

## Bilan sur les ZFE (Zones à Faibles Emissions) en Europe

### Retours d'expérience sur les méthodes d'évaluation et résultats en termes de qualité de l'air

Etienne de VANSSAY  
Directeur de Rincent Air



Source : Grenoble Alpes Métropole

Rapport réalisé et mis à jour par Rincent Air pour le compte de l'ADEME, disponible à l'adresse suivante :  
<https://www.ademe.fr/zones-a-faibles-emissions-low-emission-zones-lez-a-travers-leurope>

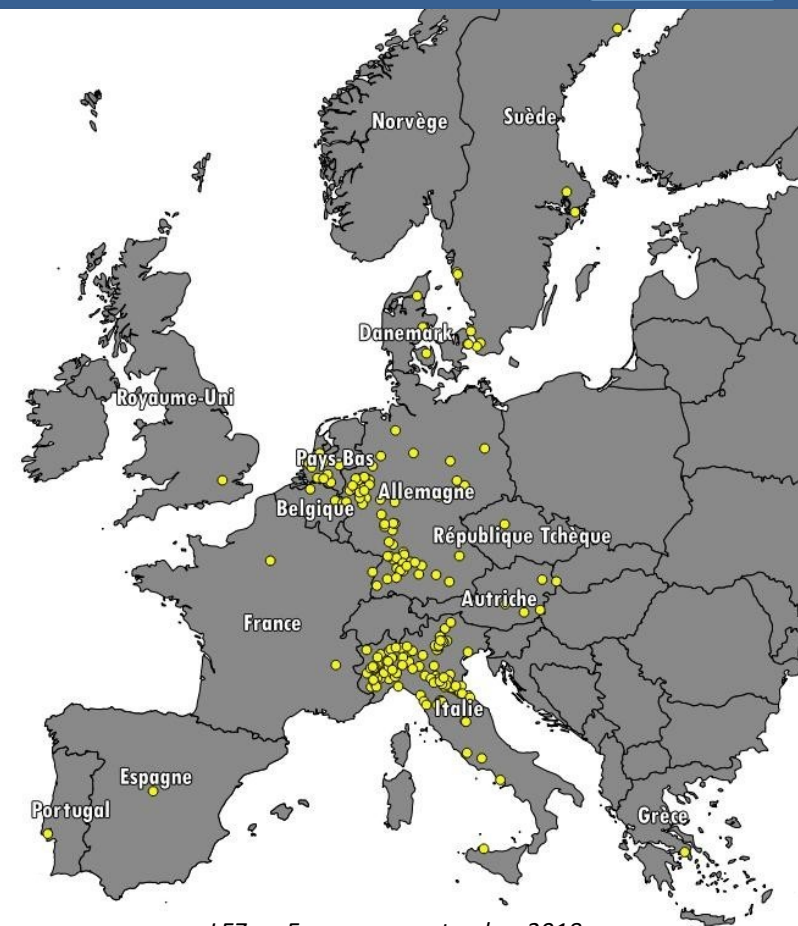
## Introduction

**Qu'est ce qu'une LEZ ?** Zone dont l'accès est interdit aux véhicules ne répondant pas à certains critères sur leurs émissions polluantes ou d'équipement

**Objectif principal :** réduire la pollution atmosphérique par le renouvellement du parc automobile et donc diminuer les émissions polluantes issues du transport routier

