

Sept.
2020

ZONES A FAIBLES EMISSIONS (LOW EMISSION ZONES) A TRAVERS L'EUROPE

Déploiement, retours d'expériences,
évaluation d'impacts et efficacité du
système

RAPPORT
(mise à jour 2020 de l'état de l'art)

ADEME

Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

En partenariat avec :



La mise à jour 2020 de ce rapport de l'ADEME (dernière édition publiée en avril 2019) a été effectuée en collaboration avec le bureau d'étude Rincent Air (contrat 2020MAR000064).

REMERCIEMENT

Les auteurs de ce rapport remercient les membres du comité de pilotage :

- Nadia Herbelot (ADEME)
- Jérémie Almosni (ADEME)
- Laurent Gagnepain (ADEME)

CITATION DE CE RAPPORT

ADEME, Rincent Air, Pouponneau M., Forestier B., Cape F. 2020. Les zones à faibles émissions (Low Emission Zones) à travers l'Europe : déploiement, retours d'expériences, évaluation d'impacts et efficacité du système – Rapport. 170 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 2020MAR000064

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : Rincent Air

Coordination technique - ADEME : POUPONNEAU Marie, ingénieur
Direction Villes et Territoires Durables / Service Qualité de l'Air

Sommaire

1. Introduction	7
2. Recensement des LEZ en Europe en avril 2020	8
2.1. Principe des Low Emission Zones	8
2.2. Recensement des LEZ existantes	8
2.2.1. Tableau récapitulatif	8
2.2.2. Angleterre	9
2.2.3. Allemagne	10
2.2.4. France	10
2.2.5. Italie	10
2.2.6. Cracovie (Pologne)	11
2.3. Recensement des LEZ en projet	11
2.3.1. Tableau récapitulatif	11
2.3.2. Belgique	12
2.3.3. France	12
2.3.4. Ecosse	13
2.3.1. Angleterre	14
2.4. Localisation des LEZ en Europe	16
2.5. Principales caractéristiques par pays	17
2.6. Allemagne	21
2.6.1. Généralités	21
2.6.2. Dérogations	22
2.6.3. Recensement des LEZ (avril 2020)	24
2.6.4. Vers une vignette bleue plus restrictive	25
2.6.5. LEZ de la Ruhr (Umweltzone Ruhrgebiet)	28
2.6.6. LEZ régionales dans le Bade-Wurtemberg	28
2.6.7. LEZ de Berlin	30
2.7. Angleterre	31
2.7.1. LEZ de Londres	31
2.7.2. ULEZ de Londres	33
2.8. Belgique	35
2.8.1. Anvers	35
2.8.2. Région de Bruxelles-Capitale	36
2.8.3. Gand	37
2.9. Danemark	39
2.10. Espagne	40
2.10.1. Cadre national	40
2.10.2. Madrid	40
2.10.3. Aire Métropolitaine de Barcelone	41
2.11. France	42
2.11.1. Généralités	42
2.11.2. Dérogations	43
2.11.3. Ville de Paris	44
2.11.4. Métropole du Grand Paris	45
2.11.5. Grenoble Alpes Métropole	46
2.11.6. Ville de Strasbourg	48
2.11.7. Métropole du Grand Lyon	49
2.12. Italie	50
2.12.1. Généralités	50
2.12.2. Dérogations	51
2.12.3. Cas de Milan	51
2.12.4. LEZ régionale de Lombardie	54
2.13. Pays-Bas	57
2.13.1. Cadre national pour les poids lourds	57
2.13.2. Dispositifs étendus aux véhicules légers	58
2.13.3. Nouveau cadre national pour l'ensemble des véhicules	59
2.14. Portugal : Lisbonne	61
2.15. Suède	62
2.16. Ailleurs en Europe	64
2.16.1. Autriche	64
2.16.2. Prague (République Tchèque)	65
2.16.3. Athènes (Grèce)	65
3. Contrôle du respect des règles de la LEZ	66
3.1. Introduction	66
3.2. Allemagne	67
3.2.1. Contrôle des véhicules	67
3.2.2. Amende	68
3.2.3. Taux de respect	68
3.3. Angleterre : Londres	70
3.3.1. Contrôle des véhicules	70



3.3.2.	Amendes et redevances journalières	70
3.3.3.	Taux de respect : LEZ de Londres	72
3.3.4.	Taux de respect : ULEZ de Londres.....	72
3.4.	Autriche	73
3.5.	Belgique	74
3.5.1.	Région Flamande : Anvers et Gand	74
3.5.2.	Région de Bruxelles-capitale	74
3.6.	Danemark	76
3.6.1.	Contrôle des véhicules.....	76
3.6.1.	Amendes	77
3.7.	Espagne.....	78
3.8.	France.....	79
3.8.1.	Contrôle des véhicules.....	79
3.8.2.	Amendes	81
3.9.	Italie	82
3.9.1.	Contrôle des véhicules.....	82
3.9.2.	Amendes	83
3.10.	Pays-Bas	84
3.10.1.	Contrôle des véhicules.....	84
3.10.2.	Amendes	84
3.10.3.	Taux de respect.....	85
3.10.4.	Coût du contrôle	86
3.11.	Portugal : Lisbonne	88
3.12.	Suède.....	89
3.12.1.	Contrôle des véhicules.....	89
3.12.2.	Amende	89
3.12.3.	Taux de respect à Stockholm.....	89
3.13.	République Tchèque	90
3.14.	Récapitulatif des amendes et des recettes	91
4.	Impacts sur la qualité de l'air	92
4.1.	Introduction.....	92
4.1.1.	Principe	92
4.1.2.	Méthodologie	92
4.1.3.	Principaux résultats	93
4.1.4.	Tableau de synthèse des résultats ex-post	94
4.2.	Etudes ex-ante	95
4.2.1.	LEZ de Londres ex-ante	95
4.2.2.	ULEZ de Londres ex-ante	95
4.2.3.	Lisbonne ex-ante	96
4.2.4.	Danemark ex-ante	96
4.2.5.	Bruxelles ex-ante.....	96
4.2.6.	Paris ex-ante (étude Airparif)	97
4.2.7.	Paris ex-ante (étude ICCT)	99
4.2.8.	Lyon ex-ante	101
4.3.	Etudes ex-post par modélisation	103
4.3.1.	ULEZ de Londres ex-post	103
4.3.2.	Stockholm ex-post	103
4.3.3.	Lisbonne ex-post	103
4.3.4.	Pays-Bas ex-post.....	103
4.3.5.	Bruxelles ex-post	104
4.4.	Etudes ex-post par mesure in-situ	105
4.4.1.	LEZ de Londres en ex-post.....	105
4.4.2.	ULEZ de Londres en ex-post in situ	106
4.4.3.	Milan ex-post	107
4.4.4.	Pays-Bas ex-post.....	108
4.4.5.	Allemagne ex-post	108
4.4.6.	Berlin ex-post.....	110
4.4.7.	Munich ex-post	111
4.4.8.	Leipzig ex-post.....	111
4.4.9.	Copenhague ex-post.....	111
4.4.10.	Lisbonne ex-post in situ	112
4.4.11.	Madrid ex-post.....	112
5.	Impacts socio-économiques.....	114
5.1.	Coûts prévisionnels d'une LEZ	114
5.1.1.	Londres	114
5.1.2.	Anvers	114
5.1.3.	Stockholm.....	115
5.2.	Monétarisation des bénéfices sur la santé des LEZ en Allemagne.....	115
5.3.	Bénéfices sanitaires attendus de la ZCR de Paris.....	116
5.4.	Bénéfices sanitaires de la LEZ de Londres	118
5.5.	Impacts et prise en compte des enjeux socio-économiques	118
5.5.1.	Allemagne.....	118

5.5.2.	Londres	119
5.5.3.	Pays-Bas	120
5.6.	Mesures d'accompagnement en France.....	121
5.6.1.	Paris	121
5.6.2.	Grand Paris	122
5.6.3.	Grenoble-Alpes Métropole	122
5.6.4.	Grand Lyon	123
5.7.	Acceptabilité sociale des LEZ par les citoyens européens	123
5.8.	Acceptabilité sociale des LEZ par les citoyens français.....	124
5.9.	Acceptabilité sociale des LEZ par les citoyens grecs.....	125
5.10.	Acceptabilité sociale de la LEZ de Milan (Area C)	125
5.11.	Faisabilité économique et sociale : cinq leviers d'actions	127
6.	Impacts sur le parc automobile	128
6.1.	Suède.....	128
6.2.	Pays-Bas	128
6.3.	Berlin	130
6.4.	Londres	131
6.5.	Lisbonne.....	132
6.6.	Impact sur le transport de marchandises.....	133
7.	La communication sur les LEZ	134
7.1.	Pourquoi et quand communiquer ?	134
7.2.	La communication à Londres	135
7.3.	La communication en Allemagne.....	137
7.4.	La communication en France	139
7.5.	La communication à Lisbonne	141
7.6.	La communication en Belgique.....	142
7.7.	La communication en Espagne.....	144
	Références bibliographiques	145
	Annexe 1 : Liste des LEZ recensées en Europe (01/04/2020)	150
	Annexe 2 : LEZ pour les bus au Royaume-Uni.....	151
	Annexe 3 : Politique volontariste de Transport for London	153
	Annexe 4 : Comparaison des classifications françaises et allemandes	154
	Annexe 5 : Liste des LEZ recensées en Allemagne (2020)	155
	Annexe 6 : Evolutions des périmètres des LEZ en Suède	157
	Annexe 7 : Dérogations pour la ZCR de Paris.....	159
	Annexe 8 : Exemples de LEZ ailleurs dans le monde	160
	Tokyo (Japon).....	160
	Haïfa (Israël).....	161
	Mexico (Mexique).....	162
	Pékin (Chine).....	163
	Annexe 9 : COVID-19 et LEZ.....	164
	Index des tableaux et figures	165
	Sigles et acronymes.....	168

Le principe d'une zone à faibles émissions repose sur l'interdiction d'accès à une ville ou partie de ville pour les véhicules qui ne répondent pas à certaines normes d'émissions des polluants atmosphériques que sont les particules (PM) et/ou les oxydes d'azote (NO_x) ou d'équipement (normes Euro et/ou présence d'un filtre à particules). Ce dispositif, couramment désigné sous le terme Low Emission Zone (LEZ), est mis en œuvre dans un grand nombre de villes européennes depuis de nombreuses années.

La Suède a été le premier pays européen à expérimenter ce schéma en 1996. Différents pays européens ont suivi comme l'Allemagne et l'Angleterre depuis 2008. En France, Paris a été la première ville à mettre en place un tel dispositif courant 2015. La France compte désormais cinq LEZ réparties sur tout ou partie de 79 communes situées dans trois régions. En avril 2020, 247 LEZ sont recensées à travers 13 pays européens. L'objectif principal, quel que soit le pays, est de réduire la pollution de l'air par le renouvellement accéléré du parc automobile et donc la diminution de ses émissions polluantes (principalement, particules et oxydes d'azote). Ce dispositif contribue ainsi à la lutte contre la pollution de l'air en milieu urbain où les concentrations en particules PM₁₀ et en dioxyde d'azote (NO₂) dépassent régulièrement les valeurs réglementaires dans les grandes villes d'Europe.

Le dimensionnement d'une LEZ est variable et dépend du contexte local. Elle peut concerner uniquement une partie de centre-ville, la totalité d'une agglomération ou le regroupement de plusieurs communes. Toute chose étant égale par ailleurs, une vaste zone aura un plus fort bénéfice sur la qualité de l'air qu'une petite zone. Les véhicules concernés peuvent également différer d'un pays à l'autre, voire même d'une ville à l'autre au sein d'un même pays.

Afin de faire respecter les restrictions de circulation, les deux principaux moyens de surveillance déployés en Europe sont la vidéosurveillance et le contrôle par la police. Les coûts de mise en œuvre et de fonctionnement de la vidéosurveillance sont plus élevés que les coûts de la surveillance manuelle (contrôle des certificats d'immatriculation ou de vignettes), cependant la vidéosurveillance engendre des revenus annuels beaucoup plus importants que la surveillance manuelle. A long terme, les coûts de mise en œuvre, de fonctionnement et d'adaptation des personnes impactées (renouvellement des véhicules, amendes, etc.) sont compensés par les coûts de santé évités grâce à l'amélioration de la qualité de l'air.

Cet état de l'art a permis d'identifier cinq leviers d'actions pour augmenter la faisabilité économique et sociale des Low Emission Zones en Europe : les catégories de véhicules à inclure dans le dispositif, la progressivité de la mise en œuvre de la mesure, les dérogations possibles, les aides financières et la communication.

L'impact d'une LEZ sur la qualité de l'air est déterminé soit par mesures in-situ, modélisation ou une combinaison des deux méthodes. La réduction des émissions de polluants liées au trafic routier est généralement significative, et les bénéfices attendus sur la qualité de l'air sont plus modérés, notamment compte tenu de la multitude des sources d'émission en zone urbanisée et de l'influence importante des conditions météorologiques. L'évaluation des impacts sur la qualité de l'air diffère d'une LEZ à une autre mais, selon les cas, des réductions significatives de concentrations dans l'air de NO₂ jusqu'à 29 % et de PM₁₀ jusqu'à 12 % peuvent être observées ainsi que des réductions de PM_{2,5} jusqu'à 15 % et de Black Carbon (BC) jusqu'à 52 %. L'analyse des tendances tend à démontrer que le bénéfice d'une LEZ sur la qualité de l'air sera d'autant plus important que les niveaux de restriction seront ambitieux.

La mise en place de LEZ permet d'agir sur le renouvellement du parc automobile. Les études récentes sur le sujet montrent en effet que l'instauration d'une LEZ n'a pas d'impact significatif sur la diminution du parc de véhicules en circulation mais qu'elle accélère son renouvellement par des véhicules plus récents. Cependant, ce dispositif ne peut constituer à lui seul une solution aux problèmes de dépassements des valeurs limites réglementaires pour la qualité de l'air et doit s'inscrire dans le cadre de plans d'actions plus larges. Le développement des LEZ paraît toutefois être un outil nécessaire à mettre à disposition des décideurs pour agir à court terme dans le sens du développement durable des villes et territoires urbanisés.

1. Introduction

Face aux enjeux sanitaires liés à une mauvaise qualité de l'air et à la problématique du dépassement des valeurs limites réglementaires des concentrations en particules et en dioxyde d'azote (NO₂), plusieurs pays européens ont mis en œuvre sur leur territoire des zones dont l'accès est limité à certains types de véhicules en fonction de leurs normes d'émissions de polluants atmosphériques ou de la présence d'un équipement de dépollution : les Low Emission Zones (LEZ).

Initialement mises en place dans des pays voisins à la France, les premières LEZ font leurs apparitions sur le territoire français depuis quelques années, plus connues sous le nom de « Zones à Circulation Restreinte » (ZCR) et désormais « Zones à Faibles Emissions mobilité » (ZFE-m).

Le Service Qualité de l'Air de l'ADEME a réalisé en 2009 un premier état de l'art sur le développement des LEZ en Europe et, depuis 2011, l'agence met régulièrement à jour cette étude via des recherches bibliographiques et des entretiens avec des experts ou des personnes impliquées dans la mise en œuvre de LEZ. Afin d'établir un décompte pertinent du nombre de LEZ en Europe à chacune des nouvelles mises à jour, une démarche de comptage identique est réalisée à chaque nouvelle itération. Celle-ci est basée sur des critères de sélection d'une LEZ qui ont été définis par l'ADEME en 2015 et qui sont précisés dans le premier chapitre de ce rapport.

Cet état de l'art a mis en évidence une hétérogénéité dans la mise en œuvre de ce type de mesure à l'échelle européenne, parfois même à l'échelle nationale. L'ensemble de ces informations est précisé dans les différentes pages du présent rapport et permet d'apporter un éclairage à l'échelle européenne sur les éléments clés d'une LEZ : dimensionnement, réglementation associée, moyens de contrôle, communication autour de la mesure...

Afin d'évaluer la pertinence des LEZ, leurs impacts sont caractérisés et mesurés depuis de nombreuses années, que ce soit par les collectivités ou la communauté scientifique. L'ADEME passe donc également en revue dans cet état de l'art les principaux résultats européens concernant l'impact des LEZ sur la qualité de l'air, le renouvellement du parc automobile ou encore leur impact socio-économique.

Le présent document fait suite à la dernière mise à jour de novembre 2018. Il intègre essentiellement des éléments d'informations supplémentaires relatifs au recensement des LEZ existantes et en projet (France, Belgique, Italie, Ecosse, Angleterre, Espagne) et en particulier à l'instauration en France des Zones à Faibles Emissions mobilité (ZFE-m).

La mise à jour intègre également des informations supplémentaires relatives aux évolutions sur le sujet en France (nouvelle réglementation et changements induits), en Italie (focus sur la LEZ régionale de Lombardie), en Allemagne (durcissement des restrictions de circulation des véhicules diesel), aux Pays-Bas, en Angleterre et en Suède (mise en place d'un cadre national) ou encore au Danemark (évolution réglementaire, moyens de contrôles).

Enfin, la mise à jour documente de nouveaux éléments sur l'acceptabilité de ce type de mesure dans différents pays européens (France, Italie, Grèce) ainsi que leur impact sur la qualité de l'air (études ex/ante et ex/post réalisées dans des villes allemandes, à Paris, Lyon ou encore Madrid).

2. Recensement des LEZ en Europe en avril 2020

2.1. Principe des Low Emission Zones

Une zone à faible émission (Low Emission Zone, LEZ) est une zone dont l'accès est interdit aux véhicules ne répondant pas à certains critères sur leurs émissions des polluants atmosphériques que sont les particules (PM) et/ou les oxydes d'azote (NO_x). Ces critères sont généralement établis d'après les normes Euro, ensemble de normes qui fixe les limites maximales de rejets polluants pour les véhicules neufs roulants. Pour généraliser, cela signifie que les véhicules concernés sont les véhicules les plus polluants (particules et oxydes d'azote) c'est-à-dire principalement les plus anciens car les normes Euro ont globalement permis de réduire les émissions de polluants atmosphériques des véhicules au fil des années depuis leur apparition dans les années 90.

Historiquement, si les véhicules lourds (poids lourds, autobus, autocars) étaient les catégories essentiellement visées par les restrictions de circulation, de plus en plus de LEZ concernent désormais les véhicules légers (particuliers ou utilitaires) voire l'ensemble des catégories. Les Low Emission Zones fonctionnent généralement 24 heures sur 24, 365 jours par an (sauf cas particuliers de fonctionnement sur des plages horaires précises ou une partie de l'année ; cf. respectivement cas de Paris et de l'Italie). La Low Emission zone n'est donc pas à confondre avec une mesure mise en place uniquement pendant un pic de pollution, comme cela peut être le cas pour la circulation différenciée. Un des buts principaux de la LEZ est de diminuer durablement la pollution atmosphérique et plus particulièrement les concentrations en particules, dioxyde d'azote (NO₂) et indirectement en ozone (O₃).

La comptabilisation des LEZ en Europe peut varier d'une étude à l'autre en fonction des critères de sélection. Dans cette étude, la comptabilisation des LEZ a été effectuée selon quatre critères :

- La LEZ doit porter sur un périmètre géographique donné (par opposition à un axe isolé).
- La LEZ doit impacter les véhicules particuliers et/ou professionnels (et pas uniquement les flottes gérées par les collectivités : bus¹, services municipaux...).
- La LEZ doit restreindre l'accès aux véhicules sur la base de leurs émissions polluantes (a priori normes Euro, mais l'ancienneté est également comptabilisée), et non sur la base de numéros minéralogiques par exemple.
- La LEZ doit être permanente (toute l'année) ou semi-permanente (tout l'hiver par exemple). Les LEZ qui fonctionnent seulement en cas de pic de pollution ne sont pas comptabilisées.

L'ajout de ce 4^{ème} critère a pour but de distinguer les zones qui fonctionnent de façon pérenne de celles qui fonctionnent uniquement lors des pics de pollution, ces dernières étant de plus en plus nombreuses, notamment avec leurs apparitions en France et en Italie.

Depuis la mise en place de ces critères en 2015, la ville de Nottingham n'est plus comptabilisée comme LEZ car elle impacte uniquement les flottes de véhicules des autorités publiques. De même, la LEZ de Tyrol en Autriche n'est plus prise en compte car il s'agit d'une restriction de circulation sur une autoroute (A12) et non d'un périmètre à proprement parler. Enfin, le cas d'Helsinki (Finlande) n'est pas non plus pris en compte car les véhicules concernés (bus et benne à ordures) ne sont que ceux de la municipalité ou sous contrat avec la municipalité (depuis le 1^{er} janvier 2014, les bus doivent être Euro III et les bennes à ordures Euro V).

2.2. Recensement des LEZ existantes

2.2.1. Tableau récapitulatif

La Suède est le premier pays européen à avoir des LEZ sur son territoire : en 1996, Göteborg, Malmö et Stockholm ont introduit des « zones environnementales » dans leur centre-ville qui ciblait les camions diesel et les cars de plus de 3,5 tonnes. En 2005, les régions de l'Italie du Nord se sont réunies pour trouver des accords sur les mesures relatives à la qualité de l'air à mettre en œuvre. Cela a abouti à la mise en place de LEZ fonctionnant en hiver dans ces régions. En juillet 2007, les Pays Bas ont commencé à mettre en œuvre des LEZ. Les Low Emission Zones de Berlin et Londres ont démarré respectivement en janvier et février 2008.

¹ Les Low Emission Zones mises en place au Royaume-Uni en dehors de Londres et concernant uniquement les flottes de bus municipales ne sont pas prises en compte dans le décompte mais sont présentées en Annexe 3 (cas de Norwich, Nottingham, Oxford et Brighton).

Depuis, le nombre de projets européens planifiés n'a cessé d'augmenter, presque mensuellement, pour atteindre en mars 2009 une soixantaine de zones à faible émission à travers huit pays européens et 180, trois ans plus tard.

En avril 2020, on recense désormais 247 Low Emission Zones à travers 13 pays européens : Angleterre, Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, France, Grèce, Italie, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque et Suède. Au total, par rapport à la situation de novembre 2018, on décompte 15 nouvelles LEZ.

Pays	Nombre de LEZ						
	Mars 2011	Mars 2012	Mars 2014	Mars 2015	Sept. 2017	Nov. 2018	Avril 2020
Angleterre	2	2	3	1	1	1	1
Allemagne	43	56	69	78	83	87 ²	87
Autriche	1	1	2	4	4	4	4
Belgique					1	2	3
Danemark	4	4	4	4	4	4	4
Espagne					1	1	2
France					2	3	5 ³
Grèce				1	1	1	1
Italie	109	98	94	100	108	106	117
Pays-Bas	12	12	12	13	13	13	13
Portugal	0	1	1	1	1	1	1
République Tchèque	1	1	1	1	1	1	1
Suède	6	6	7	8	8	8	8
Total	179	182	193	211	227	232	247

Tableau 1 : Pays européens mettant en œuvre des LEZ (évolution entre 2011 et 2020)

Chiffres indicatifs de mars 2011, mars 2012, mars 2014, mars 2015, sept. 2017, nov. 2018 et avril 2020⁴

Dans chaque pays/ville où une LEZ est existante, les généralités, mises en application ainsi que les socles législatifs (lorsqu'ils existent) sont détaillés dans les paragraphes 2.6 à 2.15. Les paragraphes 2.2.2 à 2.2.6 présentent les principales évolutions dans le décompte annuel.

2.2.2. Angleterre

Le rapport de juin 2014 comptait trois LEZ en Angleterre. D'après les critères retenus depuis la mise à jour de 2015, seule l'agglomération de Londres est désormais décomptée comme une LEZ. Les villes de Norwich et d'Oxford ont été exclues du décompte car les actions de restrictions de circulation mises en place concernaient seulement les flottes publiques de bus locaux. Entre temps, deux autres villes (Nottingham et Brighton) ont mis en place le même schéma de restriction de circulation pour leurs flottes de bus locaux (cf. Annexe 2). Si ces quatre villes ne sont pas comptabilisées en tant que LEZ, il reste important de souligner ces actions qui témoignent d'un engagement des collectivités à renouveler leur flotte pour la rendre plus « propre » et ainsi contribuer à la lutte contre la pollution atmosphérique issue du trafic routier. La ville de Leicester compte également mettre en place une LEZ pour sa flotte de bus locaux à partir de la fin de l'année 2020.

Dans le cadre de cette mise à jour réalisée en avril 2020, le décompte pour l'Angleterre reste donc inchangé : le Grand Londres reste le seul territoire anglais à avoir mis en place ce dispositif de façon pérenne depuis 2008. Cependant plusieurs LEZ devraient voir le jour dans le pays ces prochains mois, sur la base d'un cadre national (cf. paragraphe 2.3.1 sur les LEZ en projet en Angleterre).

² Le précédent rapport comptabilisait 86 LEZ en Allemagne et 231 LEZ au total en Europe en novembre 2018. Cependant la présente mise à jour a révélé une 87^{ème} LEZ instaurée en septembre 2017 à Remseck am Neckar. Le tableau 1 a donc été mis à jour en conséquence et aucune évolution dans les décomptes des LEZ allemandes n'est à constater entre novembre 2018 et avril 2020.

³ Pour la France, le décompte porte sur les collectivités territoriales et non les communes. Il intègre des dispositifs répondant ou non au cadre national français (cf. paragraphe 2.11.1).

⁴ Chiffres indicatifs tirés, en partie, des informations du site internet : <https://urbanaccessregulations.eu/>

2.2.3. Allemagne

L'Allemagne a mis en place six nouvelles LEZ entre mars 2015 et septembre 2017, à savoir : Aachen, Baligen, Darmstadt, Eschweiler et Marburg et Remseck am Neckar.

Enfin, trois nouvelles LEZ ont vu le jour entre septembre 2017 et septembre 2018 : Overath le 1^{er} octobre 2017 (superficie d'environ 0,4 km²), Ratisbonne le 15 janvier 2018 (superficie d'environ 1,4 km²) et Limburg an der Lahn le 31 janvier 2018 (superficie d'environ 6,1 km²). L'Allemagne porte désormais son total à 87 villes disposant de LEZ⁵. C'est le deuxième pays le plus important en termes de nombre de LEZ après l'Italie.

2.2.4. France

En France, la première LEZ a vu le jour à Paris le 1^{er} septembre 2015 pour les poids lourds, bus et autocars immatriculés depuis le 1^{er} octobre 2001. Puis, sous l'impulsion d'un cadre national, elle a été modifiée pour prendre en compte les modalités réglementaires relatives aux Zones à Circulation Restreinte (ZCR) et a été étendue à tous les véhicules (voitures particulières, véhicules utilitaires légers, poids lourds, deux-roues motorisés). Une cinquantaine de communes de la Métropole du Grand Paris (MGP) a adhéré à ce dispositif en juillet 2019 avec cependant un niveau de restriction inférieur à celui de la LEZ parisienne (cf. paragraphe 2.11.4).

Depuis le 1^{er} janvier 2017, la ville de Grenoble a instauré la mise en place d'une LEZ dans une partie de sa ville pour les véhicules utilitaires légers et les poids lourds, maintenant étendue à l'ensemble de 27 communes de Grenoble Alpes Métropole. La ville de Strasbourg a également créé une LEZ pour ce type de véhicule dans son centre historique depuis le 1^{er} septembre 2018, de même la métropole du Grand Lyon sur une partie de son territoire depuis le 1^{er} janvier 2020.

Par arrêté municipal, la ville de Saint-Etienne a interdit, depuis le 30 mai 2016, la circulation des poids lourds supérieurs à 3,5 tonnes dans le centre-ville entre 11h00 et 6h00 (sauf transport en commun et véhicules à gaz ou électriques). Cette restriction ne prenant pas en compte un critère d'émission, elle n'est pas comptabilisée en tant que LEZ dans cette étude.

Des LEZ mises en place uniquement lors de l'apparition de pics de pollution ont également vu le jour dans de nombreuses collectivités mais ne sont pas comptabilisées dans le cadre de cette étude.

Les évolutions réglementaires induites par la loi d'orientations des mobilités de 2019 relatives à ces zones désormais appelées « Zones à Faibles Emissions mobilité » (ZFE-m) sont détaillées dans le paragraphe 2.11.1.

2.2.5. Italie

Le fonctionnement des LEZ en Italie n'est pas toujours continu. Certaines ne fonctionnent qu'en saison froide (généralement entre octobre et mars), ou seulement pendant une partie de la journée (en général, la LEZ cesse d'être en vigueur la nuit). Ces dispositifs sont comptabilisés comme LEZ dans la présente étude. En revanche, les LEZ qui ne fonctionnent qu'en cas spécifiques de pics de pollution sont exclues du décompte. Les informations concernant ce sujet sont parfois ambiguës ou difficiles à obtenir pour certaines villes italiennes. Par ailleurs, la continuité d'une LEZ hivernale d'une année sur l'autre n'est pas toujours assurée au sein d'une commune et peut dépendre de la signature d'accords régionaux voire interrégionaux. Il faut donc considérer le décompte des LEZ italiennes comme imprécis.

Un accord interrégional conclu en 2017 entre l'Émilie-Romagne, le Piémont et la Vénétie coordonne désormais la mise en œuvre des LEZ hivernales instaurées dans un certain nombre de villes de ces trois régions, du 1^{er} octobre au 31 mars de chaque année, et prévoit un durcissement des restrictions de circulation à partir de l'hiver 2020. Dans ce cadre, il est à noter une évolution significative du décompte des LEZ italiennes entre novembre 2018 (décompte du rapport publié en avril 2019) et avril 2020 (présente mise à jour). Plusieurs communes de la région d'Emilie-Romagne sont supprimées du décompte au profit de nouvelles, tandis que de nombreuses villes de Vénétie sont ajoutées au décompte.

Entre novembre 2018 et avril 2020, la suppression de 23 LEZ et l'ajout de 34 nouvelles portent le nouveau décompte en Italie à 117.

⁵ Pour l'Allemagne, les LEZ sont décomptées par ville mais certaines d'entre elles sont communes à plusieurs villes, comme c'est le cas de la LEZ de la Ruhr (cf. paragraphe 2.6.5). Il y a ainsi 58 LEZ couvrant 87 villes.

2.2.6. Cracovie (Pologne)

Depuis le 5 janvier 2019, la Pologne possède une restriction de circulation sur son territoire, implémentée dans le quartier Kazimierz à Cracovie. L'interdiction concerne tous les véhicules exceptés ceux roulant à l'hydrogène, l'électricité ou au gaz. Cependant, certains véhicules peuvent circuler sans restriction tels que les résidents du quartier, les véhicules municipaux, les véhicules d'entrepreneurs situés dans la zone à condition d'acheter un nouveau véhicule en 2025, les médecins, etc.

En mars 2019 les conseillers municipaux ont voté l'autorisation aux fournisseurs de rentrer sur la zone de 6h00 à 12h00 et de 16h00 à 20h00 et que toute personne se présentant comme un client des entrepreneurs dans la zone peut rentrer avec n'importe quel véhicule de 6h00 à 20h00. Cela implique que pendant la journée les contrôles ne sont plus effectués tandis que la nuit les voitures possédant un abonnement de résident de stationnement sont admises⁶. L'autorité des transports public envisagerait donc déjà de supprimer la zone car selon elle, elle n'existerait pas vraiment au vu des faibles restrictions mises en place.

Dans l'attente d'informations plus précises, l'ADEME ne comptabilise donc pas cette restriction de circulation en tant que LEZ dans la présente étude d'autant plus qu'aucune preuve n'est apportée sur le fait que les restrictions prennent bien en compte les normes Euro des véhicules.

2.3. Recensement des LEZ en projet

2.3.1. Tableau récapitulatif

Le tableau 2 ci-dessous indique les LEZ en projet identifiées aux horizons 2020 (postérieurs à avril) et 2021.

Pays	Nb de projet	Villes	Horizon
Belgique	2	Malignes	2020 minimum
		Willebroek	2021 minimum
France ⁷	11	Métropole Rouen Normandie	D'ici fin 2020
		Métropole Grand Reims	
		Eurométropole de Strasbourg	
		Clermont Auvergne Métropole	
		Saint-Etienne Métropole	
		Toulouse Métropole	
		Montpellier Méditerranée Métropole	
		Métropole Nice Côte d'Azur	
		Métropole Aix-Marseille Provence	
		Métropole de Toulon Provence Méditerranée	
		Fort-de-France	
Ecosse	4	Glasgow	31/12/2022
		Edimbourg	Horizon 2021
		Aberdeen	Horizon 2020
		Dundee	Horizon 2020
Angleterre	4	Birmingham	Horizon 2020
		Bath	Horizon 2020
		Leeds	Horizon 2020
		Grand Manchester	Horizon 2021

Tableau 2 : LEZ en projet (avril 2020)

⁶ D'après un article publié en mars 2019 sur le site de la ville :

http://krakow.pl/aktualnosci/227935,26.komunikat.co.zostalo_ze_strefy_czystego_transportu_na_kazimierzu.html

⁷ MTES, 2018. Déploiement des zones à faibles émissions. L'Etat et les collectivités s'engagent pour l'amélioration de la qualité de l'air. Dossier de presse. Lundi 8 octobre 2018.



2.3.2. Belgique

Les villes de Malignes (Mechelen) et Willebroek devaient mettre en œuvre une LEZ sur leur territoire à partir du 1^{er} janvier 2021⁸. Cependant un communiqué commun présenté sur le site de chacune des deux municipalités précise « Au cours des trois dernières années (2016-2019), la faisabilité de l'introduction d'une zone à faibles émissions à Malines et Willebroek a été étudiée de manière approfondie. Divers scénarios ont été examinés, mais l'exercice coûts-avantages a finalement conduit les deux conseils à décider de ne pas introduire de LEZ à cette échelle ». Malines et Willebroek indiquent travailler avec le gouvernement dans l'objectif de voir comment la LEZ pourrait être introduite sur un territoire plus large que celui des deux communes.

2.3.3. France

Au-delà des cinq LEZ déjà mises en place sur le territoire français et détaillées dans le paragraphe 2.10, de nombreuses collectivités françaises devraient mettre en œuvre des ZFE-m d'ici les prochains mois ou les prochaines années.

Que ce soit de façon obligatoire sur la base de la nouvelle réglementation en vigueur (loi d'orientation des mobilités dite LOM adoptée fin 2019) ou sur la base d'un engagement volontaire, l'objectif annoncé pour la grande majorité de ces collectivités est la réduction des émissions polluantes issues du trafic routier et in fine des concentrations dans l'air ambiant, notamment de NO₂ et de particules, afin de réduire localement la pollution atmosphérique et participer à l'atteinte du respect des seuils réglementaires dans les territoires où ces derniers sont dépassés.

Ainsi sur le territoire français quinze villes et métropoles se sont engagées le 8 octobre 2018 à déployer ou à renforcer une Zone à Faibles Émissions mobilité (ZFE-m) sur leur territoire d'ici fin 2020⁹. A la date de rédaction de ce rapport (avril 2020), les métropoles du Grand Lyon, du Grand Paris et de Grenoble-Alpes Métropole ont déjà mises en œuvre une ZFE-m sur leur territoire (en supplément des restrictions déjà mises en place dans les villes de Paris, Grenoble et Strasbourg). Pour faciliter leur mise en œuvre, l'État s'est engagé de son côté à apporter son aide à ces territoires dans le cadre de leurs travaux préparatoires et à mettre en place les mesures réglementaires nécessaires pour permettre un développement et un fonctionnement efficaces des ZFE-m.

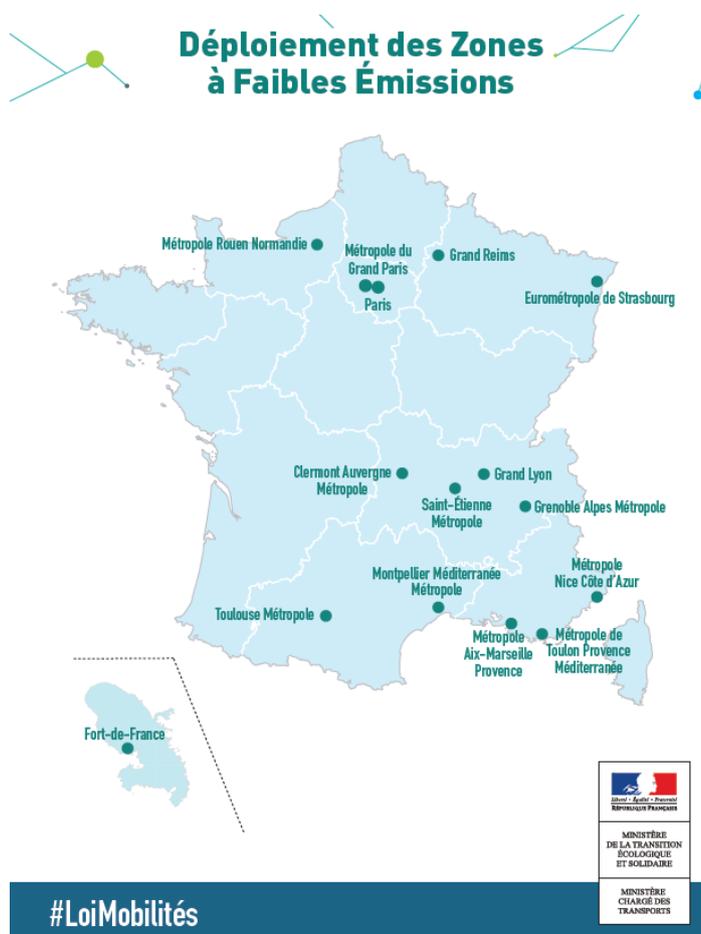


Figure 1 : Carte des 15 territoires engagés à déployer ou renforcer une ZFE d'ici fin 2020
Source : MTES, communiqué de presse, octobre 2018

⁸ Source : <http://willebroek.be/nl/865/content/6510/lage-emissiezone.html>

⁹ MTES, 2018. Déploiement des zones à faibles émissions. L'Etat et les collectivités s'engagent pour l'amélioration de la qualité de l'air. Dossier de presse. Lundi 8 octobre 2018.

De plus, le Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES) et l'ADEME ont retenu 19 lauréats¹⁰ en 2019 dans le cadre de l'appel à projets « Zones à faibles émissions (ZFE) ». Plus d'1,3 million d'euros sont alloués à ces collectivités pour l'étude de la faisabilité d'une zone à faibles émissions en faveur de la qualité de l'air ou dans l'accompagnement à leur mise en œuvre. Parmi les différents lauréats retenus, la grande majorité des collectivités signataires de la charte d'engagement signée le 8 octobre 2018 est présente.

NB : il convient de souligner que parmi les différents lauréats retenus dans le cadre de cet appel à projet, si certains ont déjà lancé une ZFE-m ou sont en bonne voie, d'autres ont actuellement pour but d'étudier la faisabilité et n'auront donc pas forcément vocation à mettre en œuvre une ZFE-m sur leur territoire.

2.3.4. Ecosse

Le Ministère de l'Environnement a lancé en janvier 2015 une consultation publique de son programme « Low Emission Strategy », dans lequel est défini un cadre national pour les LEZ¹¹. Si certaines autorités locales écossaises ont réalisé des études de faisabilité au cours des dernières années (Glasgow, Edimbourg, Aberdeen...), aucune n'a mis en place ce dispositif. Un des objectifs de la « Low Emission Strategy » est donc de relancer au niveau local la mise en œuvre de LEZ grâce à la production d'un cadre national (article 8 de la Low Emission Strategy). Ce cadre établit des critères et procédures applicables à travers l'Ecosse, en assurant la sécurité et la cohérence pour toutes les collectivités concernées. Le premier ministre écossais a annoncé début septembre 2017 dans son programme de politique générale que la première LEZ écossaise serait lancée d'ici peu, tout en annonçant un fond de 60 M GBP (environ 66 M EUR¹²) pour favoriser l'essor des véhicules électriques dans le pays.

Les villes de Glasgow, Edimbourg, Aberdeen et Dundee devraient être les premières villes à établir des LEZ d'ici les prochaines années. Le système de restriction devrait être couplé à un système de péage urbain, les véhicules les plus polluants n'ayant pas le droit de circuler dans la zone sauf en s'acquittant d'une taxe journalière. Suite à une analyse des avantages et des inconvénients des différents moyens de surveillance existants en Europe, le gouvernement écossais avait initialement proposé qu'un contrôle manuel soit utilisé (basé sur le système de vignette allemand), cependant il semble désormais que le contrôle sera effectué à l'aide de caméras de vidéosurveillance enregistrant les plaques d'immatriculation des véhicules. Les collectivités locales devront justifier la zone de restriction et les véhicules concernés par cette interdiction (véhicules utilitaires, voitures particulières, catégorie Euro, etc.). Transport for Scotland a lancé une consultation publique à la suite de cette annonce afin de recueillir le plus d'avis possible sur la mise en place de LEZ dans le pays.

La ville de Glasgow est la plus avancée sur le sujet. Elle doit mettre en œuvre le dispositif très prochainement, échelonné en deux phases :

- Une première phase a été mise en place depuis le 31 décembre 2018 concernant les bus locaux (a minima Euro 6) dans le centre-ville, en accord avec les opérateurs de bus.
- Une deuxième phase sera mise en place à partir du 31 décembre 2022, concernant tous les véhicules : 2RM a minima Euro 3, VP/VUL diesel a minima Euro 6 et VP/VUL essence a minima Euro 4 dans une zone élargie par rapport à la phase 1 (pas encore définie), avec contrôle par caméras.

Pour améliorer l'information sur cette mesure et inciter les habitants à y contribuer, le conseil municipal de Glasgow a ouvert une consultation publique entre le 17 février et le 29 mars 2020 concernant la 2^{ème} phase de la LEZ. Les citoyens sont invités à répondre à une série de questions concernant la limite de la zone, les dates d'application, les exemptions locales et temporaires ou encore comment la LEZ affectera leurs futurs choix de déplacements.

NB : l'entrée en vigueur des LEZ d'Edimbourg, Aberdeen et Dundee qui devait se faire durant l'année 2020 a été suspendue par le gouvernement écossais suite à une déclaration réalisée en mai 2020 par le secrétaire d'état chargé des transports et infrastructures, en lien avec la pandémie de COVID-19. Les impacts de la crise sanitaire sur les modalités de mises en œuvre des LEZ actives ou à venir en Europe sont recensées en annexe 9.

¹⁰ ADEME. « #QUALITÉAIR – Zones à Faibles Émissions : 19 collectivités s'engagent ». Communiqué de Presse, 16 avril 2019.

¹¹ The Scottish Government, 2015. Low Emission Strategy for Scotland. Consultation, January 2015.

¹² Taux de change pris égal à 1,1 EUR pour 1 GBP (moyenne représentative de l'évolution du taux de change de la livre sterling entre juillet et septembre 2017).

2.3.1. Angleterre

Nouveauté pour l'Angleterre : avec la mise en place d'un cadre légal national publié en février 2020, les villes anglaises pourront désormais mettre en place sur leur territoire des Clean Air Zone (CAZ) de différentes classes (qui s'étendent de la classe A à la classe D) fonction du type de véhicule impacté par la mesure (cf. tableau 3)¹³.

Classe de la CAZ	Type de véhicule
Classe A	Bus, autocars, taxis, véhicules de locations privés
Classe B	Bus, autocars, taxis, véhicules de locations privés, poids lourds
Classe C	Bus, autocars, taxis, véhicules de locations privés, poids lourds, vans, mini-bus
Classe D	Bus, autocars, taxis, véhicules de locations privés, poids lourds, vans, mini-bus, voitures, voire motos

Tableau 3: Type de véhicules concernés selon la CAZ

Pour circuler dans ces zones, selon la classe de la CAZ et le type de véhicule il faut respecter a minima les critères décrits dans le tableau 4:

Type de véhicule	Minimum autorisé
Bus, autocars, poids lourds	Euro 6
Vans, mini-bus, taxis, véhicules privés de location, voitures	Euro 6 pour les véhicules diesel Euro 4 pour les véhicules essence
Motos	Euro 3

Tableau 4 : Critères d'émissions à respecter selon les véhicules dans les CAZ

En cas de non-respect de ces restrictions, les conducteurs devront s'acquitter d'une taxe selon le véhicule utilisé. En cas de non-paiement, les automobilistes devront également payer une amende. Les territoires qui mettent en place une CAZ devront fixer ces tarifs localement en respectant les limites définies par le gouvernement (ces limites n'ont pas encore été publiées par le gouvernement à la date de rédaction de ce rapport).

Sur la base du cadre national, différents types de véhicules peuvent être autorisés à circuler dans la CAZ comme les véhicules militaires ou les véhicules historiques mais également sur la base de dérogations/exemptions spécifiques définies par la collectivité.

Les premières CAZ devaient voir le jour à l'été 2020 à Birmingham (classe D), à partir du 28 septembre 2020 à Leeds (classe B) dans une partie de son centre-ville et en novembre 2020 dans la ville de Bath (Classe C). Néanmoins les conseils municipaux de Birmingham et de Leeds ont décidé en mars 2020 de suspendre l'entrée en vigueur de leur CAZ suite à la pandémie de COVID-19 jusqu'en 2021. La ville de Bath précise sur son site internet attendre les décisions gouvernementales pour démarrer sa CAZ désormais prévue a minima en janvier 2021. De même, la CAZ du Grand Manchester (Classe C) prévue initialement en 2021 a été repoussée à la suite de la crise sanitaire en 2022 a minima (cf. Annexe 9 pour plus d'informations).

Parmi les différents projets, la CAZ du Grand Manchester devrait être opérationnelle 24h/24 et tous les jours de l'année. Elle devrait être comprise sur un territoire de 10 communes comprenant Manchester (cf. figure 2), tout en excluant les autoroutes et certaines routes principales. Le contrôle sera réalisé par reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation par des caméras dites « ANPR ». Les autorités ont précisé que tous les revenus excédentaires serviront à l'amélioration des transports publics (une fois les frais de fonctionnement couverts).

¹³ Department for Environment, Food & Rural Affairs, Department for Transport; Clean Air Zone Framework. Principles for setting up Clean Air Zones in England. February 2020.



Figure 2 : Zone envisagée pour la CAZ du grand Manchester

Source : <https://cleanairgm.com/clean-air-plans>

Les restrictions proposées dans la CAZ à partir de 2022 seraient les suivantes :

- Les poids lourds, autobus et autocars Euro 6 seront autorisés à circuler. Les véhicules non conformes devront payer une taxe de 100 GBP/jour (environ 114 EUR/jour¹⁴), avec une pénalité de 120 GBP en cas de non-paiement (en plus de la taxe quotidienne).
- Les taxis et véhicules de locations privés diesel Euro 6 et à partir d'Euro 4 pour les essences seront autorisés. Les véhicules non conformes devront payer une taxe de 7,5 GBP/jour (environ 8,6 EUR/jour), avec une pénalité de 120 GBP en cas de non-paiement (en plus de la taxe quotidienne).

A partir de 2023 les véhicules utilitaires légers seront autorisés à circuler dans la CAZ à partir d'Euro 6 pour les véhicules diesel et à partir d'Euro 4 pour les véhicules essence. Les véhicules non conformes devront payer une taxe de 7,5 GBP/jour, avec une pénalité de 120 GBP en cas de non-paiement (en plus de la taxe quotidienne).

La collectivité a réalisé une demande de fonds au gouvernement pour aider les propriétaires de véhicules impactés à rendre leur véhicule moins polluant (installation d'un filtre à particules en retrofit par exemple) ou acheter des véhicules conformes qui pourront circuler librement dans la LEZ. Une aide sera aussi disponible pour les camions et les flottes de bus. Les contours de ces aides financières seront discutés au cours de l'année 2020.

¹⁴ Taux de change pris égal à 1,14 EUR pour 1 GBP (moyenne représentative de l'évolution du taux de change entre janvier et juin 2020).



2.4. Localisation des LEZ en Europe

La figure 3 présente la localisation des Low Emission Zones à travers l'Europe (situation en avril 2020) :

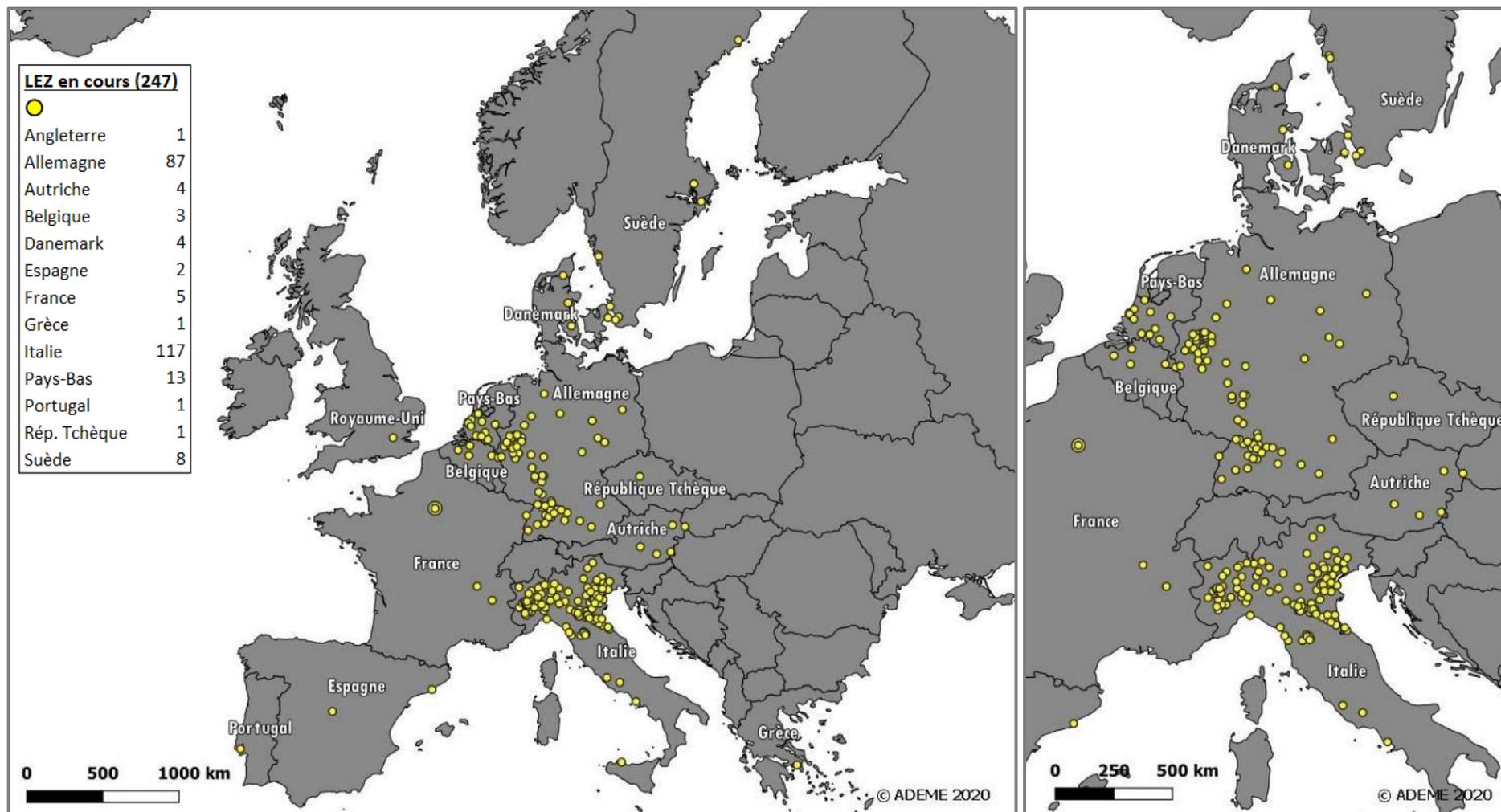


Figure 3 : LEZ à travers l'Europe (situation en avril 2020)

Source : ADEME

2.5. Principales caractéristiques par pays

Le tableau 5 donne les principales caractéristiques des zones à faible émission par pays.

Pays	Villes	Depuis	Véhicules concernés	Surveillance
Allemagne Dispositif national (Umweltzone)	87 ¹⁵ LEZ Exemples : • Berlin, Cologne • Frankfort, Munich • Offenbach • Remseck am Neckar • Ratisbonne • Stuttgart	Exemples : • 01/01/2008 • 01/10/2008 • 01/01/2015 • 01/01/2017 • 15/01/2018 • 01/03/2008	En fonction des LEZ, pour être autorisés à circuler, les véhicules (tous sauf 2-roues motorisés) doivent posséder soit : - une vignette verte : les véhicules diesel doivent être à minima Euro 4 ou Euro 3 avec filtres à particules et les véhicules essence à minima Euro 1 avec pot catalytique (85 LEZ) - une vignette jaune : les véhicules diesel doivent être à minima Euro 3 avec filtres à particules et les véhicules essence à minima Euro 1 sans pot catalytique (1 LEZ) Stuttgart : les véhicules diesel doivent être à minima Euro 5 et les véhicules essence à minima Euro 1 avec pot catalytique pour circuler	Manuelle : contrôle de police aléatoire (vignette apposée sur le pare-brise)
Angleterre Dispositif national (Clean Air Zone) depuis février 2020	• Grand Londres : LEZ • Centre de Londres : ULEZ	• 04/02/2008 • 08/04/2019	LEZ : PL > 3,5 t et bus/autocars > 5 t doivent être conformes à Euro IV (PM) VUL < 3,5 t et minibus doivent être conformes à Euro III (PM) ULEZ : 2RM à minima Euro 3, VP, VUL et minibus à minima Euro 6 essence et Euro 6 diesel ; bus, autocars et PL à minima Euro VI	Caméras à lecture de plaques d'immatriculation (ANPR)
Autriche Dispositifs régionaux (Umweltzone ou Fahrverbot)	• Styrie • Burgenland • Basse Autriche • Vienne	• 01/01/2013 • 01/07/2014 • 01/07/2014 • 01/07/2014	• Les poids lourds antérieurs à Euro III sont interdits • Les poids lourds antérieurs à Euro III sont interdits • Les poids lourds antérieurs à Euro II sont interdits • Les poids lourds antérieurs à Euro III sont interdits	Manuelle : contrôle de police aléatoire (vignette apposée sur le pare-brise ou possession d'un doc.)
Belgique Dispositifs régionaux (Zone de basses émissions ou Lage-emissiezone)	• Anvers • Bruxelles • Gand	• 01/02/2017 • 01/01/2018 • 01/01/2020	Tous les véhicules (exceptés les 2RM) diesel antérieurs à Euro 3 et essence antérieurs à Euro 1 sont interdits ainsi que les véhicules diesel Euro 3 sans filtre à particules. Ces derniers pourront tout de même circuler moyennant paiement jusqu'au 31 décembre 2019. Ils peuvent cependant accéder 8 jours par an à la LEZ après paiement d'un ticket journalier.	Caméras à lecture de plaques d'immatriculation (ANPR)
Danemark Dispositif national (Miljøzone)	• Copenhague et Frederiksberg • Aalborg • Odense • Arhus	• 01/09/2008 • 01/02/2009 • 01/07/2010 • 01/09/2010	Tout véhicule > 3,5 tonnes (camions, bus, fourgonnettes de plus de 8 places) autorisés si Euro 4 ou équipés d'un filtre à particules certifié.	Manuelle : contrôle de police aléatoire (vignette apposée sur le pare-brise)

¹⁵ Ce décompte peut varier si l'on considère le nombre de villes concernées ou le nombre de zones (ex : Umweltzone Ruhrgebiet comprend 13 villes). Ici le décompte se fait par nombre de villes.

Pays	Villes	Depuis	Véhicules concernés	Surveillance
Espagne Dispositif national (Zona de Bajas Emisiones)	<ul style="list-style-type: none"> Madrid Barcelone 	<ul style="list-style-type: none"> 30/11/2018 01/01/2020 	<ul style="list-style-type: none"> Interdiction de circulation de tous les véhicules (VP, VUL, PL, 2RM) sans vignette (VP et VUL : correspondant à un véhicule essence antérieur à Euro 3 et diesel antérieur à Euro 4) Interdiction de circulation de tous les véhicules (VP, VUL, PL, 2RM) sans vignette 	Manuelle : contrôle de police aléatoire (vignette apposée sur le pare-brise)
France Dispositif national (Zone à Faibles Emissions mobilité ZFE-m, anciennement appelée Zone à Circulation Restreinte ZCR)	<ul style="list-style-type: none"> Paris Grenoble Strasbourg (assimilée ici à une ZFE-m) Grenoble Alpes Métropole (27 villes sur 49) Grand Paris (45 villes sur 131) Grand Lyon (5 villes sur 59) 	<ul style="list-style-type: none"> 01/09/2015 01/01/2017 01/09/2018 02/05/2019 01/07/2019 01/01/2020 	Interdiction de circulation et de stationnement selon les vignettes Crit'Air attribuées aux véhicules selon leur âge (norme Euro) et leur motorisation (essence/diesel/électrique...). Exemples : <ul style="list-style-type: none"> Grand Paris : interdiction de 8h00 à 20h00 des 2RM, VP (du lundi au vendredi), VUL et PL (7 jours sur 7) Crit'Air 5 et non classés Grand Lyon : interdiction 7 jours sur 7 et 24h sur 24 des VUL et PL Crit'Air 4, Crit'Air 5 et non classés 	Manuelle : contrôle de police aléatoire (vignette Crit'Air apposée sur le pare-brise)
Grèce Pas de dispositif national	<ul style="list-style-type: none"> Athènes 	<ul style="list-style-type: none"> Information inconnue 	<ul style="list-style-type: none"> Petit anneau : Véhicules < 2,2 tonnes : exemption de la circulation alternée pour véhicules électriques, véhicules Euro 4 au gaz émettant moins de 140g CO₂/km et aux véhicules au moins Euro 5 émettant moins de 140g CO₂/km Grand anneau : Véhicules > 2,2 tonnes immatriculés depuis moins de 23 ans 	Manuelle : contrôle de police aléatoire (certificat d'immatriculation)
Italie Dispositifs régionaux et interrégionaux Pas de dispositif national	<ul style="list-style-type: none"> Emilie-Romagne Lombardie Ombrie Piémont Toscane Trentin Tyrol du Sud Vénétie 	<ul style="list-style-type: none"> Premières LEZ en 2007 Permanente ou périodique (généralement d'octobre à mars) 	Tous les véhicules peuvent être concernés, y compris les 2-roues motorisés. Les dispositifs varient beaucoup d'une LEZ à l'autre.	Manuelle : contrôle de police aléatoire (certificat d'immatriculation) Caméras à lecture de plaques d'immatriculation (ANPR)

Pays	Villes	Depuis	Véhicules concernés	Surveillance
Pays-Bas Dispositif national (Milieuzone)	<ul style="list-style-type: none"> • Eindhoven • Maastricht • Rotterdam • Bois-le-Duc • Tilburg • Utrecht • La Haye • Amsterdam • Breda • Leyde • Delft • Ryswick • Arnhem 	<ul style="list-style-type: none"> • 01/07/2007 • 22/09/2007 • 16/09/2007 • 01/09/2007 • 01/09/2007 • 01/07/2007 • 05/10/2007 • 06/04/2008 • 09/10/2008 • 01/01/2010 • 01/01/2010 • 01/11/2010 • 01/07/2014 	<p><u>Cadre national :</u> Depuis le 1^{er} juillet 2013 (le 1^{er} juillet 2014 pour Arnhem), les véhicules de plus de 3,5 tonnes <i>a minima</i> Euro IV sont autorisés à circuler.</p> <p><u>Initiatives locales :</u> Depuis le 1^{er} janvier 2015, la LEZ d'Utrecht interdit également aux VP et VUL diesel immatriculés avant le 1^{er} janvier 2001 de circuler. Depuis le 1^{er} janvier 2016, la LEZ de Rotterdam concerne également les VUL (autorisés à circuler si immatriculés à partir du 1^{er} juillet 2001 pour les véhicules diesel, à partir du 1^{er} juillet 1992 pour les véhicules essence). Depuis le 1^{er} janvier 2017, la LEZ d'Amsterdam concerne aussi les VUL et caravanes/camping-cars diesel qui doivent respecter la norme Euro 3.</p>	<p>Caméras à lecture de plaques d'immatriculation (ANPR)</p> <p>Manuelle : contrôle de police aléatoire (certificat d'immatriculation)</p>
Portugal Pas de dispositif national (Zona de emissões reduzidas)	<ul style="list-style-type: none"> • Lisbonne 	<ul style="list-style-type: none"> • 01/07/2011 	<p>Tous les véhicules (lourds et légers, à moteur essence et diesel) sauf les véhicules des résidents des zones 1 et 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phase 1 (juillet 2011 à avril 2012) : véhicules antérieurs à Euro 1 interdits de circulation - Phase 2 (à partir du 1^{er} avril 2012) : véhicules Euro 1 et véhicules antérieurs à Euro 1 interdits de circulation - Phase 3 (à partir du 1^{er} janvier 2015) : seuls les véhicules Euro 3 minimum peuvent circuler en zone 1 et doivent être Euro 2 minimum en zone 2 	<p>Manuelle : contrôle de police aléatoire (certificat d'immatriculation)</p>
République Tchèque Pas de dispositif national (Nízkoemisní Zóna)	<ul style="list-style-type: none"> • Prague 	<ul style="list-style-type: none"> • 01/01/2008 	<p>Tout véhicule > 3,5 tonnes dans le centre-ville (du lundi au vendredi entre 8h et 18h) et tout véhicule > 6 tonnes dans une zone plus large (24h/24). Ces véhicules doivent répondre <i>a minima</i> aux normes Euro IV.</p> <p>A partir de 2019, tous les véhicules seront concernés. Ils devront répondre pour tous les véhicules (VP, VUL, PL, 2RM) à moteur essence et diesel respectivement aux normes Euro 1 et Euro 3 <i>a minima</i>.</p>	<p>Manuelle : contrôle de police aléatoire (vignette apposée sur le pare-brise)</p>
Suède Dispositif national (Miljözon)	<ul style="list-style-type: none"> • Göteborg • Lund • Malmö • Stockholm • Helsingborg • Mölndal • Uppsala • Umea 	<ul style="list-style-type: none"> • 01/07/1996 • 01/01/1999 • 01/07/1996 • 01/07/1996 • 01/01/2008 • 01/07/2010 • 01/01/2013 • 01/04/2014 	<p>Interdiction des camions, bus et autocars de plus de 6 ans, sauf ceux entre 6 et 8 ans s'ils sont au moins Euro III</p>	<p>Manuelle : contrôle de police aléatoire (document à afficher sur le pare-brise)</p>

Tableau 5 : Synthèse des caractéristiques des LEZ en Europe (avril 2020)



Allemagne



Göteborg (Suède)



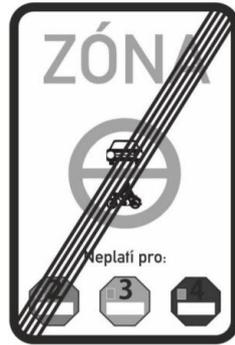
Danemark



Lisbonne (Portugal)



République Tchèque



Italie



Barcelone (Espagne)



Londres (Grande-Bretagne)



Pays-Bas



Belgique



France



Figure 4 : Exemples de différents panneaux d'entrée et sortie de LEZ à travers l'Europe

2.6. Allemagne

2.6.1. Généralités

La « umweltzone » est le nom allemand pour Low Emission Zone que l'on peut traduire en français par « zone écologique ». Elle concerne tous les véhicules diesel et essence, c'est-à-dire les poids lourds mais également les véhicules légers (seuls les deux-roues motorisés ne sont pas concernés). Une disposition réglementaire prise au niveau national a permis d'établir une classification des véhicules en fonction de leurs émissions polluantes comme le montre la figure 5.

Norme Euro	Groupes de quantité de rejets polluants	Date de 1 ^{ère} immatriculation de voiture	Date de 1 ^{ère} immatriculation de poids lourd	Vignette
		Diesel	Diesel	
Euro 1 ou en dessous	1	Avant le 1. 1. 1997	Avant le 1. 10. 1996	néant
Euro 2 ou Euro 1 avec SREP	2	Entre le 1. 1. 1997 et le 31. 12. 2000	Entre le 1. 10. 1996 et le 30. 9. 2001	 rouge
Euro 3 ou Euro 2 avec SREP	3	Entre le 1. 1. 2001 et le 31. 12. 2005	Entre le 1. 10. 2001 et le 30. 9. 2006	 jaune
Euro 4 ou Euro 3 avec SREP	4	A compter du 1. 1. 2006	A compter du 1. 10. 2006	 verte
		Essence/gaz	Essence/gaz	
Euro 1 ou en dessous (véhicules n'entrant pas dans le groupe 4)	1	Avant le 1. 1. 1993	Avant le 1. 1. 1993	néant
Euro 1 et au dessous	4	A compter du 1. 1. 1993	A compter du 1. 1. 1993	 verte

SMREP = système de réduction des émissions polluantes

Figure 5 : Classification des véhicules

Source : plaquette « Renseignements pour visiteurs étrangers » publiée par la ville de Duisburg

Cette classification est valable dans toute l'Allemagne. Chaque région (ou land) peut dimensionner les LEZ en fonction de ses propres problématiques. La ville déterminera donc quelle catégorie de véhicules peut accéder à la zone écologique tout en respectant la classification nationale. Les villes peuvent ainsi choisir de graduer temporellement les restrictions. La catégorie du véhicule est visualisée par une vignette dont la couleur est celle indiquée dans cette classification et qui est collée sur la face interne du pare-brise. La vignette est obligatoire et permet ainsi le contrôle visuel de la catégorie du véhicule (plus d'informations sur le contrôle dans le paragraphe 3.2).

Comparaison des classifications françaises et allemandes

La mise en œuvre du système de contrôle par vignette est relativement semblable au système français dans son mode d'application mais diffère par sa classification (cf. paragraphes 3.2 et 3.8). A titre d'information, une comparaison entre les vignettes françaises et les vignettes allemandes est présentée en Annexe 4.

Le « niveau » de l'Umweltzone correspond à sa phase de mise en œuvre :

- Le niveau 1 correspond à la première phase de mise en œuvre : seuls les véhicules identifiés par des vignettes rouge, jaune et verte sont autorisés à circuler dans la zone.
- Le niveau 2 : seuls les véhicules identifiés par des vignettes jaune et verte sont autorisés.
- Le niveau 3 : seuls les véhicules équipés d'une vignette verte sont autorisés.

Les véhicules immatriculés à l'étranger sont également concernés par la Low Emission Zone. Ils doivent donc justifier de l'appartenance à l'une des catégories via l'acquisition de la vignette : soit en fonction de la date de la première mise en circulation du véhicule, soit par attestation prouvant que le véhicule diesel est équipé d'un filtre à particules. Ils peuvent recevoir une amende en cas de non-respect de la LEZ.

2.6.2. Dérogations

Un règlement national décrit les véhicules qui bénéficient d'une dérogation sur l'ensemble du territoire. Il s'agit des véhicules conduits ou transportant des personnes lourdement handicapées, voitures de collection (plus de trente ans), engins, appareils ou machines de travail mobiles, engins de travaux, tracteurs agricoles et forestiers, véhicules à deux et trois roues, ambulances, voitures particulières de médecins comportant la plaque « Artz Notfalleinsatz » (médecin urgentiste), véhicules de police, des pompiers, de la protection contre les catastrophes naturelles et les camions des éboueurs, les véhicules de l'armée allemande et de l'OTAN.

Cependant chaque ville peut ensuite définir ses propres dérogations. En règle générale, les dérogations visent à atténuer les répercussions économiques de la mise en place de la LEZ pour les citoyens (exemple : délai pour s'adapter aux normes ou acheter un véhicule neuf).

Par exemple, Berlin accordait peu de dérogations locales supplémentaires aux dérogations nationales la ville ayant pour objectif de ne pas dépasser un taux de 10 % de dérogations. De plus, ces dérogations étaient accordées pour une durée limitée (maximum 24 mois). La LEZ avec vignette verte étant en vigueur depuis 2010, celle-ci n'accepte plus que quelques rares dérogations locales chaque année depuis 2015 (personnes gravement handicapées et à bas revenus). De plus, la ville de Berlin n'accepte plus que certaines dérogations du règlement national, moyennant une taxe fonction de la durée de la dérogation¹⁶, par exemple pour les véhicules spéciaux des personnes lourdement handicapées.

La ville d'Overath (environ 27 000 habitants ; superficie de la LEZ d'environ 0,4 km²) indique sur son site internet¹⁷ qu'une dérogation est possible pour un particulier s'il répond à plusieurs critères dont :

- Impossibilité de moderniser le véhicule (retrofit),
- Possession d'un seul véhicule,
- Remplacement du véhicule jugé économiquement déraisonnable (le revenu net mensuel du propriétaire du véhicule ne doit pas dépasser 1 130 EUR s'il vit seul, 1 560 EUR avec une autre personne dans le foyer et 1 820 EUR avec deux autres personnes).

Dans un article de la presse locale paru durant le mois d'octobre 2017¹⁸, un responsable de la mise en œuvre de la LEZ d'Overath, démarrée le 1^{er} octobre 2017, précise que 54 exemptions ont été demandées et 44 acceptées. L'origine de ces dérogations est :

- 3 issues des citoyens (VP)
- 2 issues d'artisans (VUL)
- 39 issues de 3 compagnies de bus locales (dont 37 pour la seule et même compagnie)

Dans la ville de Ratisbonne (*Regensburg* en allemand), conformément à une décision du conseil municipal du 7 octobre 2015, des autorisations spéciales pour conduire dans la LEZ du centre-ville peuvent être délivrées au cas par cas aux propriétaires de véhicules particuliers ou de véhicules utilitaires pour des raisons économiques, sociales et techniques¹⁹. Ces dérogations individuelles sont payantes. Elles représentent un coût de 30 EUR/an pour les résidents de la zone environnementale, 60 EUR/an pour les commerçants situés dans la zone environnementale, 120 EUR/an pour des demandeurs situés en dehors de la LEZ (pour des déplacements considérés comme indispensables). Les demandes de dérogations doivent être envoyés par écrit au bureau de l'ordre public et de la circulation routière de la ville.

Dans la ville de Munich, des dérogations peuvent être accordées avec le même principe qu'à Ratisbonne aux résidents vivant dans la zone où aux commerçants ayant leur siège social dans la zone²⁰. Si la dérogation est accordée (temps de traitement de 4 à 6 semaines), elle revient :

- Pour les résidents particuliers à 50 EUR pour 6 mois et 75 pour un an,
- Pour les commerçants à 90 EUR pour 6 mois et 150 EUR pour un an,
- Pour des demandeurs situés en dehors de la LEZ (pour des déplacements considérés comme indispensables) de 60 EUR pour un mois à 200 EUR pour un an. Des réductions sont proposées dans certains cas, comme la nécessité des déplacements pour des soins médicaux dans le cas de maladie chronique (10 EUR/mois).

¹⁶ Source : https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/umweltzone/download/tabelle_gebuehren_2015.pdf

¹⁷ Source : <https://www.overath.de/umweltzone-overath.aspx>

¹⁸ Source : Kölner Stadt-Anzeiger : <https://www.ksta.de/>

¹⁹ Source : <https://www.regensburg.de/leben/umwelt/luft/umweltzone-in-regensburg>

²⁰ Source : <https://www.muenchen.de>



Dans le Bade-Wurtemberg, depuis janvier 2013, le gouvernement du land a nettement restreint les possibilités d'obtenir des dérogations. En effet, si les conditions générales restent les mêmes (motifs techniques ou financiers et trajets dans des buts bien spécifiques, cf. figure 6), les dérogations ne peuvent désormais plus être attribuées aux véhicules munis de la vignette rouge mais seulement à ceux disposant de la vignette jaune.

DEROGATIONS AUX INTERDICTIONS

Quelles sont les dérogations générales ?

Le règlement sur le marquage des véhicules régit l'attribution de vignettes aux voitures particulières et aux poids lourds. Étant donné qu'il n'y a pas de règlement pour d'autres catégories de véhicules, par exemple véhicules à deux ou trois roues ou tracteurs agricoles et forestiers, ces véhicules peuvent généralement circuler dans les zones écologiques. Jusqu'à présent, les interdictions de circuler ne s'appliquent qu'aux véhicules à moteur et pas, par exemple, à des engins, des appareils ou des machines de travail mobiles. Les ambulances et voitures de médecins portant l'inscription « Médecin urgentiste », des véhicules transportant des personnes atteintes d'un handicap exceptionnel (mention « aG », « H » ou « BI » sur la carte d'handicapé sévère), des véhicules ayant des droits spéciaux selon le § 35 du Code allemand de la route (police, pompiers, protection civile, armée) et des véhicules anciens portant l'immatriculation correspondante bénéficient de la dérogation générale.

Existe-t-il d'autres dérogations dans le Bade-Wurtemberg ?

Selon le concept de dérogation valable dans tout le Bade-Wurtemberg, on applique d'abord le principe suivant : « L'équipement ultérieur prime la dérogation ». Pour un véhicule avec vignette jaune, il peut être renoncé à cette condition générale seulement s'il a été immatriculé sous le nom du/de la propriétaire avant le 1er janvier 2010 et :

- ne peut pas être équipé techniquement,
- le/la propriétaire du véhicule ne dispose pas de véhicules de remplacement immatriculés sous son nom pour répondre au but de déplacement invoqué,
- et l'achat d'un véhicule de remplacement n'est pas acceptable du point de vue économique.

Si ces conditions générales sont remplies, une autorisation exceptionnelle peut être délivrée pour un véhicule avec vignette jaune pour les trajets suivants :

- Trajets pour approvisionner la population en biens de première nécessité, en particulier la livraison de détaillants en denrées alimentaires, de pharmacies, de maisons de retraite, d'hôpitaux et d'établissements publics similaires ainsi que de marchés hebdomadaires et spécialisés.
- Trajets pour fournir à la population des prestations de première nécessité, en particulier pour la maintenance ou les réparations nécessaires au fonctionnement d'installations techniques, pour éliminer des dommages occasionnés à des bâtiments, y compris des dégâts dus à l'eau, au gaz et à l'électricité, et pour les services d'aide sociale et de soins.
- Trajets de véhicules spéciaux tels que grues, véhicules de transports exceptionnels et tracteurs spéciaux de forains.
- Trajets pour départ en/retour de vacances de propriétaires d'autocaravanes domiciliés dans la zone écologique.
- Trajets dans des cas particuliers importants, tels que visites régulières de médecins (p. ex. patients sous dialyse), trajets de personnes travaillant en équipe et ne pouvant pas utiliser les transports publics, et trajets permettant de préserver des processus de fabrication et de production ou trajets isolés pour des raisons particulières.
- Trajets en voitures particulières avec pot catalytique régulier ayant les numéros de clé d'émission 04, 09 et 11. Les conditions générales ne s'appliquent pas à ces véhicules.

En règle générale, une autorisation exceptionnelle pour un même but de déplacement est valable pour toutes les autres zones écologiques du Bade-Wurtemberg. Le conducteur est tenu d'avoir avec lui le document justificatif de l'autorisation exceptionnelle pendant tout trajet dans les zones écologiques, et de le placer dans le véhicule de manière bien visible de l'extérieur lors du stationnement. De manière générale, les trajets d'essai et de transfert avec une plaque d'immatriculation temporaire, rouge ou d'exportation sont dispensés des interdictions. Il n'est donc pas nécessaire de demander une autorisation exceptionnelle dans ces cas. Les autorisations exceptionnelles pour véhicules sans vignette ou avec vignette rouge étaient valables jusqu'au 31 décembre 2012 au plus tard. Depuis cette date, une nouvelle délivrance ou une prolongation d'une autorisation exceptionnelle n'est plus possible (sauf en cas de nécessité absolue).

Figure 6 : Dérogations dans le Bade-Wurtemberg (reproduction d'une brochure rédigée en français)

Source : Ministère des Transports et des Infrastructures du Bade-Wurtemberg, 2014.

Zones écologiques dans le Bade-Wurtemberg. Plaquette, version décembre 2013.



2.6.3. Recensement des LEZ (avril 2020)

En avril 2020, 87²¹ villes possèdent des zones à faibles émissions en Allemagne, dont les dates d'inauguration s'étalent sur dix ans (de janvier 2008 à janvier 2018). La carte ci-dessous présente la localisation des zones en fonctionnement en avril 2020. Les couleurs vertes et jaunes correspondent aux couleurs de vignettes « minimales » autorisées dans chaque LEZ.

