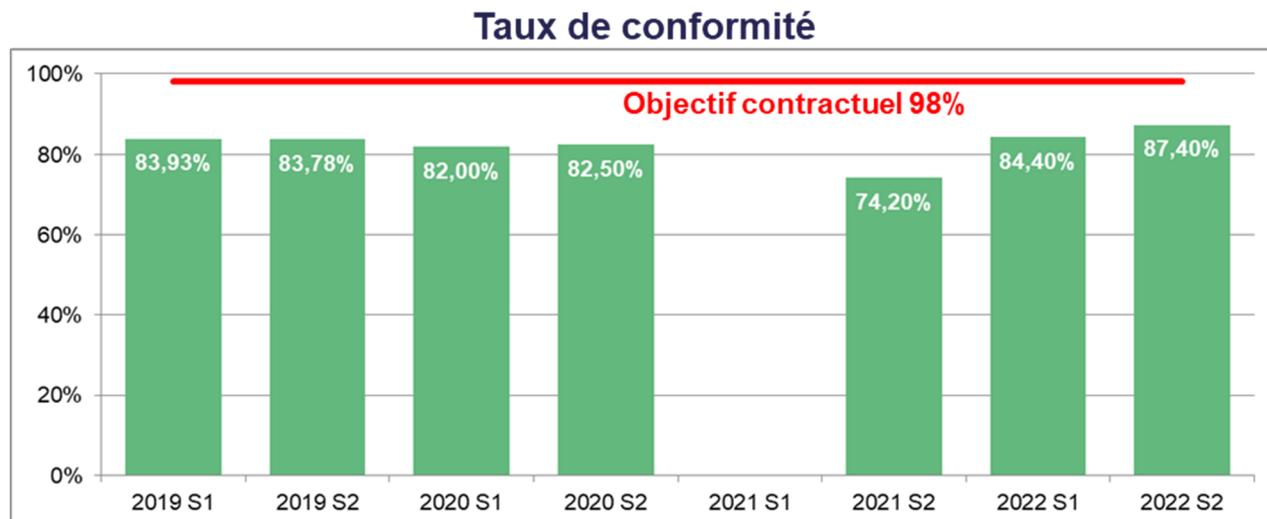
Pour la mesure de l'accostage des bus au quai, le contrôle porte sur les éléments suivants :

- Le véhicule approche au plus près du quai accessible (30 cm maximum) ;
- Le véhicule est parallèle au quai accessible ;
- La porte avant se situe au niveau du marquage jaune en tête de quai (sous réserve d'absence de stationnement de véhicules gênants).

Pour la mesure de l'accessibilité des bus, notamment le bon usage du véhicule accessible, le contrôle porte sur les éléments suivants :

- L'usager PMR est pris en charge à son niveau sur le quai ;
- Le bouton d'appel de l'espace UFR au conducteur fonctionne ;
- La rampe pour monter à bord du véhicule et en descendre est disponible.

Les résultats depuis 2019 sont les suivants :



PROJET DE PLAN DE MOBILITE

MEMOIRE EN REPONSE

**MISSION REGIONALE D'AUTORITE
ENVIRONNEMENTALE**

**5-8 ETUDE SANTE PUBLIQUE FRANCE « ETUDE A COURT
TERME DES PARTICULES EN SUSPENSION PM10 SUR LA
MORTALITE DANS 17 VILLES FRANCAISES (2007-2010) »**



[43] Abroug F, Slim A, Ouanes-Besbes L, Hadj Kacem MA, Dachraoui F, Ouanes I, *et al* ; World Health Organization Global Outbreak Alert and Response Network Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus International Investigation Team. Family cluster of Middle East respiratory syndrome coronavirus infections, Tunisia, 2013. *Emerg Infect Dis*. 2014;20(9):1527-30.

[44] Wise J. Two more cases of novel coronavirus are confirmed in UK. *BMJ*. 2013 Feb 14;346:f1030.

[45] Mailles A, Blanckaert K, Chaud P, van der Werf S, Lina B, Caro V, *et al* ; investigation team. First cases of Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV) infections in France, investigations and implications for the prevention of human-to-human transmission, France, May 2013. *Euro Surveill*. 2013;18(24).

[46] Haut Conseil de la santé publique. Avis relatif à la gestion et à la prévention des infections à MERS-CoV, coronavirus responsable du Syndrome respiratoire du Moyen-Orient (*Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus*). Actualisation au 30 octobre 2013. Paris: Haut Conseil de la santé publique; 2013. 4 p. <http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=384>

Citer cet article

Sanna A, Ait-Belghiti F, Ioos S, Campese C, Fougère E, Gauthier V, *et al*. *Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV) : point épidémiologique international et national deux ans après l'identification de cet agent pathogène émergent*. *Bull Epidemiol Hebd*. 2015;(1-2):7-14. http://www.invs.sante.fr/beh/2015/1-2/2015_1-2_2.html

ARTICLE // Article

IMPACT À COURT TERME DES PARTICULES EN SUSPENSION (PM_{10}) SUR LA MORTALITÉ DANS 17 VILLES FRANÇAISES, 2007-2010*

// SHORT-TERM IMPACTS OF PARTICULATE MATTER (PM_{10}) ON MORTALITY IN 17 FRENCH CITIES, 2007-2010

Magali Corso¹ (m.corso@invs.sante.fr), Mathilde Pascal¹, Véréne Wagner¹, Myriam Blanchard¹, Alain Blateau¹, Amandine Cochet¹, Sabine Host², Claire Janin¹, Sophie Larrieu¹, Laurence Pascal¹, Sylvia Medina¹

¹ Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

² Observatoire régional de santé Île-de-France, Paris, France

* Cet article est dédié à la mémoire de Christophe Declercq, coordonnateur du Programme de surveillance air et santé (Psas) de l'Institut de veille sanitaire entre 2008 et 2013.

Soumis le 09.09.2014 // Date of submission: 09.09.2014

Résumé // Abstract

Contexte – Nous présentons une analyse des associations à court terme entre les PM_{10} et la mortalité par causes, par groupes d'âge et saisons dans 17 villes en France métropolitaine.

Méthodes – Les associations entre les PM_{10} et la mortalité journalière ont été étudiées dans chaque ville en utilisant un modèle additif généralisé avec une distribution de Poisson, puis les effets ont été synthétisés dans une méta-analyse. Le pourcentage d'augmentation de la mortalité associé à une augmentation de $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ de PM_{10} les jours précédents a été estimé pour la période 2007-2010 et par saison. Les modèles ont également été utilisés pour réaliser une méta-régression prenant en compte des variables environnementales, démographiques et socioéconomiques.

Résultats – Une augmentation $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ de PM_{10} aux lag 0-1 et 2-5 se traduit par une augmentation de 0,51% de la mortalité non accidentelle (IC95%: [0,08-0,94]). L'effet des PM_{10} est plus important aux lags 2-5, sauf en été. En été, une augmentation $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ de PM_{10} se traduit par une augmentation de 1,30% de la mortalité non accidentelle le jour suivant (IC95%: [0,06-2,56]). La méta-régression n'a pas mis en évidence de facteurs influençant l'impact de la pollution.

Conclusion – Nos résultats confirment les effets à court terme des PM_{10} sur la mortalité, même à des concentrations, en moyenne annuelle, conformes à la réglementation européenne ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

Background – We present an analysis of short-term associations between PM_{10} and mortality by causes, age-groups and seasons in 17 metropolitan French cities.

Methods – The associations between particles and daily mortality were studied in each city using a generalized additive Poisson regression model for the 2007-2010 period, and the effects were summarized in a meta-analysis. The percent increase in the mortality rate was estimated for a $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ increase in PM_{10} levels in each city for the whole year and season. The models were also used to perform a meta-regression taking into account environmental, demographic and socioeconomic variables.

Results – A significant effect of PM_{10} was observed in lags 0-1 and 2-5 for non-accidental mortality (+0.51%; CI95%:[0.08-0.94]) on all-ages and for the whole year. The most significant impacts were observed for non-accidental mortality (+1.30% to lag 0-1; CI95%:[0.06-2.56]) and cardiovascular (+3.00% for lags 0-1 and 2-5; CI95%:[0.28-5.79]) on all-ages during the summer.

Conclusions – Our results confirm the short-term effects of PM_{10} on mortality, even at concentrations consistent with the annual European regulations.

Mots-clés : Pollution atmosphérique, PM_{10} , Mortalité, Séries temporelles, France
// **Keywords**: Air pollution, PM_{10} , Mortality, Times series, France

Introduction

Depuis 1997, le Programme de surveillance air et santé (Psas) de l'Institut de veille sanitaire (InVS) quantifie les impacts sanitaires à court terme (c'est-à-dire survenant quelques jours après l'exposition) de la pollution atmosphérique urbaine, en prenant comme indicateur les niveaux de particules de diamètre inférieur à $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (PM_{10}). Entre 1998 et 2011, le programme s'appuyait sur neuf zones urbaines : Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse. Sur ces villes, l'étude la plus récente, réalisée sur la période 2000-2006, a montré qu'une augmentation de $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ des niveaux de PM_{10} se traduisait par une augmentation de 0,8% (IC95% : [0,2-1,5]) de la mortalité totale non accidentelle le jour suivant, et de +0,9% [0,2-1,7] de la mortalité cardiovasculaire. Ces effets étaient plus importants en été : par exemple, une augmentation de $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ des niveaux de PM_{10} se traduisait par une augmentation de +3,9% [2,8-5,1] de la mortalité totale non accidentelle à cette saison.

Cependant, en 2007, la méthode de mesure des particules a été modifiée en France, avec des conséquences significatives sur les données de concentration en particules dans l'air. En effet, en France, les particules (PM_{10} et $PM_{2,5}$) sont mesurées avec des appareils TEOM (*Tapered Element Oscillating Microbalance*). Jusqu'en 2007, cette mesure par TEOM était précédée du chauffage de l'air prélevé, ce qui entraînait la perte d'une partie des composés semi-volatils des particules et donc la sous-estimation des concentrations correspondantes par rapport à la méthode de référence gravimétrique (qui ne comprenait pas de chauffage). À partir de 2007, un autre procédé de prétraitement de l'air prélevé, appelé FDMS (*Filter Dynamics Measurement System*) et ne comprenant plus de chauffage, a été mis en œuvre préalablement à la mesure par TEOM, permettant de limiter la perte de composés semi-volatils. Il était donc nécessaire de mettre à jour les précédents résultats des études du Psas en prenant en compte cette nouvelle méthode de mesure.

De plus, huit villes supplémentaires ont été intégrées dans le programme en 2011, permettant une meilleure représentation géographique. Ces villes ont été sélectionnées sur des critères de population (au moins 100 000 habitants) et de disponibilité des données environnementales. Avec 17 villes, il est désormais possible d'étudier l'influence éventuelle de caractéristiques locales sur l'hétérogénéité des effets observés via une méta-régression.

Cet article présente une mise à jour des relations concentrations-risques PM_{10} /mortalité à court terme prenant en compte la nouvelle méthode de mesures

de PM_{10} et s'appuyant sur le réseau étendu de villes du Psas. La méta-régression permet d'analyser l'influence de caractéristiques locales sur l'hétérogénéité des résultats.

Méthode

L'étude a porté sur les 17 agglomérations urbaines suivantes : Bordeaux, Dijon, Grenoble, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Nantes, Nice, Paris, Rennes, Rouen, Strasbourg, Toulouse, Lens-Douai, pour la période 2007-2010.

Les données de mortalité non accidentelle (Classification internationale des maladies - 10^e révision, CIM-10 : A00-R99) et cardiovasculaire (CIM10 : I00-I99) ont été obtenues auprès du Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc-Inserm) pour les décès tous âges et des personnes de 75 ans et plus (>74 ans).

Les données de températures journalières (moyennes, minimales et maximales pour une station de référence de chaque ville) ont été recueillies auprès de Météo-France.

Les données de PM_{10} ont été recueillies auprès des associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) pour les stations urbaines de la zone d'étude. Depuis janvier 2007, les AASQA doivent fournir des mesures de PM_{10} corrigées pour être en accord avec la méthode de référence gravimétrique. Chaque AASQA dispose donc, depuis cette date, d'une ou plusieurs stations de mesure des PM_{10} équipées d'un module FDMS qui permet de prendre en compte la fraction semi-volatile des particules. Les concentrations de PM_{10} enregistrées par un appareil TEOM-FDMS sont supérieures de 20 à 50% aux concentrations mesurées par un appareil TEOM.

L'analyse statistique s'appuie sur des modèles additifs généralisés (GAM). Dans chaque ville, le compte journalier de décès est régressé sur le polluant en contrôlant les facteurs de confusion potentiels : tendance à long terme, variations saisonnières, jours de la semaine, jours fériés et température moyenne. Le polluant est introduit simultanément dans le modèle sous forme de la moyenne des niveaux du jour même et de la veille (lag 0-1) et du niveau moyen des 2 à 5 jours précédents (lag 2-5). La température moyenne apparaît également simultanément dans le modèle aux lag 0-1 et 2-5 sous forme de *natural spline* à trois degrés de liberté. La saisonnalité est prise en compte au moyen d'une fonction pénalisée dont le paramètre de lissage est sélectionné afin de minimiser la valeur absolue de la somme des autocorrélations partielles des résidus¹.

Les analyses ont été réalisées pour l'année entière et par saison. Une analyse combinée des coefficients associés à l'indicateur d'exposition, obtenus pour chaque ville, est réalisée au moyen d'un modèle à effets aléatoires selon la méthodologie de Jackson et White².

Une méta-régression sur de possibles effets modificateurs a été effectuée pour rechercher des explications possibles quant aux différences observées entre villes. Les effets modificateurs testés ont été sélectionnés à partir d'une revue de la littérature et représentent des caractéristiques de la population (densité de population, pourcentage de personnes âgées de plus de 74 ans), de son état de santé (taux de mortalité standardisé sur l'âge), de sa situation socioéconomique (pourcentage des ménages non imposables) et de son environnement (température moyenne annuelle et concentration annuelle moyenne de dioxyde d'azote, NO₂).

Les résultats présentés sont des excès de risque relatif combiné pour une augmentation de 10 µg/m³ des niveaux de PM₁₀.

L'ensemble des modèles a été développé à l'aide du logiciel R-3.0.2[®] en utilisant les packages *mgcv* et *mvmeta*.

Résultats

Analyses descriptives

Population

Les 17 villes totalisaient 15 333 576 habitants, dont 43% à Paris. Lens-Douai, Lille, Lyon et Marseille représentaient chacune environ 7% de la population totale, les autres villes comptant pour moins de 2% chacune (tableau 1). La part des personnes âgées était similaire dans l'ensemble des villes, entre 7 et 10%, à l'exception de Nice où la proportion des personnes âgées atteignait 12%. Environ 45% des foyers étaient non imposables. Ce pourcentage variait de 37% (Paris) à 61% (Lens-Douai). Les zones ont été construites de telle sorte que le niveau moyen d'exposition de la population puisse être correctement estimé à partir des données des stations de mesure de la qualité de l'air³.

Mortalité

Paris représentait 37% des décès toutes causes observés dans les 17 villes. Pour la mortalité non accidentelle, la part des plus de 74 ans variait de 59% (à Lens-Douai) à 73% des décès (à Nice) (tableau 2).

Températures

Les températures annuelles moyennes variaient de 10,4°C (Rouen) à 16,1°C (Nice) (tableau 1). Dans chaque ville, les distributions de températures étaient très semblables au printemps (mars-mai) et en automne (septembre-novembre), alors que l'hiver (décembre-mars) et l'été (juin-août) se distinguaient nettement.

Indicateur de pollution

Les concentrations moyennes de PM₁₀ par saison sont résumées dans la figure. Le nombre de valeurs manquantes sur la période d'étude atteint au maximum 10% à Dijon.

En moyenne annuelle, aucune ville ne dépassait la valeur réglementaire européenne de 40 µg.m⁻³, mais seule Dijon respectait la valeur guide de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) fixée à 20 µg.m⁻³ (tableau 1). Les concentrations moyennes étaient peu variables par saison, même si les concentrations étaient plus faibles en été et plus élevées en hiver (respectivement 21 µg.m⁻³ et 30 µg.m⁻³ en moyenne sur l'ensemble des 17 villes). Les différences saisonnières étaient plus marquées sur les pics (concentrations supérieures aux seuils d'information de 50 µg.m⁻³ et d'alerte 80 µg.m⁻³), plus fréquents en hiver (figure).

Les concentrations annuelles moyennes de NO₂ variaient de 18,5 µg.m⁻³ (Rennes) à 36,1 µg.m⁻³ (Paris) (tableau 1).

Relations exposition-risque

Le tableau 3 présente, pour l'année entière, les excès de risque relatif (ERR) de la mortalité non accidentelle et cardiovasculaire pour une augmentation de 10 µg.m⁻³ du niveau des PM₁₀ du jour et de la veille (lag 0-1), des 2 à 5 jours précédents (lag 2-5) et du cumul des deux (lag 0-1 et 2-5).

