

LOGISTIQUE URBAINE ET REGULATION PUBLIQUE

ZONES À FAIBLES ÉMISSIONS (ZFE) ET PRÉMISSSES DU ZÉRO
ARTIFICIALISATION NETTE (ZAN), QUELS ENJEUX POUR LA
LOGISTIQUE ?

Lise Phan

Mémoire de stage du Master 2 sous la direction de Laetitia Dabanc (Université
Gustave Eiffel) et Maxime Schirrer (Cnam Lirsa)

Stage de recherche effectué au sein de la Chaire Logistics City, Université Gustave
Eiffel, dans le Laboratoire Ville Mobilité Transport (LVMT)

Mémoire soutenu le 20 novembre 2024

Remerciements

Je souhaiterais remercier Laetitia Dablanc de m'avoir donné l'opportunité d'effectuer un stage au sein de la Chaire Logistics City. Ses conseils avisés et sa grande compréhension durant les moments de doutes m'ont été très précieux.

Des remerciements particuliers à Marion Albertelli pour son suivi et sa bienveillance. Les échanges réguliers sur mon travail m'ont aidée à aller au bout. Je lui en suis extrêmement reconnaissante.

Merci aux doctorant-e-s Reece Fisher et Pierre-Henri Besnard, avec qui j'ai eu l'occasion de travailler et qui ont enrichi ma réflexion.

Merci à mes camarades stagiaires qui ont accompagné mon quotidien durant ces mois de stage dans la bonne humeur.

Et merci enfin à Maxime Schirrer et à Adeline Heitz pour les connaissances partagées et la qualité de leur enseignement au sein du Master urbanisme et aménagement du Cnam.

Tables des matières

Résumé _____	5
Abstract _____	7
1. Introduction, questions et méthodologie _____	7
1.1 Deux outils qui se greffent sur une fonction urbaine existante : la logistique __	9
1.2 La logistique : un secteur structuré par des acteurs de plus en plus spécialisés _____	11
1.3 De puissants effets de levier environnementaux insuffisamment reconnus __	12
1.4 Vers une co-construction de nouvelles formes de gouvernance _____	14
1.5 Deux outils nécessaires entravés par une insuffisante vision systémique ? _	15
1.6 Méthodologie _____	17
2. Une faible homogénéisation des réglementations urbaines durables à l'échelle européenne _____	20
2.1 Recensement des ZFE en Europe : 15 ZFE de plus qu'en 2021, mais une répartition et des dynamiques inégales par pays _____	20
2.2 En l'absence d'une définition commune du ZAN une plus grande difficulté pour la logistique de négocier ses besoins de fonciers croissants _____	29
2.2.1 Toujours aucune directive européenne sur les sols en 2024 _____	29
2.2.2 Les pays européens face au ZAN : entre vœux pieu et rejet, un positionnement difficilement comparable en l'absence de définition partagée _	32
3. L'impact concret des ZFE sur les lieux et flux de la logistique urbaine face aux nombreux débats du secteur sur le ZAN _____	37
3.1 Évaluation d'un panel de ZFE : majoritairement des surfaces intra-urbaines centrées sur la réglementation des véhicules poids lourds _____	37
3.1.1 Les normes minimales d'accès _____	39
3.1.2 Taille de la ZFE par rapport à la surface de la ville de référence _____	40
3.1.3 Mode de contrôle _____	40
3.1.4 Amplitude de la période de fonctionnement _____	40
3.1.5 Montant moyen des amendes attribuées _____	41
3.1.6 Suivi politique : perspectives d'évolution de la ZFE et respect du calendrier fixé _____	42

3.2 ZAN : Une négociation indispensable avec les gouvernances régionales et locales	59
3.2.1 Un assouplissement de l'objectif ZAN acté pour les industries vertes, mais pas pour la logistique associée	59
3.2.2 La mise en œuvre d'une logistique décarbonée entravée par des idées reçues des collectivités	65
3.2.3 Entre contraintes économiques et réglementaires, les défis de la verticalisation de la logistique	67
4. Conclusion	70
4.1 Des ZFE efficaces à gérer les flux logistiques lorsque les conditions d'accès et de contrôle sont suffisamment strictes	70
4.2 Malgré l'absence de ZAN européen, l'objectif contraignant du ZAN français place malgré elle la logistique en concurrence croissante pour le foncier disponible	72
4.3 La verticalisation de la logistique : une solution qui suscite l'intérêt des élus, mais dont l'implantation n'est pas possible partout	73
4.4 La question de la fiscalité liée aux outils de régulation environnementaux	74
5. Bibliographie	75
6. Annexes	84
6.1 Tableau des ZFE européennes recensées par pays fin avril 2024	84