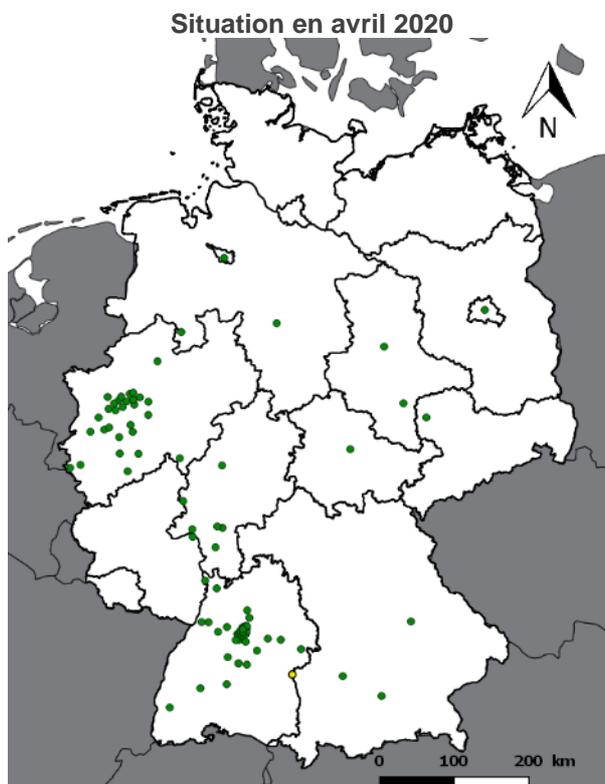


Figure 7 : Localisation des zones à faibles émissions en Allemagne

Couleur verte/jaune : couleur de la vignette minimale autorisée

Source de l'image : ADEME

Source des données : Bureau fédéral de l'Environnement (<http://gis.uba.de/website/umweltzonen/umweltzonen.php>)

La plupart des villes allemandes ayant démarré leur LEZ en 2008 ont prévu une mise en œuvre progressive de leur schéma. C'est notamment le cas de Berlin, où au départ les véhicules autorisés à pénétrer à l'intérieur de la zone écologique étaient ceux équipés d'une vignette rouge, jaune ou verte (seuls les véhicules ne disposant pas de vignettes étaient en infraction). Depuis le 1^{er} janvier 2010, seuls les véhicules portant une vignette verte peuvent y accéder (pour les voitures diesel, cela correspond à la norme Euro 4 ou Euro 3 + filtre).

La figure 7 indique que toutes les LEZ sont désormais réservées aux véhicules possédant une vignette verte, sauf la ville de Neu-Ulm où les vignettes jaunes sont encore acceptées. Depuis plusieurs années les nouvelles LEZ démarrent en général directement à l'obligation de la vignette verte. Les villes de Berlin et Hanovre ont instauré la vignette verte en 2010 : les véhicules diesel devaient donc avoir moins de 4 ans pour être autorisés à circuler. La ville de Limburg an der Lahn a instauré sa LEZ avec vignette verte en 2017 : les véhicules diesel devaient donc avoir moins de 11 ans pour être autorisés à circuler.

Le tableau en annexe 5 récapitule toutes les LEZ allemandes actuellement en vigueur, ainsi que l'évolution de leur niveau de restriction depuis leur création (cf. figure 5 pour la correspondance des couleurs de vignettes avec la norme Euro des véhicules légers et des poids lourds).

²¹ Si l'on considère le nombre de zones et non de villes, on recense alors 58 umweltzone en Allemagne (en avril 2020).

2.6.4. Vers une vignette bleue plus restrictive

L'objectif de la mise en place des premières LEZ était de réduire sur le long terme les concentrations en polluants dépassant régulièrement les valeurs réglementaires (PM₁₀, NO₂) en zone urbaine. Si ces dispositifs ont eu un impact plus ou moins significatifs sur les concentrations de particules (cf. paragraphe 4), ils n'ont eu quasiment aucune efficacité sur les teneurs en NO₂ car globalement les normes Euro n'ont pas permis d'abaisser les émissions de ce polluant avant Euro 6. Afin d'agir plus efficacement sur le NO₂, un renforcement important des restrictions au niveau des LEZ existantes pourrait voir le jour avec l'interdiction de circuler des véhicules diesel jusqu'à la norme Euro 5 incluse.

L'ONG allemande Deutsche Umwelthilfe (DUH), en charge de la protection de l'environnement et des consommateurs, constate dans un rapport publié en 2014²² la stagnation des concentrations en NO₂ dans les zones urbaines et propose dans ce cadre l'instauration d'une zone de restriction de circulation plus contraignante avec la mise en place d'une vignette bleue. L'association définit ainsi les véhicules autorisés à recevoir la pastille bleue :

Vignette	Motorisation	Véhicules autorisés
	Essence	VP à injection indirecte : à partir d'Euro 3 VP à injection directe : à partir d'Euro 6b (ou Euro 3 avec FAP)
	Diesel	VP et VUL : à partir de la d'Euro 6b pour les NO _x d'Euro 5/6b pour les particules Bus et PL > 2,61 tonnes : à partir de la norme Euro VI
	CNG/LPG	VP : à partir de la norme Euro 3
	Electrique	Tous véhicules

Tableau 6 : Normes Euro minimales pour l'obtention de la vignette bleue en projet

DUH précise que la délimitation de la LEZ et la durée des restrictions d'accès pour les voitures sans vignette bleue doivent être définies en fonction de la répartition des concentrations mesurées dans l'air et du besoin urgent de la collectivité à agir pour une réduction supplémentaire de NO₂ (zone de dépassement réglementaire). Cette information « vignette bleue » a été confirmée par le ministre des Transports du Bade-Wurtemberg, Winfried Hermann, lors du premier « EU Clear Air Forum » qui s'est tenu à Paris les 16 et 17 novembre 2017, précisant qu'une transition s'opérait déjà concernant l'état des voitures allemandes avec la possible apparition de cette vignette²³. De même, l'Agence fédérale allemande de l'environnement (UBA) a préconisé en 2018, dans un contexte de non-respect des concentrations en NO₂ dans l'air ambiant des grandes villes, un développement « ciblé » de la zone environnementale avec l'introduction d'une nouvelle vignette environnementale (bleue). Selon l'UBA, les critères d'attribution de cette nouvelle vignette pour les voitures particulières et les véhicules utilitaires légers à moteur diesel devraient être basés sur les niveaux d'émissions de NO_x en conditions réelles de circulation prévus par les nouvelles normes Euro (RDE - Real Driving Emissions)²⁴.

Après une décision de justice rendue en février 2018 autorisant les villes allemandes à mettre en place des restrictions contre les véhicules diesel, la ville de Hambourg a mis en place une interdiction de circuler des véhicules diesel jusqu'à la norme Euro 5/V depuis le 31 mai 2018. Celle-ci reste néanmoins symbolique puisqu'elle concerne seulement deux tronçons de rues (de 1,6 km et 580 m) dans le centre-ville dont un interdit seulement aux poids-lourds. La Cour administrative fédérale qui a rendu son jugement précise que les véhicules diesel pourront être "progressivement" interdits par les métropoles, en commençant par les plus anciens et en prévoyant des exceptions "pour les artisans ou certains groupes d'habitants".

La ville de Stuttgart (état du Bade-Wurtemberg) lui a emboîté le pas en durcissant les règles de restrictions depuis le 1^{er} janvier 2019 pour les véhicules diesel dans la zone couvrant l'actuelle. Désormais, seuls les véhicules diesel à minima Euro 5 ont le droit de circuler dans cette zone. Des exemptions ont été accordées aux résidents durant les trois premiers mois de la mesure mais ces derniers doivent désormais se conformer aux règles en vigueur depuis le 1^{er} avril 2019. Aucune nouvelle vignette n'a pour le moment été mise en place : seuls les conducteurs possédant une vignette verte mais également une norme minimale Euro 5 peuvent donc circuler dans la LEZ. Les exemptions générales de l'état du Bade-Wurtemberg et des exemptions individuelles au cas par cas s'appliquent.

²² Deutsche Umwelthilfe. Einführung einer Blauen Plakette zur Minderung der NO₂ -Belastung in Städten. Hintergrundpapier. August 2014.

²³ Association for Emissions Control by Catalyst (AECC), 2017. International regulatory developments, Newsletter November 2017.

²⁴ Source: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe/feinstaub/umweltzonen-in-deutschland>

Les contrôles sont effectués de façon manuelle par la police qui vérifie d'une part visuellement la présence de la vignette verte et d'autre part la carte grise du véhicule afin de vérifier la norme Euro du véhicule. L'infraction est punie d'une amende de 80 EUR auxquels s'ajoutent des frais administratifs (28 EUR).

De plus, depuis le 1^{er} janvier 2020, plusieurs rues dans la LEZ de Stuttgart sont également soumises à une interdiction de circulation de tous les véhicules diesel exceptés les normes Euro 6/VI. Des exemptions sont accordées aux résidents des rues concernées jusqu'au 31 décembre 2021. L'infraction est punie d'une amende de 20 EUR auxquels s'ajoutent des frais administratifs (28 EUR). D'après les critères de sélection des LEZ définis dans le cadre de cette étude bibliographique et figurant dans le paragraphe 2.1, cette restriction n'est donc pas comptabilisée comme une LEZ.

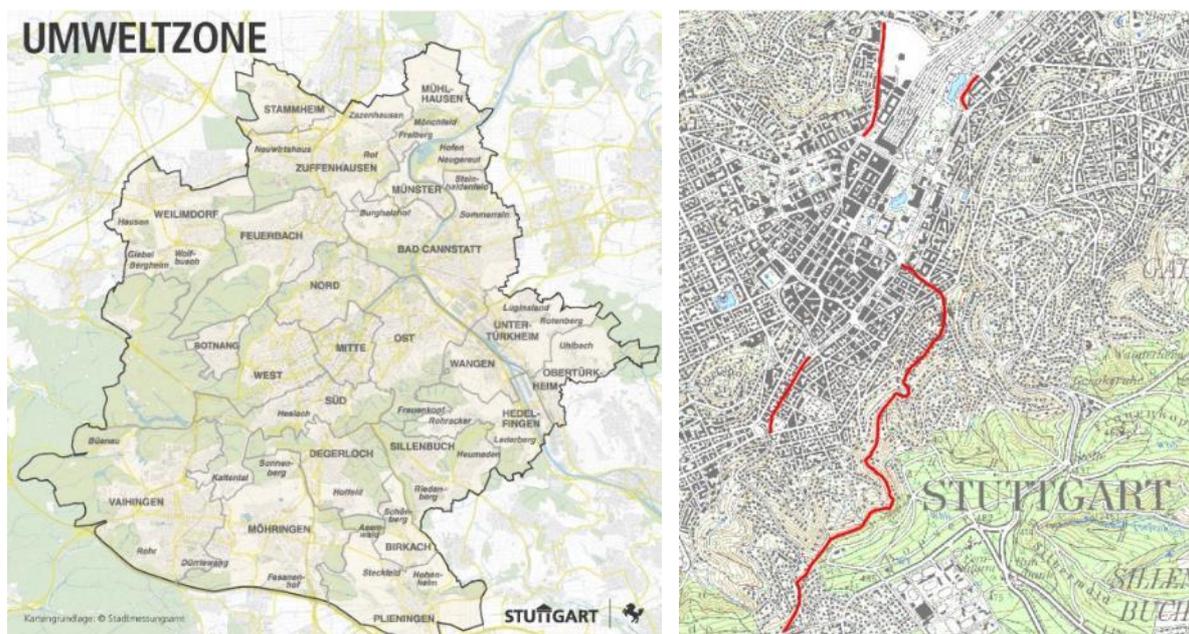


Figure 8 : Localisation des restrictions diesel à Stuttgart (Euro 5 à gauche et Euro 6 à droite)

Source : <https://www.stuttgart.de/diesel-verkehrsverbot>

D'autres villes ont également mis en place des interdictions de circulation des véhicules diesel (« Dieselfahrverbot ») qui sont entrées ou entreront très prochainement en vigueur :

- La ville de Mayence mettra en œuvre à partir du 1^{er} juillet 2020 une interdiction de circulation autorisant seulement les véhicules diesel Euro 6 dans une rue du centre-ville, en plus de sa LEZ déjà présente (vignette verte) couvrant l'ensemble du territoire communal. Aucune vignette bleue n'est nécessaire pour entrer dans cette LEZ. Le contrôle sera effectué de façon aléatoire par la police (vérification de la carte grise). D'après les critères de sélection des LEZ définis par l'ADEME dans le paragraphe 2.1, cette dernière ne peut être comptabilisée, comme pour Stuttgart, en tant que LEZ.
- La ville de Darmstadt autorise la circulation des seuls véhicules diesel Euro 6 dans deux rues distinctes de son centre-ville depuis le 1^{er} juin 2019.
- Le Land de Berlin a été condamné par son tribunal administratif en octobre 2018 à mettre en place de nouvelles actions (y compris des interdictions de circulation le plus rapidement possible) afin de réduire les concentrations en NO₂ et respecter la valeur limite réglementaire sur environ 15 km de routes où cette dernière est dépassée. Parmi les différentes mesures mises en place, la ville de Berlin a imposé une réduction de la vitesse à 30 km/h associée à des « flux constants » sur 33 sections de route et une autorisation de circulation seulement pour les véhicules diesel Euro 6/VI sur 8 sections de routes depuis le 11 janvier 2019.

L'instauration des vignettes bleues ne fait pourtant pas l'unanimité citoyenne en Allemagne et de nombreux débats politiques ont lieu depuis 2014 sur l'instauration ou non de la vignette bleue et ses conditions de mise en place. Tandis que le ministère fédéral de l'environnement y est fortement favorable et espérait un lancement courant 2017, le ministère fédéral des transports a voté à la majorité en octobre 2016 la suspension de l'introduction de la pastille bleue, estimant que le projet n'est pas encore prêt (www.green-zones.eu). Certains ministres des transports des lands se disent cependant favorables à sa mise en place, comme Winfried Hermann du Land de Bade-Wurtemberg. Le 28 avril 2017, le ministre des transports du Land de Hesse réclame également l'instauration de la vignette bleue avant les élections législatives de septembre 2017.

Plusieurs arguments sont évoqués par les associations d'automobilistes et les politiques déclarés en défaveur de l'instauration de ces vignettes et zones bleues, notamment :

- Le manque de contribution financière pour l'équipement d'un véhicule qui n'est pas à norme ou l'achat d'un nouveau véhicule.
- La légitimité des normes Euro par rapport aux émissions réelles des véhicules.
- La forte baisse du prix de vente et de revente des véhicules particuliers diesel inférieurs à la norme Euro 6.

Certains automobilistes ne possédant pas de véhicule aux normes pour rentrer dans les LEZ allemandes ou pour manifester leur mécontentement vis-à-vis de ces restrictions équipent leur véhicule avec des vignettes noires, comme celle présentée ci-contre vendue sur différents sites internet.



Figure 9 : Vignette noire « anti LEZ »

En 2017, seulement 500 000 véhicules particuliers diesel sur 13 millions de véhicules en circulation répondaient aux normes Euro 6b et auraient donc été autorisés à circuler en zone bleue (www.autozeitung.de).

Le gouvernement allemand refuse pour l'instant d'instaurer une vignette bleue qui permettrait de faciliter les contrôles au niveau national, basée sur le système actuel (vignettes rouge, jaunes et vertes). Le 2 octobre 2018, il a annoncé qu'un accord avait été conclu concernant les véhicules diesel. Les ministres allemands de l'Environnement et des Transports ont déclaré lors d'une conférence de presse commune qu'une combinaison de mesures d'encouragement à la reconversion et d'options de modernisation serait introduite pour les conducteurs de véhicules diesel les plus anciens dans et autour des 14 villes allemandes présentant les teneurs en NO₂ les plus importantes (Munich, Stuttgart, Cologne, Reutlingen, Düren, Hambourg, Düsseldorf, Kiel, Heilbronn, Backnang, Darmstadt, Bochum et Ludwigsburg). Dans ces 14 villes, le gouvernement fédéral mettra en œuvre des mesures de soutien comme la modernisation de véhicules municipaux lourds tels que les bennes à ordures ou les véhicules de nettoyage des rues équipés de matériel de réduction catalytique sélective (SCR), ainsi que des financements pour la modernisation des véhicules des artisans et des véhicules de livraison équipés de SCR. Les véhicules commerciaux éligibles sont ceux compris entre 2,8 et 7,5 tonnes, dont les propriétaires ont leur siège dans l'une des 14 villes touchées ou des comtés adjacents et les propriétaires de véhicules utilitaires dont l'entreprise a signé des contrats importants dans la ville²⁵.

Le gouvernement veut également lutter contre la pollution causée par les voitures particulières tout en garantissant les droits de mobilité des citoyens. À titre de compromis, le gouvernement a établi que les véhicules diesel Euro 4 et Euro 5 dont les émissions de NO_x étaient inférieures à 270 mg/km devraient être autorisés à conduire dans des zones de circulation restreinte²⁶. Si les véhicules ne répondent pas à ce critère, deux options sont proposées :

- Les constructeurs automobiles allemands devront proposer des primes ou des réductions attractives lors d'un changement de véhicule pour compenser la perte de valeur actuelle subie par les véhicules diesel (notamment en raison de leurs émissions).
- Les véhicules diesel Euro 5 pourront être équipés d'un système SCR si ce système est disponible pour réduire les émissions de NO_x en dessous de 270 mg/km.

²⁵ Association for Emissions Control by Catalyst (AECC), 2017. International regulatory developments, Newsletter October 2018.

²⁶ D'après le Ministère fédéral des Transports, la valeur de 270 mg/km devra être évaluée en conditions réelles de circulation conformément à l'annexe III A du règlement CE n°692/2008 modifié en juillet 2017 (RDE 3). Cependant la procédure de vérification n'a pas encore été déterminée (<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/konzept-FAQ.html>).

2.6.5. LEZ de la Ruhr (Umweltzone Ruhrgebiet)

Dans l'état de Rhénanie-du-Nord–Westphalie, neuf villes avaient mis en œuvre individuellement une Low Emission Zone dans la région de la Ruhr : Bochum, Bottrop, Dortmund, Duisburg, Essen, Gelsenkirchen, Mülheim, Oberhausen et Recklinghausen. A partir du 1^{er} janvier 2012, quatre autres villes à proximité immédiate des neuf précédemment citées ont mis en œuvre une Low Emission Zone (Castrop-Rauxel, Gladbeck, Herne et Herten). Les neuf premières LEZ ont été étendues afin que le regroupement de ces treize villes forme une LEZ d'une superficie de 868 km². Les autoroutes sont exclues de cette LEZ.

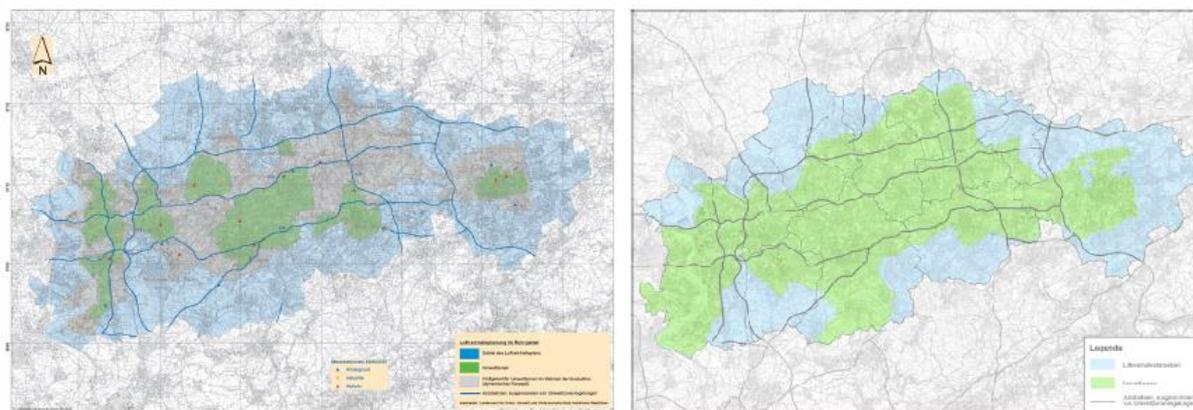


Figure 10 : Low Emission Zone de la Ruhr

À gauche et en vert, les 9 LEZ individuelles ; à droite et en vert, la LEZ régionale de la Ruhr
La zone en bleu clair correspond à la zone couverte par le plan régional d'amélioration de la qualité de l'air

Les restrictions de circulation ont été mises au même niveau pour ces treize villes, et un échéancier a été décidé pour durcir ces limitations. Les restrictions de circulation sont devenues de plus en plus strictes avec le temps, comme l'indique la figure 11.

A partir de	Les véhicules autorisés portent les vignettes
1 ^{er} janvier 2012	
1 ^{er} janvier 2013	
1 ^{er} juillet 2014	

Figure 11 : Conditions d'accès à la grande LEZ de la Ruhr

2.6.6. LEZ régionales dans le Bade-Wurtemberg

Le Bade-Wurtemberg est un land situé au sud de l'Allemagne et qui compte 37 villes ayant mis en œuvre une LEZ (soit plus de la moitié des LEZ présentes en Allemagne). En janvier 2013, la première LEZ régionale du Bade-Wurtemberg a été inaugurée. Elle réunit dix villes : les LEZ préexistantes de Ludwigsburg, Markgröningen, Pleidelsheim, Freiberg am Neckar et Ingersheim et les nouvelles LEZ des communes d'Asperg, Bietigheim-Bissingen, Kornwestheim, Möglingen et Tamm. Pour ces nouvelles communes, la mise en œuvre de la LEZ n'a pas été progressive et dès janvier 2013 c'est la vignette verte qui est la seule autorisée dans toute la LEZ régionale. Ce regroupement intervient dans le cadre de plans d'actions pour la pureté de l'air mis en place dans les communes citées.

Une autre LEZ régionale existe dans ce Land. Elle se base sur la LEZ de Leonberg qui a été mise en service le 1^{er} mars 2008 et qui est passée à un niveau de restriction « vignette verte » le 1^{er} janvier 2013. Le 2 décembre 2013, sept villes voisines ont débuté une LEZ avec directement le niveau de restriction « vignette verte » pour que cette LEZ régionale ait un niveau de restriction uniforme.

Toutes ces villes sont très proches de Stuttgart qui dispose également d'une LEZ d'où, comme le montre la figure 12, une importante zone géographique à faible émission.

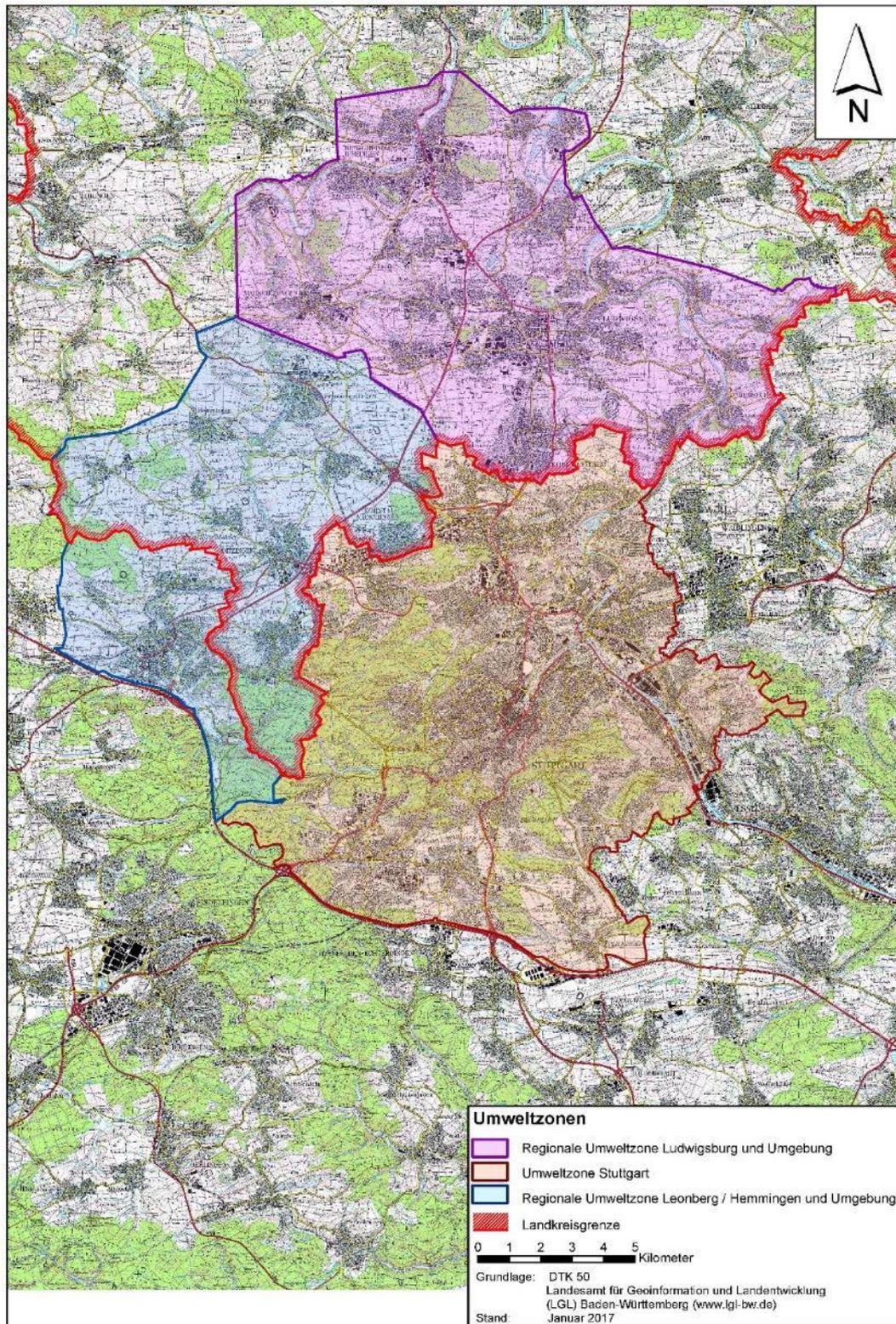


Figure 12 : Délimitation des LEZ régionales de Bade-Wurtemberg et de Stuttgart
Source : Comté de Ludwigsburg (<http://www.landkreis-ludwigsburg.de/>)

2.6.7. LEZ de Berlin

La LEZ de Berlin s'étend du centre-ville au périphérique intérieur des trains de banlieue (S-Bahn). Sa superficie est ainsi de 88 km² (sur 892 km² au total). Elle abrite un million de personnes pour une population totale de 3,4 millions de Berlinois. Depuis le 1^{er} janvier 2010, seuls les véhicules portant une vignette verte peuvent y accéder alors qu'à son démarrage (1^{er} janvier 2008), les vignettes rouges et jaunes étaient également autorisées.

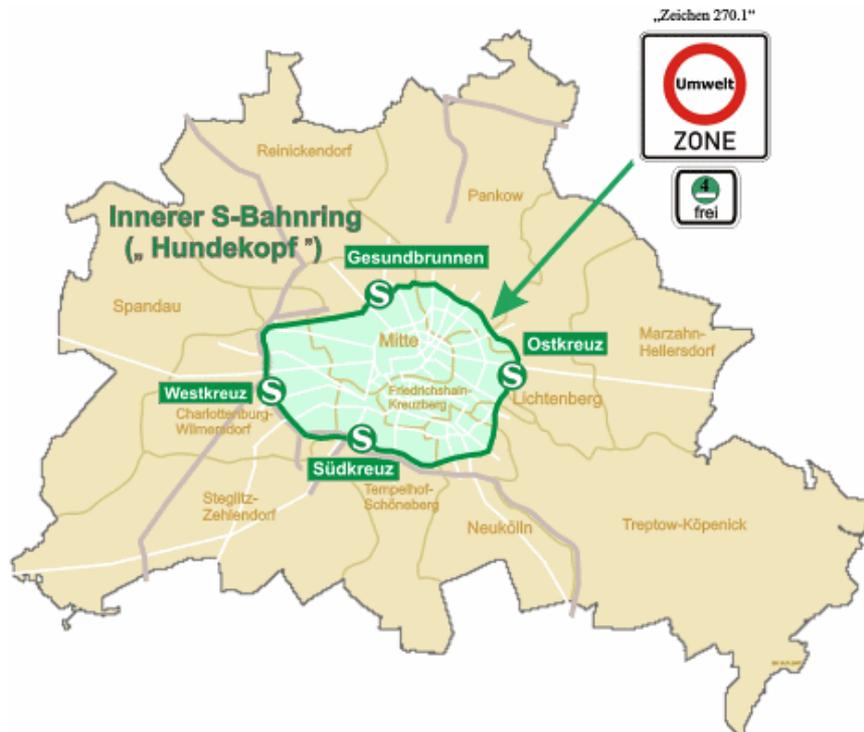


Figure 13 : Délimitation de la LEZ de Berlin
Source : Ville de Berlin²⁷

Le 9 octobre 2018, le tribunal administratif de Berlin a statué que Berlin devait mettre à jour, d'ici au 31 mars 2019, son plan visant à l'amélioration de la qualité de l'air avec des mesures garantissant le respect de la limite de qualité de l'air de 40 µg/m³ pour le NO₂ dans la métropole. De l'avis du tribunal, le plan d'actions actuellement en vigueur s'étalant sur la période 2011-2017 ne prévoit pas de mesures suffisantes pour se conformer à la réglementation. Le tribunal impose donc de nouvelles restrictions de circulation pour les véhicules diesel sur au moins 11 tronçons de route. Il demande par ailleurs à la ville de Berlin de vérifier si des restrictions peuvent être appliquées pour les véhicules diesel jusqu'à Euro 5/EURO V sur 117 tronçons de supplémentaires²⁸.

²⁷ Source : <https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/umweltzone/de/gebiet.shtml>

²⁸ Source : <https://www.berlin.de/gerichte/verwaltungsgericht/presse/pressemitteilungen/2018/pressemitteilung.747221.php>

2.7. Angleterre

2.7.1. LEZ de Londres

La LEZ de Londres a été lancée le 4 février 2008 pour les poids lourds de plus de 12 tonnes avec pour objectif d'inclure, à terme, tous les types de camions, les autocars, les autobus ainsi que les minibus de plus de huit places équipés d'un moteur diesel. Très peu de dérogations sont accordées. Elles concernent :

- Les véhicules utilitaires non routiers, conçus et construits pour un usage principalement hors-route, mais autorisés à utiliser la route de manière restreinte (tracteurs, faucheuses, machines et équipements agricoles/fermiers, grues mobiles et engins de construction de routes et de bâtiments).
- Les véhicules historiques construits avant le 1^{er} janvier 1973.
- Les véhicules utilisés par le Ministère de la Défense.

La mise en œuvre a été programmée en quatre phases permettant d'échelonner dans le temps les catégories de véhicules concernées. La troisième phase devait commencer le 4 octobre 2010 avec l'entrée dans le dispositif des minibus et des grandes camionnettes. Cependant, le Maire de Londres a annoncé en février 2009 la suspension de la mise en œuvre de cette phase en raison du climat économique défavorable. En mai 2010, il confie à Transport for London (TfL) la réalisation d'une consultation du public et des usagers (17 mai au 4 juillet 2010). Les conclusions de cette consultation, remises en septembre 2010, ont amené à la reprise de la phase 3 simultanément à la phase 4, le 3 janvier 2012.

- Phase 1 à partir du 4 février 2008 : les camions lourds, c'est-à-dire les poids lourds à moteur diesel dépassant 12 tonnes de poids total en chargement, y compris les véhicules de marchandises, les autocaravanes, les camionnettes de transport de chevaux et autres véhicules spécialisés, doivent répondre à la norme Euro III pour les particules (PM).
- Phase 2 à partir du 7 juillet 2008 : les camions légers, c'est-à-dire les poids lourds à moteur diesel entre 3,5 et 12 tonnes de poids total en chargement, y compris les véhicules de marchandises, les autocaravanes, les camionnettes de transport de chevaux et autres véhicules spécialisés, doivent aussi répondre à la norme Euro III pour les particules (PM).
- Phase 3 à partir du 3 janvier 2012 : les camions, grandes camionnettes, VUL 4x4, fourgons à chevaux, pickups (poids à vide de 1,205 tonne / masse totale en charge jusqu'à 3,5 tonnes), les ambulances et autocaravanes d'une masse totale en chargement de 2,5 à 3,5 tonnes et les minibus de plus de 8 sièges passagers et de moins de 5 tonnes doivent aussi répondre à la norme Euro III pour les PM (ou immatriculés à partir du 1^{er} janvier 2002).
- Phase 4 à partir du 3 janvier 2012 : les camions de plus de 3,5 tonnes²⁹, les autobus et les autocars de plus de 5 tonnes doivent répondre à la norme Euro IV pour les PM (ou immatriculés à partir du 1^{er} octobre 2006).

Enfin, une 5^{ème} phase sera mise en place à partir du dernier trimestre 2020 afin de renforcer les restrictions sur les camions, bus et autocars les plus lourds :

- Phase 5 à partir du 26 octobre 2020 : les camions de plus de 3,5 tonnes, les autobus et les autocars de plus de 5 tonnes devront répondre à la norme Euro VI. Suite à la pandémie de COVID-19, le maire de Londres a demandé à TfL de retarder d'au moins quatre mois l'application de ces nouvelles règles. L'organisme indique que les règles de restriction entreront bien en vigueur à partir du 26 octobre 2020 mais que les amendes ne seront appliquées qu'à partir du 1^{er} mars 2021 au plus tôt.

²⁹ Dont véhicules de dépannage, camions malaxeur, camions d'incendie, gravillonneuses, autocaravanes, fourgons à chevaux, camions à ordures, camions de déblayage, balayeuses, chasse-neiges et camions-bennes.

Le tableau ci-dessous résume l'évolution des critères d'émissions de la LEZ de Londres en fonction des catégories de véhicules depuis sa mise en service en février 2008 :

Phase	Date	Véhicules concernés	Poids du véhicule	Norme d'émission minimum
1	04/02/2008	Poids lourds	> 12 t	Euro III pour les PM
2	07/07/2008	Poids lourds	> 3,5 t	Euro III pour les PM
3	03/01/2012	Grandes camionnettes 4x4 VUL Fourgons à chevaux Pickups	1,205 (vide) - 3,5 t	Euro III pour les PM
		Ambulances Autocaravanes	2.5 - 3.5 t	
		Minibus (> 8 passagers)	< 5 t	
4	03/01/2012	Poids lourds	> 3.5 t	Euro IV pour les PM
		Autobus, autocars	>5 t	
5	26/10/2020	Poids lourds	> 3.5 t	Euro VI
		Autobus, autocars	> 5 t	

Tableau 7 : Evolution des critères de la LEZ de Londres

Les conditions d'accès sont relatives aux normes Euro mais concernent uniquement les émissions de particules. Cela s'explique par le fait que le retrofit est autorisé. L'utilisateur d'un véhicule non-conforme doit payer une redevance journalière pour accéder à la LEZ (cf. paragraphe 3.3).

La Low Emission Zone ne concerne pas seulement la City de Londres mais une grande partie du Grand Londres comme le montre la figure ci-contre.

Au total, la LEZ londonienne couvre une superficie d'environ 1 600 km² pour environ 7 millions d'habitants.

La partie rayée orangée correspond au cœur de Londres et à la zone soumise à la Congestion Charging (péage urbain dont la zone couvre environ 20 km²). Elle correspond également à l'Ultra Low Emission Zone (cf. paragraphe suivant).

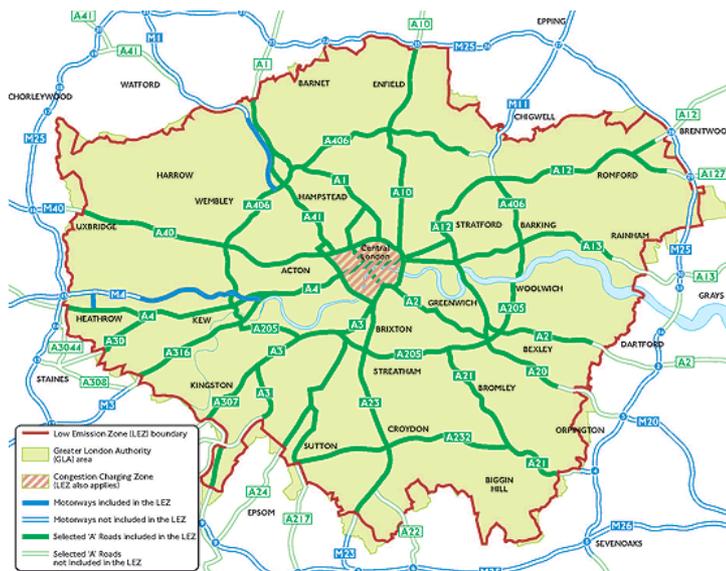


Figure 14 : Délimitation de la LEZ de Londres

Source : Transport for London

Comme le montre la figure ci-dessus, certaines portions des autoroutes M1 et M4 sont inclus dans le dispositif (trait bleu plein) puisque les derniers tronçons de ces axes débouchent directement dans la LEZ. Dans ce cadre, des panneaux avertissent en amont les usagers de leur entrée dans la LEZ et proposent des itinéraires alternatifs (cf. figure ci-contre).

A contrario, l'autoroute M25 ne fait pas partie du dispositif (trait bleu double), même quand elle traverse la LEZ.

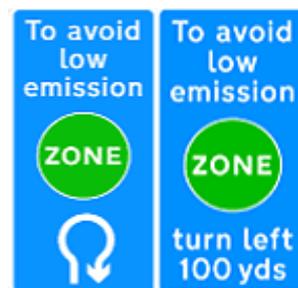


Figure 15 : Panneaux de circulation relatifs à la LEZ de Londres

Source : Transport for London

2.7.2. ULEZ de Londres

Boris Johnson (maire de Londres entre mai 2008 et mai 2016) a annoncé le 13 février 2013 des mesures destinées à faire évoluer le schéma de transports de la capitale britannique, notamment : « *Créer la toute première zone au monde à ultra-faibles émissions dans une grande ville s'annonce comme un véritable tournant pour la qualité de vie dans notre belle capitale. J'envisage la création d'une zone centrale dans laquelle la quasi-totalité des véhicules en circulation pendant les heures de bureau sera propre ou à faibles émissions. Cela aurait des retombées considérables sur la qualité de l'air et permettrait d'encourager et de démocratiser le recours aux technologies à faibles émissions* ».

Suite à la consultation publique lancée par Transport for London sur la mise en place d'une zone à ultra-faibles émissions dans le centre de Londres (plus de 16 000 réponses à la consultation, 79 % d'avis positifs³⁰), le maire de la ville a confirmé le 26 mars 2015 l'introduction de cette ULEZ dont le lancement devait être initialement prévue le 7 septembre 2020 dans le centre de Londres (cf. figure 16), à l'intérieur de la LEZ préexistante, au droit du péage urbain (superficie d'environ 20 km²).

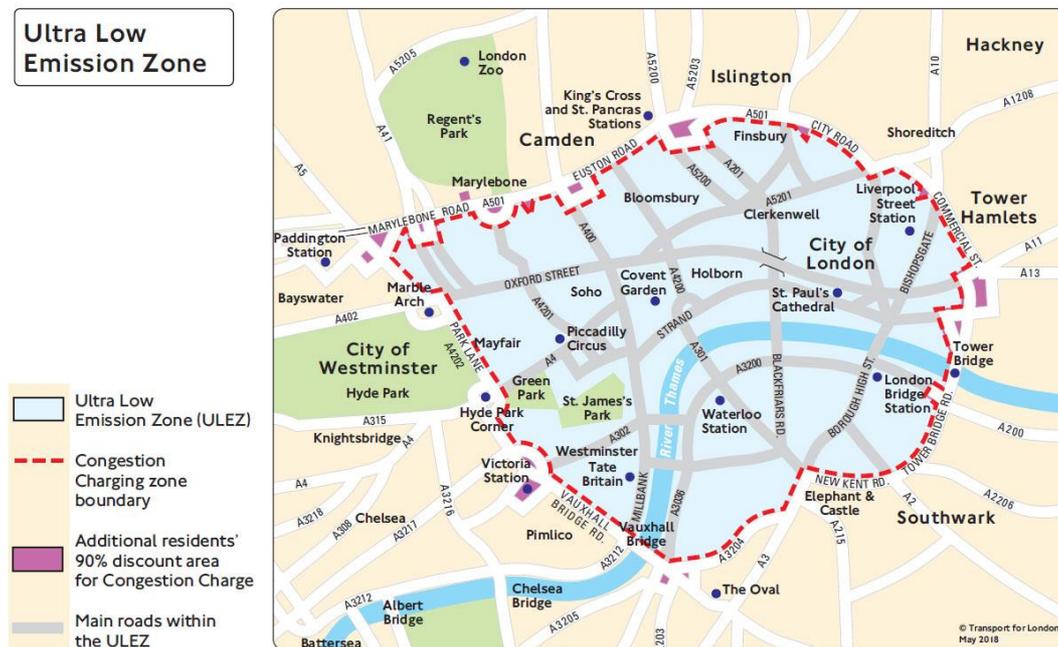


Figure 16 : Délimitation de l'ULEZ de Londres (période 2019-2021)

Source : Transport for London

En parallèle, dans l'attente de la mise en œuvre de l'ULEZ, une taxe (Toxicity Charge ou Emissions Surcharge, appelée également T-Charge) liée aux normes Euro est entrée en vigueur le 23 octobre 2017 dans le centre de Londres (zone identique à la future ULEZ, soit environ 20 km²) sous l'impulsion du maire de la ville, Sadiq Khan³¹. Chaque jour de semaine, entre 7h00 et 18h00, les conducteurs de véhicules essence et diesel (VP, VUL, PL) qui ne répondent pas aux normes Euro 4/IV pour les émissions de PM et de NO_x et qui circulent dans la zone (environ 34 000 véhicules selon la Mairie) doivent s'acquitter de cette taxe journalière de 10 GBP (environ 11,1 EUR³²), en plus des frais journaliers du péage urbain (taxe appelée Congestion Charge ou C-Charge), obligatoire pour tous les véhicules, de 11,50 GBP (environ 12,7 EUR), soit un total de 21,50 GBP (environ 23,8 EUR) par jour.

La T-charge a été remplacée par l'ULEZ dans le centre de Londres à partir du lundi 8 avril 2019 soit plus d'un an avant la date annoncée initialement. Elle s'applique à l'ensemble des véhicules, sauf les taxis « noirs » officiels.

³⁰ Source : <https://www.london.gov.uk/media/mayor-press-releases/2015/03/mayor-confirms-world-s-first-ultra-low-emission-zone-and>

³¹ Association for Emissions Control by Catalyst (AECC), 2017. International regulatory developments, Newsletter October 2017.

³² Taux de change pris égal à 1,1 EUR pour 1 GBP (moyenne représentative de l'évolution du taux de change de la livre sterling entre juillet et novembre 2018).

Les restrictions de l'ULEZ concernent tous les types de véhicules. Ceux autorisés à circuler gratuitement sont *a minima*³³ :

- 2-roues motorisés (motocyclettes, cyclomoteurs, etc.) : Euro 3
- Voitures particulières (VP), voitures utilitaires légers (VUL) et minibus :
 - o Euro 6 pour les moteurs diesel
 - o Euro 4 pour les moteurs à essence
- Bus, autocars et poids lourds (PL) : Euro VI

Les véhicules non conformes peuvent conduire dans la zone en s'acquittant d'une taxe journalière encore plus élevée que l'ancienne T-Charge (12,50 GBP pour les voitures, camionnettes et motos, 100 GBP pour les autobus, autocars et poids lourds). Ainsi, le coût total du droit de circuler dans la zone pour les automobilistes possédant des voitures non conformes sera, avec la taxe journalière du péage urbain obligatoire pour tous les véhicules, de 24 GBP (environ 26,5 EUR³⁴) par jour. Les résidents de la zone et de quelques quartiers contigus peuvent être exemptés de la redevance jusqu'au 25 octobre 2021.

À partir du 25 octobre 2021, l'ULEZ entrera dans une deuxième phase et s'étendra à la zone intérieure de Londres délimitée par les routes circulaires nord (A406) et sud (A205). Cette zone est incluse dans le périmètre de l'actuelle LEZ comme le montre la figure ci-dessous.

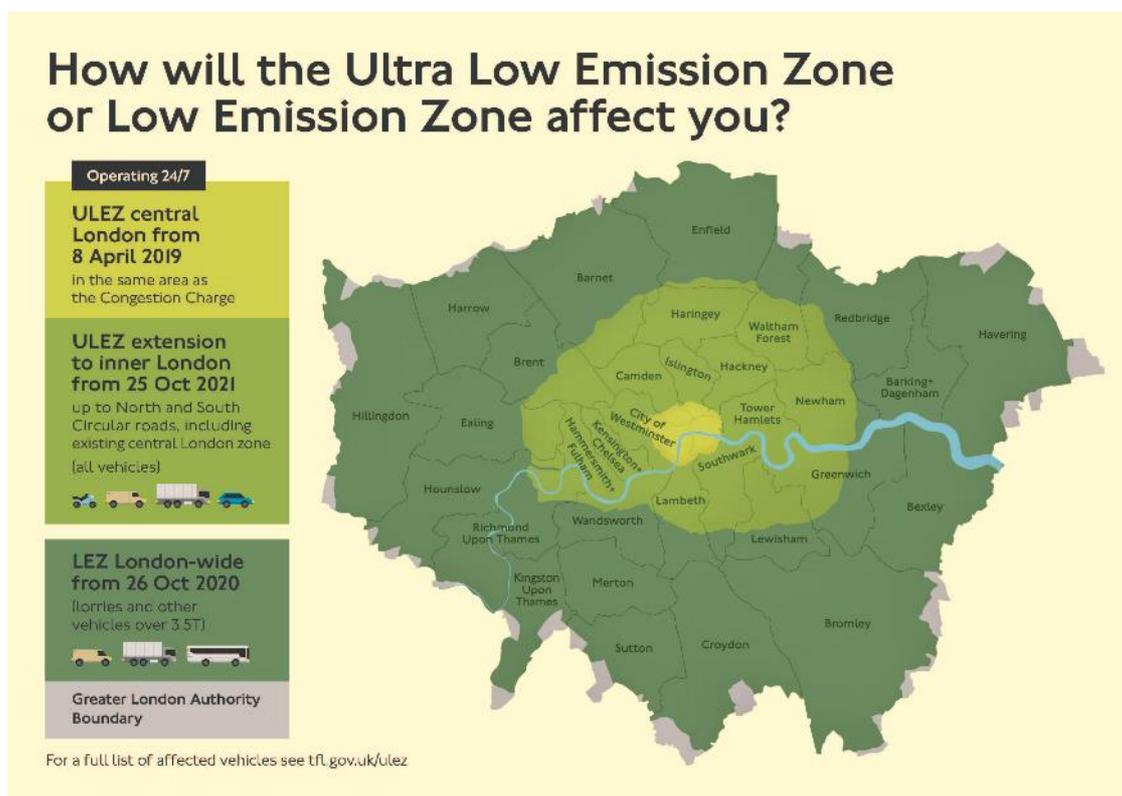


Figure 17 : Extension de la future ULEZ de Londres à partir du 25 octobre 2021

NB : La zone en jaune correspond à la première phase de l'ULEZ (2019-2021)

La zone en vert clair correspond à la deuxième phase de l'ULEZ prévue à partir du 25 octobre 2021

La zone en vert foncé correspond à l'actuelle LEZ de Londres qui couvre pratiquement tout le périmètre du Grand Londres

Source : Transport for London

³³ Source : <https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone>

³⁴ Taux de change pris égal à 1,1 EUR pour 1 GBP (moyenne représentative de l'évolution du taux de change de la livre sterling entre juillet et novembre 2018).

2.8. Belgique

En Belgique, la création d'un socle législatif à la fois en région de Bruxelles-Capitale et en région flamande permet désormais la création de Low Emission Zones (appelées Zones de Basses Emissions, ZBE) dans de nombreuses villes.

2.8.1. Anvers

La première ville belge à mettre en place ce dispositif est Anvers. Lancé le 1^{er} février 2017, les véhicules particuliers, poids lourds et bus à moteur diesel devaient être *a minima* Euro 3/III (avec filtres à particules) et Euro 1/I pour ceux à moteur essence, pour circuler dans la zone qui couvre une surface d'environ 20 km² englobant le centre-ville. Les 2RM ne sont pas intégrés à la mesure. Depuis le 1^{er} janvier 2020, seuls les véhicules diesel Euro 5/V et les véhicules essence Euro 2/II ont le droit de circuler. L'autorisation de circuler s'étendra aux seuls véhicules diesel Euro 6/VI et essence Euro 3/III à partir de 2025.



Figure 18 : Délimitation de la ZBE d'Anvers (environ 21 km²)

Source : <http://fr.urbanaccessregulations.eu>

Certains véhicules peuvent tout de même circuler jusqu'au 31 décembre 2024, avec une autorisation temporaire moyennant une taxe (journalière, mensuelle, trimestrielle ou annuelle). C'est le cas notamment :

- Des véhicules diesel Euro 4/IV
- Des véhicules de plus de 40 ans (ex : véhicules de collection)
- Certains véhicules professionnels à moteur diesel de norme Euro 4 ou Euro 3

Le prix de cette taxe varie en fonction du type de véhicule (VP, VUL, PL) et des périodes demandées. Par exemple, pour un véhicule particulier Euro 4, la taxe mensuelle est de 50 EUR et la taxe annuelle de 365 EUR alors qu'elle est de 1 020 EUR pour une camionnette de moins de 3,5 tonnes.

Enfin, les véhicules qui ne remplissent aucune condition d'accès dans la LEZ peuvent accéder exceptionnellement à celle-ci moyennant un ticket journalier (« LEZ-dagpas ») de 35 EUR utilisable huit fois par an maximum.

NB : le gouvernement flamand a déterminé quels sont les véhicules autorisés à circuler dans les LEZ en fonction des années (entre 2017 à 2028) mais il est laissé libre choix aux municipalités de décider de donner un permis d'entrée à des véhicules non autorisés, sous conditions. Ces conditions peuvent être financières, comme c'est le cas à Anvers.

2.8.2. Région de Bruxelles-Capitale

Après Anvers, la région de Bruxelles-Capitale a instauré le 1^{er} janvier 2018 une LEZ sur son territoire (région comprenant 19 communes en tout, pour une superficie d'environ 160 km²). Le Ring de Bruxelles (autoroute servant de boulevard périphérique à l'agglomération bruxelloise) n'est pas concerné par la LEZ, ni certaines voies permettant d'accéder à trois parkings de transit en bordure de la LEZ (cf. figure 19).

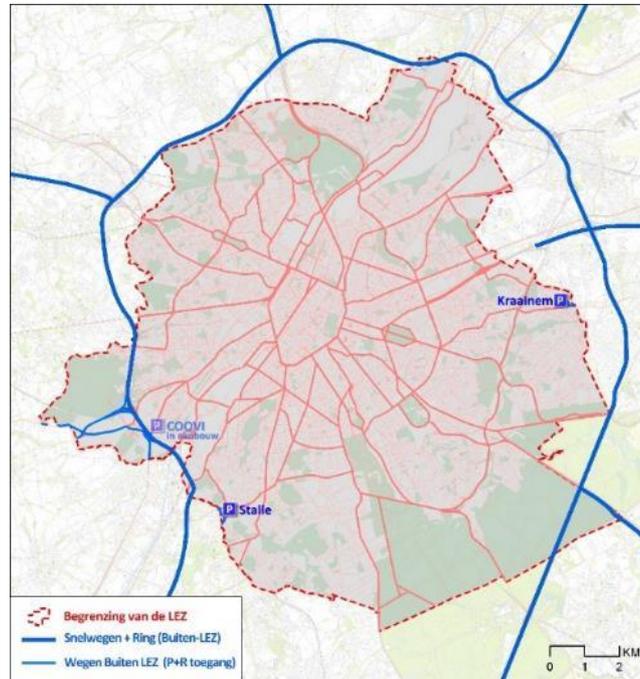


Figure 19 : Délimitation de la ZBE de la région de Bruxelles-Capitale (environ 158 km²)

Source : <https://lez.brussels/>

La restriction concerne l'ensemble des véhicules (VP, VUL, PL, bus, cars) à l'exception des deux-roues motorisés. Seuls les véhicules diesel pré-Euro et Euro 1 sont interdits la première année. Chaque année, de sa création le 1^{er} janvier 2018 jusqu'en 2025, les restrictions de circulation deviennent de plus en plus strictes en fonction des normes Euro. Ainsi depuis le 1^{er} janvier 2020, les véhicules essence de mêmes catégories sont également interdits tandis que la restriction de circulation pour les véhicules diesel s'étend désormais jusqu'à la norme Euro 3. Les tableaux de la figure 20 résument l'évolution des modalités d'accès dans la LEZ dans le temps pour les véhicules diesel et les véhicules essences.

Comme pour le dispositif d'Anvers, les véhicules qui ne remplissent aucune condition d'accès dans la LEZ peuvent accéder exceptionnellement à celle-ci (8 fois par an maximum) moyennant un pass journalier (35 EUR). Dans un rapport d'évaluation de la LEZ publié en mai 2019, Bruxelles Environnement précise qu'en 2018 il a été vendu un total de 114 pass d'une journée qui ont bénéficié à 85 véhicules uniques. La majeure partie de ces pass ont été achetés pour des véhicules belges (98 pass pour 73 véhicules uniques). Par ailleurs la plupart des véhicules ayant acheté un pass n'en ont acheté qu'un seul. Aucun véhicule n'a utilisé l'entièreté du quota maximum de huit pass autorisés. Le maximum enregistré est de cinq pass pour un seul véhicule³⁵.

L'annonce de la date de démarrage de cette LEZ a été faite bien en amont par la collectivité afin de permettre aux conducteurs circulant dans Bruxelles de prendre leurs dispositions pour s'adapter mais également, de permettre une meilleure acceptabilité sociale en communiquant activement sur le sujet (cf. paragraphe 7.6 sur la communication en Belgique).

³⁵ Bruxelles Environnement. Evaluation de la Zone de Basses Emissions. Rapport technique mobilité. 2018.



DIESEL	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
EURO 6, 6b, 6d, temp / VI	Accès							
EURO 5, 5a, 5b / V ou EEV	Accès	Accès avec le pass payant*						
EURO 4 / IV	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès avec le pass payant*			
EURO 3 / III	Accès	Accès	Accès avec le pass payant*					
EURO 2 / II	Accès	Accès avec le pass payant*						
EURO 1 / I	Accès avec le pass payant*							
Sans EURO	Accès avec le pass payant*							

* maximum 8 jours par an

ESSENCE/LPG/CNG	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
EURO 6, 6b, 6d, temp / VI	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès
EURO 5, 5a, 5b / V ou EEV	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès
EURO 4 / IV	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès
EURO 3 / III	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès
EURO 2 / II	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès	Accès avec le pass payant*
EURO 1 / I	Accès	Accès avec le pass payant*						
Sans EURO	Accès	Accès avec le pass payant*						

* maximum 8 jours par an

Figure 20 : Evolution des conditions d'accès dans la LEZ à Bruxelles

Source : <https://lez.brussels/mytax/fr/>

2.8.3. Gand

La ville de Gand (environ 157 km²) a mis en œuvre une LEZ depuis le 1^{er} janvier 2020 au sein de son centre-ville (zone d'environ 7 km² entourée du ring R40). Applicable 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, la LEZ concerne l'ensemble des catégories de véhicules (VP, VUL, PL autobus, autocars) excepté les 2-roues motorisés. Les véhicules autorisés à circuler dans la zone sont :

- Les véhicules essence / GNV / GPL de norme Euro 2/II et supérieurs
- Les véhicules diesel de norme Euro 5/V et supérieurs

A partir du 1^{er} janvier 2025 les restrictions d'entrée dans la LEZ deviendront plus sévères. Les véhicules autorisés à circuler seront :

- Les véhicules essence / GNV / GPL de norme Euro 3/III et supérieurs
- Les véhicules diesel de norme Euro 6/VI et supérieurs

Les véhicules belges et néerlandais n'ont pas besoin de s'inscrire car les villes ont accès aux bases de données des véhicules. Les véhicules étrangers doivent s'inscrire pour circuler dans toutes les LEZ flamandes (Anvers et Gand actuellement).





Figure 21 : Délimitation de la LEZ de Gand (environ 7,5 km²)

Source : <https://stad.gent/fr/zone-de-basses-emissions-gand-2020>

La zone de basses émissions ne s'applique pas véhicules électriques, véhicules hybrides (avec une émission maximale de CO₂ de 50g/km) ni aux véhicules prioritaires comme les véhicules de police, de pompier...

Comme à Anvers, certains véhicules pourront tout de même circuler jusqu'au 31 décembre 2024 avec une autorisation temporaire moyennant une taxe (hebdomadaire, mensuelle, trimestrielle ou annuelle). C'est le cas notamment :

- Des véhicules diesel Euro 4
- Des véhicules diesel Euro 3 utilisés pour des services d'urgence ou d'intérêt public,
- Des véhicules de plus de 40 ans (ex : véhicules de collection),

Le prix de cette taxe varie en fonction du type de véhicule (VP, VUL, PL) et des périodes demandées. Par exemple, pour un véhicule particulier Euro 4 la taxe mensuelle est de 50 EUR et la taxe annuelle de 345 EUR alors que pour un VUL elle est respectivement de 85 EUR et 825 EUR. Enfin, les véhicules qui ne remplissent aucune condition d'accès dans la LEZ peuvent accéder exceptionnellement à celle-ci moyennant un pass journalier de 35 EUR utilisable 8 fois par an maximum.

Les contrôles sont effectués par des caméras ANPR et l'amende en cas de non-respect est de 150 EUR. Les autorités municipales ont mis en place des primes et subventions pour les résidents et entrepreneurs vivant ou travaillant à Gand (par exemple : prime à la casse jusqu'à 1500 EUR pour un vieux véhicule concernant les résidents de Gand vivant dans la ZBE, remboursement des frais d'inscription à un service d'autopartage pour tous les résidents gantois...).

2.9. Danemark

Le Parlement danois a adopté en 2006 un dispositif national autorisant les quatre plus grandes villes du Danemark à introduire des zones à faibles émissions (miljøzone) : Copenhague/Frederiksberg en septembre 2008, Aalborg en février 2009, Odense en juillet 2010 et Aarhus en septembre 2010.

Les restrictions de circulation s'appliquent de façon permanente (24h sur 24 tous les jours de l'année) à tous les véhicules lourds diesel supérieurs à 3,5 tonnes (camions, autobus, autocars). Pour circuler dans la zone, le véhicule doit être à minima conforme à la norme Euro IV ou être équipé d'un filtre à particules. Si le véhicule a été équipé d'un filtre à particules après l'achat (retrofit), le propriétaire du véhicule doit être en capacité de fournir un document certifié prouvant que le filtre répond à une efficacité minimale de 80 % d'abattement.

En mai 2019, le parlement danois a modifié la réglementation afin de permettre, à partir du 1^{er} juillet 2020, d'adopter des exigences plus strictes pour les véhicules lourds diesel et d'étendre les restrictions de circulation aux véhicules utilitaires légers³⁶.

Concernant les véhicules lourds à moteur diesel de plus de 3,5 tonnes, les règles suivantes s'appliquent dans les zones à faibles émissions :

- À partir du 1^{er} juillet 2020 : les véhicules doivent être immatriculés le 1^{er} octobre 2009 ou après (équivalent Euro 5) ou être équipés d'un filtre à particules pour circuler dans la LEZ. Une ordonnance permet cependant d'exempter tous les véhicules lourds qui respectent la norme Euro 5 et EEV mais qui sont immatriculés avant le 1^{er} octobre 2009.
- À partir du 1^{er} juillet 2022 : les véhicules doivent être immatriculés le 1^{er} janvier 2014 ou après (équivalent Euro 6) ou être équipés d'un filtre à particules pour circuler dans la LEZ.

Concernant les véhicules utilitaires légers à moteur diesel, les règles suivantes s'appliquent dans les zones à faibles émissions :

- A partir du 1^{er} juillet 2020 : les véhicules doivent être immatriculés après le 1^{er} janvier 2007 (équivalent Euro 4) pour circuler dans la LEZ.
- À partir du 1^{er} juillet 2022 : les véhicules doivent être immatriculés après le 1^{er} janvier 2012 (équivalent Euro 5) pour circuler dans la LEZ.
- À partir du 1^{er} juillet 2025 : les véhicules doivent être immatriculés après le 1^{er} septembre 2016 (équivalent Euro 6) pour circuler dans la LEZ.

Des dérogations peuvent être demandées pour des périodes limitées selon certains critères comme :

- Pour des véhicules spéciaux : lorsque l'installation d'un FAP représente un coût très supérieur à celui d'une installation classique et que le véhicule n'est utilisé que quelques fois par an dans la LEZ.
- L'impossibilité technique d'installer un filtre à particules ou de le faire fonctionner correctement, en raison d'un montage spécial ou de l'utilisation spéciale du véhicule.
- L'impossibilité financière pour une entreprise d'installer des FAP sur son et ses véhicules (justifiée par les bilans financiers de l'entreprise sur les cinq dernières années).

Si la demande de dérogation est acceptée, le propriétaire du véhicule concerné reçoit une étiquette rouge indiquant que le véhicule est autorisé à circuler dans les LEZ danoises pendant une période limitée.

Les exemptions concernent quelques véhicules, notamment :

- Les véhicules immatriculés à l'étranger de plus de 30 ans.
- Les véhicules utilisés par la défense, la police et les services d'urgence lorsqu'il existe un besoin extraordinaire d'utiliser le véhicule dans la LEZ.
- Les véhicules utilisés par la défense, la police et les services d'urgence lorsque ces véhicules doivent être utilisés pour des exercices d'urgence ou un besoin exceptionnel dans la LEZ.

³⁶ Source : Danish Environmental Protection Agency (<https://eng.mst.dk/air-noise-waste/air/reducing-traffic-emissions/danish-low-emission-zones>)

2.10. Espagne

2.10.1. Cadre national

Un cadre national³⁷ a instauré en avril 2016 une classification par vignette des véhicules en fonction de leur niveau d'émission (appelé label environnemental). Cette nomenclature répond au Plan national pour la qualité de l'air et la protection de l'atmosphère 2013-2016. Les vignettes sont envoyées dans un premier temps à 16 millions de conducteurs possédant les véhicules les plus « propres » qui correspondent à environ 50 % du parc total³⁸. Ce dispositif laisse pour l'instant libres les collectivités espagnoles de choisir les moyens d'utiliser ou non cette classification dans le cadre de leur politique de mobilité. Les dispositifs espagnols pouvant s'apparenter aux LEZ sont appelés "Zonas de Bajas Emisiones" ou ZBE. A la date de rédaction de ce rapport (avril 2020), ce type de zone existe à Madrid et à Barcelone.

Vignette	Catégorie de véhicules	Normes minimales
	VP et VUL	Tout type de véhicules électriques
	PL	Tout type de véhicules électriques
	2RM	Tout type de véhicules électriques
	VP et VUL	GNV, GPL, Hybride essence Euro 4, Hybride diesel Euro 6
	PL	GNV, GPL, Hybride essence Euro VI, Hybride diesel Euro VI
	2RM	Hybride
	VP et VUL	Essence Euro 4, diesel Euro 6
	PL	Essence Euro VI, diesel Euro VI
	2RM	Essence Euro III, diesel Euro III
	VP et VUL	Essence Euro 3, diesel Euro 4
	PL	Essence Euro IV, diesel Euro IV
	2RM	Essence Euro II, diesel Euro II

Figure 22 : Label environnemental de la DGT pouvant servir à la classification pour les ZBE

Source des données : <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/distintivo-ambiental/>

2.10.2. Madrid

A Madrid, la ZBE entrée en vigueur en juin 2017 était constituée par un périmètre dans lequel les véhicules les moins polluants bénéficient de tarifs de stationnement plus avantageux. Ce dispositif n'était alors pas comptabilisé comme une LEZ.

Depuis le 30 novembre 2018, une restriction de circulation est imposée dans le centre de Madrid (zone dénommée « Madrid Central » d'une superficie d'environ 4,7 km²) avec contrôle par vignette. Tous les véhicules sans vignette (VP, VUL, PL, 2RM) sont interdits de circulation. Les véhicules possédant une vignette « zéro émission » ou « ECO » peuvent circuler librement dans la zone tandis que les véhicules possédant une vignette C ou B n'auront accès qu'au stationnement dans les parkings publics à l'entrée de la zone. La mise en place de ce dispositif fait partie d'un plan d'actions plus global nommé « Plan A pour la qualité de l'air et le changement climatique³⁹ » introduit en 2017 par la ville et portée par l'ancienne Maire Manuela Carmena. Des exceptions sont accordées pour les personnes à mobilité réduite, les véhicules de service (urgence, sécurité) et pour les résidents de la zone jusqu'au 1^{er} janvier 2025, qui auront également le droit délivrer jusqu'à 20 « invitations » d'une journée par mois, qui permettront aux véhicules de leurs invités sans vignette d'accéder à la LEZ et de stationner dans la rue (2h maximum) ou dans un parking public.

³⁷ Résolution du 13 avril 2016 de la Direction Général du Transport (Dirección General de Tráfico) du Ministère de l'intérieur, inscrit au bulletin officiel le 21 avril 2016.

³⁸ Ministerio del Interior, Dirección General de Tráfico. La DGT clasifica el parque de vehículos en función de su potencial contaminante. Communiqué de presse. Avril 2016.

³⁹ Plan A: Plan de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Ciudad de Madrid.

Le nouveau maire de Madrid, José Luis Martínez Almeida, qui a pris la tête de la ville en juin 2019 impose un moratoire permettant d'interrompre temporairement les contrôles et l'envoi des amendes entre le 1^{er} juillet et septembre 2019 (la suppression de la LEZ était l'une de ses promesses de campagne électorale). Cette décision est contestée par une partie de la population qui manifeste dans les rues de la ville et le 5 juillet 2019 le tribunal administratif de Madrid suspend cette interruption.

En septembre 2019, le maire a présenté un nouveau projet nommé « Madrid 360 » qui remplace celui de son prédécesseur, le « plan A ». Ce projet compte de nombreuses mesures comme la création d'une ligne de bus reliant le nord au sud de Madrid gratuite et encore la fourniture de 600 nouveaux bus électriques d'ici 2027. Cependant le plan prévoit également une modification des restrictions de circulation dans la LEZ madrilène : désormais les véhicules possédant une vignette C auront le droit de circuler dans la zone si le véhicule est occupé par au moins deux personnes alors que cette classe de véhicule était auparavant interdite de circulation.

2.10.3. Aire Métropolitaine de Barcelone

L'aire métropolitaine de Barcelone (AMB) a instauré depuis le 1^{er} décembre 2017, lors des épisodes de pollution au NO₂, une ZBE qui s'étend sur 95 km² et s'applique du lundi au vendredi de 7h00 à 20h00 aux véhicules suivants : voitures particulières essence antérieurs à Euro 3 et diesel antérieurs à Euro 4, véhicules utilitaires légers antérieurs à Euro 1. A partir du 1^{er} décembre 2018, les interdictions de circulation ont été étendues aux 2RM antérieurs à Euro 2.



Figure 23 : ZBE de l'aire métropolitaine de Barcelone

Source : <https://ajuntament.barcelona.cat/qualitativa/es/zona-de-bajas-emisiones>

Depuis le 1^{er} janvier 2020, la ZBE de Barcelone est devenue permanente (du lundi au vendredi de 7h00 à 20h00) et le dispositif est donc désormais comptabilisé en tant que LEZ dans le cadre de cet état de l'art. Les restrictions de circulation concernent l'ensemble des véhicules qui ne disposent pas de vignette DGT (0, Eco, C ou B).

La ZBE comprend une grande majorité de la ville de Barcelone ainsi qu'une partie ou la totalité des municipalités de L'Hospitalet de Llobregat, Cornellà de Llobregat, Esplugues de Llobregat et Sant Adrià de Besòs. Dans la ville de Barcelone, les quartiers de Vallvidrera, Tibidabo i les Planes et la Zona Franca restent en dehors de la ZBE. L'ensemble des rocadés dans la zone ne sont pas incluses. Les véhicules des personnes à mobilité réduite, les services d'urgence (police, pompiers, ambulance) et les services essentiels (services médicaux, funérailles) sont exemptés de cette restriction.

2.11. France

2.11.1. Généralités

ZAPA, ZCR, ZFE, ZFE-m

Il est évoqué dans ce paragraphe les Zones d'Actions Prioritaires pour l'Air (ZAPA), Zones à Circulation Restreinte (ZCR) ou encore les Zones à Faibles Emissions mobilité (ZFE-m). En France, ces différents acronymes successifs qui ont été ou sont encadrés par des législations distinctes désignent des dispositifs équivalents de restriction de circulation qui correspondent aux critères des LEZ définis dans le chapitre 2.1 de cette étude.

En France, le concept de zone à faibles émissions a été d'abord intégré dans celui des Zones d'Actions Prioritaires pour l'Air (ZAPA). Les ZAPA avaient été inscrites dans la loi dite Grenelle 2 du 12 juillet 2010. Cet article de loi permettait l'expérimentation pendant trois ans d'un dispositif proche de celui des LEZ, pour les collectivités françaises de plus de 100 000 habitants, où une mauvaise qualité de l'air était avérée et sous réserve qu'elles mettaient en évidence, via un dossier d'impact, les bénéfices sur la qualité de l'air que pouvait apporter un tel dispositif. Sept études de faisabilité ont été réalisées⁴⁰ mais aucun dispositif n'a été mis en œuvre. Le plan d'urgence pour la qualité de l'air de février 2013, issu du Comité Interministériel de la Qualité de l'Air, a relancé le sujet en suggérant des leviers pour renouveler le parc des véhicules polluants (mesure 14) et en renforçant les mesures prises en cas de pic de pollution, telle que la « restriction de la circulation aux seuls véhicules et usages les plus vertueux » (mesure 29).

La loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte (TECV) assure jusqu'à présent (avril 2020) la possibilité juridique (articles 48 et 49) de mettre en place, dans les agglomérations et les zones pour lesquelles un plan de protection de l'atmosphère (PPA) est adopté, en cours d'élaboration ou en cours de révision, des zones de restriction permanentes, appelées Zones à Circulation Restreinte (ZCR). La zone peut concerner une ville entière (ex : Paris intra-muros) ou une partie de la ville (ex : centre-ville). Il s'agit d'une mesure similaire à celle des Low Emission Zones en Europe⁴¹.

Le décret 2016-847 du 28 juin 2016 fixe actuellement pour les collectivités les modalités d'élaboration de la ZCR, ainsi que les dérogations et les sanctions applicables. L'élaboration de la ZCR, créée par un arrêté local, doit être prédéfinie par une étude environnementale comportant les éléments suivants :

- Un état initial de la qualité de l'air sur la zone concernée ;
- Une évaluation de la population concernée par les dépassements ou le risque de dépassement des normes de qualité de l'air ;
- Une évaluation des émissions de polluants atmosphériques dues au transport routier sur la zone concernée ;
- Une évaluation de la proportion de véhicules concernés par les restrictions et, le cas échéant, les dérogations prévues ;
- Une évaluation des réductions des émissions de polluants atmosphériques attendues par la création de la zone à circulation restreinte.

L'assemblée nationale a définitivement adopté le 19 novembre 2019 la loi d'orientation des mobilités (dite LOM), publiée au journal officiel le 26 décembre 2019. Dans l'objectif d'accompagner la transition écologique dans le domaine de la mobilité, ce texte prévoit la mise en place de plusieurs mesures d'ordre réglementaire, fiscal, financier et incitatif dont la mise en place de Zones à Faibles Emissions mobilité (ZFE-m) qui remplaceront les zones à circulation restreinte (ZCR)⁴² prévues par la loi n°2015-992 et mises en application par le décret n°2016-847. Celles-ci seront rendues obligatoires avant le 31 décembre 2020 dans les agglomérations et les zones pour lesquelles un plan de protection de l'atmosphère (PPA) est adopté, en cours d'élaboration ou en cours de révision, et dans lesquelles les normes de qualité de l'air en vigueur ne sont pas respectées de manière régulière.

⁴⁰ Cf. synthèse des études de faisabilité réalisées par sept collectivités françaises : <https://www.ademe.fr/zones-dactions-prioritaires-lair-zapa-synthese-etudes-faisabilite-realisees-sept-collectivites-francaises>

⁴¹ Le Cerema a publié en juin 2018 une fiche pratique sur les zones à circulation restreinte (ZCR), dans la série "Savoirs de base en sécurité routière", qui apporte des éléments de compréhension pour accompagner les collectivités dans la mise en œuvre d'une ZCR/ZFE.

⁴² Cf. https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2018.10.08_DP_DeploiementZFE_vdef.pdf

Un texte réglementaire doit maintenant être publié pour définir plus précisément cette notion de « dépassements réguliers ». A ce jour (avril 2020), un projet de décret a été mis en consultation publique⁴³.

Afin d'être autorisés à circuler dans ces zones, les propriétaires de véhicule doivent s'équiper d'une vignette Crit'Air à apposer sur le pare-brise de leur véhicule afin d'être identifiés. Il s'agit d'un certificat individuel sécurisé valable pour toute la durée de vie du véhicule. Les vignettes Crit'Air distinguent les véhicules en six catégories différentes selon leur type de motorisation (électrique, essence, diesel) et leur date de première immatriculation. Les informations relatives aux modalités de contrôle et aux vignettes Crit'Air sont présentées dans le chapitre 3.6.

Les vignettes Crit'Air n'ont pas été prévues uniquement pour les ZFE-m. Elles permettent également la mise en place de restrictions « temporaires » de circulation qui n'entrent en vigueur que sous certaines conditions (pics de pollution), par arrêté motivé. Lorsque ces restrictions temporaires sont mises en œuvre, elles sont généralement appelées « Circulation différenciée ». La zone peut concerner une agglomération ou un ensemble de communes. De plus, cette zone « temporaire » peut recouvrir une ZFE-m permanente et avoir des conditions de circulation plus restrictive que cette dernière. Par exemple, la circulation interdite aux véhicules sans vignette et possédant une vignette Crit'Air 5 dans une ZFE-m permanente peut devenir plus restrictive pendant un pic de pollution au NO₂ ou aux PM₁₀ avec l'interdiction de circulation également des véhicules possédant une vignette Crit'Air 4⁴⁴.

2.11.2. Dérogations

Il existe deux types de dérogations : les dérogations nationales, communes à l'ensemble des ZFE-m françaises et les dérogations locales, où des disparités peuvent exister entre les territoires.

Les dérogations nationales sont listées dans l'article R2213-1-0-1 du code général des collectivités territoriales :

- Aux véhicules d'intérêt général au sens de l'article R. 311-1 du code de la route ;
- Aux véhicules du ministère de la défense ;
- Aux véhicules affichant une carte « mobilité inclusion » comportant la mention « stationnement pour les personnes handicapées » délivrée sur le fondement de l'article L. 241-3 du code de l'action sociale et des familles ou une carte de stationnement pour personnes handicapées délivrée sur le fondement de l'article L. 241-3-2 du même code dans sa rédaction antérieure au 1er janvier 2017 ;
- Aux véhicules de transport en commun de personnes à faibles émissions au sens de l'article L. 224-8 du code de l'environnement ;
- Aux véhicules de transport en commun, au sens de l'article R. 311-1 du code de la route, assurant un service de transport public régulier qui figurent dans une des classes définies par l'arrêté établissant la nomenclature des véhicules classés en fonction de leur niveau d'émission de polluants atmosphérique, pris en application du II de l'article R. 318-2 du même code, lorsque cette classe vient à faire l'objet d'une interdiction partielle ou totale de circulation dans la zone en cause, pendant une période comprise entre trois et cinq ans suivant la date à laquelle cette interdiction est entrée en vigueur. La durée pendant laquelle il est fait exception à l'interdiction de circulation peut varier selon les catégories de véhicules, les moins polluantes pouvant bénéficier d'exceptions plus longues. Elle est déterminée par un arrêté conjoint des ministres chargés de l'environnement et des transports.

Les dérogations locales peuvent être accordées par le maire (ou par le président de l'établissement public de coopération intercommunale à fiscalité propre lorsque celui-ci dispose du pouvoir de police de la circulation). Cette autorité doit alors délivrer un justificatif précisant les conditions de validité des dérogations, le périmètre sur lequel elles s'appliquent et leur durée de validité, laquelle ne peut excéder trois ans.

L'ensemble des dérogations doivent être fixées dans l'arrêté municipal qui instaure la mise en place des restrictions de circulation.

⁴³ Cf. <http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/projet-de-decret-relatif-au-non-respect-de-maniere-a2143.html>

⁴⁴ Classement Crit'Air du véhicule le plus émissif au véhicule le moins émissif : Crit'Air 5 > Crit'Air 4 > Crit'Air 3 > Crit'Air 2 > Crit'Air 1

2.11.3. Ville de Paris

La maire de Paris Anne Hidalgo a soumis au Conseil de Paris, les 9 et 10 février 2015 un projet anti-pollution contenant plusieurs mesures accompagnant les usagers vers des mobilités moins polluantes, dont la mise en place d'une ZCR dans Paris intra-muros. La première LEZ française a ainsi été mise en place le 1^{er} septembre 2015 à Paris et concernait uniquement les bus, cars et poids lourds antérieurs au 1^{er} octobre 2001 (c'est-à-dire les véhicules pré-Euro, Euro 1 ou Euro 2, les vignettes Crit'Air n'étant pas encore créées à ce moment)⁴⁵, interdits de circuler dans Paris intra-muros du lundi au vendredi de 8h00 à 20h00. Cette mesure de restriction de la circulation a été étendue à partir du 1^{er} juillet 2016 à l'ensemble des catégories de véhicules motorisés (VP, VUL, 2RM). Ces mesures ont été adoptées dans le cadre d'un dispositif transitoire mis en place dans la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (article 49).