Pour une augmentation des niveaux de PM₁₀ du jour et des 5 jours précédents, un ERR de 0,51% (IC95%: [0,08-0,94]) a été observé pour la mortalité non accidentelle. L'ordre de grandeur est similaire pour la mortalité cardiovasculaire (tableau 3). Un ERR plus élevé pour les 75 ans et plus a été retrouvé pour la mortalité non accidentelle (+1,04% [0,42-1,67]) uniquement.

Le détail des lag 0-1 et 2-5 montre que l'impact des PM₁₀ était plus marqué pour une augmentation des niveaux des 2 à 5 jours précédents pour la mortalité non accidentelle et cardiovasculaire.

Les résultats par causes de mortalité et par saison sont reportés dans le tableau 4. Les excès de risques de mortalité étaient plus élevés en été et caractérisés par un effet immédiat (lag 0-1) plus important qu'au lag 2-5, avec un ERR de +2,06% [0,06 ;2,56] pour la mortalité cardiovasculaire. Si on prend conjointement les lag 0-1 et 2-5, l'excès de risque relatif était encore plus important : +3,00% [0,28;5,79] pour la mortalité cardiovasculaire.

Méta-régressions

Dans notre étude, nous avons observé une hétérogénéité modérée (I² de Higgins maximum égal à 30%). La méta-régression a été réalisée uniquement pour la mortalité annuelle non accidentelle, qui présente la plus grande hétérogénéité.

Cette hétérogénéité n'est pas expliquée par les variables étudiées, qui ne modifient significativement pas les relations exposition-risque estimées précédemment (tableau 5).

Tableau 1

Données de population^a, de température^b et de pollution atmosphérique^c par zone d'étude (17 villes, France métropolitaine, 2007-2010)

Ville	Population	% des plus de 74 ans	Densité de population (habitants/km ²)	% de foyers non imposables	Nombre de stations PM ₁₀	PM ₁₀ annuelle moyenne (µg/m ³)	Température annuelle moyenne (°C)	NO ₂ : concentration annuelle moyenne (µg.m ⁻³)
Bordeaux	647 789	9	2 841,18	43,0	3	22,0	13,3	21,4
Dijon	238 329	9	713,56	40,2	1	19,3	10,9	25,7
Grenoble	471 116	8	2 838,05	39,6	3	27,5	11,7	26,1
Lens-Douai	329 428	8	689,18	61,3	3	27,3	10,8	28,5
Le Havre	240 290	9	1 313,06	48,3	2	24,6	11,3	23,1
Lille	1 108 991	7	1 812,08	48,2	3	30,9	10,8	29,4
Lyon	1 031 266	8	4 445,11	42,2	2	29,5	12,6	33,6
Marseille	969 402	10	2 193,22	50,4	2	31,8	15,4	35,2
Montpellier	387 155	8	1 248,89	47,0	1	23,2	15,1	31,1
Nancy	331 846	8	996,63	44,1	2	23,8	10,5	26,5
Nantes	595 985	8	1 017,93	40,7	2	21,4	11,9	20,4
Nice	433 747	12	3 614,56	45,6	1	29,2	16,1	26,8
Paris	6 630 370	7	8 701,27	37,2	9	27,0	12,2	36,1
Rennes	239 155	7	2 138,94	42,7	1	21,9	11,5	18,5
Rouen	447 449	9	1 256,88	46,4	3	25,8	10,4	28,7
Strasbourg	440 605	7	1 984,71	45,0	2	25,6	10,9	32,0
Toulouse	758 797	7	1 431,69	40,3	3	21,7	13,5	22,0

Sources : ^a Insee, recensement 2009 ; ^b Météo-France ; ^c Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA).

Tableau 2

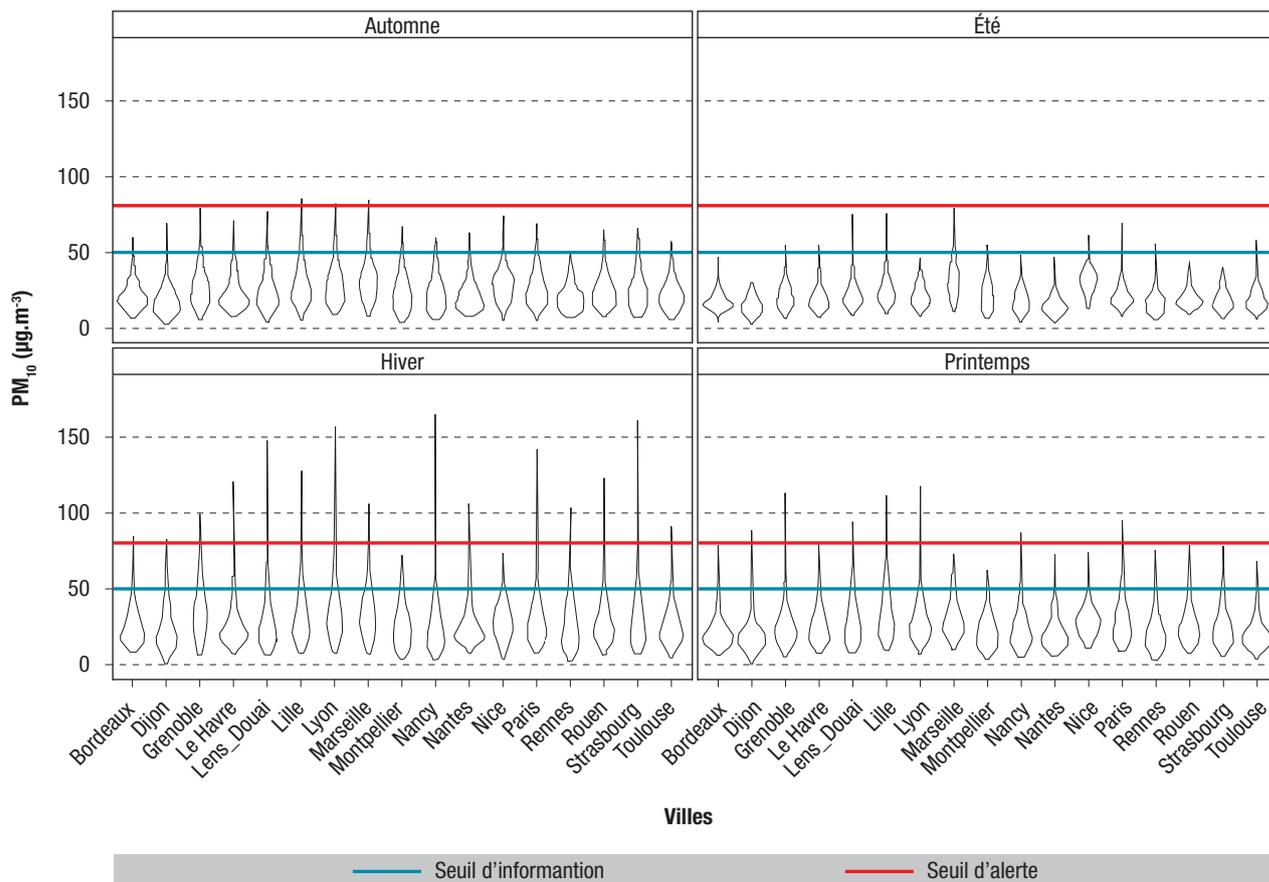
Mortalité par causes (moyenne journalière) et part des plus de 74 ans (17 villes, France métropolitaine, 2007-2010)

	Mortalité non accidentelle		Mortalité cardiovasculaire	
	Total	>74 ans (%)	Total	>74 ans (%)
Bordeaux	12,1	68	3,5	80
Dijon	4,5	67	1,3	82
Grenoble	7,6	68	2,2	80
Lens-Douai	8,5	59	2,3	72
Le Havre	5,7	61	1,6	76
Lille	20,8	60	5,7	74
Lyon	18,1	67	4,9	82
Marseille	21,6	69	6,3	79
Montpellier	6,3	68	1,8	81
Nancy	6,7	65	1,8	79
Nantes	10,2	66	2,9	81
Nice	11,8	73	3,3	85
Paris	103,6	63	25,9	78
Rennes	3,7	68	1,1	83
Rouen	9,8	65	2,8	79
Strasbourg	8,4	63	2,4	79
Toulouse	11,5	68	3,3	82

Source : Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc-Inserm).

Figure

Distribution des concentrations de PM₁₀ par saison et par ville selon le seuil d'information et d'alerte (17 villes, France métropolitaine, 2007-2010)



Source : Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA).

Tableau 3

Excès de risque relatif (ERR) pour une augmentation de 10 µg.m⁻³ des niveaux des PM₁₀, par causes de mortalité et classes d'âge (17 villes, France métropolitaine, 2007-2010)

	Mortalité non accidentelle	
	Tous âges % [IC95%]	>74 ans % [IC95%]
Lag 0-1	0,13 [-0,20;0,46]	0,40 [-0,01;0,82]
Lag 2-5	0,38 [-0,08;0,84]	0,63 [-0,04;1,31]
Lag 0-1 et 2-5	0,51 [0,08;0,94]*	1,04 [0,42;1,67]*
	Mortalité cardiovasculaire	
	Tous âges % [IC95%]	>74 ans
Lag 0-1	0,04 [-0,58;0,66]	0,13 [-0,58;0,83]
Lag 2-5	0,51 [-0,21;1,23]	0,42 [-0,38;1,23]
Lag 0-1 et 2-5	0,55 [-0,20;1,31]	0,55 [-0,29;1,39]

* Significativité.

IC95% : intervalle de confiance à 95%

Discussion

Cette étude montre la persistance d'un impact à court terme des PM₁₀ sur la mortalité. Une augmentation

de 10 µg.m⁻³ des niveaux de PM₁₀ journaliers aux lags 0-1 et 2-5 simultanément est associée à une augmentation de 0,51% (IC95%: [0,08;0,94]) de la mortalité pour cause non accidentelle pour toute l'année et

Tableau 4

Excès de risque relatif (ERR) pour 10 µg.m⁻³ de PM₁₀ par cause de mortalité et saison (17 villes, France métropolitaine, 2007-2010)

	Mortalité non accidentelle			
	Printemps	Été	Automne	Hiver
Lag 0-1	0,36 [-0,26;1,00]	1,30 [0,06;2,56]*	-0,08 [-0,80;0,64]	-0,10 [-0,56;0,37]
Lag 2-5	0,35 [-0,49;1,20]	0,08 [-1,32;1,51]	-0,23 [-1,22;0,78]	0,28 [-0,26;0,82]
Lag 0-1 et 2-5	0,72 [-0,09;1,53]	1,38 [-0,06;2,85]	-0,31 [-1,45;0,85]	0,18 [-0,41;0,78]
	Mortalité cardiovasculaire			
	Printemps	Été	Automne	Hiver
Lag 0-1	-0,02 [-1,19;1,16]	2,06 [-0,34;4,52]	-0,86 [-2,25;0,55]	0,09 [-0,81; 0,99]
Lag 2-5	1,08 [-0,24;2,42]	0,92 [-1,80;3,71]	0,07 [-1,65;1,81]	0,07 [-1,15;1,31]
Lag 0-1 et 2-5	1,06 [-0,29;2,41]	3,00 [0,28;5,79]*	-0,79 [-2,74;1,19]	0,16 [-1,17;1,51]

* Significativité.

IC95% : intervalle de confiance à 95%

Tableau 5

Résultats de la méta-régression pour la mortalité annuelle non accidentelle (17 villes, France métropolitaine, 2007-2010)

Variables	p-value (Test de Wald)	
	Lag 0-1	Lag 2-5
Densité de population	0,6862	0,9017
Pourcentage des personnes âgées de plus de 74 ans	0,9605	0,2152
Taux de mortalité standardisé sur l'âge	0,3523	0,7349
Pourcentage des ménages non imposables	0,2354	0,8763
Température moyenne annuelle	0,9053	0,6069
Concentration annuelle de NO ₂	0,6499	0,7467

pour tous âges, et de 0,55% pour la mortalité cardiovasculaire. Les effets observés sont plus importants pour les personnes âgées de plus de 74 ans et se limitent à la période estivale.

Ces risques sont plus faibles que ceux obtenus dans les précédentes études du Psas, ce qui peut s'expliquer par le changement de la méthode de mesure des PM et par l'introduction de nouvelles villes dans l'analyse. Une étude portant spécifiquement sur les villes où les données de TEOM et de TEOM-FDMS étaient simultanément disponibles (Paris, Marseille, Rouen, Nice, Strasbourg, Nancy, Montpellier, Le Havre et Rennes) a montré une tendance à la diminution des risques avec l'apparition des analyses TEOM-FDMS, même si les intervalles de confiance se chevauchaient.

Les risques retrouvés sont également cohérents avec ceux retrouvés dans l'étude *MedParticles* en Europe méditerranéenne pour la mortalité non accidentelle (+0,28% [-0,14;0,71] aux lags 0-1 et 2-5, et pour la mortalité cardiovasculaire (+0,54% [0,09;0,99] aux lags 0-1 et 2-5)⁴.

Les effets sont plus importants au lag 2-5, ce qui indique que l'effet de la pollution est différé de quelques jours après l'exposition, sauf en été où l'effet sur la mortalité se concentre aux lag 0-1. À l'inverse, pour l'année

entière, *MedParticles* retrouve un effet plus important aux lag 0-1 qu'aux lag 2-5⁴. Cette différence pourrait être en partie due aux différences climatiques entre nos 17 villes de France métropolitaine et celles incluses dans *MedParticles* (villes de Grèce, d'Italie, d'Espagne, et Marseille pour la France). Il faut également garder à l'esprit que les systèmes de santé sont différents entre ces pays, ce qui peut modifier le recours aux soins.

Les analyses par saisons ont montré que, pour les PM₁₀, le plus fort impact se trouve pendant l'été, en particulier pour la mortalité cardiovasculaire (aux lags 0-1 et 2-5 simultanément) et pour la mortalité non accidentelle (au lag 0-1). Il faut noter qu'en été, une partie de l'effet attribué aux PM₁₀ pourrait provenir de l'ozone et non de la chaleur, car la température est incluse comme facteur de confusion dans le modèle afin de ne pas attribuer aux PM un effet qui serait en réalité attribuable à la température. Il peut, en revanche, y avoir des synergies entre l'effet de la température et des PM, soit en exacerbant des mécanismes physiologiques, soit en modifiant l'exposition (temps passé à l'extérieur, ouverture des fenêtres...). Cependant, une étude précédente restreinte aux neufs villes historiques du Psas pour la période 2000-2006 a montré que les relations exposition-risque des PM₁₀ en été restaient supérieures à celles observées le reste de l'année, même après un ajustement sur l'ozone⁵.

L'observation d'un effet plus important pendant l'été est cohérent avec les données de la littérature en Europe^{4,6-9} et en Amérique du Nord^{10,11}.

Les variables retenues dans la méta-régression n'expliquent pas l'hétérogénéité, par ailleurs faible, observée entre les différentes villes. Une meilleure caractérisation des sources d'émission et de la composition chimique des PM₁₀ permettrait de mieux appréhender les causes possibles de cette hétérogénéité et de mieux comprendre les variations saisonnières observées. De telles analyses seront réalisées lorsque des séries de données journalières suffisamment longues (plus de 3 ans) seront disponibles.

Cette étude confirme les effets à court terme des PM₁₀ sur la mortalité, même à des concentrations conformes à la réglementation de l'Union européenne (40 µg.m⁻³ en moyenne annuelle) et proches des valeurs guides de l'OMS (20 µg.m⁻³), et souligne la nécessité d'agir pour diminuer les niveaux de particules en France. Cette action doit concerner tant les pics que les niveaux de fond. Le projet Aphekom avait par ailleurs montré que les niveaux trop élevés de PM₁₀ (comparés au seuil recommandé par l'OMS) étaient responsables de près de 1 000 hospitalisations pour causes cardiovasculaires dans neuf villes françaises¹². Les niveaux trop élevés de PM_{2,5} sont quant à eux responsables de plus de 2 900 décès anticipés par an dans ces mêmes villes. ■

Remerciements

Nous remercions Météo-France et les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) pour les données environnementales et le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc-Inserm) pour les données de mortalité.

Références

- [1] Touloumi G, Samoli E, Pipikou M, Le TA, Atkinson R, Katsouyanni K. Seasonal confounding in air pollution and health time-series studies : effect on air pollution effect estimates. *Stat Med*. 2006 ;25(24) :4164-78.
- [2] Jackson D, White IR, Thompson SG. Extending DerSimonian and Laird's methodology to perform multivariate random effects meta-analyses. *Stat Med*. 2010 ;29(12) :1282-97.
- [3] Ung A, Pascal M, Corso M, Chanel O, Declercq C. Comment réaliser une évaluation de l'impact sanitaire de la

pollution atmosphérique urbaine ? Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2013. 47 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=11327

[4] Samoli E, Stafoggia M, Rodopoulou S, Ostro B, Declercq C, Alessandrini E, et al ; MED-PARTICLES Study group. Associations between fine and coarse particles and mortality in Mediterranean cities : results from the MED-PARTICLES Project. *Environ Health Perspect*. 2013 ;121(8) :932-8.