**Première LEZ européenne :** apparue en Suède en 1996

**Première LEZ en France :** 2015 à Paris (86 km<sup>2</sup>) soit environ 20 ans plus tard



LEZ en Europe en septembre 2018

Source : ADEME

## Introduction

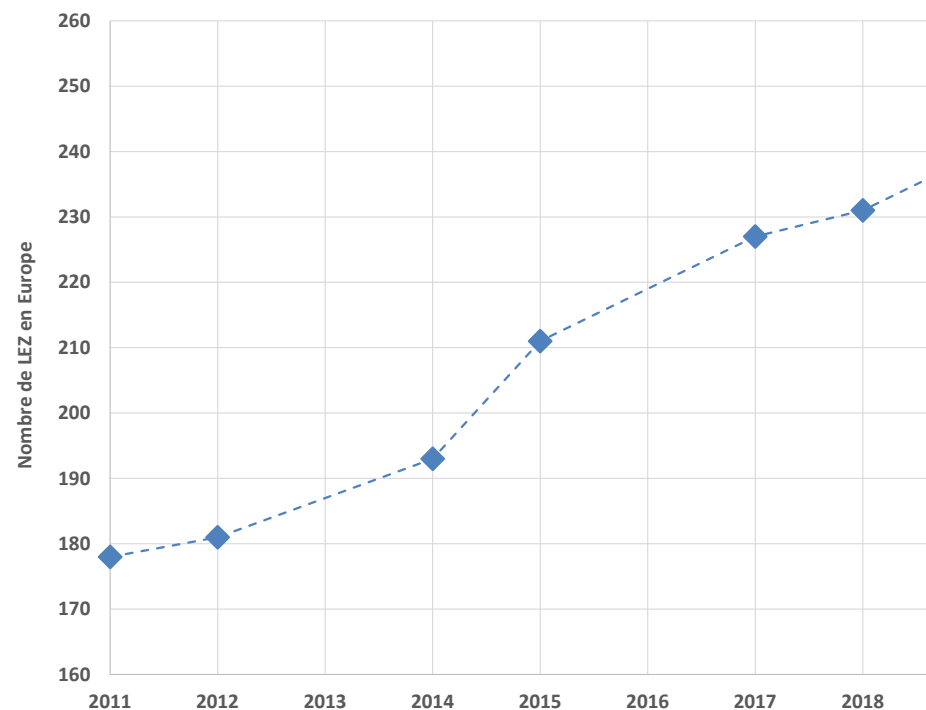
**Premier décompte en 2011 : 179 LEZ dans 8 pays européens**

**Dernier décompte en 2018 : 231 LEZ dans 13 pays européens**

**Evolution de la mesure en Europe : augmentation annuelle continue**

**Constats du benchmark des ZFE européennes :**

- Grande hétérogénéité dans la mise en œuvre de ce type de mesure à l'échelle européenne (superficie, restrictions, réglementation, moyens de contrôle, communication...)
- Impacts significatifs sur la qualité de l'air, le renouvellement du parc automobile, les aspects socio-économiques



Source : Rincent Air (données : ADEME)

## Zones à Faibles Emissions (ZFE) en Europe Impact sur la qualité de l'air



### Modalités des LEZ en Europe

#### Différence de superficie :

- Centre-ville (Strasbourg, 1 km<sup>2</sup>)
- Ville (Paris, 88 km<sup>2</sup>)
- Agglomération (Grenoble, 266 km<sup>2</sup>)

#### Différence de catégories de restrictions (2R, VP, VUL, PL) :

- Ensemble,
- Sous-ensemble
- Une seule catégorie

#### Différence d'évolution des restrictions :

- Aucune
- Annuelle...

Pays	Territoire concerné	Catégorie(s) de véhicules concernés*	Contrôle manuel aléatoire Vignette, document Véhicule en circulation et en stationnement	Contrôle manuel aléatoire Certificat d'immatriculation Véhicule en circulation	Contrôle automatique par caméra Plaque d'immatriculation Véhicule en circulation
Autriche	Styrie Burgenland Basse Autriche Vienne				
République Tchèque	Prague				
Danemark	Copenhague/Frederiksberg Aalborg, Aarhus, Odense				Projet de loi nationale en cours de consultation
Suède	8 villes (depuis 2020 mais aucune LEZ encore)				
Allemagne	58 LEZ (87 villes)			 LEZ diesel	
Italie	117 LEZ (676 villes)				
Pays-Bas	13 villes Amsterdam, Utrecht, Arnhem				
Angleterre	Londres (LEZ + ULEZ)				
Grèce	Athènes				
Portugal	Lisbonne				En cours de discussion à Lisbonne
Belgique	Bruxelles-capitale Anvers Gand				
France	Paris + Grand Paris Grenoble Alpes Grand Lyon Strasbourg				
Espagne	Madrid Barcelone				