Depuis le 1^{er} juillet 2017, l'interdiction de circulation est établie, conformément à l'article 48 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, par arrêté⁴⁶. Elle est établie pour une durée de 5 ans dans Paris intra-muros (environ 86 km²)⁴⁷. Les poids lourds, autobus et autocars de catégorie Crit'Air 5, ainsi que les véhicules antérieurs sans vignette, sont interdits de circulation tous les jours de 8h00 à 20h00. Les véhicules utilitaires légers (VUL) et les véhicules particuliers (VP) de catégorie 5 et sans vignette ne peuvent pas circuler du lundi au vendredi de 8h00 à 20h00, exceptés les jours fériés. Les deux-roues motorisés antérieurs au 1^{er} janvier 2000 (c'est-à-dire sans vignette) sont également interdits du lundi au vendredi de 8h00 à 20h00, exceptés les jours fériés. Cette restriction est amenée à se durcir au fil des années afin d'exclure progressivement de la zone les véhicules les plus polluants. Ainsi depuis le 1^{er} juillet 2019 les véhicules possédant une vignette Crit'Air 4 sont désormais également interdits de circulation. Cette restriction concernera les véhicules Crit'Air 3 en 2022, en enfin Crit'Air 2 en 2024 afin d'atteindre l'objectif « zéro diesel » fixé par la Ville.

En parallèle, la ville de Paris a mis en place un certain nombre d'aides pour accompagner les particuliers et professionnels (cf. paragraphe 5.6.1) empruntant la zone vers des mobilités moins émissives. Par ailleurs, plusieurs dérogations existent et sont précisées dans l'arrêté. La ZFE ne s'applique pas sur la totalité de la durée de l'arrêté (5 ans) aux véhicules portant une carte de stationnement pour personnes handicapées (prévue par l'article L. 241-3 ou L. 241-3-2 du Code de l'action sociale et des familles) ou sur une durée de 3 ans (à compter du 1^{er} juillet 2017) aux véhicules des professionnels effectuant des opérations de déménagement munis d'une autorisation délivrée par l'autorité compétente. La liste complète des dérogations accordées pour la ZFE parisienne est présentée en Annexe 7.

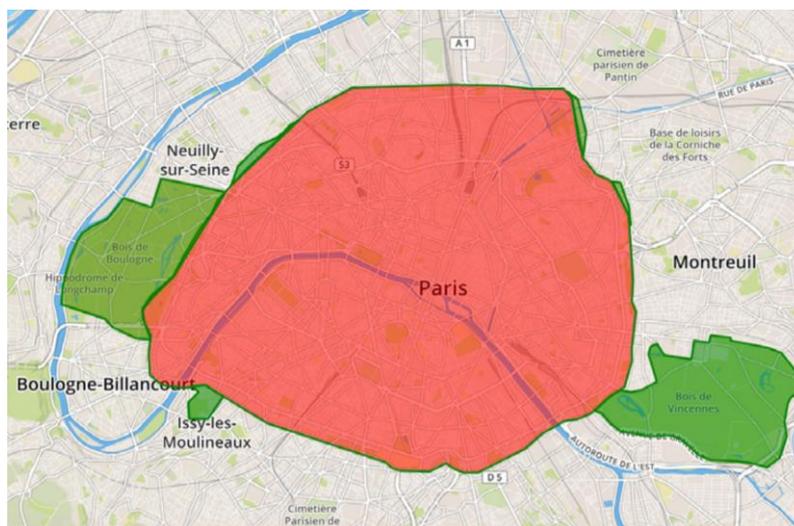


Figure 24 : Périmètre de la ZFE de la ville de Paris

En rouge la zone concernée par la ZFE, en vert la zone non concernée (source : DRIEE Ile-de-France)

⁴⁵ La classification utilisée pour identifier les véhicules les plus polluants est la nomenclature réglementaire basée sur l'arrêté du 3 mai 2012. Cette classification, fonction du niveau réglementaire d'émission de gaz polluants et de particules concerne tous les types de véhicules : 2-roues, voitures particulières, camionnettes, poids-lourds, autobus et autocars. Elle a été abrogée par la nouvelle classification parue dans l'arrêté du 21 juin 2016 établissant la nomenclature des véhicules classés en fonction de leur niveau d'émission de polluants atmosphériques en application de l'article R. 318-2 du code de la route.

⁴⁶ Cf. Arrêté n°2017 P 0007 du 14 janvier 2017, publié au Bulletin municipal officiel de la ville de Paris le 20 janvier 2017.

⁴⁷ L'interdiction fixée ne s'applique pas au niveau du boulevard périphérique (intérieur et extérieur), du bois de Boulogne et du bois de Vincennes ainsi qu'à un certain nombre de voies dans la ville (la liste des voies non concernées est fournie en annexe de l'arrêté n°2017 P 0007).

2.11.4. Métropole du Grand Paris

Le Conseil de la Métropole du Grand Paris a adopté le 12 novembre 2018 le projet de mise en place d'une Zone à Faibles Emissions (ZFE) métropolitaine afin d'interdire la circulation des véhicules Crit'Air 5 et non classés à l'intérieur du périmètre de l'A86 à partir du 1^{er} juillet 2019. Les poids-lourds sont interdits à la circulation tous les jours de 8h00 à 20h00 tandis que les autres véhicules (VP, VUL, 2RM) sont interdits à la circulation du lundi au vendredi de 8h00 à 20h00. Il est prévu un calendrier progressif d'interdiction de circulation des véhicules selon leur vignette Crit'Air avec l'ajout des véhicules Crit'Air 4 à partir de janvier 2021, puis Crit'Air 3 à partir de juillet 2022 et Crit'Air 2 à partir de janvier 2024.

Le périmètre de la ZFE devait initialement couvrir 79 communes dont 43 en intégralité et 36 partiellement (communes traversées par l'A86) et concerner 5,61 millions d'habitants. La Métropole du Grand Paris précise que cette restriction concernera « un total de 118 000 véhicules immatriculés soit moins de 1 % de l'ensemble du parc roulant »⁴⁸. Finalement, à la date de rédaction de ce rapport, 45 communes sur les 79 prévues se sont engagées à appliquer la mesure à la date prévue et ont donc signé un arrêté municipal d'application ce qui couvre une zone d'environ 220 km² (hors Paris intramuros, cf. figure suivante). Parmi les 35 villes restantes non engagées à ce jour, 5 ont annoncé leur adhésion à la ZFE à l'avenir car elles ne souhaitent pas mettre en place la ZFE dès le 1^{er} juillet 2019. C'est le cas par exemple de la ville de Suresnes qui souhaite commencer sa mise en œuvre à partir de 2021. De plus, quatre communes non concernées initialement par le périmètre intra A86 défini pour la ZFE-m souhaitent également mettre en œuvre ces mesures de restriction sur leur territoire (Boissy-Saint-Léger, Neuilly-Plaisance, Stains et Villemomble).



Figure 25 : Périmètre de la ZFE de la Métropole du Grand Paris au 19/12/2019
Source : Métropole du Grand Paris

Comme la ville de Paris, la Métropole du Grand Paris a mis en place des aides financières pour inciter notamment les particuliers et professionnels à remplacer leur véhicule thermique non conforme par un véhicule neuf ou d'occasion conforme aux critères d'entrée dans la ZFE-m (cf. paragraphe 0 pour plus d'informations).

⁴⁸ Métropole du Grand Paris, 2018. Le Conseil de la Métropole du Grand Paris adopte la mise en place d'une Zone à Faibles Emissions (ZFE). Communiqué de presse. 12 novembre 2018.

Par ailleurs, la Métropole du Grand Paris précise sur son site internet que « la MGP commencera par des contrôles aléatoires et pédagogiques qui seront mis en place pour expliquer ce qu'est la ZFE et comment être financièrement accompagné pour changer de véhicule. Les verbalisations n'interviendront que fin 2021 au moment où les restrictions de Crit'Air seront harmonisées entre la Métropole et la ville de Paris de telle sorte qu'à ce moment les contraventions puissent être appliquées ».

NB : cet état de l'art comptabilise actuellement deux LEZ en Ile-de-France. Bien que la ZFE-m du Grand Paris corresponde à une extension géographique de la ZFE-m de Paris, elles sont indépendantes l'une de l'autre dans la mesure où leur gouvernance est différente ainsi que leurs restrictions. En effet, depuis le démarrage de la ZFE du Grand Paris au 1^{er} juillet 2019 la circulation est interdite aux véhicules Crit'Air 5 et non classés selon les plages horaires dédiées tandis que dans la ville de Paris la circulation est interdite jusqu'aux véhicules Crit'Air 4. Ce décompte pourra être mis à jour lorsque les restrictions des véhicules seront harmonisées entre la Métropole du Grand Paris et la ville de Paris (interdiction de circulation des véhicules Crit'Air 4) et que la zone couvrira une surface ininterrompue.

2.11.5. Grenoble Alpes Métropole

Historiquement, la ville de Grenoble a mis en place une expérimentation entre le 1^{er} janvier 2017 et le printemps 2019 appelée « ZCR Marchandises » qui permettait une restriction de la circulation des véhicules utilitaires légers et des poids-lourds sans vignette dans une partie de la ville (cf. figure ci-après), du lundi au vendredi, de 6h00 à 19h00. Les véhicules qui circulaient sans autorisation s'exposaient à une amende de classe 1 (11 euros, majorée à 33 euros en cas de retard de règlement supérieur à 45 jours). Réglementairement, cette restriction de circulation n'était pas considérée officiellement comme une ZCR au sens de la LTECV car la ville n'avait pas fourni d'étude de préfiguration (cf. paragraphe 2.11.1). Cependant, cette expérimentation a été comptabilisée dans le cadre de cette étude comme une LEZ à partir de janvier 2017 car elle disposait de toutes les caractéristiques (cf. paragraphe 2.1).



Figure 26 : Périmètre de la « ZCR marchandises » de la ville de Grenoble entre 2017 et 2019

Source : Ville de Grenoble

Depuis le 2 mai 2019, cette restriction de circulation a été élargie à l'ensemble de la ville mais également sur l'ensemble de 10 communes de l'agglomération grenobloise (Bresson, Échirolles, Eybens, Grenoble, La Tronche, Poisat, Pont-de-Claix, Saint-Egrève, Saint-Martin d'Hères, Saint-Martin-le-Vinoux), en respectant le cadre juridique national. L'interdiction concerne toujours les véhicules utilitaires légers et poids lourds « non classés » et Crit'Air 5, mais les plages horaires d'interdiction couvrent aujourd'hui une mise en œuvre 7 jours sur 7 et 24h sur 24.

Depuis février 2020, cette restriction de circulation a de nouveau été élargie à l'échelle de la métropole pour couvrir 17 villes supplémentaires soit 27 communes au total (hors A480, A48, RN481, RN87, RN85) représentées sur la figure suivante. La restriction s'étend désormais sur une zone d'environ 266 km².

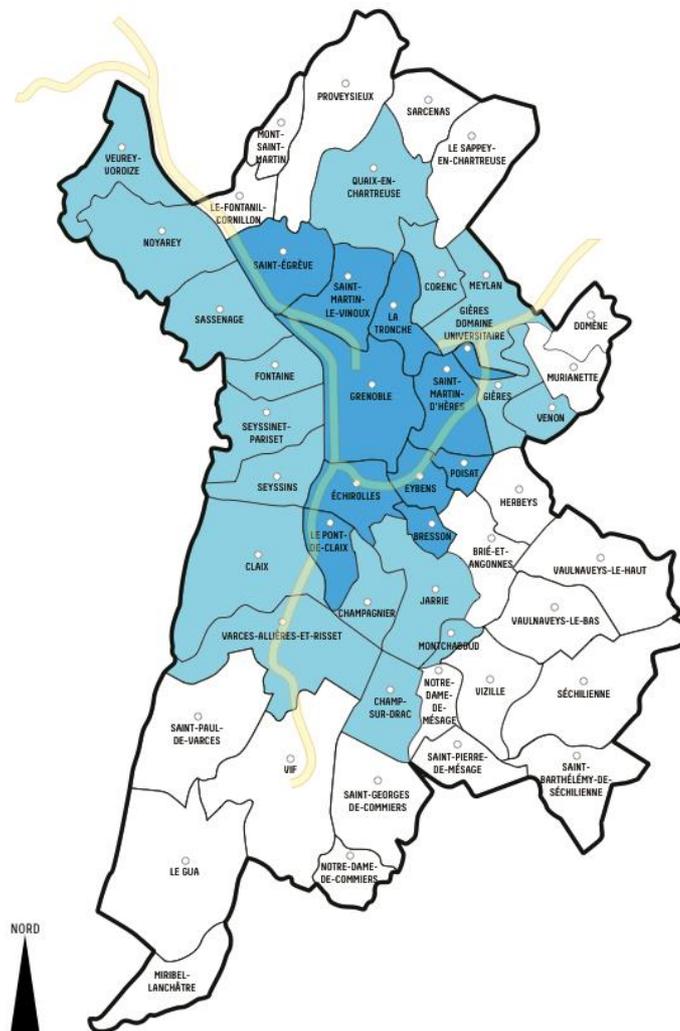


Figure 27 : Evolution du périmètre de la ZFE de Grenoble Alpes Métropole depuis 2019
 En bleu foncé les communes concernées par la ZFE depuis mai 2019 ; en bleu clair les communes concernées par la ZFE depuis février 2020 (source : Grenoble Alpes Métropole)

Comme pour la ville de Paris et la métropole du Grand Paris, il est prévu une interdiction de plus en plus stricte chaque année, avec une restriction de circulation supplémentaire dans la zone des véhicules Crit’Air 4 à partir du 1^{er} juillet 2020, Crit’Air 3 en 2022 et Crit’Air 2 en 2025.

2.11.6. Ville de Strasbourg

Depuis le 1^{er} septembre 2018, la ville de Strasbourg a mis en place un panel de mesures sur l'ensemble du territoire de la Grande-Île (environ 0,76 km², cf. figure suivante) pour les véhicules de transport de marchandises (VUL et PL). L'ensemble des PL dont le PTAC est supérieur à 7,5 tonnes ainsi que les VUL et PL Crit'Air 5 et non classés sont interdits de circulation⁴⁹. Les autres véhicules de transports de marchandises (Crit'Air 1 à 4) sont autorisés à circuler de 6h00 à 10h30, les véhicules électriques et roulant au GNV de 6h00 à 11h30. Depuis le 1^{er} septembre 2019 un renforcement de l'interdiction de circuler dans la zone pour les véhicules Crit'Air 4 a eu lieu.



Figure 28 : Périmètre des nouvelles mesures « livraison » à Strasbourg

Source : ORT&L Grand Est. Compte rendu de la réunion de la commission Transports & Environnement du 19 juin 2018

Les critères de sélection d'une LEZ définis par l'ADEME au chapitre 2.1 permettent de comptabiliser cette mesure strasbourgeoise en tant que telle, cependant elle n'est pas considérée en France comme une ZFE-m d'un point de vue réglementaire puisque des distinctions subsistent entre cette mesure et les critères nationaux d'instauration d'une ZFE-m (cf. chapitre 2.11.1). De ce fait, le montant des amendes en cas d'infraction aux règles de circulation n'est pas le même que pour les autres LEZ en France, le support juridique étant différent (cf. paragraphe 3.8.2).

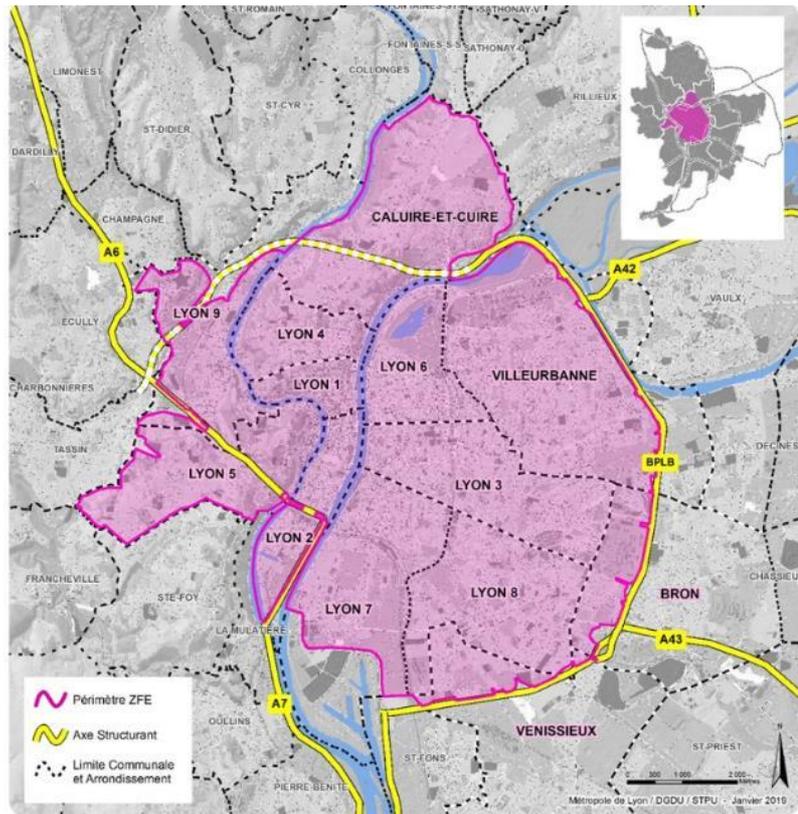
L'Eurométropole de Strasbourg devrait mettre en œuvre une ZFE-m au sens réglementaire sur une partie de son territoire à partir du 1^{er} janvier 2021, où dans un premier temps seuls les véhicules non classés seront interdits de circulation et stationnement dans la zone. Contrairement à la LEZ actuelle, les restrictions de circulation devraient concerner l'ensemble des véhicules (PL, VUL, VP, 2RM) et un territoire beaucoup plus large. A partir du 1^{er} janvier 2022 cette interdiction devrait concerner également les véhicules Crit'Air 5 puis entre 2023 et 2030 une interdiction progressive des véhicules Crit'Air 4, 3 et 2 afin que seuls les véhicules Crit'Air 1 soient autorisés à circuler et stationner dans la ZFE-m⁵⁰.

⁴⁹ Source : <https://www.strasbourg.eu/nouvelles-regles-de-livraison-au-centre-ville>

⁵⁰ Source : <https://www.strasbourg.eu/zone-faibles-emissions>

2.11.7. Métropole du Grand Lyon

La Métropole du Grand Lyon s'est engagée en 2016 dans la mise en œuvre du Plan Oxygène, un plan d'actions couvrant plusieurs secteurs (résidentiel, transport...) destiné à améliorer la qualité de l'air dont la création d'une Zone de Faibles Emissions mobilité (ZFE-m) sur une partie du territoire de la Métropole. La ZFE-m, qui a démarré au 1^{er} janvier 2020, comprend la ville de Lyon (excepté quelques rues des 5^e, 7^e et 9^e arrondissements), la ville de Caluire-et-Cuire et les secteurs de Villeurbanne, Bron et Vénissieux situés à l'intérieur du boulevard périphérique (environ 66 km², cf. figure ci-dessous). Elle couvre un territoire d'environ 1,3 million d'habitants pour une mise en œuvre 24h sur 24, 7 jours sur 7.



Ci-contre :
Figure 29 : Périmètre de la ZFE de la métropole du Grand Lyon
Source : Métropole de Lyon

La circulation et le stationnement dans la zone sont interdits aux PL et VUL possédant une vignette Crit'Air 4, 5 ou qui sont « non classés ». A partir du 1^{er} janvier 2021, l'accès à la ZFE devrait être interdit aux véhicules utilitaires légers et poids lourds munis d'une vignette Crit'Air 3, 4, 5 ou qui sont « non classés ». Les véhicules particuliers et les deux-roues motorisés ne sont pas concernés par la mesure.

En plus des dérogations nationales (cf. paragraphe 2.11.2), deux types de dérogations locales ont été mises en place pour permettre à certaines catégories de véhicules de circuler et stationner librement dans la ZFE :

- Celles bénéficiant d'une dérogation pour une période de 3 ans, comme par exemple les véhicules frigorifiques, les bétonnières ou les camions benne.
- Celles bénéficiant d'une dérogation à caractère temporaire étudiée individuellement, comme par exemple les véhicules utilisés par les entreprises en état de cessation de paiement ou les véhicules d'approvisionnement des marchés.

Concernant cette dernière catégorie, les propriétaires concernés doivent faire une démarche de demande de dérogation auprès du guichet unique de la ZFE pour chaque véhicule (si ce dernier remplit au préalable les critères d'éligibilité).

Les demandes et les durées des dérogations sont instruites individuellement. La durée d'une dérogation temporaire ne peut excéder 12 mois et est renouvelable seulement 1 fois. Si cette demande est validée, le propriétaire du véhicule doit apposer la vignette ci-contre de façon visible derrière le pare-brise du véhicule concerné par la dérogation, accompagnée de sa vignette Crit'Air.



Figure 30 : Vignette de dérogation à caractère temporaire (ZFE Lyon)
Source : Métropole de Lyon

2.12. Italie

2.12.1. Généralités

L'article 3 du code de la route italien (1992) définit la « Zona a traffico limitato » (ZTL), qui peut être traduit par zone à trafic limité, comme une zone où l'accès et la circulation des véhicules sont limités à des heures préétablies ou à des catégories spécifiques de véhicules ou d'utilisateurs.

L'article 7 indique que les municipalités, par résolution du conseil, peuvent mettre en place une mesure de restriction de la circulation au titre de la prévention de la pollution atmosphérique (ainsi que pour la « protection des trésors nationaux ayant une valeur artistique, environnemental et naturel »). Les municipalités définissent les ZTL en tenant compte de l'effet du trafic sur la sécurité routière, la santé, le patrimoine environnemental et culturel, etc. En cas d'urgence, la mesure peut être adoptée par le maire lui-même. Cet article 7 précise que les municipalités peuvent subordonner l'entrée ou la circulation des véhicules à moteur dans la ZTL au paiement d'une somme. Enfin, il précise que les municipalités peuvent réserver les routes à la circulation des véhicules pour les services de transport en commun afin de faciliter la mobilité urbaine.

Une directive ministérielle de 1997 (n°3816) précise les modalités d'application de la possibilité de faire payer la circulation ou l'accès dans la zone à trafic limité. Elle indique notamment les prérequis pour la commune (instaurer une ZTL, établir un plan de circulation, vérifier que la tarification prévue permettra d'atteindre les objectifs du plan de circulation). Il y est également fait mention des différentes possibilités de collecte de la taxe (redevance annuelle, acquittement journalier), de la nécessité d'identifier les véhicules, des véhicules ou usagers qui peuvent bénéficier d'un tarif réduit voire d'une dérogation totale (c'est notamment le cas des cyclomoteurs et des résidents).

Ainsi en Italie, une zone à trafic limité est une portion de la ville où la circulation des véhicules n'est pas complètement interdite mais subordonnée à des conditions précises qui peuvent prendre différentes formes dont la délivrance d'un permis d'accès, l'acquittement d'une taxe... Une ZTL peut donc recouvrir :

- L'interdiction de circulation pour les véhicules les plus polluants (Low Emission Zone)
- Le péage urbain
- L'autorisation de circulation uniquement pour certains usages (livraison par exemple) ou certaines catégories de la population (par exemple résidents d'un quartier, détenteurs d'un permis d'accès qui peut être payant)⁵¹

Par ailleurs, certaines villes possèdent une ZTL combinant une LEZ et un péage urbain. C'est le cas de Palerme par exemple.

En avril 2020, 117 LEZ sont dénombrées en Italie, représentant un total de 676 communes (la LEZ de Lombardie regroupe à elle seule 570 communes, cf. paragraphe 2.12.4).

Les catégories de véhicules concernés diffèrent également selon les LEZ, certaines ne s'appliquant qu'aux véhicules commerciaux ou aux deux-roues. Les caractéristiques par catégorie de véhicule peuvent aussi différer d'une LEZ à une autre (norme Euro, année de construction du véhicule).

Les Low Emission Zones ont commencé à être mise en œuvre avec les régions du Nord de l'Italie (Lombardie, Piémont, Tyrol du Sud, Emilie-Romagne, Trentin et Ombrie), qui ont un accord régional indiquant que des mesures de lutte contre la pollution atmosphérique doivent être prises si les valeurs limites européennes de la qualité de l'air ne sont pas respectées. Cet accord peut être assimilé à un plan d'actions et les mesures en faveur de la qualité de l'air incluent les LEZ, des aides financières pour des véhicules plus propres, l'amélioration du réseau de transport public, des restrictions de combustion du bois, etc. Les règles pour les différentes LEZ sont donc généralement définies dans le cadre d'un règlement régional.

D'autres régions italiennes mettent également en œuvre des LEZ. En général, tous les véhicules de moins de 3,5 tonnes peuvent être concernés, ce qui inclut les 2-roues motorisés. Chaque région a des programmes similaires mais les détails et les normes varient (de même que le niveau de coordination par l'autorité régionale).

⁵¹ Plus d'informations sur ce dispositif via l'étude de l'ADEME téléchargeable à l'adresse suivante : <https://www.ademe.fr/zones-a-traffic-limite-ztl-europe>

Historiquement, les véhicules qui étaient généralement interdits dans les LEZ répondaient à des normes basses : principalement Euro 3 pour les véhicules diesel, Euro 1 pour les véhicules essence et Euro 1 ou Euro 2 pour les 2-roues. Cependant après plusieurs années sans évolution, de nombreuses LEZ ont désormais des conditions de restrictions plus strictes (véhicule essence Euro 2, véhicules diesel Euro 4). C'est le cas notamment d'un certain nombre de LEZ dans la région d'Emilie Romagne.

Les LEZ doivent fonctionner au minimum 3 heures pour les véhicules commerciaux, 6 heures pour les véhicules à usage privé. De plus en plus, les LEZ fonctionnent 24 heures sur 24 afin d'augmenter leur impact sur la qualité de l'air et ainsi favoriser le respect des valeurs limites européennes. L'information du public était au départ très partielle mais tend à s'améliorer. Cependant, il n'y a toujours pas de site internet national sur les LEZ ou de portail d'information. Les différences de fonctionnement des LEZ au sein d'une même région sont très importantes et même si elles tendent dorénavant à s'harmoniser pour un certain nombre de régions, cela nuit à la qualité de la communication sur le sujet.

2.12.2. Dérogations

Les dérogations italiennes sont différentes d'une LEZ à l'autre. Cependant dans la grande majorité des cas, les exemptions de véhicules sont nombreuses. Parmi celles qui reviennent le plus souvent, on peut citer les dérogations suivantes :

- Les véhicules historiques
- Les véhicules alimentés par GPL
- Les véhicules électriques et hybrides
- Les véhicules de police et les véhicules d'urgence
- Les véhicules fournisseurs d'eau, gaz, ascenseurs, chauffage et climatisation
- Les véhicules de sécurité et de la régulation du trafic
- Les véhicules de transport public
- Les bennes à ordures
- Les véhicules pour conducteurs handicapés
- Véhicules de transport de marchandises périssables
- Véhicules de transport de journaux
- Véhicules de transport de courrier
- Véhicules de transport de médicaments
- Véhicules de transport de personnes assistant à des funérailles ou des mariages

Le nombre d'exemptions/dérogations accordées dans une LEZ est un facteur influençant le succès de la mesure. Il doit être suffisant pour l'acceptabilité sociale de la mesure et raisonnable pour ne pas diminuer l'impact positif de la LEZ sur la qualité de l'air.

2.12.3. Cas de Milan

Milan dispose d'un système combiné de péage urbain et Low Emission Zone.

Le premier péage urbain de Milan, appelé **Ecopass**, était une expérimentation ayant débuté le 2 janvier 2008. Cette expérimentation a été prolongée durant trois années successives. L'objectif premier était d'améliorer la qualité de l'air par le biais d'un péage dont le tarif était fonction de critères Euro avec un accès gratuit aux véhicules les moins polluants (électriques et hybrides). En 2011, l'objectif du dispositif a été réorienté vers une réduction du trafic dans la zone, tout en conservant un objectif environnemental. Ainsi, les tarifs de ce « second » péage urbain ont évolué.

A l'issue d'un referendum de 2011, un projet de nouveau péage urbain, appelé **Area C**, a été approuvé par presque 80 % de la population. L'Area C a pour objectif de diminuer de moitié le trafic et la pollution dans le centre de Milan par le développement d'une mobilité durable notamment via des transports en commun plus performants. Ce nouveau péage urbain a démarré le 16 janvier 2012. Il reprend l'ensemble des installations et du fonctionnement organisationnel de l'Ecopass :

- La zone concerne le cœur historique de la ville et couvre une superficie de 8,2 km² (4,5 % de la superficie de la ville de Milan). Cette zone intra-muros a été choisie car elle est le point de passage de plus de 12 % des déplacements quotidiens de l'ensemble des déplacements de la ville de Milan (contre seulement 4,5 % de sa superficie). De plus, elle est la zone la plus desservie par les transports en commun.

- Le contrôle se fait par vidéosurveillance (43 portiques électroniques munis de caméras relevant le numéro d'immatriculation puis comparaison à un fichier des véhicules inscrits).
- Le péage est en fonctionnement du lundi au vendredi, de 7h30 à 19h30 sauf les jeudis et jours fériés où les horaires de fonctionnement sont de 7h00 à 18h00.

Les principaux critères de l'Area C sont décrits dans le tableau ci-dessous :

Area C (depuis janvier 2012)	
Objectif	1°) Décongestion 2°) Environnemental
Standard minimum des véhicules autorisés	<p>Pour tous véhicules inférieurs à 7,5 m :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2-roues motrices Euro 1 - bus publics Euro 3 - véhicules utilitaires légers Euro 4 avec filtre à particules - véhicules utilitaires légers Euro 0 à 3 avec retrofit - poids lourds Euro 4 avec filtre à particules <p>A partir du 01/10/2019 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2-roues motrices Euro 1 - bus publics Euro 3 - véhicules utilitaires légers Euro 4 avec filtre à particules - poids lourds Euro 4 avec filtre à particules <p>A partir du 01/10/2020 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2-roues motrices Euro 1 - bus publics Euro 3 - véhicules utilitaires légers Euro 5 - poids lourds Euro 5
Dérogations	<ul style="list-style-type: none"> - les véhicules électriques 24h/24 et 7j/7 - les véhicules hybrides 24h/24 et 7j/7 (jusqu'au 15/10/2019) - de 8h00 à 10h00 du lundi au vendredi : véhicules réfrigérés ou aérés, corbillards, transports de marchandises alimentaires pour les commerces ouvrant après 9h00 et les restaurants, véhicules de transport de fleuristes, véhicules de transports de matériel médical d'urgence, véhicules de services de sociétés situés dans l'Area C, véhicules de services d'urgence
Tarifs	<p>Tarif journalier standard : 5 EUR</p> <p>Tarif véhicules résidents : 2 EUR</p> <p>Tarif véhicules de service enregistrés : 3 EUR</p> <p>Tarif véhicules de service non enregistrés : 5 EUR</p> <p>Tarif véhicules de plus de 8 m : 40 EUR (si transports d'enfants : 15 EUR)</p> <p>Tarif véhicule entre 8 m et 10,5 m : 65 EUR (si transports d'enfants : 25 EUR)</p> <p>Tarif véhicule supérieur à 10,5 m : 100 EUR (si transports d'enfants : 40 EUR)</p>

Tableau 8 : Caractéristiques de l'Area C à Milan

De plus, la LEZ de Milan s'inscrit dans la LEZ régionale de Lombardie (cf. paragraphe suivant).

Les conditions d'accès dans la LEZ milanaise sont complémentaires à celles de la LEZ régionale. L'Area C impose notamment de façon permanente un accès plus contraignant aux véhicules utilitaires légers et aux poids lourds de norme inférieure à Euro 4 tandis que la LEZ lombarde impose de façon permanente une restriction sur les voitures particulières, les autobus/autocars et les deux-roues motorisés.

Enfin, un troisième dispositif de restriction (appelé Area B) a été lancé le 25 février 2019 et couvre la majorité de la ville de Milan (superficie d'environ 129 km²). Ce dispositif concerne toutes les catégories de véhicules : voitures particulières, véhicules utilitaires légers, 2-roues motorisés (cyclomoteurs, motos à 2 temps, motos à 4 temps), autobus et grands véhicules de transport...



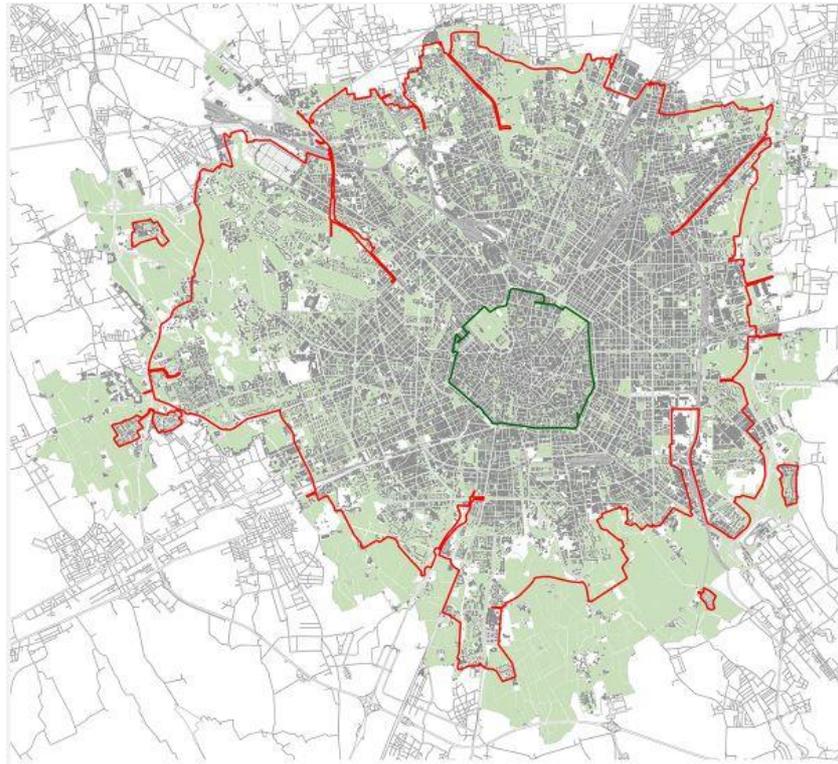


Figure 31 : Délimitation de l'Area C (en vert) et l'Area B (en rouge) de Milan

Source : http://www.comune.milano.it/wps/portal/ist/it/servizi/mobilita/Area_B

Les restrictions sont évolutives pour toutes les catégories de véhicules et sont échelonnées en 10 phases jusqu'en 2030. L'échelonnement de restriction pour les deux-roues motorisés et les véhicules lourds prendra en compte de nombreux paramètres comme les systèmes de post-traitement, les types de cylindrées, etc. En raison de la complexité de la mise en œuvre, le tableau ci-dessous récapitule uniquement pour les VP et les VUL les véhicules autorisés à circuler de l'ouverture de la LEZ à l'année 2025.

	VP		VUL	
	Essence	Diesel	Essence	Diesel
25/02/2019	Euro 1	Euro 4	Euro 1	Euro 4
01/10/2019		Euro 5		Euro 5
01/10/2020	Euro 2			
01/10/2021	Euro 3	Euro 6	Euro 3	Euro 5
01/10/2022				Euro 6
01/10/2023			Euro 3	
01/10/2024	Euro 4	Euro 6	Euro 3	Euro 6
01/10/2025				

Tableau 9 : Restrictions de circulation pour les VP et VUL de l'Area B de Milan



Low Emission Zone et péage urbain : convergences et différenciations

Globalement, une zone à faibles émissions est caractérisée par une interdiction de circulation des véhicules les plus polluants, alors qu'un péage urbain se caractérise par une taxation de tous les véhicules circulant dans un périmètre donné.

L'objectif premier de la LEZ est d'améliorer la qualité de l'air en accélérant le renouvellement du parc afin d'éliminer rapidement de la circulation les véhicules les plus anciens donc les plus polluants.

Les péages urbains sont rarement mis en œuvre avec un objectif premier d'amélioration de la qualité de l'air. L'objectif recherché est de réduire la congestion, ce qui peut avoir pour conséquence d'améliorer la qualité de l'air.

Malgré leurs différences, il existe certaines synergies entre les péages urbains et les zones à faibles émissions et les deux peuvent coexister. C'est notamment le cas de Londres (péage urbain dans le centre et Low Emission Zone du Grand Londres) et de Milan (Area C).

Plus d'informations sur les péages urbains sont disponibles dans l'état de l'art réalisé par l'ADEME et mis à jour en avril 2016. Il est disponible à l'adresse suivante : <https://www.ademe.fr/etat-lart-peages-urbains>

2.12.4. LEZ régionale de Lombardie

La législation européenne et italienne prévoit la subdivision du territoire en zones et agglomérations sur lesquelles évaluer la qualité de l'air extérieur, effectuer des mesures adaptées afin d'évaluer le respect des valeurs cibles et des valeurs limites. La région de Lombardie a donc mis en œuvre cette répartition du territoire régional en novembre 2011 dans les zones et agglomérations suivantes :

- Agglomération de Bergame
- Agglomération de Brescia
- Agglomération de Milano
- Zone A – zone de plaine à forte urbanisation
- Zone B – zone de plaine
- Zone C – zone de montagne
- Zone D – zone de fond de vallée

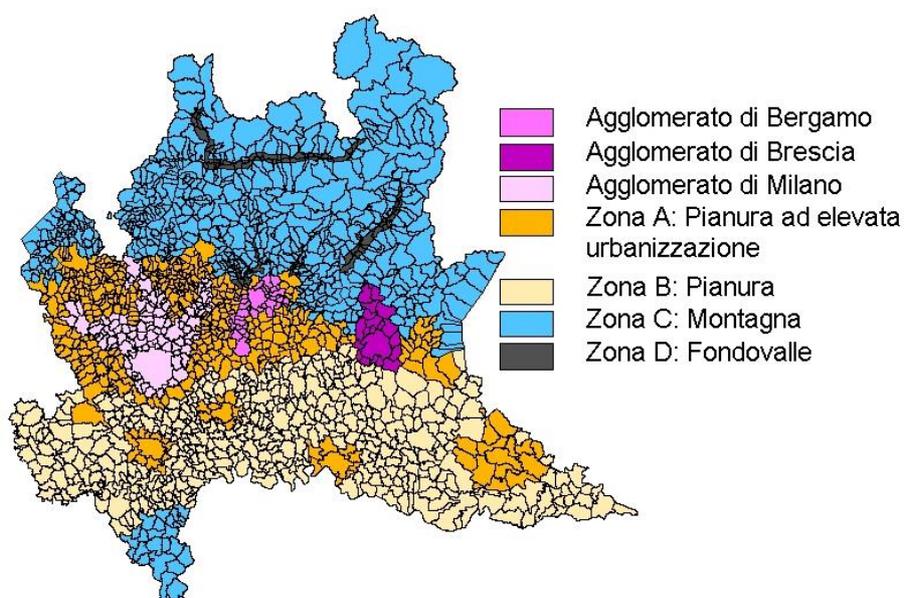


Figure 32 : Répartition du territoire régional de Lombardie pour la gestion de la qualité de l'air

Source : Agence régionale de la protection de l'environnement (<https://www.arpalombardia.it/>)



Initialement, les restrictions de circulation s'appliquaient à une partie du territoire régional correspondant aux agglomérations de Milan, Brescia et Bergame, des capitales provinciales de Pavie, Lodi, Crémone et Mantoue et d'une partie des villes de la zone A appartenant généralement à la « petite couronne » des grandes villes précitées (appelé « fascia 1 » ou bande 1 en français, regroupant 209 communes).

Le conseil régional a étendu en octobre 2014 les restrictions de circulation à l'ensemble des communes de la zone A (appelé « fascia 2 » ou bande 2 en français, regroupant 361 communes).

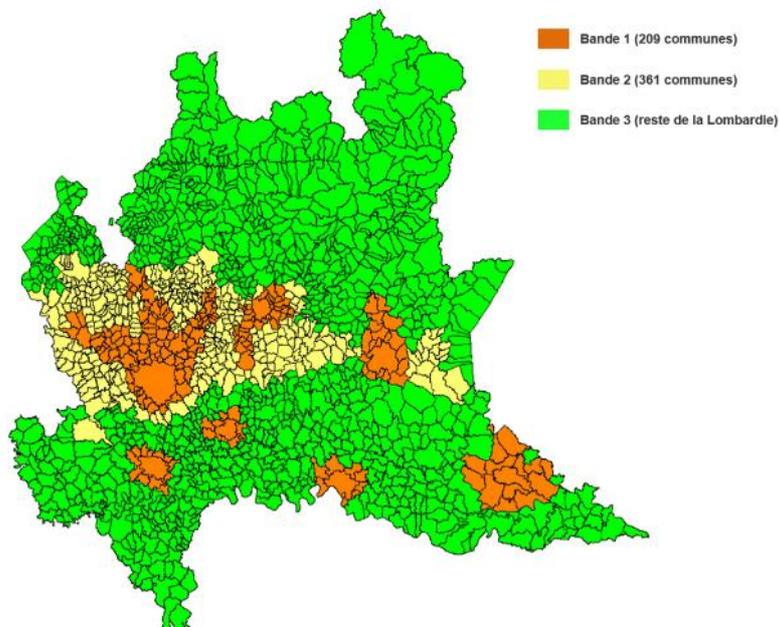


Figure 33 : Communes de Lombardie par catégorie de restriction

Source : <https://www.regione.lombardia.it/>

La mise à jour 2018 du Plan régional d'interventions pour la qualité de l'air (PRIA) a introduit de nouvelles dispositions qui ont permis d'étendre les restrictions de circulation pour les véhicules essence pré-Euro et les véhicules diesel jusqu'à Euro 2 à partir du 1^{er} octobre 2018 tout au long de l'année à l'ensemble des municipalités de la bande 1 (209 communes) et de la bande 2 (361 communes) de Lombardie. Ces restrictions sont en place du lundi au vendredi (hors vacances scolaires et jours fériés) et de 7h30 à 19h30.

Une résolution adoptée en juillet 2019 par le Conseil Régional de Lombardie étend les restrictions de circulation à partir du 1^{er} octobre 2019 pour les véhicules diesel jusqu'à Euro 3 dans les municipalités de la bande 1 et dans les municipalités de la bande 2 de plus de 30 000 habitants.

Concernant les 2-roues motorisés, l'interdiction de circulation y est :

- Permanente (365 jours de l'année, 7 jours sur 7, 24h sur 24) pour les véhicules pré-Euro dans toute la région.
- Hivernale (du 1^{er} octobre au 31 mars de chaque année), du lundi au vendredi (hors vacances et jours fériés), de 7h30 à 19h30 pour les véhicules pré-Euro et Euro 1 dans les villes de la bande 1 (soit 209 communes).

Cette interdiction de circulation s'applique également aux véhicules de type M3 (autobus, autocars) diesel jusqu'à Euro 2 de façon permanente (365 jours de l'année, 7 jours sur 7, 24h sur 24) et sur l'ensemble du territoire régional.

La réglementation régionale en vigueur précise que ces interdictions de circulation ne s'appliquent pas aux autoroutes, aux grandes routes structurantes ou tronçons de liaison entre celles-ci.

Par ailleurs, de nombreuses catégories de véhicules sont exclues de ces restrictions ou exemptées :

- véhicules électriques et hybrides
- véhicules fonctionnant au gaz naturel ou au GPL
- véhicules diesel, équipés d'un FAP garantissant une valeur d'émission de la masse de particules égale ou inférieure à la limite fixée par la norme Euro 4
- véhicules présentant un intérêt historique ou collectif
- véhicules classés comme machines agricoles
- véhicules de la police, des forces armées, des pompiers nationaux, de la Croix-Rouge italienne, des corps et services de police municipaux...
- véhicules d'urgence médicale
- véhicules certifiés, utilisés exclusivement pour le transport de personnes handicapées
- véhicules utilisés pour les services d'assistance aux personnes handicapées, munis d'une autorisation spécifique
- véhicule possédant une plaque d'immatriculation CD (corps diplomatique) ou CC (corps consulaire)
- véhicules appartenant à des entités publiques ou privées qui remplissent des fonctions de service public ou d'utilité publique ou qui effectuent des services de maintenance d'urgence
- véhicules utilisés pour le transport de personnes soumises à des maladies graves
- véhicules en utilisation « covoiturage » avec trois personnes minimum
- les véhicules d'auto-école

Les différents textes réglementaires en vigueur précisent également que :

- Les municipalités ne peuvent pas accorder de dérogations spéciales et/ou locales en dehors de celles prévues par les dispositions régionales.
- La suspension de la disposition d'interdiction de circulation peut être prononcée en raison de la survenance d'événements imprévus et exceptionnels de nature météorologique, climatique et sociale.
- Les contrôles du respect des restrictions à la circulation des véhicules sont effectués par les personnes exerçant les services de police de la circulation.
- Les limitations doivent être signalées par des panneaux appropriés conformément aux dispositions du code de la route. En l'absence du périmètre du centre habité et de l'apposition des panneaux requis par la municipalité, les limitations s'appliquent à l'ensemble du territoire municipal.

2.13. Pays-Bas

2.13.1. Cadre national pour les poids lourds

En avril 2020, treize villes néerlandaises disposent de zones à faibles émissions, appelées « milieuzone ». Les dispositions d'aménagement de ces LEZ sont intégrées au Plan National d'Actions pour la Qualité de l'Air.

Historiquement, les initiatives d'implantation de LEZ aux Pays-Bas étaient locales. Afin d'harmoniser les règles d'aménagement, le ministère de l'environnement et des transports a fait le lien entre les administrations locales et les représentants du secteur du transport et signé un accord en mars 2006. Aujourd'hui, cette convention nationale permet que toutes les villes néerlandaises se basent sur une nomenclature commune indexée sur les normes Euro.

La première LEZ a été inaugurée en juillet 2007 à Utrecht. Pour que les municipalités puissent prétendre à la mise en place d'une LEZ, elles doivent alors prouver que les valeurs limites de la qualité de l'air sont dépassées. Ainsi, un projet de LEZ à Haarlem a été abandonné car les valeurs limites n'étaient pas dépassées. Les conditions d'accès aux différentes « milieuzone » évoluent au cours du temps :

- De 2007 jusqu'en 2010 : Les poids lourds (PL) Euro 0 ou Euro I ne sont pas autorisés à entrer dans ces zones. Les PL Euro II ou Euro III doivent être équipés d'un FAP. Les PL Euro IV ou Euro V peuvent pénétrer sans restriction dans la LEZ.
- A compter du 1^{er} janvier 2010, les critères d'accès sont plus limitatifs : seuls les PL Euro III (à conditions d'avoir moins de huit ans et d'être pourvus d'un filtre à particules), Euro IV et Euro V sont admis dans les zones environnementales. Sont également admis les véhicules EEV, E85, gaz et hydrogène.
- Depuis le 1^{er} juillet 2013, seuls les PL Euro IV (et supérieurs à Euro IV) ainsi que les véhicules essence, EEV, E85, gaz et hydrogène sont autorisés à circuler dans la zone environnementale. Une dérogation nationale est valable pour une liste de véhicules spéciaux incluant les grues, camions de pompiers, véhicules forains, blindés etc. Ces véhicules doivent avoir moins de 13 ans pour circuler librement.

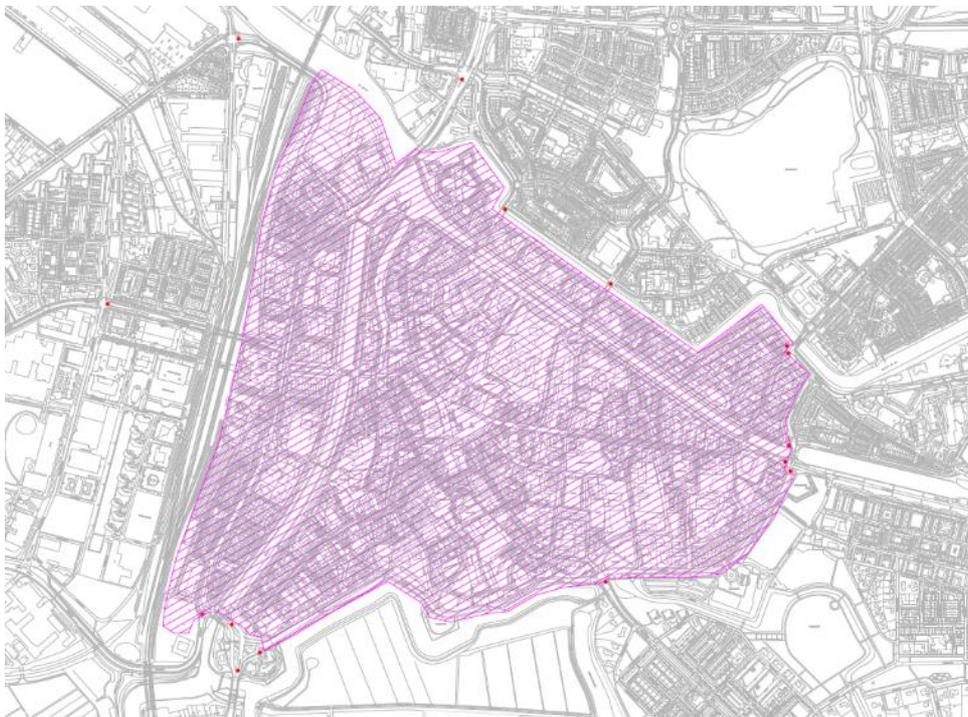


Figure 34 : Délimitation de la LEZ de Bois-le-Duc

Les points rouges représentent les caméras positionnées aux différents points d'entrée de la LEZ pour en effectuer le contrôle

Source : <https://www.s-hertogenbosch.nl>



2.13.2. Dispositifs étendus aux véhicules légers

Depuis 2013, des initiatives locales émergent afin d'interdire à la circulation dans les LEZ certains véhicules utilitaires légers (camionnettes...) et des véhicules particuliers.

La première ville à mettre en place cette interdiction est la ville d'Utrecht, qui interdit depuis le 1^{er} janvier 2015 la circulation aux véhicules diesel immatriculés avant le 1^{er} janvier 2001 (Euro 3).

Sous l'impulsion de la ville d'Utrecht, la ville de Rotterdam a également étendu son interdiction de circuler aux véhicules particuliers et aux véhicules utilitaires légers depuis le 1^{er} janvier 2016 :

- Interdiction des véhicules Euro 2 et antérieurs pour les véhicules à moteur diesel ;
- Interdiction des véhicules pré-Euro pour les véhicules à moteur essence.

De plus, sa zone d'interdiction est étendue : elle est passée en effet d'une superficie de 2,5 km² à environ 24 km². L'objectif annoncé de la ville est d'atteindre en 2018 une réduction de 40 % des émissions de black carbon (BC) issues du trafic routier⁵².



Figure 35 : Evolution de la superficie de la LEZ de Rotterdam

En noir : périmètre de la LEZ jusque fin 2015 ; En rouge : périmètre de la LEZ au 1^{er} janvier 2016
NB : la date de la légende ne correspond pas à la date effective d'extension (1^{er} janvier 2016)

Source : <http://www.rotterdam.nl/milieuzone>

Ces nouvelles restrictions ont amené des automobilistes à porter le dossier devant la justice afin d'empêcher leur mise en place (cf. paragraphe 5.5.3). Depuis le 1^{er} janvier 2020, la LEZ pour les véhicules particuliers et les véhicules utilitaires légers a été supprimée. Elle reste néanmoins en vigueur pour les poids-lourds (LEZ initiale depuis 2007) dans la zone étendue : les PL doivent être de norme Euro IV a minima pour circuler dans la zone.

La ville d'Amsterdam a également étendu son interdiction depuis le 1^{er} janvier 2017 pour les véhicules utilitaires légers et caravanes/camping-cars diesel qui doivent respecter à minima la norme Euro 3 pour circuler dans la zone.

Depuis le 1^{er} janvier 2018, les taxis (seulement diesel) construits avant 2009, les bus et les cars de touristes construits avant 2005 et les cyclomoteurs construits avant 2011 n'ont plus le droit d'accéder à la LEZ. Par ailleurs, la surface de la LEZ a été étendue pour les cyclomoteurs par rapport aux autres véhicules (elle est passée d'environ 40 km² à 150 km²). Depuis le 1^{er} janvier 2020, cette zone étendue concerne également les bus et cars de touristes.

⁵² https://www.gezonderelucht.nl/application/files/3914/6252/4589/25724_Rdam_gezonderelucht_Facstheet_Gezonderelucht_v4.pdf

La figure ci-dessous montre la délimitation de deux zones :

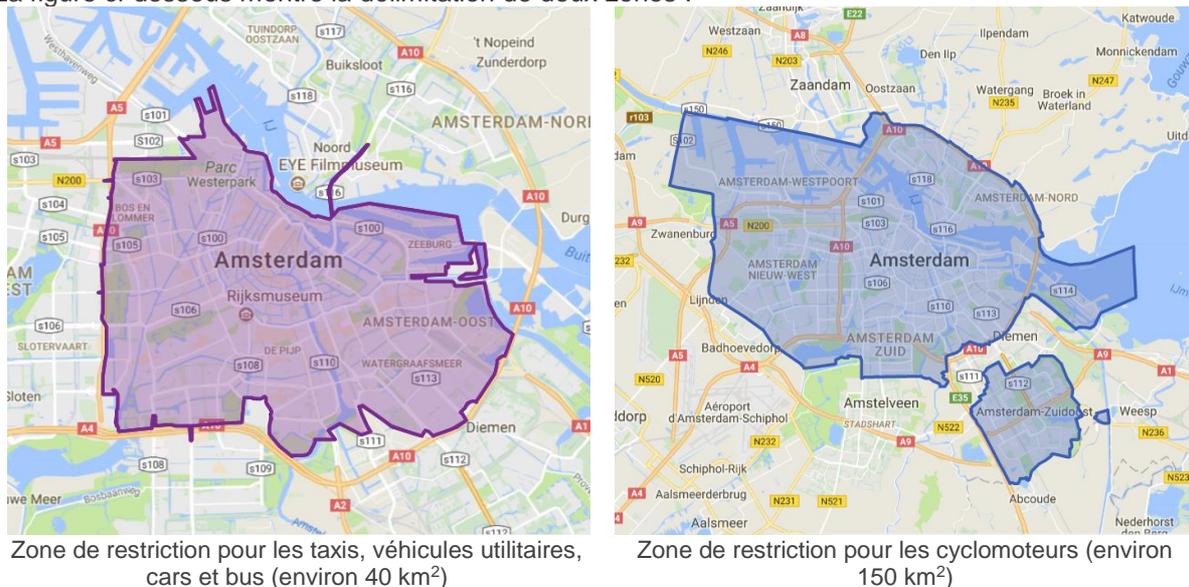


Figure 36 : Superficie de la LEZ à Amsterdam au 1^{er} janvier 2018

Source : <https://www.amsterdam.nl/parkeren-verkeer/milieuzone/>

La ville d'Arnhem a également étendu son interdiction aux véhicules légers. Depuis le 1^{er} janvier 2019, les voitures particulières à moteur diesel doivent être à minima Euro 4 pour circuler dans une zone d'environ 0,6 km² du centre-ville où sont déjà interdits de circulation les poids lourds les plus polluants depuis le 1^{er} juillet 2014.

2.13.3. Nouveau cadre national néerlandais pour l'ensemble des véhicules

Depuis le 1^{er} janvier 2020, un nouveau schéma national permet aux communes d'introduire une nouvelle zone environnementale « jaune » ou « verte » pour les véhicules diesel. Dans le cadre de cette nouvelle réglementation, les véhicules diesel sont catégorisés par « classe d'émission », équivalente à la norme Euro : plus le chiffre est élevé, moins le véhicule est polluant. Les véhicules fonctionnant avec d'autres carburants (essence, gaz) sont autorisés à circuler dans les LEZ.

La classe d'émission minimale autorisée à circuler et le type de véhicules concernés (VP, VUL, PL) devront être indiqués sur de nouveaux panneaux de signalisation (cf. chapitre 3.10). Une zone environnementale jaune permettra la circulation pour les véhicules VP/VUL de classe 3 et supérieure tandis qu'une zone environnementale verte permettra la circulation pour les véhicules VP/VUL de classe 4 et supérieure. Pour les véhicules lourds (bus, poids-lourds), seule une zone environnementale verte est possible afin d'harmoniser les restrictions avec celles du schéma national précédent mis en place pour les poids-lourds (seuls les PL de norme Euro IV et supérieure peuvent circuler dans les LEZ depuis 2013).

A la date de rédaction de ce rapport (avril 2020) trois communes aux Pays-Bas ont une zone environnementale pour les voitures particulières ou les véhicules utilitaires légers diesel : Amsterdam, Arnhem et Utrecht (cf. chapitre précédent).

Depuis le 1^{er} janvier 2020, les possibilités suivantes peuvent donc être rencontrées dans les treize villes qui possèdent une LEZ aux Pays-Bas :

- La commune dispose d'une zone environnementale selon les anciennes règles de circulation et a jusqu'au 29 octobre 2020 pour introduire les nouvelles règles de circulation et les nouveaux panneaux. Entre le 1^{er} janvier et le 29 octobre 2020, les anciennes règles de circulation s'appliquent toujours dans la LEZ, que ce soit juste pour les PL ou l'ensemble des catégories de véhicules.
- La commune dispose d'une zone environnementale selon les nouvelles règles de circulation en vigueur :
 - o Une zone environnementale jaune : les VP/VUL de classe d'émission de 3 ou supérieure peuvent circuler. Les véhicules de classe d'émission de 0, 1 et 2 sont interdits de circulation.
 - o Une zone environnementale verte : les VP/VUL et PL de classe d'émission de 4 ou supérieure peuvent circuler. Les véhicules de classe d'émission de 0, 1, 2 et 3 sont interdits de circulation.

Avec ce nouveau cadre national, les Pays-Bas homogénéisent leurs modalités de restrictions des LEZ avec le système allemand (zone jaune/verte, normes minimales, catégories de véhicules, signalisation) tout en gardant certaines distinctions :

- Possibilités de restreindre la circulation à une seule catégorie de véhicules (PL) plutôt qu'à l'ensemble des véhicules.
- Contrôle automatique par caméra à lecture de plaques d'immatriculation plutôt que visuellement par les forces de police (vignette « 3 » ou « 4 » apposée sur le pare-brise).

2.14. Portugal : Lisbonne

La LEZ de Lisbonne (Zona de Emissões Reduzidas, ZER) est une action du Plan et Programme d'amélioration de la qualité de l'air de la ville. La mise en œuvre de ce plan d'actions est sous la responsabilité de l'entité de gestion régionale de la qualité de l'air, en étroite collaboration avec les autorités municipales. C'est la première LEZ à avoir été mise en œuvre au Portugal. Elle fait suite à des études menées spécifiquement dans la région de Lisbonne. Actuellement, il n'y a pas d'autres projets de LEZ connus dans le pays. La ZER a été mise en œuvre en trois étapes :

Phase 1 de juillet 2011 à avril 2012 : interdiction de la circulation de tous les véhicules antérieurs à Euro 1, entre 8h00 et 20h00 les jours en semaine, sur des avenues spécifiques (zone 1). Les exceptions concernent les véhicules d'urgence, transports publics, véhicules historiques, résidents locaux et les opérateurs possédant un permis permettant de circuler.

Phase 2 du 1^{er} avril 2012 à janvier 2015 : suite à la décision prise lors du conseil municipal du 29 février 2012, les véhicules Euro 1 et antérieurs à Euro 1 sont interdits de circulation entre 7h00 et 21h00 sur un périmètre élargi par rapport à celui de la première phase, qui couvre environ 33 % de la ville (zone 1 + zone 2).

Des dérogations sont accordées entre 21h00 et 7h00, en fonction de la nature de l'activité ou du propriétaire du véhicule. Elles concernent notamment :

- les véhicules d'urgence
- les véhicules des personnes à mobilité réduite
- les véhicules historiques (certifiés par les autorités)
- les véhicules appartenant aux résidents des zones 1 et 2



Figure 37 : Périmètre de la phase 1 et 2 de la ZER de Lisbonne
Source : <http://www.cm-lisboa.pt/>

Phase 3 depuis le 15 janvier 2015 : suite à la décision prise lors du conseil municipal du 29 octobre 2014, les véhicules Euro 1 et antérieurs sont interdits de circulation dans la zone 2 tandis que la zone 1 étend également son interdiction de circuler aux véhicules Euro 2. Les dérogations sont les mêmes que celles de la phase 2, avec de plus les véhicules roulant au gaz, au GPL et les motocyclettes. Les taxis avaient également le droit d'accéder à ces zones jusqu'au 30 juin 2015.

Une nouvelle ZER devrait voir le jour dans les prochains mois, dans une zone resserrée du centre-ville mais avec un potentiel durcissement des conditions d'entrée. Par ailleurs, afin d'augmenter le taux de respect de la mesure, l'installation d'un système de surveillance par caméra devrait être réalisé. Cette nouvelle LEZ fait partie d'un ensemble d'actions prises par la ville afin de diminuer la place de la voiture dans son hypercentre et favoriser les transports en communs et les modes de déplacements actifs (marche et vélo). Les contours précis de la mise en œuvre de cette nouvelle ZER n'étant pas encore connus à ce stade (notamment si les deux zones de la ZER actuelle seront supprimées, modifiées ou conservées) la modification complète de ce chapitre fera l'objet d'une prochaine mise à jour⁵³.

⁵³ Cf. https://www.lisboa.pt/fileadmin/actualidade/noticias/user_upload/ZER_ABC_FINAL_compressed.pdf

2.15. Suède

En avril 2020, huit villes suédoises disposent de zones à faibles émissions, appelées « Miljözon ». Suite à la loi nationale de 1992 autorisant la création de LEZ, les premiers dispositifs ont été mis en œuvre le 1^{er} juillet 1996 en coopération avec les villes de Göteborg, Stockholm et Malmö sous l'impulsion d'un groupement constitué par les responsables politiques et les services des transports. La ville de Lund a suivi et mis en œuvre sa LEZ le 1^{er} janvier 1999. Les LEZ les plus récentes sont celles d'Uppsala et d'Umea respectivement inaugurées le 1^{er} janvier 2013 et le 1^{er} avril 2014.

Les véhicules concernés sont les camions, poids lourds et autobus de plus de 3,5 tonnes⁵⁴. Les critères d'accès sont fonction de l'âge du véhicule et des critères Euro comme le montre le tableau ci-après.

First year of registration regardless of country	According to the general rule	Euro 3 (MK 2000)	Euro 4 (MK 2005)	Euro 5 + EEV (MK 2008)	Euro 6 or better
2004	2010	2012	2016		
2005	2011	2013	2016	2020	
2006	2012	2014	2016	2020	
2007	2013	2015	2016	2020	
2008	2014		2016	2020	
2009	2015		2016** or 2017*	2020	
2010	2016		2016** or 2018*	2020	
2011	2017			2020	
2012	2018			2020	
2013	2019			2020** or 2021*	No limit
2014	2020			2020** or 2022*	No limit
2015	2021				No limit
2016	2022				No limit
2017	2023				No limit
2018	2024				No limit

Figure 38 : Conditions d'accès aux zones à faibles émissions en Suède

Source : « Environmental Zones in Sweden – Regulations ». Brochure, 2015.

*Véhicules de moins de 8 ans ; **véhicules adaptés par retrofit

En 2020, les véhicules peuvent pénétrer à l'intérieur de la LEZ s'ils ont moins de six ans (première immatriculation datant de 2014 ou véhicule plus récent), ou s'ils ont moins de 8 ans et respectent *à minima* le critère Euro 5 (circulation autorisée jusqu'en 2020 inclus), y compris les véhicules adaptés (retrofit). Pour cette dernière catégorie, le règlement national indique qu'un véhicule adapté (retrofit) doit prouver qu'il satisfait les niveaux d'émission de tous les polluants de la norme Euro concernée (PM, NO_x, CO et HC), dans ce cas la norme Euro 5.

Les périmètres de certaines LEZ ont évolué au cours du temps. Si les zones de Lund et Stockholm restent aujourd'hui identiques à leur configuration initiale, celles de Göteborg et Malmö ont été agrandies. Le tableau suivant présente l'évolution de leur superficie.

Ville	Superficie à l'origine	Superficie actuelle
Lund	6 km ²	Inchangée depuis le 1 ^{er} janvier 1999
Stockholm	40 km ²	Inchangée depuis le 1 ^{er} juillet 1996
Göteborg	15 km ²	25 km ² depuis le 1 ^{er} avril 2007
Malmö	26 km ²	65 km ² depuis le 1 ^{er} septembre 2007

Tableau 10 : Superficie de quelques LEZ en Suède

L'évolution de la superficie des huit LEZ suédoises ainsi que leur délimitation en mars 2015 sont présentées en Annexe 6.

⁵⁴ Le choix s'est porté sur ces catégories de véhicules car, bien que représentant une faible partie du trafic routier, elles représentent une importante source de pollution.

Evolution du périmètre de la LEZ à Göteborg

La superficie de la LEZ à l'origine (en 1996) était de 15 km² et correspondait aux zones avec les plus fortes densités de population. En 2007, la superficie de la LEZ a été étendue à 25 km² dans un objectif d'égalité entre les entreprises de transport situées de part et d'autre du périmètre initial. Une autre extension au nord-est (au nord de la gare centrale) avait été envisagée. Les entreprises localisées dans cette zone ont fait pression auprès des autorités locales pour maintenir cet espace hors de la LEZ, afin que les véhicules provenant du reste du pays arrivent dans ces entrepôts sans être obligés de satisfaire à la règle. Le périmètre de la LEZ s'est donc adapté aux contraintes des transporteurs tout en maintenant une desserte locale avec des véhicules aux normes Euro plus récentes. En 2010, la commune limitrophe de Mölndal décide également de mettre en place une LEZ (couvrant une superficie d'environ 17 km²) afin de réduire l'effet de contournement de la LEZ de Göteborg – par les véhicules non conformes – par la ville de Mölndal. La LEZ Göteborg/Mölndal couvre donc désormais une superficie de 42 km².

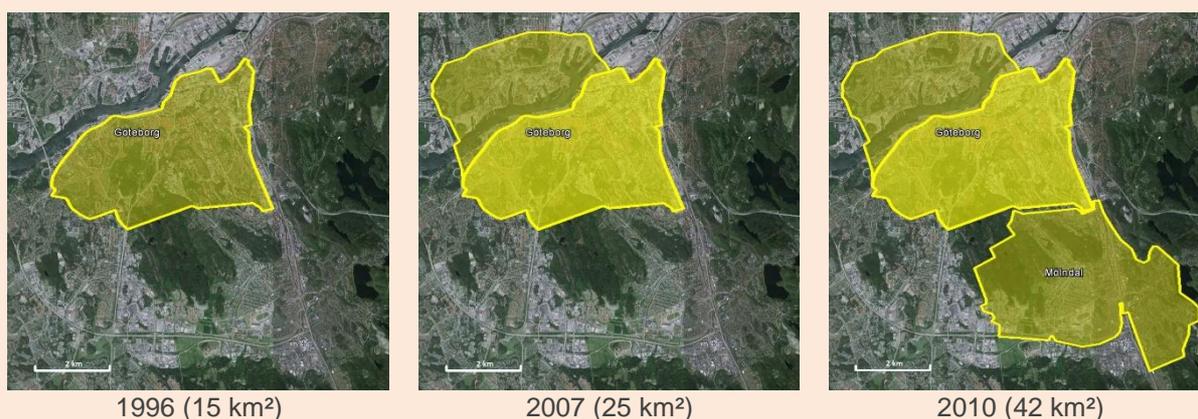


Figure 39 : Evolution de la superficie des LEZ de Göteborg et Mölndal

Il faut noter que la route nationale (E45) qui longe le fleuve est exclue du dispositif. Les autorités locales n'ont pas les compétences pour intervenir sur cette route, pourtant l'une des plus polluées de l'agglomération. Cette route faisant partie du réseau européen, l'Etat ne souhaite pas appliquer des restrictions de circulation, d'autant qu'elle dessert le port.

En 2018, le gouvernement a annoncé la création de nouvelles dispositions sur les zones à faibles émissions dans le pays qui donne désormais aux municipalités la possibilité d'introduire trois classes de zones à faibles émissions depuis le 1^{er} janvier 2020 (classe 1 à 3, cf. tableau suivant).

Classe de la LEZ	Véhicules légers autorisés	Véhicules lourds autorisés
Classe 1	-	Jusqu'au 31 décembre 2020 : Euro V À partir du 1 ^{er} janvier 2021 : Euro VI
Classe 2	A partir du 1 ^{er} janvier 2020 : <ul style="list-style-type: none"> • Véhicules diesel Euro 5 et Euro 6 • Véhicules essence/GNV Euro 5 et Euro 6 • Voitures électriques • Voitures à pile à combustible Au 1 ^{er} juillet 2022 : <ul style="list-style-type: none"> • Véhicules diesel en Euro 6 • Véhicules essence/GNV Euro 5 et Euro 6 • Voitures électriques • Voitures à pile à combustible 	-
Classe 3	Voitures électriques Voitures à pile à combustible Véhicules GNV Euro 6	Véhicules électriques Véhicules à pile à combustible Véhicules hybrides rechargeables Euro VI Véhicules GNV Euro VI

Tableau 11: Niveau de restriction selon le type de LEZ en Suède

Source des données : <https://www.government.se/>

A la date de rédaction de ce rapport (avril 2020), seule la ville de Stockholm a mis en place ce dispositif (classe 2) à l'échelle d'une rue depuis le 15 janvier 2020. Compte tenu des critères de sélection définis au paragraphe 2.1, cette mesure n'est pas comptabilisée comme une LEZ.

2.16. Ailleurs en Europe

2.16.1. Autriche

L'Autriche compte quatre Low Emission Zones (*umweltzone* ou *fahrverbot*) sur son territoire. La première LEZ autrichienne voit le jour en 2013 dans le sud du Land de Styrie (*Steiermark*). Cette LEZ régionale est issue de quatre plans « qualité de l'air » subrégionaux et bien que recensée comme une seule LEZ dans le décompte de cette étude, celle-ci couvre près de 400 communes (dont les villes de Graz et Leibnitz), sur une surface de plus de 4 000 km². Sa mise en œuvre est progressive : les camions dont le poids est supérieur à 7,5 tonnes et ne répondant pas à la norme Euro 2 sont interdits depuis l'entrée en vigueur du dispositif le 1^{er} janvier 2013 ; ce critère est passé à Euro 3 en janvier 2014. Depuis le 1^{er} janvier 2018, les camions dont le poids est inférieur à 7,5 tonnes sont désormais concernés par cette restriction⁵⁵. Tous les camions circulant dans la LEZ doivent apposer une étiquette sur leur pare-brise indiquant leur degré d'émissions (cf. paragraphe 3.4).

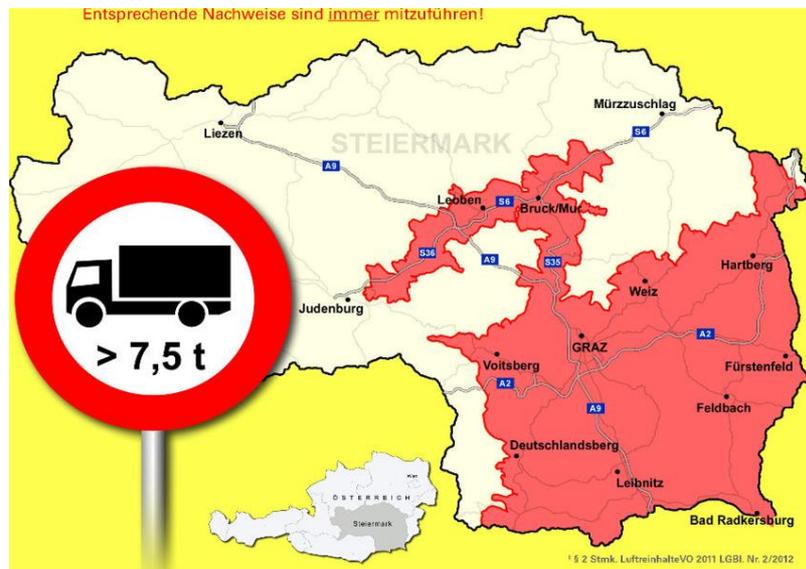


Figure 40 : Localisation de la LEZ régionale de Styrie (en rouge) en Autriche

Source : <http://urbanaccessregulations.eu>

Sous l'impulsion de cette mesure, d'autres états autrichiens ont décidé de mettre en œuvre une LEZ « régionale » : c'est le cas de la Basse-Autriche (Niederösterreich), de la ville-état de Vienne (Wien) et du Burgenland, qui interdisent depuis le 1^{er} juillet 2014 aux camions Euro 2 de circuler dans la zone. Ce critère est passé aux camions Euro 3 à partir du 1^{er} janvier 2016.

L'état du Burgenland a quant à lui interdit aux camions Euro 1 de circuler dans sa LEZ depuis le 1^{er} juillet 2014. Ce critère est passé aux camions Euro 2 à partir du 1^{er} octobre 2017 et désormais Euro 3 depuis le 1^{er} octobre 2018.

D'autres régions possèdent des LEZ comme le Tyrol ou la Haute-Autriche (Oberösterreich) mais celle-ci sont localisées sur un seul axe (respectivement autoroutes A12 et A1) et ne sont donc pas comptabilisées.

⁵⁵ Source : <https://www.wko.at/branchen/k/handel/fahrverbote-in-der-steiermark.html>



2.16.2. Prague (République Tchèque)

Prague est la seule ville de République Tchèque disposant d'une LEZ (*Nízkoemisní Zóna*). Elle concerne actuellement tous les véhicules de plus de 3,5 tonnes. A partir de 2019, elle devrait mettre en œuvre une LEZ (initialement prévue pour 2017) pour tous les véhicules : véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers, poids lourds, 2-roues motorisés).

Lors de la première phase, les véhicules essence *a minima* Euro 1 (autocollant vert) et les véhicules diesel *a minima* Euro 3 (autocollant jaune) auront le droit de circuler. Lors de la seconde phase, seuls les véhicules essence *a minima* Euro 1 (autocollant vert) et les véhicules diesel *a minima* Euro 4 (autocollant vert) auront le droit de circuler dans la zone.

Un cadre national proche du cadre allemand a été mis en place pour les LEZ. Le système d'autocollant, similaire à celui mis en place en Allemagne, devra permettre l'acceptation mutuelle des vignettes dans les deux pays. Néanmoins, pour l'instant, seule la ville de Prague prévoit la mise en place d'un tel dispositif.

2.16.3. Athènes (Grèce)

En Grèce, la ville d'Athènes présente deux zones de restriction :

- Le « petit anneau » concerne le centre-ville où la circulation des véhicules inférieurs à 2,2 tonnes est alternée un jour sur deux en fonction du dernier numéro pair ou impair de la plaque d'immatriculation. Ce dispositif entre dans la définition des LEZ car les véhicules les moins polluants (Euro 4 roulant au gaz et émettant moins de 140 g CO₂/km, ou au moins Euro 5 émettant moins de 140 g CO₂/km quel que soit le carburant) sont exemptés de la restriction.
- Le « grand anneau » concerne quant à lui l'agglomération. Les véhicules de plus de 2,2 tonnes ne sont pas autorisés à y circuler s'ils ont été immatriculés depuis plus de 23 ans.

Ces deux dispositifs sont donc considérés comme une LEZ globale pour la ville d'Athènes.

3. Contrôle du respect des règles de la LEZ

3.1. Introduction

Cette partie de l'étude se concentre sur les modalités d'identification et de contrôle des véhicules circulant dans les Low Emission Zones. Lorsque les informations sont disponibles, les coûts associés sont indiqués, de même que les taux d'infraction observés.

Le contrôle du respect des règles de restriction est un enjeu majeur de la mise en œuvre pratique des LEZ puisque d'une part, il constitue un facteur coût important et d'autre part, il conditionne le taux de respect de la restriction de circulation dans la LEZ. Ce dernier dépend de plusieurs facteurs⁵⁶ :

- La sévérité de la réglementation (notamment le montant des amendes)
- Le pourcentage de véhicules concernés par la restriction de circulation dans le parc roulant
- Le temps écoulé entre la mise en œuvre de la LEZ et la réglementation
- Le nombre d'exemptions et/ou de dérogations payantes
- Le taux de détection des dispositifs de contrôle

Actuellement en Europe, deux principaux dispositifs de contrôle sont mis en œuvre sur le parc roulant et/ou stationnant :

- Contrôle automatique par caméra à lecture de plaques (caméras dits ANPR)
- Contrôle manuel par agent de police (vignette apposée sur le pare-brise ou document)

Un autre mode de contrôle qui pourrait être mis en service est la voiture « scanner » ou voiture « radar » équipée d'une caméra capable de lire les plaques d'immatriculation : la voiture circule et compare les plaques à une base de données répertoriant les véhicules autorisés à circuler.