[5] Pascal M, Falq G, Wagner V, Chatignoux E, Corso M, Blanchard M, et al. Short-term impacts of particulate matter (PM10, PM10-2.5, PM2.5) on mortality in nine French cities. *Atmos Environ*. 2014 ;95 :175-84.

[6] Nawrot TS, Torfs R, Fierens F, De HS, Hoet PH, Van KG, et al. Stronger associations between daily mortality and fine particulate air pollution in summer than in winter: evidence from a heavily polluted region in western Europe. *J Epidemiol Community Health*. 2007 ;61(2) :146-9.

[7] Biggeri A, Baccini M, Bellini P, Terracini B. Meta-analysis of the Italian studies of short-term effects of air pollution (MISA), 1990-1999. *Int J Occup Environ Health*. 2005 ;11(1) :107-22.

[8] Katsouyanni K, Samet JM, Anderson HR, Atkinson R, Le Tertre A, Medina S, et al. Air pollution and health : a European and North American approach (APHENA). HEI research report n° 142. Boston : Health Effects Institute; 2009. 120 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=755

[9] Stafoggia M, Schwartz J, Forastiere F, Perucci CA ; SISTI Group. Does temperature modify the association between air pollution and mortality? A multicity case-crossover analysis in Italy. *Am J Epidemiol*. 2008 ;167(12) :1476-85.

[10] Ito K, Mathes R, Ross Z, Nadas A, Thurston G, Matte T. Fine particulate matter constituents associated with cardiovascular hospitalizations and mortality in New York City. *Environ Health Perspect*. 2011 ;119(4) :467-73.

[11] Peng RD, Dominici F, Pastor-Barriuso R, Zeger SL, Samet JM. Seasonal analyses of air pollution and mortality in 100 US cities. *Am J Epidemiol*. 2005 ;161(6) :585-94.

[12] Declercq C, Pascal M, Chanel O, Corso M, Ung A, Pascal L, et al. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises. Résultats du projet Aphekom. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012. 33 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=10948

Citer cet article

Corso M, Pascal M, Wagner V, Blanchard M, Blateau A, Cochet A, et al. Impact à court terme des particules en suspension (PM10) sur la mortalité dans 17 villes françaises, 2007-2010. *Bull Epidemiol Hebd*. 2015 ;(1-2):14-20. http://www.invs.sante.fr/beh/2015/1-2/2015_1-2_3.html

PROJET DE PLAN DE MOBILITE

MEMOIRE EN REPONSE

**MISSION REGIONALE D'AUTORITE
ENVIRONNEMENTALE**

**5-9 ETUDE SANTE PUBLIQUE FRANCE « ETUDE A COURT
TERME DU DIOXYDE D'AZOTE (NO₂) SUR LA
MORTALITE DANS 18 AGGLOMERATIONS FRANCAISES
(2010-2014) »**



SANTÉ
ENVIRONNEMENT

AOÛT 2019

ÉTUDES ET ENQUÊTES

IMPACT À COURT TERME
DU DIOXYDE D'AZOTE (NO₂)
SUR LA MORTALITÉ DANS
18 AGGLOMÉRATIONS FRANÇAISES,
2010-2014

Résumé

Impact à court terme du dioxyde d'azote (NO₂) sur la mortalité dans 18 agglomérations françaises, 2010-2014

Contexte. Nous présentons une analyse des associations à court terme entre l'exposition au dioxyde d'azote (NO₂) dans l'air ambiant et la mortalité par causes, par groupes d'âge et par saisons dans 18 zones d'étude en France métropolitaine.

Méthodes. Les associations entre le NO₂ et la mortalité journalière ont été étudiées dans chaque zone d'étude en utilisant un modèle additif généralisé avec une distribution de Poisson, puis les risques associés obtenus ont été combinés dans une méta-analyse. Le pourcentage d'augmentation de la mortalité associé à une augmentation de 10 µg.m⁻³ de NO₂ les jours précédents a été estimé pour la période 2010-2014 et par saison.

Résultats. Une augmentation 10 µg.m⁻³ de NO₂ du jour et de la veille (retard 0-1) se traduit par une augmentation de 0,75 % de la mortalité non accidentelle (IC95%: [0,4 - 1,10]). Les effets du NO₂ sont plus importants chez les personnes âgées de 75 ans et plus. Pendant la saison chaude, une augmentation 10 µg.m⁻³ de NO₂ se traduit par une augmentation de 3,07 % de la mortalité non accidentelle le jour suivant (IC95%: [1,97 - 4,18]) chez les personnes âgées de 75 ans et plus. Ces associations sont stables à l'ajustement sur les PM₁₀.

Conclusion. Nos résultats confirment que l'exposition au NO₂, en tant que traceur de la pollution lié au trafic, est associé à court terme avec la mortalité, même à des concentrations, en moyenne annuelle, conformes à la réglementation européenne et à la valeur guide de l'OMS (40 µg.m⁻³). Ils fournissent également des relations exposition-risque utilisables pour la réalisation d'évaluations quantitatives de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique.

MOTS CLÉS : POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE, NO₂, MORTALITÉ, SÉRIES TEMPORELLES, FRANCE

Citation suggérée : Corso M, Blanchard M, Wagner V. *Impact à court terme du dioxyde d'azote (NO₂) sur la mortalité dans 18 agglomérations françaises, 2010-2014*. Saint-Maurice : Santé publique France, 2019. 39 p. Disponible à partir de l'URL : www.santepubliquefrance.fr

ISSN : 2609-2174 / ISBN-NET 979-10-289-0584-2 / RÉALISÉ PAR LA DIRECTION DE LA COMMUNICATION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE / DÉPÔT LÉGAL : AOÛT 2019

Abstract

Short-term impact of Nitrogen dioxide (NO₂) on mortality in 18 French cities, 2010 - 2014

Background. We present an analysis of short-term associations between ambient NO₂ and mortality by causes, age-groups and seasons in 18 metropolitan French cities.

Methods. The associations between NO₂ and daily mortality were studied in each city using a generalized additive Poisson regression model for the 2010-2014 period, and the effects were summarized in a meta-analysis. The percent increase in the mortality rate was estimated for a 10 µg.m⁻³ increase in NO₂ levels in each city for the whole year and season.

Results. A 10 µg.m⁻³ increase of NO₂ concentration (lag 0-1 days) was significantly associated with a 0.75% increase of non-accidental mortality for all-ages, (CI95%: [0.4 - 1.10]). NO₂ effects are larger in the 75 years and older age group. During warm period, a 10 µg.m⁻³ increase of NO₂ concentrations was associated with a 3.07% increase in non-accidental mortality in this age group (CI95%: [1.97 - 4.18]).

Conclusions. Our results confirm the short-term effect of NO₂, as a proxy a tracer of urban traffic pollution, on mortality even at concentrations consistent with the European regulation or with the WHO guidelines (40 µg.m⁻³). They provide concentration-response functions that can be used to carry out a quantitative health impact assessment of air pollution.

KEY WORDS: AIR POLLUTION, NO₂, MORTALITY, TIMES SERIES, FRANCE

Ont participé à l'étude et à la rédaction de ce rapport

Magali Corso (magali.corso@santepubliquefrance.fr), +33 (0)1 41 79 68 84

Myriam Blanchard (myriam.blanchard@santepubliquefrance.fr)

Vérène Wagner (verene.wagner@santepubliquefrance.fr)

Relecture scientifique

Edouard Chatinoux et Sylvia Medina, Santé publique France

Remerciements

Nous remercions Météo-France et les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) pour les données environnementales et le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc-Inserm) pour les données de mortalité.

Liste des AASQA

- Bordeaux : Atmo Nouvelle Aquitaine (ex : Airaq)
- Dijon : Atmo BFC
- Grenoble, Lyon et Clermont-Ferrand : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (ex : Air Rhône-Alpes et Atmo Auvergne)
- Le Havre et Rouen : Atmo Normandie (ex : Atmo Haute-Normandie)
- Lille et Lens-Douai : Atmo Haut-de-France (ex : Atmo Nord – Pas-de-Calais)
- Marseille et Nice : Air PACA
- Montpellier et Toulouse : Atmo Occitanie (ex : Air LR et Oramip)
- Nancy et Strasbourg : Atmo Grand Est (ex : Air Lorraine et Aspa)
- Nantes : Air Pays de la Loire
- Paris : Airparif
- Rennes : Airbreizh

Abréviations

AASQA	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
CépiDC	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès
CIM	Classification internationale des maladies
COV	Composé organique volatil
EC	Carbone élémentaire
EPA	United States Environmental Protection Agency
EQIS	Évaluation quantitative d'impact sanitaire
ERR	Excès de risque relatif
IC 95%	Intervalle de confiance à 95 %
Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
Inserm	Institut national de la santé et de la recherche médicale
NO₂	Dioxyde d'azote
OMS	Organisation mondiale de la santé
PM₁₀	Particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 microns
PM₂₅	Particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 25 microns
PUF	Particules ultrafines

Sommaire

Résumé.....	1
Abstract.....	3
Abréviations	5
1. CONTEXTE.....	7
2. MATÉRIELS ET MÉTHODES	9
2.1 Période et zone d'étude	9
2.2 Données	10
2.2.1 Indicateurs sanitaires.....	10
2.2.2 Indicateurs météorologiques.....	10
2.2.3 Indicateurs de pollution.....	10
2.3 Analyse statistique.....	11
3. RÉSULTATS.....	12
3.1 Analyses descriptives.....	12
3.1.1 Population	12
3.1.2 Températures	12
3.1.3 Mortalité	13
3.1.4 Indicateur de pollution.....	14
3.2 Relations exposition-risque.....	15
3.2.1 Analyse des concentrations de NO ₂ du jour et de la veille (retard 0-1).....	15
3.2.2 Analyse des concentrations de NO ₂ sur les 6 premiers jours (retard 0-5 jours).....	16
4. DISCUSSION.....	18
Évolution des risques relatifs obtenus dans le cadre du Psas.....	18
Comparaison avec les résultats obtenus dans la littérature internationale.....	19
Excès de risque pour la mortalité toutes causes.....	19
Excès de risque pour la mortalité cardiovasculaire	20
Excès de risque selon la classe d'âge considérée.....	20
Excès de risque selon la saison considérée	21
Résultats de l'analyse ajustée sur les PM ₁₀	21
Résultats de l'analyse sur différents retards	21
Biais et incertitudes	21
Indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique.....	22
Indicateurs sanitaires.....	22
Facteurs de confusion potentiels	22
5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	24
Références bibliographiques	25
Annexes	28

1. CONTEXTE

Le dioxyde d'azote (NO₂) est un polluant atmosphérique issu de processus de combustion et émis principalement par le trafic routier. En France, les concentrations annuelles de NO₂ dans l'air ambiant ont diminué depuis 2000 tant en situation de fond urbain qu'à proximité du trafic routier. Elles restent cependant deux fois plus élevées à proximité du trafic qu'en fond urbain. En 2016, la moyenne annuelle en fond urbain était de 19 µg.m⁻³ contre 39 µg.m⁻³ à proximité du trafic routier. Les normes européennes de qualité de l'air pour la protection de la santé humaine concernant le NO₂ (40 µg.m⁻³) sont dépassées chaque année dans plusieurs agglomérations (en proximité trafic). Les épisodes de pollution aux NO₂ sont généralement observés durant l'hiver à cause des conditions anticycloniques qui limitent la dispersion des polluants (1).

Plusieurs études épidémiologiques ont montré une association à court terme entre l'exposition à ce polluant et la santé notamment respiratoire et cardiovasculaire (2-4). En France, dans le cadre du programme de surveillance air et santé (Psas) de Santé publique France (Institut de veille sanitaire avant le 1^{er} mai 2016) (5) les effets à court terme d'une exposition au NO₂ ont été étudiés. En 2008, des liens avaient été mis en évidence entre les concentrations ambiantes en NO₂ et la mortalité dans neuf zones françaises (6).

Cependant de nombreuses autres substances émises par le trafic routier peuvent aussi induire des effets sanitaires : monoxyde de carbone, composés organiques volatils et particules (carbone suie, hydrocarbures aromatiques polycycliques et certains métaux). Les concentrations en NO₂ étant souvent fortement corrélées à ces autres polluants, il était difficile de dissocier l'effet propre du NO₂ de celui des autres polluants (7-9). L'Organisation mondiale de la santé (OMS) avait considéré alors que les associations observées dans ces études pourraient être dues, au moins en partie, à d'autres polluants liés au trafic routier pour lesquels le NO₂ serait un proxy de l'exposition (10-12) et ne recommandait donc pas de calculer simultanément l'impact sanitaire du NO₂ et des particules atmosphériques (PM) sur la santé, risquant un double compte de l'impact. Par la suite, plusieurs études multicentriques (4, 7, 13) qui incluaient des ajustements sur les polluants particuliers (PM₁₀¹, PM_{2,5}² et fumée noire), ont trouvé des associations robustes à court terme entre le NO₂ et une augmentation de la mortalité toutes causes, cardio-vasculaire et respiratoire. Ces études montraient que tous les effets de la pollution n'étaient pas pris en compte par l'association avec les PM et qu'ils pouvaient être pris en compte par la relation avec le NO₂.

Aussi, en 2013, à travers le rapport Revihaap (4), l'OMS concluait que les résultats de ces études ne prouvent toujours pas que ces associations soient entièrement imputables au NO₂ en tant que tel, car le NO₂ dans ces études peut également représenter d'autres polluants non représentés par les mesures de PM actuellement réglementées. L'OMS concluait cependant qu'il était raisonnable de considérer que le NO₂ avait aussi des effets directs compte-tenu qu'il existait des preuves épidémiologiques et toxicologiques évocatrices d'une relation causale à court terme, en particulier pour les problèmes respiratoires. L'OMS estimait au final que les preuves étaient suffisantes pour estimer l'impact sanitaire à court terme du NO₂ sur la mortalité toutes causes et les hospitalisations pour des pathologies respiratoires. Le double comptage lors de l'estimation simultanée des impacts des PM_{2,5} et du NO₂ étant possible mais probablement modéré. En 2016, l'EPA (*United States Environmental Protection Agency*) a considéré qu'il existait des preuves fiables d'un lien entre l'exposition à court terme au NO₂ et l'exacerbation de l'asthme et que des études récentes suggéraient aussi un effet sur la santé cardiovasculaire et la mortalité (14).

1. Particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 microns.

2. Particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 microns.

Afin de pouvoir estimer l'impact sanitaire à court terme du NO₂, il est nécessaire de disposer de relations exposition-risque. Actuellement, les relations disponibles pour le NO₂ sont essentiellement issues d'études réalisées en dehors de l'Europe. Il en existe quelques-unes en Europe comme les projets APHEA (15) et Epiair (16) en Italie, ou des études en Suisse (17) et en Autriche (18). La spécificité des émissions des véhicules à moteur en France (voire en Europe), du fait d'une forte part de véhicules Diesel, pourrait influencer la relation entre NO₂ et effet sanitaire (du fait que cette relation reflète l'impact du NO₂ et des polluants qui lui sont corrélés). Ceci est conforté par l'étude de Mills *et al.* en 2015 (2) qui a identifié, lors d'une méta-analyse, une forte hétérogénéité géographique entre les effets estimés pour différentes régions du monde.

L'ensemble de ces éléments nous a conduit à considérer qu'il était pertinent d'étudier à nouveau les liens à court-terme entre une exposition au NO₂ ambiant et la mortalité pour actualiser la relation exposition-risque existante pour la France afin de pouvoir l'appliquer ensuite dans le cadre des évaluations quantitatives de l'impact sanitaire (EQIS).

De plus, l'intégration en 2011 de nouvelles agglomérations dans le programme permet d'augmenter la puissance de la méta-analyse, de couvrir de nouvelles régions et d'intégrer des zones avec des profils différents (population, pollution, climat).

Une étude de séries temporelles a donc été réalisée sur les 18 zones urbaines du Psas sur la période 2010-2014 afin d'étudier le risque sanitaire associé à une exposition au NO₂ ambiant sur la mortalité, en tant que traceur de son effet propre et de l'effet des polluants qui lui sont fortement corrélés émis par le trafic routier.