Résumé

Le présent mémoire questionne l'impact présent et à venir des ZFE et du ZAN sur la logistique urbaine. En ciblant respectivement les lieux et les flux de la logistique, ces deux outils de régulation publique conditionnent la localisation des entrepôts et la mobilité pour y accéder. Le comparatif des deux dispositifs à l'échelle européenne met en lumière leur différence de maturité opérationnelle. Tandis que l'absence d'une définition partagée entrave l'application de l'objectif ZAN, l'existence d'une protection de l'air portée par l'Union Européenne, a favorisé le déploiement de ZFE en Europe depuis une petite vingtaine d'années, ciblant prioritairement les poids lourds diesel. Fin avril 2024, on constate cependant un tassement du nombre de nouvelles ZFE créées et une grande variabilité de mise en œuvre. Un comparatif de 37 ZFE représentatives est proposé.

Face au scepticisme des pays européens suscité par le ZAN, la France est le seul à avoir imposé une législation contraignante à l'échelle nationale. L'inquiétude causée par le changement de paradigme crispe les parties prenantes et fige le développement du territoire, incluant la construction d'entrepôts. La concurrence des usages pour le foncier disponible pénalise la logistique, dont les besoins croissants pour répondre à la demande du secteur se heurte à une représentation faussée de la part actuelle que représentent les parcelles logistiques. Bien que selon France Stratégie, la surface de plancher d'entrepôts autorisés en 2022 représente près du double de celle autorisée en 2011, les rares données accessibles sur l'artificialisation annuelle de nouvelles terres associées exclusivement à l'activité logistique n'évalue celle-ci qu'autour de 1%. La logistique est un puissant levier de décarbonation, mais les flux et les lieux ne sont pas suffisamment intégrés à une vision systémique par les pouvoirs publics. Ces derniers ne comprennent pas forcément les contraintes de localisation qui pèsent sur ce secteur pourtant stratégique. Les délais d'autorisation moyens pour la construction d'un bâtiment logistique – trois fois moins longs en Allemagne qu'en France – contribuent à la crainte des professionnels du secteur de perdre en attractivité et de voir les entreprises délocaliser leurs entrepôts à l'étranger.

Dans ce contexte, la verticalisation de la logistique, qui se développe suite à l'inspiration des pays du sud-est asiatique, offre des caractéristiques techniques dans les étages de plus en plus proches de celles des entrepôts de plain-pied. Pour autant, le loyer attendu par les investisseurs pour répondre aux exigences de rentabilité limite leur implantation à certains territoires. La double perspective d'un durcissement des normes d'accès et d'un contrôle des ZFE par Lecteur Automatique de Plaque d'Immatriculation (LAPI) – portée par la nouvelle directive européenne sur la qualité de l'air ambiant – témoigne peut-être d'un changement de dynamique plus favorable à ce type de solution.

Le rapport actualise la précédente étude sur les ZFE européennes réalisée par la Chaire Logistics City en 2021 (Belliard, 2021). Alors que la période 2016-2021 observée par Belliard, 2021 est marquée par le déploiement de plus de 200 ZFE en Europe et au Royaume-Uni, nous comptabilisons fin avril 2024, 315 ZFE réparties sur 13 pays européens, soit 15 ZFE de plus qu'en 2021. Le ralentissement de la dynamique de croissance entre 2021 et 2024 est accentuée par l'abrogation de 22 ZFE en Allemagne et l'abandon de la mise en place d'une ZFE en Wallonie, qui contrebalance les 38 nouvelles ZFE créées dans ce même intervalle. La dynamique se concentre principalement en Espagne, en France, Au Royaume-Uni (33 ZFE sur 38). En termes de classement général du nombre de ZFE par pays, l'Espagne passe de la 10^{ème} place ex aequo à la 3^{ème} place entre 2021 et 2024, la France passe de la 7^{ème} place ex aequo à la 4^{ème} place ex aequo, tandis que le Royaume-Uni passe de la 5^{ème} à la 6^{ème} place. L'absence de ZFE répertoriée en Finlande et en Norvège est le fait d'une modification des critères de recensement entre 2021 et 2024. Le ciblage des bus et des camions-poubelles municipaux de la ZFE d'Helsinki et le péage urbain des ZFE norvégiennes (dont le montant n'est pas lié à l'ancienneté du véhicule) n'ont pas été pris en compte.