Lors de la Journée Technique « Zone de circulation restreinte : un outil pour répondre aux exigences européennes ? » organisée par ATEC ITS France le 21 novembre 2018, il a été précisé qu'une caméra à lecture de plaques (ANPR) contrôle 100 % des véhicules qui passent sur la voie (avec un taux de précision moyen de 98 % de lecture), une voiture « scanner » contrôle environ 1 250 véhicules stationnés par heure dans les rues d'une ville tandis qu'un agent de police contrôle manuellement entre 70 et 120 véhicules par heure.

Le nombre de LEZ s'accroît régulièrement depuis 2009 dans l'ensemble de l'Union Européenne, cependant il n'y a aucune homogénéité entre les différents Etats sur le contrôle, le montant des contraventions ou la signalétique (vignettes, panneau d'annonce des LEZ, etc.). L'objectif de ce chapitre est d'apporter un éclairage sur ces éléments.

⁵⁶ Astrid H. Amundsen, Ingrid Sundvor, 2018. Low Emission Zones in Europe. Requirements, enforcement and air quality. TØI report 1666/2018.

3.2. Allemagne

3.2.1. Contrôle des véhicules

La surveillance de la conformité aux prescriptions de l'Umweltzone se fait via la présence d'une vignette qui doit être collée sur la face intérieure du pare-brise du véhicule. La couleur de cette vignette est fonction de la catégorie d'émission du véhicule (cf. paragraphe 2.6) et renseigne ainsi sur le niveau d'émissions polluantes du véhicule. Ce code couleur est le même pour la signalisation routière au point d'entrée de la zone et permet ainsi facilement à l'utilisateur de savoir quelle catégorie de véhicule peut circuler dans la LEZ.

Les photographies suivantes montrent le cas de Düsseldorf en 2012 où les véhicules portant une vignette jaune ou verte peuvent circuler. Depuis le 1^{er} juillet 2014, seuls les véhicules portant la vignette verte peuvent circuler dans la LEZ.



Crédit photo : ADEME

La vignette est valable dans toute l'Allemagne. Elle coûte environ entre 5 et 20 EUR et peut être commandée sur Internet⁵⁷ ou achetée auprès des services d'homologation des véhicules, des garages ou ateliers certifiés, des centres de contrôles techniques (TÜV, DEKRA, etc.). Chaque land définit une liste d'organismes habilités à la distribution des vignettes. Chaque vignette porte le numéro de la plaque d'immatriculation du véhicule afin d'éviter les fraudes. C'est l'autorité compétente pour la distribution de la vignette qui inscrira à l'encre indélébile le numéro de la plaque d'immatriculation sur la vignette au moment où l'utilisateur l'achète. Ce montant comprend :

- Les frais d'impression : environ 1 ou 2 EUR selon le Sénat de Berlin en 2011. Les vignettes sont imprimées par des entreprises privées. Celles-ci doivent se conformer aux spécifications définies et publiées par le ministère fédéral des Transports au travers d'une loi. Les vignettes y sont définies comme "à usage unique, indélébiles et infalsifiables". La vignette doit être conçue de manière à se détruire lorsqu'on la décolle du pare-brise.

⁵⁷ Exemple sur le site Internet de la ville de Berlin : <https://www.berlin.de/labo/kfz/dienstleistungen/feinstaubplakette.shop.php>

- Différents coûts administratifs de délivrance de la vignette : vérification des numéros de code des émissions sur les papiers d'immatriculation des véhicules, sélection de l'autocollant correspondant, inscription du numéro de la plaque d'immatriculation, etc. Les coûts administratifs de mise à disposition de la vignette (hors coûts d'impression) ont été estimés⁵⁸ à 1 030 000 EUR pour 1 600 000 vignettes, pour les véhicules des particuliers immatriculés en Allemagne. Les coûts sont plus importants pour des véhicules immatriculés à l'étranger car il faut plus de temps pour vérifier les informations qui permettent de relier la date de première immatriculation et le niveau d'émissions polluantes du véhicule : 515 000 EUR pour 160 000 vignettes à destination de véhicules immatriculés à l'étranger.

Pour les véhicules immatriculés à l'étranger, des sites Internet proposent la commande en ligne de la vignette (exemple : <http://www.dekra-norisko.fr/ecolo/vignette-ecologique-commande.aspx>). Il faut joindre une copie du certificat d'immatriculation du véhicule. Des hôtels proposent également aux touristes étrangers de commander la vignette avant leur venue.

Les contrôles sont effectués manuellement sur les véhicules :

- En circulation, par la police au cours d'autres contrôles courants.
- En stationnement, par la police et les services municipaux.

Pour un véhicule conduit ou transportant une personne lourdement handicapée (qui bénéficie donc d'une dérogation nationale et n'a pas l'obligation d'avoir une vignette), le contrôle en pleine circulation se fait par contrôle de la carte d'invalidité. A l'arrêt, le contrôle se fait par vérification de la présence de carte de stationnement pour personnes handicapées qui doit être placée derrière le pare-brise.

Les voitures de collection bénéficiant d'une dérogation sont reconnues via la plaque d'immatriculation par la présence de la lettre H ou d'un numéro rouge qui commence par 07.

Dans un article de la presse locale (Kölner Stadt-Anzeiger) paru durant le mois d'octobre 2017, un responsable de la mise en œuvre de la LEZ d'Overath, démarrée le 1^{er} octobre 2017, précise que le premier jour de la LEZ, six avertissements pour non-respect ont été adressés aux contrevenants. Cinq des six amendes concernaient un problème de cohérence entre la plaque d'immatriculation et la vignette verte (sur laquelle doit être inscrit le numéro de la plaque actuelle du véhicule) malgré le droit de circuler du véhicule, et un concernait une absence de vignette sur un véhicule garé dans la zone.

3.2.2. Amende

Toute infraction au règlement de la zone écologique est passible d'une amende de 80 EUR (absence de vignette ou véhicule non-conforme aux conditions d'accès). Avant 2015, l'amende était de 40 EUR, associée pour les conducteurs allemands à l'ajout d'une pénalité sur le permis de conduire qui pouvait au maximum en contenir 18.

3.2.3. Taux de respect

Berlin

Pour rappel, la LEZ de Berlin a été mise en œuvre progressivement, avec une première phase du 1^{er} janvier 2008 au 31 décembre 2009 où les véhicules portant une vignette rouge, jaune ou verte pouvaient circuler et une deuxième phase, débutée le 1^{er} janvier 2010, où seuls les véhicules « verts » sont autorisés à circuler.

Le Sénat de Berlin indique que la première phase a impacté 7 % de la flotte et que 51 231 contraventions ont été distribuées dans cette période (février 2008 - décembre 2009). La deuxième phase a impacté 10 % de la flotte. De janvier 2010 à mai 2011, 67 345 contraventions ont été distribuées. Selon le Sénat de Berlin, 96 % de ces contraventions ont porté sur des véhicules en stationnement et 75 % concernaient des véhicules non berlinois ne portant pas de vignette.

⁵⁸ Exposé des motifs à la révision et aux amendements de la 35^{ème} ordonnance relative au contrôle des immissions polluantes du 10 octobre 2006 (35. BImSchV).

Les études faites à Berlin et dans six villes de la Ruhr et à Stuttgart ont montré des taux de respect de 95 à 99 % pour les véhicules des particuliers et de 85 à 93 % pour les véhicules commerciaux (camions et camionnettes).

Le tableau suivant indique le nombre d'amendes émises pour les véhicules en infraction dans la LEZ de Berlin en 2016 et 2017.

	2016	2017
Ordnungsämter (agents municipaux)		
Véhicules immatriculés à Berlin	8 106	7 935
Autres véhicules	53 435	53 880
Police		
Véhicules immatriculés à Berlin	2 448	1 227
Autres véhicules	1 198	2 554
Total	65 187	65 596

Tableau 12 : Nombre d'amendes émises pour non-respect de la LEZ de Berlin en 2016 et 2017

Source : Martin Lutz, 2018

Les données permettent de constater que :

- La grande majorité des amendes sont émises par les « Ordnungsämter » (agents municipaux) et non par la police.
- La majorité des amendes sont infligées aux véhicules qui ne sont pas immatriculés à Berlin (environ 85 %), ce qui confirme la tendance observée en 2010-2011 par le Sénat de Berlin (75 %).

De plus, seul un faible pourcentage des amendes a été attribué à des véhicules en circulation⁵⁹.

Hambourg

A Hambourg, l'interdiction de circulation des véhicules (VP, VUL, PL) de norme Euro 5/V et antérieurs est effective sur deux tronçons dans le centre-ville.

Les contrôles sont effectués de façon aléatoire par la police avec examen des documents du véhicule (vérification de la norme Euro). Les amendes sont moins élevées que pour une LEZ standard allemande (25 EUR pour les VP/VUL et 75 EUR pour les PL).

Au début de l'année 2018, seuls 116 000 des 330 000 véhicules circulant à Hambourg en moyenne par jour sont conformes à la norme Euro 6 pour les VP/VUL et Euro VI pour les PL. Cette restriction affecte en effet un nombre élevé de véhicules. La police a constaté 36 infractions entre le 1^{er} août 2018 et le 15 septembre 2018⁵⁹.

Autres villes

Une étude publiée en 2012 par DUH précise que seulement 4 villes sur 47 possédant une LEZ à cette période ont réalisé des contrôles efficaces, tandis que plus de la moitié d'entre elles ont vérifié peu, voire pas du tout, les exigences d'accès dans la LEZ⁶⁰.

Une nouvelle enquête publiée par DUH en 2015 indique que 38 villes ont contrôlé efficacement les véhicules en stationnement et en circulation sur les 76 LEZ mises en œuvre à la date de rédaction de l'étude, soit 50 %. L'étude précise que parmi les 38 LEZ restantes, 27 présentent un niveau insuffisant de contrôle tandis que 11 ne font l'objet d'aucun contrôle⁶¹.

⁵⁹ Astrid H. Amundsen, Ingrid Sundvor, 2018. Low Emission Zones in Europe. Requirements, enforcement and air quality. TØI report 1666/2018.

⁶⁰ DUH, 2012. DUH-Umfrage zu deutschen Umweltzonen: Zwei Drittel der Städte verweigern effektive Kontrollen. Communiqué de presse du 13/02/2012.

⁶¹ DUH, 2015. Verbesserte Überwachung der Umweltzonen: Deutsche Umwelthilfe präsentiert aktuelle Untersuchung. Communiqué de presse du 21/04/2015.

3.3. Angleterre : Londres

3.3.1. Contrôle des véhicules

La surveillance du respect des critères d'accès à la Low Emission Zone de Londres est réalisée par des caméras de surveillance (fixes et mobiles) qui lisent la plaque d'immatriculation des véhicules (caméras dits ANPR). D'après une réponse issue d'un agent de la FOI (Freedom of Information) de TfL sur une plate-forme de questions au gouvernement et institution publiques, 342 caméras (sur 1 517 opérées par TfL) étaient affectées en décembre 2014 à la surveillance de la Low Emission Zone⁶². La plaque d'immatriculation est ensuite comparée à une base de données des véhicules qui répondent aux normes d'émissions de la LEZ.

Pour les véhicules immatriculés en Grande-Bretagne, cette base est composée des données :

- de la Driver and Vehicles Licensing Agency (DVLA)
- de la Vehicle and Operator Services Agency (VOSA)
- de la Society of Motor Manufacturers and Traders (SMMT)
- des informations des conducteurs qui inscrivent leur véhicule auprès de TfL⁶³

Les véhicules immatriculés en dehors de la Grande-Bretagne doivent s'inscrire auprès de TfL par le biais d'un formulaire d'inscription. Dans un rapport publié en juillet 2008⁶⁴, Transport for London indique que le système de vidéosurveillance ne peut pas être efficace à 100 % sur la détection et la classification des véhicules. Le nombre de véhicules circulant dans la LEZ aura donc tendance à être sous-estimé.

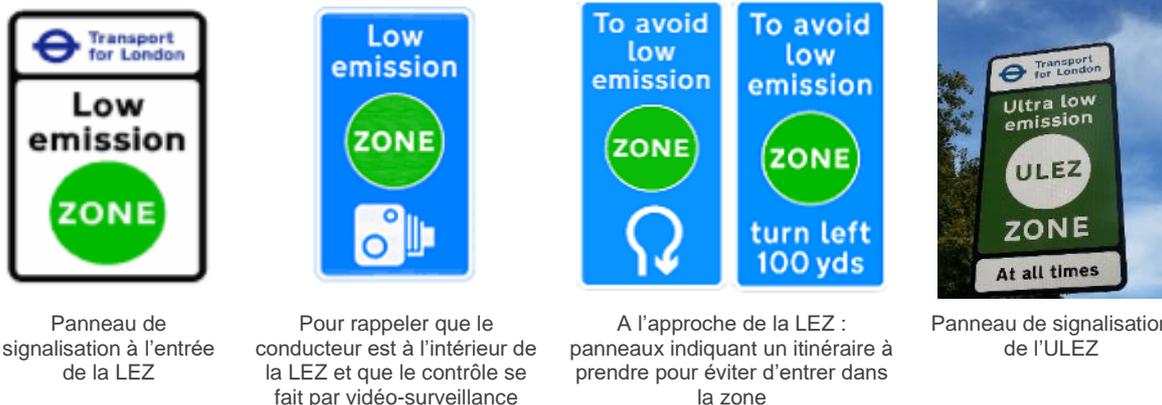


Figure 42 : Panneaux de signalisation de la LEZ et ULEZ de Londres
Source des illustrations : Transport for London / Crédit photo panneau ULEZ : ADEME

Transport for London utilise le même mécanisme de surveillance par caméra pour faire appliquer l'ULEZ, déjà en place pour l'application du péage urbain qui comprend 197 caméras (l'ULEZ et le péage urbain de Londres sont mis en œuvre sur la même zone).

3.3.2. Amendes et redevances journalières

En cas d'infraction dans la LEZ, une contravention de 500 à 1 000 GBP (600 à 1 200 EUR⁶⁵) est à payer en fonction du type de véhicule :

- 500 GBP pour les véhicules utilitaires inférieurs à 3,5 tonnes et les minibus
- 1000 GBP pour les poids lourds supérieurs à 3,5 tonnes, les bus et autocars

Le montant est réduit de moitié si l'amende est payée dans un délai de 14 jours. Si le paiement de la contravention n'intervient pas dans les 28 jours, son montant est augmenté : 750 à 1 500 GBP en fonction du type de véhicule (900 à 1 800 EUR⁶⁵).

⁶² Source : https://www.whatdotheyknow.com/request/tfl_anpr_cameras_and_data

⁶³ Les véhicules devant s'inscrire auprès de TfL sont les véhicules de forains qui peuvent bénéficier d'une exonération, même s'ils ne répondent pas aux critères d'accès, les véhicules immatriculés en Irlande du Nord et les véhicules mal classés par TfL (véhicule répertorié comme non-conforme aux normes d'émissions alors que le propriétaire peut démontrer qu'il répond bien aux normes, ou si les informations fournies à TfL sont incomplètes).

⁶⁴ Transport for London, 2008. London Low Emission Zone: Impacts Monitoring. Baseline Report, July 2008.

⁶⁵ Taux de change pris égal à 1,2 EUR pour 1 GBP (moyenne représentative de l'évolution du taux de change entre janvier et décembre 2019).

Si un usager sait que son véhicule n'est pas conforme aux conditions d'accès à la LEZ, il peut tout de même choisir d'y circuler en se déclarant au préalable e/t en payant une redevance journalière (valable 24 heures, de minuit à minuit). Il ne sera alors pas considéré en infraction. La redevance journalière varie entre 100 et 200 GBP (120 à 240 EUR⁶⁵) en fonction du type de véhicule (ex : 200 GBP pour les poids lourds, bus et autocars ; 100 GBP pour les grandes camionnettes et les minibus).

Véhicule(s)	Poids	Redevance journalière
Camions Fourgons à chevaux Véhicules utilitaires légers 4x4 Pick-up Autres véhicules spécialisés	Poids à vide 1,205 tonnes Masse totale en charge 3,5 tonnes	100 GBP (120EUR ⁶⁵)
Caravanes Ambulances	Masse totale en charge de 2,5 à 3,5 tonnes	
Minibus (avec plus de 8 sièges passagers)	Masse totale en charge < 5 tonnes	
Camions Caravanes Fourgons à chevaux Dépanneuses Chasse-neige Gravillonneuses Balayeuses Bétonnières Camions-bennes Camion de pompiers Camion de déménagements Autres véhicules spécialisés	Masse totale en charge > 3,5 tonnes	200 GBP (240EUR ⁶⁵)
Autobus/Autocars (avec plus de 8 sièges passagers)	Masse totale en charge > 5 tonnes	

Tableau 13 : Montant de la redevance quotidienne à Londres

Source des données : Transport For London

Le tableau ci-dessous récapitule les revenus et dépenses sur une année (avril 2016 – mars 2017) des dispositifs « péage urbain » et « LEZ ». Les revenus « bruts » comprennent à la fois les recettes des amendes et les redevances journalières.

	Amendes	Revenus bruts		Dépenses		Revenus nets	
Péage urbain	949 513	249,6 M£	299,5 M€	85,7 M£	102,8 M€	164,0 M£	196,8 M€
LEZ	25 406	3,5 M£	4,2 M€	3,0 M£	3,6 M€	0,6 M£	0,7 M€

Tableau 14 : Bilan financier entre avril 2016 et mars 2017 pour le péage urbain et la LEZ de Londres

Taux de change pris égal à 1,2 EUR pour 1 GBP (moyenne de l'évolution du taux de change entre avril 2016 et mars 2017)

Source : Gemma Jacob, Transport for London, 2017

Les données montrent que la Low Emission Zone à Londres génère des revenus nets (700 000 EUR sur une année).

Concernant l'ULEZ, la taxe journalière pour les véhicules non conformes est de 12,50 GBP (15 EUR) pour les voitures particulières, deux-roues motorisés et les véhicules utilitaires légers, 100 GBP (120 EUR) pour les poids lourds, autobus et autocars.

Les redevances journalières pour les véhicules non conformes sont par ailleurs cumulables en fonction du lieu de circulation (LEZ, ULEZ et péage urbain). L'amende en cas de non-respect est de :

- Pour les VP, VUL et 2R : 80 GBP si elle est payée dans les 14 jours ou 160 GBP sinon.
- Pour les PL : 500 GBP si elle est payée dans les 14 jours ou 1000 GBP sinon.

3.3.3. Taux de respect : LEZ de Londres

Le graphique ci-dessous est extrait du rapport de 2010 « Travel in London – Report 3 » de Transport for London (TfL). Il indique les pourcentages de véhicules respectant les conditions d'accès à la LEZ londonienne pour les deux premières phases (poids lourds, bus et autocars principalement).

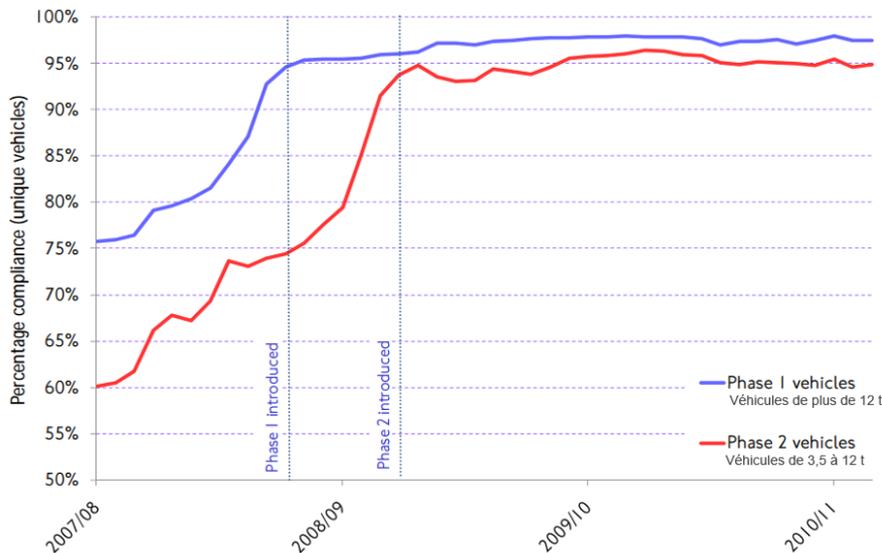


Figure 43 : Evolution du taux de respect des conditions d'accès à la LEZ de Londres

Source : Transport for London

Huit mois avant le début de la première phase de la LEZ, environ 75 % des véhicules étaient conformes. Le pourcentage de véhicules conformes est passé à 95 %, quasiment dès le début de la première phase. Aujourd'hui, 97 à 98 % des véhicules respectent les règles de la LEZ. Ramené aux kilomètres parcourus dans la LEZ, ce taux atteint quasiment 100 % (la différence est liée aux véhicules exemptés et aux fraudeurs). Transport for London a constaté que le taux de respect était de 99,0 % pour la phase 3 et 95,8 % pour la phase 4 dans le dernier trimestre de 2013. Au premier trimestre 2015 (du 1^{er} janvier au 31 mars 2015), le taux de respect était de 99,2 % pour la phase 3 et de 96,7 % pour la phase 4⁶⁶.

3.3.4. Taux de respect : ULEZ de Londres

D'après un rapport de la Greater London Authority publié en octobre 2019 faisant état d'un bilan des six premiers mois⁶⁷ de fonctionnement de l'ULEZ mise en œuvre en avril 2019, les données recueillies par les caméras indiquent que le premier mois de la mise en place de l'ULEZ, cette dernière a été respectée à hauteur de 71 % (contre 61 % le mois précédent l'entrée en vigueur de la mesure et seulement 39 % en février 2017 lors de l'annonce de l'ULEZ). Entre avril et septembre 2019, le taux de respect a progressivement augmenté pour atteindre 74 %. Ainsi, sur les six premiers mois de la mise en place de l'ULEZ, le nombre de véhicules anciens non autorisés dans la zone a diminué de 13 500 en moyenne par jour soit une baisse de 38 %.

Pour bien comprendre l'impact du programme, Greater London Authority précise qu'il est nécessaire de prendre en compte la pré-conformité (c'est-à-dire les personnes et les entreprises qui ont anticipé le démarrage du nouveau programme) et donc les données à partir du mois où la première annonce de mise en place de l'ULEZ a été faite. Entre février 2017 et septembre 2019, les données montrent qu'il y a eu une forte réduction du nombre de véhicules anciens non conformes détectés dans la zone : 40 200 véhicules par jour en moyenne, ce qui équivaut à une réduction de 65 %. A l'inverse, il y a eu une augmentation entre février 2017 et septembre 2019 de 89 % de la proportion de véhicules détectés dans la zone centrale qui étaient conformes aux critères de l'actuelle ULEZ.

⁶⁶ Transport for London, 2015. Congestion Charging & Low Emission Zone Key Fact Sheet, 1 January 2015 to 31 March 2015.

⁶⁷ Greater London Authority. Central London Ultra Low Emissions Zone – Six-month report. October 2019.

	Véhicules uniques	Véhicules conformes	Véhicules non conformes	% véhicules conformes	% véhicules non conformes	% véhicules en infraction
Février 2017	102 493	40 184	62 310	39%	61%	-
Mars 2019	91 035	55 457	35 578	61%	39%	-
Avril 2019	89 380	63 185	26 195	71%	29%	-
Sept. 2019	85 854	63 721	22 133	74%	26%	3%

Tableau 15 : Evolution du nombre et de la proportion de véhicules conformes uniques détectés dans la zone pendant les heures CC entre février 2017 et septembre 2019

Source des données : Greater London Authority, octobre 2019

Afin de pouvoir comparer les résultats entre février 2017 et les mois en 2019, l'ensemble des données ont été prises sur les horaires d'ouverture du péage urbain (7h00-18h00) car en février 2017 seules les données sur cette plage horaire ont été recueillies. Il a été dénombré en moyenne que 75 % des véhicules uniques scannés circulent sur cette plage horaire contre 25 % en dehors. En prenant en compte les données des caméras sur 24 heures, les résultats obtenus entre avril et septembre 2019 montrent une légère augmentation du taux de conformité de l'ULEZ (77 % en septembre 2019).

	Véhicules uniques	Véhicules conformes	Véhicules non conformes	% véhicules conformes	% véhicules non conformes
Septembre 2019 Plage horaire péage	85 854	63 721	22 133	74 %	26 %
Septembre 2019 Plage horaire 24h	116 601	89 557	27 044	77 %	23 %

Tableau 16 : Comparaison des véhicules quotidiens moyens uniques pour septembre 2019 pour les heures CC et les données 24 heures

Source des données : Greater London Authority, octobre 2019

En moyenne sur le mois de septembre 2019, environ 27 044 véhicules uniques non conformes ont été détectés dans l'ULEZ soit 23 % du parc de véhicules uniques scannés. Cependant la non-conformité relevée ici n'indique pas forcément un lien avec une infraction à circuler et ne peut donc être reliée directement ou indirectement à l'acceptabilité de la mesure. En effet, parmi l'ensemble des véhicules non-conformes détectés par les caméras il a été dénombré :

- 14 026 (52 %) véhicules dont les propriétaires ont payé la taxe journalière pour circuler
- 10 407 (38 %) véhicules dont les propriétaires possèdent une dérogation ou une exemption
- 2 611 (10 %) véhicules dont les propriétaires ont enfreint le régime et encourent une pénalité

3.4. Autriche

Les quatre LEZ régionales d'Autriche (Basse Autriche, Vienne, Styrie, Burgenland) font partie d'un régime national qui prévoit la mise en place de vignettes de couleurs différentes en fonction des normes de véhicule. Les vignettes coûtent 2,5 EUR et peuvent être achetées dans certains garages et bureaux de l'ÖAMTC (association à but non lucratif d'automobilistes autrichiens).



Figure 44 : Vignettes servant à la classification des véhicules lourds en Autriche

Source : www.aisoe.at

L'interdiction de circuler est valable également pour les véhicules étrangers, il est alors nécessaire d'envoyer différents documents par mail (carte grise du véhicule, etc.) pour obtenir la vignette à l'étranger moyennant un prix de 20 EUR (en excluant les différentes taxes). Elle est normalement délivrée sous 5 jours ouvrés.

3.5. Belgique

3.5.1. Région Flamande : Anvers et Gand

Le contrôle est effectué à l'aide de caméras à lecture de plaques d'immatriculation (ANPR) placées à l'entrée et à l'intérieur de la LEZ. La police locale effectue également des contrôles manuels aléatoires, en particulier sur les véhicules étrangers. D'après Filip Lenders, Responsable Energie et Environnement à la ville d'Anvers, environ 70 caméras ANPR sont réparties sur 25 sites à l'entrée de la LEZ et dans le centre-ville d'Anvers.

Les véhicules autorisés à circuler dans la LEZ sont :

- Les véhicules qui ont automatiquement accès à la LEZ par leur critère d'émissions.
- Les véhicules qui ont été enregistrés parce qu'ils n'avaient pas accès automatiquement à la LEZ. C'est le cas par exemple des véhicules de personnes handicapées non conformes à la norme Euro minimale mais qui bénéficient d'une exemption, ou encore des véhicules étrangers qui possèdent la norme Euro minimale. Cette enregistrement est unique, gratuit et valable dans l'ensemble des LEZ flamandes.
- Les véhicules Euro 4/IV dont les propriétaires se sont acquittés d'une taxe (hebdomadaire, mensuelle, trimestrielle ou annuelle) : les tarifs diffèrent entre les VP et PL.
- Les véhicules qui ne répondent à aucun des critères précédents et dont les propriétaires ont acheté un ticket journalier (35 EUR, utilisables 8 fois maximum par an).

Les véhicules qui circulent dans la LEZ et ne figurent pas sur ces listes sont considérés comme des contrevenants potentiels. Un contrôleur examine cette liste après 10 jours (une demande d'exemption ou d'accès temporaire étant traitée sur une durée maximale de 10 jours) et dresse le procès-verbal. L'amende administrative est envoyée sous pli recommandé au titulaire du numéro d'immatriculation. Le contrevenant est donc verbalisé en moyenne 20 à 30 jours après son entrée dans la LEZ.

Dans la ville d'Anvers, entre le 1^{er} février 2017 et le 1^{er} mars 2017, seuls des avertissements ont été dressés aux contrevenants. A partir du 1^{er} mars 2017, les véhicules verbalisés ont fait l'objet d'une amende de 125 EUR. Sur les 10 premiers mois, 81 372 amendes ont été dressées (dont 15 210 le premier mois) et la ville d'Anvers a récolté plus de 10 millions d'euros de recettes⁶⁸. En février 2017 (1^{er} mois de la LEZ) environ 95 % de véhicules qui sont entrés dans la LEZ étaient en conformité. En février 2018, soit 1 an après, le taux de conformité était d'environ 99 %⁶⁹.

Depuis le 1^{er} janvier 2018 à Anvers, l'amende s'élève désormais à 150 EUR pour la première contravention, 250 EUR à partir de la deuxième contravention survenue dans les 12 mois suivants et 350 EUR euros à partir de la troisième contravention dans les 12 mois⁷⁰. A Gand, l'amende s'élève à 150 EUR pour chaque infraction constatée. Dans les deux villes, les véhicules contrevenants ne sont verbalisés qu'une fois par jour.

3.5.2. Région de Bruxelles-capitale

Le contrôle est effectué à l'aide de caméras à lecture de plaques d'immatriculation (ANPR). Un réseau d'environ 200 caméras est progressivement mis en place sur tout le territoire de la ZBE (environ 160 km²) durant l'année 2018. Dès la mise en application de la mesure en janvier 2018, 90 caméras étaient installées. Bruxelles Environnement précise que le réseau complet s'élèvera à environ 300 caméras. Ce réseau de surveillance servira également à des fins policières. Par ailleurs environ 300 panneaux de signalisation ont été installés aux entrées et sorties de la LEZ.

Durant les neufs premiers mois qui ont suivi l'instauration de la LEZ (entre le 1^{er} janvier et 31 septembre 2018) seuls des avertissements ont été dressés en cas de non-respect afin de faciliter une période transitoire d'acceptation à la population. A partir d'octobre 2018, l'amende pour non-respect des critères d'accès à la ZBE bruxelloise est de 350 EUR. Il est à noter qu'une seule amende par trimestre est envoyée aux contrevenants, soit quatre amendes maximum envoyées sur une année civile⁷¹.

⁶⁸ Source: <https://www.moniteurautomobile.be/actu-auto/juridique/zone-basses-emissions-lez-anvers-81000-pv.html>

⁶⁹ Astrid H. Amundsen, Ingrid Sundvor, 2018. Low Emission Zones in Europe. Requirements, enforcement and air quality. TØI report 1666/2018.

⁷⁰ Source : <https://www.slimnaarantwerpen.be/fr/LEZ>

⁷¹ Source : <https://lez.brussels/>



Le graphique ci-dessous fournit par Bruxelles Fiscalité permet de distinguer deux phases distinctes sur la période entre juillet et décembre 2018 :

- 149 véhicules en infraction par jour en moyenne entre juillet et septembre (envoi d'avertissements sans amende)
- 45 véhicules en infraction par jour en moyenne entre octobre et décembre 2018 (envoi d'amendes)

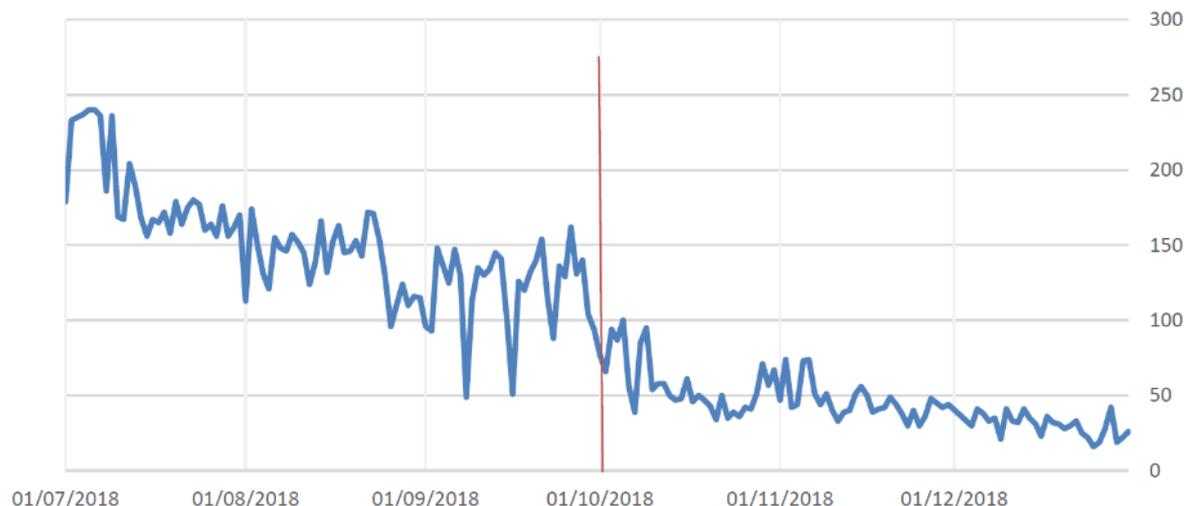


Figure 45 : Nombre de véhicules belges en infraction de la LEZ par jour entre juillet et décembre 2018

Source : Bruxelles Fiscalité (2019)

Les données indiquent qu'une réduction des véhicules en infraction a eu lieu à partir de l'envoi des courriers d'avertissements et que celle-ci s'est renforcée à partir de l'envoi des amendes en octobre 2018 ce qui tend à démontrer l'efficacité du système de contrôle et de l'envoi des courriers d'avertissements puis des amendes lors de ces premiers mois de mise en œuvre du dispositif.

Au total, 1 744 courriers d'avertissements ont été envoyés entre juillet et septembre 2018 et 558 amendes entre octobre et décembre 2018. Le nombre d'avertissements et d'amendes envoyés est différent du nombre de fois où des véhicules en infraction ont été flashés. La législation prévoit en effet une « période de latence » d'une durée de trois mois entre l'envoi de deux amendes. Ainsi, une personne circulant avec un véhicule en infraction plusieurs jours entre octobre et décembre n'aura reçu qu'une seule amende de 350 EUR pour cette période. Bruxelles Environnement précise que « cette période de latence a vocation à permettre aux personnes ayant reçu une première amende de prendre leurs dispositions pour changer de véhicule ou d'habitude de déplacements ».

Le gouvernement bruxellois a introduit une obligation d'enregistrement à Bruxelles pour les voitures sans numéro d'immatriculation belge. Ainsi les voitures, les camionnettes, les minibus et les bus/autocars immatriculés à l'étranger doivent respecter les critères d'accès à la LEZ et s'enregistrer. La demande d'enregistrement est gratuite et peut se faire via internet⁷². En cas de non-enregistrement, le conducteur est passible d'une amende de 150 euros, même si le véhicule respecte les conditions d'accès de la LEZ. En cas d'enregistrement d'informations inexactes, une amende de 25 euros peut être délivrée.

En 2018, 56 049 véhicules étrangers ont été enregistrés pour pouvoir circuler dans la LEZ dont la majeure partie concerne des pays frontaliers de la Belgique : les Pays-Bas (36 % des enregistrements), la France (33 %), l'Allemagne (16 %) et le Luxembourg (8 %).

Grâce aux données des caméras, il a été constaté qu'en moyenne journalière environ 4 % du parc total de véhicules flashés concerne des véhicules immatriculés à l'étranger. Parmi les 583 000 véhicules étrangers flashés entre juillet et décembre 2018, seuls 16 777 avaient été préalablement enregistrés pour la LEZ, soit environ 3 % du total. Bruxelles Environnement explique ce très faible taux par « la difficulté de faire connaître l'existence de la LEZ et l'obligation d'enregistrement au-delà des frontières belges, d'autant qu'il s'agit de la première année d'existence la LEZ ».

⁷² Source : <https://lez.brussels/fr/content/enregistrement>

3.6. Danemark

3.6.1. Contrôle des véhicules

Initialement, le socle législatif adopté par le parlement danois en 2006 précisait que l'ensemble des véhicules lourds concernés par les restrictions de circulation devaient apposer une étiquette (écolabel) sur leur pare-brise afin d'être autorisé à circuler dans une LEZ. L'écolabel pouvait être commandé par la poste, en ligne sur un site dédié ou auprès des sociétés qui effectuent les contrôles techniques de véhicules lourds. Son coût variait entre 89 DKK et 166 DKK (soit entre 12 EUR et 22 EUR environ⁷³). Les contrôles étaient alors effectués de façon manuelle : ils pouvaient aussi bien être réalisés par des inspecteurs lors d'une visite dans une entreprise, des agents municipaux lorsque le véhicule est stationné dans une rue ou par les forces de police lors des contrôles routiers.



Figure 46 : Vignettes permettant la circulation des véhicules lourds dans une LEZ danoise (entre 2006 et 2020)

Source : <https://urbanaccessregulations.eu/>

Les limites des LEZ danoises sont indiquées par des panneaux de signalisation. Afin de prendre en compte la nouvelle réglementation (votée par le parlement danois en mai 2019) élargissant les restrictions de circulation aux véhicules utilitaires légers à partir du 1^{er} juillet 2020 (cf. chapitre 2.9), les précédents panneaux spécifiques aux véhicules lourds sont remplacés par des signalétiques plus génériques (cf. figure ci-dessous).



Figure 47 : Panneaux indiquant l'entrée/sortie des LEZ danoises

A gauche : panneau d'entrée entre 2006 et 2020 ; à droite : panneau d'entrée depuis 2020

Une récente loi adoptée le 4 juin 2020 introduit une nouvelle mise en application numérique dans ces zones à partir du 1^{er} juillet 2020. Les contrôles dans les LEZ danoises à compter de cette date seront désormais basés sur une lecture des plaques d'immatriculation par caméra : le véhicule n'aura plus besoin de posséder un écolabel sur son pare-brise. Un véhicule qui ne répond pas aux exigences de la LEZ recevra un avertissement durant les 3 premiers mois de mise en œuvre de cette nouvelle restriction (du 1^{er} juillet au 31 septembre 2020). L'envoi d'amende sera appliqué à partir du 1^{er} octobre 2020 par l'Agence danoise de protection de l'environnement⁷⁴.

⁷³ Taux de change pris égal à 0,13 EUR pour 1 DKK (moyenne de l'évolution du taux de change de la couronne danoise entre avril 2019 et avril 2020).

⁷⁴ <https://eng.mst.dk/air-noise-waste/air/reducing-traffic-emissions/danish-low-emission-zones>

Par ailleurs, des véhicules équipés de caméras ANPR effectueront également des contrôles mobiles à l'intérieur des zones de restriction sur les véhicules en circulation.



Figure 48 : Exemple de caméras ANPR installées à différents points de contrôle dans chaque LEZ
Source des photographies : <https://miljoezoner.dk/en/automatic-number-plate-recognition/>

3.6.1. Amendes

Les amendes pour non-respect des conditions de circulation s'élèvent à :

- 12 500 DKK (environ 1 625 EUR) pour les véhicules lourds (poids-lourds, autobus)
- 1 500 DKK (environ 195 EUR) pour les véhicules utilitaires légers

Les véhicules étrangers sont également soumis à cette réglementation. Les conducteurs qui possèdent un véhicule qui ne répond pas aux exigences d'entrée mais qui possède un filtre à particules (FAP) doivent s'enregistrer en ligne avant d'entrer dans une LEZ danoise. Dans le cas contraire, les conducteurs concernés risquent une amende de 1 000 DKK (environ 130 EUR) même si le véhicules possède un FAP.



3.7. Espagne

Concernant la ZBE de Madrid, la restriction de circulation a été mise en place de façon progressive et pédagogique, avec la mise en place entre novembre 2018 et mars 2019 de contrôles manuels par des agents de police et l'envoi par le service de gestion des amendes de supports de communications sans pénalités aux conducteurs qui ne respectent pas la réglementation. Depuis mars 2019, le dispositif est entré en application avec la mise en place de la verbalisation par un réseau de caméras à chaque point d'entrée de la zone de restriction (cf. figure ci-dessous).

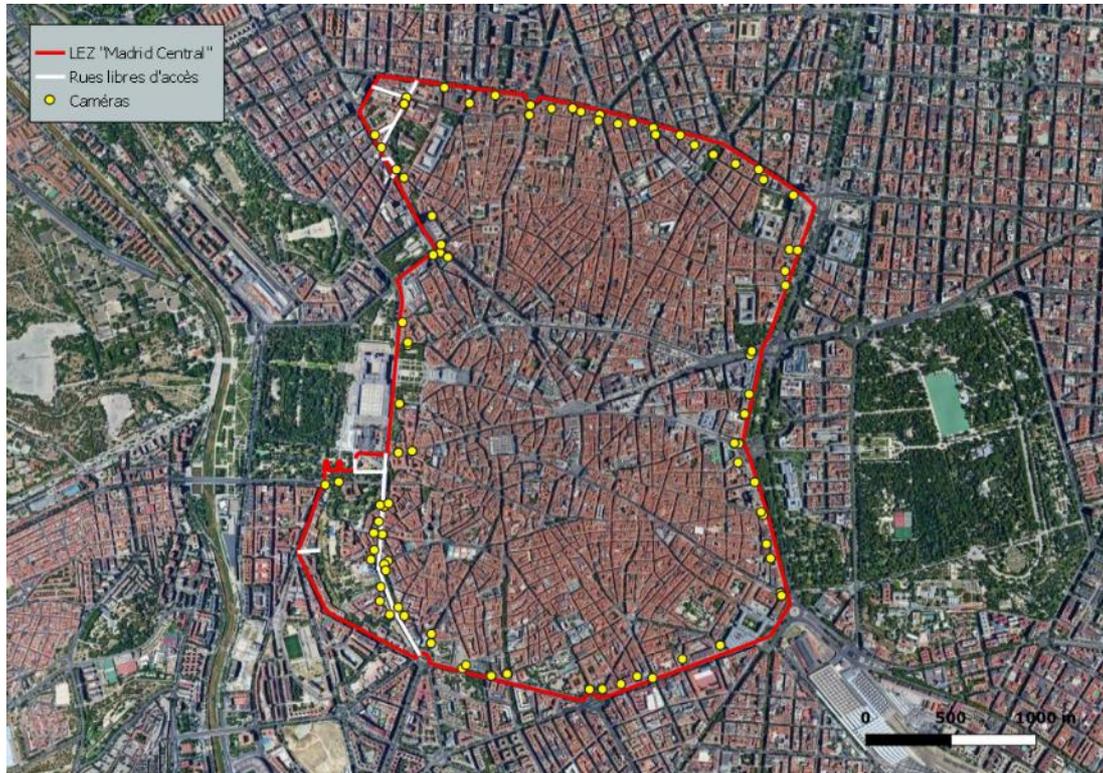


Figure 49 : ZBE de Madrid

Source de l'image : ADEME | Source des données : <https://datos.madrid.es/>

Concernant la ZBE de l'Aire Métropolitaine de Barcelone, les contrôles sont effectués, comme à Madrid, au moyen de caméras à lecture automatique de plaques (plus d'une centaine répartie à différents points stratégiques de la ZBE). Il est prévu des sanctions en cas de non-respect à partir de 100 EUR, pouvant être majorées de 30 % en cas de récidive. Une période de trois mois s'étalant du 1^{er} janvier au 1^{er} avril 2020 a été établie pendant laquelle les contrevenants sont rappelés à l'ordre sans être sanctionnés par des amendes. De plus, les véhicules de transport de marchandises, autobus et autocars qui ne respectent pas les conditions ont reçu une autorisation de circulation jusqu'au 1^{er} janvier 2021 en raison d'un moratoire établi pour ce type de véhicule (période de transition d'un an afin de permettre leur adaptation). Par ailleurs, les propriétaires de véhicules non-conformes peuvent demander jusqu'à dix dérogations par an leur permettant de circuler librement pendant une journée dans la ZBE.

Afin de pouvoir circuler dans la ZBE, les véhicules doivent s'inscrire au préalable sur un site internet dédié. Le temps de traitement permettant de savoir si l'autorisation de circuler est acceptée, refusée ou incomplète est de 15 jours ouvrables maximum suivant la demande. Pendant cette période, tant que la confirmation de l'autorisation n'aura pas été reçue, le propriétaire du véhicule n'a pas le droit de circuler dans la ZBE sous peine d'infraction. Le véhicule est enregistré dans le registre pendant une période de deux ans qui devra être renouvelée. Dans le cas des voitures étrangères, des frais de gestion de 5 EUR sont associés à la demande d'inscription du véhicule car les recherches doivent être effectuées manuellement. Dans le cas des demandes d'autorisation de circulation journalière, chaque autorisation journalière entraînera des frais de gestion de 2 EUR.



3.8. France

3.8.1. Contrôle des véhicules

En France, le dispositif de reconnaissance des véhicules selon leur norme d'émissions polluantes est la vignette Crit'Air⁷⁵. Il s'agit d'un certificat individuel sécurisé valable pour toute la durée de vie du véhicule. Les vignettes Crit'Air distinguent les véhicules en six catégories différentes selon leur type de motorisation (électrique, essence, diesel) et leur date de première immatriculation.

Pour obtenir la vignette Crit'Air, le propriétaire d'un véhicule doit se rendre sur le site <https://www.certificat-air.gouv.fr/>, muni de son certificat d'immatriculation (sa carte grise). Une fois les informations renseignées, la vignette est envoyée par voie postale à l'adresse qui figure sur la carte grise.

Le prix de la vignette est de 3,62 EUR pour un envoi en France, payable en ligne. Ce prix couvre les frais de fabrication, de gestion et d'envoi.

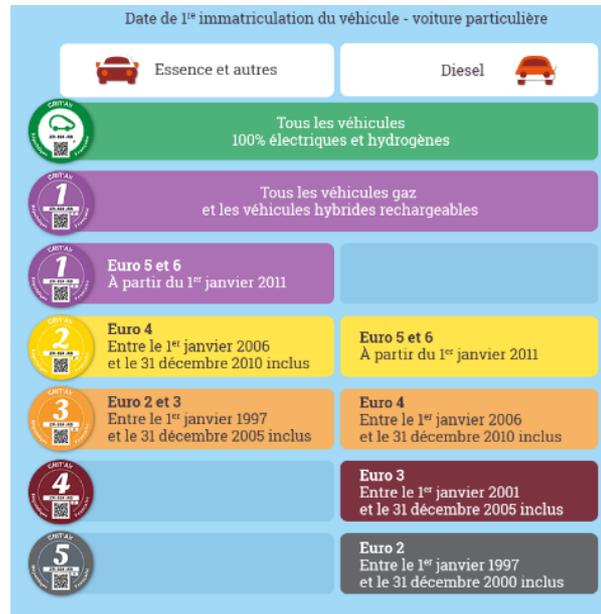


Figure 50 : Classification Crit'Air pour les VP

Source : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/certificats-qualite-lair-critair>

La collectivité qui souhaite mettre en place une restriction de circulation sur tout ou partie de son territoire décide de la ou les catégories de vignette pour lesquelles les véhicules auront le droit de circuler. Elle doit indiquer les véhicules porteurs de vignettes autorisés à circuler sur un panneau situé aux points d'entrée de la ZFE, ainsi que les jours et horaires d'application de la mesure.



Figure 51 : Exemple d'entrée dans une Zone à Faibles Emissions mobilité (ZFE-m)

Source : www.grenoblealpesmetropole.fr

Actuellement les contrôles sont réalisés manuellement et de façon aléatoire par les forces de police.

A Paris, 176 PV ont été distribués entre le 1^{er} juillet et le 31 décembre 2017. Entre le 1^{er} janvier et le 17 avril 2018, 3 339 PV ont été distribués par les agents de surveillance de Paris (ASP) et 366 par la police⁷⁶.

⁷⁵ Article L. 2213-4-1 du Code Général des Collectivités Territoriales.

⁷⁶ Marie-Anne Gairaud, 2018. Verbalisation pour absence de vignette Crit'Air : la ville de Paris passe la vitesse supérieure. Article Le Parisien, 17 avril 2018.

Pour le cas des ZFE-m mises en œuvre sur un territoire métropolitain (Grand Lyon, Grenoble Alpes, Grand Paris), il convient de préciser que la Métropole n'est pas compétente pour exercer le contrôle des véhicules dans la zone concernée. Grenoble Alpes Métropole indique cependant qu'elle est à l'initiative de politiques publiques qui génèrent des demandes de contrôle auprès des forces de polices municipales, nationales, de la gendarmerie ou encore des agents en charge du stationnement. Ainsi dans le cadre de la mise en place de sa ZFE-m, Grenoble Alpes Métropole a organisé différents comités techniques regroupant les polices municipales et brigades de gendarmerie des différentes communes concernées et contribué à la formation des agents (remise de flyers, vidéo et livrets de formation aux communes, formations internes des agents par les communes)⁷⁷.

Introduction de la LOM : vers une automatisation des dispositifs de contrôle

Les évolutions réglementaires prévues par la LOM introduisent la possibilité aux collectivités de recourir au contrôle automatisé pour les ZFE-m. L'article 86 stipule ainsi : « afin de faciliter la constatation des infractions aux règles de circulation [...] et de permettre le rassemblement des preuves de ces infractions ainsi que la recherche de leurs auteurs, des dispositifs fixes ou mobiles de contrôle automatisé des données signalétiques des véhicules peuvent être mis en œuvre par les services de police et de gendarmerie nationale ou par les services de police municipale des communes sur le territoire desquelles a été instituée une zone à faibles émissions mobilité ».

Ce nouveau cadre réglementaire fournit également des dispositions spécifiques relatives à la détermination des lieux d'implantation des dispositifs de contrôle et au traitement des données, tout en tenant compte des garanties dans la protection des données personnelles. Ainsi l'article 86 de la LOM précise que l'autorisation pour effectuer des contrôles automatisés ne peut être délivrée que si :

- Les modalités de contrôle ne conduisent pas à contrôler chaque jour plus de 15 % du nombre moyen journalier de véhicules circulant au sein de la zone.
- Le rapport entre le nombre de dispositifs de contrôle mis en œuvre au sein de la zone à faibles émissions et la longueur totale de la voirie publique mesurée en kilomètres n'excède pas 0,025 (soit 1 dispositif de contrôle pour 40 km de voirie).
- Les lieux de déploiement retenus n'ont pas pour effet de permettre un contrôle de l'ensemble des véhicules entrant dans la zone à faibles émissions ou dans un espace continu au sein de cette zone.
- Les conditions prévues pour la délivrance de l'autorisation doivent être respectées lorsque des dispositifs de contrôle mobiles sont ajoutés.

Dans ce cadre une mission interministérielle a été confiée au Préfet Raphaël Bartolt pour coordonner le travail des administrations concernées et accompagner le déploiement des systèmes de contrôles automatisés et notamment des ZFE-m. Les membres de cette mission dite « CSA » ont rendu compte lors d'une journée dédiée en novembre 2019⁷⁸ de l'avancement des travaux techniques réalisés, notamment l'architecture du système qui permettra un processus automatisé depuis le contrôle des immatriculations des véhicules jusqu'à l'émission des amendes pour les infractions constatées ainsi que les solutions pour leur paiement et la gestion des contestations :

- Le véhicule passe devant le dispositif de contrôle qui le détecte automatiquement.
- La caméra prend des photos du trafic routier (15 % du nombre moyen journalier max).
- L'appareil de terrain procède à une lecture automatique de la plaque d'immatriculation sur la photo et la transforme en texte.
- Après identification de la plaque d'immatriculation, le système interroge la base de données Crit'Air :
 - o En cas d'infraction suspectée, le système interroge également les listes des véhicules exemptés.
 - o Si le véhicule a le droit de circuler, destruction automatique et immédiate des données collectées.
- Si le véhicule n'a pas le droit de circuler l'appareil de terrain envoie automatiquement le message d'infraction et des éléments de preuve au centre de constatation, où un agent assermenté constate l'infraction.
- L'édition et l'envoi de l'avis de contravention ainsi que le traitement des retours (paiement, contestation...) sont réalisés par l'Agence Nationale du Traitement Automatisé des Infractions (ANTAI).

A la date de rédaction de ce rapport (avril 2020), le contrôle des ZFE-m par caméras n'est pas encore opérationnel.

⁷⁷ Grenoble Alpes Métropole. Zone à Faibles Emissions (ZFE) pour les VUL et les PL. Présentation réalisée lors de Journée nationale sur le contrôle des ZFE et des voies réservées. 28 novembre 2019.

⁷⁸ Source : https://www.cerema.fr/system/files/documents/2019/12/3_4_5_travaux_csa_architecture.pdf



3.8.2. Amendes

En France, si la LEZ est conforme au cadre juridique national en vigueur (le plus récent étant la LOM), le montant des amendes appliqué est celui fixé par les articles R. 318-2 et R. 411-19-1 du code de la route.

Ainsi, les propriétaires de véhicules légers (VP, VUL, 2RM) ne respectant la restriction de circulation ou ne possédant pas la vignette Crit'Air dans une ZFE, qu'ils soient en circulation ou en stationnement (si la restriction s'applique 24 heures sur 24), sont passibles d'une amende de 3^{ème} classe soit 68 EUR (majoration à 180 EUR si non payée dans les 45 jours).

Les propriétaires de poids lourds, autocars et autobus ne respectant la restriction de circulation ou ne possédant pas la vignette Crit'Air dans une ZFE, qu'ils soient en circulation ou en stationnement (si la restriction s'applique 24 heures sur 24), sont quant à eux passibles d'une amende de 4^{ème} classe soit 135 EUR (majoration à 375 EUR si non payée dans les 45 jours).

Enfin, apposer une vignette Crit'Air ne correspondant pas aux caractéristiques du véhicule est également passible d'une amende de 4^{ème} classe soit 135 EUR (majoration à 375 EUR si non payée dans les 45 jours).

Pour le cas de l'actuelle LEZ de Strasbourg, qui n'est pas conforme au cadre juridique national des ZFE-m, les conducteurs en infraction s'exposent à une amende de 1^{ère} classe soit 11 EUR (majoration à 33 EUR si non payée dans les 45 jours)⁷⁹.

Comme pour la majorité des LEZ récemment mises en œuvre à l'échelle européenne, les collectivités françaises qui ont déjà mis en place ce dispositif ont procédé à des opérations de contrôle pédagogique durant une première phase variable dite de « transition » où aucune amende n'a été distribuée (cf. chapitre 7.4 sur la communication en France).

⁷⁹ Source : <https://www.strasbourg.eu/nouvelles-regles-de-livraison-au-centre-ville>

3.9. Italie

3.9.1. Contrôle des véhicules

En Italie, il n'existe pas de système national d'application des LEZ, les régions et les municipalités sont donc libres de définir les règles s'appliquant aux zones considérées. Une certaine homogénéisation des restrictions et des règles apparaît cependant, notamment au niveau régional. Les LEZ sont délimitées par des panneaux de signalisation indiquant l'horaire de fonctionnement de la LEZ ainsi que les normes de véhicules interdites de circulation dans la zone.

Selon les LEZ, les contrôles s'effectuent via un contrôle manuel des véhicules (notamment dans le cas des LEZ hivernales), ou bien, lorsque la LEZ est associée à une zone piétonne, via un contrôle par caméra ANPR. Les plaques d'immatriculation sont ainsi comparées aux fichiers centraux des automobiles comprenant l'ensemble des informations sur l'âge et la norme Euro du véhicule. Si celui-ci est en infraction, une amende est envoyée au propriétaire par courrier postal. Par exemple, la ville de Bolzano a mis en place en 2014 un système de contrôle automatique au moyen de 12 caméras ANPR installées à chacun des points d'accès de la ZTL (cf. figure ci-dessous).



Figure 52 : Délimitation de la ZTL de Bolzano / Point d'entrée de la ZTL au niveau de la Porte Via Piave

Source : <http://www.comune.bolzano.it>

Indiquées sur le site internet de la commune, les dépenses prévues pour l'introduction du nouveau système de contrôle automatique s'élèvent à 601 128 EUR et se répartissent de la façon suivante :

- Système de contrôle automatique : 380 000 EUR
- Travaux de construction : 60 000 EUR
- Connexion au réseau informatique : 38 000 EUR
- Evénements imprévus 18 800 EUR
- TVA à 21 % : 104 328 EUR

Il s'agit des coûts estimés avant travaux, les coûts réels de l'installation du système n'ont pas été précisés.

La ville de Milan possède également un système de contrôle automatique par caméras ANPR. Dans sa première LEZ comprenant le centre-ville de Milan (superficie d'environ 8,2 km²), 43 caméras sont installées au niveau des points d'entrée de l'Area C.

Dans sa seconde LEZ (Area B) comprenant la grande majorité de la ville de Milan pour une superficie d'environ 129 km², 187 caméras seront installées entre début 2019 et fin 2020 correspondant aux points d'entrée de l'Area B (cf. panneau de signalisation ci-contre)⁸⁰.



Figure 53 : Panneau d'indication Area B / Area C

⁸⁰ Milano 2019-2030 - Aria più pulita, spostamenti più facili e veloci per tutti. Comune di Milano, Agenzia Mobilità Ambiente Territorio, 27/08/2018.



Figure 54 : Panneau d'entrée de l'Area C (ZTL) de Milan avec caméra ANPR
Source : Omnimilano

3.9.2. Amendes

Les propriétaires des véhicules ne respectant pas les restrictions de circulation s'exposent à une amende de 75 à 450 EUR selon les catégories de véhicules et selon les LEZ.

A Milan, où la LEZ « Area C » est cumulée à un péage urbain, le paiement d'une redevance journalière est exigé à l'entrée de la zone de restriction. Le montant de la redevance dépend de plusieurs facteurs dont les émissions des véhicules (cf. paragraphe 2.12.3). En cas d'oubli de paiement de la redevance journalière, il est possible d'acheter dans les 7 jours un ticket de 15 EUR sur le site internet de l'Area C afin de ne pas payer d'amende. En cas de non-paiement, l'amende est envoyée dans les 60 jours et est comprise entre 70 et 285 EUR.

A Palerme, où la LEZ est également cumulée à un péage urbain, les modalités de restriction sont différentes et la tarification est la suivante :

- Pour les véhicules essence Euro 2 et antérieurs et les véhicules diesel Euro 3 et antérieurs, le permis annuel obligatoire pour avoir accès à la LEZ est de 90 EUR et l'amende en cas de non-respect est de 164 EUR.
- Pour les véhicules essence a minima Euro 3 et les véhicules diesel a minima Euro 4, le permis annuel obligatoire pour avoir accès à la LEZ est de 80 EUR et l'amende en cas de non-respect est de 81 EUR.

3.10. Pays-Bas

3.10.1. Contrôle des véhicules

Les caractéristiques environnementales des poids lourds sont enregistrées dans une base de données, il n'est pas nécessaire d'entreprendre une démarche particulière pour s'enregistrer. Par ailleurs les Pays-Bas prennent en compte les poids-lourds étrangers.

Initialement, les contrôles étaient effectués manuellement par les forces de police puis le contrôle par vidéosurveillance s'est généralisé. La LEZ de La Haye compte 12 caméras (pour une superficie de 4,3 km²), celle de Bois-le-Duc en compte 15 (pour 1,6 km²). Avec l'apparition des LEZ pour les voitures particulières et les véhicules utilitaires légers (Utrecht, Rotterdam pendant un certain temps, Amsterdam, Arnhem), le système de contrôle par vidéosurveillance a été étendu à ces catégories de véhicules.



Figure 55 : Panneaux d'entrée de LEZ pour les PL (gauche) et VP-VUL (droite) aux Pays-Bas

Ce panneau est surmonté d'une plaque portant le texte « zone environnementale ». La plaque placée en dessous indique « sauf autorisation » pour les PL et « pour les véhicules diesel d'avant le 01.01.2001 » pour les VP-VUL

La ville de Rotterdam comptabilise 33 caméras de surveillance scannant les plaques d'immatriculation dans sa zone de restriction (24 km²). La LEZ d'Utrecht (3,2 km²) comptabilise 19 caméras tandis que la LEZ d'Amsterdam (40 km²) en compte 53. Le nombre de caméras installées ne semble pas être corrélé directement à la superficie de la LEZ mise en place mais au nombre de ses points d'accès.

Afin d'homogénéiser les dispositifs entre l'ancien cadre national des LEZ pour les poids-lourds et les initiatives locales concernant les véhicules légers, un nouveau cadre national est entré en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2020 (cf. chapitre 2.13.3). Il impose notamment aux collectivités concernées la mise en place obligatoire d'ici le 29 octobre 2020 de nouveaux panneaux de signalisation communs, indiquant la classe d'émission minimale autorisée à circuler et le type de véhicules concernés.



Figure 56 : Panneaux d'entrée des LEZ à compter du 1^{er} janvier 2020

A gauche : zone jaune pour les VP/VUL ; Au milieu : zone verte pour les VP/VUL ; A droite : zone verte pour les PL/bus
Source : <https://www.milieuzones.nl/>

3.10.2. Amendes

Pour les poids lourds, l'amende en cas d'infraction était d'environ 160 EUR jusqu'à fin 2011. Au 1^{er} janvier 2012, ce montant est passé à 220 EUR. Il est désormais de 240 EUR pour l'ensemble des véhicules lourds (PL, bus). Des frais administratifs de 9 EUR sont également comptabilisés.

Amsterdam avait instauré une période de trois mois, au début de la mise en œuvre de sa LEZ, sans contravention. Pour les voitures particulières et les véhicules utilitaires légers, l'amende pour non-respect étaient de 90 EUR jusqu'en 2017. Elle est désormais de 95 EUR depuis le 1^{er} janvier 2018,

auxquels s'ajoutent également 9 EUR de frais administratifs. L'amende pour les 2-roues motorisés dans la LEZ d'Amsterdam est de 65 EUR. Les recettes des amendes ne sont pas reversées à la collectivité mais au Royaume des Pays-Bas.

Au lancement de la mise en œuvre de sa LEZ le 1^{er} janvier 2019, la ville d'Arnhem a instauré une période transitoire de trois mois sans amende, où seules des lettres d'information et d'avertissement étaient envoyées aux contrevenants. D'après un article du quotidien néerlandais De Gelderlander publié en décembre 2019, le porte-parole du parquet général de la ville signale qu'à partir du 1^{er} avril 2019, environ 7 200 amendes ont été distribuées sur les six premiers mois (soit environ 40 amendes par jour en moyenne) et ont rapporté environ 700 000 EUR.

Le nouveau cadre national entré en vigueur le 1^{er} janvier 2020 (cf. chapitre 2.10.3) indique que le montant de l'amende pour les VP et VUL en infraction dans une LEZ est de 95 EUR auxquels s'ajoutent des frais administratifs (9 EUR en 2019).

3.10.3. Taux de respect

Dans son rapport de 2008 « Een jaar milieuzones vrachtverkeer Effectstudie », la société de conseil DHV présente l'état des lieux du parc automobile dans les LEZ (cf. paragraphe 6.2). Les sondages menés en mai/juin/juillet 2008 montrent que les règles d'accès aux Low Emission Zones sont respectées en moyenne à plus de 65 % dans ces villes néerlandaises. La mise à jour du rapport d'évaluation néerlandais en 2009⁸¹ a révélé que le taux de respect avait augmenté entre 2008 et 2009. Dans la deuxième moitié de 2008, environ 60 à 75 % des poids lourds étaient en règle. Dans la première moitié de 2009 ce chiffre atteignait environ 80 à 85 %. Le personnel de surveillance a été renforcé et davantage de contrôles ont été effectués tandis qu'un nombre croissant de villes se tournait vers le contrôle vidéo. La clé étant l'augmentation du sentiment de probabilité de pouvoir être contrôlé systématiquement. Les possibilités de dérogation ont aussi été réduites. Le taux d'infraction varie en fonction de la ville et des moyens de contrôle mis en œuvre. A Amsterdam, où le contrôle se fait par caméras, 5 % des camions sont en infraction tandis qu'à Bois-le-Duc, Eindhoven et Breda où le contrôle est manuel, 20-25 % des camions sont en infraction.

Cette meilleure qualité des contrôles a permis d'améliorer l'acceptabilité du dispositif (traitement équitable). Les taux de respect plus élevés d'Amsterdam par rapport aux autres villes hollandaises donnent une indication quant à l'impact comparé des caméras par rapport au contrôle humain. Il faut aussi noter dans l'expérience d'Amsterdam qu'un taux de respect plus élevé n'aboutit pas forcément à un nombre plus élevé de voitures propres, dès lors qu'un nombre accru de dérogations a été accordé.

L'information sur le taux de respect néerlandais de la liste ci-dessous provient de différentes sources, antérieures à 2010 et compilées par Sadler Consultants. Les dérogations seront comptabilisées ici comme critères conformes aux règles de la LEZ considérée.

- Amsterdam : depuis la mise en œuvre du contrôle par caméra, seul 5 % des camions roulent illégalement dans la LEZ. Sur 7 000 véhicules circulant quotidiennement dans Amsterdam, 150 verbalisations sont dressées par jour, contre 30 par jour avant le contrôle par caméra.
- Bois-le-Duc : 83 % de camions en règle – en hausse de 70 %
- Eindhoven : 91 % des véhicules sont en règle
- Tilburg : plus de 85 % de respect en octobre 2009, contre 77 % l'année précédente
- Breda : 77 % de respect

Milieudefensie, une ONG qui fait régulièrement des enquêtes de terrain sur l'application des normes dans les LEZ, déclare que plus de contrôles devraient être effectués. Depuis janvier 2009, ils ont observé qu'environ 20 % des camions ne respectaient pas les critères de la LEZ (sans compter les dérogations). À titre d'information, voici quelques résultats de ces contrôles ponctuels :

- à Maastricht : 14 camions en infraction sur 24 (≈ 58 %)
- à Rotterdam : 33 camions en infraction sur 100 (33 %)
- à Utrecht : 43 camions en infraction sur 150 (≈ 29 %)
- à Breda : 16 camions en infraction sur 44 (≈ 36 %)
- à Tilburg : 12 camions en infraction sur 38 (≈ 31 %)
- à Eindhoven : 20 camions en infraction sur 74 (≈ 27 %)

⁸¹ Buck Consultants International en Goudappel Coffeng, 2009. Effectstudie milieuzones vrachtverkeer – Stand van zaken 2009. Uitgevoerd in opdracht van SenterNovem, november 2009.

Une étude menée en 2012 par Boogaard *et al.* précise que dans la LEZ d'Amsterdam, le taux de respect est passé de 66 % en 2008 à 97 % en 2010, la ville ayant mis en place un système de contrôle par caméra en 2009. Bien que l'augmentation du taux de respect ne soit pas complètement due au changement du type de contrôle (renouvellement naturel et régulier de la flotte de véhicules), celui-ci a joué un rôle clé dans le respect de l'action⁸². Le rapport⁸³ issu du projet RETMIF, mené entre 2013 et 2015 dans le cadre de l'appel à projets AACT-AIR⁸⁴, rappelle à ce sujet « *qu'en termes économiques, le rôle du choix du type de contrôle est à mettre en parallèle avec l'investissement réalisé pour la mise en place du dispositif, en prenant en compte le fait que le taux de respect augmente mathématiquement avec le temps du fait du renouvellement régulier de la flotte de véhicules* ».

3.10.4. Coût du contrôle

Les informations relatives aux coûts liés aux contrôles ne sont pas facilement accessibles. Elles sont généralement données parmi les coûts de mises en œuvre et de fonctionnement de la Low Emission Zone. Aussi, les éléments ci-dessous sont portés à titre d'information et comprennent différents aspects du contrôle de la Low Emission Zone dans sa globalité.

L'expérience des Pays Bas montre que les coûts initiaux de mise en œuvre d'une LEZ avec contrôle manuel s'élèvent à environ 100 000 EUR pour une ville de taille moyenne (environ 200 000 habitants) puis de 75 000 EUR annuellement pour les contrôles. Il faut compter un budget plus substantiel pour les villes plus grandes. Un système de contrôle par réseau de caméras représente un coût entre 10 000 et 50 000 EUR.

Le rapport de suivi des LEZ du ministère néerlandais de l'Environnement donnait, pour les travaux de préparation, un budget total pour 8 municipalités contributrices de 1 440 000 EUR et des coûts annuels de fonctionnement (c'est-à-dire de contrôle) de 600 000 EUR. Le tableau ci-dessous donne les grandes lignes de coût spécifiques à la mise en place d'une LEZ. Les coûts du contrôle par caméra ne sont pas précisés en détail dans le rapport. Le coût annuel du contrôle manuel est d'environ 75 000 EUR par ville, sans compter le coût des études de conformité. Les autres coûts mentionnés concernent l'entretien de la signalisation et les dérogations.

Description	Coût	Détails
Coût de préparation		
Recherches initiales	15 000 EUR	Qualité de l'air, composition du parc motorisé
Enquête de répartition	30 000 EUR	Moyens d'optimiser la répartition et l'investissement pour le calcul d'impact économique
Calculs sur la qualité de l'air	10 000 EUR	Effets sur les concentrations NO ₂ et PM ₁₀
Calcul d'impact économique	10 000 EUR	Coût pour l'économie locale
Encadrement interne de soutien	1 demi-poste (*)	Recherche et coordination avec les parties prenantes
Coûts de mise en place		
Communication	25 000 EUR	Communication avec les parties prenantes
Signalisation routière	15 000 EUR	Installation du signalement
Dispositif de contrôle	40 000 EUR	Achats informatiques & équipements pour le contrôle & la formation des agents de contrôle
Coûts de fonctionnement annuels		
Contrôles	1 poste d'encadrement (env. 60 000 EUR)	Agent de maintien de l'ordre et/ou policier
Evaluation	15 000 EUR	Rapport annuel ou bisannuel d'impact de la LEZ par surveillance des plaques minéralogiques & calcul d'impact

Tableau 17 : Coûts moyens de mise en place des LEZ pour 8 collectivités locales néerlandaises

(*) Les postes de personnels sont donnés en équivalents temps plein (ETP)

⁸² Boogaard, H., et al., 2012. Impact of low emission zones and local traffic policies on ambient air pollution concentrations. Science of the Total Environment, 435-436, 132-140.

⁸³ Dablanç, L., Montenon, A., Cruz, C., Rizet, C., Belton-Chevallier, L., Bocquentin, M., 2015. Projet RETMIF - Réduction des émissions de polluants du transport de marchandises : retours d'expériences des restrictions de circulation en Europe et scénarios pour l'Ile-de-France. IFSTAR, rapport de recherche pour l'ADEME/AACT-AIR, septembre 2015 (166 pages). Cf. <http://www.ademe.fr/reduction-emissions-polluants-transport-marchandises-retours-d-experiences-restrictions-circulation-europe-scenarios-lille-france>

⁸⁴ Appel à projet « Aide à l'action des collectivités territoriales en faveur de la qualité de l'air ». Plus d'informations sur <http://www.ademe.fr/expertises/air-bruit/passer-a-l'action/dossier/programmes-faveur-qualite-lair-aact-air-cortea-primequal/aact-air-actions-faveur-qualite-lair-territoires>



Le rapport « Een jaar milieuzones vrachtverkeer – Effectstudie » donne une ventilation plus détaillée et une meilleure appréhension de la gamme des coûts. Ceux-ci sont listés dans le tableau ci-après et proviennent des autorités d'Utrecht, Eindhoven, Rotterdam, Bois-le-Duc, Breda, Tilburg et La Haye. Les données provenant de plusieurs villes, il est probable que certaines aient externalisé certains postes, d'autres les ayant traités en interne, en fonction des accords ayant cours dans la municipalité concernée.

A. Étude de faisabilité (½ année)	Coûts
Recherche	5 à 25 000 EUR
Enquête sur la qualité de l'air	10 à 20 000 EUR
Détermination des flux de trafic (i)	20 à 30 000 EUR
Gestion du projet	10 à 30 000 EUR
Total	100 à 150 000 EUR
Postes d'effectifs nécessaires	1 à 1,5 ETP
B. Préparation (½ année)	Coûts
Élaboration d'une politique de dérogation	5 à 20 000 EUR
Mise en place de logiciels et matériels pour faire fonctionner la LEZ	20 à 30 000 EUR
Élaboration des politiques de contrôle manuel (ii)	5 à 10 000 EUR
Achat de logiciels / matériel pour le contrôle manuel	20 à 40 000 EUR
Signalisations routières	20 à 40 000 EUR
Communication (iii)	10 à 100 000 EUR
Gestion de projet	10 à 30 000 EUR
Total	75 à 150 000 EUR
Personnel requis	1 à 1,5 ETP
C. Gestion (pendant le fonctionnement de la LEZ)	Coûts
Coût de la gestion des dérogations	10 000 EUR
Personnel requis pour les dérogations	0.5 ETP
Contrôle par « agent d'enquête compétent » des coûts fixes du projet	10 000 EUR
Personnel requis	Variable
Coûts de recherche sur évaluation / surveillance	20 à 30 000 EUR
Coûts globaux du projet	20 à 40 000 EUR
Total	Pas encore disponible
Personnel requis	Max 0.5 ETP + agents de contrôle
<i>(i) n'est compté qu'une seule étude exploratoire.</i>	
<i>(ii) surveillance par caméra non comprise.</i>	
<i>(iii) les actions de communication des collectivités locales sont très diverses, de la distribution de dépliants (tous) à l'installation de panneaux publicitaires (Breda) en passant par la publicité (tous), des réunions (beaucoup), etc.</i>	

Tableau 18 : Détail des coûts moyens de 7 LEZ néerlandaises

Dans ce tableau, les postes de personnels sont donnés en équivalents temps plein (ETP)



3.11. Portugal : Lisbonne

La surveillance des véhicules autorisés ou non à pénétrer dans la LEZ est réalisée par la police municipale de façon aléatoire aux différents points d'entrée et à l'intérieur de la zone de restriction.

La LEZ lisboète est délimitée par des panneaux de signalisation indiquant les horaires de fonctionnement ainsi que les catégories de véhicules interdites de circulation dans la zone.

D'après le projet européen « European City Ranking » qui se propose de classer les grandes villes européennes selon les mesures environnementales qu'elles mettent en place (Clean Air life + project), le taux de respect de la LEZ durant les premières périodes était très faible, et aucune pénalité n'était appliquée aux contrevenants⁸⁵.



Figure 57 : Panneau d'entrée de la LEZ de Lisbonne

Une enquête réalisée par le site d'information O Corvo parue en mai 2018 indique que « la ville n'a pas investi dans une solution de contrôle automatique et la police n'a pas procédé à de fréquentes opérations de surveillance, la ville ne peut donc pas vérifier le taux de respect dans les deux zones de la ZER ».

Fernando Nunes da Silva, ancien conseiller à la mobilité chargé du lancement de la ZER précise dans l'article que « les exemptions étaient si nombreuses que seuls 5 % des véhicules qui circulent auraient été touchés » par les restrictions.

Le chercheur Francisco Ferreira, qui a collaboré à la création du ZER, reconnaît de son côté que le programme de restriction est aujourd'hui « en attente ». En raison de cette absence de contrôle, l'ONG environnementale Quercus envisage de saisir prochainement la justice contre le Conseil Municipal de Lisbonne⁸⁶.

⁸⁵ Projet européen European City Ranking : <http://sootfreecities.eu/measure/low-emission-zone>

⁸⁶ Source : <https://ocorvo.pt/zonas-de-emissoes-reduzidas-zer-de-lisboa-uma-grande-ilusao-sem-efeitos-praticos-ninguem-e-multado>



3.12. Suède

3.12.1. Contrôle des véhicules

L'inspection du respect des zones à faibles émissions suédoises est visuelle et effectuée par la police. Pour rappel, seuls les véhicules de plus de 3,5 tonnes sont concernés par la Low Emission Zone. Ces véhicules doivent s'enregistrer avant de pénétrer dans la LEZ. Ils doivent afficher sur leur pare-brise un document qui prouve qu'ils sont autorisés à circuler. Pour cela, les propriétaires de véhicules doivent remplir un formulaire qu'ils enverront à la ville dans laquelle ils veulent circuler. Le dispositif d'identification des véhicules n'est pas national donc il faut faire une demande dans chaque ville si l'on souhaite circuler dans toutes les villes suédoises disposant d'une LEZ. Ce système s'applique également aux véhicules étrangers.



Figure 58 : Panneau d'entrée de LEZ pour les PL à Göteborg

Les véhicules qui ne sont pas conformes mais autorisés par règlement spécifique doivent également afficher clairement sur leur pare-brise le document approprié.

3.12.2. Amende

En cas d'infraction à la réglementation, l'amende est de 1 000 SEK (environ 108 EUR⁸⁷). De plus, les véhicules trop vieux peuvent être enlevés de la zone.

3.12.3. Taux de respect à Stockholm

La figure ci-contre est extraite d'une étude d'évaluation datant de 2008.

Elle montre que le taux de respect à Stockholm était relativement faible en 2000.

Suite à un audit, le taux de conformité a été amélioré de façon significative après révision du système de contrôle.