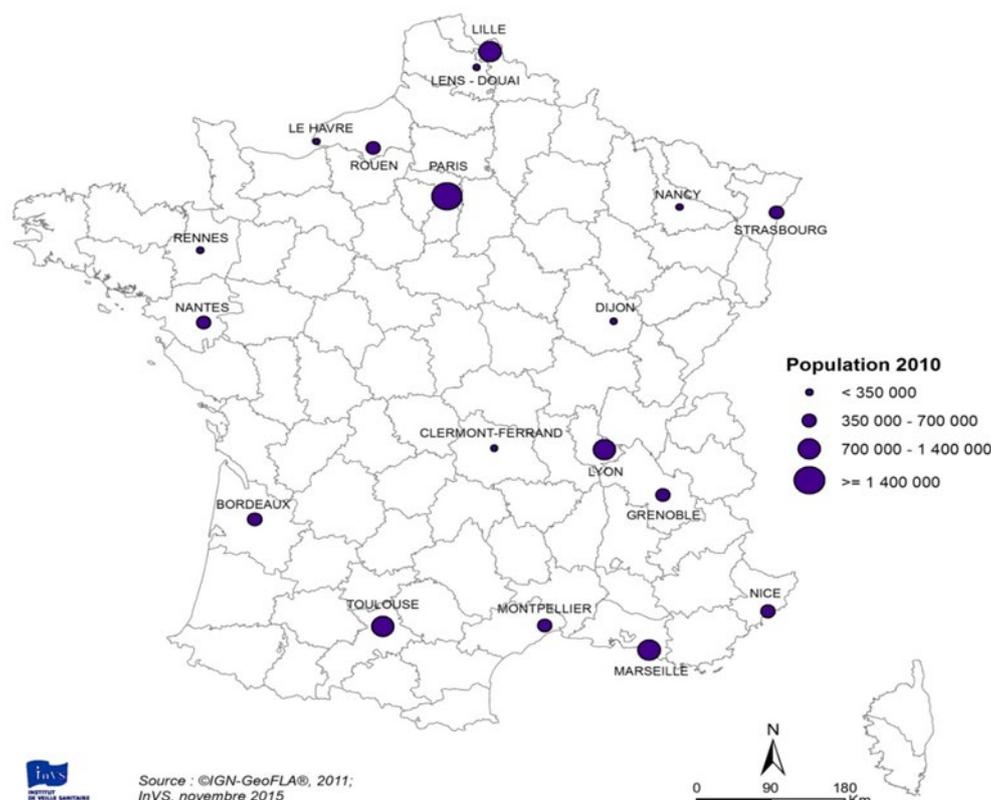
2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 Période et zone d'étude

L'étude a été réalisée, pour la période 2010-2014, sur les 18 zones urbaines suivantes : Bordeaux, Clermont-Ferrand, Dijon, Grenoble, Lens-Douai, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Nantes, Nice, Paris, Rennes, Rouen, Strasbourg et Toulouse (Figure 1).

I FIGURE 1 I

Cartographie de la zone d'étude



Les critères d'inclusion de ces 18 zones sont qu'elles disposent d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air enregistrant les niveaux de pollution atmosphérique ; qu'elles soient représentatives de la plupart des principaux types climatiques français (climats océanique, méditerranéen et continental), et de la diversité qualitative et quantitative de la pollution atmosphérique urbaine ; et enfin que leur taille permette d'obtenir un nombre journalier d'événements sanitaires suffisant permettant la modélisation des données (19).

Les superficies des différentes zones urbaines impliquées dans cette étude étaient très variables (Tableau 1 - Annexe). La plus petite était de 111,8 km² pour la zone urbaine de Rennes (4 communes) et la plus grande de 762 km² pour la zone urbaine de Paris (Paris et trois départements de la proche couronne soit 124 communes).

2.2 Données

2.2.1 Indicateurs sanitaires

Les données journalières de mortalité non accidentelle (Classification internationale des maladies - 10^e révision, CIM-10 : A00-R99), cardio-vasculaire (CIM10 : I00-I99) et respiratoire (CIM10 : J00-J99) ont été obtenues auprès du Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc-Inserm) pour tous les âges et la classe d'âge des personnes de 75 ans et plus (>74 ans).

2.2.2 Indicateurs météorologiques

Pour chaque zone, les données de températures journalières (moyennes, minimales et maximales) pour une station de référence ont été recueillies auprès de Météo-France.

2.2.3 Indicateurs de pollution

Le NO₂ est un gaz émis dans l'atmosphère lors de la combustion de combustibles fossiles. La majeure partie du dioxyde d'azote dans les villes provient des gaz d'échappement des véhicules à moteur.

Dans cette étude réalisée dans les 18 zones du Psas, le NO₂ est étudié en tant que traceur de la pollution issue du trafic routier.

Les données de pollution atmosphérique, moyenne journalière des concentrations massiques en NO₂ et PM₁₀, ont été recueillies auprès des associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) (liste : cf. Remerciements) pour les stations de mesure de fond urbaines de chaque zone d'étude.

Les mesures de NO₂ ont été effectuées par des appareils de mesures automatiques utilisant la chimiluminescence et les mesures de PM au moyen d'appareil TEOM-FDMS (*Tapered Element Oscillating Monitor – Filter Dynamic Measurement System*).

Pour chaque zone d'étude, les stations retenues pour la construction de chaque indicateur de pollution final étaient celles dont les niveaux journaliers présentaient les caractéristiques suivantes sur la période d'étude :

- un chevauchement de l'étendue des interquartiles et une différence entre les moyennes de concentration n'excédant pas 15 µg.m⁻³. Dans le cas où ces critères n'étaient pas strictement respectés pour une station, mais où d'autres informations (campagnes de mesures spécifiques par exemple) montraient que les niveaux au sein de la zone d'étude pouvaient être proches de ceux observés au niveau de cette station, elle était conservée pour la construction de l'indicateur ;
- un coefficient de corrélation supérieur à 0,6 entre les séries des niveaux journaliers.

Le nombre de stations retenues pour la construction des indicateurs d'exposition dans chaque zone d'étude est détaillé dans le tableau 2 en annexe.

Un indicateur global journalier correspondant à la moyenne arithmétique des niveaux journaliers des stations retenues a ensuite été construit pour chaque polluant et chaque zone d'étude. Les valeurs manquantes ont été remplacées selon les méthodes employées pour les autres études du programme et décrites précédemment (19).

2.3 Analyse statistique

L'analyse s'appuie sur des modèles additifs généralisés (GAM) avec une distribution poissonnienne de la mortalité en prenant en compte la sur-dispersion des données. Dans chaque zone, le compte journalier de décès a été régressé sur le polluant en contrôlant les facteurs de confusion potentiels : tendance à long terme, variations saisonnières, jours de la semaine, jours fériés et températures.

La saisonnalité a été prise en compte au moyen d'une fonction spline pénalisée. Le paramètre de lissage de cette fonction spline a été sélectionné afin de minimiser la valeur absolue de la somme des autocorrélations partielles des résidus sur 30 jours en imposant un minimum de 3 degrés de liberté par an (20).

Les températures minimales et maximales ont été introduites dans le modèle sous forme de spline naturelle à 3 degrés de liberté. La température minimale journalière apparaît dans le modèle sans décalage temporel et la température maximale a été introduite dans le modèle comme la moyenne des températures maximales de j-1 à j-7 afin de tenir compte du fait que les fortes températures (représentées ici par la température minimale) ont un effet immédiat sur la santé et que les faibles températures (représentées ici par la température maximale) ont un effet décalé dans le temps (21, 22).

L'indicateur de pollution a été inclus dans le modèle sous forme de la moyenne des concentrations du jour même et de la veille (retard 0-1).

Les effets de la pollution ont été estimés pour l'année entière et par saison (saison chaude de mai à octobre, saison froide de novembre à avril), pour chaque cause de mortalité. Une interaction entre l'indicateur de pollution et la saison a été rajoutée dans les modèles afin d'étudier les effets de la saison sur la pollution.

Une analyse combinée des coefficients associés à l'indicateur d'exposition, obtenus pour chaque zone, a ensuite été réalisée au moyen d'un modèle à effets aléatoires permettant ainsi de prendre en compte l'hétérogénéité entre les zones sur les coefficients du polluant. Ce coefficient combiné a permis de calculer un excès de risque relatif (ERR) combiné exprimé pour une augmentation journalière de $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ du niveau de l'indicateur de pollution.

Dans un second temps, des modèles incluant un ajustement sur les PM_{10} ont été mis en œuvre.

Par ailleurs, les ERR précédents ont été estimés en utilisant un indicateur d'exposition égal à la moyenne des niveaux journaliers de pollution du jour même (retard 0) et de la veille (retard 1). Ce décalage, sélectionné a priori, est le plus fréquemment étudié dans la littérature. Or, l'effet de l'exposition à la pollution atmosphérique peut perdurer plusieurs jours. Dans la littérature, la gamme des retards explorée variant de 0 à 5 jours, il a donc été décidé d'estimer aussi les excès de risque de mortalité sur les 6 premiers jours (retards 0 à 5 jours) en utilisant les modèles polynomiaux à retards échelonnés.

Si nécessaire, des régressions multivariées ont été utilisées.

L'ensemble des modèles a été développé à l'aide du logiciel R en utilisant les packages `mgcv`, `dlm` et `mvmeta`.

3. RÉSULTATS

3.1 Analyses descriptives

3.1.1 Population

Les 18 zones d'étude totalisaient 15 987 756 habitants, dont 42 % dans la zone de Paris. Les zones de Lille, Lyon, Marseille et Toulouse représentaient chacune environ 7 % de la population totale, les autres zones comptant pour environ 1 à 5 % chacune (Tableau 1). La part des personnes âgées de plus de 74 ans était similaire dans l'ensemble des zones, soit entre 7 et 10 %, à l'exception de Nice où la proportion des personnes âgées atteignait 12 % (Tableau 1).

I TABLEAU 1 I

Données de population^a, de température^b et de pollution atmosphérique^c par zone d'étude

Zones	Population totale	Population âgée de 75 ans et + (en %)	Températures moyennes (°C)		PM ₁₀ (moyenne annuelle) (µg.m ⁻³)	NO ₂ (moyenne annuelle) (µg.m ⁻³)
			Minimales	Maximales		
Bordeaux	686 824	8%	9,5	18,8	21,9	19,6
Clermont-Ferrand	284 672	9%	7,0	17,1	19,9	24,0
Dijon	241 591	9%	6,8	15,9	18,9	22,5
Grenoble	484 122	9%	7,1	17,8	24,1	23,8
Le Havre	235 560	9%	9,2	14,1	22,4	22,4
Lens-Douai	324 286	9%	7,3	14,9	24,2	21,7
Lille	1 133 920	7%	7,3	14,9	23,6	25,3
Lyon	1 082 180	8%	8,6	17,5	25,2	31,1
Marseille	979 050	10%	11,0	20,7	31,2	32,7
Montpellier	421 647	8%	10,9	20,2	20,5	25,9
Nancy	328 919	9%	6,5	15,5	24,9	24,4
Nantes	633 391	8%	8,2	17,2	20,2	17,9
Nice	434 581	12%	13,1	19,6	25,3	24,9
Paris	6 754 282	7%	9,2	16,5	25,1	36,0
Rennes	250 458	8%	7,6	16,7	19,6	18,7
Rouen	449 687	9%	6,8	15,0	24,6	25,7
Strasbourg	448 424	8%	6,9	16,1	20,9	27,0
Toulouse	814 162	7%	9,6	18,9	21,2	21,1

Sources : ^a Insee, recensement 2014 ; ^b Météo-France ; ^c AASQA (liste dans les remerciements)

3.1.2 Températures

Les températures annuelles minimales variaient de 6,5°C (Nancy) à 13,1°C (Nice) et les températures annuelles maximales de 14,1°C (Le Havre) à 20,7°C (Marseille) (Tableau 1). Les températures annuelles moyennes variaient de 5,6°C (Nancy) à 11,5°C (Nice) pendant les mois de novembre à avril (saison froide) et de 15,4°C (Rouen) à 21,4°C (Marseille) pendant les mois de mai à octobre (saison chaude) (Annexe - Tableau A1).

3.1.3 Mortalité

Les données de mortalité de la zone de Paris représentaient 37 % des décès non accidentels et 34 % des décès pour cause cardio-vasculaire observés au total dans les 18 zones.

Le nombre journalier moyen de décès toutes causes non accidentelles de personnes domiciliées dans chacune des zones d'étude est lié notamment au nombre de personnes demeurant dans chacune des zones : il varie de 4 à Rennes à 104,5 à Paris (Tableau 2). La part des décès des personnes âgées de 75 ans et plus variait de 62 % dans les zones de Lens-Douai, du Havre et de Lille, à 74 % des décès pour la zone de Nice.

Pour les causes plus spécifiques, dans la population tous âges, le nombre journalier moyen de décès de personnes domiciliées dans la zone d'étude varie suivant la zone entre 1,2 (Dijon et Rennes) et 23,8 (Paris) pour les causes cardio-vasculaires (Tableau 2). La part des décès des personnes de 75 ans et plus variait de 75 % dans la zone de Lens-Douai, à 84 % dans les zones de Dijon, Nantes, Nice, Rennes et Toulouse (tableau 2). Pour la mortalité pour causes respiratoires, le nombre journalier moyen de décès est inférieur à 1 dans quatorze des dix-huit zones d'études considérées (Tableau 2). Ces effectifs très faibles n'ont pas permis la réalisation d'analyses statistiques des liens entre pollution atmosphérique et cet indicateur avec une puissance suffisante. La mortalité pour cause respiratoire n'a donc pas été considérée dans la suite de l'étude.

I TABLEAU 2 I

Mortalité par causes (moyenne journalière) - population totale et chez les 75 ans et plus par zones sur la période 2010-2014

Source : CepiDC

Zones	Mortalité non accidentelle		Mortalité cardiovasculaire		Mortalité respiratoire
	Total	75 ans et plus	Total	75 ans et plus	Total
Bordeaux	12,6	8,9	3,3	2,7	0,8
Clermont-Ferrand	5,8	4,0	1,5	1,2	0,4
Dijon	4,7	3,3	1,2	1,0	0,3
Grenoble	8,0	5,7	2,1	1,8	0,5
Le Havre	5,8	3,6	1,5	1,1	0,3
Lens-Douai	8,6	5,3	2,1	1,6	0,7
Lille	20,7	12,9	5,2	3,9	1,5
Lyon	18,1	12,4	4,5	3,7	1,1
Marseille	21,6	15,3	5,8	4,7	1,6
Montpellier	6,6	4,6	1,8	1,4	0,5
Nancy	6,9	4,7	1,7	1,3	0,5
Nantes	10,6	7,2	2,8	2,3	0,7
Nice	11,7	8,6	3,1	2,6	0,8
Paris	104,5	66,8	23,8	18,7	6,7
Rennes	4,0	2,8	1,2	1,0	0,3
Rouen	9,9	6,6	2,7	2,1	0,7
Strasbourg	8,6	5,7	2,3	1,8	0,6
Toulouse	12,2	8,3	2,9	2,4	0,8

3.1.4 Indicateur de pollution

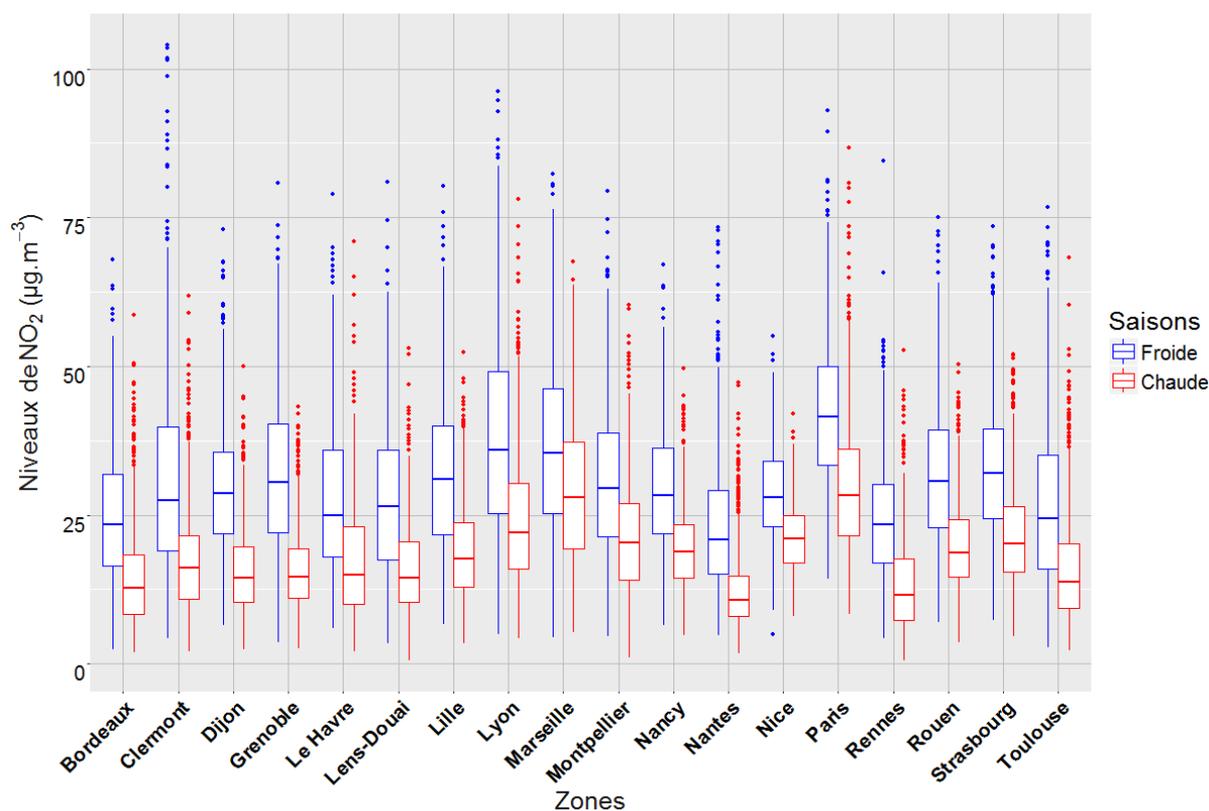
NO₂

La distribution des concentrations de NO₂ par saison est représentée dans la figure 2 pour chaque zone d'étude. Le nombre de valeurs manquantes sur la période d'étude a atteint au maximum 20 % à Rennes. En moyenne annuelle, entre 2010 et 2014, les concentrations de NO₂ variaient entre 18 µg.m⁻³ à Nantes et 36 µg.m⁻³ à Paris (Tableau 1 et Annexe – Tableau A3). La valeur réglementaire européenne annuelle de 40 µg.m⁻³ n'était dépassée dans aucune zone d'étude. Les concentrations étaient plus élevées pendant la saison froide que pendant la saison chaude. En moyenne, pendant la saison froide, les concentrations de NO₂ variaient entre 23 µg.m⁻³ (Nantes) et 42 µg.m⁻³ (Paris). Pendant la saison chaude, elles variaient entre 13 µg.m⁻³ (Nantes) à 30 µg.m⁻³ (Paris).