Abstract

This report examines the present and future impact of Low Emission Zones (LEZs) and No Net Land Take (NNLT) policies on urban logistics. By targeting logistics flows and locations respectively, these two public regulation tools condition the location of warehouses and the mobility required to access them. A Europe-wide comparison of the two systems highlights their different levels of operational maturity. While the absence of a shared definition hinders the application of the NNLT objective, the existence of an air protection scheme supported by the European Union has encouraged the deployment of LEZs in Europe for the past twenty years, targeting diesel trucks as a priority. By the end of April 2024, however, the number of new LEZs had fallen off, and their implementation varied widely. A comparison of 37 representative LEZs is proposed.

Given the skepticism aroused by NNLT in other European countries, France is the only one to have imposed binding legislation on a national scale. Concern over the paradigm shift is causing tension among stakeholders, freezing the regional development, including the construction of warehouses. Competition for available land is penalizing logistics, whose growing needs to meet the sector's demand are coming up against a distorted representation of the current share of logistics plots. Although, according to *France Stratégie*, the floor area of warehouses authorized in 2022 is almost double that authorized in 2011, the rare data available on the annual artificialization of new land exclusively associated with logistics activity only estimates this at around 1%. Logistics is a powerful lever for decarbonization, but flows and locations are not sufficiently integrated into a systemic vision by public authorities. They don't necessarily understand the location requirements of this strategic sector. The fact that the average approval time for the construction of a logistics building is three times shorter in Germany than in France contributes to the fear of logistics real estate professionals of losing their attractiveness and seeing companies relocate their warehouses abroad.

In this context, the verticalization of logistics, which is developing following the inspiration of Southeast Asian countries, offers technical characteristics on the floors that are increasingly similar to those of single-story warehouses. However, the rents expected by investors to meet profitability requirements limit their location to certain areas. The dual prospect of stricter access standards and Automatic Number-Plate Recognition (ANPR) control of LEZs – driven by the new European directive on ambient air quality – may well be a sign of a more favorable dynamic for this type of solution.

This report provides updates to the previous study on European LEZs carried out by the Logistics City Chair in 2021. Whereas the 2016-2021 period covered by Belliard, 2021 was marked by the deployment of over 200 LEZs in Europe and the UK, at the end of April 2024 we counted 315 LEZs spread across 13 European countries, i.e. 15 more than in 2021. The slowdown in growth between 2021 and 2024 is accentuated by the repeal of 22 LEZs in Germany and the cancellation of plans to set up a LEZ in

Wallonia, offsetting the creation of 38 new LEZs in the same period. The momentum is concentrated mainly in Spain, France and the UK (33 out of 38 LEZs). In terms of global ranking of the number of LEZs per country, Spain moves from 10th place ex aequo to 3rd place between 2021 and 2024. Over the same period, France moves up from joint 7th place to joint 4th place, while the UK moves up from 5th to 6th place. The absence of LEZs in Finland and Norway is due to a change in the census criteria between 2021 and 2024. The targeting of municipal buses and garbage trucks in the Helsinki LEZ and the congestion charge in the Norwegian LEZs (whose amount is not linked to the age of the vehicle) were not taken into account.

Introduction, questions et méthodologie

Les zones à faibles émissions (ZFE) sont avec l'objectif ZAN (zéro artificialisation nette) deux outils de régulation territoriale, mis en place par la France dans une optique de démarche de transition écologique et de préservation de l'environnement. Les ZFE réglementent l'accès des véhicules à un territoire donné selon leur degré d'émission de polluants atmosphériques. L'objectif est de réduire les rejets de particules fines (PM) et d'oxydes d'azote (NOx), afin de respecter les seuils fixés par la directive européenne concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. En vigueur depuis le 21 mai 2008, une révision de la directive a été récemment formellement adoptée le 14 octobre 2024. Issus de la combustion de carburants fossiles, ces polluants sont en effet responsables de problèmes de santé publique et de dégradation des écosystèmes. La récente mise à jour des normes se rapproche des recommandations de l'OMS.