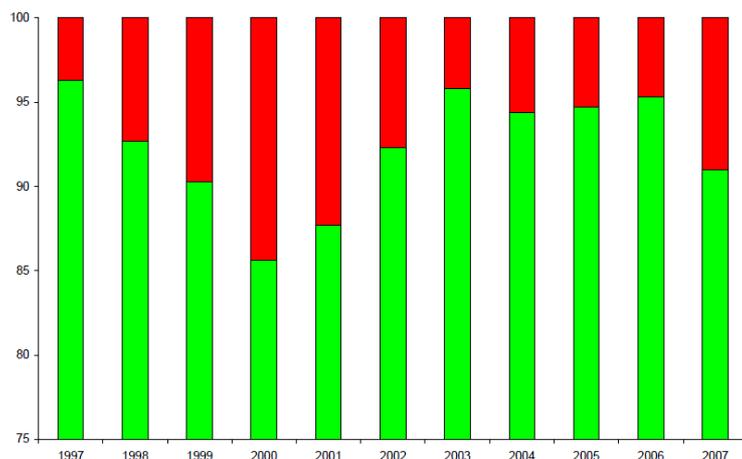


Figure 59 : Taux de conformité à la LEZ de Stockholm entre 1997 et 2007
Données fournies en pourcentage ; le taux de non-respect est représenté en rouge

⁸⁷ Taux de change pris égal à 0,107 EUR pour 1 SEK (moyenne représentative de l'évolution du taux de change de la couronne suédoise entre janvier et mars 2015).

3.13. République Tchèque

La République Tchèque devait mettre en place en 2019 un dispositif national fondé sur le système allemand (initialement prévu en 2017)⁸⁸. Il est en effet question d'effectuer une homogénéisation avec l'Allemagne quant aux moyens de contrôles des LEZ par vignettes. Le but est de faciliter la compréhension et de simplifier le dispositif pour les conducteurs amenés à circuler dans les deux pays. La reconnaissance mutuelle des vignettes d'émissions de chaque pays est en cours de discussion entre l'Allemagne et la République Tchèque. En 2020, une confirmation de la République Tchèque est toujours attendue sur cette question.



Figure 60 : Panneaux indiquant l'entrée/sortie de la LEZ de Prague et vignettes associées

Source : http://www.praha.eu/public/be/fc/85/1894754_574161_Casto_kladene_dotazy_2.pdf

Les autocollants seront vendus aux automobilistes contre une preuve de la norme d'émission de leur véhicule. Ils pourront être achetés dans les services dédiés aux transports des municipalités. L'achat des autocollants en ligne est en cours d'étude. Les véhicules étrangers seront également impactés. Des contrôles de police manuels seront réalisés et l'amende en cas de non-respect sera comprise entre 1500 CZK et 2500 CZK (entre 55 et 90 EUR environ)⁸⁹. Des dérogations seront accordées aux résidents de la zone, les véhicules de transport public, de l'armée et les véhicules de secours (ambulanciers, pompiers). La création de la zone environnementale nécessitera l'implantation de 293 panneaux de signalisations, pour un coût compris entre 640 000 CZK et 1 100 000 CZK (entre 23 000 et 40 000 EUR environ)⁹⁰.

⁸⁸ Source : <http://fr.urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/czech-republic-mainmenu-448/praha>

⁸⁹ Taux de change pris égal à 27,6 EUR pour 1 CZK (moyenne de l'évolution du taux de change de la couronne tchèque entre janvier et mars 2015).

⁹⁰ Rapport explicatif émis suite à la résolution du Conseil de la Ville de Prague du 29/04/2014 pour instaurer une LEZ dans la ville.



3.14. Récapitulatif des amendes et des recettes

Le tableau suivant récapitule le montant des amendes en cas de non-respect des règles d'accès aux Low Emission Zones à travers quelques pays européens. Il synthétise également les dérogations payantes et l'utilisation des recettes générées par ces dispositifs lorsque les données sont disponibles. Concernant les pays européens dont la monnaie n'est pas l'euro, les montants indiqués en EUR peuvent varier en fonction du taux de change sélectionné au moment de la rédaction du rapport et la situation actuelle.

LEZ	Montant de l'amende	Dérogations payantes	Utilisation de recettes
Autriche	De 80 EUR à 2 180 EUR		Pas d'usage spécifique
Allemagne	Depuis 2015 : 80 EUR Avant 2015 : 40 EUR (+ ajout d'une pénalité sur le permis de conduire)	Berlin : VP : 135 – 190 EUR / an Ratisbonne : VP LEZ : 30 EUR/an VUL LEZ : 60 EUR/an VP/VUL extérieur LEZ : 120 EUR/an Munich : VP LEZ : 75 EUR/an VUL LEZ : 150 EUR/an VP/VUL extérieur LEZ : 200 EUR/an	Pas d'usage spécifique
France	Pour les LEZ conformes au cadre juridique ZFE-m : 68 EUR pour les VP et VUL Majoration à 180 EUR si paiement après 45 jours 135 EUR pour les PL Majoration à 375 EUR si paiement après 45 jours 135 EUR pour pose de fausse/mauvaise vignette Majoration à 375 EUR si paiement après 45 jours		Pas d'usage spécifique
Danemark	12 500 DKK pour les PL et bus (env. 1 670 EUR) 1 500 DKK pour les VUL (env. 200 EUR)		Pas d'usage spécifique
Région flamande (Belgique)	Anvers : En 2017 : 125 EUR En 2018 : 150 EUR pour la 1 ^{re} contravention 250 EUR pour la 2 ^e contravention* 350 EUR pour la 3 ^e contravention* <i>*Si espacement de moins de 12 mois</i> Gand : 150 EUR	VP Euro 4 : 350 EUR/an PL (> 5 t) Euro 4 : 1 380 EUR/an Pass journalier (8 par an) : 35 EUR	Pas d'usage spécifique
Bruxelles (Belgique)	350 EUR Une amende par trimestre, soit un maximum de 4 amendes par véhicules sur une année	Pass journalier (8 par an) : 35 EUR	Pas d'usage spécifique
Italie	De 75 à 450 EUR selon les LEZ		Pas d'usage spécifique
Pays-Bas	240 EUR (+ 9 EUR de frais administratifs) pour les PL 90 EUR (+ 9 EUR de frais administratifs) pour les VP 95 EUR pour les VP/VUL depuis le 1 ^{er} janvier 2018 65 EUR pour les 2RM	Pass journalier à Rotterdam (12 par an) : 25,30 EUR	Reversées au Royaume des Pays-Bas
République Tchèque	De 1 500 à 2 500 CZK (env. 55 à 90 EUR)		Pas d'usage spécifique
Londres (Angleterre)	LEZ : De 500 à 1 000 GBP (env. 600 à 1 200 EUR) Si paiement en moins de 14 jours : De 250 à 500 GBP (env. 300 à 600 EUR) ULEZ : De 160 à 1 000 GBP (env. 190 à 1 200 EUR) Si paiement en moins de 14 jours : De 80 à 500 GBP (env. 96 à 600 EUR)	Redevance journalière LEZ : de 100 à 200 GBP (env. 120 à 240 EUR) Redevance journalière ULEZ : de 12,5 à 180 GBP (env. 15 à 215 EUR)	Intégrés au budget général de TfL et réinvestis dans l'amélioration continue de l'infrastructure de transport de Londres
Suède	1000 SEK (env. 107 EUR)		Pas d'usage spécifique
Lisbonne (Portugal)	Inconnue		Pas d'usage spécifique

Tableau 19 : Amendes, dérogations payantes et allocations des recettes des LEZ en Europe

4. Impacts sur la qualité de l'air

4.1. Introduction

4.1.1. Principe

Un des objectifs recherchés lors de la mise en œuvre d'une LEZ est le renouvellement des véhicules les plus anciens afin de réduire les émissions en particules (PM) et oxydes d'azote (NO_x) liées au trafic routier. La réduction de ces émissions par véhicule permet, à terme, d'envisager une diminution des concentrations en polluants dans l'air extérieur. Cependant, les concentrations en polluants en milieu urbain dépendent de nombreuses autres sources (chauffage urbain, émissions industrielles...) et varient de façon importante en fonction des conditions météorologiques. Par ailleurs, la relation entre diminution des émissions et diminution des concentrations n'est pas linéaire⁹¹.

4.1.2. Méthodologie

L'impact des LEZ sur la qualité de l'air peut être évalué au cours de deux phases :

- En phase « ex-ante », c'est-à-dire en amont de la mise en œuvre, en se basant sur différentes hypothèses concernant le renouvellement des véhicules, le taux de respect de la LEZ, le report modal éventuel, etc. Ces hypothèses permettent d'établir un parc automobile et des données de circulation (nombre de kilomètres parcourus dans la LEZ par chaque véhicule) à l'état futur. En appliquant les facteurs d'émissions théoriques de chaque polluant sur le parc circulant à l'état actuel et à l'état futur, l'impact attendu de la LEZ sur les émissions polluantes peut être calculé. A partir des réductions d'émissions obtenues, l'utilisation d'un logiciel de modélisation de la dispersion atmosphérique incluant les paramètres météorologiques permet alors d'estimer la dispersion des émissions polluantes et donc d'évaluer les concentrations qui en résultent.
- En phase « ex-post », après une période de fonctionnement de la LEZ, différentes méthodes peuvent être utilisées :
 - Comme pour les études ex ante, en comparant le parc circulant avant et après la LEZ, mais cette-fois ci à partir du parc circulant réel (observé) pour le scénario après LEZ.
 - Lorsque le parc circulant n'est pas connu avant la mise en œuvre de la LEZ, le calcul des émissions est effectué entre le parc circulant réel (observé) et le parc théorique si la LEZ n'avait pas été mise en œuvre.
 - La comparaison de mesures de polluants atmosphériques réalisées avant et après la mise en œuvre de la LEZ, ou à l'intérieur et à l'extérieur de la LEZ. Certaines études comparent plus globalement les mesures réalisées dans les villes sans LEZ et les villes avec LEZ

Les principales limites identifiées pour les méthodes de calcul sont l'utilisation d'un parc circulant théorique lors du calcul des émissions polluantes. Lorsque le parc automobile futur n'est pas connu en phase ex ante, ou lorsque le parc automobile sans LEZ n'est pas connu en phase ex-post, cette estimation est soumise à de nombreuses hypothèses, souvent favorables à un impact majorant de la LEZ. Les évaluations basées sur une connaissance précise du parc circulant avant et après la mise en œuvre de la LEZ (campagnes de comptage) sont les plus robustes pour évaluer l'impact théorique du dispositif, mais elles restent soumises à la fiabilité des facteurs d'émission utilisés.

Les évaluations réalisées par la mesure ne permettent pas de retrouver les niveaux d'impact estimés par le calcul, mais elles sont quant à elles soumises aux nombreux paramètres liés à la météorologie et aux sources d'émissions externes, qui, en fonction du jeu de données considéré et du traitement statistique effectué, peuvent également présenter une incertitude importante.

⁹¹ Entre l'émission de polluants primaires (polluants émis directement par les sources) et la concentration dans l'air de ces polluants, différents phénomènes interviennent entraînant une relation non linéaire entre émissions et concentrations, les plus impactant étant ceux liés aux conditions météorologiques (vent influençant la dispersion des polluants, formation de polluants secondaires sous l'effet du rayonnement solaire, etc.).

4.1.3. Principaux résultats

La revue bibliographique des impacts sur la qualité de l'air se caractérise par une grande disparité des résultats. Celle-ci s'explique par deux facteurs principaux :

- L'hétérogénéité dans la mise en application des restrictions au niveau de chaque LEZ (niveau de restriction, superficie de la zone impactée, mode de contrôle...) et plus particulièrement l'année de leur mise en œuvre. En effet les normes Euro évoluent dans le temps et n'impactent pas les émissions de véhicules de la même façon. Entre les véhicules de norme Euro 2 (à partir de 1996) et les véhicules de norme Euro 5 (à partir de 2010), l'augmentation du niveau d'exigence a imposé la généralisation des filtres à particules pour les véhicules légers diesel (Euro 5) et donc une importante diminution des émissions de particules primaires des véhicules diesel. En revanche, malgré une restriction des seuils d'émissions pour les NO_x, la réduction des émissions en conditions réelles n'a pas eu lieu au fil des normes successives, jusqu'à l'apparition des véhicules de normes Euro 6 (à partir de 2014)⁹². Les résultats d'évaluation d'impact sur les émissions ou les concentrations de polluants doivent donc être mis en regard de l'année de mise en œuvre de la LEZ et du potentiel de réduction des émissions en fonction des dernières normes Euro disponibles à l'horizon temporel de l'évaluation.
- L'hétérogénéité des méthodes d'évaluation utilisées. Certaines études sont basées sur la comparaison de résultats de mesures réalisées avant/après et/ou à l'intérieur/extérieur de la LEZ alors que d'autres utilisent uniquement un calcul des émissions réalisé sur la base d'un parc roulant mesuré ou évalué, ainsi que sur l'utilisation de facteurs d'émission qui sont eux-mêmes ré-évalués dans le temps. Par conséquent des résultats contradictoires peuvent apparaître pour une même LEZ en fonction du jeu de données considéré et du traitement effectué.

Néanmoins, l'analyse effectuée sur plus d'une vingtaine d'études ex-post permet d'établir les tendances suivantes :

- Un effet limité sur les concentrations en NO_x et/ou NO₂ lorsque les restrictions des LEZ concernent les véhicules diesel jusqu'à la norme Euro 4 (majorité des LEZ en 2020).
- Un effet beaucoup plus important sur les concentrations en NO_x et/ou NO₂ lorsque les restrictions des LEZ concernent les véhicules diesel jusqu'à la norme Euro 5 (ULEZ de Londres)
- Un effet significatif sur les concentrations en particules (PM₁₀ et PM_{2.5}), ainsi que sur le black carbon⁹³ (BC), lorsque les restrictions ont favorisé le renouvellement du parc diesel antérieur à la norme Euro 5 (majorité des LEZ en 2020).

Par ailleurs, l'évolution des teneurs en PM_{2.5}/BC est décrite par la bibliographie comme plus pertinente que celles des NO_x/PM₁₀ pour caractériser l'effet des LEZ pour les raisons suivantes :

- Les véhicules les plus polluants contribuent de manière plus importante aux émissions de PM_{2.5}/BC.
- La réduction des émissions liées aux normes Euro agit davantage sur ces polluants.
- La toxicité de ces polluants est reconnue comme plus importante, aussi un gain sur leur concentration dans l'air ambiant entraîne un gain plus important pour la santé que pour les autres polluants.

⁹² Avis de l'ADEME - Emissions de particules et de NO_x par les véhicules routiers - Mise à jour Mai 2018.

⁹³ Carbone suie : composé carboné présent dans les particules fines et qui permet de caractériser les particules issues de combustions incomplètes (combustibles d'origine fossile et biomassique). En milieu urbain, ses principales sources sont le trafic routier (moteur diesel principalement) et le chauffage au bois peu performant.

4.1.4. Tableau de synthèse des résultats ex-post

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus selon les évaluations ex-post réalisées par modélisation et par mesures in-situ. Les impacts relevés concernent uniquement les diminutions de concentrations dans l'air ambiant (et non les diminutions d'émissions).

NB : le black carbon (BC) et le carbone élémentaire (EC) sont considérés comme équivalents pour l'étude des impacts. La mention « NS » signifie que les résultats observés sont non significatifs car la valeur mesurée (dans le sens d'un impact négatif ou positif) est inférieure aux incertitudes de la méthode employée.

LEZ	Réf	Méthode	NO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	BC/EC
Stockholm	94	Modélisation	-1,3 %		-3 %		
Pays-Bas	95	Modélisation		-0,2 à -1,1 µg/m ³	-0,1 à -0,6 µg/m ³		
Londres	96	Mesures in situ			NS	-1 µg/m ³ (-15 %)	-1 µg/m ³ (-15 %)
	97	Mesures in situ		NS	-1 à -3 %		
	98	Mesures in situ	NS		NS	Baisse	Baisse
	99	Mesures in situ	-23 µg/m ³ (-29 %)				
Pays-Bas (5 villes)	100	Mesures in situ	NS	NS		NS	NS
Bruxelles	101	Mesures in situ	NS				NS
Amsterdam	102	Mesures in situ	-4,9 %	-5,9 %	-5,8 %		-12,9 %
Berlin	103	Mesures in situ			NS à -7 %		-14 à -16 %
	104	Mesures in situ	-12 %		-7 %		-52 %
Leipzig	104	Mesures in situ			NS		-6 à -14 %
	105	Mesures in situ					-59 %
Cologne	104	Mesures in situ			-5 à -7 %		
Milan	106	Mesures in situ			NS	NS	-28 à -52 %
Munich	105/107	Mesures in situ			NS à -12 %		
	108	Mesures in situ			NS		
	109	Mesures in situ			-13 %		
	110	Mesures in situ				NS	-0,6 µg/m ³ (-45 %)
Allemagne	111	Mesures in situ			-1 µg/m ³ (< 5 %)		
	112	Mesures in situ	-2 µg/m ³ (-4 %)	-2 µg/m ³ (-4 %)			
	113	Mesures in situ	NS	NS	-1,4 µg/m ³		
Copenhague	114	Mesures in situ				-0,7 µg/m ³ (-5 %)	
Lisbonne	115	Mesures in situ	-12 %	NS	-23 %		

Tableau 20 : Synthèse des effets modélisés et mesurés des LEZ sur la qualité de l'air (études ex-post)

- ⁹⁴ Johansson, C. et al., 2000. Calculated concentrations of PAH, benzene and particles. Stockholm and Uppsala Luftvårdsförbund. Air Quality and Noise Analysis, Stockholm. Environment and Health Protection Administration, P.O.Box 38 024, SE-100 64, Stockholm, Sweden. AQMA Report no. 2000:7.2 (in Swedish).
- ⁹⁵ DHV, 2008. Een jaar milieuzones vrachtwagen Effectstudie.
- ⁹⁶ Barratt, B., Fuller, G., Kelly, F. 2009. The London Low Emission Zone Accountability Study.
- ⁹⁷ Ellison, R.B. et al., 2013. Five Years of London's low emission Zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality.
- ⁹⁸ Holman, C. et al., 2015. Review of the efficacy of low emission zones to improve urban air quality in European cities, Atmospheric Environment 111, 161-169.
- ⁹⁹ Greater London Authority, 2019. Central London Ultra Low Emission Zone – Six-month report.
- ¹⁰⁰ Boogaard, H. et al., 2012. Impact of low emission zones and local traffic policies on ambient air pollution concentrations. Science of the Total Environment, 435-436:132-140.
- ¹⁰¹ Bruxelles Environnement, 2018. Evaluation de la Zone de Basses Emissions. Rapport technique mobilité.
- ¹⁰² Panteliadis, P., et al., 2014. Implementation of a low emission zone and evaluation of effects on air quality by long-term monitoring. Atmospheric Environment 86, 113-119.
- ¹⁰³ Cyrus J. et al., 2013. Low emissions zones reduce PM₁₀ mass concentrations and diesel soot in German cities. Journal of the Air & Waste Management Association, 64(4):481-487, 2014.
- ¹⁰⁴ Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (Hrsg.): ein Jahr Umweltzone stufe 2 in Berlin: Wirkungsuntersuchungen. 2011.
- ¹⁰⁵ Löschau, G., et al., 2017. Umweltzone Leipzig Abschlussbericht. Landesamt für umwelt landwirtschaft und geologie, Dresden, Germany.
- ¹⁰⁶ Moroni, S. et al., 2013. Black carbon as a new air quality and health indicator of traffic limitation interventions in Milan: the "area C" LEZ monitoring campaign. Environment and Health – Bridging South, North, East and West. Basel, Switzerland, August 19th - 23rd, 2013. The Swiss Tropical and Public Health Institute.
- ¹⁰⁷ Cyrus, J. et al., 2009. Umweltzone München Eine erste Bilanz. Umweltmed. Forsch. Prax. 14, 127-132.
- ¹⁰⁸ Morfeld, P. et al., 2013. Einrichtung einer Umweltzone und ihre Wirksamkeit auf die PM₁₀-Feinstaubkonzentratione. Pilotanalyse am Beispiel München. Zentrabl. Arbeitsmed. 63,104-115.
- ¹⁰⁹ Cyrus, J. et al., 2014. Low emission zones reduce PM₁₀ mass concentrations and diesel soot in German cities. JAWMA 64 (4), 481-487.
- ¹¹⁰ Qadir, R. M. et al., 2013. Concentrations and source contributions of particulate organic matter before and after implementation of a low emission zone in Munich, Germany. Environmental Pollution.
- ¹¹¹ Morfeld, P. et al., 2014. Effectiveness of Low Emission Zones of Stage 1: Analysis of the Changes in Fine Dust Concentrations (PM₁₀) in 19 German Cities. Pneumologie 68: 173–186.
- ¹¹² Morfeld, P. et al., 2014. Effectiveness of low emission zones: large scale analysis of changes in environmental NO₂, NO and NO_x concentrations in 17 German cities. PloS One 9 (8), 102999.
- ¹¹³ Jiang, W., et al., 2017. Impacts of low emission zones in Germany on air pollution levels. Transportation Research Procedia 25, 3370–3382.
- ¹¹⁴ Jensen, S.S. et al., 2011. What are the impacts on air quality of low emission zones in Denmark? In: Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University. ISSN: 1603-9696.
- ¹¹⁵ Ferreira F. et al., 2015. Air quality improvements following implementation of Lisbon's LEZ. Atmospheric Environment 122, 373-381.

4.2. Etudes ex-ante

4.2.1. LEZ de Londres ex-ante

L'étude de faisabilité de la société AEA Technology Environment (juillet 2003)¹¹⁶ a estimé l'impact de la Low Emission Zone du Grand Londres sur la qualité de l'air. Pour cela, une modélisation a été réalisée en considérant deux polluants (NO_x et PM₁₀), différents parcs de véhicules roulants et trois horizons :

- Horizon 2007 où le schéma inclut les camions, bus et cars
- Horizon 2010 où le schéma inclut les camions, bus et cars (2010-A)
- Horizon 2010 où le schéma inclut les camions, bus, cars, camionnettes et taxis (2010-B)

Il est à noter que le scénario 2010-B n'est pas réaliste car le système actuellement mis en œuvre ne prévoit pas d'y intégrer les taxis. Les résultats sont exprimés en termes de réductions des émissions mais également en termes de réductions de la surface des zones dépassant les valeurs limites réglementaires. Le tableau 21 présente les résultats de cette étude.

Polluant	Réduction des émissions			Réduction des surfaces des zones dépassant les valeurs limites		
	2007	2010-A	2010-B	2007	2010-A	2010-B
NO _x (NO ₂)	1,5 %	2,7 %	3,8 %	4,7 %	12 %	18,9 %
PM ₁₀	9,0 %	19 %	23 %	0 %	32,6 %	42,9 %

Tableau 21 : Estimation des bénéfices de la LEZ de Londres sur la qualité de l'air

Cette étude a montré que la mise en œuvre de la Low Emission Zone la plus contraignante (c'est-à-dire avec des normes d'émission plus strictes) ne permettrait pas d'atteindre l'objectif de qualité européen du dioxyde d'azote en 2010. Par contre, la réduction des émissions induite par cette mesure peut suffire à atteindre l'objectif de qualité dans les zones où les concentrations sont très proches, mais supérieures, à cet objectif.

Les concentrations en particules PM₁₀ à Londres au moment de l'étude de faisabilité (juillet 2003) n'étaient pas une problématique majeure comparée à celles du dioxyde d'azote : 91,4 km² dans Londres dépassent les valeurs limites en dioxyde d'azote contre 42,7 km² pour les particules. La LEZ permet de réduire fortement (plus de 30 %) la superficie de Londres dépassant la moyenne annuelle réglementaire en PM₁₀.

L'étude met en avant la réduction des surfaces dépassant les valeurs limites tout en indiquant que l'amélioration de la qualité de l'air au sens général sera faible. Elle précise également que les bénéfices de la Low Emission Zone porteront principalement sur les particules PM₁₀.

4.2.2. ULEZ de Londres ex-ante

Une étude menée par TfL en 2014 pour le compte de la ville de Londres estime que l'introduction de l'ULEZ se traduira par une réduction de près de 50 % des émissions de NO_x issues du transport routier dans le centre de Londres en 2020¹¹⁷.

Cette diminution des émissions devrait s'accompagner d'une baisse de 74 % de la population exposée à des dépassements de la valeur limite en NO₂ :

Zone	Population estimée en 2020	Proportion de la population exposée à des dépassements de la valeur limite en NO ₂	
		Sans ULEZ	Avec ULEZ
ULEZ	195 877	63 %	16 %
Londres intramuros	3 408 410	13 %	6 %
Londres aggro	5 523 280	2 %	1 %
Grand Londres	9 127 567	7 %	1 %

Tableau 22 : Population exposée à des dépassements de la valeur limite en NO₂ en 2020

Source : Transport for London

¹¹⁶ AEA Technology Environment, 2003. The London Low Emission Zone - Feasibility Study. A summary of the Phase 2 Report to the London Low Emission Zone Steering Group.

¹¹⁷ Transport for London, 2014. Transport Emissions Roadmap - Cleaner transport for a cleaner London.

4.2.3. Lisbonne ex-ante

Une étude¹¹⁸ a permis d'évaluer par modélisation l'impact de la mise en œuvre de la 3^{ème} phase de la LEZ de Lisbonne sur les émissions polluantes. Une réduction des émissions de NO_x de 22 % et des émissions de PM₁₀ de 30 % dans la zone 1 a ainsi été estimée. Elle pourrait atteindre 74 % de réduction pour les PM₁₀ dans la zone 2.

4.2.4. Danemark ex-ante

Afin d'estimer l'effet des LEZ dans quatre villes (Copenhague, Aalborg, Aarhus et Odense), une étude a été réalisée en 2011¹¹⁹ en utilisant des données de comptage du parc de véhicules et une modélisation des concentrations calée sur les mesures du réseau de surveillance pour l'année 2010. Deux scénarios futurs ont été évalués : 2015 et 2020. Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus dans les deux principales villes concernées (NB : les LEZ danoises ne concernent que les véhicules lourds c'est-à-dire les camions et bus).

		NO ₂ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2.5} (µg/m ³)
Copenhague (138 rues)				
2010	Référence	38	27,1	18,1
	LEZ	36	26,8	17,9
2015	Référence	31	26,6	17,7
	LEZ	30	26,5	17,6
2020	Référence	21	26,2	17,3
	LEZ	21	26,2	17,3
Aarhus (55 rues)				
2010	Référence	34	23,6	15,5
	LEZ	32	23,3	15,2
2015	Référence	27	23,2	15,0
	LEZ	27	23,1	14,9
2020	Référence	19	22,9	14,7
	LEZ	18	22,8	14,7

Tableau 23 : Concentrations moyennes en NO₂ modélisées avec et sans la LEZ à Copenhague et Aarhus en 2010, 2015 et 2020

Ces résultats mettent en évidence un effet des LEZ sur les concentrations en NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} au démarrage du dispositif, qui s'amenuise au fil du temps. En effet les LEZ permettent une accélération du renouvellement du parc de véhicules lors de l'instauration des restrictions. Sans cette accélération, le parc continue de se renouveler naturellement et le bénéfice sur la qualité de l'air est atteint plus tard qu'avec la mise en œuvre d'une LEZ. Il est à noter que la modélisation n'a pris en compte qu'un seul paramètre de restriction pour les trois années (2010, 2015, 2015) : l'interdiction de circulation pour les véhicules lourds inférieurs à la norme Euro III.

4.2.5. Bruxelles ex-ante

Une modélisation réalisée par la ville de Bruxelles¹²⁰ a permis d'estimer l'impact des restrictions de circulation sur les émissions de NO_x, particules PM₁₀ et PM_{2.5} et de black carbon (BC) en 2020 et en 2025¹²¹, puis sur les concentrations de NO_x et BC dans l'air ambiant pour ces mêmes années par rapport à une année de référence (2015).

Dans ce cadre, deux scénarios ont été mis en place :

- Scénario « fil de l'eau » sans la LEZ (en 2020 et 2025)
- Scénario avec l'évolution des restrictions de la LEZ (en 2020 et 2025)

¹¹⁸ Ferreira, F., Gomes, P., Tente, H., Carvalho, A.C., Rodrigues, A., Pereira, P., 2013. Zona de Emissões Reduzidas na cidade de Lisboa. In: Actas da 10ª Conferência Nacional do Ambiente/XII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente. Universidade de Aveiro, 6-8 novembre 2013, ISBN 978-989-98673-0-7.

¹¹⁹ Jensen, S.S., Ketzler, M., Nøjgaard, J.K., Becker, T., 2011. What are the impacts on air quality of low emission zones in Denmark? In: Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University. ISSN: 1603-9696.

¹²⁰ Sarah Hollander, 2017. « Brussels Low Emissions Zone », Présentation effectuée à la journée d'échanges techniques sur les zones à circulation restreinte, Lyon, 12 octobre 2017.

¹²¹ Cf. l'évolution des modalités d'accès dans la LEZ de Bruxelles dans le temps au paragraphe 2.8.2.

Le tableau suivant résume les réductions d'émissions et de concentrations observées pour chaque scénario en 2020 et 2025 par rapport à 2015 :

Evolution des émissions par rapport à 2015				
	2020 Fil de l'eau	2020 LEZ	2025 Fil de l'eau	2025 LEZ
NO _x	-24 %	-27 %	-47 %	-62 %
BC	-38 %	-50 %	-66 %	-86 %
PM ₁₀	-10 %	-15 %	-18 %	-25 %
PM _{2.5}	-17 %	-24 %	-29 %	-40 %
Evolution des concentrations par rapport à 2015				
	2020 Fil de l'eau	2020 LEZ	2025 Fil de l'eau	2025 LEZ
NO ₂	-8 à -11 %	-9 à -12 %	-16 à -22 %	-21 à -28 %
BC	-17 à -21 %	-23 à -27 %	-30 à -36 %	-38 à -46 %

Tableau 24 : Evolution des émissions/concentrations en 2020 et 2025 à Bruxelles avec/sans la LEZ

Bien qu'une réduction « naturelle » des concentrations de NO₂ et de black carbon en 2020 et 2025 soit observée, associée à une forte baisse des émissions globales dans la ville (renouvellement naturel et régulier du parc automobile ancien par des véhicules neufs moins polluants, notamment grâce à la mise en place d'une nouvelle réglementation sur les normes Euro : cycles de vérification en laboratoire plus proches des conditions réelles, cycles en conditions réelles), la mise en place de la LEZ permet une plus forte diminution moyenne des émissions dans la zone mais également une baisse des concentrations, plus importante en 2025 qu'en 2020 (diminution moyenne pour le NO₂ et le BC respectivement de 1 % et 6 % en 2020, et de 6,5 % et 9 % en 2025).

Par ailleurs, la ville estime par cette modélisation que la valeur réglementaire en moyenne annuelle pour le NO₂ (40 µg/m³) sera respectée dans les rues « canyons » de Bruxelles entre 2020 et 2025.

4.2.6. Paris ex-ante (étude Airparif)

L'association Airparif a estimé l'effet de la mise en œuvre de la ZCR de Paris sur la qualité de l'air à travers la modélisation de différents scénarios : restriction jusqu'aux vignettes Crit'Air 4 ou Crit'Air 3 et application au périmètre intramuros ou élargi (intra-A86).

Dans le cadre de cette étude¹²², la réduction des émissions liée à la mise en œuvre de la ZCR repose principalement sur les hypothèses suivantes :

- A l'intérieur de la ZCR, 30 % des véhicules particuliers sont supprimés au profit d'un report modal vers les transports en commun, les modes doux, ou le contournement. A l'extérieur du périmètre, ce report modal n'est appliqué qu'aux véhicules qui transitent ou se dirigent sur Paris. Aucun report modal n'est appliqué pour les scénarios sans ZCR.
- Les véhicules particuliers restant, ainsi que les utilitaires, poids lourds, transports en commun, deux-roues motorisés qui ne respectent pas les seuils Crit'Air sont remplacés par des véhicules de carburant et cylindrée identique de la catégorie la plus vertueuse. Ce remplacement est appliqué aussi bien pour les horaires de fonctionnement de la ZCR qu'en dehors de ces horaires. De plus, le taux de respect de la ZCR est considéré à 100 %. A l'extérieur de la ZCR, ce remplacement est appliqué uniquement aux véhicules qui transitent ou se dirigent sur Paris. Pour les scénarios sans ZCR, seul le remplacement lié à l'évolution du parc technologique est considéré.

Dans le cadre du remplacement des véhicules selon leur classement Crit'Air, la figure suivante présente à titre d'exemple la composition du parc de véhicules envisagée selon l'application ou non de la ZCR intra-muros pour sa 1^{ère} étape (restriction des véhicules sans vignette) et sa 4^{ème} étape (restriction jusqu'à Crit'Air 3) :

¹²² Airparif, 2018. Zones à basses émissions dans l'agglomération parisienne, étude prospective, évaluation des impacts sur les émissions du trafic routier, la qualité de l'air et l'exposition des populations. Rapport final, mars 2018.

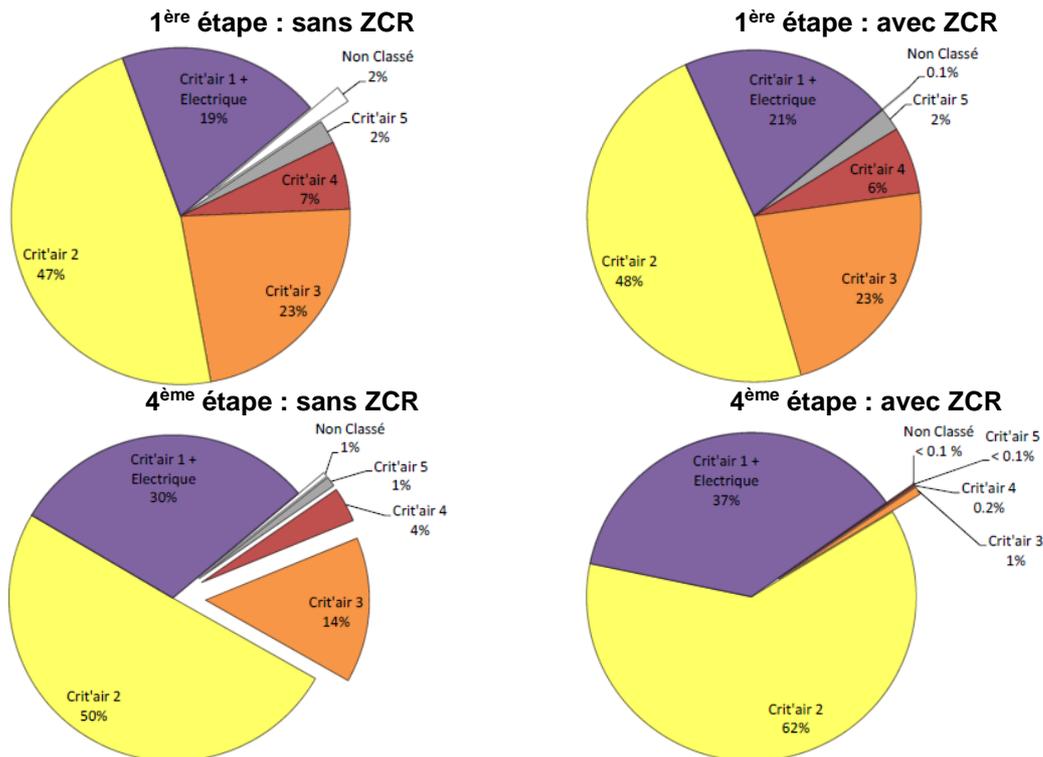


Figure 61 : Répartition du parc en fonction des scénarios d'applications de la ZCR intra-muros
Source : Airparif, 2018

Les facteurs d'émissions COPERT IV permettent ainsi d'estimer les quantités de polluants émises pour chacun des parcs considérés (sans report modal pour le scénario sans ZCR, et avec report modal de 30 % pour le scénario avec ZCR). Les différents scénarios établis par Airparif permettent d'obtenir les résultats suivants :

Etape ZCR	Polluant	Paris intramuros	Paris et périphérique	En dehors de Paris	Paris et zone élargie à l'A86
1	NOx	-5 %	-6 %	-2 %	Non évalué
	PM ₁₀	-3 %	-4 %	-2 %	
	PM _{2,5}	-4 %	-5 %	-2 %	
2	NOx	-15 %	-16 %	-5 %	-16 %
	PM ₁₀	-8 %	-8 %	-3 %	-9 %
	PM _{2,5}	-11 %	-11 %	-4 %	-12 %
3	NOx	-23 %	-23 %	-7 %	-28 %
	PM ₁₀	-12 %	-12 %	-4 %	-13 %
	PM _{2,5}	-17 %	-17 %	-6 %	-19 %
4	NOx	-44 %	-45 %	-15 %	-51 %
	PM ₁₀	-25 %	-25 %	-9 %	-37 %
	PM _{2,5}	-36 %	-36 %	-13 %	-47 %

Tableau 25 : Evolution des émissions selon les différents scénarios

Les quantités de polluants émises pour chaque scénario ont été utilisées pour modéliser les concentrations annuelles. Les hypothèses supplémentaires suivantes sont prises :

- Une diminution linéaire des concentrations de fond est appliquée entre 2016 et 2020 conformément aux estimations effectuées dans le cadre du PPA.
- Une diminution supplémentaire est considérée dans le périmètre de la ZCR. Celle-ci est calculée pour chaque polluant selon la diminution estimée sur les émissions du trafic, puis pondérée par rapport aux autres sources sectorielles (ex : un tiers pour les particules car les deux-tiers des émissions proviennent d'autres sources que le trafic routier).
- Aucune diminution supplémentaire n'est appliquée en-dehors du périmètre de la ZCR.

Les résultats suivants sont obtenus pour les concentrations en NO₂ entre le scénario avec ZCR et celui sans ZCR entre la 1^{ère} et la 4^{ème} étape :

- Une diminution de 1 à 10 µg/m³ dans la ZCR parisienne.
- Une diminution maximale de 2 µg/m³ en dehors de Paris, limitée par des augmentations liées à un report de trafic à l'est et au sud de Paris pour le scénario intégrant le boulevard périphérique à la ZCR.
- Une diminution jusqu'à 14 µg/m³ en situation de fond dans le centre de Paris pour le scénario avec ZCR élargie jusqu'à l'A86.

Pour les particules, la contribution plus faible du secteur routier entraîne des résultats moins significatifs, avec une diminution d'environ 1 µg/m³ pour les PM₁₀ dans la ZCR parisienne et du même ordre de grandeur pour le périmètre élargi à l'A86.

Pour estimer les effets de ces baisses de concentration sur la population, le nombre de personnes exposées aux dépassements des valeurs de protection de la santé est estimé pour chaque scénario. Les résultats suivants sont obtenus pour la mise en œuvre de la 4^{ème} étape de la ZCR sur la population francilienne (à l'échelle de la métropole du Grand Paris) :

	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
Seuil d'exposition	40 µg/m ³	20 µg/m ³	10 µg/m ³
Population exposée à des dépassements sans ZCR	940 000	1 582 000	3 865 000
Population exposée à des dépassements avec ZCR parisienne	250 000	1 500 000	2 780 000
Population exposée à des dépassements avec ZCR élargie	80 000	1 410 000	2 415 000

Tableau 26 : Population exposée aux dépassements de seuils selon les scénarios

Enfin, les baisses de concentration ont permis d'estimer le nombre d'établissements recevant du public (ERP), considérés comme sensibles vis-à-vis de la pollution atmosphérique (ex : écoles, hôpitaux...) sur lesquels un dépassement des valeurs de protection de la santé est évité par la mise en œuvre de la ZCR dans sa 4^{ème} étape :

	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
Seuil d'exposition	40 µg/m ³	20 µg/m ³	10 µg/m ³
ERP non exposés avec ZCR parisienne	972	112	1
ERP non exposés avec ZCR élargie	1245	201	1

Tableau 27 : Population exposée aux dépassements de seuils selon les scénarios

4.2.7. Paris ex-ante (étude ICCT)

Le 12 mars 2020, l'ICCT a publié un rapport portant sur les impacts de la Zone à Faibles Emissions mobilité (ZFE-m) de Paris¹²³. À l'heure actuelle, la LEZ exclut les 2RM/VP/VUL/PL diesel dont la norme est inférieure Euro 4 et essence dont la norme est inférieure à Euro 2, mais les critères d'entrée dans la zone deviendront progressivement plus stricts d'ici à 2030 où seuls les véhicules 100 % électriques et à hydrogène devraient être autorisés à entrer dans la LEZ.

L'étude se focalise sur l'estimation des émissions d'oxyde d'azote (NO_x) pour le parc des VP dans le cadre du calendrier de mise en œuvre actuel de la LEZ. Elle estime également les avantages d'une accélération du calendrier de mise en œuvre. La modélisation des émissions de NO_x a été réalisée selon différents scénarios basés sur les mesures des émissions des véhicules réalisées en 2016 à Paris, en conditions réelles de circulation :

- Scénario « fil de l'eau » sans LEZ : peu des véhicules sont renouvelés chaque année.
- LEZ « meilleur scénario » : les véhicules non conformes sont remplacés par des véhicules à essence neufs.
- LEZ « pire scénario » : les véhicules non conformes sont remplacés par des véhicules respectant les plus bas standards en vigueur dans la zone.

¹²³ Yoann Bernard, Joshua Miller, Sandra Wappelhorst, Caleb Braun. Impacts of the Paris low-emission zone and implications for other cities. March 2020.

L'âge des véhicules en circulation étant difficile à évaluer, deux cas subsidiaires ont été ajoutés aux scénarios décrits ci-dessus :

- Un cas « optimiste » où les véhicules ont été immatriculés à la fin de l'année et sont certifiés avec les dernières normes en vigueur.
- Un cas « pessimiste » où les véhicules ont été immatriculés au début de l'année et possèdent les normes les plus faibles possibles.

Enfin, le calcul des émissions de NOx est réalisé par véhicule selon la classe Euro et la période de l'année (période chaude ou froide).

L'étude indique qu'avec la mise en œuvre des exigences d'entrée plus strictes pour l'accès à la LEZ, les émissions de NOx des voitures particulières en 2024 seront de 76 % à 87 % inférieures aux niveaux de 2016. En revanche, en considérant le scénario sans la LEZ, la ville de Paris ne verrait des réductions similaires des émissions de NOx des véhicules qu'aux horizons 2031-2034. Pour l'année 2024, les facteurs d'émission moyens de NOx des voitures particulières ne seraient que de 47 % à 62 % inférieurs aux niveaux de 2016 (cf. figure suivante).

L'étude souligne également qu'accélérer le calendrier de mise en œuvre augmenterait l'impact positif de la LEZ sur la qualité de l'air. En effet, avancer la mise en œuvre de la phase 5 (dans laquelle les véhicules essence inférieures Euro 5 et tous les véhicules diesel sauf les hybrides seront exclus de la zone) de 2024 à 2020 permettrait une réduction totale de 72 % à 77 % des émissions de NOx des VP en 2020 par rapport à 2016. Avancer le début de la phase 5 en 2022 au lieu de 2024 entraînerait une réduction de 66 % à 71 % cette année-là par rapport à 2016.

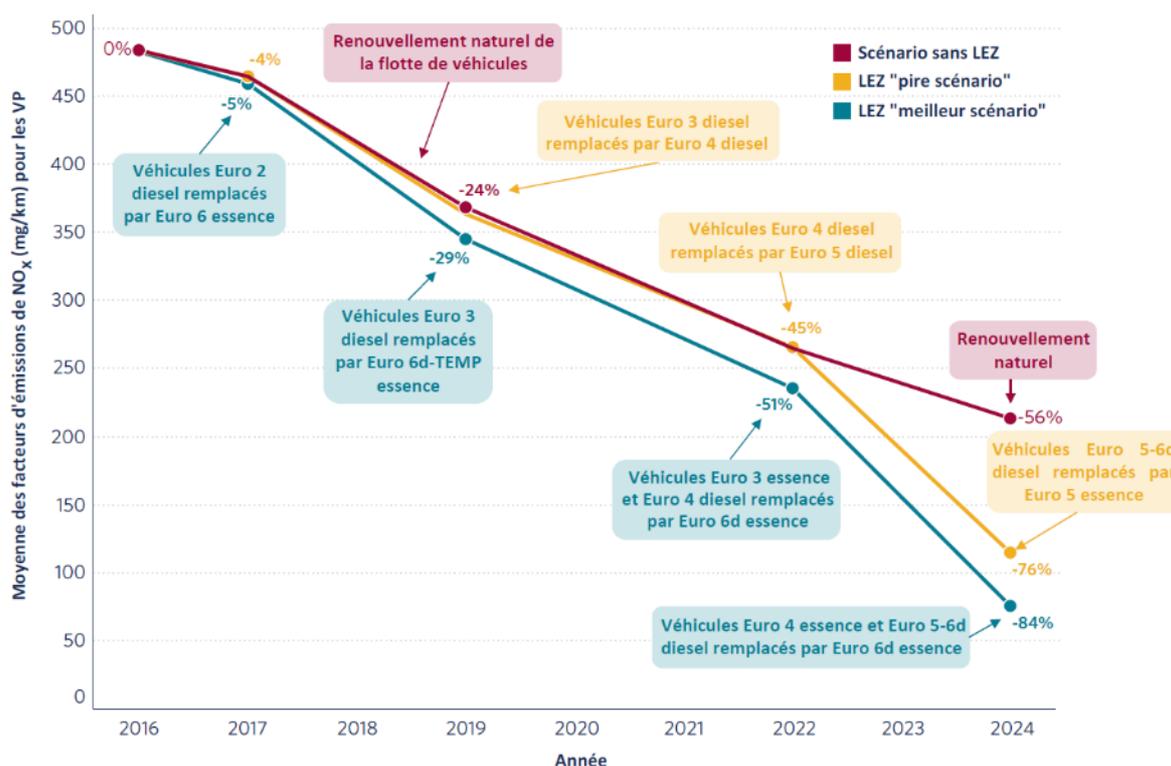


Figure 62 : Effets estimés de la LEZ de Paris sur les facteurs d'émission moyens de NOx des véhicules particuliers (période chaude et hypothèses optimistes)

Source : ICTT, 2020

Outre l'avancement du calendrier de mise en œuvre, les auteurs de l'étude indiquent que d'autres mesures peuvent être mises en place pour améliorer la baisse des émissions comme :

- Automatiser les contrôles avec des technologies de reconnaissance des plaques d'immatriculation qui permettrait de contrôler plus efficacement l'accès des véhicules à forte émission aujourd'hui contrôlés de façon aléatoire par les forces de police (la loi d'orientation des mobilités du 24 décembre 2019 permet désormais le contrôle automatisé des véhicules dans les ZFE-m, cf. chapitre 3.8.1 pour plus d'informations).

- Inciter la population circulant dans la LEZ à remplacer les véhicules les plus anciens par des véhicules « zéro émissions » en ajustant les aides financières déjà mises en place afin d'anticiper la réussite de la dernière phase de la LEZ de Paris prévue en 2030.

4.2.8. Lyon ex-ante

Une étude de préfiguration pour la mise en œuvre de la ZFE du Grand Lyon qui a démarré le 1^{er} janvier 2020 a été réalisée par le cabinet Jonction et ATMO Auvergne-Rhône-Alpes en 2018¹²⁴ afin de déterminer notamment le périmètre de restriction comprenant l'inclusion ou non des voies rapides urbaines, les véhicules concernés, le niveau de restriction... Les données d'Atmo AuRA ont permis de déterminer que les VUL et les PL (hors transports en communs) réalisent environ 25 % des distances parcourues dans la métropole de Lyon mais produisent environ 51% des émissions routières de NO_x et 40 % de PM₁₀ ce qui désigne donc ces catégories de véhicules comme une cible pertinente pour la ZFE.

Deux niveaux de restriction sur la base des vignettes Crit'Air ont été envisagés pour la ZFE de la métropole lyonnaise afin d'étudier la variation des gains en émissions associés :

- Le scénario CQA2 qui interdit l'accès des VUL/PL dont la vignette Crit'Air ou CQA est supérieure ou égale à 3 (autorisation pour les VUL/PL avec des vignettes 0-1-2).
- Le scénario CQA3 qui interdit l'accès des VUL/PL dont la vignette Crit'Air ou CQA est supérieure ou égale à 4 (autorisation pour les VUL/PL pour les vignettes 0-1-2-3).

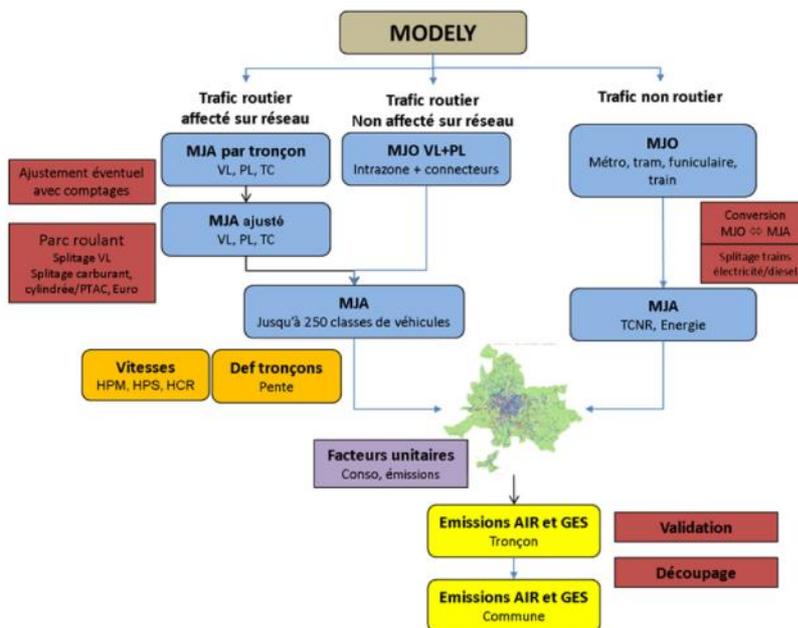


Figure 63 : : Logigramme général de calcul des émissions des transports dans le Grand Lyon

Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, 2018

A l'horizon 2021, l'évolution « fil de l'eau » du parc automobile, avec le renouvellement technologique des différents parcs de véhicules indique une baisse des émissions d'environ 40 % pour les NO_x et 15 % pour les PM₁₀ entre 2015 et 2021. La mise en place de la ZFE sur le périmètre Lyon-Villeurbanne-Vénissieux intra-périphérique permet d'amplifier cette diminution grâce à une accélération du renouvellement du parc de véhicules de marchandises. Ainsi une ZFE CQA2 permet un gain supplémentaire de 18 % sur les NO_x et 5 % sur les PM₁₀ par rapport au scénario fil de l'eau. L'étude précise que le niveau de restriction CQA3 ne permet pas un gain significatif des émissions par rapport au scénario fil de l'eau et que seule une ZFE avec un niveau de restriction CQA2 permettra de réduire significativement les émissions. Les auteurs indiquent ainsi dans l'étude que « ne restreindre la circulation qu'aux VUL et PL plus polluants que CQA3 n'est pas suffisamment efficace pour que l'action soit notable sur la baisse des concentrations de NO₂ [...] et donc les populations exposées aux dépassements de valeurs réglementaires ».

¹²⁴ Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (2018). Plan Oxygène - Lyon Métropole. Impact d'une Zone de Faibles Emissions.

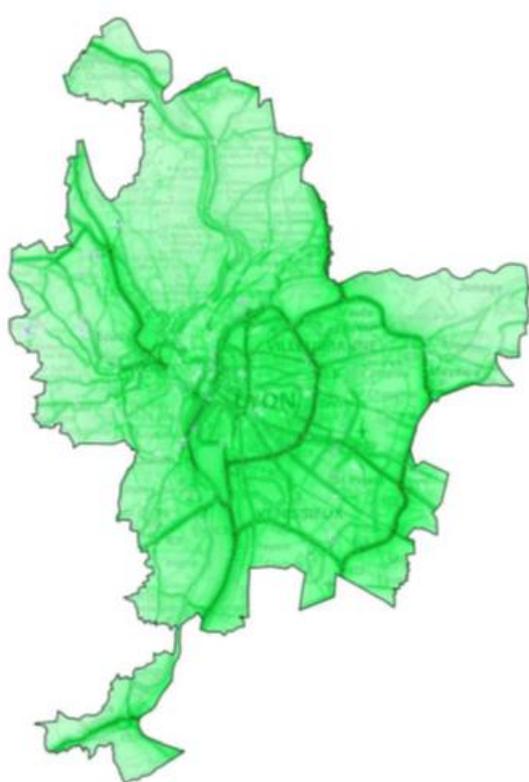


Figure 64 : Impact du scénario fil de l'eau 2021 par rapport à l'état de référence 2016 sur les concentrations de NO₂

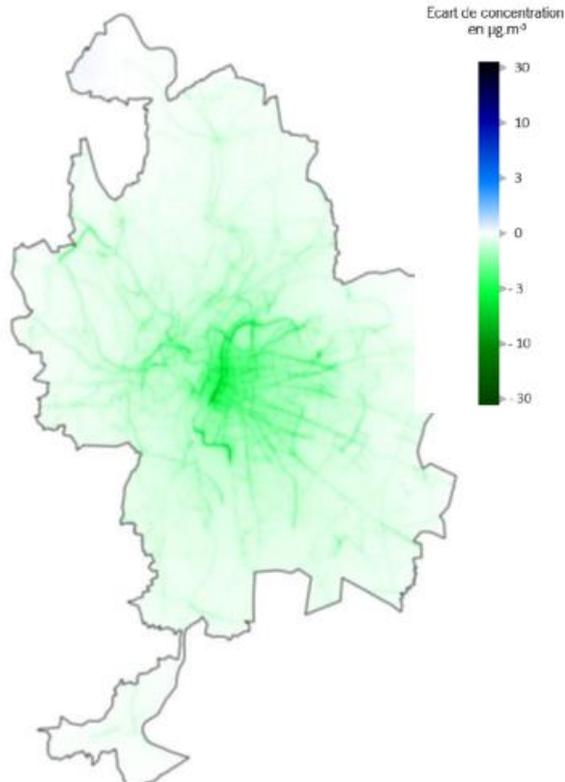


Figure 65 : Impact du scénario étudié ZFE 2021 par rapport au scénario tendanciel 2021 sur les concentrations de NO₂

Source des figures : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, 2018

Le renouvellement du parc automobile entre 2016 et 2021 permet de réduire d'environ deux tiers la part de la population de la Métropole de Lyon concernée par les dépassements de NO₂. A l'horizon 2021, la mise en place de la ZFE CQA2 sur Lyon, Villeurbanne et Vénissieux intra-périphérique permet encore de réduire de 52 % l'exposition de la population vis-à-vis de la valeur limite du NO₂ par rapport au scénario fil de l'eau, principalement sur les communes de Lyon, Villeurbanne et Bron (environ 16 000 personnes concernées en fil de l'eau contre environ 8 000 avec la mise en place de la ZFE CQA2). Les personnes exposées se situent majoritairement le long du boulevard périphérique, de l'accès A43, de l'A7 sur les communes de Lyon, Bron et Villeurbanne, avec une diminution importante à souligner le long de l'A7 à Lyon 2^{ème} et le long du périphérique à Villeurbanne.

Enfin, l'étude précise que la mise en place de la ZFE n'a que très peu d'impact sur les concentrations de particules (PM₁₀ comme PM_{2.5}), ce qui s'explique par le caractère multi-sources de la pollution aux particules sur le territoire lyonnais. A l'horizon 2021, les résultats indiquent une baisse limitée à moins de 1,5 µg/m³ sur la zone entre le scénario fil de l'eau et le scénario ZFE CQA2.

Extrait du rapport :

« La mise en place de la ZFE n'a que très peu d'impact sur les concentrations de particules (PM₁₀ comme PM_{2.5}), car la contribution du transport routier n'est pas majoritaire dans la pollution aux particules sur le territoire lyonnais. La carte de différence montre une baisse limitée à moins de 1,5 µg/m³. »

4.3. Etudes ex-post par modélisation

4.3.1. ULEZ de Londres ex-post

L'évaluation de l'impact de l'ULEZ de Londres après 6 mois de fonctionnement¹²⁵ (mise en œuvre en avril 2019) présente une estimation des émissions en NO_x, PM_{2.5} et CO₂ pour un scénario sans ULEZ et en déduit les réductions apportées par le dispositif :

Polluant	Comparaison avec le scénario « sans ULEZ » (2019-07 – 2019-09)	
	Réduction (tonnes)	Réduction (pourcentage)
NO _x	200	31 %
PM _{2.5}	5	13 %
CO ₂	9 800	4 %

Tableau 28 : Evaluation de l'impact de l'ULEZ sur les émissions de NO₂ et PM_{2.5} et CO₂

4.3.2. Stockholm ex-post

En 2000, une étude a été réalisée pour évaluer les différents impacts de la LEZ quatre ans après sa mise en œuvre à Stockholm¹²⁶. Les bénéfices sur la qualité de l'air ont été estimés par modélisation par rapport à la situation où la LEZ n'existerait pas. Les résultats obtenus sont :

- Une réduction des émissions de NO₂ de 10 % associée à une réduction des concentrations de 1,3 % (intervalle de 0,5 à 2 %).
- Une réduction des émissions de PM₁₀ de 40 % associée à une réduction des concentrations de 3 % (intervalle de 0,5 à 9 %).

Cette étude a aussi montré que l'effet de la zone environnementale était important par rapport à celui qu'auraient eu d'autres actions qui auraient pu être mises en œuvre par l'administration locale.

L'impact de la LEZ a été réévalué en 2007¹²⁷, soit plus de dix ans après sa mise en œuvre. La méthodologie employée est différente. Le scénario « fil de l'eau » (c'est-à-dire sans LEZ) a été plus compliqué à estimer car la LEZ était en fonctionnement depuis plus de 10 ans. Il a été estimé que la LEZ avait permis de réduire, selon le scénario fil de l'eau choisi, les émissions de NO_x de 3 à 4 %, d'hydrocarbures de 16 à 21 %, et de particules de 13 à 19 %.

4.3.3. Lisbonne ex-post

Une étude réalisée en 2013 par l'Université des Sciences et Technologies de Lisbonne¹²⁸ estime que la mise en place de la LEZ dans la capitale portugaise entre 2011 et 2012 a permis la réduction des émissions de PM₁₀ de 20 % et de 8 % pour les NO_x dans la zone 1.

4.3.4. Pays-Bas ex-post

La société DHV a réalisé une étude d'impact¹²⁹ après un an de mise en œuvre des LEZ aux Pays-Bas. Ce rapport présente les diminutions des concentrations en NO₂ et PM₁₀ évaluées par modélisation à partir de la composition du parc roulant relevé en été 2008 et en comparaison d'une situation avec et sans LEZ. Les résultats sont fonction du nombre de camions circulant en 24 heures (voertuigklasse) et du nombre de contrevenants.

¹²⁵ Greater London Authority. Central London Ultra Low Emission Zone – Six-month report. October 2019.

¹²⁶ Johansson, C., Pettersson, M., Burman, L., Johansson, P.-A., Hoglund, P., 2000. Calculated concentrations of PAH, benzene and Particulate Matter. Environment and Health Protection Administration, Air Quality and Noise Analysis, AQMA Report 2000:7.2.

¹²⁷ Jansson, L.G., 2008. Miljözon för tung trafik i Stockholm 1996-2007. Rapporten är framtagen på uppdrag av Trafikkontoret.

¹²⁸ Ferreira, F., Gomes, P., Tente, H., Carvalho, A.C., Rodrigues, A., Pereira, P., 2013. Zona de Emissões Reduzidas na cidade de Lisboa. In: Actas da 10ª Conferência Nacional do Ambiente/XII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente. Universidade de Aveiro, 6-8 novembre 2013, ISBN 978-989-98673-0-7.

¹²⁹ DHV, 2008. Een jaar milieuzones vrachtverkeer. Effectstudie in opdracht van SenterNovem, oktober 2008.

La figure suivante présente les résultats obtenus :

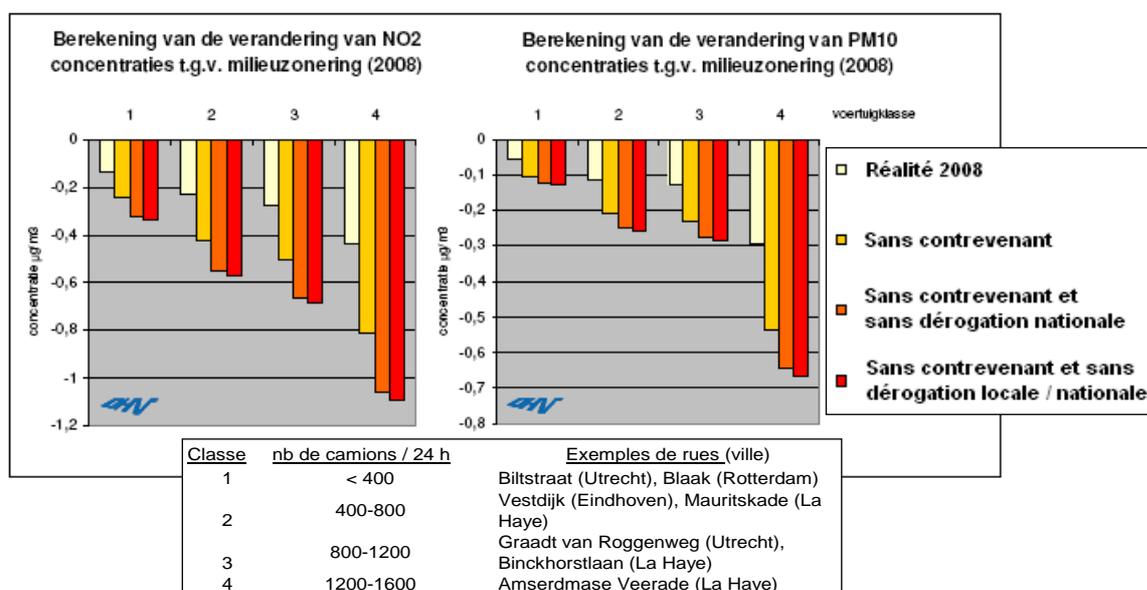


Figure 66 : Evaluation de l'impact des LEZ sur les concentrations en NO₂ et PM₁₀
Données établies par modélisation à partir des relevés du parc lors de l'été 2008 (source : DHV)

La classe 4 correspond aux rues où le trafic des camions est le plus important. C'est ici que les meilleurs bénéfices sur la qualité de l'air sont attendus. Ces bénéfices augmenteront lorsqu'il y aura moins de contrevenants et moins de dérogations. En résumé et en moyenne pour les villes des Pays-Bas disposant de zones à faibles émissions, les réductions de concentrations sont de 0,2 à 1,1 µg/m³ pour le dioxyde d'azote et de 0,1 à 0,6 µg/m³ pour les PM₁₀.

4.3.5. Bruxelles ex-post

Bruxelles Environnement a évalué l'impact de la ZBE après plusieurs mois de mise en œuvre¹³⁰ en comparant les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) et de particules PM_{2.5} provenant des voitures (M1) en circulation pendant deux périodes distinctes :

- La semaine du 18 au 24 juin 2018 inclus (période avant envoi des premiers avertissements)
- La semaine du 10 au 16 décembre 2018 inclus (période d'envoi des amendes)

Les véhicules pris en compte sont les véhicules uniques flashés par les caméras de la LEZ lors de ces deux semaines de référence. Il s'agit uniquement des voitures (M1) de type essence, hybride-essence, gasoil (moteur diesel) et LPG. En prenant comme hypothèse le fait que le nombre de kilomètres parcourus est resté constant entre les deux périodes, il a été estimé que les émissions provenant des voitures particulières en circulation ont diminué d'environ 4,7 % pour les NO_x et 6,4 % pour les PM_{2.5}.

¹³⁰ Bruxelles Environnement. Evaluation de la Zone de Basses Emissions. Rapport technique mobilité. 2018.

4.4. Etudes ex-post par mesure in-situ

4.4.1. LEZ de Londres en ex-post

Les mesures de la qualité de l'air réalisées au centre de Londres pendant la première année de fonctionnement de la LEZ n'ont pas montré d'impact sur les concentrations en particules PM₁₀¹³¹ sans doute en lien avec l'absence de restriction de circulation pour les taxis et véhicules légers. Une diminution des concentrations en black carbon et en particules PM_{2.5} (-1 µg/m³ et -15 %) a néanmoins été observée au niveau des stations de trafic.

D'après un rapport de Transport for London¹³², l'évolution des concentrations mesurées par les stations de surveillance de la qualité de l'air ne permet pas de distinguer les effets de la LEZ parmi toutes les autres mesures prises pour améliorer la qualité de l'air. La tendance générale des concentrations mesurées sur les stations à l'intérieur de la LEZ est similaire à celle observée à l'extérieur (figure 67) tendance globale pour Londres en noir et tendance sur les stations spécifiques de la LEZ en couleur). Les auteurs du rapport expliquent que l'effet de la Low Emission Zone se fait ressentir au-delà des zones où la circulation est la plus élevée.

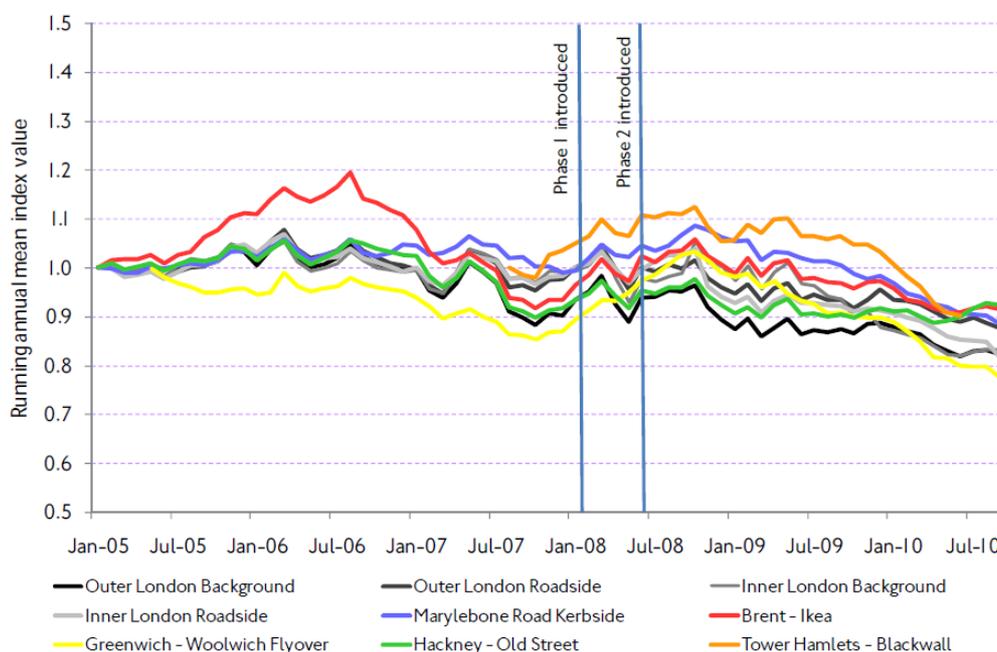


Figure 67 : Tendances des concentrations en PM₁₀ à Londres entre 2005 et 2010

Tendances globales pour Londres (gris et noir) et pour les stations de mesure spécifiques de la LEZ (autres couleurs)

Une étude actualise ces conclusions après 5 ans de mise en œuvre du dispositif¹³³. Les données sont issues de quatre stations de mesure de la qualité de l'air dont trois sont situées à l'intérieur du périmètre de la LEZ et une à 25 km de la LEZ. Selon cette étude, la LEZ a permis d'augmenter la proportion de véhicules à faibles émissions polluantes ce qui s'est traduit par une amélioration faible mais significative des concentrations en particules (diminution d'environ 2,5 à 3,1 % à l'intérieur contre environ 1 % à l'extérieur de la LEZ) tandis qu'il n'a pas été possible de mettre en évidence des variations significatives pour les oxydes d'azote (les différences de concentrations entre les stations dans et en-dehors de la LEZ ne sont pas supérieures aux différences liées aux incertitudes sur la mesure).

Des résultats plus contrastés ont été obtenus en étudiant l'impact de la phase 1 par rapport aux autres sources d'émission que celles liées uniquement au trafic routier¹³⁴, ce qui ne met pas en évidence de tendance significative sur les teneurs en PM₁₀ et en NO₂, mais confirme une diminution du black carbon et des PM_{2.5} à l'extérieur de la ville, laissant envisager un bénéfice pour la santé.

¹³¹ Barratt, B., Fuller, G., Kelly, F., 2009. The London Low Emission Zone Accountability Study.

¹³² Transport for London, 2010. Travel in London, Report 3.

¹³³ Ellison, R.B., Greaves, S.P., Hensher, D.A., 2013. Five years of London's low emission zone: effects on vehicle fleet composition and air quality. Transportation Research Part D 23, 25-33.

¹³⁴ Holman, C., Harrison, R., Querol, X., 2015. Review of the efficacy of low emission zones to improve urban air quality in European cities, Atmospheric Environment 111, 161-169.

4.4.2. ULEZ de Londres en ex-post in situ

L'évaluation de l'ULEZ après 6 mois de fonctionnement¹³⁵ permet d'observer les diminutions de concentrations en NO₂ depuis la mise en place de la zone de péage urbain en février 2017, transposée en ULEZ à partir du mois d'avril 2019, jusqu'en septembre 2019. Pour observer cette tendance, la figure suivante présente l'évolution des concentrations de NO₂ en moyenne mensuelle entre 2010 et 2019 mesurées par les différentes stations du réseau de surveillance en fonction de leur localisation.

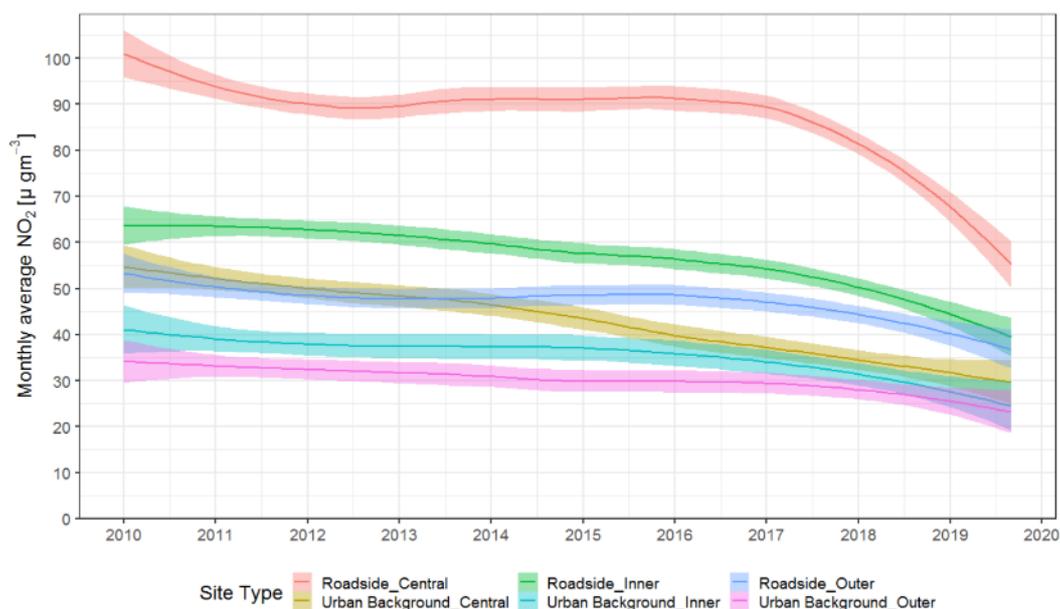


Figure 68 : Tendances des concentrations en NO₂ à Londres entre 2010 et 2019

Source : Greater London Authority, 2019

Les concentrations en proximité de trafic à l'intérieur de l'ULEZ (Roadside Central) présentent ainsi une baisse très marquée à partir de 2017 (mise en œuvre du péage urbain correspondant au périmètre de l'ULEZ). Les concentrations à proximité du trafic dans le périmètre de la LEZ et à l'extérieur (Roadside Inner et Roadside Outer) observent également une diminution mais celle-ci est beaucoup plus faible.

En revanche, bien que les concentrations de fond hors de l'ULEZ semblent indiquer une baisse légèrement accélérée à partir de 2017, cette tendance n'est pas observée à l'intérieur de l'ULEZ ce qui s'explique par le niveau initial plus élevé.

Le tableau suivant traduit ces diminutions pour les différentes typologies de sites de mesure :

Period	Average NO ₂ [µg m ⁻³]					
	Roadside Central	Background Central	Roadside Inner	Background Inner	Roadside Outer	Background Outer
Jan – March 17	89	37	54	34	47	29
April – June 17	87	36	53	33	46	29
July – Sept 17	85	36	52	33	46	29
Oct – Dec 17	83	35	51	32	45	28
Jan – March 18	81	34	50	31	44	28
April – June 18	78	34	49	30	43	27
July – Sept 18	74	33	47	29	42	27
Oct – Dec 18	70	32	46	28	41	26
Jan – March 19	66	31	44	27	40	25
April – June 19	62	31	42	26	39	24
July – Sept 19	57	30	40	25	37	24
Reduction (Q1 2017 – Q3 2019) [µg m ⁻³]	32	7	14	9	10	6
Reduction (Q1 2017 – Q3 2019) [per cent]	36%	19%	26%	27%	21%	20%

Tableau 29 : Concentrations moyennes de NO₂ par type de site de mesure à Londres de 2010 à 2019

Source : Greater London Authority, 2019

¹³⁵ Greater London Authority, 2019. Central London Ultra Low Emission Zone – Six-month report.

Pour isoler l'impact de l'ULEZ parmi les autres facteurs de réduction potentiels des concentrations en NO₂ (météorologie, renouvellement naturel du parc de véhicules...), les concentrations de fond mesurées à l'extérieur du périmètre de la LEZ (contenant l'ULEZ) ont été retirées de chaque moyenne horaire mesurée à l'intérieur de l'ULEZ. Cette méthode a permis d'estimer quelles seraient les concentrations pour un scénario « sans ULEZ », comme illustré sur la figure suivante :

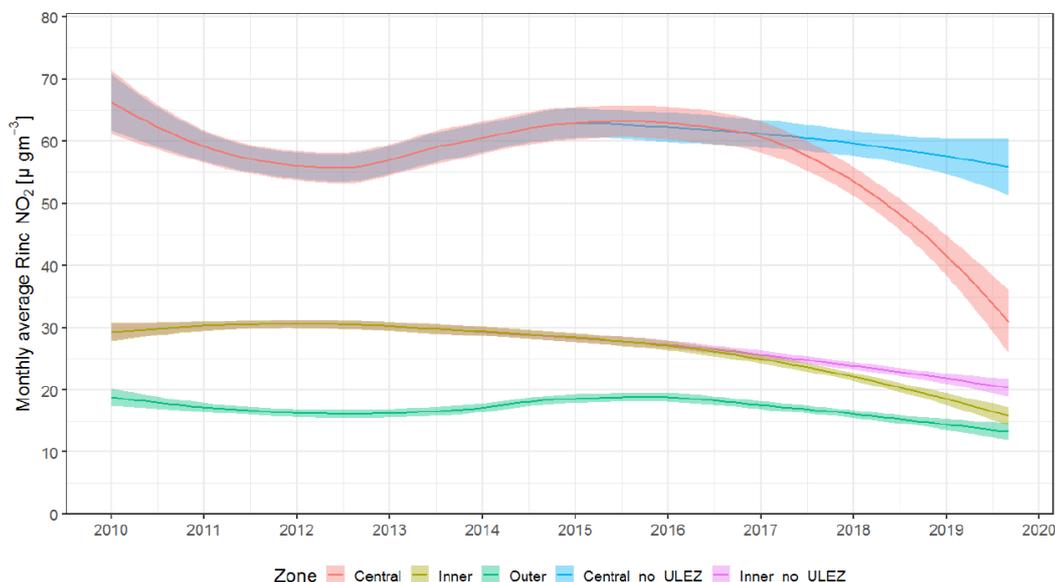


Figure 69 : Tendence des concentrations en NO₂ pour un scénario avec et sans ULEZ de 2010 à 2019
Source : Greater London Authority, 2019

Le tableau suivant chiffre la réduction des concentrations observée par rapport au scénario sans ULEZ :

Period	Reduction central London compared to "no ULEZ"		Reduction inner London compared to "no ULEZ"	
	[ug m ⁻³]	[per cent]	[ug m ⁻³]	[per cent]
Jan – March 19	17	20%	3	7%
April – June 19	20	24%	4	9%
July – Sept 19	23	29%	5	10%

Tableau 30 : Concentrations moyennes de NO₂ pour un scénario avec et sans ULEZ de 2010 à 2019
Source : Greater London Authority, 2019

Globalement, l'effet de l'ULEZ sur la qualité de l'air au bout de 6 mois de fonctionnement, se traduit donc par une baisse supplémentaire de 23 µg/m³ des concentrations en NO₂ en proximité de trafic, soit une réduction de 29 % par rapport à un scénario sans ULEZ.

Concernant les mesures de particules PM_{2.5}, l'absence de stations de proximité de trafic dans le périmètre de l'ULEZ ne permet pas de réaliser le même traitement de données. Néanmoins les stations de mesure disponibles semblent également indiquer une baisse, bien que moins marquée, depuis la mise en œuvre du péage urbain correspondant au périmètre de l'ULEZ en 2017.