I FIGURE 2 I

Distribution des concentrations de NO₂ par saisons et par zones sur la période 2010-2014

Source : AASQA



PM₁₀

Les concentrations moyennes de PM₁₀ sont présentées dans le tableau 3 en annexe pour chaque zone d'étude. Les concentrations moyennes sur la période variaient de 18,9 µg.m⁻³ (Dijon) à 31,2 µg.m⁻³ (Marseille) (Tableau 1). En moyenne annuelle, entre 2010 et 2014, la valeur réglementaire européenne de 40 µg.m⁻³ n'était dépassée dans aucune zone d'étude.

Corrélation entre les niveaux des deux indicateurs de pollution atmosphérique

Les indicateurs de NO₂ étaient modérément corrélés avec les indicateurs PM₁₀ (entre 0,27 et 0,71) dans la grande majorité des zones (Annexe - Tableau A4).

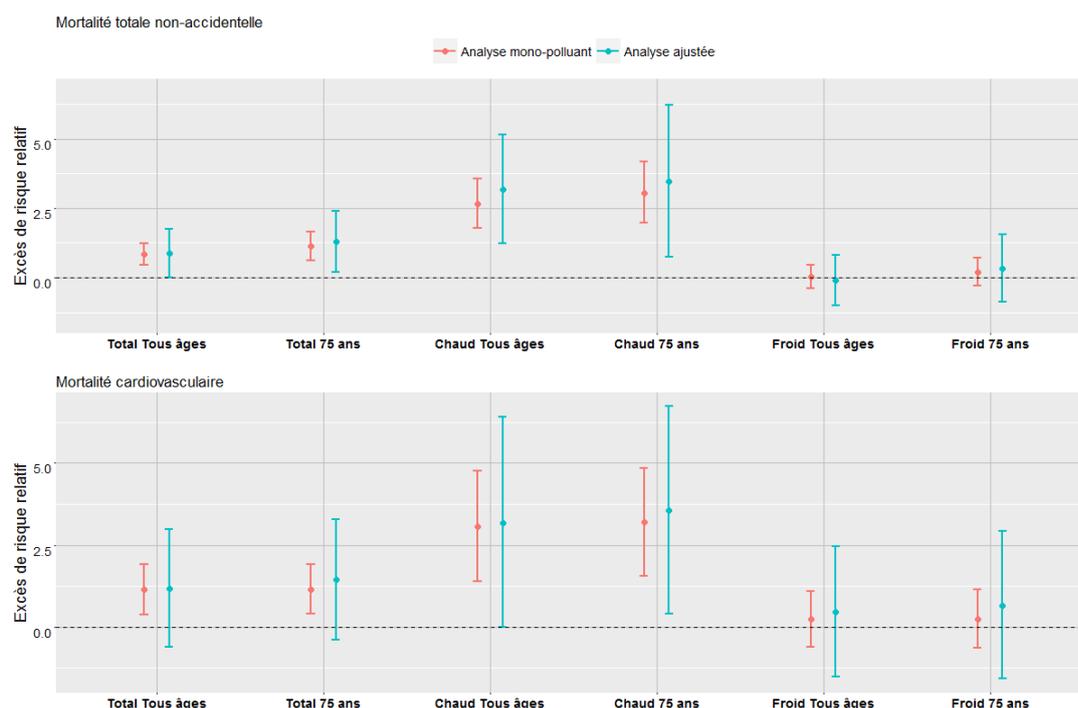
3.2 Relations exposition-risque

3.2.1 Analyse des concentrations de NO₂ du jour et de la veille (retard 0-1)

Le graphique ci-dessous (figure 3) présente, pour l'année entière et par saison, les excès de risque relatif (ERR) pour la mortalité non accidentelle et cardio-vasculaire pour une augmentation de 10 µg.m⁻³ des concentrations en NO₂ du jour et de la veille (retard 0-1). L'ensemble des ERR est présenté en annexe (Tableau A5). Le détail des résultats par zone d'étude est représenté Figures A1.

I FIGURE 3 I

Excès de risque relatif (ERR) pour une augmentation de 10 µg.m⁻³ des concentrations de NO₂, par causes de mortalité, par saison et par classes d'âge – retard 0-1 jours (18 zones urbaines, France métropolitaine, 2010-2014)



Analyse ajustée : Ajustée sur les PM₁₀

Nous n'avons pas constaté d'hétérogénéité entre les villes sur l'ensemble de la période et sur la saison froide. En revanche, une hétérogénéité modérée a été constatée sur la saison chaude (I² de Higgins compris entre 30% et 39%).

On observe une augmentation significative du risque de mortalité toutes causes non accidentelles et cardio-vasculaire associée à une augmentation de 10 µg.m⁻³ de la concentration de l'indicateur NO₂, pour l'année entière et pendant la saison chaude et ceci quelle que soit la tranche d'âge considérée.

Une légère différence est observée en fonction de l'âge avec des estimations centrales des ERR plus élevées chez les personnes âgées de 75 ans et plus que celles observées dans l'ensemble de la population, plus marquée pour la mortalité toutes causes non accidentelles : l'ERR était de 1,14 % (IC95 %: [0,63 - 1,66]) chez les 75 ans et plus, et de 0,75 % (IC95 % : [0,40 - 1,10]) sur l'ensemble de la population. Il n'y avait pas de différence d'ERR selon l'âge pour la mortalité pour cause cardio-vasculaire : l'ERR était de 1,15 % (IC95 % : [0,40 - 1,91]) chez les 75 ans et plus, et de 1,13 % (IC95 % : [0,37 - 1,90]) sur l'ensemble de la population.

On observe également des ERR plus élevés en saison chaude que pour l'ensemble de l'année et ceci quelle que soit la cause de décès ou la classe d'âge étudiée. L'ERR le plus élevé étant de 3,17 % (IC95 %: [1,53 - 4,84]) pour la mortalité cardio-vasculaire chez les 75 ans et plus en saison chaude. En saison froide l'ERR est plus faible et non significatif.

Les estimations centrales des ERR sont stables dans les modèles ajustés sur les PM₁₀, par rapport à celles issues des modèles non ajustés. L'intervalle de confiance entourant les ERR issus des modèles ajustés était par ailleurs plus importante que celle des ERR issus des modèles non ajustés.

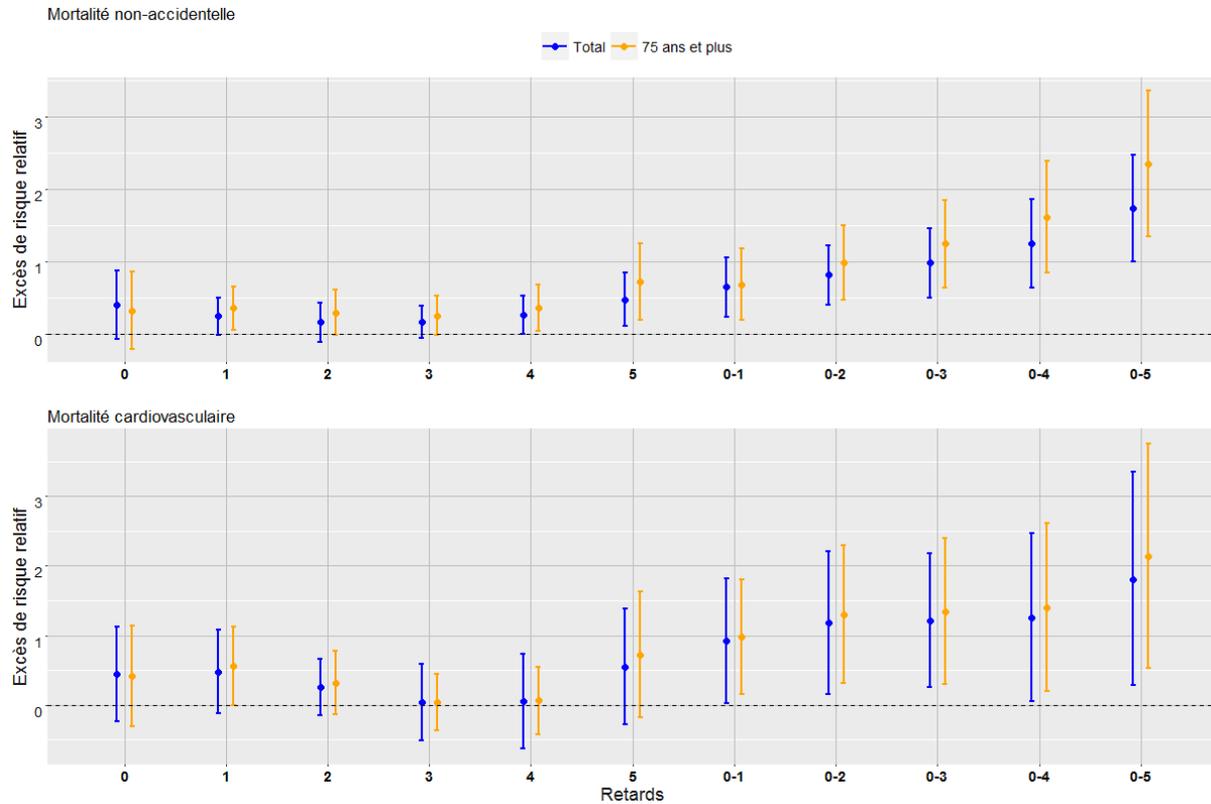
3.2.2 Analyse des concentrations de NO₂ sur les 6 premiers jours (retard 0-5 jours)

La figure 4 montre la distribution des ERR de mortalité non-accidentelle et cardio-vasculaire sur les retards de 0 à 5 jours et sur les retards cumulés de 0 à 5 jours pour une augmentation de 10 µg.m⁻³ de NO₂. On observe, sur les retards cumulés une augmentation des ERR et ceci quelle que soit la cause de mortalité et la tranche d'âge considérée. L'ensemble des ERR est présenté en Annexe – Tableau A6.

Les ERR sur les retards cumulés, pour la mortalité non accidentelle et cardio-vasculaire, étaient un peu plus élevés pour les personnes de 75 ans et plus que sur l'ensemble de la population. Ainsi, pour la mortalité non accidentelle, l'ERR sur les retards cumulés de 0 à 5 jours, était de 2,35 % (IC95 %: [1,35 - 3,37]) chez les personnes de 75 ans et plus et de 1,74 % (IC95 %: [1 - 1.48]) sur l'ensemble de la population.

I FIGURE 4 I

Excès de risque relatif (ERR) pour une augmentation de $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ des concentrations de NO_2 , par causes de mortalité, par classes d'âge – modèle polynomial retards échelonnés sur 0-5 jours (18 zones urbaines, France métropolitaine, 2010-2014)



4. DISCUSSION

Cette étude conduite sur la période 2010-2014 a montré une association à court terme entre l'indicateur de pollution atmosphérique NO₂ et la mortalité toutes causes non accidentelle et cardio-vasculaire, pour la population générale et un peu plus marquée pour les personnes âgées de 75 ans et plus. Les associations les plus importantes ont été observées pour la saison chaude. L'analyse sur la mortalité respiratoire, n'a pas pu être réalisée malgré des résultats dans des études internationales montrant des effets sur cet indicateur, en raison du faible nombre de décès dans les zones d'étude.

Évolution des risques relatifs obtenus dans le cadre du Psas

Dans une précédente étude du Programme de surveillance air et santé sur la période 2000-2004, une augmentation de 10 µg.m⁻³ des concentrations de NO₂ journaliers était associée à une augmentation de 1,3 % (IC95 % : [0,6 - 2,1]) de la mortalité pour cause non accidentelle et de 2,3 % (IC95 % : [0,9 - 3,6]) de la mortalité cardio-vasculaire. Ces résultats ne sont pas directement comparables avec ceux de la présente étude car le nombre de zones incluses (18 vs. 9), et la méthode d'analyse différent. Cependant ils peuvent être mis en perspective. Pour la population générale tous âges, les résultats obtenus dans cette étude sont plus faibles pour la mortalité toutes causes non accidentelle et pour la mortalité cardio-vasculaire mais les intervalles de confiance se chevauchent.

Pour pouvoir mieux comparer les résultats avec l'étude de 2008, nous avons recalculé l'excès de risque avec uniquement les résultats des 9 zones de l'ancienne étude. Les conclusions étaient identiques pour la comparaison des résultats de l'étude actuelle sur les 18 zones et l'étude de 2008.

Une autre hypothèse explicative des différences observées est possible : l'évolution de l'ERR pourrait être liée à l'évolution de la composition des émissions automobiles et de sa toxicité. En effet les émissions d'oxydes d'azote totales ont peu évolué en quantité tandis que le ratio NO₂/NO a augmenté du fait des émissions plus oxydées générées par les systèmes de post-traitement catalysés (23) donc du fait uniquement d'une augmentation du NO₂. Les émissions de carbone élémentaires (EC) ont diminué du fait de l'efficacité des filtres à particules (FAP) sur ce type d'émission, les particules ultrafines (PUF) ont diminué également mais de façon non proportionnelle car elles traversent le FAP sous forme gazeuse³. Ainsi pour une même quantité de NO₂ émises, les quantités de NO, EC et de PUF, très corrélées aux émissions de NO₂ (14), étaient plus importantes en 2006 qu'en 2016. Or ces polluants sont aussi connus pour avoir des effets néfastes sur la santé. Ainsi l'ERR associé à 1 µg/m³ de NO₂ représentait la toxicité propre du NO₂ mais également des autres polluants présents en plus grande quantité en 2006 qu'en 2016.

3. <https://www.atmos-chem-phys-discuss.net/acp-2018-816/>

I TABLEAU 3 I

Excès de risque relatifs (%) [IC 95%] pour la mortalité toutes causes non accidentelles et pour causes cardio-vasculaires associés à une augmentation de 10 µg.m⁻³ des concentrations de NO₂ en France

Mortalité	Étude de 2008 (9 zones)	Étude actuelle (18 zones)	Étude actuelle (9 zones)
Toutes causes non accidentelles	1,3% [0,6 - 2,1]	0,75% [0,40 - 1,10]	0,57% [0,19 - 0,95]
Cardio-vasculaire	2,3% [0,9 - 3,6]	1,13% [0,37 - 1,90]	0,73% [-0,16 - 1,62]

Comparaison avec les résultats obtenus dans la littérature internationale

Excès de risque pour la mortalité toutes causes

Les résultats que nous avons observés dans la présente étude pour la population générale sont cohérents avec ceux de la littérature et plus particulièrement avec ceux des études multicentriques et méta-analyses.

En Europe, deux études multicentriques similaires à celles du Psas ont produit des résultats d'analyses de séries temporelles pour le NO₂ (Tableau 4). L'étude de Perez *et al* en 2015 (17) concernant 21 cantons (sur 26) en Suisse, a aussi mis en évidence une augmentation significative des décès toutes causes pour une augmentation de 10 µg.m⁻³ des concentrations de NO₂, avec un ERR de 0,7 % (IC95 % : [0,1 - 1,3]). L'étude italienne de Carugno *et al.* en 2016 (24) concernant 18 zones dans la région de Lombardie, a retrouvé une association positive entre la mortalité toutes causes non accidentelles et le NO₂ avec un ERR égal à 0,7 % (IC95 % : [0,13 - 1,27]). Les résultats d'une méta-analyse regroupant plusieurs études dans le monde (2) montrent un risque similaire au nôtre. Lorsque seules les études européennes étaient prises en compte l'excès de risque était légèrement plus élevé (+0,9 % [IC95 % : 0,45 - 1,35]). Une étude réalisée en 2015 par Renzi *et al.* (25) sur la zone de Rome a quant à elle mis en évidence un risque plus élevé (+1,8 % [IC95 % : 1,35 - 2,25]) que dans notre présente étude. Enfin une étude réalisée sur la zone de Vienne (18) par Neuberger *et al.* a mis en évidence un ERR similaire au nôtre.