Dans une optique de gestion durable des sols et de limitation de l'étalement urbain, le ZAN – No Net Land Take en anglais (NNLT) – repose sur l'articulation de l'artificialisation des sols avec une forme de compensation telle que définie par la loi. Dans le cadre de la législation française, la loi Climat et Résilience du 22 août 2021 fixe un objectif de Zéro artificialisation nette à l'horizon 2050. Au-delà de cette échéance, toute nouvelle artificialisation de terres, sur un périmètre et une période donnée, devra s'accompagner parallèlement d'une renaturation équivalente, afin de restaurer la fonctionnalité d'un sol préalablement artificialisé.

1.1 Deux outils qui se greffent sur une fonction urbaine existante : la logistique

Les flux de produits sont intrinsèquement liés à la ville. La gestion opérationnelle et stratégique de l'ensemble des organisations humaines, infrastructures physiques, flux de produits et flux d'informations, porte le nom de supply chain (France Supply Chain, 2024). Au sein de cette chaîne d'approvisionnement, Jean-Marc Soulier y distingue la logistique comme étant « *toutes les opérations physiques liées au transport et au stockage des produits* » (Soulier, 2022, p. 15). Ainsi, selon Laetitia Dablanc, « *la logistique urbaine représente l'ensemble des activités qui optimisent les mouvements de marchandises dans les villes et apportent des réponses innovantes aux nouvelles demandes des consommateurs et des entreprises dans le respect de conditions sociales et environnementales de bon niveau.* » (Dablanc, 2022, p. 50).

Malgré l'impact structurant des activités logistiques dans l'espace urbain, ce domaine est pendant longtemps resté mal appréhendé par les pouvoirs publics, tant en termes de bénéfices apportés aux territoires que de problématiques posées. Le phénomène de métropolisation a contribué à rendre visibles les différentes échelles territoriales sur

lesquelles la chaîne logistique interagit. L'internationalisation des chaînes de valeurs a contribué à la croissance des flux du commerce international, tant en volume qu'en diversité des produits contribuant ainsi à la massification du transport international. Antoine Frémont identifie les métropoles comme le lieu de concentration des flux mondiaux de marchandises à travers les trafics de frets aériens et maritimes. Qualifiés de « portes », ces points névralgiques font office d'interfaces entre le commerce, le transport et la métropolisation (Dablanc, Frémont, (dir.), 2015, chap. 2). Cette polarisation à l'échelle globale s'accompagne parallèlement d'un processus de dispersion à l'échelle locale, qui garantit l'éclatement et la distribution fine des flux internationaux vers le destinataire final, champ d'action de la logistique urbaine.

Les entrepôts constituent un maillon indispensable de cette logistique urbaine. Ils sont le point de passage obligé de tout produit manufacturé ou denrée alimentaire nécessaire au bon fonctionnement de la ville qui, avant d'aboutir à la consommation finale, transite sur une période plus ou moins longue par un ou plusieurs entrepôts pour des « *opérations de groupage/dégroupage, stockage et préparation de commandes, retours ou reconditionnement.* » (Dablanc, 2022, p. 58).

Les livraisons sont massivement dépendantes du transport routier, dont la part modale est supérieure à 96% (en tonnes-km) en entrée et sortie des entrepôts (Dablanc, 2022, p. 58). La recherche de proximité des échangeurs autoroutiers influe sur la logique d'implantation des entrepôts. Elle participe à une diffusion vers la périphérie de manière éparpillée des terminaux et plateformes logistiques (Dablanc, Andriankaja, 2011). Le phénomène de « *desserrement logistique* » observé, conduit à une périurbanisation de l'activité qui engendre une augmentation des distances parcourues par les marchandises pour arriver à destination. En effet, la recherche d'optimisation globale de la supply chain encourage la recherche d'une minimisation des coûts fonciers et immobiliers. Le positionnement des entrepôts est complètement décorrélé du lieu d'origine ou de destination des produits.

Davantage visibles par la périurbanisation logistique, les externalités négatives du transport (congestion routière, pollution de l'air...), confrontent les pouvoirs publics à un secteur jusque-là insuffisamment pris en compte dans les politiques de planification et d'aménagement. La logistique devient un enjeu du développement et de l'aménagement du territoire par sa participation à l'organisation spatiale de l'espace économique. La prise en compte croissante des enjeux de développement durable a contribué à la mise en place de réflexions en matière de gouvernance de la logistique et de planification des implantations logistiques. Un équilibre fragile est à maintenir entre la garantie de la performance logistique, indispensable à la pérennité et la croissance des entreprises, l'équité territoriale de la couverture logistique et la préservation de l'environnement (Masson, Petiot, 2013).