## Zones à Faibles Emissions (ZFE) en Europe Impact sur la qualité de l'air



### Modalités des LEZ en Europe

#### Différence de contrôle :

- Automatique par caméras
- Manuel avec contrôle visuel d'une vignette sur le pare-brise
- Manuel avec contrôle des papiers du véhicule

#### Différence de sanctions (ex pour les VP) :

- 68 € en France
- 80 € en Allemagne
- 95 € à Amsterdam
- 150 € à Gand
- 350 € à Bruxelles

Pays	Territoire concerné	Catégorie(s) de véhicules concernés*	Contrôle manuel aléatoire Vignette, document Véhicule en circulation et en stationnement	Contrôle manuel aléatoire Certificat d'immatriculation Véhicule en circulation	Contrôle automatique par caméras Plaque d'immatriculation Véhicule en circulation
Autriche	Styrie Burgenland Basse Autriche Vienne				
République Tchèque	Prague				
Danemark	Copenhague/Frederiksberg Aalborg, Aarhus, Odense				Projet de loi nationale en cours de consultation
Suède	8 villes (depuis 2020 mais aucune LEZ encore)				
Allemagne	58 LEZ (87 villes)			 LEZ diesel	
Italie	117 LEZ (676 villes)				
Pays-Bas	13 villes Amsterdam, Utrecht, Arnhem				
Angleterre	Londres (LEZ + ULEZ)				
Grèce	Athènes				
Portugal	Lisbonne				En cours de discussion à Lisbonne
Belgique	Bruxelles-capitale Anvers Gand				
France	Paris + Grand Paris Grenoble Alpes Grand Lyon Strasbourg				
Espagne	Madrid Barcelone				

⇒ Grandes disparités des impacts, notamment sur la qualité de l'air



## Impacts des LEZ sur la qualité de l'air : méthodes d'évaluations

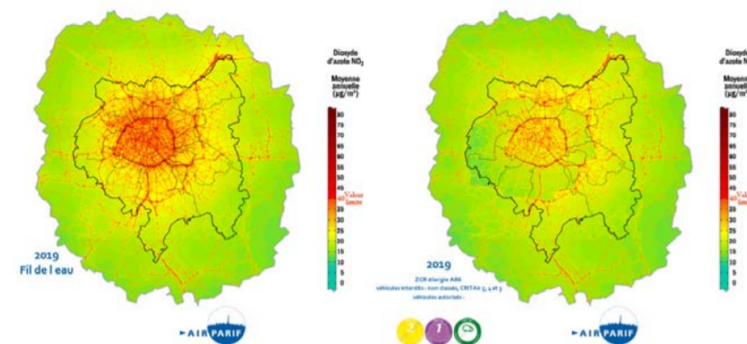
L'impact des ZFE sur la qualité de l'air peut être évalué au cours de deux phases :

**En phase « *ex ante* »** : c'est-à-dire en amont de la mise en œuvre de la ZFE, en se basant sur différentes hypothèses