4.4.3. Milan ex-post

Une étude italienne a été menée en 2012¹³⁶ afin d'évaluer l'impact de la LEZ de Milan sur les concentrations en particules fines (PM₁₀ et PM_{2.5}) ainsi qu'en black carbon. Les concentrations en polluants ont été mesurées en continu (mesures de 5 minutes pour le BC et quart-heure pour les particules) à l'intérieur et à l'extérieur de la LEZ :

- Sur deux sites représentatifs d'une exposition piétonne direct à proximité immédiate d'un grand axe urbain pendant deux périodes distinctes (printemps et été).
- Sur deux sites représentatifs d'une exposition résidentielle au troisième étage à proximité d'axes routiers pendant deux périodes distinctes (automne et hiver).

¹³⁶ Moroni, S. et al., 2013. Black carbon as a new air quality and health indicator of traffic limitation interventions in Milan: the "area C" LEZ monitoring campaign. Environment and Health – Bridging South, North, East and West. Basel, Switzerland, August 19th - 23rd, 2013. The Swiss Tropical and Public Health Institute.

Les résultats indiquent une différence significative pour le BC de $-1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (-40 %) à $-3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (-52 %) sur les sites représentatifs d'une exposition piétonne et de $-2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (-28 %) à $-1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (-32 %) sur les sites représentatifs d'une exposition résidentielle en hauteur. En revanche aucune différence statistiquement représentative n'a été observée pour les concentrations de PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$.

4.4.4. Pays-Bas ex-post

Une étude publiée en 2012¹³⁷ a permis d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air de l'introduction d'une LEZ dans cinq villes aux Pays-Bas (Amsterdam, La Haye, Utrecht, Bois-le-Duc, et Tilburg). La méthode employée est la comparaison des résultats de campagne de mesure (NO_2 , NO_x , carbone suie et $\text{PM}_{2.5}$) avant (2008) et après (2010) mise en œuvre de chaque LEZ, au niveau d'un point de mesure dans la LEZ et un autre en dehors. Les résultats montrent que les concentrations dans les LEZ ont diminué mais pas suffisamment pour prouver un impact de la LEZ qui soit statistiquement significatif.

L'étude propose plusieurs pistes pour expliquer que l'impact des LEZ ne soit pas celui attendu. A titre d'exemple, les LEZ mises en place pourraient être trop petites et ne pas concerner assez de véhicules. L'augmentation de la part des diesels dans le parc automobile pourrait également contrebalancer d'éventuels effets positifs. En outre, la crise économique tendrait à générer une baisse globale des émissions à travers tout le pays ce qui rendrait le changement dû aux LEZ plus difficile à détecter. Cette étude amène des propositions pour atteindre des niveaux de pollution plus bas : les zones à faibles émissions polluantes pourraient être plus vastes, voire plus restrictives et fonctionner en parallèle de mesures complémentaires pour la réduction de la circulation.

Un article¹³⁸ de janvier 2014 propose une nouvelle évaluation de l'impact sur la qualité de l'air de la LEZ d'Amsterdam. Dans son introduction, l'article rappelle qu'une telle évaluation présente des difficultés et que différentes méthodes sont mises en œuvre dans ce genre d'exercice, avec différents indicateurs. Les résultats d'efficacité d'une LEZ sur la qualité de l'air peuvent donc varier en fonction de la méthode d'évaluation employée. L'étude réalisée ici repose sur l'analyse statistique de données sur le long-terme de concentrations en PM_{10} , oxydes d'azote (NO_2 et NO_x) quotidiennes et de suie (carbone élémentaire et absorption) de manière ponctuelle :

- deux avant la mise en œuvre de la LEZ et deux ans après,
- au niveau de deux stations à l'intérieur de la zone : à proximité immédiate du trafic dans une rue où circulent 15 000 véhicules chaque jour (dont 690 bus et poids lourds) et en fond urbain dans une rue où la circulation motorisée est interdite.

Les différences de concentrations entre les deux stations de mesure ont été attribuées au trafic routier. Ces données ont été ajustées afin de prendre en compte les conditions de vent (vitesse et direction), le jour de la semaine (lundi au vendredi versus samedi-dimanche) et l'intensité du trafic. Cette nouvelle étude a démontré une diminution significative des concentrations des polluants atmosphériques traceurs de la circulation routière dans le voisinage d'une station de surveillance de type « trafic » après la mise en œuvre de la zone à faibles émissions à Amsterdam : -4,9 % de NO_2 , -5,9 % de NO_x , -5,8 % de PM_{10} , -12,9 % de carbone élémentaire ($-0,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces résultats sont donc différents de ceux de l'étude précédente de 2012 (impact sur la qualité de l'air des LEZ de cinq villes néerlandaises). Les auteurs soulignent que plusieurs raisons peuvent expliquer cette différence (dont les méthodes employées) mais que la plus importante réside dans le fait que de plus longues séries de données ont été analysées dans cette étude.

4.4.5. Allemagne ex-post

Un article scientifique¹³⁹ fait le point sur différentes études estimant l'impact sur la qualité de l'air de la mise en œuvre des LEZ dans **huit villes allemandes** (Berlin, Mannheim, Stuttgart, Tübingen, Ludwigsburg, Munich, Cologne et Leipzig). Les principales conclusions de ces études sont que la diminution des concentrations en PM_{10} évaluée lors des études ex ante (jusqu'à 10 %) dans les villes de Cologne, Berlin et Munich sont difficilement observables sur les moyennes annuelles mesurées du fait de la variabilité des conditions météorologiques. En revanche la fraction des particules $\text{PM}_{2.5}$ a

¹³⁷ Boogaard, H. et al., 2012. Impact of low emission zones and local traffic policies on ambient air pollution concentrations. *Science of the Total Environment*, 435-436, 132-140.

¹³⁸ Panteliadis, P. et al., 2014. Implementation of a low emission zone and evaluation of effects on air quality by long-term monitoring. *Atmospheric Environment* 86, 113-119.

¹³⁹ Cyrus, J., Peters, A., Soentgen, J., Wichmann, H.-E., 2014. Low emission zones reduce PM_{10} mass concentrations and diesel soot in German cities. *Journal of the Air & Waste Management Association* 64 (4), 481-487.

diminué significativement à Munich et l'effet observable d'une LEZ serait probablement plus important sur des mesures de carbone suie (BS) ou de carbone élémentaire (EC). Le bénéfice des zones à faibles émissions sur la santé humaine évalué à partir de données BS et EC serait beaucoup plus grand que ce qui est actuellement visible à partir de mesures de PM₁₀.

Une étude réalisée en 2014 par Peter Morfeld¹⁴⁰ s'est attachée à comparer avant et après mise en œuvre d'une LEZ les mesures de particules PM₁₀ réalisées en continu de 2005 à 2009 **dans dix-neuf villes allemandes**. Cette étude très complète se base sur l'analyse de quadruplets de données constituées de la manière suivante : au droit de la LEZ / à l'extérieur de la LEZ / avant introduction de la LEZ / après introduction de la LEZ. Les données de concentration utilisées proviennent de mesures en continu au pas de temps demi-horaire, réalisées à l'aide de jauges béta et de microbalance à quartz conformément aux méthodes métrologiques de référence. Ces données sont de plus consolidées par les moyennes sur 24 heures réalisées par gravimétrie. Plus de 2 millions de quadruplets ont ainsi été analysées en corrélation avec de nombreux facteurs tels que les paramètres météorologiques ou les périodes de vacances. Les résultats indiquent une diminution entre la situation avant et après la mise en œuvre des LEZ inférieure à 0,2 µg/m³ (soit inférieure à 1 %) sur l'ensemble des stations. En considérant uniquement les stations de trafic, la plus grande réduction de concentration de PM₁₀ observée est inférieure à 1 µg/m³ (soit inférieure à 5 %). Une autre étude publiée en 2014 par Peter Morfeld¹⁴¹ et basée sur la même méthode d'analyse s'est attachée à comparer avant et après mise en œuvre d'une LEZ les mesures de NO, NO₂ et NO_x réalisées en continu de 2005 à 2009 **dans dix-sept villes allemandes**. Les résultats indiquent une diminution statistiquement représentative entre la situation avant et après la mise en œuvre des LEZ d'environ 2 µg/m³ (soit environ 4 %).

Controverses

Peu après la publication de cette étude concluant à un effet très limité des LEZ sur les concentrations en PM₁₀ sur 19 villes allemandes (inférieur à 1 %), une autre étude menée par Christiane Malina¹⁴² est parue dans la même revue indiquant des effets beaucoup plus importants (-9 %).

Des commentaires ont été adressés par Peter Morfeld à propos de cette seconde étude et ont été publiés par Transportation Research. Ceux-ci font part de nombreux biais méthodologiques, notamment la sélection de stations de mesure et de données non représentatives (station proche d'un chantier, données de trafic sur des grands axes éloignés...), l'utilisation de données uniquement post-LEZ ne permettant pas d'évaluer la baisse des concentrations avant la mise en œuvre des dispositifs, et l'absence de calcul d'incertitudes.

La réponse de Christiane Malina a également été publiée et précise que les données utilisées sont celles qui sont officiellement validées, qu'effectivement la méthodologie est différente de celle utilisée par Peter Morfeld mais qu'étant donné le nombre de variables, il n'est pas surprenant de trouver un écart de 1 à 9 %.

Il est à noter que Peter Morfeld a également adressé une lettre aux éditeurs de la revue Atmospheric Environment donnant les mêmes précisions méthodologiques, suite à la parution de l'étude bibliographique recensant l'effet des LEZ en Allemagne¹⁴³.

Une analyse statistique portant sur plusieurs polluants atmosphériques mesurés par un grand nombre de stations de mesure en Allemagne a été réalisée entre 2002 et 2012 afin d'évaluer l'effet sur la qualité de l'air de l'apparition des premières LEZ en 2008¹⁴⁴. Les stations de mesure ont été différenciées en 3 groupes : stations de trafic à l'intérieur des LEZ, stations de trafic à l'extérieur des LEZ et stations de fond urbain de façon indifférenciée entre l'intérieur et l'extérieur des LEZ.

¹⁴⁰ Morfeld, P., Groneberg, D.A., Spallek, M.F., 2014. Effectiveness of Low Emission Zones of Stage 1: Analysis of the Changes in Fine Dust Concentrations (PM₁₀) in 19 German Cities. *Pneumologie* 68(3), 173-186.

¹⁴¹ Morfeld, P., Groneberg, D.A., Spallek, M.F., 2014. Effectiveness of Low Emission Zones: Large Scale Analysis of Changes in Environmental NO₂, NO and NO_x concentrations in 17 German Cities. *PLoS ONE* 9(8): e102999.

¹⁴² Malina, C., Scheffler, F., 2015. The impact of Low Emission Zones on particulate matter concentration and public health, *Transportation Research Part A*, 77, 372-385.

¹⁴³ Holman C., Harrison R., Querol X., 2015. Review of the efficacy of low emission zones to improve urban air quality in European cities, *Atmospheric Environment* 111, 161-169.

¹⁴⁴ Jiang, W., Boltze, M., Groer, S., Scheuven, D., 2017. Impacts of low emission zones in Germany on air pollution levels. *Transportation Research Procedia* 25, 3370-3382.

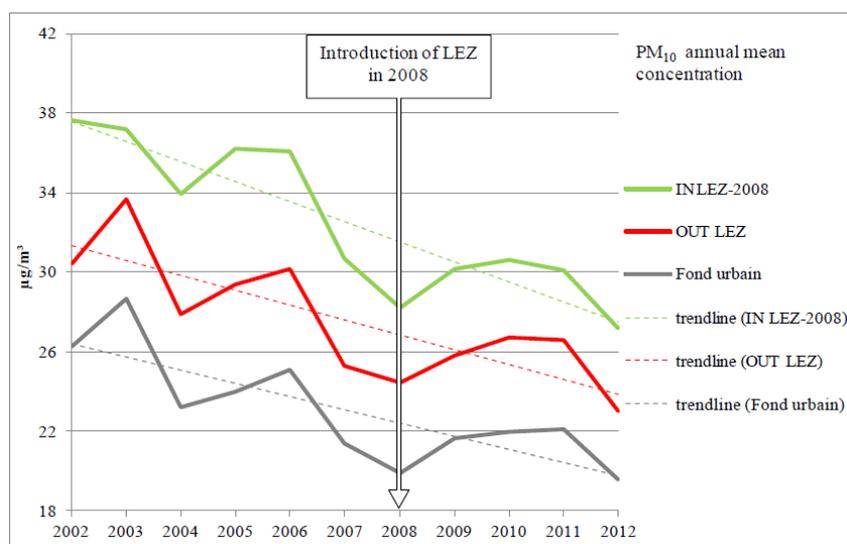


Figure 70 : Evolution des concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ entre 2002 et 2012

Les résultats indiquent que les concentrations en PM₁₀ à l'intérieur des LEZ ont diminué en moyenne de 17 % (6,0 µg/m³) après la mise en place des restrictions, contre 14 % (4,2 µg/m³) à l'extérieur et 15 % (3,7 µg/m³) en fond. En considérant la baisse globale du niveau de pollution des PM₁₀ en Allemagne, les auteurs indiquent que les LEZ ont permis une réduction moyenne supplémentaire des concentrations en PM₁₀ de 1,4 µg/m³. Concernant le nombre de jours excédant la valeur journalière limite en PM₁₀ (50 µg/m³), l'analyse des données avant/après introduction des LEZ indique une diminution moyenne de 42 % à l'intérieur des LEZ contre 37 % à l'extérieur et 36 % en fond. En revanche aucune évolution significative des concentrations en NO₂ n'est constatée au niveau des stations de trafic à l'intérieur des LEZ alors que les stations de trafic à l'extérieur et les stations de fond indiquent une légère diminution des concentrations en NO₂ sur la période étudiée. De même les concentrations en NO_x ne baissent que faiblement malgré les estimations de l'UBA (Agence fédérale allemande de l'environnement) qui indiquaient un abattement de 50 % des émissions de NO_x entre 2002 et 2011.

4.4.6. Berlin ex-post

Une méthode combinant mesures et modélisation a été mise en œuvre afin d'estimer quel a été l'impact de la LEZ de Berlin¹⁴⁵. Les résultats après mise en œuvre de la phase 2 (seuls les véhicules équipés d'une vignette verte ont le droit de circuler, soit les véhicules diesel Euro 4 ou Euro 3 équipés d'un FAP) indiquent les tendances suivantes :

- Diminution de la concentration moyenne annuelle en PM₁₀ d'environ 7 % depuis 2007
- Diminution de la concentration moyenne annuelle en NO₂ de 12 % depuis 2007
- Diminution du black carbon de 52 %

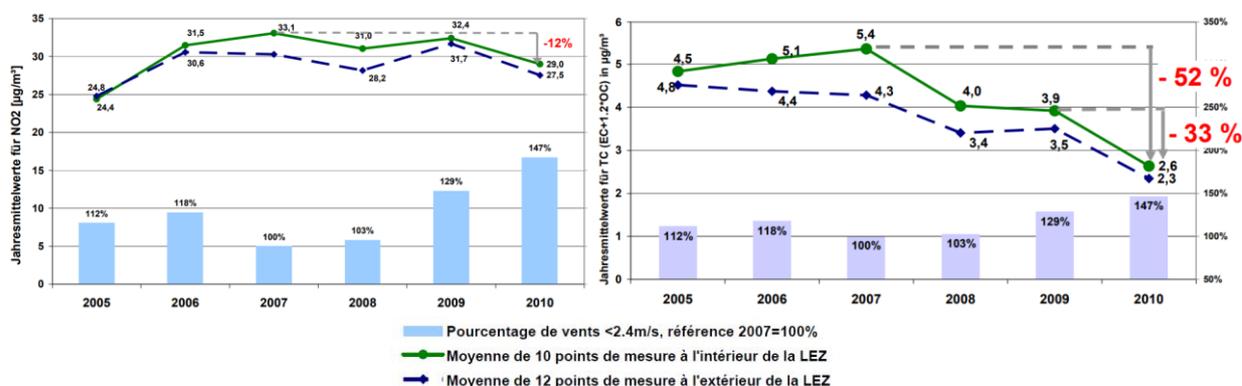


Figure 71 : Evolution des teneurs en NO₂ et BC dans la LEZ de Berlin entre 2005 et 2010

¹⁴⁵ Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, 2011. Ein Jahr Umweltzone Stufe 2 in Berlin.

4.4.7. Munich ex-post

Plusieurs études ont été menées sur la ville de Munich suite à l'introduction de la LEZ en deux phases : 2008 pour l'interdiction aux véhicules antérieurs à Euro 2, puis 2010 pour les véhicules avant Euro 3. Pour l'évaluation des effets de cette LEZ sur les concentrations en PM₁₀, ces études présentent des résultats divergents. En 2009¹⁴⁶, des mesures de PM₁₀ indiquaient une réduction de 5 à 12 % sur la LEZ par rapport à des sites de mesure extérieurs, cependant la reprise de ces données en 2013¹⁴⁷ et leur analyse corrélée, avec d'autres paramètres tels que la météorologie, n'ont pas prouvé cet effet. Une étude de 2014¹⁴⁸, utilisant le même modèle d'analyse corrélée mais sur un jeu de données de 4 années, conclut à une réduction significative (13 %) des teneurs en PM₁₀ mesurées sur une station de trafic de la LEZ. Ces différences d'interprétation illustrent l'influence des jeux de données considérés et des méthodes de traitement statistique sur les résultats pouvant être obtenus¹⁴⁹.

Une étude publiée en 2013¹⁵⁰ s'est attachée à évaluer les effets de la LEZ de Munich sur les particules PM_{2.5}. Des prélèvements ont ainsi été effectués dans le centre-ville sur une route fréquentée (environ 41000 véhicules/jour) avant et après l'introduction de la première phase de la LEZ (octobre 2008). Les échantillons ont ensuite été analysés afin de déterminer la composition chimique des particules recueillies et caractériser la contribution de chaque type de source de pollution (trafic automobile, combustion du bois et du charbon et cuisine). Ces analyses ont montré que la mise en place de la LEZ a eu un fort impact sur la pollution en particules d'origine automobile. Les chercheurs ont ainsi montré que la part des particules émises par le trafic routier a chuté de 60 % après la mise en place de la LEZ et que les concentrations en carbone élémentaire issu du trafic routier ont été réduites de 1,1 à 0,5 µg/m³. L'absence de résultats sur les PM_{2.5} est ainsi expliquée par les auteurs par une augmentation de la pollution liée au chauffage au bois lors des mesures effectuées après la mise en œuvre de la LEZ.

4.4.8. Leipzig ex-post

L'effet de la LEZ de Leipzig sur la qualité de l'air dans la zone a été évalué en 2017 par l'agence de l'environnement de l'état de Saxe¹⁵¹. Pour ce faire, les mesures de 2 stations de trafic dans la ville de Leipzig et de 2 stations de trafic dans la ville de Dresden (ne comportant pas de LEZ) ont été comparées entre 2010 et 2016 (la LEZ de Leipzig a été mise en place le 1^{er} mars 2011) selon une méthode causale, dite « de Lenschow ». A partir des données de trafic, des concentrations de fond et de facteurs de correction liés à la météorologie, les résultats ont indiqué une réduction du nombre de particules fines (granulométrie entre 30 et 200 nm) de 74 % ainsi qu'une réduction du black carbon de 59 %. L'étude précise toutefois qu'il n'a pas été observé de baisse significative des concentrations en NO₂ et PM₁₀ au fil des années, même après la mise en place de la LEZ.

4.4.9. Copenhague ex-post

La LEZ de Copenhague a été mise en œuvre en deux phases : 2008 avec une restriction s'appliquant aux poids-lourds antérieurs à la norme Euro II, puis 2010 pour les poids-lourds antérieurs à Euro III. L'impact de la LEZ a été évalué¹⁵² à partir d'une station de mesure située en bordure d'un boulevard très fréquenté. Une diminution de 5 % (-0,7 µg/m³) a pu être observée sur les concentrations en PM_{2.5}.

¹⁴⁶ Cyrus, J., 2009. Umweltzone München – Eine erste Bilanz. Umweltmedizin in Forschung und Praxis 14 (3), 127-132.

¹⁴⁷ Morfeld, P., Stern, R., Bultjes, P., Groneberg, D.A., Spallek, M., 2013. Introduction of a low-emission zone and the effect on air pollutant concentration of particulate matter (PM₁₀) – a pilot study in Munich. Zentralbl. Arbeitsmed 63, 104-115.

¹⁴⁸ Cyrus, J., Peters, A., Soentgen, J., Wichmann, H.-E., 2014. Low emission zones reduce PM₁₀ mass concentrations and diesel soot in German cities. Journal of the Air & Waste Management Association 64 (4), 481-487.

¹⁴⁹ Holman C., Harrison R., Querol X., 2015. Review of the efficacy of low emission zones to improve urban air quality in European cities, Atmospheric Environment 111, 161-169.

¹⁵⁰ Qadir, R.M., et Al., 2013. Concentrations and source contributions of particulate organic matter before and after implementation of a low emission zone in Munich, Germany. Environmental Pollution 175, 158-167.

¹⁵¹ Löschau, G., et al., 2017. Umweltzone Leipzig Abschlussbericht. Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie, Dresden, Germany.

¹⁵² Jensen, S.S., Ketzler, M., Nøjgaard, J.K., Becker, T., 2011. What are the impacts on air quality of low emission zones in Denmark? Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University. ISSN: 1603-9696.

4.4.10. Lisbonne ex-post in situ

L'Université des Sciences et Technologies de Lisbonne a publié un article en 2015 caractérisant l'impact de la LEZ sur les concentrations en NO₂ et en PM₁₀ dans l'air ambiant¹⁵³.

Les données de trois stations de mesure de qualité de l'air (cf. figure ci-contre) ont été utilisées entre 2011 et 2013 : deux stations de trafic (situées dans la zone 1 de la LEZ et en limite de la zone 2) et une station de fond urbain située à l'extérieur de la LEZ.

Les séries de données du 1^{er} janvier 2011 au 31 décembre 2013 ont été séparées en 2 groupes, avant et après le 16 septembre 2012 qui correspond à la date de modification de la circulation sur l'axe Marquês de Pombal/Avenida da Liberdade.

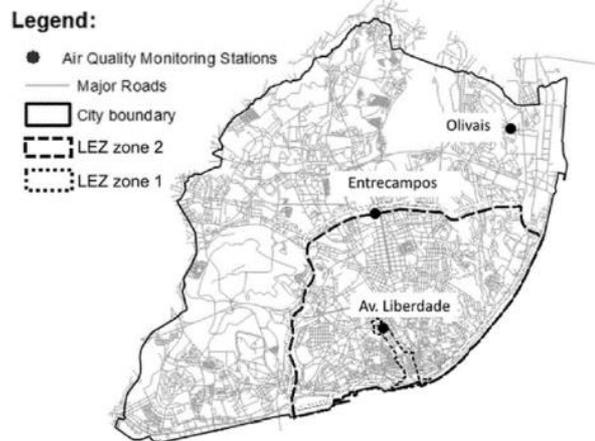


Figure 72 : Stations de mesure utilisées pour évaluer l'impact de la LEZ de Lisbonne

Les résultats montrent pour l'année 2013 une réduction de 23 % de la concentration moyenne annuelle de PM₁₀ et de 12 % pour le NO₂ par rapport à l'année 2011. Plus précisément, les données montrent une réduction significative du niveau de PM₁₀ avant/après l'implantation de la phase 2 et de la modification des conditions de circulation (sur les moyennes horaires et journalières) mais des valeurs similaires durant le week-end où la LEZ n'est pas active. Une réduction des niveaux de NO_x est aussi remarquée mais les auteurs la considèrent comme non significative car la réduction de concentrations entre 2011 et 2013 est plus importante à l'extérieur de la LEZ. Cette non-significativité est également retrouvée dans d'autres villes ayant mis en place une LEZ (Berlin, Londres). Les auteurs l'expliquent par le fait que de nombreux véhicules diesel récents (Euro 5 et Euro 6) ne tiennent pas leur promesse vis-à-vis des émissions de NO_x en conditions réelles de circulation.

Les résultats permettent de conclure que la phase 2 de la LEZ a permis d'obtenir un véritable impact sur la qualité de l'air par rapport aux concentrations de particules fines contrairement à la phase 1 du dispositif. De plus, ils précisent qu'une sévèrisation des restrictions devrait être mise en place lors des futures phases de la LEZ (minimum Euro 2 dans la zone étendue et Euro 3 voire Euro 4 dans la zone centrale), couplée à un effort financier permettant l'installation de caméras de surveillance (plutôt qu'un contrôle manuel comme actuellement) afin d'obtenir un meilleur taux de respect.

De même, une étude menée en 2019 par Santos¹⁵⁴ montre que les effets de la LEZ sur la qualité de l'air ne se sont révélés positifs pour les PM₁₀ et NO₂ qu'à partir de la mise en œuvre de la deuxième phase et qu'on ne trouve pas de différences significatives entre les phases 2 et 3. Il a été observé qu'entre 2009 (avant le début de la LEZ) et 2016 (phase 3 de la LEZ), la concentration annuelle de PM₁₀ a baissé en moyenne de 22 % dans la zone 1 et de 25 % dans la zone 2, celle de NO₂ a diminué de 13 % dans la zone 1 et 22 % dans la zone 2. En revanche, les résultats indiquent qu'il n'y a pas d'impact significatif sur les concentrations en PM_{2.5} et NO_x.

4.4.11. Madrid ex-post

L'étude réalisée par Ecologistas en Acción démontre une amélioration de la qualité de l'air à Madrid en 2019 suite à la mise en place de la LEZ appelée « Madrid Central » dans la ville¹⁵⁵. Les auteurs ont étudié les concentrations de NO₂ mesurées dans Madrid entre les années 2010 à 2019 et certaines données météorologiques ont été prises en compte (jours de pluie, hauteurs de précipitations). Les températures et les conditions de vents n'ont pas été prises en compte.

¹⁵³ Ferreira, F., Gomes, P., Tente, H., Carvalho, A.C., Pereira, P., Monjardino, J., 2015. Air quality improvements following implementation of Lisbon's Low Emission Zone. *Atmospheric Environment* 122 (2015) 373-381.

¹⁵⁴ Santos, F.M., Gómez-Losada, A., Pires, J.C.M., 2019. Impact of the implementation of Lisbon low emission zone on air quality. *Journal of Hazardous Materials* 365, 632-641.

¹⁵⁵ Juan Bárcena y Comisión de Movilidad Sostenible de Ecologistas en Acción de Madrid. Balance del efecto de Madrid Central sobre la calidad del aire de Madrid en 2019. Ecologistas en Acción, 09/012020.

Les données proviennent des stations de mesures de la qualité de l'air de la ville dont une est située à l'intérieur de la LEZ. Les mesures de cette station en 2019 montrent que la concentration moyenne annuelle de NO₂ était de 36 µg/m³, ce qui est la valeur la plus faible relevée depuis 2000. Les auteurs précisent que c'est la première année en 10 ans que la concentration moyenne annuelle respecte la valeur seuil (40 µg/m³) fixée par la réglementation. Cette station enregistre également une des diminutions les plus marquées de la concentration annuelle de NO₂ entre la valeur moyenne sur la période 2010-2018 et celle de 2019 avec une baisse de 10 µg/m³ soit -22 %. Les stations de fond de la ville de Madrid ont également relevé une diminution de concentration en NO₂ entre l'année 2019 et la période 2010-2018 allant de -3 % à -26 % (seule une station de fond indique une augmentation de 8 %).

La comparaison de ces données aux mesures de la qualité de l'air réalisées dans les communes autour de Madrid indique que la qualité de l'air s'est améliorée de façon moins significative à l'extérieur que dans la ville de Madrid. Globalement la concentration moyenne annuelle de NO₂ a diminué de -4 µg/m³ dans la ville de Madrid (-10 %) contre -2 µg/m³ aux alentours (-8 %) cependant cette comparaison a été effectuée sans différenciation des stations de fond et de trafic ce qui rend difficile la mise en évidence de l'impact seul de la LEZ.

5. Impacts socio-économiques

5.1. Coûts prévisionnels d'une LEZ

5.1.1. Londres

L'étude de faisabilité AEA Technology Environment de juillet 2003¹⁵⁶ a chiffré les coûts de mise en œuvre et de fonctionnement de la LEZ selon différents scénarios (principalement en fonction des moyens de surveillance mis en œuvre). Le tableau ci-dessous indique ces coûts ainsi que les revenus attendus (issus des amendes pour non-respect des règles). Les montants sont exprimés en million de livres sterling (M GBP). La dernière colonne correspond au schéma qui a été mis en œuvre en 2008.

	Poids lourds seulement				Poids lourds et camionnettes
	Surveillance manuelle	Surveillance automatique par vidéosurveillance mobile	Surveillance automatique par vidéosurveillance fixe	Surveillance automatique par vidéosurveillance fixe et mobile	Surveillance automatique par vidéosurveillance fixe et mobile
Coût de mise en œuvre	2,8 M £	6,4 M £	7,6 M £	9,3 M £	10,4 M £
Coût de fonctionnement	3,9 M £	5,0 M £	5,8 M £	6,4 M £	7,0 M £
Revenus annuels	- 0,4 M £	- 1,2 M £	- 1,8 M £	- 3,9 M £	- 4,3 M £

Tableau 31 : Estimation des coûts de la LEZ de Londres

Le coût de la mise en œuvre a été estimé à 15,6 M EUR¹⁵⁷, le coût de fonctionnement à 10,5 M EUR et les revenus issus des contraventions à 6,4 M EUR. Les recettes ne sont pas allouées à un usage spécifique comme c'est le cas à Londres pour les recettes du péage urbain¹⁵⁸. Pour la Low Emission Zone, les recettes sont considérées comme « revenus » en contrepartie des coûts de fonctionnement. D'après ces éléments prospectifs, cette étude estime que le système ne se finance par lui-même. Cependant, après plusieurs années de fonctionnement, les données récentes fournies par TfL (2016-2017) indiquent que la LEZ de Londres trouve un équilibre financier et dégage des revenus nets (cf. paragraphe 0).

5.1.2. Anvers

Dans une étude de faisabilité publiée en novembre 2012¹⁵⁹, Transport & Mobility Leuven examine l'introduction d'une LEZ à Anvers et mène une analyse coûts-bénéfices sur la période 2014-2024. Différents scénarios sont étudiés, en particulier concernant les modes de contrôle. Deux options sont distinguées : vidéo-surveillance via un système de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation ou contrôle par la police des véhicules en stationnement grâce à la présence de vignettes.

Les coûts de mise en œuvre et de fonctionnement du projet échéant au gouvernement s'élèvent, selon le scénario choisi, à un montant compris entre 5 et 8 millions d'euros pour 2014-2024 en valeur actuelle nette (VAN).

Ils comprennent les coûts suivants : enregistrement des véhicules dans une base de données, vidéosurveillance par caméras fixes/mobiles ou contrôle des véhicules en stationnement, frais de verbalisation, mise en place d'une signalisation, information du public

Et déduisent les recettes suivantes : dérogations et amendes.

¹⁵⁶ AEA Technology Environment, 2003. London Low Emission Zone Feasibility Study Phase II: Final Report to the London Low Emission Zone Steering Group.

¹⁵⁷ Taux de change pris égal à 1,5 EUR pour 1 GBP (moyenne représentative de l'évolution du taux de change en 2013).

¹⁵⁸ La loi prévoit, pour les dix premières années d'existence de la « Congestion Charge » que tous les revenus issus des péages urbains devront être réinvestis pour améliorer les transports sur Londres (augmentation de la fréquence et du nombre de lignes de bus, cheminement pour les piétons, pistes cyclables, etc.).

¹⁵⁹ Transport & Mobility Leuven, 2012. Haalbaarheidsstudie voor invoering en beheer van lage emissiezone(s) in de stad Antwerpen. In opdracht van Stad Antwerpen, 21.11.2012.

	Coût de mise en œuvre (EUR)	Coût de fonctionnement annuel (EUR)	Revenus annuels directs (EUR)	Revenus annuels indirects (EUR)
Surveillance manuelle des véhicules en stationnement	34 000	498 000		
Surveillance automatique par vidéosurveillance mobile	12 000	150 000		
Surveillance automatique par vidéosurveillance fixe	520 000	369 000		
Enregistrement des véhicules	1 340 000	450 000		
Frais de verbalisation	0	156 000 – 174 000		
Signalisation	35 000	0		
Information	0	100 000		
Dérogations			370 000	
Amendes			99 000	
Bénéfices sanitaires				200 000 000

Tableau 32 : Estimation des coûts prévisionnels de la LEZ d'Anvers pour le gouvernement

Pour les utilisateurs, les coûts atteignent 119 à 122 millions d'euros (VAN) selon le scénario retenu, incluant leetrofit des véhicules, le remplacement anticipé du parc, les dérogations et les amendes. Les bénéfices pour la santé publique, liés à l'amélioration de la qualité de l'air, ont été estimés à environ 200 millions d'euros (VAN). Les bénéfices excédant les coûts totaux (du gouvernement et des utilisateurs), le projet d'introduction d'une LEZ à Anvers est considéré comme profitable du point de vue de la collectivité. Cette première LEZ de Belgique a été instaurée le 1^{er} février 2017.

A noter : les différences de coûts prévisionnels entre la LEZ d'Anvers et la LEZ de Londres s'expliquent par la superficie concernée. La LEZ d'Anvers concerne une surface d'environ 20 km² tandis que la LEZ de Londres concerne une superficie de 1 600 km².

Les études de faisabilité (réalisées en 2003 et 2012) ont estimé que, pour le cas de Londres comme de Anvers, le système de LEZ ne se finançait pas par lui-même. Cependant, les données récentes (2016-2017 pour Londres, 2017 pour Anvers) indiquent des recettes de 4,2 M EUR pour Londres et de plus de 10 M EUR pour Anvers, bien plus que les chiffres estimés.

5.1.3. Stockholm

Le coût prévisionnel d'implantation de la LEZ était de 37 M de couronnes suédoises (environ 4 M EUR avec un taux de change moyen pour le 2^{ème} semestre 2011) et s'est avéré être deux fois moins coûteux.

5.2. Monétarisation des bénéfices sur la santé des LEZ en Allemagne

Peu d'études sont disponibles sur l'estimation monétaire des effets des LEZ sur la santé. Les seuls polluants étudiés sont les particules PM₁₀, bien que les plus grands bénéfices pour la santé soient attendus par la réduction des particules les plus fines PM_{2,5} et de leur teneur en black carbon¹⁶⁰.

D'après une étude de 2015¹⁶¹, deux méthodes ont été utilisées pour évaluer les bénéfices de la réduction des concentrations en PM₁₀ en Allemagne à l'issue de la phase 1 de mise en place des LEZ dans 25 villes :

- à partir de données allemandes de 2010 ;
- en extrapolant des données américaines plus récentes (2014).

Les données allemandes de 2010 permettent d'évaluer un bénéfice de 760 000 EUR alors que l'estimation d'après les données américaines est de 2,2 millions d'euros. Cette différence s'explique par le coût statistique d'une vie plus élevé aux Etats-Unis (6 millions d'euros aux Etats-Unis contre 2 millions d'euros en Allemagne).

¹⁶⁰ Cyrus, J., Peters, A., Soentgen, J., Wichmann, H.-E., 2014. Low emission zones reduce PM₁₀ mass concentrations and diesel soot in German cities. *Journal of the Air & Waste Management Association* 64 (4), 481-487.

¹⁶¹ Malina, C., Scheffler, F., 2015. The impact of Low Emission Zones on particulate matter concentration and public health, *Transportation Research Part A*, 77, 372-385.

Pour l'introduction de la phase 2 des LEZ sur ces 25 villes, le bénéfice pour la santé, évalué d'après les données allemandes, est de 2,4 millions d'euros. Ces données, calculées à l'échelle de 25 villes uniquement (78 villes possèdent une LEZ en mai 2015), sont mises en parallèle du coût global pour l'Allemagne de la pollution émise par le transport évaluée à 15 millions d'euros. L'auteur souligne par ailleurs que les bénéfices calculés sont à nuancer en fonction des augmentations éventuelles de PM₁₀ à l'extérieur des LEZ (effet de contournement).

Il est à noter que les effets des LEZ sur la qualité de l'air dans cette étude sont considérés comme surestimés par d'autres chercheurs (cf. encadré page 110) et que, par conséquent, les bénéfices pour la santé sont probablement moins importants.

5.3. Bénéfices sanitaires attendus de la ZCR de Paris

L'ORS Île-de-France, en partenariat avec Airparif et Santé Publique France, a conduit une évaluation quantitative d'impact sanitaire (EQIS) prospective de la mise en œuvre de la ZFE sur le territoire parisien intra-muros et sur le territoire élargi à l'intra-A86. Ces travaux ont été publiés en octobre 2018¹⁶².



Figure 73 : Périmètres de la ZFE (délimitée par l'A86) et la zone d'étude (délimitée par l'A104)

Source : ORS Île-de-France (2018)

La méthode EQIS s'appuie sur les préconisations de l'OMS. Fondée sur l'existence d'un lien causal établi entre l'exposition et l'effet sanitaire étudié, elle est basée sur des relations concentration-risque (C-R), sélectionnées à partir d'une revue des études épidémiologiques européennes les plus récentes.

Ces relations, mises en regard de la fréquence des effets sanitaires étudiés et des baisses attendues des niveaux de NO₂ estimées par Airparif, ont permis d'évaluer le nombre évitable de différents cas d'atteintes à la santé. Quatre scénarios de mise en application de la ZFE (deux périmètres et deux niveaux de restriction distincts, cf. tableau 33), ont été utilisés, ainsi qu'un scénario de référence correspondant à une situation future sans mise en place de ZFE (dit fil de l'eau).

	CRIT'Air	Périmètre d'interdiction			Véhicules concernés
		Paris avec boulevard périphérique	Paris sans boulevard périphérique	Intra A86 A86 exclue	
Étape 1 1 ^{er} juillet 2016	NC 5 4 3 2 1	✓			
Étape 2 1 ^{er} juillet 2017	NC S 4 3 2 1	✓		✓	
Étape 3 1 ^{er} juillet 2018	NC S 4 3 2 1	✓ ZFE3	✓	✓ ZFE _{élargie} 3	
Étape 4 1 ^{er} juillet 2019	NC S 4 S 2 1	✓ ZFE4	✓	✓ ZFE _{élargie} 4	

✓ Scénarios étudiés par Airparif + Scénarios traduits en bénéfices sanitaires
VP: véhicules particuliers ; VUL: véhicules utilitaires légers (<3,5t) ; PL: poids lourds (>3,5t) ; TC: bus et cars ; 2RM: 2 roues motorisés

Tableau 33 : Scénarios étudiés (périmètres, niveaux de restrictions et dates de mise en œuvre)

Source : ORS Île-de-France (2018)

Les résultats de l'étude menée par Airparif montrent une baisse significative du nombre d'habitants soumis aux plus fortes teneurs de dioxyde d'azote (NO₂) en lien avec la mise en œuvre de la ZFE. La mise en place la plus restrictive (scénario ZFE4) entraîne une exposition (à l'échelle annuelle) de la population parisienne à des teneurs maximales de 42 µg/m³ contre 55 µg/m³ sans sa mise en œuvre et des concentrations minimales de 20 µg/m³ contre 28 µg/m³ sans la ZFE.

¹⁶² ORS Île-de-France, 2018. Évaluation quantitative d'impact sanitaire prospective pour l'agglomération parisienne. Rapport & enquête, en partenariat avec Airparif et Santé Publique France, octobre 2018.

Dans une zone d'étude délimitée par le contour de la Francilienne¹⁶³, pour les quatre scénarios de mise en œuvre de la ZFE, les bénéfices sanitaires étudiés sont le nombre de cas évitables de :

- décès chez les plus de 30 ans
- faibles poids de naissance à terme
- survenues de cardiopathies ischémiques chez les adultes
- asthmes chez les enfants
- recours aux soins en lien avec ces pathologies

L'ORS Ile-de-France précise que « les enjeux sanitaires relatifs aux indicateurs étudiés sont particulièrement importants. En effet, l'asthme et les pathologies cardiovasculaires (dont les cardiopathies ischémiques étudiées ici) sont des maladies chroniques parmi les plus répandues. De plus, la prévalence de l'asthme chez les enfants est en augmentation. Le faible poids à la naissance, quant à lui, indique des effets liés à une exposition prénatale aux polluants atmosphériques pouvant avoir des répercussions importantes sur la santé à l'âge adulte ».

Nombres de cas annuels potentiellement évitables et % de réduction		ZFE 3	ZFE ^{élargie} 3	ZFE4	ZFE ^{élargie} 4
Décès chez les plus de 30 ans	cas	110	200	200	340
	%	0,20%	0,40%	0,40%	0,60%
TOTAL ANNÉES DE VIE GAGNÉES		38 300	66 300	67 500	114 300
Nouveaux cas de cardiopathies ischémiques (40-74 ans)	cas	40	70	70	130
	%	0,70%	1,10%	1,20%	1,90%
Nouveaux cas d'asthme (0-17 ans)	cas	830	1 630	1 540	2 930
	%	0,90%	1,80%	1,60%	3,00%
Naissances à terme de faible poids	cas	50	100	90	170
	%	1,50%	2,90%	2,70%	4,90%
Hospitalisations pour cardiopathie ischémique (40-74 ans)	cas	140	240	240	410
	%	1,00%	1,60%	1,80%	2,70%
Recours aux urgences pour asthme (0-17 ans)	cas	190	390	360	700
	%	1,00%	2,00%	1,70%	3,40%

Tableau 34 : Bénéfices sanitaires annuels attendus selon les scénarios étudiés
Source : ORS Île-de-France (2018)

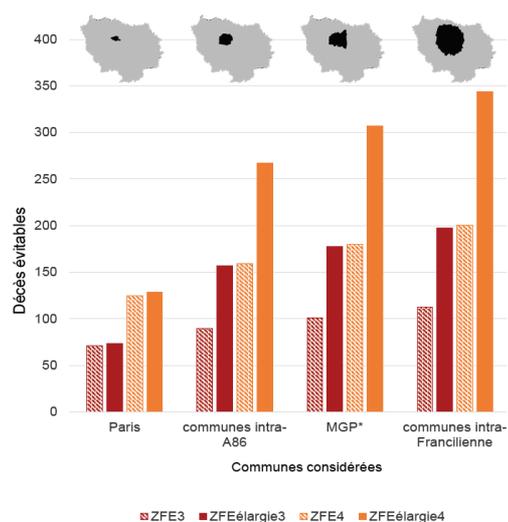
Les nombres de décès potentiellement évitables chez les plus de 30 ans pourraient atteindre 340 pour le scénario le plus restrictif (ZFE^{élargie}4). Le tableau montre également que la mise en œuvre de la LEZ a un impact significatif dans la survenue des pathologies considérées, qui peut atteindre jusqu'à environ 5 % de diminution des naissances de faible poids.

L'étude précise par ailleurs que ces pourcentages sont plus importants pour les populations résidant à l'intérieur du périmètre de restriction de la circulation défini par le dispositif puisque c'est dans cette zone que les diminutions de concentration sont les plus importantes.

¹⁶³ Ce terme désigne un ensemble d'autoroutes (dont des portions de l'A1, de l'A10, de l'A6...) et de voies rapides (dont des portions de la RN184) faisant le tour de l'Île-de-France sur 160 km à une distance d'environ 25 km du centre de Paris.

Malgré tout, les résultats montrent que les populations résidant au-delà du périmètre de la ZFE bénéficieraient aussi d'une amélioration de leur santé (cf. figure ci-contre). En effet, les restrictions de circulation ne s'appliquent pas seulement aux populations résidant à l'intérieur de la ZFE mais aussi aux populations résidant en dehors et devant se rendre quotidiennement dans le cœur de l'agglomération.

La figure ci-contre montre également l'influence de l'étendue de la ZFE et du niveau de restriction des véhicules sur l'amplitude des bénéfices sanitaires. L'élargissement du périmètre de la ZFE (à niveau de restriction égal) ainsi que le renforcement du niveau de restriction (à périmètre égal) augmente le bénéfice sanitaire.



* inclut aussi les deux communes des Yvelines à l'intérieur du périmètre intra-A86 (Viroflay et Vélizy-Villacoublay)

Figure 74 : Décès annuels évitables chez les 30 ans et plus selon les différents scénarios
Source : ORS Île-de-France (2018)

5.4. Bénéfices sanitaires de la LEZ de Londres

A la suite de l'introduction de la LEZ de Londres en février 2008, une étude des impacts sur la santé respiratoire a été réalisée en suivant 2 164 enfants âgés de 8 à 9 ans fréquentant des écoles primaires entre 2009 et 2013 dans le centre de Londres¹⁶⁴.

Les travaux, publiés dans la revue Lancet, présentent l'association entre l'exposition modélisée aux oxydes d'azote (NO_x) et aux particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) et la fonction pulmonaire de chaque enfant, traduite par différents paramètres tels que le volume pulmonaire, le volume expiratoire maximal en 1 seconde (VEMS), la capacité vitale forcée (CVF) et les symptômes respiratoires ou allergiques.

Pour chaque polluant, des expositions annuelles selon l'adresse du domicile et de l'école de chaque enfant ont été estimées, ainsi que des expositions court-terme sur les 3 heures, 24 heures et 7 jours avant les contrôles pulmonaires afin d'isoler les effets à long terme des effets à court terme. Entre 2009 et 2013, une réduction des concentrations en NO₂ a été constatée en bordure de route (-1,35 µg/m³ par an) et en fond urbain (-0,97 µg/m³ par an), mais aucune réduction n'a été observée sur les PM₁₀, ni n'a pu être confirmée pour les PM_{2.5}.

Bien que les résultats de l'étude n'indiquent pas de lien entre les concentrations en NO₂ et le volume expiratoire maximal des enfants suivis, les concentrations les plus élevées sont corrélées avec une capacité vitale forcée plus faible. En revanche, malgré la diminution des concentrations en NO₂ observée entre 2009 et 2013, la proportion d'enfants présentant de faibles CVF n'a pas évolué.

5.5. Impacts et prise en compte des enjeux socio-économiques

5.5.1. Allemagne

Lors des premières années de mises en place des LEZ, l'Allemagne a mis en place un système de réduction d'impôts pour aider à l'achat de filtre à particules pour les véhicules à motorisation diesel.

Dans le cadre d'un renforcement à venir des restrictions de circulation dans les LEZ allemandes, le gouvernement fédéral a annoncé en octobre 2018 une nouvelle série de mesures d'accompagnements financiers pour les propriétaires des véhicules qui seront impactés (cf. paragraphe 2.6).

¹⁶⁴ Mudway, I.S., Dundas, I. et al., 2019. Impact of London's low emission zone on air quality and children's respiratory health: a sequential annual cross-sectional study. Lancet Public Health 4: e28–40.

Des actions en justice ont été entreprises dans le cadre de la mise en œuvre de LEZ en Allemagne :

- La cour administrative d'Hanovre a rejeté le 21 avril 2009 l'affaire engagée par deux citoyens (avec le soutien de l'association automobile allemande ADAC) contre la LEZ de cette ville. Les motifs de cette décision sont que la LEZ est un outil proportionnel par rapport à la problématique, que le trafic automobile est reconnu pour être une source de pollution du NO₂, que la LEZ va bien réduire les concentrations en NO₂ (le retrofit n'induit pas d'effets préjudiciables) et que des dérogations peuvent être demandées.
- Le 14 août 2009, la cour administrative de Stuttgart a jugé que les 36 mesures du « Clean Air and Action Plan » de décembre 2005 ne constituaient pas un plan d'actions. La LEZ n'avait pas été mise en œuvre dans les délais en 2006 et n'était plus efficace dans sa forme actuelle au moment de la mise en œuvre. En effet, entre le 1^{er} janvier 2006 et le 28 février 2008, seuls les poids lourds étaient concernés par l'interdiction de circulation (à partir du 1^{er} mars 2008 : les véhicules du groupe 1 ; à partir du 1^{er} janvier 2012 : les véhicules des groupes 1 et 2). Or cette action limitée dans le temps ne peut pas être considérée comme une mesure efficace pour réduire de façon permanente le risque. Donc, l'autorité administrative régionale devait soumettre un plan d'actions avec au moins deux mesures du plan d'actions d'ici le 28 février 2010. Parmi les mesures envisagées figurait le renforcement des conditions d'accès à la LEZ. Depuis lors, les conditions d'accès de la LEZ à Stuttgart ont été renforcées.
- Le 9 octobre 2018, le tribunal administratif de Berlin a statué que Berlin devait mettre à jour son plan visant à l'amélioration de la qualité de l'air avec des mesures garantissant le respect de la limite de qualité de l'air de 40 µg/m³ pour le NO₂ dans la métropole (plus d'informations au paragraphe 2.6.7).

5.5.2. Londres

L'ADEME a réalisé en mai 2013 un benchmark sur la prise en compte des enjeux sociaux dans les politiques publiques environnementales¹⁶⁵. Ce rapport indique qu'à Londres, des études ex-ante, menées en 2006 pour accompagner l'élaboration de la LEZ ont abordé les effets et répercussions possibles de la LEZ sur la santé, l'environnement, l'économie et l'égalité. L'étude d'impact sur les inégalités (Equality Impact Assessment, EIA) s'intéresse aux impacts potentiels de la LEZ sur des "groupes cibles" (equality target groups), à savoir : les femmes, les populations noires et les minorités ethniques, les jeunes et les enfants, les personnes âgées, les personnes handicapées, les lesbiennes, gays, bi et trans, et les personnes de différents groupes religieux. L'EIA couvre également d'autres groupes potentiellement touchés par la LEZ, à savoir les personnes socioéconomiquement défavorisées, les Roms et les gens du voyage.

Les conclusions de cette étude montrent que les bénéfices escomptés en termes d'amélioration de la qualité de l'air profiteront à tous, et en particulier aux groupes cibles. En effet, les bénéfices les plus importants seront dans les endroits où la qualité de l'air est la moins bonne. Or, la littérature montre un lien entre pauvreté, exposition à une mauvaise qualité de l'air et une mauvaise santé.

Les conclusions indiquent également que les coûts de mise en œuvre de la LEZ vont des coûts liés au retrofit à ceux liés à l'achat d'un nouveau véhicule, mais peuvent également inclure la faillite d'entreprises ou la perte de services fournis par certaines entreprises qui se voient obligées de cesser tout ou une partie de leur activité à cause de la hausse des coûts induits. Les entreprises les plus touchées par la LEZ seraient les Très Petites Entreprises (TPE) qui utilisent de grandes camionnettes ou des minibus. Ceci est dû au fait que les petites flottes d'entreprises utilisent en général des véhicules plus âgés, et que les petites entreprises sont plus vulnérables à la hausse de leurs coûts. Ces derniers n'auraient pas les fonds ni la flexibilité permettant de répondre aux exigences des normes Euro ou d'assumer le paiement des taxes journalières correspondant au non-respect des normes. C'est notamment le cas des entreprises dans le domaine de la construction, qui opèrent en milieu très concurrentiel et ne seraient pas capables de répercuter leurs coûts sur leurs clients.

¹⁶⁵ ADEME, 2012. Benchmark sur la prise en compte des enjeux sociaux dans les politiques publiques environnementales. Rapport final, octobre 2012. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.ademe.fr/benchmark-prise-compte-enjeux-sociaux-politiques-publiques-environnementales>



Les entreprises tenues par des personnes appartenant aux minorités ethniques, ou par des femmes, sont en général plus petites que la moyenne, et pourraient donc être plus durement touchées. Cependant, les données manquent pour conclure avec certitude sur le fait que la LEZ désavantagerait plus les groupes cibles que la population en général. D'une façon générale, les coûts supportés par les consommateurs du fait de la hausse des frais de transport sont jugés négligeables.

De manière générale, la prise en compte des enjeux sociaux est le dernier volet des thématiques abordées par les études et évaluation ex-ante. L'effort est avant tout tourné vers la prise en compte des effets de la LEZ sur la qualité de l'air. Ensuite, les évaluations considèrent les impacts sur les transports car ils engendrent des données pour les suivis environnementaux et économiques. Les impacts sociaux sont généralement analysés comme des effets secondaires.

Aucune évaluation *ex-post* des impacts sociaux de la LEZ, en particulier pour les groupes les plus vulnérables, n'a été menée à ce jour.

5.5.3. Pays-Bas

Le bureau d'étude DHV a réalisé en 2008 un rapport d'étude d'impact après un an de mise en œuvre des zones à faibles émissions « Een jaar milieuzones vrachtverkeer Effectstudie ». Le coût annuel de la mise en conformité de la flotte par secteur de l'industrie du transport a été évalué par rapport au chiffre d'affaires des entreprises. Comme le montre la figure 75, ce coût annuel représente majoritairement (plus de 60 % des cas) 0 à 25 % du chiffre d'affaires pour les grossistes et les transporteurs. Pour les détaillants, ce coût peut atteindre jusqu'à 50 % du chiffre d'affaires pour plus de 30 % d'entre eux.

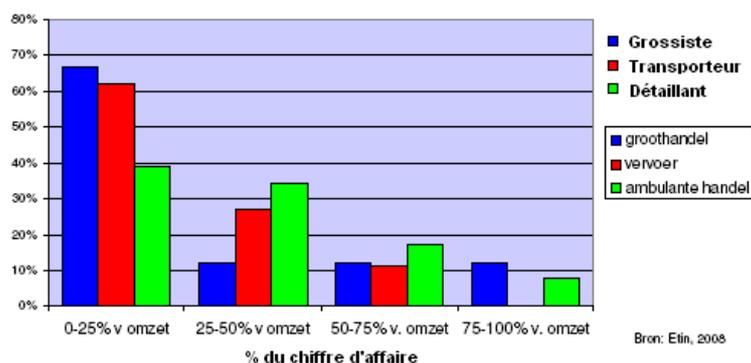


Figure 75 : Evaluation des coûts de la mise en conformité du parc pour le secteur de l'industrie

Plutôt que de mettre en conformité son véhicule, le propriétaire peut décider ne plus entrer dans la LEZ. Mais cela a un coût dont le graphique ci-après donne un pourcentage par rapport au chiffre d'affaires.

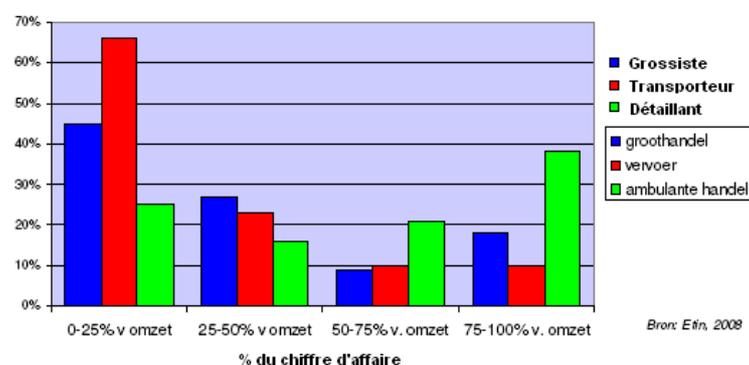


Figure 76 : Evaluation des coûts liés au choix de ne plus accéder à la LEZ

Des aides financières sont accordées aux Pays-Bas pour les propriétaires de poids lourds qui souhaitent équiper de filtre à particules leurs véhicules. Jusqu'en février 2009, 13,5 millions d'euros ont été consacrés à cette mesure qui a concerné 23 395 camions. De plus, les propriétaires de camions qui souhaitent acheter un nouveau véhicule peuvent bénéficier d'une prime s'ils achètent un camion répondant aux normes Euro V. Pour l'année 2009, neuf millions d'euros ont été alloués à cette mesure.

Sous l'impulsion de la ville d'Utrecht, la ville de Rotterdam a étendu son interdiction de circuler depuis le 1^{er} janvier 2016 aux véhicules particuliers et aux véhicules utilitaires légers :

- Interdiction des véhicules Euro 2 et antérieurs pour les véhicules à moteur diesel.
- Interdiction des véhicules pré-Euro pour les véhicules à moteur essence.

Elle a également étendu sa LEZ d'une superficie de 2,5 km² à environ 24 km². Dans le cadre du renforcement des droits d'accès dans la LEZ, une action en justice a été entreprise en 2016 par des automobilistes. Le jugement rendu le 14 juin 2017 par le tribunal, confirmé par celui de la Cour d'Appel le 11 octobre 2017, empêche la ville de Rotterdam d'interdire la circulation pour les véhicules essence pré-Euro pour manque de preuves scientifiques dans leur impact sur la qualité de l'air. La municipalité a donc suspendu l'envoi d'amendes aux propriétaires de véhicules essence pré-Euro 1 circulant dans la LEZ, en attendant le jugement du dernier recours.

5.6. Mesures d'accompagnement en France

La mise en place d'une ZFE-m peut entraîner des conséquences économiques négatives lorsqu'il s'agit de renouveler un véhicule, et peut restreindre certains déplacements si le véhicule ne peut pas être renouvelé. Pour pallier ces inconvénients, les mesures d'accompagnement jouent un rôle essentiel dans l'acceptabilité des ZFE-m¹⁶⁶.

En effet, une enquête réalisée en 2019 sur l'impact de la mise en œuvre de la ZFE du Grand Paris pour le compte de DRIEE Île-de-France indique que si une minorité des ménages franciliens (5 %) possèdent un véhicule concerné par l'interdiction de circulation initiale (véhicules Crit'Air 5 ou non classés), cet échantillon est cependant surreprésenté par les ménages de la tranche de revenus la plus faible (56 %). Parmi ces ménages possédant un véhicule impacté par la ZFE, 25 % auraient les moyens financiers de changer de véhicule, 10 % avec une aide financière, 40 % selon le montant de l'aide et 25 % n'auraient pas les capacités financières de changer de véhicule soit 28 846 ménages. L'étude indique que parmi cet échantillon 60 % n'auront pas d'opportunité de report modal (métro, bus, vélo, marche...) soit au total 17 307 ménages franciliens¹⁶⁷.

Ce paragraphe présente de façon non exhaustive les mesures d'accompagnement, notamment financières, qui ont été mises en place par les collectivités françaises dans le cadre de l'instauration d'une ZFE-m sur leur territoire. Certaines mesures d'accompagnement référencées ici peuvent ne plus être en vigueur en fonction de l'avancée de la ZFE-m.

5.6.1. Paris

Pour aider les parisiens dont les véhicules sont concernés par les restrictions de circulation, la ville de Paris a mis en place des politiques d'aides financières afin de les accompagner vers des mobilités moins polluantes :

- Aides financières à l'achat d'un vélo (électrique ou non)
- Réductions financières sur l'abonnement annuel au service Autolib' (service d'autopartage fermé depuis le 31/07/2018)
- Subventions pour un forfait annuel NAVIGO (abonnement de transport en commun)
- Subventions pour un abonnement annuel au service Vélib' Métropole

Des aides spécifiques existent pour les professionnels de Paris et de la petite couronne, dont une pour le remplacement de leur véhicule interdit par un véhicule électrique ou au Gaz Naturel (GNV), sous conditions spécifiques. L'achat d'un vélo à assistance électrique (VAE) ou d'un 2-roues motorisés électrique peut également être subventionné jusqu'à hauteur de 400 EUR.

¹⁶⁶ Martayan, E., Laurent, J., Blond, O., 2020. L'acceptabilité sociale des Zones à Faibles Emissions. Global Urban Air Pollution Observatory (GUAPO).

¹⁶⁷ Ekodev, 2019. Enquête ménage sur l'impact de la mise en œuvre d'une Zone à faibles émissions (ZFE) à l'échelle de l'autoroute A86.

5.6.2. Grand Paris

Dans le cadre de ZFE du Grand Paris entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2019 (cf. paragraphe 2.11.4), la métropole du Grand Paris accompagne les franciliens à travers son dispositif « Métropole Roule Propre ! » avec une subvention allant de 3 000 EUR à 5 000 EUR, selon les revenus du ménage, cumulable à la prime à la conversion issue du Plan Climat et des aides locales, pour les habitants souhaitant remplacer leur véhicule Crit'Air 5 ou non classé par un véhicule non ou peu polluant à l'échappement (électrique, hydrogène, hybride rechargeable ou GNV).

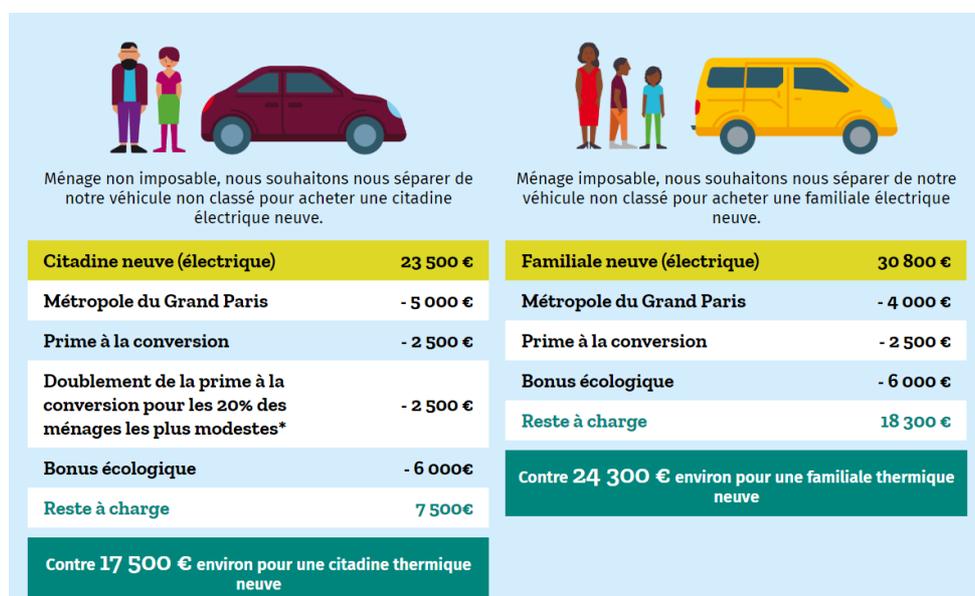


Figure 77 : Capture d'écran du site dédié à la future ZFE de la Métropole du Grand Paris

Source : <https://www.zonefaiblesemissionsmetropolitaine.fr>

De plus, dans le cadre du Fonds d'Investissement Métropolitain, elle a accordé près de 6 M EUR au financement d'une vingtaine de projets territoriaux de connexions de pistes cyclables et de circulations douces et 3,5 M EUR pour le renouvellement des flottes de véhicules municipaux.

Enfin, la région Ile-de-France accompagne les professionnels franciliens dans la conversion de leur parc automobile. Les petites entreprises franciliennes, notamment artisanales, peuvent bénéficier d'une aide à l'acquisition de véhicules propres allant de 6 000 EUR à 9 000 EUR selon le véhicule concerné¹⁶⁸.

5.6.3. Grenoble-Alpes Métropole

Afin d'accompagner les entreprises dans le renouvellement de leur flotte de véhicule (véhicules utilitaires légers et poids lourds), la Métropole a mis en place des mesures d'accompagnement de plusieurs types en complément des incitations nationales¹⁶⁹ :

- Aides à l'acquisition ou la location d'un véhicule à faibles émissions (GNV, électrique, hydrogène...) pour les entreprises de moins de 250 salariés implantées sur le territoire de la Métropole. Ces aides peuvent aller de 1 500 EUR pour l'achat d'un véhicule utilitaire léger à 18 000 EUR (intégrant une bonification de 3 000 EUR de GRDF) pour l'achat d'un poids-lourd roulant au GNV.
- Mise en place d'une prestation de conseil en transition énergétique des véhicules pour les petites entreprises.
- Création de deux centres de distribution urbaine (CDU) pour mutualiser les marchandises et les redistribuer via des véhicules à faibles émissions.

Développement, en partenariat avec les acteurs de l'énergie du territoire, de stations de recharge de gaz naturel.

¹⁶⁸ Plus de détails sur <https://www.iledefrance.fr/aides-services/accompagnement-professionnels-franciliens-l-acquisition-de-vehicules-propres>

¹⁶⁹ Varnaison Revolle, P., 2019. Focus : Grenoble-Alpes Métropole. 28 communes disent oui à la ZFE. TEC Mobilité intelligente, n°242, juin 2019.

5.6.4. Grand Lyon

Le dispositif d'aides financières pour l'acquisition de véhicules propres en lien avec la ZFE du Grand Lyon a été voté le 28 janvier 2019 par le conseil de la Métropole¹⁷⁰. Établi sur une durée de 3 ans, le dispositif concerne les micro, petites et moyennes entreprises (PME) justifiant d'un siège social, d'un établissement ou d'une succursale sur le territoire de la Métropole de Lyon.

L'aide est attribuée pour l'acquisition d'un VUL, PL ou triporteur justifiant d'une énergie GNV, GNL, électrique ou hydrogène, dans la limite de trois véhicules pour une entreprise située sur le territoire de la métropole et de six véhicules pour une entreprise située sur le territoire de la ZFE. Elle s'applique en achat ou sous contrat de location longue durée (supérieur ou égal à 36 mois) pour un véhicule neuf ou d'occasion.

Le montant maximal de l'aide s'élève à 10 000 EUR pour l'acquisition d'un PL au GNV, GNL ou 100 % électrique et 13 000 EUR pour un PL à hydrogène. Il est de 5 000 EUR pour l'acquisition d'un VUL au GNV, GPL ou 100 % électrique et 8 000 EUR pour un VUL à hydrogène.

5.7. Acceptabilité sociale des LEZ par les citoyens européens

Une enquête a été menée par l'institut de sondage Ipsos MORI pour le groupe environnemental Transport & Environment au cours des deux premières semaines de septembre 2018 dans neuf pays européens (Belgique, France, Allemagne, Grande-Bretagne, Hongrie, Italie, Pologne, Espagne et Suède).

Dans chaque pays, un échantillon de 500 adultes a été interrogé en ligne, soit un total de 4 500 attitudes de citoyens. Bien que l'échantillon dans chaque pays ne soit pas important, il a été conçu pour être représentatif. La précision des sondages en ligne Ipsos est mesurée à l'aide d'un intervalle de crédibilité. Dans ce cas, l'intervalle de crédibilité du sondage est de $\pm 5,0$ points de pourcentage pour les répondants de chaque pays et de $\pm 1,7$ point de pourcentage pour tous les répondants interrogés.

Les résultats suivants¹⁷¹ ont pu être observés :

- **Prochain achat ou location d'un véhicule diesel** : environ 69 % des personnes interrogées dans 9 pays européens estiment qu'il n'est "pas très probable" (31 %) ou "pas du tout probable" (38 %) que la prochaine voiture achetée ou louée sera une voiture diesel. Ce pourcentage est le plus élevé en Belgique (77 %) et en Allemagne (79 %), le plus faible étant observé en Pologne (51 %) et en Italie (59 %).
- **Raisons de se détourner du véhicule diesel** : parmi les différents choix proposés, les personnes interrogées ont le plus souvent répondu que les voitures diesel contribuent à la mauvaise qualité de l'air dans leurs villes (41 %). L'inquiétude de ne plus pouvoir entrer dans les centres-villes (LEZ) est également citée parmi les 5 principales raisons de ne plus avoir l'intention d'acheter une voiture diesel. Plus d'une personne interrogée sur cinq (21 %) cite cette raison, avec en tête les citoyens allemands (34 %) où ce type de dispositif est très présent.
- **Soutien des dispositifs de type LEZ** : environ deux tiers (67 %) des personnes interrogées dans les 9 pays déclarent dire qu'ils soutiennent « un peu » ou « fortement » les dispositifs de type LEZ. Le soutien le plus important est enregistré en Hongrie avec 77 % des personnes interrogées, suivie par l'Italie (74 %) et la Grande-Bretagne (73 %). Les pays qui soutiennent le moins ces mesures sont la Belgique (60 %), la France (60 %) et l'Allemagne (57 %). Environ 24 % des personnes interrogées s'opposent « un peu » et seulement 10 % « s'opposent fermement » aux LEZ. L'ensemble de ces résultats montrent que, même si les LEZ ont des incidences importantes d'un point de vue financier et en termes de mobilité, le désir de vouloir contribuer à l'amélioration de la qualité de l'air atténue voire contrebalance cette inquiétude.

¹⁷⁰ Métropole de Lyon. Extrait du registre des délibérations. Conseil du 28 janvier 2019. Délibération n°2019-3326.

¹⁷¹ Transport & Environment, 2018. City bans are spreading in Europe. Low-emission zones are spreading in response to the air quality crisis. Octobre 2018.

5.8. Acceptabilité sociale des LEZ par les citoyens français

Depuis 2001 l'ADEME réalise un sondage annuel des Français lui permettant d'établir les représentations sociales du changement climatique. Parmi les différentes problématiques environnementales existantes, la première préoccupation des Français en 2019 reste le changement climatique (à hauteur de 34 %), et ce depuis les 5 dernières années. La dégradation de la faune et de la flore est considérée comme la deuxième préoccupation environnementale avec 21 % des sondés. Les Français sont ensuite 12 % à considérer la pollution de l'air comme leur première inquiétude vis-à-vis de l'environnement, à égalité avec la pollution de l'eau¹⁷². Si entre 16 et 20 % des Français ont considéré la qualité de l'air comme un enjeu environnemental majeur entre 2014 et 2018, l'année 2019 marque une baisse significative (-6 % entre 2018 et 2019).

Depuis 2014 l'ADEME réalise également une enquête annuelle sur les Français et l'environnement en questionnant un échantillon représentatif de la population¹⁷³. Parmi les différentes mesures proposées pour lutter contre la pollution de l'air, si celles-ci sont globalement mieux accueillies au fil des années, toutes ne sont pas plébiscitées de la même façon. Les actions et incitations visant à faciliter les modes de transports vertueux sont mieux acceptées que les mesures contraignantes ou coûteuses pour le citoyen directement (ainsi pour lutter contre la pollution de l'air les Français sont favorables à la gratuité des transports en commun en cas de pic de pollution à hauteur de 91 % alors qu'ils sont seulement 26 % à plébisciter la mise en place d'un péage dans les centre-villes).

Cependant certaines mesures pourtant contraignantes ont connu une augmentation importante en termes d'acceptabilité au cours des dernières années. Ainsi, l'interdiction de la circulation des véhicules les plus polluants en fonction de leur vignette CRIT'Air est désormais acceptée par 55 % des français (+ 15 % entre 2014 et 2019) ainsi que la mise en place de la circulation différenciée en cas de pic de pollution (58 %).

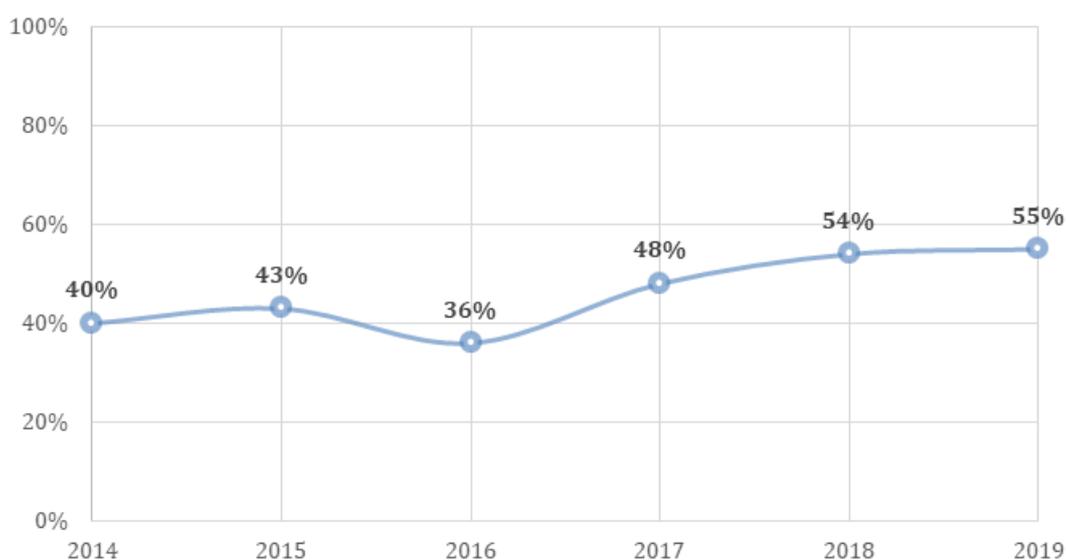


Figure 78 : Pourcentage de personnes en faveur de l'interdiction de circulation des véhicules les plus polluants toute l'année sur une partie de la ville (évolution entre 2014 et 2019)

Source des données : ADEME

Un autre enseignement du baromètre 2019 demeure dans la propension des Français à changer de mode de vie pour lutter contre ces préoccupations environnementales. En effet, si des changements importants s'avèrent nécessaires, la première condition pour que les Français les acceptent, réside dans le partage « juste » de leur coût entre tous les membres de la société (66 %). Cette notion d'égalité, assez stable depuis 4 ans, est située largement devant la nécessité d'une participation démocratique consistant à vouloir que ces changements soient décidés collectivement (37 %) ou que ces changements restent dans une proportions modérées (29 %).

¹⁷² ADEME, BOY Daniel, RCB Conseil, 2018, Les représentations sociales de l'effet de serre et du changement climatique, 20ème vague. Synthèse, 11 pages.

¹⁷³ ADEME, OpinionWay. 2018. Les français et l'environnement - Vague 6. 48 pages.

5.9. Acceptabilité sociale des LEZ par les citoyens grecs

Une enquête réalisée en face à face par questionnaire a eu lieu dans le centre-ville de Thessalonique, en Grèce, entre juillet et septembre 2014, afin d'étudier les opinions et les intentions des habitants de la ville concernant une éventuelle mise en œuvre d'une ZFE dans cette zone¹⁷⁴.

Le questionnaire comprenait 17 questions et s'adressait uniquement aux titulaires de permis de conduire. Au total 201 questionnaires ont été collectés.

Plus de la moitié des personnes interrogées sont favorables à l'instauration d'une ZFE. Il est à noter que 34 % des résidents qui vivent dans la zone centrale n'acceptent pas l'idée de payer pour entrer dans la LEZ alors que le pourcentage respectif des résidents qui vivent en dehors du centre-ville est de 47 %. En ce qui concerne l'intention des répondants d'acheter une voiture hybride, 46% ont déclaré qu'ils étaient d'accord avec cette idée.

Un modèle logique binaire a été développé afin de pouvoir identifier les paramètres qui ont un pouvoir statistique influençant l'intention des répondants à remplacer leurs voitures conventionnelles par des voitures hybrides. Après examen des paramètres, il a été constaté que la perception qu'ont les personnes interrogées des conditions de qualité de l'air dans la ville, leur volonté de payer pour l'introduction du système ZFE dans la ville, ainsi que leur intention de modifier leur comportement de mobilité dans le centre-ville, sont des paramètres statistiques importants qui affectent l'intention des résidents de remplacer leurs voitures classiques par des voitures hybrides.

5.10. Acceptabilité sociale de la LEZ de Milan (Area C)

Margherita Boggio et Paolo Beria indiquent dans une étude publiée en 2019 que la littérature scientifique sur le sujet de l'acceptabilité montre clairement que trois principaux facteurs déterminent la façon dont les gens acceptent des politiques de redevances routières urbaines, avec des poids différents selon le contexte : la perception du problème, les solutions disponibles et la manière dont elles sont communiquées. Des publications récentes montrent également que l'acceptabilité de ce type de mesure évolue avec le temps et que par conséquent, le moment où elle est « mesurée » joue un rôle dans l'analyse des résultats. Par ailleurs, l'idéologie politique du citoyen influe également sur l'acceptabilité ainsi que l'environnement socio-économique et les schémas de mobilité individuelle.

L'objectif de cette étude était de caractériser la dimension spatiale dans l'acceptabilité d'une telle mesure, et en particulier l'influence de l'offre de transports en commun¹⁷⁵. Grâce à la disponibilité de données détaillées sur les résultats électoraux (286 districts de vote de Milan, référendum de juin 2011), une analyse empirique a été réalisée pour spatialiser les déterminants de l'acceptabilité à travers les préférences révélées des facteurs influençant le vote. Les différences spatiales de votes entre les quartiers ont été caractérisées en utilisant des variables mesurées au niveau des circonscriptions ou des districts administratifs, comme le revenu moyen, l'attitude politique locale, la distance de la circonscription par rapport à l'Area C. De plus, les données ont été mises en relation avec celles de l'offre de transports publics.

Près de 80 % des votants ont approuvé l'entrée en vigueur de l'Area C, avec un taux de participation d'environ 50 %. Les résultats de vote agrégés ont confirmé la plupart des résultats précédents obtenus à partir d'enquêtes individuelles dans la littérature : l'idéologie, le revenu et la qualité de vie sont significativement liés au soutien de ce type de mesure.

L'analyse des résultats montre que plus une zone est desservie par les transports en commun, plus les habitants de cette zone sont susceptibles d'accepter ce type de mesure car ils disposent d'alternatives de transport efficaces pour atteindre la zone tarifée. Cela est particulièrement vrai pour le transport souterrain comme le métro (cf. figure suivante) mais se confirme moins pour le transport routier type bus, qui n'est positivement corrélé à l'acceptabilité qu'en termes de densité d'arrêts.