Pour autant, faute de cadre homogène, les pratiques en matière de gouvernance logistique sur le territoire sont très variables d'un territoire à l'autre. À titre d'exemple, la trajectoire de l'introduction de la question logistique dans la métropole du Grand

Paris, analysé en 2017 par Jean Debie et Adeline Heitz, souligne le décalage souvent existant entre les objectifs affichés et leur mise en œuvre. Malgré la place prépondérante de la logistique dans les réflexions concernant l'aménagement, l'approche de la logistique reste encore majoritairement zonale sans véritable construction programmatique. Il en découle une polarisation des activités logistiques et de l'emploi logistique, qui entretient un mode de fonctionnement centre/périphérie. Toutefois, cette étude de cas révèle également l'efficacité de formes moins traditionnelles de gouvernance, plus souples dans leur mise en œuvre. Les chartes apparaissent ainsi comme un outil capable de s'affranchir des logiques zonales en introduisant ponctuellement de la mixité fonctionnelle. Cette forme de gouvernance crée une interface de mise en relation et de dialogue, entre territoires, mais aussi entre acteurs de l'action publique et acteurs de la logistique (Debie, Heitz, 2017).

1.2 La logistique : un secteur structuré par des acteurs de plus en plus spécialisés

L'approche fragmentée de la logistique urbaine par les politiques publiques contraste avec la volonté globale des acteurs du secteur de faire entendre leur voix. La multiplicité des acteurs impliqués est à l'image de la somme des opérations nécessaires à son bon fonctionnement : chargeurs, préparateurs de commandes, transporteurs, livreurs aux entreprises et aux particuliers, gestionnaires des points de dépôts et de retrait des colis. L'insertion de la logistique urbaine au sein des chaînes logistiques globales nécessite par ailleurs des fonctions de management et de pilotage de plus en plus dépendantes de solutions technologiques et d'algorithmes. Dans l'optique d'améliorer la visibilité des flux de bout en bout, de garantir une maîtrise des coûts, une amélioration de la productivité, ainsi qu'une optimisation et mise en conformité des supply chain internationales, les éditeurs de plateformes et logiciels TMS (Transport Management System) et GTM (Global Trade Management) se développent de manière externe à destination des chargeurs. Cette dépendance accrue à ce type de solution témoigne de la diffusion de l'impératif de flexibilité qui pèse sur la logistique et de son fonctionnement en flux tendu, qui rend la circulation des informations indispensable à la circulation des produits.

D'autre part, les spécificités physiques et d'usage des entrepôts ont conduit à la structuration d'un marché immobilier logistique spécialisé, tiré par de grandes firmes internationales. Celles-ci sont parvenues à s'ancrer localement tout en opérant à une échelle globale. Afin de gagner en flexibilité, chargeurs et logisticiens choisissent de plus en plus la location d'entrepôts auprès d'investisseurs immobiliers, qui s'occupent de garantir une solution immobilière standardisée tenant compte de normes techniques et environnementales sans cesse plus poussées. Les développeurs-investisseurs parviennent à articuler l'immobilier logistique à l'échelle locale du fait de son positionnement en périphérie voire en grande périphérie des métropoles. Selon Nicolas Raimbault, l'asymétrie de pouvoir entre des collectivités locales de petite taille,

et des firmes globales-locales favorise la privatisation des politiques d'aménagement et de gestion des parcs logistiques. Les capacités administratives, financières et techniques limitées de ces collectivités les encouragent davantage à se dessaisir d'une partie de leurs pouvoirs (Dablanc, Frémont, (dir.), 2015, chap. 10).

La pandémie de COVID-19 a accéléré plusieurs tendances existantes. La dynamique de massification des transports de marchandises portée par les transporteurs professionnels se poursuit. Elle se traduit par l'usage de grands véhicules au remplissage optimisé – permettant de diminuer leur nombre global – et des livraisons davantage regroupées au niveau de points relais. En parallèle, la diversification des véhicules utilisés pour la logistique est mise en lumière par l'essor du e-commerce, des plateformes de livraison de repas et de la « livraison instantanée », « *effectuée en deux heures ou moins, intermédiée par des plateformes de mise en relation faisant travailler des livreurs indépendants* » (Dablanc et al., 2017). Au-delà des camions et camionnettes, les livraisons en vélos, scooters, voire directement à pied contribue à un éclatement des flux qui s'ajoute à la diversification des flux de marchandises observée en milieu urbain. La croissance de la livraison à la demande dans des délais très courts a grandement contribué à la visibilité de la logistique auprès du grand public (Dablanc, 2022).