I TABLEAU 4 I

Excès de risque relatifs (%) [IC95 %] pour la mortalité toutes causes non accidentelles associés à une augmentation de 10 µg.m⁻³ des concentrations de NO₂

Référence, année de publication	Zone géographique	Mortalité totale non accidentelle	
		Tous âges	75 ans et plus
Perez <i>et al</i> , 2015	Suisse	0,7% [0,1 - 1,3]	0,6% [0,0 - 1,2]
Carugno <i>et al</i> , 2016	Italie	0,70% [0,13 - 1,27]	-
Méta-analyse	Monde	0,71% [0,43 - 1,00]	-
Mills <i>et al</i> , 2015	Europe	0,90% [0,45 - 1,35]	-
Renzi <i>et al</i> , 2017	Rome	1,8% [1,35 - 2,25]	-
Neuberger <i>et al</i> , 2013	Vienne	0,8% [0,0 - 1,6]	-

Excès de risque pour la mortalité cardiovasculaire

La plupart des études internationales ont également analysé les liens entre la mortalité pour causes cardio-vasculaires et les concentrations de NO₂ (Tableau 5). En Europe, l'étude suisse de Perez *et al.* en 2015 (17) a également mis en évidence une augmentation significative des décès pour causes cardio-vasculaires pour une augmentation de 10 µg.m⁻³ des concentrations de NO₂ avec des excès de risque de 0,4 % (IC95 % [0,1 - 0,8]). Ce risque est plus faible que celui observé pour la mortalité toutes causes dans la même étude. Il est aussi plus faible que celui obtenu dans la présente étude. Il en est de même pour la méta-analyse de Mills *et al.* en 2015 (2) qui montrait une augmentation significative de la mortalité cardio-vasculaire plus importante que pour la mortalité toutes causes mais un peu plus faible que celle observée dans notre étude. Enfin l'étude italienne (24) a trouvé une association positive entre la mortalité cardio-vasculaire et le NO₂, avec un ERR proche du nôtre (soit 1,12 % [IC95 % : 0,14 - 2.11]).

I TABLEAU 5 I

Excès de risque relatifs combinés (%) [IC95 %] pour la mortalité cardio-vasculaire associés à une augmentation de 10 µg.m⁻³ des concentrations de NO₂

Référence, année de publication	Zone géographique	Mortalité cardio-vasculaire	
		Tous âges	75 ans et plus
Perez <i>et al.</i> , 2015	Suisse	0,4% [-0,1 - 0,8]	0,3% [-0,3 - 0,8]
Carugno <i>et al.</i> , 2016	Italie	1,12% [0,14 - 2,11]	1,17% [0,1 - 2,26]
Méta-analyse	Monde	0,88 % [0,63 - 1,13]	
Mills <i>et al.</i> , 2015	Europe	1,03 % [0,70 - 1,36]	

Notre étude a porté sur la mortalité pour cause cardio-vasculaire bien que cette cause ne figurait pas dans les recommandations de l'OMS. Ceci se justifie par le fait que des publications plus récentes montrent un effet (voir ci-dessous). De plus la revue de l'EPA de 2016 (14) montre que les preuves épidémiologiques sont en augmentation concernant les liens entre infarctus du myocarde et une exposition à court terme au NO₂, bien qu'un effet indépendant du NO₂ n'ait pas été clairement démontré. La revue indique aussi que certaines études expérimentales ont montré que l'exposition à court terme au NO₂ augmente l'inflammation et le stress oxydatif dans le sang ou les tissus cardiaques. Par ailleurs, dans notre étude, le NO₂ est étudié en tant que traceur des polluants qui lui sont corrélés et ces derniers sont identifiés comme ayant des effets sur le système cardio-vasculaire (4).

Excès de risque selon la classe d'âge considérée

Dans la présente étude, les ERR de décès toutes causes non accidentelles et cardio-vasculaires en lien avec les concentrations de NO₂ sont positifs et significatifs chez les sujets âgés de 75 ans et plus. Ils sont un peu plus élevés que ceux observés pour la population générale (1,14 % vs. 0,75 % pour la mortalité non accidentelle et 1,15 % vs. 1,13 % pour la mortalité cardio-vasculaire).

La littérature montre que les sujets âgés constituent un groupe plus sensible aux effets de la pollution atmosphérique. Dans des études chinoises (26, 27), les risques de mortalité sont apparus plus élevés chez les personnes âgées de 75 ans et plus, même si les différences selon l'âge étaient négligeables. Tout comme dans l'étude réalisée par Carugno en 2016 (24), qui montre un risque pour la mortalité cardio-vasculaire plus élevé chez les personnes âgées (1,17 % [IC95 % : 0,1 - 2,26]). Ce risque plus élevé n'est pas retrouvé pour la mortalité non accidentelle. Cependant, dans certaines études, le risque de mortalité chez les personnes âgées de 75 ans et plus est plus faible (17).

Excès de risque selon la saison considérée

Les analyses par saison ont montré que le plus fort impact est observé pendant la saison chaude. Ceci est observé pour quasiment toutes les villes et ne semble donc pas être fonction des conditions climatiques.

Des effets plus importants ont également été observés durant la saison chaude sur la mortalité dans différentes études : en Italie (24, 28), en Afrique du Sud (29), au Canada (30) et en Chine (26). Ces risques plus élevés pendant la saison chaude que pendant la saison froide ont été retrouvés alors que les concentrations sont plus importantes l'hiver que l'été.

Cela pourrait être dû au fait que pendant la saison chaude les personnes passant plus de temps dehors et laissant leurs fenêtres ouvertes sont plus exposées au NO₂ que pendant la saison froide (28, 31, 32). Mais d'autres hypothèses existent. Pendant la saison chaude, l'augmentation de l'activité photochimique entraîne une modification de la composition du mélange issu des émissions automobiles avec plus de composés organiques volatils (COV) et de particules fines qu'en saison froide. Ces polluants sont aussi identifiés comme ayant des effets sanitaires (4, 29). Ainsi le mélange de polluants issus des émissions automobiles, dont le NO₂ serait le traceur, aurait potentiellement un effet sanitaire plus important en saison chaude.

Résultats de l'analyse ajustée sur les PM₁₀

Les estimations centrales des ERR issues des modèles ajustés sur les PM₁₀ sont stables à l'ajustement. Ces résultats sont cohérents avec la littérature. Plusieurs études recensées dans Revihaap par l'OMS (4) ont aussi trouvé des associations significatives entre le NO₂ et la mortalité toutes causes après ajustement sur les PM₁₀ (13, 28, 33, 34). L'étude Brésilienne (35) montre aussi que l'ERR pour la mortalité circulatoire diffère peu entre l'analyse mono-polluant et l'analyse ajustée sur les autres polluants (PM₁₀, CO et O₃). Une méta-analyse menée en 2016 (36) a identifié que la plupart des études montraient un effet du NO₂ indépendant des PM₁₀ : pour la mortalité toutes causes, une augmentation de 10 µg.m⁻³ du NO₂ était associée à une augmentation du risque de décès de 0,78 % (IC95 % : [0,47 - 1,09]), cette augmentation était de 0,60 % (IC95 % : [0,33 - 0,87]) après ajustement sur les particules.

Résultats de l'analyse sur différents retards

Dans la présente étude, on observe un ERR sur les retards cumulés de 0 à 5 jours plus important que sur les retards cumulés de 0 à 1 jour et ceci quelle que soit la cause de mortalité et la tranche d'âge analysée.

Ces résultats sont cohérents avec ceux retrouvés dans les études internationales. Comme attendu, des effets plus importants ont été observés sur les retards cumulés sur plusieurs jours (de 0 jusqu'à 5 jours) (13, 26, 27, 37) que sur les retards utilisant un seul jour.

Biais et incertitudes

Les méthodes de recueil des données, de construction des indicateurs ainsi que d'analyses statistiques ont été standardisées dans les 18 zones de l'étude. L'approche multicentrique et l'analyse combinée des résultats ont permis d'augmenter la puissance statistique de l'étude. Cependant, ces résultats peuvent être affectés par différents biais liés notamment aux choix méthodologiques effectués quant aux indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique et aux indicateurs sanitaires, et aux facteurs de confusions potentiels.

Indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique

Les biais liés à la définition des indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique ont été largement discutés lors de travaux précédents du Psas (38). Pour pallier à ces biais, la méthode mise en œuvre ici est une méthode standardisée, mise au point en collaboration avec les experts locaux de la pollution atmosphérique. Un biais possible peut être lié au choix du retard pour les polluants étudiés. Une des analyses dans notre travail utilisait le niveau moyen de polluant du jour et de la veille. Cela limite la mise en évidence de certains effets retardés de la pollution qui se produiraient au-delà de deux jours. Afin de mieux mesurer l'impact à court terme du polluant, nous avons également élaboré un modèle à retards échelonnés en imposant un décalage de 0-5 jours (prise en compte du niveau d'exposition du jour même et des 5 jours précédents). Par ailleurs, l'analyse par un modèle à retards échelonnés ne distribue pas un risque égal à chacun des 6 jours successifs mais considère que le risque peut se répartir de façon hétérogène entre les différents jours. Cette approche a permis au final l'estimation d'un ERR combiné global plus proche de la réalité.

Indicateurs sanitaires

Dans cette étude, les données de mortalité produites par le service CépiDC de l'Inserm ont été utilisées afin d'estimer les liens à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et la mortalité totale non accidentelle et cardio-vasculaire. La centralisation des données et du codage concernant les causes médicales de décès par le service CépiDC ainsi que la réalisation des procédures de validation permettent de garantir l'exhaustivité du recueil et la qualité des données de mortalité. Des erreurs de classement peuvent cependant exister. Ces dernières sont en particuliers liées au fait que les causes de décès sont parfois renseignées de façon imprécise dans les certificats de décès et que le diagnostic différentiel entre certaines pathologies n'est pas toujours aisé. Ces erreurs de classement peuvent influencer la qualité des données de mortalité spécifique cardio-vasculaire. Mais l'utilisation d'indicateurs assez larges permet de limiter cet inconvénient et, en tout état de cause, l'occurrence temporelle de ces erreurs est indépendante de celle des variations de la pollution atmosphérique.

Sur un plan plus fondamental, l'utilisation de la cause principale du décès pour la construction de l'indicateur de mortalité représente une limite de l'étude. La connaissance des comorbidités à partir des certificats de décès permettrait de distinguer les décès de sujets fragilisés par une ou des maladie(s) chronique(s) de ceux ne présentant pas d'antécédents notables. Ces données permettraient de compléter les études encore peu nombreuses réalisées dans ce domaine.

Facteurs de confusion potentiels

Les facteurs de confusion connus ont été pris en compte dans les analyses réalisées ici. La mortalité montre de fortes variations temporelles : à long terme, saisonnières, et à moyen terme. De même, les niveaux de pollution atmosphérique montrent aussi des variations à long terme ou saisonnières, notamment le NO₂.

Les facteurs de confusion de ce type sont contrôlés dans l'analyse réalisée ici par le biais de l'introduction dans le modèle d'une fonction spline du temps, qui permet de contrôler les variations temporelles de l'indicateur sanitaire à long et moyen terme. Les variables météorologiques (température minimale et maximale) ont également été prises en compte pour l'ensemble des analyses, afin de s'affranchir des éventuels effets des conditions climatiques sur la mortalité.

Les analyses n'ont pas été ajustées sur les épidémies de grippe. Des tests menés lors de précédentes études sur l'impact à court-terme de la pollution de l'air sur la santé (39) avaient

montré qu'inclure les épidémies de grippe dans les modèles ne modifiait pas la relation polluant-mortalité, car la saisonnalité prenait implicitement en compte les variations dues aux épidémies saisonnières.

Enfin, les risques ont été estimés à l'aide de modèles mono polluants et multi polluants dans chacune des 18 zones. Même si les niveaux des polluants sont souvent corrélés entre eux, l'utilisation de modèles multi polluants a été testée pour ajuster l'effet du NO₂ sur les PM₁₀. Des mesures de PM_{2.5} étaient aussi disponibles dans les zones d'études mais le plus souvent une seule station de mesure était disponible. Par ailleurs, les indicateurs de PM₁₀ et PM_{2.5} étaient fortement corrélés (coefficient de corrélation variant de 0,76 à 0,97) (Annexe – Tableau 4a). De ce fait et du fait qu'il est préférable de travailler à partir des données de plusieurs stations de mesure afin de limiter l'impact sur l'indicateur des erreurs de mesure ou données manquantes éventuelles, les modèles incluant un ajustement sur les PM ont été réalisés uniquement sur les PM₁₀.

Il n'a pas été possible d'ajuster sur d'autres polluants comme le monoxyde de carbone ou les particules ultrafines du fait du manque de données journalières issues de mesures pour ces polluants dans les zones étudiées, bien que les concentrations en NO₂ soient bien corrélées à ces polluants, le trafic étant une source commune (14). En effet des travaux montrent notamment que les PUF sont souvent peu corrélés aux PM₁₀ (et PM_{2.5}) mais les PUF de fraction < 50 nm, ayant pour source le trafic et les processus photochimiques sont bien corrélées au NO₂. (40). La littérature relative aux effets des PUF est encore très limitée et les résultats sont contradictoires. Des études montrent des excès de risques positifs avec la mortalité à Londres (41) alors qu'une étude dans plusieurs villes européennes montre que l'association observée avec les PUF disparaît à l'ajustement sur le NO₂ et PM (42). On ne peut donc pas exclure que les associations observées avec le NO₂ incluent les effets des PUF.

Aussi, en dépit des résultats montrant une relation entre les niveaux de NO₂ et la mortalité robuste à l'ajustement sur les PM₁₀, les interactions possibles entre le NO₂ et d'autres polluants sont encore non résolues, notamment celle avec les (PUF) est encore peu étudiée.

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette nouvelle analyse conduite sur la période 2010-2014 confirme l'existence de liens entre les niveaux de NO₂ dans l'air ambiant, en tant que traceur de la pollution atmosphérique liée au trafic, et le risque de décès, pour des causes cardiovasculaires et chez les personnes âgées.

En outre, l'analyse combinée réalisée sur 18 zones a permis d'obtenir un estimateur de l'excès de risque relatif, la relation exposition-risque, utilisable pour la réalisation d'EQIS de la pollution atmosphérique. En effet, cette analyse permet de prendre en compte tout ou partie de la variété des situations d'exposition aux NO₂ en France métropolitaine. L'utilisation des ERR présentés ici est donc à préconiser pour la réalisation d'EQIS de la pollution atmosphérique urbaine en France. Ce travail pourra donc contribuer à évaluer les politiques publiques visant à réduire la pollution de l'air en France.

Le développement des réseaux de surveillance de la qualité de l'air, avec notamment la surveillance en routine d'indicateurs de la pollution atmosphérique particulaire, a permis d'établir sur un nombre important de zones françaises des liens à court terme entre les niveaux de NO₂ et les risques de décès en ajustant sur la mesure des PM₁₀. Cependant, des recherches sont encore nécessaires pour distinguer la part des effets attribuables au NO₂ de celle attribuable aux autres polluants émis par le trafic routier.

Il convient donc de garder à l'esprit que l'indicateur de pollution NO₂ représente un traceur de l'ensemble des polluants émis ou formés avec lui. Ainsi, plus que les effets propres du polluant considéré, les liens observés peuvent refléter ceux d'un ou plusieurs des polluants dont il constitue un traceur de pollution.

Les évolutions dans la composition chimique des indicateurs de pollution et celles des relations concentration exposition-risque observées dans cette étude par rapport aux études antérieures du Psas soulignent la nécessité du maintien d'une surveillance en routine de ces relations en France. En effet, le risque pour la santé lié à la pollution est susceptible d'évoluer du fait de l'évolution des conditions climatiques, de l'évolution possible des sources émettrices et de la politique de réduction des émissions. Il est donc judicieux d'anticiper les besoins futurs en matière de surveillance du risque sanitaire.