¹⁷⁴ Sfendonis, N., Basbas, S. et al, 2017. Investigation of the user's acceptance concerning a Low Emission Zone in the center of Thessaloniki, Greece. *Transportation Research Procedia* 24, 280–287.

¹⁷⁵ Boggio, M., Beria, P., 2019. The role of transport supply in the acceptability of pollution charge extension. The case of Milan. *Transportation Research Part A* 129, 92–106.

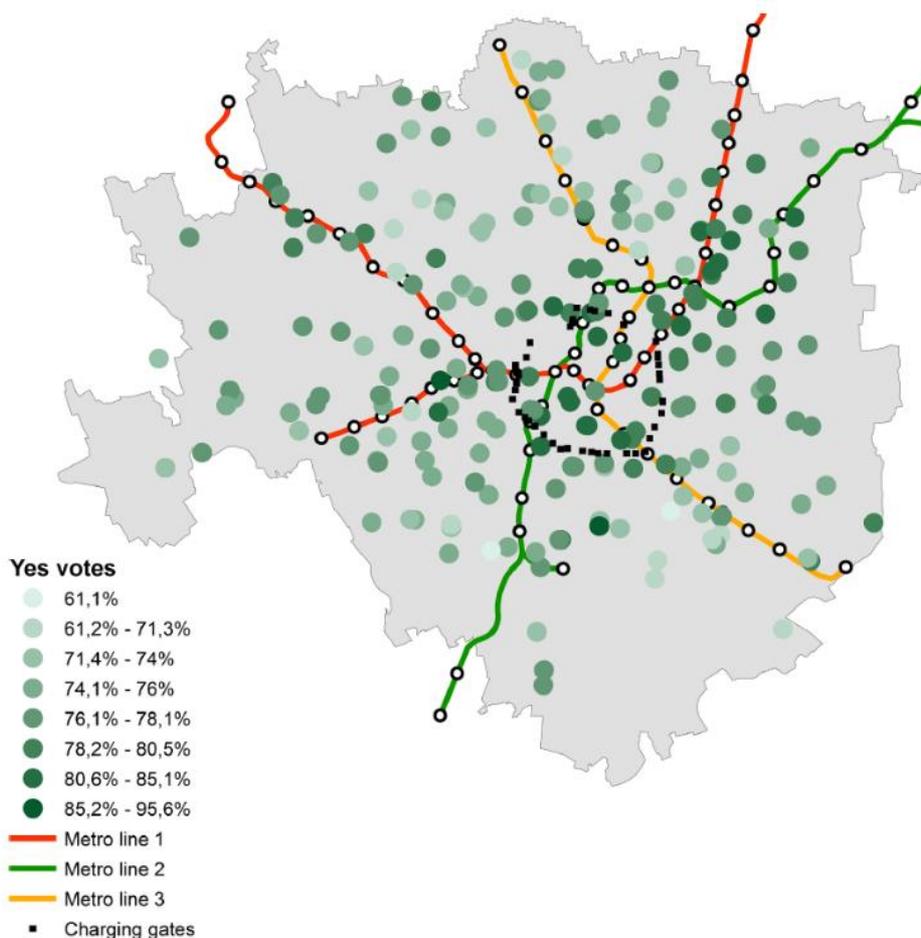


Figure 79 : Pourcentage de oui à l'extension Ecopass sur les votes valides par circonscription, en relation avec les lignes de métro et la zone concernée par la mesure

Source : Boggio, M., Beria, P. (2019)

De plus, la relation entre l'acceptabilité et la distance par rapport à l'Area C est importante mais pas linéaire. Le maximum d'acceptabilité se situe à l'intérieur de l'Area C où les avantages sont les plus importants. À l'extérieur de cette zone, l'acceptabilité en fonction de la distance au centre est en forme de U : elle est plus faible dans les zones semi-centrales, où les problèmes de circulation se concentrent mais la dépendance au centre reste élevée, puis cette acceptabilité augmente, montrant que les relations des citoyens avec l'hyper centre-ville deviennent plus rares et donc moins limitées par la tarification.

Les auteurs indiquent que l'approche utilisée et les résultats obtenus pourraient intéresser d'autres villes souhaitant mettre en place ce type de mesure. L'approche étant basée sur des données universelles et agrégées, il s'agit d'une alternative aux études traditionnelles basées sur des enquêtes, où seul un échantillon d'une population est interrogé. Les résultats obtenus mettent en avant certaines conditions qui ne sont pas directement intuitives pour les décideurs. Par exemple, un moyen généralement adopté dans les villes européennes pour faire face à l'opposition des citoyens consiste à ajouter des services de bus supplémentaires. Les données recueillies ont montré que l'effet de ce type de mesure compensatoire est faible dans les zones éloignées du centre, qui sont déjà moins dépendantes du centre-ville. De même, les zones où l'Area C est la plus appréciée sont celles où la dépendance des voitures au centre est la plus faible : les citoyens vivant ces zones n'ont donc probablement pas besoin de compensation.

En conclusion, les auteurs affirment que les mesures d'accompagnement/indemnisation, qui coûtent de l'argent à l'administration et aux administrés, doivent être les plus efficaces possibles et donc viser les zones où les citoyens sont les plus en mesure de les apprécier : il ne semble pas nécessaire de les généraliser à l'ensemble du territoire.

5.11. Faisabilité économique et sociale : cinq leviers d'actions

Les différents retours d'expérience des Low Emission Zones en Europe montrent que cinq leviers sont utilisés pour agir sur la faisabilité économique et sociale de ces dispositifs :

- **Catégorie(s) de véhicules** : elles doivent être suffisantes pour que le dispositif ait un impact significatif sur la qualité de l'air. Initialement, la majorité des LEZ concernait les PL ; désormais de plus en plus de dispositifs intègrent les VUL et VP.
- **Progressivité dans la mise en œuvre des restrictions** : un phasage clair dans le temps pour chaque catégorie de véhicule de leur condition d'accès en fonction des différentes étapes de mises en œuvre, soit un calendrier de mise en œuvre sur le long terme affiché dès le début. Cela devrait non seulement augmenter l'efficacité environnementale de la mesure mais également favoriser son acceptabilité sociale.
- **Dérogations & exemptions** : nationales ou locales, temporaires, pour certains types de véhicules ou d'usage... Elles doivent être suffisantes pour l'acceptabilité sociale de la mesure et raisonnables pour ne pas diminuer l'impact positif de la LEZ sur la qualité de l'air.
- **Aides financières** : elles doivent essentiellement viser les personnes et entreprises cibles qui sont impactées négativement et n'ont pas les moyens de compenser et/ou bénéficier d'un report modal. Prévues en amont et au départ de la mise en place de la mesure, elles peuvent augmenter l'acceptabilité sociale de la mesure.
- **Communication** : elle doit être réalisée le plus en amont possible de la mesure, intégrer les citoyens dans la mise en œuvre du dispositif et mettre en évidence les aspects bénéfiques de la LEZ (cf. paragraphe 7).

6. Impacts sur le parc automobile

6.1. Suède

La Suède est un pays précurseur dans la mise en œuvre de zones à faibles émissions puisque trois villes suédoises ont mis en place ce schéma en 1996 parmi lesquelles Stockholm. Un rapport remis en 2008 par le Bureau des Transports de la ville de Stockholm¹⁷⁶ montre que sa zone à faibles émissions a induit un changement de la flotte des véhicules et plus précisément une substitution énergétique :

- Pour les camions : diminution du nombre de camions essence au profit du gaz et du diesel
- Pour les bus : diminution du nombre de bus essence et diesel au profit de l'éthanol et du gaz

Ces tendances sont valables pour la ville de Stockholm mais également à l'échelle du comté¹⁷⁷, comme le montre le tableau suivant. Cependant, la tendance est plus accentuée pour la ville de Stockholm. De plus, le nombre de camions a augmenté tandis que le nombre de bus a diminué. À Stockholm, l'augmentation de camions est moins importante qu'à l'échelle du comté. De même, la diminution de bus est plus accentuée à Stockholm.

Camions	Diesel	Essence	Ethanol	Gaz naturel, biogaz, GPL	Total
Stockholm 1996	3 658	225	1	0	3 884
Stockholm 2007	4 108	119	0	70	4 297
Evolution 1996-2007	+ 12%	- 47%	- 1 unité	+ 70 unités	+ 11%
Comté 1996	10 011	591	2	0	10 604
Comté 2007	12 168	306	1	113	12 588
Evolution 1996-2007	+ 21%	- 48%	- 50%	+ 113 unités	+ 19%

Bus	Diesel	Essence	Ethanol	Gaz naturel, biogaz, GPL	Total
Stockholm 1996	1 178	138	157	0	1 473
Stockholm 2007	599	2	299	30	930
Evolution 1996-2007	- 49%	- 98%	+ 90%	+ 30 unités	- 37%
Comté 1996	2 337	205	309	50	2 901
Comté 2007	2 147	9	398	54	2 608
Evolution 1996-2007	- 8%	- 96%	+ 29%	+ 8%	- 10 %

Tableau 35 : Evolution de la flotte de véhicules entre 1996 et 2007 à Stockholm et dans son comté

6.2. Pays-Bas

Dans un rapport de 2008¹⁷⁸, le bureau d'études DHV présente l'état des lieux du parc automobile dans les zones écologiques, données issues d'un sondage en mai/juin/juillet 2008. Le graphique suivant présente la composition moyenne du parc des villes de Rotterdam, La Haye, Tilburg et Eindhoven.

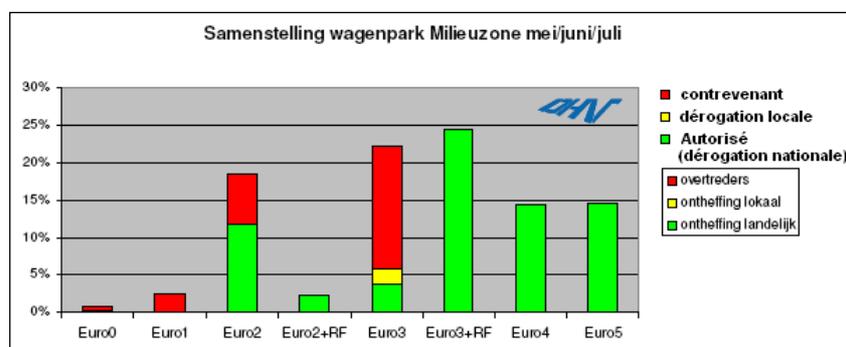


Figure 80 : Composition du parc dans 4 LEZ néerlandaises

Composition moyenne des villes de Rotterdam, La Haye, Tilburg et Eindhoven sur la période mai à juillet 2008
« RF » est le symbole de « Filtre à particules »

¹⁷⁶ Trafikkontoret, 2008. Miljözon för tung trafik i Stockholm 1996-2007. Rapporten är framtagen på uppdrag av Trafikkontoret, 12.05.2008.

¹⁷⁷ La Suède est divisée en 21 comtés. La ville de Stockholm appartient au comté de Stockholm. Ce comté regroupe 26 communes pour une superficie de 6 488 km² (la superficie de Stockholm est de 187 km²).

¹⁷⁸ DHV, 2008. Een jaar milieuzones vrachtverkeer. Effectstudie in opdracht van SenterNovem, oktober 2008.

Ce graphique permet de constater que les règles d'accès aux LEZ sont respectées en moyenne à plus de 65 % dans ces villes. A partir de 2010, les critères d'accès sont devenus plus contraignants puisque seuls les véhicules Euro 3 avec filtres à particules, Euro 4 et Euro 5 sont admis dans les LEZ. Plus de 50 % des véhicules satisfaisaient déjà aux critères du 1^{er} janvier 2010. Une des conclusions de DHV sur ce point est : « Deux développements importants sont attendus à l'avenir qui conduiront à un changement de la flotte dans les LEZ : le nombre de contrevenants sera sévèrement réduit en raison de la stricte application de la loi. En outre, le retrait d'un grand nombre d'exemption pour les véhicules Euro et Euro sans filtres à particules conduira à un nouveau changement de la flotte ».

Le graphique suivant permet de visualiser la différence de composition du parc entre les villes qui ont une zone à faibles émissions et celles qui n'en disposent pas. Les véhicules les plus « propres » sont en plus grande proportion dans les villes opérant une LEZ, ce qui prouve l'impact de la LEZ sur le renouvellement de la flotte. L'étude dont est issu ce graphique indique également que la proportion de véhicules Euro V est de 25 % dans les villes opérant une LEZ contre 13 % dans les villes sans LEZ.

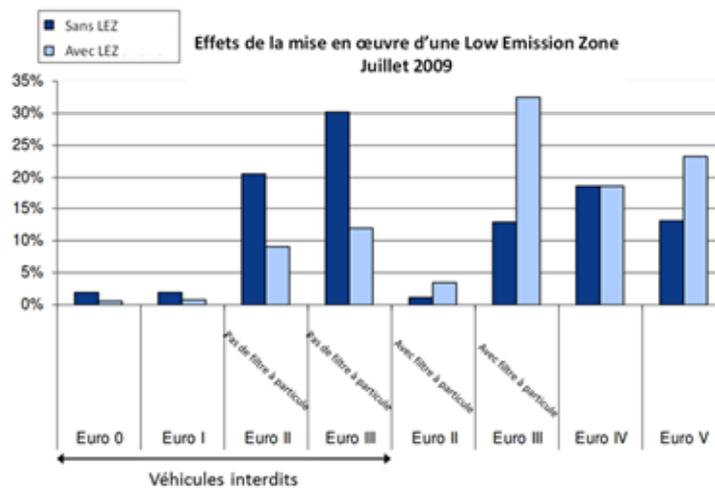


Figure 81 : Composition du parc dans et hors de LEZ néerlandaises
Source : Buck Consultants International en Goudappel Coffeng (2009)

D'après un article du bureau central de la statistique néerlandais (Centraal Bureau voor de Statistiek, CBS) paru en juillet 2017, la diminution du nombre d'anciens véhicules diesels est de loin la plus marquée à Rotterdam et à Utrecht par rapport aux autres villes dans le pays. C'est deux municipalités ont chacune instauré une LEZ ces dernières années pour les véhicules particuliers, ainsi qu'un programme d'accompagnement financier pour les propriétaires des véhicules concernés par les restrictions de circulation.

Depuis le début de l'année 2016, une LEZ est en vigueur à Rotterdam pour les véhicules particuliers ; en parallèle la ville a mis en place d'un programme de prime à la casse pour les habitants jusqu'à la fin de l'année de 2017. Entre le 1^{er} janvier 2016 et le 1^{er} janvier 2017, le nombre de véhicules diesel antérieurs à la norme Euro 3 a presque diminué de moitié (-45 %), passant d'environ 3 200 à 2 200 véhicules (cf. figure ci-contre).

À titre de comparaison, dans les autres villes du pays très fortement urbanisées, le nombre de vieux véhicules diesel a diminué de 21 % par rapport à l'année précédente. Aux Pays-Bas, la diminution moyenne entre 2016 et 2017 est de 18 %.

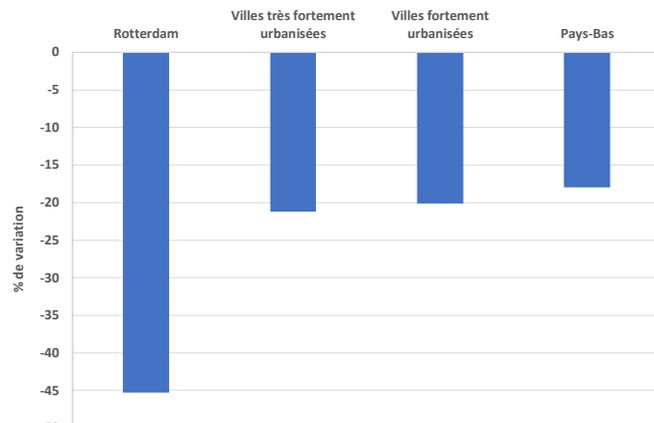


Figure 82 : Variation de la part des véhicules diesel antérieurs à la norme Euro 3 entre 2016 et 2017
Source : ADEME (données : CBS)

A Utrecht, une LEZ pour les véhicules particuliers a été instaurée en 2015 (circulation interdite pour les véhicules diesels antérieurs à Euro 3). Les propriétaires de ces véhicules ont eu la possibilité entre 2014 et début 2016 d'obtenir une prime à la casse. Au cours de ces années, la diminution constatée sur ces véhicules est beaucoup plus importante que pour les autres années et les autres villes du pays : environ -40 % entre 2014 et 2015, environ -35 % entre 2015 et 2016 (cf. figure 83). Entre 2016 et 2017, la diminution est moins significative que les deux précédentes années mais est tout de même de -20 %, à hauteur de la diminution moyenne nationale. Ainsi au 1^{er} janvier 2017, le nombre de véhicules diesel antérieurs à Euro 3 à Utrecht était le plus faible des quatre plus grandes villes des Pays-Bas. A Amsterdam et à La Haye, il n'y a pas encore de LEZ pour les voitures particulières. Le nombre de vieux véhicules à moteur diesel a diminué dans ces villes au début de 2017 respectivement de -24 % et -20 % par rapport à l'année précédente.

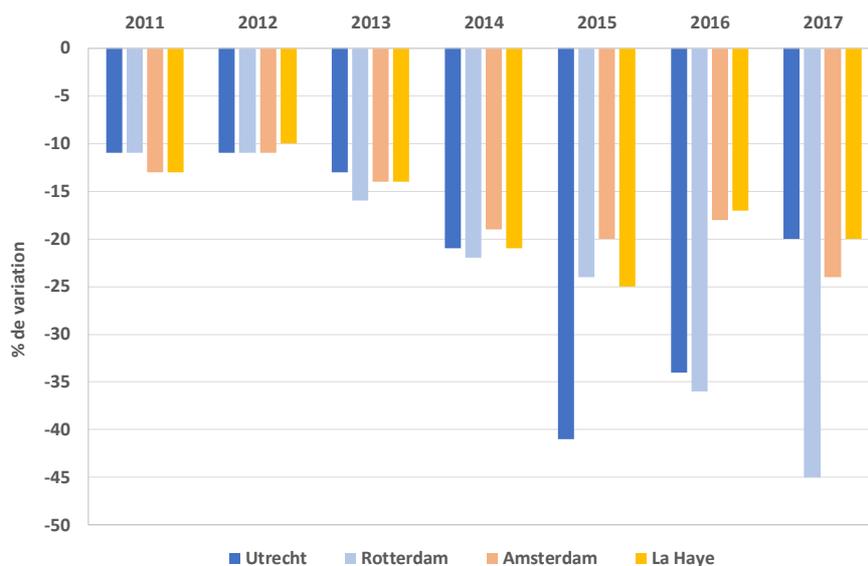


Figure 83 : Variation de la part des véhicules diesel antérieurs à la norme Euro 3 par rapport à l'année précédente (période 2011 – 2017)

Source : ADEME (données : CBS)

6.3. Berlin

Le Sénat de Berlin a réalisé une étude *ex ante* du trafic routier et de la composition du parc suite à la mise en place de la Low Emission Zone. Cette étude montre que la LEZ ne fait pas véritablement apparaître une tendance à la baisse du nombre de véhicules en circulation. La nette baisse de trafic observée entre 2007 et 2008 (pour rappel, la LEZ de Berlin a débuté en janvier 2008) est générale et peut s'expliquer par les pics de prix des carburants et la politique des transports de Berlin pour promouvoir les modes de transport plus propres.

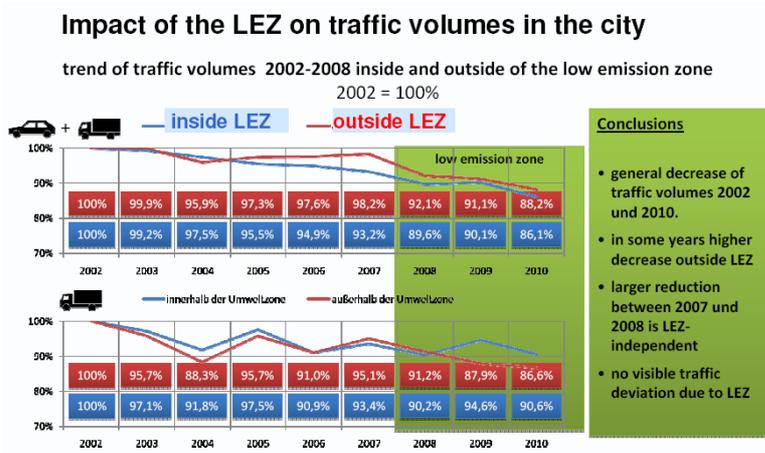


Figure 84 : Impact de la LEZ de Berlin sur le trafic routier

Source : Sénat de Berlin

En revanche, la LEZ a eu une nette influence sur la modernisation des véhicules diesel.

Ainsi, en septembre 2010 les véhicules légers diesel Euro 4 et Euro 3 équipés d'un filtre à particule représentent 91 % du parc alors que la projection au même horizon sans LEZ donne pour cette même catégorie de véhicule un taux de 49 %.

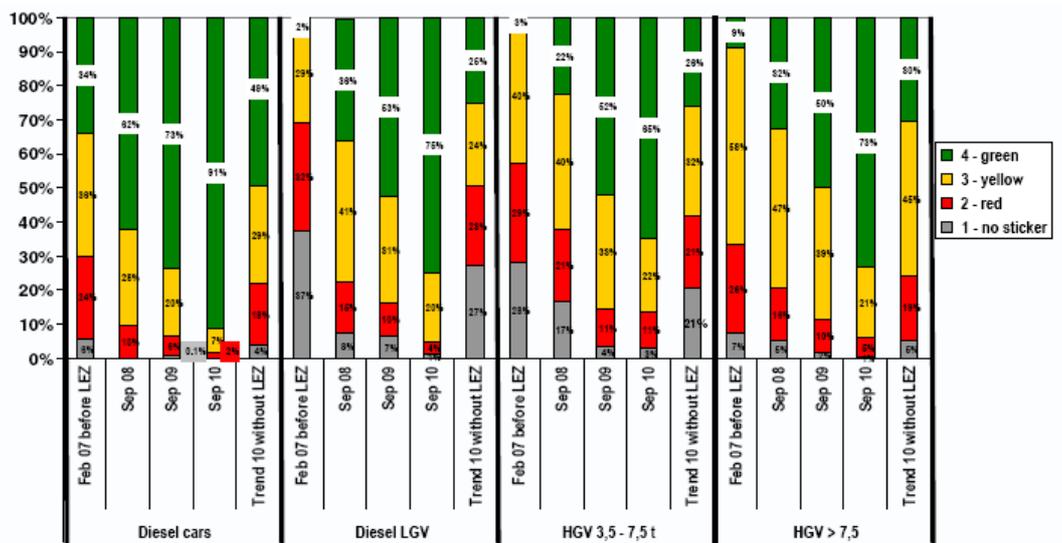


Figure 85 : Impact de la LEZ de Berlin sur la composition du parc

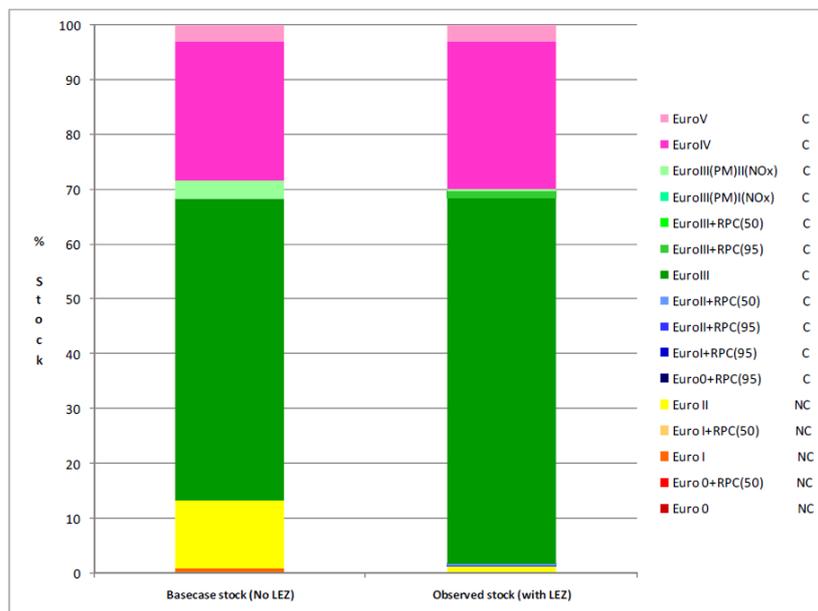
Données établies à partir de relevés des plaques d'immatriculation.

De gauche à droite : véhicule légers diesel / VUL diesel / PL 3,5 à 7,5 tonnes / PL > 7,5 tonnes.

Source : Sénat de Berlin

6.4. Londres

Transport for London a étudié l'impact de la LEZ sur la composition du parc des poids lourds fin 2008 après un an de mise en place des deux premières phases de la LEZ de Londres. Pour cela, des données issues des cent caméras de surveillance du dispositif ont été comparées à un scénario « business as usual » dans lequel la LEZ n'aurait pas été mise en place et où le parc aurait maintenu un turn-over constant. Les figures suivantes exposent les résultats obtenus pour les poids lourds articulés et rigides.



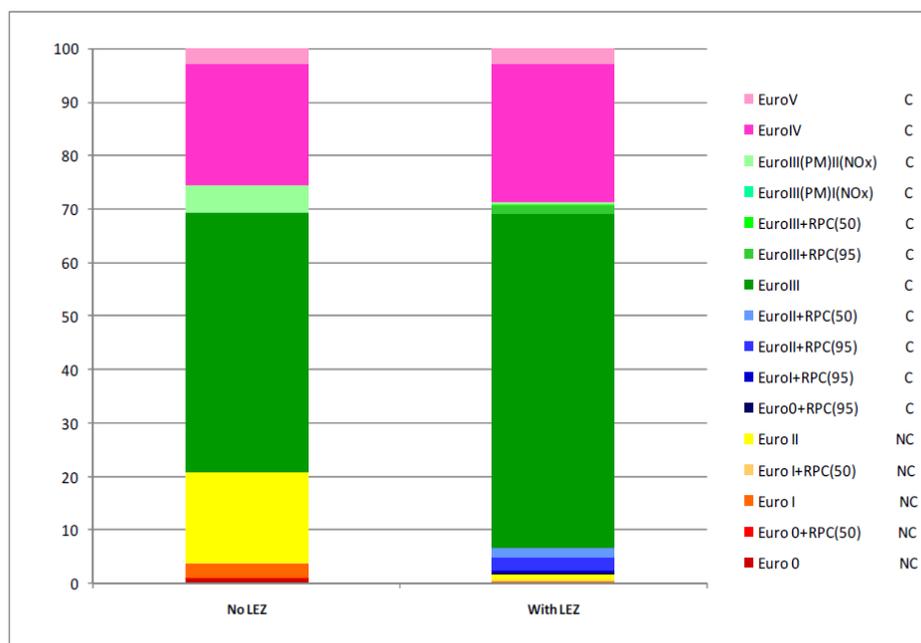
Source: Kings College Environmental Research Group, based on data from TfL.

Figure 86 : Comparaison du parc de poids lourds articulés (>12 tonnes) avec/sans dispositif LEZ

A gauche, scénario « business as usual » sans LEZ, fin 2008 ; à droite situation du parc réel fin 2008.

Les normes satisfaisant la LEZ fin 2008 sont notées « C » ; celles ne la respectant pas, « NC ».

On constate, qu'en l'absence de LEZ, sur les poids lourds articulés (figure 86), 12 % des véhicules n'auraient pas satisfait la norme de la LEZ telle qu'elle était fin 2008 (véhicules de normes Euro II ou inférieure). Avec la mise en place de la LEZ, fin 2008, seuls 3 % des véhicules ne satisfaisaient pas les normes de la LEZ. La modernisation des véhicules a eu lieu principalement sous la forme d'un remplacement des véhicules Euro II par des véhicules Euro III.



Source: Kings College Environmental Research Group, based on data from TfL.

Figure 87 : Comparaison du parc de poids lourds rigides (>12 tonnes) avec/sans dispositif LEZ

A gauche, scénario « business as usual » sans LEZ, fin 2008 ; à droite situation du parc réel fin 2008.

Les normes satisfaisant la LEZ fin 2008 sont notées « C » ; celles ne la respectant pas, « NC ».

Pour les poids lourds rigides (figure 87), les résultats sont similaires à ceci près que plus de 20 % des véhicules auraient été Euro II (ou de norme inférieure) sans la LEZ et que là encore, seuls 3 % des véhicules ne satisfaisaient pas les normes de la LEZ fin 2008. De plus, on constate sur les poids lourds rigides une modernisation plus marquée vers les normes supérieures à Euro III (Euro IV et V), bien que la modernisation vers le standard Euro III reste majoritaire.

Une étude¹⁷⁹ publiée en 2013 montre une continuité par rapport aux résultats de fin 2008 concernant la modernisation du parc de poids lourds. D'après cette étude, la Low Emission Zone aurait permis le passage de 20 % des poids lourds en véhicules plus « propres ». De plus, les camionnettes de plus de 1,3 tonne, incluses dans la LEZ depuis janvier 2012, semblent suivre le même chemin que les poids lourds avec une réduction du nombre de véhicules ne respectant pas les standards de la LEZ.

6.5. Lisbonne

Une étude publiée en 2014¹⁸⁰ a montré qu'entre 2011 (lancement de la 1^{ère} phase de la LEZ) et 2012 (lancement de la 2^{ème} phase de la LEZ) il y a eu une réduction du trafic journalier à l'intérieur de la LEZ (3 %) mais également à l'extérieur (4 %), cependant les auteurs ne lient pas cette réduction à l'implantation de la LEZ mais à une série de plusieurs facteurs (la crise économique de 2008, l'augmentation du prix du carburant et à la modification des conditions de circulation dans la ville).

Une équipe de recherche de l'Université Nouvelle de Lisbonne a publié un article en 2015 dans la revue Atmospheric Environment montrant l'impact de la LEZ sur les concentrations en NO₂ et en PM₁₀ dans l'air ambiant (cf. paragraphe 0) mais également sur le parc automobile¹⁸¹.

L'étude confirme que l'impact de la LEZ n'est pas visible sur la réduction du trafic mais qu'il l'est sur l'évolution de la composition de la flotte circulant dans la ville, avec un renouvellement significatif du parc circulant. Même en tenant compte du fait qu'un nombre non négligeable de véhicules pré-Euro 2 continuent à circuler dans la LEZ, leur nombre a diminué en 2012/2013 par rapport à 2011 et leur poids dans le parc global est devenu faible, à l'exception de la flotte de taxis en exploitation (environ 30 %

¹⁷⁹ C Ellison, R.B., Greaves, S.P. & Hensher, D.A., 2013. Five Years of London's low emission zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality. Transportation Research Part D 23, 25-33.

¹⁸⁰ Nunes da Silva, F., Lajas Custodio, R.A., Martins, H., 2014. Low Emission Zone: Lisbon's Experience. Journal of Traffic and Logistics Engineering Vol. 2, No. 2, June 2014.

¹⁸¹ Ferreira, F., Gomes, P., Tente, H., Carvalho, A.C., Pereira, P., Monjardino, J., 2015. Air quality improvements following implementation of Lisbon's Low Emission Zone. Atmospheric Environment 122 (2015) 373-381.

sont Euro 1 ou antérieurs, ces derniers ayant eu droit à de nombreuses dérogations). Les véhicules Euro 4 et Euro 5 ont augmenté leur poids relatif dans la plupart des flottes (en particulier les voitures particulières et les véhicules utilitaires légers). Les auteurs estiment que le renouvellement global de la flotte locale est un impact de la mise en œuvre de la deuxième phase de la LEZ avec des exigences de circulation plus strictes. En effet, ils précisent que ce renouvellement de la flotte n'est pas un phénomène « naturel » avec le temps puisqu'au contraire les données récentes montrent un vieillissement de la flotte portugaise actuelle (forte baisse des ventes de véhicules neufs en raison de la crise économique dans le pays).

6.6. Impact sur le transport de marchandises

Le transport de marchandises est un contributeur non négligeable des émissions du secteur routier et donc des émissions polluantes globales, notamment en zone urbaine. D'après le CITEPA, dans la région Île-de-France en 2012, les émissions en oxydes d'azote (NO_x) et en particules PM₁₀ proviennent respectivement à 56 % et 28 % du trafic routier, ces proportions étant largement supérieures à proximité ou en bordure de route. La contribution du transport de marchandises dans les villes françaises est estimée à environ 35 % des NO_x et 45 % des PM₁₀ dans la pollution totale liée au transport urbain (Albergel et al., 2006, Gonzales-Feliu, 2010).

Une étude a été menée en 2011 par Danielis sur l'Ecopass de Milan et apporte des résultats sur le sujet. Le nombre de véhicules quotidiens de fret dans la zone Ecopass était de 13 040 avant l'introduction du système, et de 9 521 après. Ceci signifie que l'approvisionnement des entreprises et résidents du centre de Milan a continué à s'effectuer (sans problème majeur identifié) avec 27 % de véhicules en moins. Par ailleurs, le nombre de véhicules de fret à carburant alternatif ou « zéro émission » passant par la zone a augmenté de 92 à 1 089 au cours de la période.

Une étude menée par l'IFSTTAR dans le cadre du projet RETMIF entre 2013 et 2015¹⁸² avait notamment pour objectifs de comprendre dans quelle mesure la mise en place d'une LEZ influence et modifie l'activité de transport de marchandises. Pour cela, trois cas particuliers de LEZ ont été étudiés (Londres, Berlin, Göteborg) et une double méthode a été utilisée :

- d'une part des entretiens auprès de professionnels du transport ont été menés,
- d'autre part un recueil de données statistiques sur les évolutions en termes de volume de trafic (sur les véhicules ainsi que sur la structure du secteur d'activité).

Sur les trois zones étudiées, le rapport conclut que la Low Emission Zone n'a pas eu d'impact réel sur le nombre de véhicules circulants (le trafic automobile en termes de volume). En revanche, elle a accéléré le renouvellement de la flotte des véhicules concernés.

Les effets de la LEZ sur l'activité du transport cachent des disparités selon la taille des entreprises de transport. L'étude des trois cas a montré que les plus grandes entreprises, disposant déjà d'une flotte importante, n'ont que peu été touchées par le dispositif du fait soit d'un redéploiement de leurs moyens sur d'autres lieux non soumis à ces contraintes ou soit d'une flotte récente. En effet, leur parc de véhicules, qu'ils le possèdent ou qu'ils le louent, est récent car régulièrement renouvelé dans le cadre d'une politique d'investissement ou de conditions contractuelles de services avec les loueurs ou/et les constructeurs. Par contre, les plus petites ont eu de réelles difficultés pour pouvoir investir. Aussi, les mesures d'accompagnement sont essentielles pour ces entreprises. Les restrictions progressives et les dérogations ont permis à ces entreprises d'avoir davantage de temps pour se conformer aux exigences pour accéder à la zone.

Le temps entre l'annonce et la mise en place de la LEZ a donc une grande importance. Les grandes entreprises ont en général le temps de s'adapter, mais l'adaptation des petits transporteurs ou des artisans-chauffeurs est plus difficile, car ils n'ont pas forcément les moyens financiers d'avoir des véhicules récents ou « propres ». Ils seront donc plus à même de disparaître ou d'entrer dans l'illégalité. Les auteurs précisent également que pour que ce dispositif fonctionne, le contrôle de la mesure, son efficacité et surtout les sanctions sont des facteurs déterminants dont il faut tenir compte dès le départ.

¹⁸² Dablanc, L., Montenon, A., Cruz, C., Rizet, C., Belton-Chevallier, L., Bocquentin, M., 2015. Projet RETMIF - Réduction des émissions de polluants du transport de marchandises : retours d'expériences des restrictions de circulation en Europe et scénarios pour l'Île-de-France. IFSTTAR, rapport de recherche pour l'ADEME/ACT-AIR, septembre 2015. 166 pages.

7. La communication sur les LEZ

7.1. Pourquoi et quand communiquer ?

La communication faite sur le projet d'une Low Emission Zone et sur sa mise en place semble être une étape importante pour favoriser sa faisabilité sociale (en plus des autres leviers d'actions vus en paragraphe 5.6). Ainsi, la brochure d'information du projet Clean Air¹⁸³ indique que la communication doit être l'étape numéro 1 : « *La communication avec la population est un élément essentiel d'une LEZ efficace. Le plus tôt possible, l'objectif de la zone environnementale devrait être expliqué, ses bénéfices pour les citoyens devraient être présentés et l'information concernant ses conséquences attendues et ses alternatives devraient être partagée avec les citoyens.* »

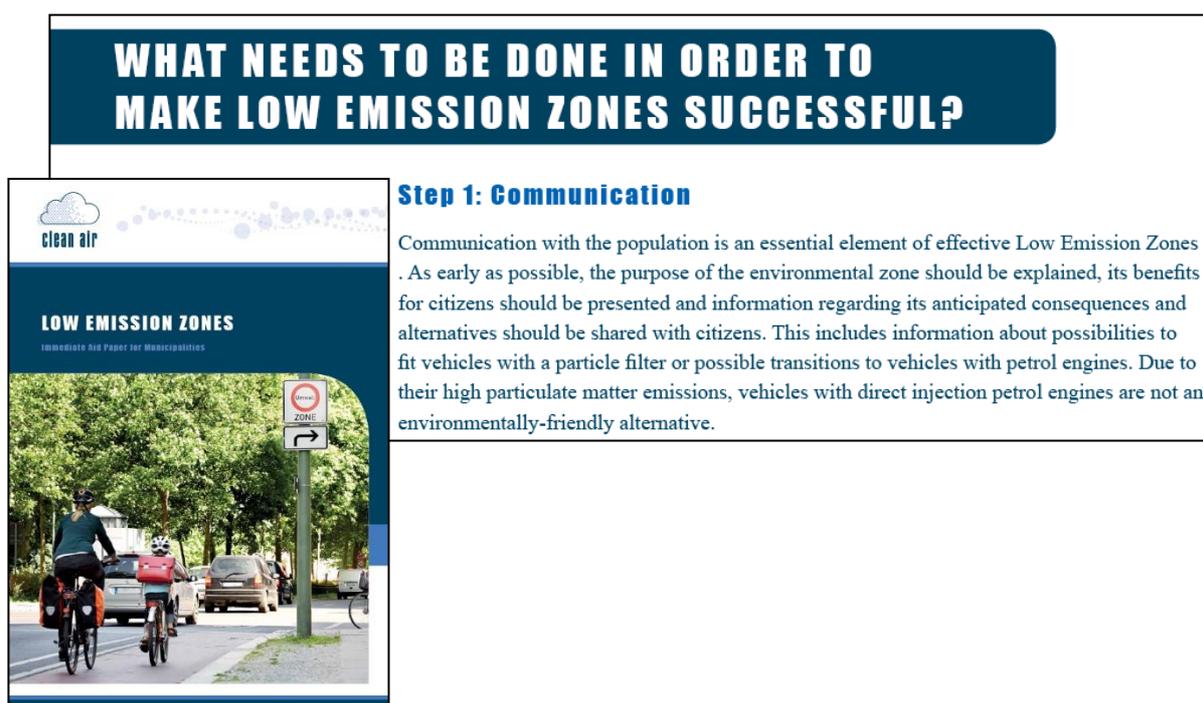


Figure 88 : Extraits de la brochure « LEZ – Immediate aid paper for municipalities »

Source : Clean Air project (www.cleanair-europe.org)

Les différents retours d'expériences des villes européennes ayant mis en place des Low Emission Zones ainsi que les travaux réalisés par les collectivités françaises¹⁸⁴ et les chercheurs français montrent que l'acceptabilité d'une restriction de circulation peut être augmentée en prévoyant suffisamment à l'avance des mesures d'accompagnement et de communication.

Les alternatives au véhicule particulier, les bénéfices sanitaires attendus, les informations pratiques sont autant de paramètres à étudier et à programmer dans le cycle de préparation et d'opération d'une Low Emission Zone. Le grand public et les entreprises sont en attente sur ces différents points et ont besoin d'avoir une visibilité sur le long terme pour s'adapter à des changements qui, de prime abord, peuvent leur paraître brutaux ou être perçues comme constituant une atteinte aux libertés individuelles.

Les paragraphes suivants présentent différentes actions de communication qui ont été menées par les collectivités en France et en Europe pour faciliter la prise d'informations au plus grand nombre et augmenter l'acceptabilité sociale.

¹⁸³ Clean Air project, brochure « LEZ – Immediate aid paper for municipalities », 2014.

¹⁸⁴ Etudes sociologiques réalisées par Plaine Commune, Grenoble-Alpes-Métropole et Clermont-Communauté entre 2011 et 2013, lors de leurs études de faisabilité de Zones d'Actions Prioritaires pour l'Air. Synthèse disponible sur le lien suivant : <http://www.ademe.fr/zones-dactions-prioritaires-lair-zapa-synthese-etudes-faisabilite-realisees-sept-collectivites-francaises>

7.2. La communication à Londres

La première étape de la Low Emission Zone de Londres a débuté le 4 février 2008. Avant l'entrée en vigueur de la LEZ, des études de faisabilité avaient été réalisées dès 2003 et des phases de consultation publique menées auprès des citoyens. Concernant cette dernière stratégie de communication, Frédéric Martinez écrit notamment dans un article paru en 2019¹⁸⁵ : « Afin d'induire de la contrôlabilité et donc de l'acceptabilité, il convient d'associer en amont de la mise en place de la mesure le public afin qu'il participe activement en laissant une véritable marge de manœuvre en mettant en débat par exemple, l'étendue géographique de la zone, le type de véhicules interdits... ».

La LEZ de Londres a connu différentes phases de façon progressive qui ont permis d'intégrer de nouveaux types de véhicules au dispositif et de rendre de plus en plus strictes les conditions d'accès à la zone. A chaque nouvelle étape de la LEZ, Transport for London a communiqué via différents supports (brochure papier, site internet...) pour expliquer le dispositif et donner des informations pratiques. Les documents de 2009 mentionnent les futures phases de la LEZ et indiquent quels véhicules actuellement autorisés seront interdits lors de la prochaine étape. Les documents sont traduits en langue étrangère (dont le français) car la LEZ concerne également les véhicules immatriculés en dehors de l'Angleterre (cf. figure 89).



Figure 89 : Extraits de différents documents de TfL informant sur la LEZ de Londres

Version anglaise et française d'une brochure de 2009, extrait d'une brochure expliquant les nouvelles règles de la LEZ en 2012

L'Ultra Low Emission Zone (cf. paragraphe 2.7.2) a été annoncée en 2013 par le maire de la ville et une consultation publique a eu lieu en courant 2014. La communication vient donc à la fois des promoteurs du dispositif mais également des opposants, comme le montre la figure suivante, avec les critiques d'utilisateurs de véhicules historiques. Cette résonance a finalement permis aux conducteurs de véhicules historiques (construits avant 1973 ou payant une taxe « véhicule historique ») d'obtenir une dérogation afin de circuler dans l'ULEZ.

En 2015, le maire s'est impliqué activement dans la communication sur la qualité de l'air et la mise en place de la future ULEZ. Le site internet de Transport for London¹⁸⁶ diffuse des documents sur le futur dispositif avec une version à destination des professionnels et une version pour le grand public (cf. figure 91). Ce site permet également de consulter tous les documents relatifs à la consultation publique.

¹⁸⁵ Martinez, F., 2019. Comment promouvoir l'acceptabilité des ZFE ? TEC Mobilité intelligente, n°242, juin 2019.

¹⁸⁶ <https://tfl.gov.uk/corporate/publications-and-reports/ultra-low-emission-zone>



Help Classic & Sports Car fight the ban

Figure 90 : Communication des opposants à la future ULEZ de Londres

Source : <https://www.pistonheads.com/gassing/topic.asp?t=1388012>

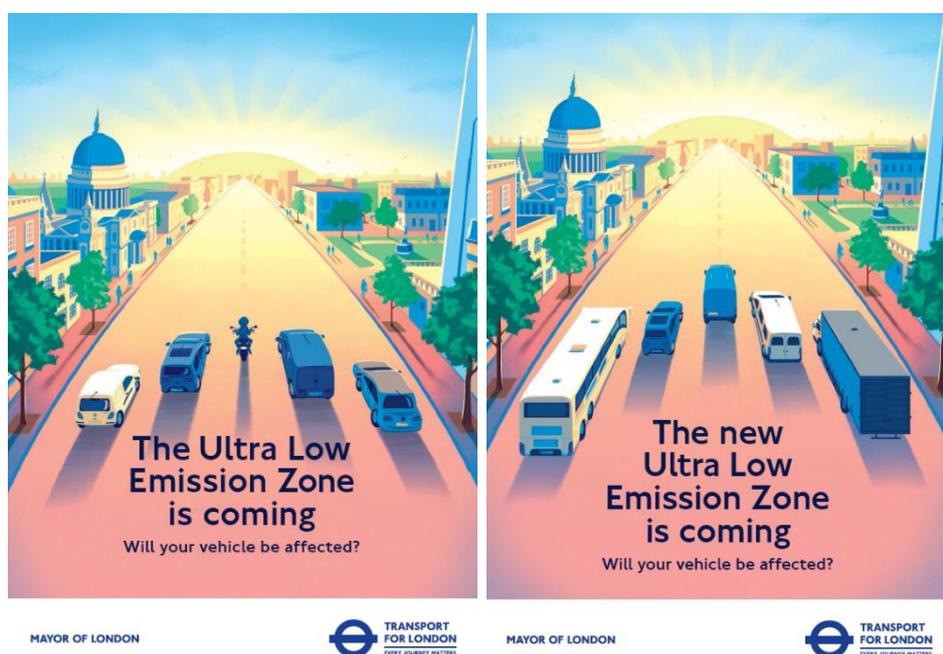


Figure 91 : Couverture des documents de TfL sur la future ULEZ de Londres

A gauche : version grand public ; à droite : version pour les professionnels

La ville de Londres et TfL communiquent également de façon régulière par le biais des différents réseaux sociaux (Twitter, Facebook...) afin d'informer sur les nouvelles phases et modalités de restriction à venir, mais également pour souligner les impacts positifs de la mesure (bénéfices sur la qualité de l'air et la santé des citoyens).



7.3. La communication en Allemagne

En Allemagne, la communication se fait principalement via des brochures d'information, avec parfois des traductions en langues étrangères (cf. figure 92).



Figure 92 : Extraits de brochures d'information rédigées en français sur les LEZ du Bade-Wurtemberg (à gauche) et la LEZ de Berlin (à droite)
Sources : Etat du Bade Wurtemberg (à gauche) et ville de Berlin (à droite)

Outre les versions imprimées sur papier, des supports d'informations sont également téléchargeables sur différents sites Internet, dont ceux des villes concernées. Il est également possible de télécharger une application collaborative qui donne des renseignements pour savoir comment circuler dans les différentes Low Emission Zones en Allemagne.

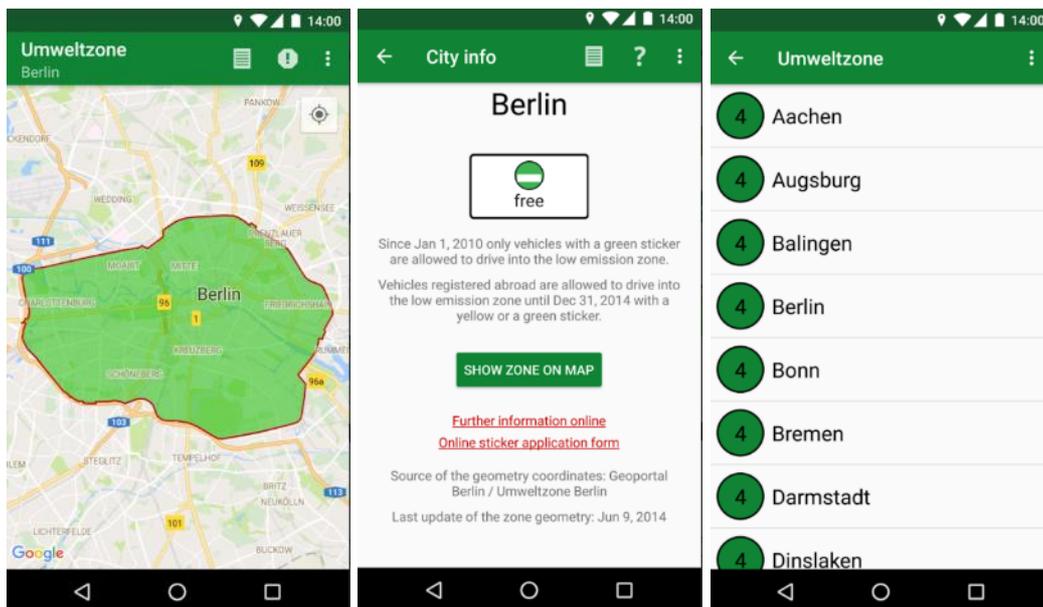


Figure 93 : Capture d'écran de l'application « Umweltzone (low emission zone) »
Source : Google Play

Certaines mairies ont également mis en place un service téléphonique pour répondre aux questions des usagers et leur permettre de s'adapter plus facilement aux prescriptions de la LEZ.

A Berlin, des systèmes d'information en temps réel à travers des panneaux situés sur les grands axes de trafic avaient été mis en place au début de la LEZ.

Au lancement de sa LEZ, Cologne a affiché des posters, mis en place des panneaux lumineux, fait des actions de communication dans la rue (notamment un kiosque mobile d'information) et, comme Berlin, utilisé les panneaux à message variable (cf. figure 94).



Figure 94 : Exemples de communication à Cologne

En haut : kiosque mobile d'information

Ci-contre : panneau lumineux

En bas à droite : panneau à affichage variable indiquant qu'à partir du 1^{er} janvier 2008 le véhicule doit être équipé d'une vignette pour pouvoir circuler

Crédits photo : Ville de Cologne



7.4. La communication en France

Lors du lancement de sa LEZ, la ville de Paris a communiqué principalement au travers de son site internet, mais également différents supports (brochures disponibles dans les mairies d'arrondissement, affichages publiques...), afin de favoriser l'accès à l'information, notamment les modalités de fonctionnement de la LEZ. Un des objectifs de ces campagnes de communication était également de favoriser l'acceptabilité sociale de la mesure en démontrant, comme sur la figure ci-dessous, que si la ville restreint la circulation à certains conducteurs, elle les aide également financièrement à surmonter cette restriction (cf. paragraphe 5.6 pour plus d'informations).

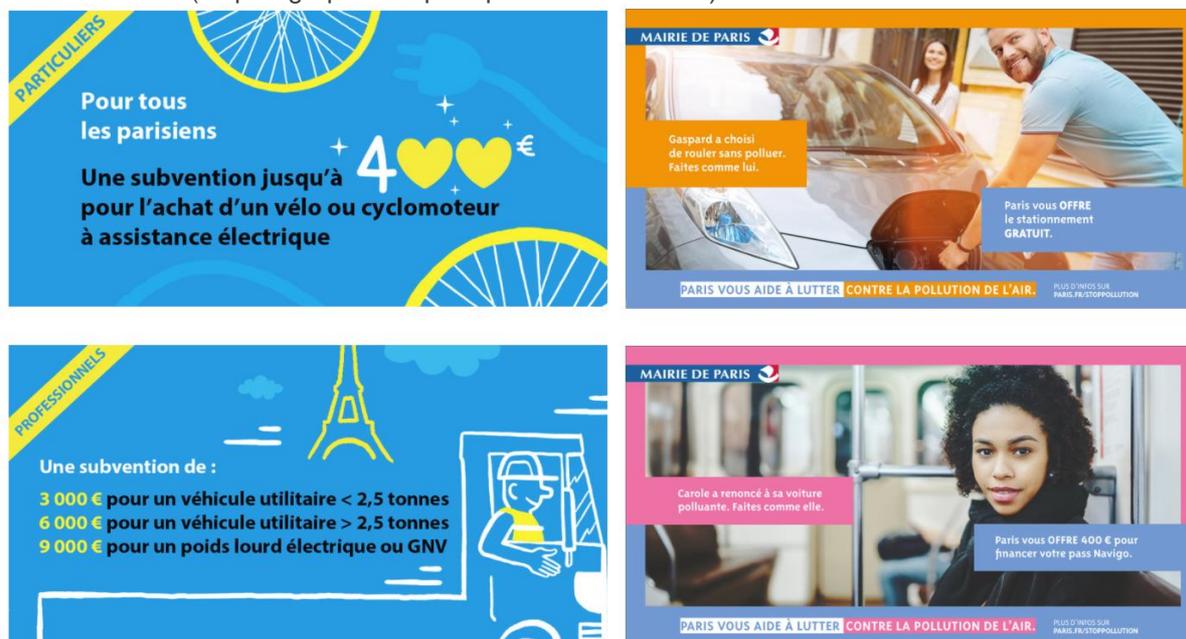


Figure 95 : Exemples de communication sur les aides financières dans le cadre de la ZFE à Paris

Source : <https://www.paris.fr/stoppollution>

En amont de la mise en œuvre des mesures coercitives, la Préfecture de Police de Paris a mis en place en novembre 2016 une opération de sensibilisation des automobilistes à l'introduction de la vignette Crit'Air par ses agents sur la place de Nation. L'objectif premier était d'informer les automobilistes à propos de ce nouveau dispositif afin d'en accroître son acceptabilité.



Figure 96 : Captures d'écran d'une vidéo résumant l'opération de communication menée à Paris en 2016

De même, Grenoble Alpes Métropole précise que 27 opérations de contrôle pédagogique coordonnées (avec remise de flyers aux conducteurs) sur les communes de la ZFE ont été menées entre juillet et septembre 2019 (pour rappel la ZFE est entrée en vigueur sur 10 communes de la métropole à partir de mai 2019). Une majorité d'infraction a été constatée pour non-équipement de la vignette Crit'Air et très peu d'infractions pour des cas de véhicules non conformes aux conditions de d'entrée dans la ZFE (à savoir les véhicules « non classés » ou Crit'Air 5). Par ailleurs, la Métropole indique que la majorité des conducteurs arrêtés a bien accueilli la dimension « pédagogique » des opérations de contrôle¹⁸⁷.

¹⁸⁷ Grenoble Alpes Métropole. Zone à Faibles Emissions (ZFE) pour les VUL et les PL. Présentation réalisée lors de Journée nationale sur le contrôle des ZFE et des voies réservées. 28 novembre 2019.

Dans le cadre du démarrage de la ZFE-m du Grand Lyon au 1^{er} janvier 2020, la Métropole a instauré une année de sensibilisation en 2019 en procédant à partir du mois de février à l'installation de panneaux informatifs en entrée de la future zone sans qu'aucune amende ne soit appliquée. L'objectif de la Métropole était de permettre aux professionnels (véhicules utilitaires légers et poids-lourds) impactés d'avoir l'information plusieurs mois en amont afin d'anticiper l'adaptions de leur flotte de véhicules, la verbalisation ne démarrant qu'en 2020.

En parallèle, la Métropole de Lyon a déployé une campagne de communication et de sensibilisation pour accompagner et informer l'ensemble des acteurs concernés. Un dossier de presse a été remis en janvier 2019 pour décrire les modalités de cette première phase « pédagogique » de la ZFE-m. Différents contenus ont été réalisés durant l'année 2019 sur le site internet de la collectivité ou des sites dédiés aux professionnels comme celui de la CCI LYON METROPOLE Saint-Etienne Roanne. Le magazine de la métropole de Lyon a également rédigé plusieurs articles sur le sujet.



Figure 90 : Panneau pédagogique installé à un point d'entrée de la ZFE lyonnaise
Crédits photo : ADEME

L'ensemble de ces communications croisées avaient pour objet d'informer les futurs automobilistes concernés sur les modalités de mise en œuvre (limite de la ZFE, restrictions, calendrier...), l'intérêt de la ZFE mais également de les orienter vers les aides prévues pour les professionnels au niveau national et au niveau de la métropole avec le renvoi direct vers les différents canaux de demande ou les formulaires dédiés.

Par ailleurs, la Métropole a mis en place un guichet unique d'information autour du dispositif via un numéro de téléphone et un email de contact dédiés. Des rendez-vous en présentiel peuvent également être pris au Centre d'échanges Lyon-Perrache, notamment pour effectuer des demandes de dérogations individuelles.

Communication autour du dispositif : vers une exigence réglementaire

Ce chapitre souligne que l'ensemble des collectivités françaises concernées ont mises en place de nombreuses façons de communiquer, via des canaux différents, généralement plusieurs mois voire un an avant le lancement du dispositif afin d'augmenter son taux d'acceptabilité. Cependant ces démarches restent volontaires. Les nouvelles modalités réglementaires sur les ZFE-m induites par la loi d'orientations des mobilités de décembre 2019 ont inscrit ces démarches comme une obligation réglementaire. Le Code général des collectivités territoriales (article L2213-4-1) modifié par l'article 86 de la LOM stipule que « La création d'une zone à faibles émissions mobilité est accompagnée d'une campagne d'information locale, d'une durée minimale de trois mois. Cette campagne porte à la connaissance du public le périmètre contrôlé ainsi que les restrictions de circulation mises en œuvre ».



7.5. La communication à Lisbonne

La communication sur la LEZ de Lisbonne pendant les deux premières phases s'est faite à travers un slogan contenant quatre items pour « plus de Lisbonne » : moins de pollution, plus d'oxygène, mieux respirer et vivre plus à Lisbonne.

Le choix a été fait d'avoir des messages positifs associant la LEZ à une amélioration de la qualité de l'air, plutôt qu'une idée négative de restriction de la circulation.



Figure 97 : Affiches relatives à la LEZ de Lisbonne

A gauche : slogan pour les 2 premières phases
A droite : slogan pour la troisième phase



Figure 98 : Actions d'information et sensibilisation à Lisbonne pour la 3^{ème} phase de la LEZ

Source : <http://www.cm-lisboa.pt>

Pour la troisième phase, le slogan a été changé afin de véhiculer un message encore plus positif : « *Lisbonne, une bonne ville à respirer* ».

Par ailleurs, la communication a été amplifiée lors de la mise en place de cette phase. Pendant le mois précédent son instauration, une action d'information et de sensibilisation a été menée par la ville de Lisbonne, la police municipale et la Faculté des Sciences et Technologies de l'Université Nouvelle de Lisbonne : des tracts ont été distribués dans certaines rues de la ville afin d'expliquer les changements à venir aux conducteurs (zone de restriction, véhicules concernés, etc.) et le but de cette action, notamment en termes d'amélioration de la qualité de l'air.

Enfin, une conférence de presse a été menée conjointement par le commandant de la police municipale et le directeur des Transports de la ville, le 15 janvier 2015, jour du lancement de la 3^{ème} phase, et retransmise à la télévision et à la radio.



Figure 99 : Conférence de presse pour le lancement de la 3^{ème} phase de la LEZ de Lisbonne

Source : <http://www.cm-lisboa.pt>



7.6. La communication en Belgique

La ville d'Anvers a mis en ligne une page dédiée sur son site internet officiel (<https://www.slimnaarantwerpen.be/fr/lez>) pour expliquer le principe de la future LEZ et donner des informations pratiques. L'objectif de la ville était de laisser du temps aux habitants et professionnels pour s'adapter à la future restriction de circulation (ils peuvent notamment voir si leur véhicule sera autorisé en répondant à quelques questions sur internet). Un film (sous forme de dessin animé) a été réalisé pour informer d'une manière ludique sur les modalités de la LEZ et la mise en perspective avec la qualité de l'air. Les habitants ont également reçu des brochures d'information et des affiches ont été exposées dans les rues de la ville. Le site permet également d'acheter un ticket journalier d'entrée (maximum 8 jours/an) pour les conducteurs dont le véhicule est interdit de circuler dans la LEZ. Enfin, il informe sur les différentes phases à venir de la LEZ (sévérisation des restrictions à partir de 2020 et 2025).



Figure 100 : Communication sur la LEZ d'Anvers

A gauche : extrait d'une brochure d'information

A droite : captures d'écran du site internet dédié (film d'animation et icône du test véhicule)

Source : <https://www.slimnaarantwerpen.be/nl/lez>

Par ailleurs, Traxio (fédération d'entreprises dans le secteur automobile et de la mobilité) et la ville d'Anvers ont lancé en février 2016 une campagne d'information des automobilistes en diffusant 3 types d'autocollants (en fonction de la norme Euro) à apposer sur les voitures à vendre qui renseigneront à partir de quand celles-ci pourront ou non accéder dans la LEZ, afin de créer une transparence complète vis-à-vis d'un client acquéreur d'un véhicule d'occasion. Les véhicules dotés d'un autocollant orange pouvaient pénétrer dans la LEZ jusqu'en 2019, ceux avec un autocollant jaune pourront jusqu'en 2024 et ceux possédant un autocollant vert pourront toujours circuler.

A Bruxelles, le même mécanisme d'information du public a été mis en place, avec l'apparition d'un site internet dédié à la LEZ près d'un an avant son instauration le 1^{er} janvier 2018. Le site est simple et intuitif afin de toucher le plus grand nombre de personnes, et disponible en trois langues (français, néerlandais, anglais). Il propose plusieurs onglets précisant, entre autres, les caractéristiques de la LEZ (notamment son évolution annuelle en termes de restriction jusqu'en 2025), de quelle manière sont effectués les contrôles, quelles sont les alternatives en termes de transports lorsque son véhicule est concerné par une interdiction de circuler, et une série de réponses aux questions les plus fréquentes. En 2018, le site web a été consulté environ 1 600 000 fois avec des pics de visite notamment en janvier 2018 lors de l'entrée en vigueur de la mesure et en octobre 2018 lors du début de l'envoi des amendes.

D'autre part, une vaste campagne d'information et de sensibilisation étalée sur plusieurs semaines a été lancée fin septembre 2017 sur le thème « Il y a 1001 façons de circuler à Bruxelles sauf en auto ».

trop polluante », trois mois avant le lancement de la LEZ. Différents supports sont exploités pendant cette campagne : des clips radio sur des stations publiques et privées, des séquences vidéo sur des sites de ventes de véhicules d'occasion, sur Youtube (preroll), des affiches dans les rues de Bruxelles, des dépliants, des partages d'animations sur Facebook... Un centre d'appels (géré par Bruxelles Environnement) a également été mis en place, ouvert du lundi au vendredi pour répondre aux questions des particuliers et professionnels. En 2018, le centre d'appels a recensé 4 374 appels qui concernaient la LEZ.



Figure 101 : Communication sur la LEZ de Bruxelles
A gauche : capture d'écran du site internet dédié à la LEZ ; à droite : affiche sur le thème « Il y a 1001 façons de circuler à Bruxelles sauf en auto trop polluante »

Source : <http://www.lez.brussels/fr/content/la-lez>

Enfin, la ville de Gand a également mis en place un site internet très en amont du lancement de sa LEZ puisque celle-ci sera effective en 2020. Le site (disponible seulement en flamand à l'heure de la rédaction de ce rapport) permet à chaque conducteur de vérifier si son véhicule pourra circuler dans la LEZ et fournit également des pistes d'accompagnements pour les propriétaires (citoyens ou entreprises) de véhicules concernés : prime à la casse, aides à la mobilité, etc.

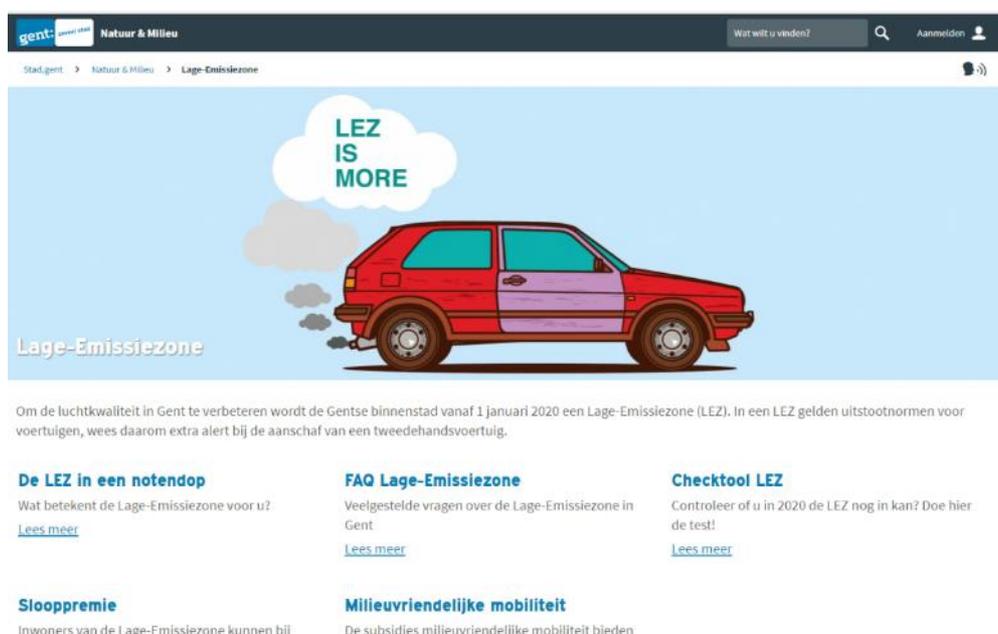


Figure 102 : Communication sur la future LEZ de Gand (capture d'écran du site internet dédié à la LEZ)

Source : <https://stad.gent/natuur-milieu/lage-emissiezone-2020>

La Ville de Gand précise sur son site internet qu'elle mesurera en 2019, 2020 et 2021 la qualité de l'air en vingt points de mesure (en plus des cinq stations de surveillance permanentes) situés dans et à l'extérieur de la LEZ afin d'estimer l'impact de la zone à faibles émissions (qui entrera en vigueur en 2020) sur la qualité de l'air locale.

7.7. La communication en Espagne

La Mairie de Barcelone et l'Aire métropolitaine de Barcelone (AMB) ont réalisé en décembre 2017 une campagne d'information commune d'une durée d'un mois pour expliquer aux utilisateurs de véhicules privés et au grand public l'entrée en vigueur, le 1^{er} décembre 2017, de la zone de faibles émissions (ZBE) pendant les épisodes de pollution en NO₂, devenue permanente depuis le 1^{er} janvier 2020 (et une LEZ au sens des critères définis dans cet état de l'art).

La campagne a également pour objectif de fournir aux citoyens des informations sur les alternatives d'accompagnement et de transport sur leurs itinéraires et leurs déplacements quotidiens, au cas où ils seraient concernés par la restriction. L'objectif est d'accompagner l'utilisateur du véhicule afin qu'il adapte ses habitudes à la nouvelle restriction de la circulation avec plus de tranquillité et donc une meilleure acceptabilité.

L'AMB a lancé le site web www.canvidhabits.com qui explique de façon pédagogique le dispositif ZBE et permet aux citoyens de répondre aux questions les plus fréquentes concernant les restrictions de circulation.



Figure 103 : Communication de l'AMB sur la ZBE du Grand Barcelone

Source : <https://ajuntament.barcelona.cat>

Grace à cet outil en ligne, les conducteurs peuvent entrer le numéro d'immatriculation de leur véhicule et savoir s'ils sont concernés par cette mesure, connaître les nouveaux titres de transport alternatifs au véhicule particulier (tickets T-air et T-verda). Le site propose également des itinéraires alternatifs, avec les transports en commun et les parkings relais.

La Ville de Barcelone communique aussi numériquement à travers une page internet dédiée au sujet : <https://ajuntament.barcelona.cat/qualitativa/es/zona-de-bajas-emisiones>

A Madrid, une campagne d'information et de communication est lancée pendant 2 mois entre novembre et décembre 2018 dans de nombreux médias. Le périmètre de la LEZ est indiquée par une signalétique au sol (double ligne rouge) et des panneaux d'information horizontaux et verticaux ont été installés dans la zone de restriction.



Références bibliographiques

ADEME, 2012. Benchmark sur la prise en compte des enjeux sociaux dans les politiques publiques environnementales. Rapport final, octobre 2012.

ADEME, BOY Daniel, RCB Conseil, 2018, Les représentations sociales de l'effet de serre et du changement climatique, 20ème vague. Synthèse, 11 pages.

ADEME, OpinionWay. 2018. Les français et l'environnement - Vague 6. 48 pages.

ADEME, 2018. Emissions de particules et de NOx par les véhicules routiers – Avis de l'ADEME, mise à jour de mai 2018.

AEA Technology Environment, 2003. London Low Emission Zone Feasibility Study Phase II: Final Report to the London Low Emission Zone Steering Group.

AEA Technology Environment, 2003. The London Low Emission Zone - Feasibility Study. A summary of the Phase 2 Report to the London Low Emission Zone Steering Group.

Airparif, 2018. Zones à basses émissions dans l'agglomération parisienne, étude prospective, évaluation des impacts sur les émissions du trafic routier, la qualité de l'air et l'exposition des populations. Rapport final, mars 2018.

Association for Emissions Control by Catalyst (AECC), 2017. International regulatory developments, Newsletter December 2017.

Association for Emissions Control by Catalyst (AECC), 2017. International regulatory developments, Newsletter November 2017.

Association for Emissions Control by Catalyst (AECC), 2017. International regulatory developments, Newsletter October 2017.

Association for Emissions Control by Catalyst (AECC), 2015. International regulatory developments, Newsletter March – April 2015.

Association for Emissions Control by Catalyst (AECC), 2015. International regulatory developments, Newsletter March – April 2015.

Association for Emissions Control by Catalyst (AECC), 2015. International regulatory developments, Newsletter November – December 2009.

Astrid H. Amundsen, Ingrid Sundvor, 2018. Low Emission Zones in Europe. Requirements, enforcement and air quality. TØI report 1666/2018.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (2018). Plan Oxygène - Lyon Métropole. Impact d'une Zone de Faibles Emissions.

Barratt, B., Fuller, G., Kelly, F. 2009. The London Low Emission Zone Accountability Study. Research abstract, King's College London, 19.10.2009.

Bernard, Y., Miller, J., Wappelhorst, S., Braun, C., 2020. Impacts of the Paris low-emission zone and implications for other cities.

Boggio, M., Beria, P., 2019. The role of transport supply in the acceptability of pollution charge extension. The case of Milan. Transportation Research Part A 129, 92–106.

Boogaard, H., Janssen, N.A.H., Fischer, P.H., Kos, G.P.A., Weijers, E.P., Cassee, F.R., vander Zee, S.C., de Hartog, J.J., Meliefste, K., Wang, M., Brunekreff, B., Hoek, G., 2012. Impact of low emission zones and local traffic policies on ambient air pollution concentrations. Science of the Total Environment, 435-436, 132-140.

Bruxelles Environnement. Evaluation de la Zone de Basses Emissions. Rapport technique mobilité. 2018.

Buck Consultants International en Goudappel Coffeng, 2009. Effectstudie milieuzones vrachtverkeer – Stand van zaken 2009. Uitgevoerd in opdracht van SenterNovem, november 2009.

C Ellison, R.B., Greaves, S.P. & Hensher, D.A., 2013. Five Years of London's low emission zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality. *Transportation Research Part D* 23, 25-33.

Comune di Milano, Agenzia Mobilità Ambiente Territorio, 2018. Milano 2019-2030 - Aria più pulita, spostamenti più facili e veloci per tutti. Présentation datée du 27/08/2018.

Cyrus, J., Peters, A., Soentgen, J., Wichmann, H.-E., 2014. Low emission zones reduce PM₁₀ mass concentrations and diesel soot in German cities. *Journal of the Air & Waste Management Association* 64 (4), 481-487.

Cyrus, J., Peters, A., Wichmann, H.E., 2009. Umweltzone München – Eine erste Bilanz. *Umweltmedizin in Forschung und Praxis* 14 (3), 127-132.

Dablanc, L., Montanon, A., Cruz, C., Rizet, C., Belton-Chevallier, L., Bocquentin, M., 2015. Projet RETMIF - Réduction des émissions de polluants du transport de marchandises : retours d'expériences des restrictions de circulation en Europe et scénarios pour l'Île-de-France. IFSTTAR, rapport de recherche pour l'ADEME/AECT-AIR, septembre 2015. 166 pages.

Davis, L., 2008. The Effect of Driving Restrictions on Air Quality in Mexico City. *Journal of Political Economy* 116(1), 38-81.

Department for Environment, Food & Rural Affairs, Department for Transport. Clean Air Zone Framework. Principles for setting up Clean Air Zones in England. February 2020.

Department for Transport, Office for Low Emission Vehicles, 2015. Low Emission Bus Scheme – Guidance for participants. Rapport final. Mars 2015.

Department for Transport, Department for Business, Innovation & Skills, Office for Low Emission Vehicles, 2015. £65 million funding for ultra-low emission cities and green buses. Communiqué de presse, 11.03.2015.

Deutsche Umwelthilfe. Einführung einer Blauen Plakette zur Minderung der NO₂-Belastung in Städten. Hintergrundpapier. August 2014

DHV, 2008. Een jaar milieuzones vrachtverkeer. Effectstudie in opdracht van SenterNovem, oktober 2008.

Ekodev, 2019. Enquête ménage sur l'impact de la mise en œuvre d'une Zone à faibles émissions (ZFE) à l'échelle de l'autoroute A86.

Ellison, R.B., Greaves, S.P., Hensher, D.A., 2013. Five years of London's low emission zone: effects on vehicle fleet composition and air quality. *Transportation Research Part D* 23, 25-33.

European Commission, 2013. A call for smarter urban vehicle access regulations. Commission staff working document, Brussels, 17.12.2013.

Exposé des motifs à la révision et aux amendements de la 35^{ème} ordonnance relative au contrôle des immissions polluantes du 10 octobre 2006 (35. BlmSchV).

Ferreira, F., Gomes, P., Tente, H., Carvalho, A.C., Rodrigues, A., Pereira, P., 2013. Zona de Emissões Reduzidas na cidade de Lisboa. In: Actas da 10^a Conferência Nacional do Ambiente/XII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente. Universidade de Aveiro, 6-8 november 2013, ISBN 978-989-98673-0-7.

Ferreira, F., Gomes, P., Tente, H., Carvalho, A.C., Pereira, P., Monjardino, J., 2015. Air quality improvements following implementation of Lisbon's Low Emission Zone. *Atmospheric Environment* 122 (2015) 373-381.

Greater London Authority. Central London Ultra Low Emissions Zone – Six-month report. October 2019.

Grenoble Alpes Métropole. Zone à Faibles Emissions (ZFE) pour les VUL et les PL. Présentation réalisée lors de Journée nationale sur le contrôle des ZFE et des voies réservées. 28 novembre 2019.

Holman C., Harrison R., Querol X., 2015. Review of the efficacy of low emission zones to improve urban air quality in European cities. *Atmospheric Environment* 111, 161-169.

Host, S. et al, 2020. Implementation of various hypothetical low emission zone scenarios in Greater Paris: Assessment of fine-scale reduction in exposure and expected health benefits. *Environmental Research*, Volume 185, June 2020.

House of Commons - Environmental Audit Committee - Action on Air Quality: Government Response to the Committee's - Sixth Report of Session 2014-15. Twelfth Special Report of Session 2014-15.

House of Commons - Environmental Audit Committee, 2014. Action on Air Quality, Sixth Report of Session 2014–15, HC 212, 8 December 2014.

Jansson, L.G., 2008. Miljözon för tung trafik i Stockholm 1996-2007. Rapporten är framtagen på uppdrag av Trafikkontoret.

Jensen, S.S., Ketzler, M., Nøjgaard, J.K., Becker, T., 2011. What are the impacts on air quality of Low Emission Zones in Denmark? Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University. ISSN: 1603-9696.

Jiang, W., Boltze, M., Groer, S., Scheuven, D., 2017. Impacts of low emission zones in Germany on air pollution levels. *Transportation Research Procedia* 25, 3370–3382.

Johansson, C., Pettersson, M., Burman, L., Johansson, P.-A., Hoglund, P., 2000. Calculated concentrations of PAH, benzene and Particulate Matter. Environment and Health Protection Administration, Air Quality and Noise Analysis, AQMA Report 2000:7.2.

Juan Bárcena y Comisión de Movilidad Sostenible de Ecologistas en Acción de Madrid. Balance del efecto de Madrid Central sobre la calidad del aire de Madrid en 2019. *Ecologistas en Acción*, 09/012020.

Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie. Umweltzone Leipzig. Abschlussbericht, 2017.

Levinson, A., Shetty, S., 1992. Efficient Environmental Regulations, Case studies of urban air pollution: Los Angeles, Mexico City, Cubatao and Ankara, Policy Research Working Paper, WPS 942, World development report. Washington DC, World Bank.

Malina, C., Scheffler, F., 2015. The impact of Low Emission Zones on particulate matter concentration and public health. *Transportation Research Part A*, 77, 372-385.

Martayan, E., Laurent, J., Blond, O., 2020. L'acceptabilité sociale des Zones à Faibles Emissions. Global Urban Air Pollution Observatory (GUAPO).

Martinez, F., 2019. Comment promouvoir l'acceptabilité des ZFE ? *TEC Mobilité intelligente*, n°242, juin 2019.