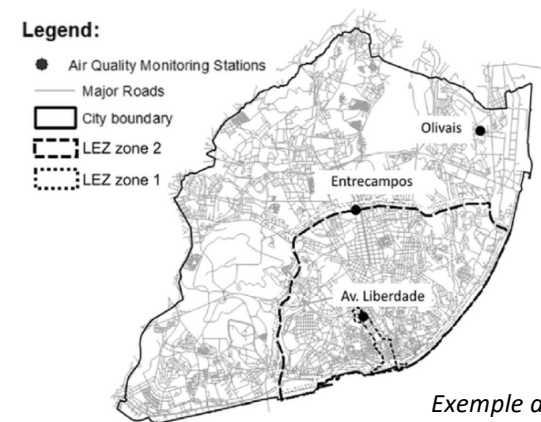
### ⇒ Modélisation

**En phase « *ex post* »** : c'est-à-dire après une période de fonctionnement de la ZFE

### ⇒ Modélisation et/ou mesures

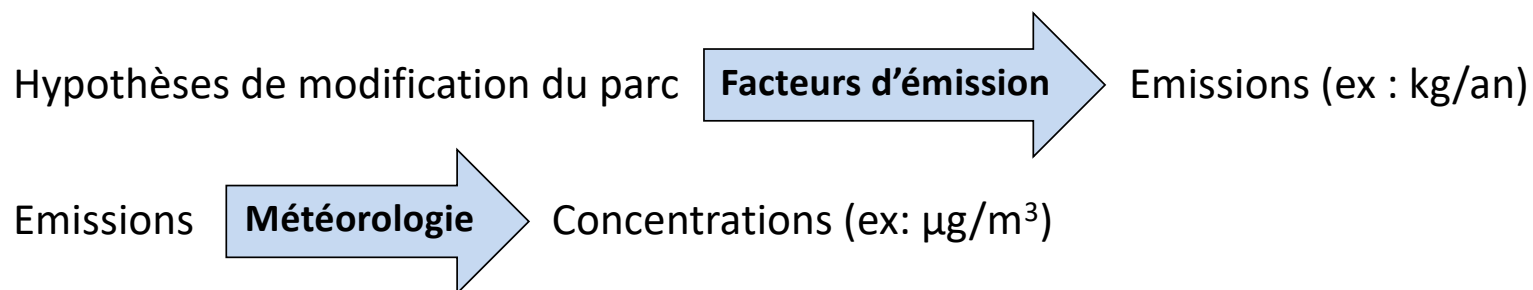


Exemple d'évaluation *ex ante*  
(Source : Airparif, 2018)



Exemple d'évaluation *ex post*  
(Source : Ferreira, 2015)

### Impacts des LEZ sur la qualité de l'air : méthodologie *ex ante*



#### Exemple LEZ de Londres :

Diminution d'environ -3 % de NO<sub>x</sub> et -19 % de PM (AEA Technology Environment, 2003)

#### Exemple LEZ de Paris :

Diminution entre -1 et -10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> et entre 0 et -1 µg/m<sup>3</sup> en PM<sub>10</sub> (Airparif, 2018)

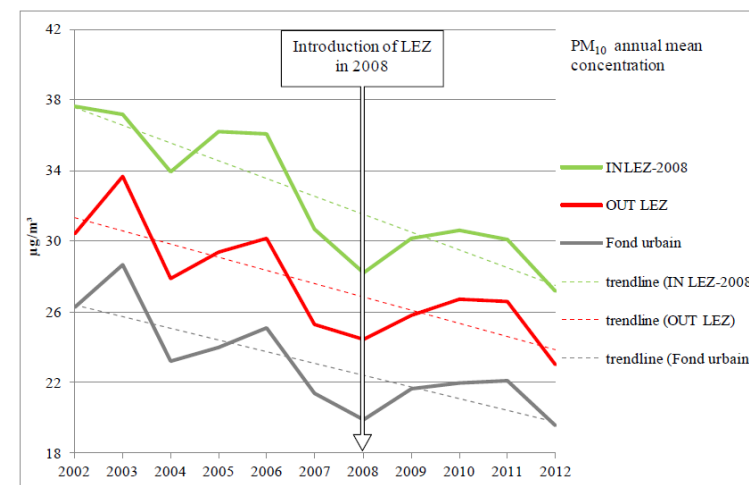
- ⇒ **Conclusions liées à l'évolution des facteurs d'émission en fonction des dates de mise en service**
- ⇒ **Indépendant des co-facteurs pouvant être maintenu à un état fixé et identique pour tous les scénarios**

### Impacts des LEZ sur la qualité de l'air : phase *ex post*

- Comptage parc circulant avant/après puis modélisation
- Comptage parc actuel / hypothèse parc sans LEZ puis modélisation
- Mesure avant/après
- Mesure intérieur/extérieur
- Mesure combinant int/ext et avant/après

### Exemple en Allemagne (Morfeld, 2014) :

- Analyse statistique de 2 millions de données sur 4 ans et 19 villes
- Réduction moyenne de  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (-1 %) et maximale de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (-5 %) de  $\text{PM}_{10}$
- Réduction moyenne de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (-4 %) de  $\text{NO}_2$
- Effet plus marqué sur les expositions de trafic que celles de fond