Références bibliographiques

1. Ministère de la transition écologique et solidaire. Bilan de la qualité de l'air en France en 2016. 2017 octobre 2017. Report No.
2. Mills IC, Atkinson RW, Kang S, Walton H, Anderson HR. Quantitative systematic review of the associations between short-term exposure to nitrogen dioxide and mortality and hospital admissions. *BMJ Open*. 2015;5(5):e006946.
3. Anderson HRA, R.W.; Bremner, S.A.; Carrington, J.; Peacock, J. Quantitative systematic review of short term associations between ambient air pollution (particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, sulphur dioxide and carbon monoxide), and mortality and morbidity. London, Department of Health, 2007 2007. Report No.
4. WHO Regional Office for Europe. Review of evidence on health aspects of air pollution - REVIHAAP Project. Copenhagen: World Health Organization, 2013 2013. Report No.
5. Pascal L, Medina S, Pascal M, Corso M, Ung A, Declercq C. Effets sanitaires de la pollution de l'air : bilan de 15 ans de surveillance en France et en Europe. Numéro thématique. *Epidémiologie et pollution atmosphérique urbaine : l'observation au service de l'action*. *Bull Epidemiol Hebd*. 2013(1-2):3-8.
6. Blanchard M, Borrelli D, Chardon B, Chatignoux E, Declercq C, Fabre P, *et al*. Programme de surveillance air et santé. Analyse des liens à court terme entre pollution atmosphérique urbaine et mortalité dans neuf villes françaises. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire, 2008.
7. Brook JR, Burnett RT, Dann TF, Cakmak S, Goldberg MS, Fan X, *et al*. Further interpretation of the acute effect of nitrogen dioxide observed in Canadian time-series studies. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2007;17 Suppl 2:S36-44.
8. Goldberg MS. On the interpretation of epidemiological studies of ambient air pollution. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2007;17 Suppl 2:S66-70.
9. Kim JY, Burnett RT, Neas L, Thurston GD, Schwartz J, Tolbert PE, *et al*. Panel discussion review: session two--interpretation of observed associations between multiple ambient air pollutants and health effects in epidemiologic analyses. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2007;17 Suppl 2:S83-9.
10. EPA. US. Integrated Science Assessment for Oxides of Nitrogen – Health Criteria (Final Report, Jul 2008). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 2008.
11. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe. Lignes directrices relatives à la qualité de l'air. Mise à jour mondiale 2005. 2005 2005. Report No.
12. Stieb DM, De Civita P, Johnson FR, Manary MP, Anis AH, Beveridge RC, *et al*. Economic evaluation of the benefits of reducing acute cardiorespiratory morbidity associated with air pollution. *Environ Health*. 2002;1(1):7.
13. Chen R, Samoli E, Wong CM, Huang W, Wang Z, Chen B, *et al*. Associations between short-term exposure to nitrogen dioxide and mortality in 17 Chinese cities: the China Air Pollution and Health Effects Study (CAPES). *Environ Int*. 2012;45:32-8.
14. EPA. US. Integrated Science Assessment (ISA) for Oxides of Nitrogen-Health Criteria (Final Report, 2016). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-15/068, 2016.
15. Samoli E, Aga E, Touloumi G, Nisiotis K, Forsberg B, Lefranc A, *et al*. Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA project. *Eur Respir J*. 2006;27(6):1129-38.

16. Stafoggia M, Faustini A, Rognoni M, Tessari R, Cadum E, Pacelli B, *et al.* [Air pollution and mortality in ten Italian cities. Results of the EpiAir Project]. *Epidemiol Prev.* 2009;33(6 Suppl 1):65-76.
17. Perez L, Grize L, Infanger D, Kunzli N, Sommer H, Alt GM, *et al.* Associations of daily levels of PM10 and NO(2) with emergency hospital admissions and mortality in Switzerland: Trends and missed prevention potential over the last decade. *Environ Res.* 2015;140:554-61.
18. Neuberger M, Moshhammer H, Rabczenko D. Acute and subacute effects of urban air pollution on cardiopulmonary emergencies and mortality: time series studies in Austrian cities. *Int J Environ Res Public Health.* 2013;10(10):4728-51.
19. Ung A, Pascal M, Corso M, Chanel O, Declercq C. Comment réaliser une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine ? Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire, 2013.
20. Touloumi G, Samoli E, Pipikou M, Le Tertre A, Atkinson R, Katsouyanni K, *et al.* Seasonal confounding in air pollution and health time-series studies: effect on air pollution effect estimates. *Stat Med.* 2006;25(24):4164-78.
21. Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, *et al.* Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multicountry observational study. *The Lancet.* 2015;386(9991):369-75.
22. Pascal M, Wagner V, Corso M, Laaidi K, Ung A, Beaudeau P. Heat and cold related-mortality in 18 French cities. *Environ Int.* 2018;121(Pt 1):189-98.
23. Carslaw DC, Farren NJ, Vaughan AR, Drysdale WS, Young S, Lee JD. The diminishing importance of nitrogen dioxide emissions from road vehicle exhaust. *Atmospheric Environment: X.* 2019;1.
24. Carugno M, Consonni D, Randi G, Catelan D, Grisotto L, Bertazzi PA, *et al.* Air pollution exposure, cause-specific deaths and hospitalizations in a highly polluted Italian region. *Environ Res.* 2016;147:415-24.
25. Renzi M, Stafoggia M, Faustini A, Cesaroni G, Cattani G, Forastiere F. Analysis of Temporal Variability in the Short-term Effects of Ambient Air Pollutants on Nonaccidental Mortality in Rome, Italy (1998-2014). *Environ Health Perspect.* 2017;125(6):067019.
26. Lu F, Zhou L, Xu Y, Zheng T, Guo Y, Wellenius GA, *et al.* Short-term effects of air pollution on daily mortality and years of life lost in Nanjing, China. *Sci Total Environ.* 2015;536:123-9.
27. Zhang C, Ding R, Xiao C, Xu Y, Cheng H, Zhu F, *et al.* Association between air pollution and cardiovascular mortality in Hefei, China: A time-series analysis. *Environ Pollut.* 2017;229:790-7.
28. Chiusolo M, Cadum E, Stafoggia M, Galassi C, Berti G, Faustini A, *et al.* Short-Term Effects of Nitrogen Dioxide on Mortality and Susceptibility Factors in 10 Italian Cities: The EpiAir Study. *Environ Health Perspect.* 2011;119(9):1233-8.
29. Wichmann J, Voyi K. Ambient air pollution exposure and respiratory, cardiovascular and cerebrovascular mortality in Cape Town, South Africa: 2001-2006. *Int J Environ Res Public Health.* 2012;9(11):3978-4016.
30. Shin HH, Stieb D, Burnett R, Takahara G, Jessiman B. Tracking national and regional spatial-temporal mortality risk associated with NO2 concentrations in Canada: a Bayesian hierarchical two-level model. *Risk Anal.* 2012;32(3):513-30.

31. Zeghnoun A, Dor F. Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition de la population française dans son logement. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire, 2010.
32. Leech JA, Nelson WC, Burnett RT, Aaron S, Raizenne ME. It's about time: a comparison of Canadian and American time-activity patterns. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2002;12(6):427-32.
33. Park AK, Hong YC, Kim H. Effect of changes in season and temperature on mortality associated with air pollution in Seoul, Korea. *J Epidemiol Community Health*. 2011;65(4):368-75.
34. Wong CM, Vichit-Vadakan N, Vajanapoom N, Ostro B, Thach TQ, Chau PY, *et al*. Part 5. Public health and air pollution in Asia (PAPA): a combined analysis of four studies of air pollution and mortality. *Res Rep Health Eff Inst*. 2010(154):377-418.
35. Costa AF, Hoek G, Brunekreef B, Ponce de Leon ACM. Effects of NO₂ exposure on daily mortality in Sao Paulo, Brazil. *Environ Res*. 2017;159:539-44.
36. Mills IC, Atkinson RW, Anderson HR, Maynard RL, Strachan DP. Distinguishing the associations between daily mortality and hospital admissions and nitrogen dioxide from those of particulate matter: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2016;6(7):e010751.
37. Li H, Chen R, Meng X, Zhao Z, Cai J, Wang C, *et al*. Short-term exposure to ambient air pollution and coronary heart disease mortality in 8 Chinese cities. *Int J Cardiol*. 2015;197:265-70.
38. Cassadou S, Declercq C, Eilstein D, Filleul L, Le Tertre A, Medina S, *et al*. Programme de Surveillance Air et santé. 9 villes. Surveillance des effets sur la santé liés à la population atmosphérique en milieu urbain. Phase II. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire, 2002.
39. Larrieu S, Jusot JF, Blanchard M, Prouvost H, Declercq C, Fabre P, *et al*. Short term effects of air pollution on hospitalizations for cardiovascular diseases in eight French cities: the PSAS program. *Sci Total Environ*. 2007;387(1-3):105-12.
40. Rhône-Alpes; A. Observatoire Des Particules Ultra Fines Atmosphériques En Rhône-Alpes – Résultats 2012-2014. Juin 2016.
41. Atkinson RW, Fuller GW, Anderson HR, Harrison RM, Armstrong B. Urban ambient particle metrics and health: a time-series analysis. *Epidemiology*. 2010;21(4):501-11.
42. Stafoggia M, Schneider A, Cyrys J, Samoli E, Andersen ZJ, Bedada GB, *et al*. Association Between Short-term Exposure to Ultrafine Particles and Mortality in Eight European Urban Areas. *Epidemiology*. 2017;28(2):172-80.

Annexes

I TABLEAU A1 I

Description des zones urbaines d'étude, superficie, nombre de communes et températures

Zones urbaines	Superficie (km ²)	Nombre de communes	Moyenne des températures par saisons					
			Minimale		Maximale		Moyenne	
			Froide*	Chaude**	Froide*	Chaude**	Froide*	Chaude**
Bordeaux	334	22	5,3	13,6	13,4	24,1	9,4	18,9
Clermont-Ferrand	146,1	16	2,3	11,6	11,2	22,8	6,8	17,2
Dijon	165	15	2,1	11,5	9,6	22,1	5,9	16,8
Grenoble	478	45	1,7	12,3	11,2	24,2	6,5	18,3
Le Havre	183	16	5,4	13,0	9,7	18,4	7,6	15,7
Lens-Douai	228,8	32	3,1	11,4	9,5	20,3	6,3	15,9
Lille	612	85	3,1	11,4	9,5	20,3	6,3	15,9
Lyon	232	19	3,6	13,6	11,1	23,9	7,4	18,7
Marseille	442	8	5,8	16,1	14,5	26,7	10,2	21,4
Montpellier	154	11	5,7	15,9	14,6	25,8	10,2	20,9
Nancy	322,7	38	1,9	10,9	9,3	21,6	5,6	16,3
Nantes	537,7	24	4,4	11,9	12,2	22,2	8,3	17,0
Nice	120	4	8,1	18,1	14,8	24,2	11,5	21,2
Paris	762	143	5,0	13,4	10,8	22,0	7,9	17,7
Rennes	111,8	4	4,0	11,1	11,8	21,6	7,9	16,4
Rouen	356	43	2,9	10,6	9,8	20,2	6,4	15,4
Strasbourg	222	20	2,1	11,6	9,6	22,5	5,9	17,0
Toulouse	530	51	4,9	14,3	12,8	24,8	8,9	19,6

* Saison froide = de novembre à Avril ; ** Saison chaude = de mai à octobre

I TABLEAU A2 I

Nombre de stations de pollution urbaines par polluants

Zones d'étude	Nombre de stations NO ₂	Nombre de stations PM ₁₀	Nombre de stations PM ₂₅
Bordeaux	3	3	1
Clermont-Ferrand	2	2	1
Dijon	4	1	1
Grenoble	3	3	1
Le Havre	1	1	2
Lens-Douai	2	2	1
Lille	3	3	1
Lyon	4	3	2
Marseille	4	2	1
Montpellier	2	1	1
Nancy	3	2	1
Nantes	2	2	1
Nice	1	1	1 (début 07/ 2013)
Paris	15	7	4
Rennes	1	1	1
Rouen	3	2	2
Strasbourg	2	2	1
Toulouse	3	3	2

I TABLEAU A3 I

Concentration moyenne des polluants (en $\mu\text{g.m}^{-3}$) par zones d'étude, pour la période d'étude 2010-2014

Zones d'étude	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅
Bordeaux	19,6	21,9	15,3
Clermont	24,0	19,9	12,9
Dijon	22,5	18,9	13,8
Grenoble	23,8	24,1	17,5
Le Havre	22,4	22,4	14,7
Lens-Douai	21,7	24,2	21,2
Lille	25,3	23,6	18,7
Lyon	31,1	25,2	18,0
Marseille	32,7	31,2	16,0
Montpellier	25,9	20,5	15,1
Nancy	24,4	24,9	15,5
Nantes	17,9	20,2	15,0
Nice	24,9	25,3	13,6
Paris	36,0	25,1	16,5
Rennes	18,7	19,6	11,5
Rouen	25,7	24,6	17,1
Strasbourg	27,0	20,9	18,1
Toulouse	21,1	21,2	15,3

I TABLEAU A4a I

Corrélation entre les niveaux journaliers des indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique par zones urbaines d'étude

Bordeaux	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,56	0,58	-0,31
PM ₁₀			0,80	-0,05
PM ₂₅				-0,12
O ₃				

Clermont-Ferrand	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,62	0,70	-0,50
PM ₁₀			0,92	-0,09
PM ₂₅				-0,25
O ₃				

Dijon	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,53	0,62	-0,54
PM ₁₀			0,92	-0,02
PM ₂₅				-0,16
O ₃				

Grenoble	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,58	0,60	-0,67
PM ₁₀			0,88	-0,22
PM ₂₅				-0,33
O ₃				

Le Havre	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,42	0,54	-0,43
PM ₁₀			0,82	-0,02
PM ₂₅				-0,15
O ₃				

Lens-Douai	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,71	0,71	-0,42
PM ₁₀			0,86	-0,11
PM ₂₅				-0,14
O ₃				

Lille	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,62	0,64	-0,49
PM ₁₀			0,90	-0,10
PM ₂₅				-0,15
O ₃				

Lyon	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,62	0,60	-0,54
PM ₁₀			0,92	-0,21
PM ₂₅				-0,31
O ₃				

Marseille	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,6	0,61	-0,20
PM ₁₀			0,76	0,09
PM ₂₅				-0,01
O ₃				

Montpellier	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,57	0,52	-0,26
PM ₁₀			0,81	0,04
PM ₂₅				0,08
O ₃				

Nancy	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,61	0,68	-0,38
PM ₁₀			0,87	-0,01
PM ₂₅				-0,18
O ₃				

Nantes	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,49	0,44	-0,40
PM ₁₀			0,88	-0,01
PM ₂₅				-0,03
O ₃				

Nice	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,27	0,23	-0,48
PM ₁₀			0,80	-0,06
PM ₂₅				-0,15
O ₃				

Paris	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,61	0,67	-0,45
PM ₁₀			0,93	-0,09
PM ₂₅				-0,22
O ₃				

Rennes	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,30	0,37	-0,53
PM ₁₀			0,79	0,08
PM ₂₅				-0,06
O ₃				

Rouen	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,53	0,56	-0,48
PM ₁₀			0,90	-0,04
PM ₂₅				-0,17
O ₃				

Strasbourg	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,69	0,68	-0,58
PM ₁₀			0,97	-0,35
PM ₂₅				-0,40
O ₃				

Toulouse	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,46	0,49	-0,39
PM ₁₀			0,94	0,06
PM ₂₅				-0,05
O ₃				

I TABLEAU A4b I

Corrélation entre les niveaux journaliers des indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique par zones urbaines d'étude – Saison Chaude

Bordeaux					Clermont-Ferrand					Dijon				
	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃		NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃		NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,42	0,43	0,09	NO ₂		0,52	0,56	-0,14	NO ₂		0,44	0,47	-0,18
PM ₁₀			0,71	0,36	PM ₁₀			0,87	0,36	PM ₁₀			0,89	0,44
PM ₂₅				0,41	PM ₂₅				0,26	PM ₂₅				0,37
O ₃					O ₃					O ₃				
Grenoble					Le Havre					Lens-Douai				
NO ₂		0,45	0,38	-0,37	NO ₂		0,30	0,41	-0,10	NO ₂		0,61	0,56	-0,09
PM ₁₀			0,75	0,27	PM ₁₀			0,79	0,38	PM ₁₀			0,69	0,24
PM ₂₅				0,17	PM ₂₅				0,30	PM ₂₅				0,28
O ₃					O ₃					O ₃				
Lille					Lyon					Marseille				
NO ₂		0,54	0,51	-0,18	NO ₂		0,56	0,50	-0,20	NO ₂		0,51	0,47	0,23
PM ₁₀			0,81	0,28	PM ₁₀			0,87	0,25	PM ₁₀			0,63	0,39
PM ₂₅				0,27	PM ₂₅				0,17	PM ₂₅				0,44
O ₃					O ₃					O ₃				
Montpellier					Nancy					Nantes				
NO ₂		0,53	0,48	0,20	NO ₂		0,55	0,57	-0,07	NO ₂		0,42	0,32	-0,10
PM ₁₀			0,73	0,31	PM ₁₀			0,84	0,32	PM ₁₀			0,81	0,32
PM ₂₅				0,38	PM ₂₅				0,30	PM ₂₅				0,33
O ₃					O ₃					O ₃				
Nice					Paris					Rennes				
NO ₂		0,15	0,11	-0,14	NO ₂		0,57	0,62	-0,14	NO ₂		0,29	0,24	-0,28
PM ₁₀			0,85	-0,11	PM ₁₀			0,90	0,32	PM ₁₀			0,79	0,38
PM ₂₅				-0,04	PM ₂₅				0,23	PM ₂₅				0,37
O ₃					O ₃					O ₃				
Rouen					Strasbourg					Toulouse				
NO ₂		0,41	0,42	-0,27	NO ₂		0,63	0,57	-0,27	NO ₂		0,36	0,34	0,04
PM ₁₀			0,86	0,29	PM ₁₀			0,92	0,09	PM ₁₀			0,93	0,48
PM ₂₅				0,19	PM ₂₅				0,02	PM ₂₅				0,44
O ₃					O ₃					O ₃				