Métropole de Lyon. Extrait du registre des délibérations. Conseil du 28 janvier 2019. Délibération n°2019-3326.

Michael P. Walsh, Tokyo's Diesel Policy: Impacts and Lessons Learned, ICCT, 2011.

Ministère des Transports et des Infrastructures du Bade-Wurtemberg, 2014. Zones écologiques dans le Bade-Wurtemberg. Plaque, version décembre 2013.

Ministerio del Interior, Dirección General de Tráfico. La DGT clasifica el parque de vehículos en función de su potencial contaminante. Communiqué de presse. Avril 2016.

Morfeld, P., Groneberg, D.A., Spallek, M.F., 2014. Effectiveness of Low Emission Zones: Large Scale Analysis of Changes in Environmental NO₂, NO and NO_x concentrations in 17 German Cities. PLoS ONE 9(8): e102999.

Morfeld, P., Groneberg, D.A., Spallek, M.F., 2014. Effectiveness of Low Emission Zones of Stage 1: Analysis of the Changes in Fine Dust Concentrations (PM₁₀) in 19 German Cities. Pneumologie 68(3), 173–186.

Morfeld, P., Stern, R., Bultjes, P., Groneberg, D.A., Spallek, M., 2013. Introduction of a low-emission zone and the effect on air pollutant concentration of particulate matter (PM₁₀) – a pilot study in Munich. Zentralbl. Arbeitsmed 63, 104-115.

Moroni, S. et al., 2013. Black carbon as a new air quality and health indicator of traffic limitation interventions in Milan: the "area C" LEZ monitoring campaign. In: Environment and Health – Bridging South, North, East and West. Basel, Switzerland, August 19th - 23rd, 2013. The Swiss Tropical and Public Health Institute.

Mudway, I.S., Dundas, I. et al., 2019. Impact of London's low emission zone on air quality and children's respiratory health: a sequential annual cross-sectional study. Lancet Public Health 4: e28–40.

MTES, 2018. Déploiement des zones à faibles émissions. L'Etat et les collectivités s'engagent pour l'amélioration de la qualité de l'air. Dossier de presse. Lundi 8 octobre 2018.

Nunes da Silva, F., Lajas Custodio, R.A., Martins, H., 2014. Low Emission Zone: Lisbon's Experience. Journal of Traffic and Logistics Engineering Vol. 2, No. 2, June 2014.

ORS Île-de-France, 2018. Évaluation quantitative d'impact sanitaire prospective pour l'agglomération parisienne. Rapport & enquête, en partenariat avec Airparif et Santé Publique France, octobre 2018.

Panteliadis, P., Strak, M., Hoek, G., Weijers, R., van der Zee, S., Dijkema, M., 2014. Implementation of a low emission zone and evaluation of effects on air quality by long-term monitoring. Atmospheric Environment 86, 113-119.

Qadir, R.M., Abbaszade, G., Schnelle-Kreis, J., Chow, J.C., Zimmermann, R., 2013. Concentrations and source contributions of particulate organic matter before and after implementation of a low emission zone in Munich, Germany. Environmental Pollution 175, 158-167.

Rapport explicatif émis suite à la résolution du Conseil de la Ville de Prague du 29/04/2014 pour instaurer une LEZ dans la ville. Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, 2011. Ein Jahr Umweltzone Stufe 2 in Berlin.

Résolution du 13 avril 2016 de la Direction Général du Transport (Dirección General de Tráfico) du Ministère de l'intérieur, inscrit au bulletin officiel le 21 avril 2016.

Santos, F.M., Gómez-Losada, A., Pires, J.C.M, 2019. Impact of the implementation of Lisbon low emission zone on air quality. Journal of Hazardous Materials 365, 632–641.

Sarah Hollander, 2017. « Brussels Low Emissions Zone », Présentation effectuée à la journée d'échanges technique sur les zones à circulation restreinte, Lyon, 12 octobre 2017.

Sfendonis, N., Basbas, S. et al, 2017. Investigation of the user's acceptance concerning a Low Emission Zone in the center of Thessaloniki, Greece. Transportation Research Procedia 24, 280–287.

Tadashi Otsuka, Characteristics and Implications of Tokyo's Control Diesel Vehicles, Waseda University, 2011.

Tartakovsky, D. et al (2020). Air quality impacts of the low emission zone policy in Haifa. Atmospheric Environment, volume 232, July 2020.

The Scottish Government, 2015. Low Emission Strategy for Scotland. Consultation, January 2015.

Trafikkontoret, 2008. Miljözon för tung trafik i Stockholm 1996-2007. Rapporten är framtagen på uppdrag av Trafikkontoret, 12.05.2008.

Transport & Environment. 2018. City bans are spreading in Europe. Low-emission zones are spreading in response to the air quality crisis. Report. October 2018.

Transport & Mobility Leuven, 2012. Haalbaarheidsstudie voor invoering en beheer van lage emissiezone(s) in de stad Antwerpen. In opdracht van Stad Antwerpen, 21.11.2012.

Transport for London, 2008. London Low Emission Zone: Impacts Monitoring. Baseline Report, July 2008.

Transport for London, 2010. Travel in London, Report 3.

Transport for London, 2013. Clean Air Fund – End of Programme Report. Final report, January 2013, London.

Transport for London, 2014. Transport Emissions Roadmap - Cleaner transport for a cleaner London.

Transport for London, 2015. Congestion Charging & Low Emission Zone Key Fact Sheet, 1 January 2015 to 31 March 2015.

Transportøkonomisk institutt, 2012. Lavutslippssoner - Tiltak for å redusere NO2-utslippene. TØI rapport 1216/2012.

Varnaison Revolle, P., 2019. Focus : Grenoble-Alpes Métropole. 28 communes disent « oui » à la ZFE. TEC Mobilité intelligente, n°242, juin 2019.

Ville de Nantes, Nantes Métropole, 2012. Cœur de Nantes 2015 - La zone à trafic limité - Circuler autrement dans le centre-ville, Plaquette.

Wolff, H., 2014. Keep Your Clunker in the Suburb: Low Emission Zones and Adoption of Green Vehicles. The Economic Journal 124(578), F481–F512.

WRI China, 2018. Fewer Emissions, Better Life. Beijing Low Emission Zone Final Report. May 2018.

WRI China, 2018. Fewer Emissions, Better Life. Beijing Low Emission Zone Final Report - Appendices. May 2018.

Annexe 1 : Liste des LEZ recensées en Europe (01/04/2020)

Italie (117 LEZ)	Mantoue (14 F1 + 0 F2)	Darmstadt	Schwäbisch-Gmünd
Adria	Maranello	Dinslaken	Schwieberdingen
Alba	Milan (41 F1 + 69 F2)	Ditzingen	Siegen
Alessandria	Mirano	Dortmund	Stuttgart
Aoste	Modène	Duisburg	Tamm
Argelato	Moncalieri	Düsseldorf	Tübingen
Asti	Monselice	Erfurt	Ulm
Badia Polesine	Monza (29 F1 + 26 F2)	Eschweiler	Urbach
Bassano del Grappa	Naples	Essen	Wendlingen
Beinasco	Nichelino	Frankfurt	Wiesbaden
Belluno	Novara	Freiberg am Neckar	Wuppertal
Bergame (37 F1 + 74 F2)	Novi Ligure	Freiburg	Pays-Bas (13 LEZ)
Biella	Orbassano	Gerlingen	Amsterdam
Bologne	Ozzano dell Emilia	Gelsenkirchen	Arnhem
Bolzano	Padova	Gladbeck	Breda
Borgaro Torinese	Palerme	Hagen	La Haye
Borgomanero	Parme	Halle (Saale)	Delft
Bra	Pavia (13 F1 + 1 F2)	Hannovre	Eindhoven
Brescia (20 F1 + 30 F2)	Piacenza	Hardthof	Leyde
Bressanone	Pinerolo	Heidelberg	Maastricht
Calderara di Reno	Piove di Sacco	Heidenheim	Ryswick
Campi Bisenzio	Pordenone	Heilbronn	Rotterdam
Carmagnole	Pise	Hemmingen	Bois-le-Duc
Carpi	Prato	Herne	Tilburg
Carrara	Ravenna	Herrenberg	Utrecht
Casale Monferrato	Reggio nell Emilia	Herten	Suède (8 LEZ)
Casalecchio di Reno	Riccione	Ilfeld	Göteborg
Castel Maggiore	Rimini	Ingersheim	Helsingborg
Castelfranco Emilia	Rivoli	Karlsruhe	Lund
Castelfranco Veneto	Rome	Cologne	Malmö
Castenaso	Rovigo	Kortal-Münchingen	Mölnal
Cento	Rubiera	Kornwestheim	Stockholm
Cesena	San Bonifacio	Krefeld	Umeå
Chieri	San Dona di Piave	Langenfeld	Uppsala
Chioggia	San Lazzaro di Savena	Leipzig	Autriche (4 LEZ)
Chivasso	San Mauro Torinese	Leonberg	Steiermark
Cinto Euganeo	Sassuolo	Limburg an der Lahn	Burgenland
Citadella	Savigliano	Ludwigsburg	Niederösterreich
Arona	Schio	Magdeburg	Vienne
Collegno	Sesto Fiorentino	Mainz	Danemark (4 LEZ)
Como (14 F1 + 63 F2)	Settimo Torinese	Mannheim	Aalborg
Conegliano	Tortona	Marburg	Århus
Crémone (10 F1 + 1 F2)	Trento	Markgröningen	Copenhague & Frederiksberg
Empoli	Treviso	Möglingen	Odense
Este	Turin	Mönchengladbach	France (5 LEZ)
Faenza	Valenza	Mühlacker	Paris (1)
Feltre	Varese (10 F1 + 56 F2)	Mühlheim	Grenoble Alpes Métropole (27)
Ferentino	Venaria Reale	Munich	Strasbourg (1)
Ferrara	Vercelli	Münster	Métropole du Grand Paris (45)
Fiorano Modenese	Vérone	Neu-Ulm	Métropole du Grand Lyon (5)
Florence	Viareggio	Neuss	Belgique (3 LEZ)
Forlì	Vicenza	Oberhausen	Anvers
Formigine	Zola Predosa	Offenbach	Bruxelles
Fossano	Allemagne (87 LEZ)	Osnabrück	Gand
Galluzzo	Aix-la-Chapelle	Overath	République Tchèque (1 LEZ)
Gênes	Asperg	Pfinztal	Prague
Granarolo dell Emilia	Augsburg	Pforzheim	Portugal (1 LEZ)
Grugliasco	Baligen	Pleidelsheim	Lisbonne
Imola	Berlin	Recklinghausen	Royaume-Uni (1 LEZ)
Ivrea	Bietigheim-Bissingen	Regensburg	Londres
Lecco (13 F1 + 41 F2)	Bochum	Remscheid	Grèce (1 LEZ)
Lodi (8 F1 + 0 F2)	Bonn	Remseck am Neckar	Athènes
Lucca	Botrop	Reutlingen	Espagne (2 LEZ)
Lugo	Brême	Schönbühlhof	Madrid
Mansue	Castrop-Rauxel	Schramberg	Barcelone



Annexe 2 : LEZ pour les bus au Royaume-Uni

Hormis Londres, quatre villes possèdent une LEZ en Grande-Bretagne mais leurs restrictions concernent uniquement les flottes de bus locaux et ne sont donc pas considérées dans le décompte de cette étude : il s'agit d'Oxford, Nottingham, Norwich et Brighton (1 rue).

Ville	Date	Véhicules concernés	Norme minimale
Norwich	01/06/2008	Bus locaux	Euro III (NOx)
Nottingham	02/05/2010	Bus locaux	Euro III
Oxford	01/01/2014	Bus locaux	Euro V
Brighton	01/01/2015	Bus locaux	Euro V

Les « Low Emission Bus » en Angleterre

Le 11 mars 2015, le gouvernement britannique a annoncé dans un communiqué un financement à hauteur de 65 millions de livres (environ 91 millions d'euros¹⁸⁸) pour les « ultra-low emission cities » et « green buses » (que l'on peut traduire par « villes à ultra-faibles émissions » et « bus verts ») au travers d'un programme « Low Emission Bus ». Ce financement constitue la dernière partie du fond de 500 millions de livres alloué par le gouvernement en 2014 pour le programme « Ultra Low Emission Véhicules »¹⁸⁹.

35 millions de livres iront à 12 collectivités identifiées comme celles montrant le plus de potentiel pour devenir des centres d'excellence pour les véhicules à faibles émissions. Parmi ces 12 collectivités, on peut citer le Grand Londres, York, Sheffield, Oxford, Nottingham ou encore Leicester. Ces collectivités présélectionnées seront invitées à développer leurs propositions durant l'été 2015 et les gagnants (entre 2 et 4 collectivités) seront annoncés à l'automne 2015. Ce processus concurrentiel s'est construit sur le succès du « Green Bus Fund » qui a permis de livrer entre 2009 et 2013 près de 1250 autobus à faibles émissions sur les routes en Angleterre¹⁹⁰.

Le reste du financement (30 millions de livres) permettra aux autorités locales et aux opérateurs de bus de remplacer les véhicules existants avec des véhicules plus « verts ». Le ministère des Transports britannique évaluera les offres pour le financement de bus selon une sélection de critères détaillés incluant notamment le potentiel d'amélioration de la qualité de l'air locale.

Cas de Nottingham

La mise en place d'un partenariat juridique entre le conseil municipal de la ville et les opérateurs de bus locaux autorise depuis le 2 mai 2010 les bus à délivrer la LEZ ci-contre s'ils respectent a minima la norme Euro III.

Les immatriculations des bus sont contrôlées par caméras automatiques. Les contrevenants peuvent être verbalisés par la police de la circulation (Civil Enforcement Officers).



Low Emission Bus de Nottingham

Source : Statutory Quality Partnership Scheme, January 2010, Nottingham City Council

¹⁸⁸ Taux de change pris égal à 1,4 € pour 1 £ (moyenne représentative de l'évolution du taux de change entre janvier et mars 2015).

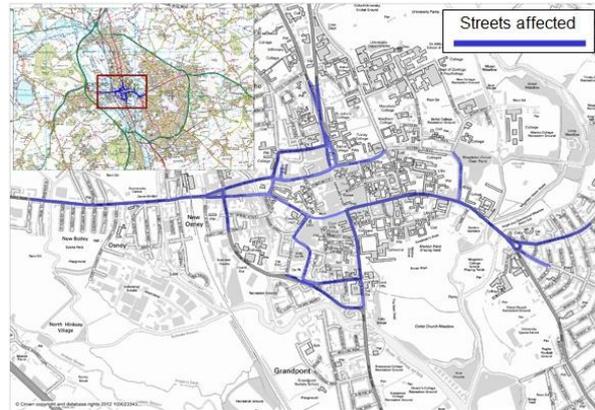
¹⁸⁹ Department for Transport, Department for Business, Innovation & Skills, 2015. £65 million funding for ultra-low emission cities and green buses. Press release, 11.03.2015.

¹⁹⁰ Office for Low Emission Vehicles (OLEV), 2015. Low Emission Bus Scheme – Guidance for participants. Final report. March 2015.

Cas d'Oxford

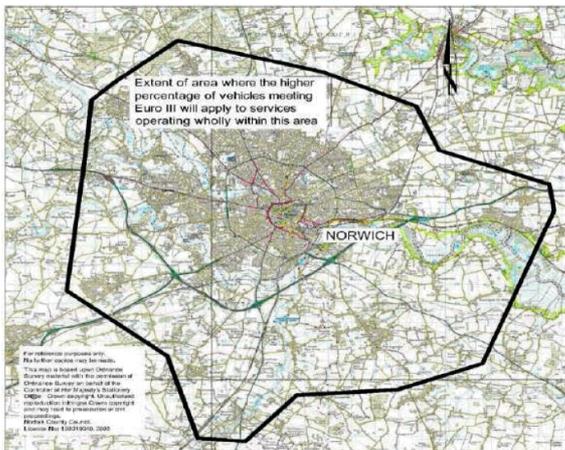
La Low Emission Bus a été instaurée le 1er janvier 2014. Les bus autorisés à circuler doivent être à minima Euro V (pour les NO_x) ou avoir fait l'objet d'un retrofit certifié par la Ville. Il existe certaines exemptions, comme par exemple pour les services de bus « basse fréquence ». La carte ci-contre présente les rues affectées par la LEZ.

Le site internet de la ville précise que des évaluations locales des émissions issues du trafic routier seront menées afin de déterminer si une extension de la LEZ aux autres catégories de véhicules (VP, VUL) aurait un impact significatif sur la qualité de l'air locale.



Low Emission Bus d'Oxford

Source : <https://www.oxford.gov.uk>



Low Emission Bus de Norwich

Source : <http://www.norfolk.gov.uk>

Cas de Norwich

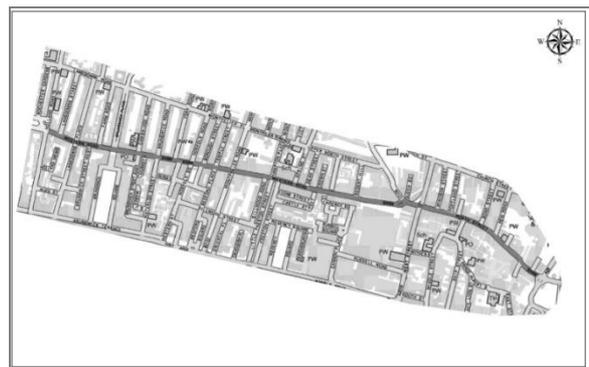
La LEZ a été mise en place en trois phases afin que les services de transport adaptent progressivement leur flotte à la norme Euro III entre le 1^{er} avril 2008 et le 1^{er} avril 2010.

A partir de cette date, 100 % des bus dont les deux terminus se situent dans la LEZ doivent respecter la norme Euro III ainsi que 50 % des bus dont un seul terminus se trouve dans la LEZ.

Cas de Brighton

La LEZ de Brighton ne s'applique qu'à une seule rue. Les bus autorisés à circuler sur la section concernée doivent respecter la norme Euro V depuis le 1^{er} janvier 2015.

Cependant environ 98 % des bus qui roulent dans Brighton transitent par cette rue ce qui étend en réalité artificiellement la LEZ à l'ensemble des artères de la ville¹⁹¹.



Low Emission Bus de Brighton

Source : <https://www.brighton-hove.gov.uk>

Comme pour la ville de Nottingham, la ville de Leicester mettra en place une LEZ à partir de fin 2020, au travers d'un accord juridique entre le conseil municipal de la ville et les opérateurs de bus locaux, où ceux-ci devront être à minima Euro VI pour circuler dans la zone.

¹⁹¹ Brighton & Hove City Council, 2014. Guidance for bus operators - November 2014, version 3.1.



Annexe 3 : Politique volontariste de Transport for London

Dans le cadre du programme Clean Air Fund (CAF) lancé en 2011, dont l'objectif est la mise en œuvre d'un large éventail d'actions visant à réduire les émissions et concentrations locales de PM₁₀, une des mesures majeures mise en place par TfL est le post-équipement en filtres à particules (FAP) de 120 de ses bus circulant dans les zones prioritaires. Les bus concernés sont des bus de catégorie Euro IV et V ayant déjà un niveau d'émission de PM₁₀ faible au regard des bus plus anciens (Euro III). Le programme a montré que le post-équipement en FAP de ces bus permet de diminuer encore leurs émissions de PM₁₀ de 77 %.

Cette démarche s'inscrit dans la continuité de la LEZ. En effet, si les autobus et les autocars sont inclus dans le dispositif de la LEZ et doivent respecter les normes en vigueur, les bus rouges publics de TfL ne font pas, à strictement parler, partie du dispositif. Ceci s'explique par les efforts importants entrepris par TfL pour que ses bus répondent aux contraintes de la LEZ. Ainsi les bus Euro II et III en circulation ont été équipés de FAP au cours de la dernière décennie ce qui a permis une diminution de 95,5 % des émissions en PM₁₀ causées par l'ensemble des bus de TfL entre 1997 et 2011. L'équipement des 120 bus a permis une réduction globale de 5 % des émissions annuelles de PM₁₀ liées au transport en bus public dans le centre de Londres. Le développement et test des prototypes de FAP (2011-2012) puis leur installation (2012-2013) sont revenus à coût total de 980 000 GBP (1 176 000 EUR).

Le rapport du programme souligne que de telles mesures peuvent être facilement adaptées mais qu'elles dépendent de la disponibilité en financements, mais aussi en bus, pour limiter les interruptions de service pendant l'équipement des bus en FAP. Le rapport insiste également sur l'importance de la coopération avec les constructeurs des bus. Dans le cas londonien, les constructeurs ont soulevé des problèmes de garantie du moteur et d'impact sur la consommation en combustible lors du post-équipement en filtres à particules. En réponse à ces problèmes, les constructeurs des filtres ont fourni une garantie couvrant les éventuels dommages sur le moteur. Cependant, les tests sur les prototypes de filtres ont montré que ces derniers n'avaient pas d'impact significatif sur la consommation ou sur la maintenance des moteurs. En parallèle, et dans le contexte de la mise en place dans le centre de Londres d'une Ultra-Low Emission Zone, 1 600 bus hybrides devaient progressivement être mis en circulation à Londres jusqu'à constituer 20 % de la flotte. Transport for London décide également de renouveler et moderniser sa flotte de bus afin de respecter à partir de l'année 2015 la norme Euro IV pour les NO_x (en plus de la norme Euro IV imposée dans la LEZ pour les PM).

En mars 2013, les rues de Londres comptaient 455 bus hybrides. Par ailleurs, 900 bus Euro III devaient être équipés d'un système de post-traitement SCR d'ici mars 2014 afin de diminuer leurs émissions d'oxyde d'azote (250 bus en sont d'ores et déjà équipés). Dix millions de livres (environ 12 M EUR¹⁹²) ont été consacrés à cette opération.

Durant l'année 2015, Transport for London s'engage également, en parallèle des futures restrictions imposées par l'ULEZ, à rendre « zéro émission à l'échappement » ses 300 bus à un étage circulant dans le centre de Londres et « hybrides » ses 3 000 bus à impériale (bus à deux étages).



Communication de Transport for London sur le renouvellement de sa flotte de bus

Source : compte Twitter Transport for London, 8 octobre 2015

A l'horizon 2017, une réduction d'environ 21 % des émissions de NO_x est attendue du fait de l'introduction de bus Euro VI à partir de 2014 et des 900 bus retrofités. L'audit de la flotte de bus de TfL réalisé en septembre 2017 (un audit de ce type est réalisé chaque trimestre pour le compte de TfL) dénombre à la date du 30 septembre 2017 plus de 1 900 bus hybrides. Par ailleurs l'audit précise que désormais à cette date l'ensemble des bus Euro III sont équipés d'un système SCR.

¹⁹² Taux de change pris égal à 1,2 EUR pour 1 GBP (moyenne représentative de l'évolution du taux de change de la livre sterling entre mars 2013 et mars 2014).

Annexe 4 : Comparaison des classifications françaises et allemandes

NB : la vignette bleue allemande est en projet et n'est pas encore validée.

Essence/gaz pour les VP / VUL				Diesel pour les VP / VUL			
Allemagne		France		Allemagne		France	
≥ Euro 6b (essence injection directe)							
			≥ Euro 5 et 6 A partir du 1 ^{er} janvier 2011	≥ Euro 6b pour les NO _x et les particules			
			Euro 4 Entre le 01.01.06 et le 31.12.10				≥ Euro 5 et 6 A partir du 1 ^{er} janvier 2011
≥ Euro 3 (essence injection indirecte et autres)			Euro 2 et 3 Entre le 01.01.97 et le 31.12.2005	≥ Euro 4 A partir du 01.01.2006			Euro 4 Entre le 01.01.06 et le 31.12.10
		X	Euro 2 et en-dessous Avant le 01.01.97	Euro 3 Entre le 01.01.01 et le 31.12.05			Euro 3 Entre le 01.01.01 et le 31.12.05
Euro 1 A partir du 01.01.93				Euro 2 Entre le 01.01.97 et le 31.12.00			Euro 2 Entre le 01.01.97 et le 31.12.00
Pré-Euro Avant le 01.01.93	X			Euro 1 et pré-Euro Avant le 01.01.97	X	X	Euro 1 et pré-Euro Avant le 01.01.97

Essence/gaz pour les PL				Diesel pour les PL			
Allemagne		France		Allemagne		France	
			≥ Euro 6 A partir du 1 ^{er} janvier 2014	≥ Euro VI			
			Euro 5 Entre le 01.10.09 et le 31.12.13				≥ Euro 6 A partir du 1 ^{er} janvier 2014
			Euro 3 et 4 Entre le 01.10.01 et le 30.09.09				Euro 5 Entre le 01.10.09 et le 31.12.13
		X	Euro 2 et en-dessous	Euro 4 A partir du 01.10.2006			Euro 4 Entre le 01.10.06 et le 30.09.09
≥ Euro 1 A partir du 01.01.93				Euro 3 Entre le 01.10.01 et le 30.09.06			Euro 3 Entre le 01.10.01 et le 30.09.06
Pré-Euro Avant le 01.01.93	X			Euro 2 Entre le 01.10.96 et le 30.09.01		X	Euro 2 et en-dessous



Annexe 5 : Liste des LEZ recensées en Allemagne (2020)

Etat/Land	Lieu	Statut En sept. 2017 ¹⁹³	Niveau 1 Vignette rouge, jaune ou verte	Niveau 2 Vignette jaune ou verte	Niveau 3 Vignette verte
Nordrhein-Westfalen	Aachen	Niveau 3	01.02.2016	01.02.2016	01.02.2016
Baden-Württemberg	Asperg	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013
Bayern	Augsburg	Niveau 3	01.07.2009	01.01.2011	01.06.2016
Baden-Württemberg	Baligen	Niveau 3	01.04.2017	01.04.2017	01.04.2017
Berlin	Berlin	Niveau 3	01.01.2008	01.01.2010	01.01.2010
Baden-Württemberg	Bietigheim-Bissingen	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013
Nordrhein-Westfalen	Bochum	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Nordrhein-Westfalen	Bonn	Niveau 3	01.01.2010	01.07.2012	01.07.2014
Nordrhein-Westfalen	Bottrop	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Bremen	Bremen	Niveau 3	01.01.2009	01.01.2010	01.07.2011
Nordrhein-Westfalen	Castrop-Rauxel	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Hessen	Darmstadt	Niveau 3	01.11.2015	01.11.2015	01.11.2015
Nordrhein-Westfalen	Dinslaken	Niveau 3	01.07.2011	01.07.2011	01.10.2012
Baden-Württemberg	Ditzingen	Niveau 3	02.12.2013	02.12.2013	02.12.2013
Nordrhein-Westfalen	Dortmund	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Nordrhein-Westfalen	Duisburg	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Nordrhein-Westfalen	Düsseldorf	Niveau 3	15.02.2009	01.03.2011	01.07.2014
Thüringen	Erfurt	Niveau 3	01.10.2012	01.10.2012	01.10.2012
Nordrhein-Westfalen	Eschweiler	Niveau 3	01.06.2016	01.06.2016	01.06.2016
Nordrhein-Westfalen	Essen	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Hessen	Frankfurt a.M.	Niveau 3	01.10.2008	01.01.2010	01.01.2012
Baden-Württemberg	Freiberg	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013
Baden-Württemberg	Freiburg	Niveau 3	01.01.2010	01.01.2012	01.01.2013
Nordrhein-Westfalen	Gelsenkirchen	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Baden-Württemberg	Gerlingen	Niveau 3	02.12.2013	02.12.2013	02.12.2013
Nordrhein-Westfalen	Gladbeck	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Nordrhein-Westfalen	Hagen	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Sachsen-Anhalt	Halle (Saale)	Niveau 3	01.09.2011	01.09.2011	01.01.2013
Niedersachsen	Hannover	Niveau 3	01.01.2008	01.01.2009	01.01.2010
Baden-Württemberg	Hardthof	Niveau 3	02.12.2013	02.12.2013	02.12.2013
Baden-Württemberg	Heidelberg	Niveau 3	01.01.2010	01.01.2012	01.01.2013
Baden-Württemberg	Heidenheim	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2012	01.01.2013
Baden-Württemberg	Heilbronn	Niveau 3	01.01.2009	01.01.2012	01.01.2013
Baden-Württemberg	Hemmingen	Niveau 3	02.12.2013	02.12.2013	02.12.2013
Nordrhein-Westfalen	Herne	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Baden-Württemberg	Herrenberg	Niveau 3	01.01.2009	01.01.2012	01.01.2013
Nordrhein-Westfalen	Herten	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Baden-Württemberg	Ilfsfeld	Niveau 3	01.03.2008	01.01.2012	01.01.2013
Baden-Württemberg	Ingersheim	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013
Baden-Württemberg	Karlsruhe	Niveau 3	01.01.2009	01.01.2012	01.01.2013
Nordrhein-Westfalen	Köln	Niveau 3	01.01.2008	01.01.2013	01.07.2014
Baden-Württemberg	Kornthal-Münchingen	Niveau 3	02.12.2013	02.12.2013	02.12.2013
Baden-Württemberg	Kornwestheim	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013
Nordrhein-Westfalen	Krefeld	Niveau 3	01.01.2011	01.01.2011	01.07.2012
Nordrhein-Westfalen	Langenfeld	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.07.2014
Sachsen	Leipzig	Niveau 3	01.03.2011	01.03.2011	01.03.2011
Baden-Württemberg	Leonberg	Niveau 3	02.12.2013	02.12.2013	02.12.2013
Hessen	Limburg an der Lahn	Niveau 3	31.01.2018	31.01.2018	31.01.2018
Baden-Württemberg	Ludwigsburg	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013
Sachsen-Anhalt	Magdeburg	Niveau 3	01.09.2011	01.09.2011	01.01.2013
Rheinland-Pfalz	Mainz	Niveau 3	01.02.2013	01.02.2013	01.02.2013
Baden-Württemberg	Mannheim	Niveau 3	01.03.2008	01.01.2012	01.01.2013
Hessen	Marburg	Niveau 3	01.04.2016	01.04.2016	01.04.2016
Baden-Württemberg	Markgröningen	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013
Baden-Württemberg	Möglingen	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013

¹⁹³ Cette colonne indique les niveaux de mise en œuvre de l'Umweltzone. Le niveau 3 correspond à la mise en œuvre d'un niveau d'émission minimum requis de groupe 4 (vignette verte), le niveau 2, à un groupe d'émission requis de groupe 3 minimum (vignette jaune). Plus aucune LEZ allemande n'autorise la vignette rouge (niveau 1) et seule une LEZ autorise encore la vignette jaune (niveau 2).



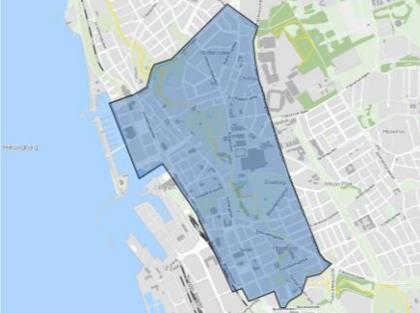
Etat/Land	Lieu	Statut En sept. 2017 ¹⁹⁴	Niveau 1 Vignette rouge, jaune ou verte	Niveau 2 Vignette jaune ou verte	Niveau 3 Vignette verte
Nordrhein-Westfalen	Mönchengladbach	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.07.2014
Baden-Württemberg	Mühlacker	Niveau 3	01.01.2009	01.01.2012	01.01.2013
Nordrhein-Westfalen	Mülheim	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Bayern	München	Niveau 3	01.10.2008	01.10.2010	01.10.2012
Nordrhein-Westfalen	Münster	Niveau 3	01.01.2010	01.01.2010	01.01.2015
Nordrhein-Westfalen	Neuss	Niveau 3	15.02.2010	01.03.2011	01.07.2014
Bayern	Neu-Ulm	Niveau 2	01.11.2009	05.11.2012	-
Nordrhein-Westfalen	Oberhausen	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Hessen	Offenbach	Niveau 3	01.01.2015	01.01.2015	01.01.2015
Niedersachsen	Osnabrück	Niveau 3	04.01.2010	03.01.2011	03.01.2012
Nordrhein-Westfalen	Overath	Niveau 3	01.10.2017	01.10.2017	01.10.2017
Baden-Württemberg	Pfintztal	Niveau 3	01.01.2010	01.01.2012	01.01.2013
Baden-Württemberg	Pforzheim	Niveau 3	01.01.2009	01.01.2012	01.01.2013
Baden-Württemberg	Pleidelsheim	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013
Nordrhein-Westfalen	Recklinghausen	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2013	01.07.2014
Bayern	Regensburg	Niveau 3	15.01.2018	15.01.2018	15.01.2018
Nordrhein-Westfalen	Remscheid	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.07.2014
Baden-Württemberg	Remseck am Neckar	Niveau 3	01.01.2017	01.01.2017	01.01.2017
Baden-Württemberg	Reutlingen	Niveau 3	01.03.2008	01.01.2012	01.01.2013
Baden-Württemberg	Schönbühlhof	Niveau 3	02.12.2013	02.12.2013	02.12.2013
Baden-Württemberg	Schramberg	Niveau 3	01.07.2013	01.07.2013	01.01.2015
Baden-Württemberg	Schwäbisch Gmünd	Niveau 3	01.03.2008	01.01.2012	01.01.2013
Baden-Württemberg	Schwieberdingen	Niveau 3	02.12.2013	02.12.2013	02.12.2013
Nordrhein-Westfalen	Siegen	Niveau 3	01.01.2015	01.01.2015	01.01.2015
Baden-Württemberg	Stuttgart	Niveau 3	01.03.2008	01.07.2010	01.01.2012
Baden-Württemberg	Tamm	Niveau 3	01.01.2013	01.01.2013	01.01.2013
Baden-Württemberg	Tübingen	Niveau 3	01.03.2008	01.01.2012	01.01.2013
Baden-Württemberg	Ulm	Niveau 3	01.01.2009	01.01.2012	01.01.2013
Baden-Württemberg	Urbach	Niveau 3	01.01.2012	01.01.2012	01.01.2013
Baden-Württemberg	Wendlingen	Niveau 3	02.04.2013	02.04.2013	02.04.2013
Hessen	Wiesbaden	Niveau 3	01.02.2013	01.02.2013	01.02.2013
Nordrhein-Westfalen	Wuppertal	Niveau 3	15.02.2009	01.03.2011	01.07.2014

Récapitulatif des LEZ en Allemagne

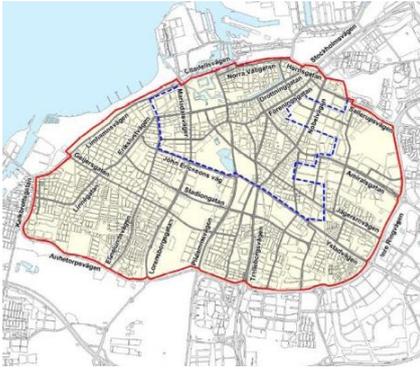
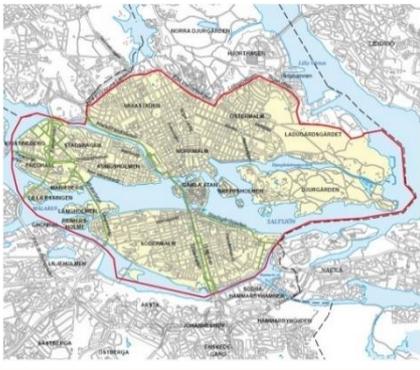
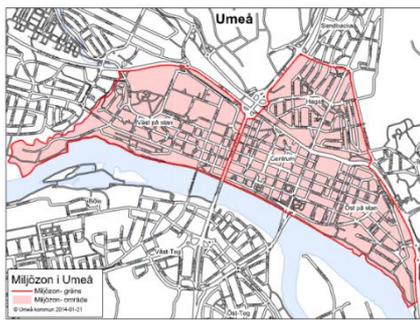
Source des données : <http://gis.uba.de/> consulté en avril 2020

¹⁹⁴ Cette colonne indique les niveaux de mise en œuvre de l'Umweltzone. Le niveau 3 correspond à la mise en œuvre d'un niveau d'émission minimum requis de groupe 4 (vignette verte), le niveau 2, à un groupe d'émission requis de groupe 3 minimum (vignette jaune). Plus aucune LEZ allemande n'autorise la vignette rouge (niveau 1) et seule une LEZ autorise encore la vignette jaune (niveau 2).

Annexe 6 : Evolutions des périmètres des LEZ en Suède

Ville	Cartographie	Superficie d'origine	Superficie en Mars 2015
Göteborg		~ 15 km ² 01/07/1996	~ 25 km ² 01/04/2007
Möln dal		~ 16,8 km ² 01/07/2010	Inchangée
Helsingborg		~ 1,8 km ² 01/01/2008	Inchangée
Lund		~ 3,6 km ² 01/01/1999	Inchangée



Ville	Cartographie	Superficie d'origine	Superficie en Mars 2015
Malmö		~ 8,4 km ² 01/07/1996	~ 30,2 km ² 01/09/2007
Stockholm		~ 32,1 km ² 01/07/1996	Inchangée
Umeå		~ 3,7 km ² 01/04/2014	Inchangée
Uppsala		~ 1,8 km ² 01/01/2013	Inchangée



Annexe 7 : Dérogations pour la ZFE de Paris

Dans le cadre de la mise en œuvre de la ZFE à Paris, plusieurs dérogations peuvent être accordées, avec des temporalités différentes, et sont précisées dans les articles 2,3 et 4 de l'arrêté n°2017 P 0007 du 14 janvier 2017, publié au Bulletin municipal officiel de la ville de Paris le 20 janvier 2017.

La ZFE ne s'applique pas sur la totalité de la durée de l'arrêté (5 ans) aux véhicules suivants :

- véhicules d'intérêt général prioritaire tels que définis au 6.5 de l'article R. 311- 1 susvisé,
- véhicules d'intérêt général bénéficiant de facilités de passage tels que définis au 6.6 de l'article R. 311-1 susvisé,
- véhicules du Ministère de la Défense.
- véhicules portant une carte de stationnement pour personnes handicapées prévue par l'article L. 241-3 ou L. 241-3-2 du Code de l'action sociale et des familles,
- véhicules de transport en commun de personnes à faibles émissions au sens de l'article L. 224-8 du Code de l'environnement.

La ZFE ne s'applique pas sur une durée de 3 ans à compter du 1^{er} juillet 2017 aux véhicules suivants :

- véhicules affectés aux associations agréées de sécurité civile, dans le cadre de leurs missions,
- véhicules des professionnels effectuant des opérations de déménagement munis d'une autorisation délivrée par l'autorité compétente,
- véhicules d'approvisionnement des marchés parisiens, munis d'une habilitation délivrée par la Mairie de Paris, pour l'approvisionnement de ceux-ci,
- véhicules frigorifiques dont le certificat d'immatriculation porte la mention FG TD,
- véhicules citernes dont le certificat d'immatriculation porte les mentions CIT ou CARB,
- véhicules spécialisés non affectés au transport de marchandises tel que définis à l'annexe 5 de l'arrêté du 9 février 2009 susvisé, portant la mention VASP sur le certificat d'immatriculation ou VTSU sur la carte grise, à l'exception des autocaravanes,
- convois exceptionnels (cf. article R. 433-1 du Code de la route) munis d'une autorisation préfectorale,
- véhicules dont le certificat d'immatriculation porte la mention « collection »,
- véhicules de plus de 30 ans d'âge, utilisés dans le cadre d'une activité commerciale à caractère touristique, sous réserve de l'obtention d'une dérogation individuelle.

Enfin, des dérogations individuelles à caractère temporaire peuvent également être délivrées aux véhicules suivants :

- véhicules utilisés dans le cadre d'événements ou de manifestations de voie publique de type festif, économique, sportif ou culturel, faisant l'objet d'une autorisation d'utilisation du domaine public, à l'exclusion des véhicules personnels des organisateurs et des participants,
- véhicules affectés à un service public, dans le cadre d'interventions ponctuelles,
- véhicules utilisés dans le cadre de tournages faisant l'objet d'une autorisation,
- véhicules de plus de 30 ans d'âge utilisés dans le cadre d'une activité commerciale à caractère touristique.

Annexe 8 : Exemples de LEZ ailleurs dans le monde

Tokyo (Japon)

La ville de Tokyo souffrait depuis les années 1970 d'une très forte pollution aux particules fines, notamment dues aux véhicules diesel en circulation dans la zone métropolitaine. En décembre 2000, le Gouvernement Métropolitain de Tokyo (TMG) a adopté une ordonnance sur la défense de l'environnement, intégrant un règlement sur la mise en place de restrictions de circulation pour les véhicules diesel les plus polluants sur la zone métropolitaine.

Le principe de cette restriction est l'obligation d'équiper les véhicules diesel d'un système de filtres à particules en retrofit afin d'atteindre une limite d'émission en particules, contrôlée par les constructeurs et validée par une vignette de conformité. Cette obligation s'applique aux poids lourds de transport de marchandise ou de passagers, ainsi qu'à des véhicules spécifiques tels que les camions de collecte des ordures ménagères, les véhicules réfrigérés, etc. Les véhicules particuliers ne sont pas concernés par ces restrictions¹⁹⁵.



Vignette pour véhicule équipé d'un dispositif de réduction des émissions de PM

Source : <https://www.pref.saitama.lg.jp/a0504/jourei-jidousha/seikan-gaiyou.html>

Initialement, sept collectivités situées dans l'agglomération de Tokyo ont adopté ce dispositif : ville de Tokyo, préfecture de Saitama, préfecture de Chiba, préfecture de Kanagawa, ville de Chiba, ville de Yokohama, ville de Kawasaki. La ville de Saitama s'est jointe au dispositif en 2003. Le dispositif est entré en vigueur en octobre 2003, puis a été renforcé en 2005, en abaissant la limite d'émission en particules de 0,18 g/kWh à 0,027 g/kWh.

Le dispositif a touché environ 420000 PL diesel enregistrés à Tokyo en 2000 ainsi que les véhicules enregistrés ailleurs traversant la zone. Le contrôle des véhicules est réalisé manuellement par la police, et automatiquement par les caméras de surveillance de la circulation¹⁹⁵.

Les contrevenants à cette régulation, reçoivent une injonction à équiper leur véhicule d'un dispositif de réduction des émissions. Si cela n'est pas fait, le propriétaire reçoit une amende de 500 000 JPY (environ 3 700 EUR) et son nom est rendu public.

Cette politique a été complétée par un programme lancé en 2001 pour réduire la teneur en soufre du carburant proposé dans la région. A partir de subvention des industriels distribuant du carburant faiblement soufré, les teneurs moyennes ont été largement diminuées.

Du fait de ces dispositifs, entre 2002 et 2004, les émissions de PM à Tokyo auraient diminué de 49 %¹⁹⁶.

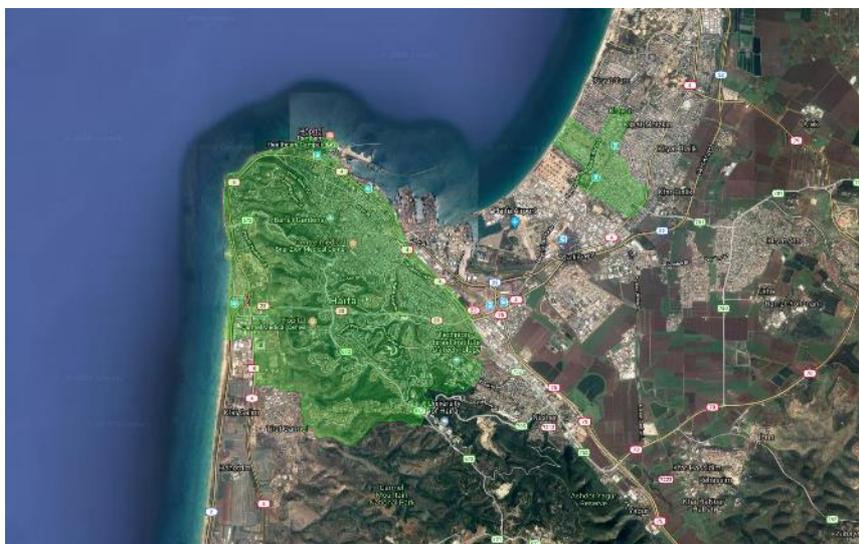
¹⁹⁵ <http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/en/automobile/diesel.html>

¹⁹⁶ Michael P. Walsh, Tokyo's Diesel Policy: Impacts and Lessons Learned, ICCT, 2011.



Haïfa (Israël)

Le 22 novembre 2017, le ministère israélien de l'Environnement a annoncé que la ville d'Haïfa serait la première ville d'Israël à établir une Low Emission Zone.



Délimitation de la LEZ de Haïfa (en vert sur la carte)

Source : Google Maps

Depuis le 1^{er} février 2018, il est interdit aux véhicules diesel de plus de 3,5 tonnes de circuler et de stationner dans la LEZ, à moins d'être équipés d'un filtre à particules (FAP). Depuis le 1^{er} janvier 2019, les restrictions s'appliquent également à certaines catégories de véhicules diesel pesant moins de 3,5 tonnes (taxis et véhicules utilitaires légers) qui ne répondent pas à la norme Euro 4 ou supérieure, à moins de posséder un FAP.

Sur un site internet dédié (<http://avirnaki.yefenof.co.il>, disponible uniquement en hébreu et en arabe), il est précisé la localisation des différents garages israéliens certifiés par le Ministère de l'Environnement pour l'installation de FAP, ainsi que les garages pour lesquels une subvention est possible (allant jusqu'à 13 500 NIS pour les bus, soit environ 3 190 EUR¹⁹⁷). L'amende pour non-respect des conditions d'accès dans la LEZ s'élève à 500 ILS (environ 118 EUR) pour les particuliers et 1 000 ILS (environ 236 EUR) pour les entreprises.



Capture d'écran du site internet dédié à la LEZ de Haïfa

Traduction : A compter de janvier 2019, les véhicules diesel entreront à Haïfa uniquement avec un filtre à particules

Source : <http://avirnaki.yefenof.co.il/>

¹⁹⁷ Taux de change pris égal à 4,2 ILS pour 1 EUR (moyenne représentative de l'évolution du taux de change entre nov. 2017 et nov. 2018).

Une étude publiée en juillet 2020 dans la revue *Atmospheric Environment*¹⁹⁸ a été menée par des chercheurs israéliens qui ont analysé l'impact sur la qualité de l'air locale de la première année de fonctionnement de la LEZ d'Haïfa (février 2018 – janvier 2019) en comparaison de l'année précédente (février 2017 – janvier 2018). L'étude indique que des réductions statistiquement significatives des concentrations black carbon (10,6 %) et de NO_x (12,9 %) ont été observées au niveau d'une station de surveillance située à l'intérieure de la LEZ. Il est également observé une diminution d'environ 9 % de la part de black carbon dans les particules ultrafines (PM₁). Les auteurs concluent que la LEZ a eu un impact positif sur la qualité de l'air dès sa première année de mise en œuvre mais qu'il est nécessaire de poursuivre l'analyse ex-post afin de déterminer sans équivoque que les diminutions sont liées à l'impact de la LEZ sur le trafic routier. Les chercheurs précisent aussi que les résultats observés ici indiquent, en comparaison avec les villes européennes où une LEZ a été mise en place et les impacts mesurés, une diminution en NO_x plus importante et une diminution en BC moins importante mais qu'il ne semble pas pertinent d'effectuer une comparaison (modalités de restrictions variées, parcs de véhicules différents, caractéristiques urbaines hétérogènes, sources d'émissions notamment particulières très différentes entre les principales villes européennes et celles d'Israël).

Mexico (Mexique)

En 1984, la « Journée sans voiture », une initiative citoyenne basée sur le volontariat, est créée. En 1986, un organisme de surveillance de la qualité de l'air est créé : 15 stations réparties dans le district de Mexico mesurent différents polluants atmosphériques (CO, NO_x, SO₂, O₃)¹⁹⁹. Durant la fin des années 1980, de nombreux records des teneurs en ozone dans la ville de Mexico sont enregistrés. En conséquence, en novembre 1989 le plan Hoy No Circula (HNC) est lancé par les autorités de l'Etat de Mexico et la municipalité. Il impose de façon permanente – et toute l'année dès 1990 – une interdiction de rouler un jour par semaine (de 5h00 à 22h00), selon le numéro de la plaque d'immatriculation des véhicules (sur la base du dernier chiffre de la plaque d'immatriculation). Des programmes similaires, dans un objectif premier de réduction de la congestion, ont été mis en place à Athènes (1982), Bogota (1998), Santiago (1986) ou encore à São Paulo (1997) et à Pékin (2008)²⁰⁰. Les transports publics et collectifs sur route (bus, minibus) sont intégrés au programme HNC, tandis que les véhicules roulant au GPL ou au gaz naturel en sont exemptés. Tous les types de véhicules sont concernés (véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers, poids lourds) sauf les motocyclettes. En 2008, une restriction supplémentaire est introduite avec l'interdiction de circuler un samedi par mois, toujours selon la plaque d'immatriculation.

Une étude de 2008 analyse l'effet de la politique de la ville de Mexico via son programme HNC sur la qualité de l'air (données 1986-2005). Les effets sur la qualité de l'air observés sont négligeables car les niveaux de pollution n'ont pas baissé lors des jours de la semaine, et la pollution a de plus augmenté le week-end et en semaine la nuit, c'est à dire lorsque le programme HNC n'est pas en vigueur. Cette inefficacité du programme est due à une réponse comportementale : la plupart des conducteurs de Mexico ont choisi de contourner la restriction de circulation en achetant un deuxième véhicule, avec une plaque d'immatriculation différente de leur première. L'achat de ce second véhicule est souvent un véhicule peu cher, donc généralement ancien et très polluant. Les conducteurs n'ayant pas de second véhicule prenaient également plus de taxis, or les taxis étaient parmi les voitures les plus polluantes au Mexique lorsque le HNC a été promulgué²⁰¹. Cette même étude estime que le HNC est une solution à coût social élevé (entre 200 et 250 millions d'euros²⁰² par an pour le remplacement des véhicules) compte tenu de son effet négligeable sur la qualité de l'air qui ne permet pas d'évaluer de bénéfices liés à la réduction des coûts de santé. A titre d'exemple, le seuil de 100 µg/m³ d'ozone en moyenne sur 8 h fixé par l'OMS, a été dépassé pendant 92 % de la période de 1986 à 2005.

Les résultats du HNC semblent contre-productifs, celui-ci a été récemment modifié pour inclure un programme de surveillance d'échappement (« Verificación »). Sur chaque voiture est apposé un autocollant indiquant sa « classe d'émission ». Les véhicules hybrides et électriques sont exemptés des restrictions de HNC. De même, certains véhicules, comme les véhicules particuliers à moteur essence datant de 2014 ou plus récents, et les poids lourds (>3,8 t) à moteur diesel à minima Euro V ou EPA

¹⁹⁸ Tartakovsky, D. et al (2020). Air quality impacts of the low emission zone policy in Haifa. *Atmospheric Environment*, volume 232, July 2020.

¹⁹⁹ Levinson, A., Shetty, S., 1992. Efficient Environmental Regulations, Case studies of urban air pollution: Los Angeles, Mexico City, Cubatao and Ankara, Policy Research Working Paper, WPS 942, World development report. Washington DC, World Bank.

²⁰⁰ Wolff, H., 2014. Keep Your Clunker in the Suburb: Low Emission Zones and Adoption of Green Vehicles. *The Economic Journal* 124(578), F481–F512.

²⁰¹ Davis, L., 2008. The Effect of Driving Restrictions on Air Quality in Mexico City. *Journal of Political Economy* 116(1), 38-81.

²⁰² Moyenne représentative de l'évolution du taux de change euros/dollars entre 2007 et 2015)

2010 sont exemptés de la circulation alternée durant 2 ans à partir de la date d'achat du véhicule. Il s'agit de la première modification du programme HNC créant une incitation à la population et aux entreprises d'adopter des technologies plus propres pour circuler en ville²⁰³.

A partir de juillet 2014, l'interdiction de circuler passe à deux samedis par mois pour les véhicules les plus anciens (9 à 15 ans) et à tous les samedis pour les véhicules de plus de 15 ans. Les véhicules issus des Etats mexicains voisins sont également soumis aux règles du HNC. Elle concerne 560 000 véhicules. Depuis le 9 juillet 2018, le nouveau programme Hoy No Circula 2018 prévoit l'attribution d'autocollant en fonction des niveaux d'émission du véhicule et non de l'âge. Le contrôle du véhicule doit être effectué périodiquement sur les véhicules pour définir leur niveau d'émission et d'assigner ou de réaffecter l'autocollant correspondant, afin de figurer dans une catégorie du programme HNC. Le coût de la « vérification » est de 497 MXN (soit environ 22 EUR) dans des centres agréés pour réaliser les mesures. Elles prennent en compte les émissions de monoxyde de carbone (CO), oxygène (O₂), hydrocarbures (HC) et les oxydes d'azote (NO_x). En fonction des valeurs seuils, différents autocollants peuvent être remis (00, 0, 1 ou 2). L'autocollant « exempté » concerne les véhicules électriques et hybrides : les propriétaires n'ont pas besoin d'effectuer les mesures. En cas de non-respect du programme, l'amende est de 1934 à 2018 MXN en fonction de la localisation de l'infraction (soit d'environ 85 à 89 EUR).

Pékin (Chine)

La première LEZ de Chine a été mise en place à Pékin le 21 septembre 2017²⁰⁴. Cette LEZ fait partie d'un package de mesures que WRI (World Resource Institute) China, en partenariat avec le gouvernement chinois et aussi avec les administrations locales de Pékin comme la Commission Municipale des Transports ou le Bureau de la Protection de l'Environnement, défend dans le cadre d'un projet démarré en 2014 « Beijing Low Emission Zone/Congestion Charging (CC) ». Une politique de tarification d'une zone de congestion est quant à elle toujours à l'étude. D'autres villes de Chine comme Shanghai ou Shenzhen seraient intéressées par une politique de mobilité combinée LEZ/CC.

La première phase de la LEZ pékinoise entre le 21 septembre 2017 et le 20 septembre 2019 repose sur les conditions d'accès suivantes :

- Les poids lourds non-locaux ne respectant pas le standard national CHINE III (qui repose sur le standard EURO III) ne sont pas autorisés à rentrer dans la ville à partir du 6^{ème} périphérique de façon permanente et à partir du 5^{ème} périphérique de 6h00 à 23h00.
- Les poids lourds non-locaux ne respectant pas le standard national CHINE IV (qui repose sur le standard EURO IV) ne sont pas autorisés à rentrer dans la ville à partir du 6^{ème} périphérique de 6h00 à minuit.

A partir du 21 septembre 2019, la restriction de circulation pour les poids lourds CHINE III s'est étendue aux poids lourds résidents²⁰⁵.

Le transport routier est responsable de 31 % des émissions totales de PM_{2.5} et 50 % des émissions totales de NO_x à Pékin. Les poids lourds, qui concerne moins de 10 % de la flotte totale des véhicules, contribue pourtant à plus de 50 % des émissions totales du transport routier à Pékin (Xinhua News Agency, 2017). Du point de vue des émissions, il a été estimé que la LEZ conduirait en 2020 à une réduction annuelle de 31 % des émissions de PM, 25 % des émissions de NO_x, 27 % des émissions de HC, 28 % des émissions de CO et 9 % des émissions de CO₂.

En ce qui concerne la santé publique à court terme, le nombre de patients seraient réduit en moyenne de 514 chaque année et le nombre de vies sauvées de 43 par an (pour une population pékinoise s'élevant à environ 21,7 millions d'habitants). Les bénéfices économiques apportés par la LEZ sont évalués à 270 millions de yuan chinois par an (soit environ 34,5 millions d'euros)²⁰⁴.

²⁰³ Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal de Mexico (Ministère de l'Environnement du District fédéral de Mexico) : <https://www.sedema.cdmx.gob.mx>

²⁰⁴ WRI China, 2018. Fewer Emissions, Better Life. Beijing Low Emission Zone Final Report. May 2018.

²⁰⁵ WRI China, 2018. Fewer Emissions, Better Life. Beijing Low Emission Zone Final Report - Appendices. May 2018.

Annexe 9 : COVID-19 et LEZ

La pandémie de COVID-19 a incité les collectivités à mettre en œuvre un certain nombre de mesures politiques et sanitaires qui ont entraîné ponctuellement (souvent pendant la phase dite de confinement) un impact direct sur les modalités de restriction des Low Emission Zones en Europe :

- Londres : suite à la demande du maire de la ville, TfL a suspendu l'ensemble des systèmes de tarification des usagers de la route (péage urbain, taxe et amende des LEZ et ULEZ) entre le 23 mars et le 18 mai 2020. Par ailleurs le maire de Londres a également demandé à TfL de retarder d'au moins quatre mois l'application des nouvelles restrictions de la LEZ londonienne pour les véhicules lourds. L'organisme de transports indique que les règles de restriction entreront bien en vigueur à partir du 26 octobre 2020 mais que les amendes ne seront appliquées qu'à partir de fin février/début mars 2021.
- Bruxelles : les amendes sont temporairement suspendues à partir du 19 mars 2020 mais Bruxelles Environnement précise que les propriétaires des véhicules normalement interdits de circulation pourront toujours recevoir un courrier d'avertissement. Les infractions seront de nouveau sanctionnées d'une amende à partir du premier jour du mois qui suit la fin des mesures de confinement mises en place par l'Autorité fédérale.
- Anvers : les conducteurs qui doivent effectuer un déplacement essentiel avec un véhicule non autorisé peuvent toujours entrer temporairement dans la LEZ sans être condamnés à une amende. Ce règlement provisoire s'est appliqué à tous les véhicules non autorisés entrant dans la zone entre le 14 mars et le 11 mai 2020.
- Gand : entre le 18 mars et le 17 mai 2020, les personnes qui conduisent un véhicule non autorisé à circuler dans la LEZ ont reçu des lettres d'avertissement au lieu d'une amende. A partir du 18 mai, les conducteurs en infraction reçoivent de nouveau une amende.
- Milan : les autorités municipales ont indiqué que les zones de restrictions Area B et Area C sont suspendues du 12 mars au 31 mai 2020 inclus.
- Barcelone : l'entrée en vigueur du régime de sanctions prévu à partir du 1^{er} avril 2020 est reportée au mois suivant la fin de l'état d'urgence en Espagne (décrété le 15 mars 2020 par le président du gouvernement).

La crise sanitaire a également eu un impact sur les projets de créations de LEZ.

- En Angleterre, les conseils municipaux de Birmingham et de Leeds ont décidé de repousser l'entrée en vigueur de leur Clean Air Zone (CAZ) à l'horizon 2021. La consultation publique sur son projet de CAZ a également été suspendue par le Grand Manchester. La ville de Bath devait lancer sa CAZ en novembre 2020 : elle précise sur son site internet que le conseil municipal a adopté le 4 novembre comme date de lancement cependant les directives du gouvernement leur impose de ne pas faire entrer en vigueur cette mesure avant janvier 2021 : la ville attend donc la nouvelle date recommandée par le gouvernement.
- En Ecosse, l'entrée en vigueur des LEZ d'Edimbourg, Aberdeen et Dundee qui devait se faire durant l'année 2020 a été suspendue par le gouvernement suite à une déclaration du secrétaire d'état chargé des transports et infrastructures.

Index des tableaux et figures

Tableaux

Tableau 1 : Pays européens mettant en œuvre des LEZ (évolution entre 2011 et 2020).....	9
Tableau 2 : LEZ en projet (avril 2020)	11
Tableau 3: Type de véhicules concernés selon la CAZ.....	14
Tableau 4 : Critères d'émissions à respecter selon les véhicules dans les CAZ	14
Tableau 5 : Synthèse des caractéristiques des LEZ en Europe (avril 2020)	19
Tableau 6 : Normes Euro minimales pour l'obtention de la vignette bleue en projet	25
Tableau 7 : Evolution des critères de la LEZ de Londres	32
Tableau 8 : Caractéristiques de l'Area C à Milan.....	52
Tableau 9 : Restrictions de circulation pour les VP et VUL de l'Area B de Milan.....	53
Tableau 10 : Superficie de quelques LEZ en Suède	62
Tableau 11: Niveau de restriction selon le type de LEZ en Suède	63
Tableau 12 : Nombre d'amendes émises pour non-respect de la LEZ de Berlin en 2016 et 2017	69
Tableau 13 : Montant de la redevance quotidienne à Londres.....	71
Tableau 14 : Bilan financier entre avril 2016 et mars 2017 pour le péage urbain et la LEZ de Londres.....	71
Tableau 15 : Evolution du nombre et de la proportion de véhicules conformes uniques détectés dans la zone pendant les heures CC entre février 2017 et septembre 2019	73
Tableau 16 : Comparaison des véhicules quotidiens moyens uniques pour septembre 2019 pour les heures CC et les données 24 heures	73
Tableau 17 : Coûts moyens de mise en place des LEZ pour 8 collectivités locales néerlandaises.....	86
Tableau 18 : Détail des coûts moyens de 7 LEZ néerlandaises	87
Tableau 19 : Amendes, dérogations payantes et allocations des recettes des LEZ en Europe	91
Tableau 20 : Synthèse des effets modélisés et mesurés des LEZ sur la qualité de l'air (études ex-post).....	94
Tableau 21 : Estimation des bénéfices de la LEZ de Londres sur la qualité de l'air	95
Tableau 22 : Population exposée à des dépassements de la valeur limite en NO ₂ en 2020.....	95
Tableau 23 : Concentrations moyennes en NO ₂ modélisées avec et sans la LEZ à Copenhague et Aarhus en 2010, 2015 et 2020.....	96
Tableau 24 : Evolution des émissions/concentrations en 2020 et 2025 à Bruxelles avec/sans la LEZ	97
Tableau 25 : Evolution des émissions selon les différents scénarios	98
Tableau 26 : Population exposée aux dépassements de seuils selon les scénarios.....	99
Tableau 27 : Population exposée aux dépassements de seuils selon les scénarios	99
Tableau 28 : Evaluation de l'impact de l'ULEZ sur les émissions de NO ₂ et PM _{2.5} et CO ₂	103
Tableau 29 : Concentrations moyennes de NO ₂ par type de site de mesure à Londres de 2010 à 2019	106
Tableau 30 : Concentrations moyennes de NO ₂ pour un scénario avec et sans ULEZ de 2010 à 2019.....	107
Tableau 31 : Estimation des coûts de la LEZ de Londres	114
Tableau 32 : Estimation des coûts prévisionnels de la LEZ d'Anvers pour le gouvernement.....	115
Tableau 33 : Scénarios étudiés (périmètres, niveaux de restrictions et dates de mise en œuvre).....	116
Tableau 34 : Bénéfices sanitaires annuels attendus selon les scénarios étudiés.....	117
Tableau 35 : Evolution de la flotte de véhicules entre 1996 et 2007 à Stockholm et dans son comté.....	128



Figures

Figure 1 : Carte des 15 territoires engagés à déployer ou renforcer une ZFE d'ici fin 2020	12
Figure 2 : Zone envisagée pour la CAZ du grand Manchester	15
Figure 3 : LEZ à travers l'Europe (situation en avril 2020).....	16
Figure 4 : Exemples de différents panneaux d'entrée et sortie de LEZ à travers l'Europe	20
Figure 5 : Classification des véhicules.....	21
Figure 6 : Dérogations dans le Bade-Wurtemberg (reproduction d'une brochure rédigée en français).....	23
Figure 7 : Localisation des zones à faibles émissions en Allemagne	24
Figure 8 : Localisation des restrictions diesel à Stuttgart (Euro 5 à gauche et Euro 6 à droite).....	26
Figure 9 : Vignette noire « anti LEZ »	27
Figure 10 : Low Emission Zone de la Ruhr.....	28
Figure 11 : Conditions d'accès à la grande LEZ de la Ruhr.....	28
Figure 12 : Délimitation des LEZ régionales de Bade-Wurtemberg et de Stuttgart	29
Figure 13 : Délimitation de la LEZ de Berlin	30
Figure 14 : Délimitation de la LEZ de Londres.....	32
Figure 15 : Panneaux de circulation relatifs à la LEZ de Londres.....	32
Figure 16 : Délimitation de l'ULEZ de Londres (période 2019-2021).....	33
Figure 17 : Extension de la future ULEZ de Londres à partir du 25 octobre 2021	34
Figure 18 : Délimitation de la ZBE d'Anvers (environ 21 km ²).....	35
Figure 19 : Délimitation de la ZBE de la région de Bruxelles-Capitale (environ 158 km ²)	36
Figure 20 : Evolution des conditions d'accès dans la LEZ à Bruxelles	37
Figure 21 : Délimitation de la LEZ de Gand (environ 7,5 km ²).....	38
Figure 22 : Label environnemental de la DGT pouvant servir à la classification pour les ZBE	40
Figure 23 : ZBE de l'aire métropolitaine de Barcelone	41
Figure 24 : Périmètre de la ZFE de la ville de Paris	44
Figure 25 : Périmètre de la ZFE de la Métropole du Grand Paris au 19/12/2019.....	45
Figure 26 : Périmètre de la « ZCR marchandises » de la ville de Grenoble entre 2017 et 2019	46
Figure 27 : Evolution du périmètre de la ZFE de Grenoble Alpes Métropole depuis 2019	47
Figure 28 : Périmètre des nouvelles mesures « livraison » à Strasbourg.....	48
Figure 29 : Périmètre de la ZFE de la métropole du Grand Lyon	49
Figure 30 : Vignette de dérogation à caractère temporaire (ZFE Lyon).....	49
Figure 31 : Délimitation de l'Area C (en vert) et l'Area B (en rouge) de Milan	53
Figure 32 : Répartition du territoire régional de Lombardie pour la gestion de la qualité de l'air	54
Figure 33 : Communes de Lombardie par catégorie de restriction	55
Figure 34 : Délimitation de la LEZ de Bois-le-Duc	57
Figure 35 : Evolution de la superficie de la LEZ de Rotterdam.....	58
Figure 36 : Superficie de la LEZ à Amsterdam au 1 ^{er} janvier 2018	59
Figure 37 : Périmètre de la phase 1 et 2 de la ZER de Lisbonne	61
Figure 38 : Conditions d'accès aux zones à faibles émissions en Suède.....	62
Figure 39 : Evolution de la superficie des LEZ de Göteborg et Mölndal	63
Figure 40 : Localisation de la LEZ régionale de Styrie (en rouge) en Autriche	64
Figure 41 : Panneau indiquant l'entrée de l'Umweltzone et vignettes	67
Figure 42 : Panneaux de signalisation de la LEZ et ULEZ de Londres	70
Figure 43 : Evolution du taux de respect des conditions d'accès à la LEZ de Londres	72
Figure 44 : Vignettes servant à la classification des véhicules lourds en Autriche	73
Figure 45 : Nombre de véhicules belges en infraction de la LEZ par jour entre juillet et décembre 2018	75
Figure 46 : Vignettes permettant la circulation des véhicules lourds dans une LEZ danoise (entre 2006 et 2020).....	76
Figure 47 : Panneaux indiquant l'entrée/sortie des LEZ danoises.....	76
Figure 48 : Exemple de caméras ANPR installés à différents points de contrôle dans chaque LEZ.....	77
Figure 49 : ZBE de Madrid.....	78
Figure 50 : Classification Crit'Air pour les VP	79
Figure 51 : Exemple d'entrée dans une Zone à Faibles Emissions mobilité (ZFE-m)	79
Figure 52 : Délimitation de la ZTL de Bolzano / Point d'entrée de la ZTL au niveau de la Porte Via Piave	82
Figure 53 : Panneau d'indication Area B / Area C	82
Figure 54 : Panneau d'entrée de l'Area C (ZTL) de Milan avec caméra ANPR.....	83
Figure 55 : Panneaux d'entrée de LEZ pour les PL (gauche) et VP-VUL (droite) aux Pays-Bas.....	84
Figure 56 : Panneaux d'entrée des LEZ à compter du 1 ^{er} janvier 2020.....	84
Figure 57 : Panneau d'entrée de la LEZ de Lisbonne	88
Figure 58 : Panneau d'entrée de LEZ pour les PL à Göteborg.....	89
Figure 59 : Taux de conformité à la LEZ de Stockholm entre 1997 et 2007	89
Figure 60 : Panneaux indiquant l'entrée/sortie de la LEZ de Prague et vignettes associées	90
Figure 61 : Répartition du parc en fonction des scénarios d'applications de la ZCR intra-muros	98
Figure 62 : Effets estimés de la LEZ de Paris sur les facteurs d'émission moyens de NOx des véhicules particuliers (période chaude et hypothèses optimistes)	100
Figure 63 : : Logigramme général de calcul des émissions des transports dans le Grand Lyon	101



Figure 64 : Impact du scénario fil de l'eau 2021 par rapport à l'état de référence 2016 sur les concentrations de NO ₂	102
Figure 65 : Impact du scénario étudié ZFE 2021 par rapport au scénario tendanciel 2021 sur les concentrations de NO ₂	102
Figure 66 : Evaluation de l'impact des LEZ sur les concentrations en NO ₂ et PM ₁₀	104
Figure 67 : Tendances des concentrations en PM ₁₀ à Londres entre 2005 et 2010.....	105
Figure 68 : Tendances des concentrations en NO ₂ à Londres entre 2010 et 2019.....	106
Figure 69 : Tendances des concentrations en NO ₂ pour un scénario avec et sans ULEZ de 2010 à 2019.....	107
Figure 70 : Evolution des concentrations moyennes annuelles de PM ₁₀ entre 2002 et 2012.....	110
Figure 71 : Evolution des teneurs en NO ₂ et BC dans la LEZ de Berlin entre 2005 et 2010.....	110
Figure 72 : Stations de mesure utilisées pour évaluer l'impact de la LEZ de Lisbonne.....	112
Figure 73 : Périmètres de la ZFE (délimitée par l'A86) et la zone d'étude (délimitée par l'A104).....	116
Figure 74 : Décès annuels évitables chez les 30 ans et plus selon les différents scénarios.....	118
Figure 75 : Evaluation des coûts de la mise en conformité du parc pour le secteur de l'industrie.....	120
Figure 76 : Evaluation des coûts liés au choix de ne plus accéder à la LEZ.....	120
Figure 77 : Capture d'écran du site dédié à la future ZFE de la Métropole du Grand Paris.....	122
Figure 78 : Pourcentage de personnes en faveur de l'interdiction de circulation des véhicules les plus polluants toute l'année sur une partie de la ville (évolution entre 2014 et 2019).....	124
Figure 79 : Pourcentage de oui à l'extension Ecopass sur les votes valides par circonscription, en relation avec les lignes de métro et la zone concernée par la mesure.....	126
Figure 80 : Composition du parc dans 4 LEZ néerlandaises.....	128
Figure 81 : Composition du parc dans et hors de LEZ néerlandaises.....	129
Figure 82 : Variation de la part des véhicules diesel antérieurs à la norme Euro 3 entre 2016 et 2017.....	129
Figure 83 : Variation de la part des véhicules diesel antérieurs à la norme Euro 3 par rapport à l'année précédente (période 2011 – 2017).....	130
Figure 84 : Impact de la LEZ de Berlin sur le trafic routier.....	130
Figure 85 : Impact de la LEZ de Berlin sur la composition du parc.....	131
Figure 86 : Comparaison du parc de poids lourds articulés (>12 tonnes) avec/sans dispositif LEZ.....	131
Figure 87 : Comparaison du parc de poids lourds rigides (>12 tonnes) avec/sans dispositif LEZ.....	132
Figure 88 : Extraits de la brochure « LEZ – Immediate aid paper for municipalities ».....	134
Figure 89 : Extraits de différents documents de TfL informant sur la LEZ de Londres.....	135
Figure 90 : Communication des opposants à la future ULEZ de Londres.....	136
Figure 91 : Couverture des documents de TfL sur la future ULEZ de Londres.....	136
Figure 92 : Extraits de brochures d'information rédigées en français sur les LEZ.....	137
Figure 93 : Capture d'écran de l'application « Umweltzone (low emission zone) ».....	137
Figure 94 : Exemples de communication à Cologne.....	138
Figure 95 : Exemples de communication sur les aides financières dans le cadre de la ZFE à Paris.....	139
Figure 96 : Captures d'écran d'une vidéo résumant l'opération de communication menée à Paris en 2016.....	139
Figure 97 : Affiches relatives à la LEZ de Lisbonne.....	141
Figure 98 : Actions d'information et sensibilisation à Lisbonne pour la 3 ^{ème} phase de la LEZ.....	141
Figure 99 : Conférence de presse pour le lancement de la 3 ^{ème} phase de la LEZ de Lisbonne.....	141
Figure 100 : Communication sur la LEZ d'Anvers.....	142
Figure 101 : Communication sur la LEZ de Bruxelles.....	143
Figure 102 : Communication sur la future LEZ de Gand (capture d'écran du site internet dédié à la LEZ).....	143
Figure 103 : Communication de l'AMB sur la ZBE du Grand Barcelone.....	144

Sigles et acronymes

2RM	Catégorie de véhicules : Deux-Roues Motorisés
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AMB	Àrea metropolitana de Barcelona (Aire métropolitaine de Barcelone)
ANPR	Automatic number-plate recognition
ASP	Agent de surveillance de Paris
BC	Black Carbon
CO	Monoxyde de carbone
CO₂	Dioxyde de carbone
DUH	Deutsche UmweltHilfe (Agence Allemande de l'Environnement)
DRIEE	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie
DVLA	Driver and Vehicles Licensing Agency
EC	Elementary carbon / Carbone élémentaire
FAP	Filtre à particules
GNV	Gaz naturel pour véhicules
HNC	Hoy No Circula
ICCT	International Council on Clean Transportation
LEZ	Low Emission Zone
MTES	Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire
NO	Monoxyde d'azote
NO₂	Dioxyde d'azote
NO_x	Famille des oxydes d'azotes
O₃	Ozone
ORS	Observatoire Régional de Santé
PL	Catégorie de véhicules : Poids Lourds
PM	Particulate matter / Matière particulaire
PM₁₀	Particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10 µm
PM_{2,5}	Particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 2,5 µm
SMMT	Society of Motor Manufacturers and Traders
TECV	Loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte
TfL	Transport for London
TMG	Tokyo Metropolitan Government
UBA	Umweltbundesamt (Agence fédérale allemande de l'environnement)
UE	Union Européenne
ULEZ	Ultra-Low Emission Zone (Londres)
VOSA	Vehicle and Operator Services Agency
VP	Catégorie de véhicules : Voitures Particulières
VUL	Catégorie de véhicules : Véhicules Utilitaires Légers
ZAPA	Zones d'Actions Prioritaires pour l'Air (France)
ZBE	Zone à Basses Emissions (Belgique)
ZBE	Zonas de Bajas Emisiones (Espagne)
ZCR	Zone à Circulation Restreinte (France)
ZER	Zona de Emisiones Reduzidas (Espagne)
ZFE-m	Zone à Faibles Emissions mobilité (France)
ZTL	Zona a Traffico Limitato (Italie)



L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, alimentation, déchets, sols, etc., nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



ZONES A FAIBLES EMISSIONS (LOW EMISSION ZONES) A TRAVERS L'EUROPE

Face aux enjeux sanitaires liés à une mauvaise qualité de l'air et à la problématique du dépassement des valeurs limites réglementaires des concentrations en particules et en dioxyde d'azote, plusieurs pays européens ont mis en œuvre dans certaines de leurs villes des zones dont l'accès est interdit aux véhicules fortement émetteurs de particules et d'oxydes d'azote : les Low Emission Zones (LEZ) ou Zones à Faibles Emissions.

Le principe d'une zone à faibles émissions repose sur l'interdiction d'accès à une ville ou partie de ville pour les véhicules qui ne répondent pas à certaines normes d'émissions ou d'équipement (normes Euro et/ou présence d'un filtre à particules). En avril 2020, on en dénombrait 247 à travers 13 pays européens.

En France, le dispositif national est appelé « zone à faibles émissions mobilité », ZFE-m. Paris est la première ville française à l'avoir mis en œuvre. Les métropoles du Grand Paris, Grand Lyon et Grenoble Alpes ainsi que la ville de Strasbourg possèdent désormais un dispositif similaire ou assimilé. D'autres collectivités françaises étudient la faisabilité d'une mise en œuvre de ZFE-m sur leur territoire.

L'évaluation des impacts sur la qualité de l'air diffère d'une LEZ à une autre, notamment selon les conditions de restrictions de circulation et la superficie de la zone concernée, mais aussi de la méthodologie employée pour mener cette évaluation.

Selon les cas, des réductions significatives de concentrations en polluants dans l'air peuvent être observées, jusqu'à :

- 29 % de NO₂
- 23 % de PM₁₀
- 15 % de PM_{2.5}
- 52 % de black carbon (carbone suie)

Ce dispositif ne peut constituer à lui seul une solution aux problèmes de dépassements des valeurs limites réglementaires pour la qualité de l'air et doit s'inscrire dans le cadre de plans d'actions plus larges.

Le développement des LEZ paraît toutefois être un outil nécessaire à mettre à disposition des décideurs pour agir à court terme dans le sens du développement durable des villes et territoires urbanisés.