Exemple d'évaluation des mesures combinées

(Source : Jiang, 2017)

- ⇒ **Sur 20 études *ex post* : diminution globalement faible (de l'ordre de 5%) sur  $\text{NO}_2$  et PM**
- ⇒ **Diminution plus importante sur le black carbon (BC) pouvant atteindre plus de 50 %.**



## Impacts des LEZ sur la qualité de l'air : différences entre *ex ante* et *ex post*

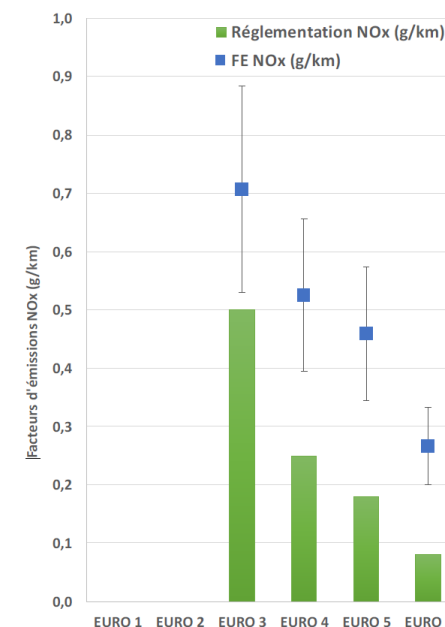
### **Etudes *ex ante* ⇒ des scénarios souvent trop optimistes :**

- Renouvellement vers le véhicule le plus vertueux
- Taux de respect (jusqu'à 100 %)
- Report modal (jusqu'à 30 %)
- Diminution du trafic
- FE utilisés trop éloignés des FE en conditions réelles de circulation (surtout pour le NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>)

### **Etudes *ex post* ⇒ résultats souvent inférieurs aux niveaux d'impact estimés par modélisation**

Soumises à de nombreux paramètres pouvant entraîner des incertitudes :

- Facteurs météorologiques
- Sources d'émissions externes
- Jeu de données considéré (an-1/an+1, an-5/an+5...)
- Traitement statistique effectué



Comparaison des facteurs d'émissions mesurés de NOx (g/km) aux seuils des normes Euro (source : Rincent Air)

## Impacts des LEZ sur la qualité de l'air : conclusions

Les **impacts sur la qualité de l'air diffèrent grandement d'une LEZ à une autre** :

- Modalités de mise en œuvre différentes (notamment les conditions de restrictions, la superficie de la zone impactée, le taux de respect selon les moyens de contrôle)

Les **évaluations de l'impact sur la qualité de l'air diffèrent également** :

- Approche *ex ante* ou *ex post*, modélisation ou mesure, jeu de données considérées, hypothèses de modélisation...

L'analyse effectuée sur l'ensemble des **études *ex post*** permet d'établir les tendances suivantes :

- **Effet limité sur les concentrations en  $\text{NO}_x/\text{NO}_2$**  (en moyenne diminution  $< 5 \%$ )
- **Effet faible sur les concentrations en particules** (en moyenne diminution de  $\text{PM}_{2.5}$  et  $\text{PM}_{10} < 10 \%$ )
- **Effet plus important sur les concentrations en black carbon** (en moyenne  $-20 \%$ , jusqu'à  $-50 \%$ )

⇒ **Mise à jour 2020 en cours pour le compte de l'ADEME : nouveaux résultats**

## Merci de votre attention

### Pour plus d'informations sur le sujet, vous pouvez contacter :

Etienne de Vanssay | Directeur de Rincent Air  
07 83 02 87 70 | [vanssay@rincent.fr](mailto:vanssay@rincent.fr)

Benjamin Forestier | Chef de projet chez Rincent Air  
07 80 98 88 53 | [benjamin.forestier@rincent.fr](mailto:benjamin.forestier@rincent.fr)

Marie Pouponneau | Ingénieure à l'ADEME  
01 47 65 20 50 | [marie.pouponneau@ademe.fr](mailto:marie.pouponneau@ademe.fr)