I TABLEAU A4c I

Corrélation entre les niveaux journaliers des indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique par zones urbaines d'étude – Saison froide

Bordeaux	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,54	0,57	-0,34
PM ₁₀			0,86	-0,18
PM ₂₅				-0,33
O ₃				

Clermont-Ferrand	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,67	0,71	-0,58
PM ₁₀			0,95	-0,30
PM ₂₅				-0,44
O ₃				

Dijon	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,50	0,55	-0,49
PM ₁₀			0,94	-0,13
PM ₂₅				-0,25
O ₃				

Grenoble	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,6	0,62	-0,62
PM ₁₀			0,95	-0,37
PM ₂₅				-0,47
O ₃				

Le Havre	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,45	0,58	-0,56
PM ₁₀			0,89	-0,24
PM ₂₅				-0,38
O ₃				

Lens-Douai	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,77	0,74	-0,47
PM ₁₀			0,95	-0,25
PM ₂₅				-0,27
O ₃				

Lille	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,68	0,67	-0,51
PM ₁₀			0,95	-0,26
PM ₂₅				-0,32
O ₃				

Lyon	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,58	0,56	-0,56
PM ₁₀			0,95	-0,31
PM ₂₅				-0,4
O ₃				

Marseille	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,7	0,72	-0,35
PM ₁₀			0,85	-0,10
PM ₂₅				-0,26
O ₃				

Montpellier	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,62	0,62	-0,31
PM ₁₀			0,87	-0,10
PM ₂₅				-0,12
O ₃				

Nancy	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,66	0,63	-0,31
PM ₁₀			0,91	-0,15
PM ₂₅				-0,27
O ₃				

Nantes	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,46	0,48	-0,49
PM ₁₀			0,92	-0,15
PM ₂₅				-0,21
O ₃				

Nice	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,35	0,17	-0,23
PM ₁₀			0,78	0,05
PM ₂₅				-0,06
O ₃				

Paris	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,62	0,62	-0,42
PM ₁₀			0,97	-0,24
PM ₂₅				-0,34
O ₃				

Rennes	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,36	0,45	-0,52
PM ₁₀			0,81	-0,18
PM ₂₅				-0,40
O ₃				

Rouen	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,55	0,57	-0,48
PM ₁₀			0,93	-0,19
PM ₂₅				-0,34
O ₃				

Strasbourg	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,66	0,64	-0,56
PM ₁₀			0,98	-0,44
PM ₂₅				-0,49
O ₃				

Toulouse	NO ₂	PM ₁₀	PM ₂₅	O ₃
NO ₂		0,57	0,57	-0,46
PM ₁₀			0,96	-0,18
PM ₂₅				-0,27
O ₃				

I TABLEAU A5 I

Excès de risque relatif (ERR) pour une augmentation de 10 µg.m⁻³ des niveaux des NO₂, par causes de mortalité et classes d'âge – retard 0-1 (18 zones urbaines, France métropolitaine, 2010-2014)

		Mortalité non-accidentelle		Mortalité cardiovasculaire	
		Total	75 ans et plus	Total	75 ans et plus
NO ₂	Total	0,75 [0,40 - 1,10]	1,14 [0,63 - 1,66]	1,13 [0,37 - 1,90]	1,15 [0,40 - 1,91]
	Chaud	2,65 [1,82 - 3,48]	3,07 [1,97 - 4,18]	3,05 [1,38 - 4,74]	3,17 [1,53 - 4,84]
	Froid	0,01 [-0,41 - 0,42]	0,20 [-0,30 - 0,71]	0,23 [-0,61 - 1,08]	0,25 [-0,65 - 1,16]
NO ₂ ajusté sur PM ₁₀	Total	0,87 [0,01 - 1,73]	1,29 [0,20 - 2,38]	1,18 [-0,60 - 2,97]	1,44 [-0,38 - 3,28]
	Chaud	3,19 [1,24 - 5,15]	3,47 [0,76 - 6,21]	3,18 [0,00 - 6,41]	3,55 [0,40 - 6,74]
	Froid	-0,09 [-1,01 - 0,82]	0,32 [-0,89 - 1,54]	0,46 [-1,52 - 2,47]	0,66 [-1,58 - 2,93]

En gras : ERR significatif

I TABLEAU A6 I

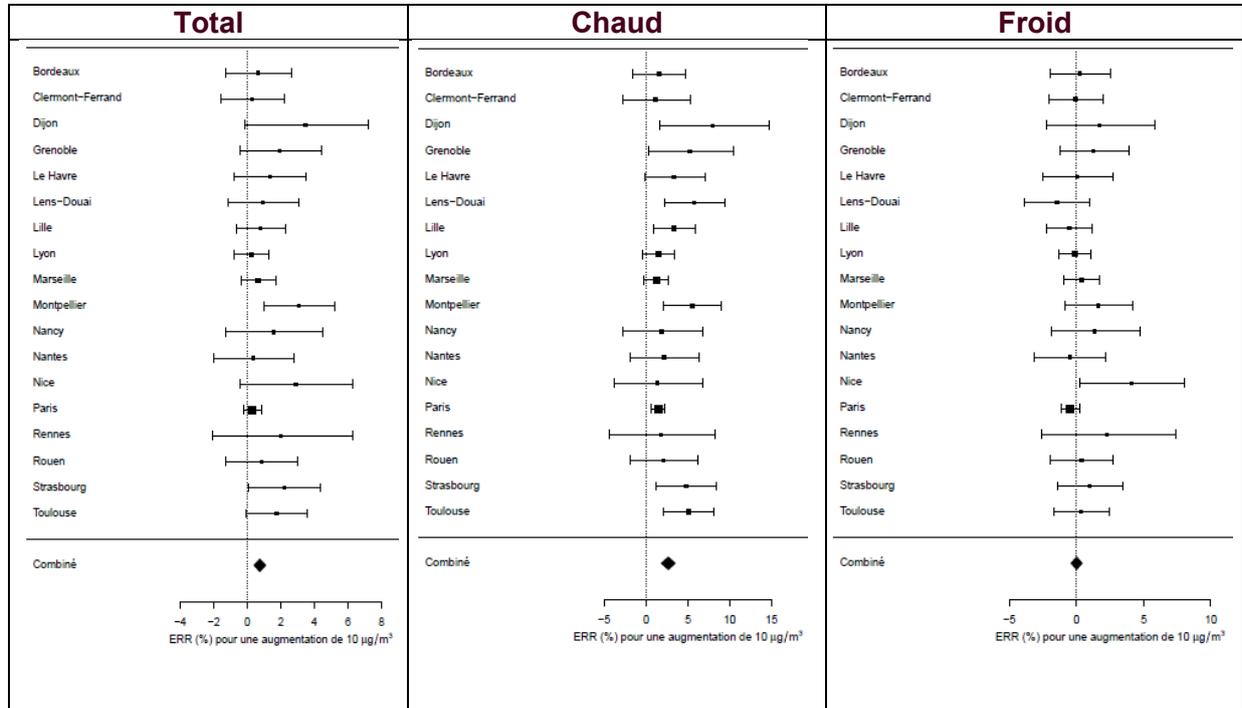
Excès de risque relatif (ERR) pour une augmentation de 10 µg.m⁻³ des niveaux des NO₂, par causes de mortalité et classes d'âge – retards 0 à 5 (18 zones urbaines, France métropolitaine, 2010-2014)

		Mortalité non-accidentelle		Mortalité cardiovasculaire	
		Total	75 ans et plus	Total	75 ans et plus
NO ₂	Lag 0	0,41 [-0,07 - 0,88]	0,33 [-0,20 - 0,86]	0,44 [-0,23 - 1,12]	0,42 [-0,31 - 1,14]
	Lag 1	0,25 [-0,01 - 0,51]	0,36 [0,06 - 0,66]	0,47 [-0,12 - 1,08]	0,56 [0,00 - 1,12]
	Lag 2	0,16 [-0,11 - 0,44]	0,30 [-0,02 - 0,61]	0,26 [-0,15 - 0,66]	0,32 [-0,14 - 0,78]
	Lag 3	0,17 [-0,06 - 0,39]	0,26 [-0,01 - 0,53]	0,03 [-0,52 - 0,59]	0,04 [-0,37 - 0,45]
	Lag 4	0,27 [0,00 - 0,54]	0,36 [0,05 - 0,68]	0,05 [-0,63 - 0,73]	0,06 [-0,42 - 0,54]
	Lag 5	0,48 [0,11 - 0,85]	0,72 [0,20 - 1,25]	0,55 [-0,28 - 1,38]	0,72 [-0,18 - 1,63]
	Lag 0-1	0,65 [0,24 - 1,06]	0,69 [0,19 - 1,19]	0,92 [0,02 - 1,82]	0,98 [0,15 - 1,81]
	Lag 0-2	0,82 [0,41 - 1,23]	0,99 [0,47 - 1,51]	1,18 [0,15 - 2,21]	1,30 [0,31 - 2,30]
	Lag 0-3	0,98 [0,51 - 1,46]	1,25 [0,65 - 1,86]	1,21 [0,25 - 2,18]	1,34 [0,29 - 2,40]
	Lag 0-4	1,25 [0,64 - 1,87]	1,62 [0,85 - 2,39]	1,26 [0,06 - 2,47]	1,40 [0,20 - 2,62]
	Lag 0-5	1,74 [1,00 - 2,48]	2,35 [1,35 - 3,37]	1,81 [0,28 - 3,36]	2,13 [0,53 - 3,76]

En gras : ERR significatif

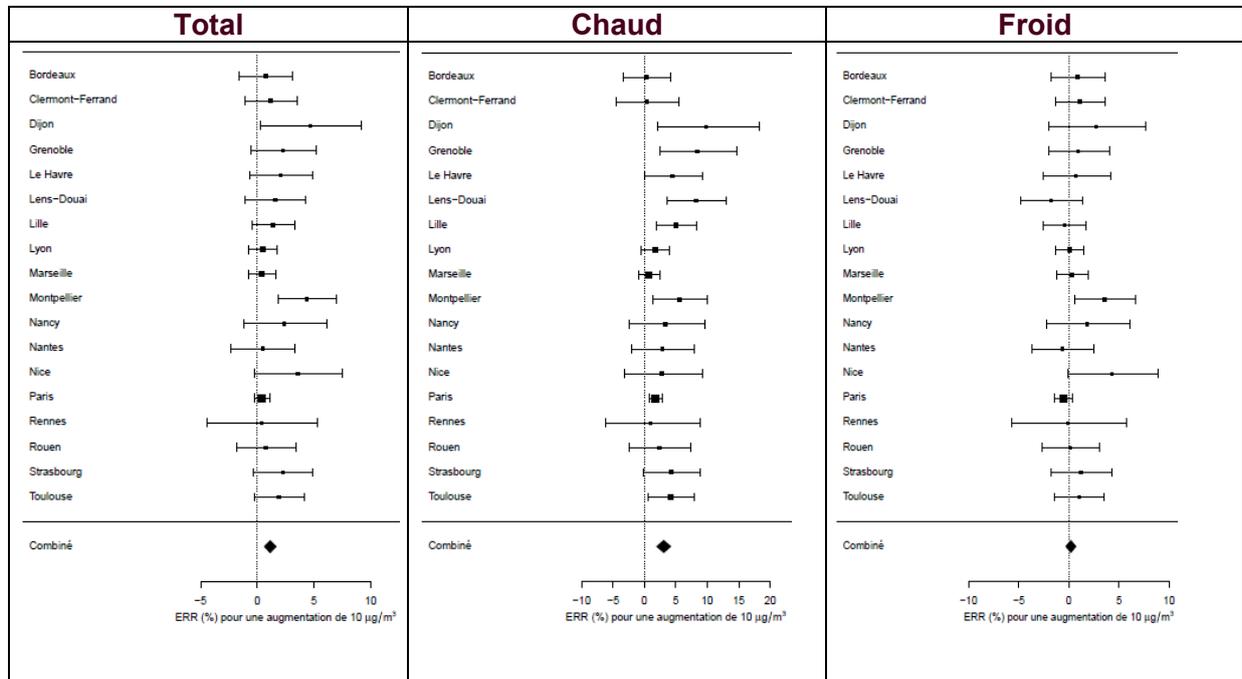
I FIGURE A1a I

Excès de risque relatif (ERR) pour la mortalité toutes causes non accidentelle chez l'ensemble de la population associés à une augmentation de $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ des niveaux des NO_2 , dans chacune des 18 zones urbaines en France métropolitaine de 2010 à 2014 (retards 0 à 1)



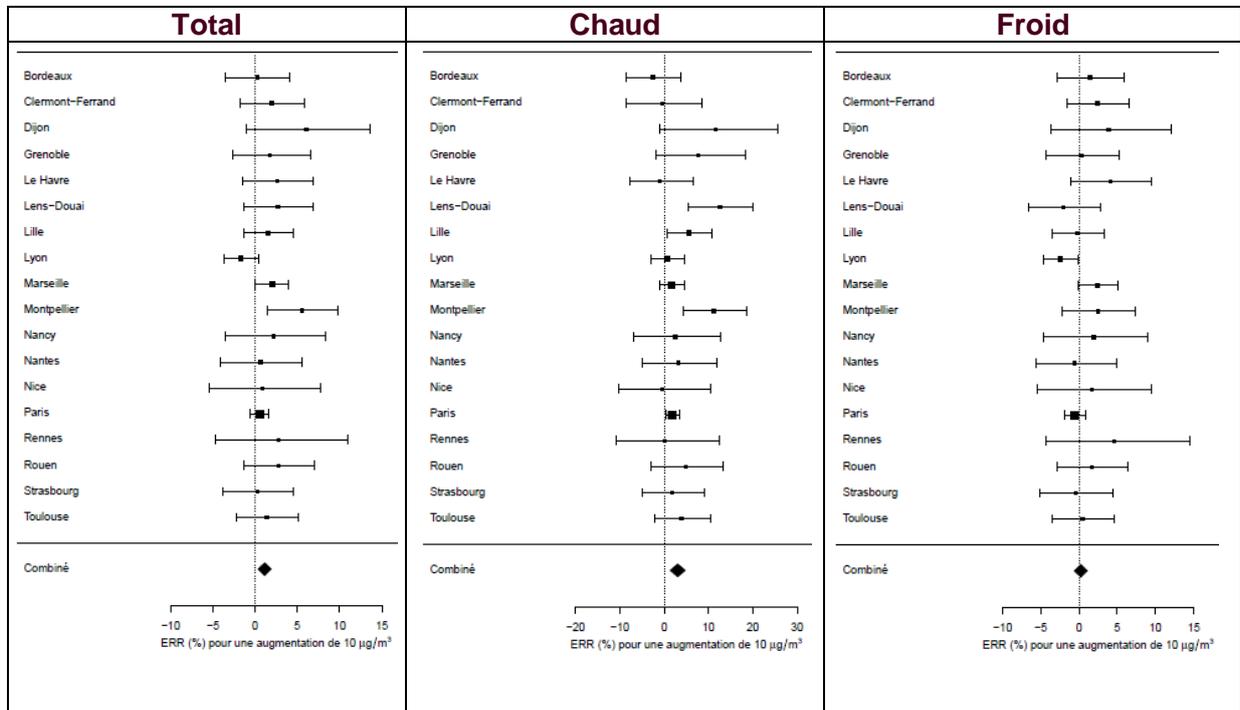
I FIGURE A1b I

Excès de risque relatif (ERR) pour la mortalité toutes causes non accidentelle chez les 75 ans et plus associés à une augmentation de 10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ des niveaux des NO_2 , dans chacune des 18 zones urbaines en France métropolitaine de 2010 à 2014 (retards 0 à 1)



I FIGURE A1c I

Excès de risque relatif (ERR) pour la mortalité cardio-vasculaire chez l'ensemble de la population associés à une augmentation de $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ des niveaux des NO_2 , dans chacune des 18 zones urbaines en France métropolitaine de 2010 à 2014 (retards 0 à 1)



I FIGURE A1d I

Excès de risque relatif (ERR) pour la mortalité cardio-vasculaire chez les 75 ans et plus associés à une augmentation de $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ des niveaux des NO_2 , dans chacune des 18 zones urbaines en France métropolitaine de 2010 à 2014 (retards 0 à 1)