1.3 De puissants effets de levier environnementaux insuffisamment reconnus

Cette période a mis en évidence la dépendance accrue des métropoles envers la cadence soutenue de la Supply Chain, pour assurer les besoins vitaux des habitants et le bon fonctionnement de l'économie. La logistique urbaine affirme son rôle de science de la mobilité des flux marchands, associée aux enjeux climatiques et de transition écologique. Le retour des entrepôts en ville apparaît comme une condition à l'importante agilité logistique que suppose la souplesse promise aux citoyens par les *retailleurs* (Sebbane, 2022). Ces entrepôts de petite et moyenne taille, intégrés au tissu urbain, seraient en mesure de fonctionner en réseau, répartis sur l'ensemble de la zone dense.

Cette approche de l'immobilier logistique prônée par Sogaris nécessite de mobiliser du foncier pour cet usage, malgré sa rareté en zone dense et la concurrence entre les fonctions urbaines. Ce marché se caractérise par une recherche constante d'innovation à travers des mixités d'usages et une cohabitation d'activité. L'intégration au sein d'un même bâtiment d'activités logistiques et tertiaires permet à différents écosystèmes d'acteurs de se côtoyer et de s'identifier comme nécessaires au bon fonctionnement de la ville. L'hybridation d'activité peut ainsi ouvrir la voie à de nouveaux services aux habitants, tout en optimisant et densifiant le foncier.

Les professionnels de la logistique ont par ailleurs parfaitement conscience des efforts à fournir en matière de sobriété foncière. Mais comme son rôle de soutien à l'activité

productive et aux services reste encore mal reconnu, les entrepôts souffrent encore d'une image négative associée au e-commerce. Selon Afilog, ce secteur ne représente pourtant que 10% des flux et des surfaces. De la même manière, l'optimisation globale des flux permise par les entrepôts est souvent occultée par la polarisation que l'on peut observer localement. Pourtant, la périurbanisation logistique qui a banalisé l'image d'entrepôts de taille XXL en très grande périphérie des villes, ne représente dans les faits que 0,94% des terres artificialisées sur le territoire (Samson, 2022, p.28).

Ainsi, au-delà des exigences propres à la logistique urbaine, les professionnels du secteur cherchent à devancer la réglementation existante en matière de sobriété foncière et de préservations des sites environnementaux et paysagers. Parmi les efforts consentis, la recherche de compacité, les implantations sur friches et la construction en hauteur sont des pistes sérieusement étudiées, malgré la complexité et les coûts plus importants générés. Les renforts de structure nécessaires pour construire un deuxième niveau à un entrepôt quadruplent en effet le prix du bâtiment (450 euros/m² versus 1 900 euros/m²) (Samson, 2022, p.29). La contribution à la souveraineté énergétique par le déploiement généralisé de panneaux photovoltaïques sur 50% des entrepôts est également mise en avant, tant pour souligner leur rôle stratégique que pour montrer la réflexion systémique du secteur en matière de transition écologique.

L'accélération de la décarbonation implique d'autre part d'agir sur les flux, à travers le verdissement intermodal des transports de marchandises. Selon les statistiques du ministère de la transition écologique, le transport reste le secteur le plus émetteur de gaz à effet de serre (GES) : en 2020, il est responsable de 28,7 % des émissions nationales. En concentrant à lui seul 94,7 % des émissions nationales de GES, le transport routier est le mode le plus émetteur. (Commissariat général au développement durable, 2022). Luc Vandamme, chef de projet logistique chez Transporeon, estime par ailleurs qu'en 2020, les carburants pétroliers constituent l'essentiel de l'énergie consommée dans les transports, à près de 98 % (SupplyChain-village, 1^{ère} table ronde, 2024).

Le fret ferroviaire présente de solides atouts en termes de réduction d'émission de CO₂ et de particules fines. Particulièrement adapté au transport massifié pour certains secteurs ou types de marchandises (BTP, produits céréaliers), ce mode est désormais envisagé par des chaînes logistiques plus diversifiées pour réduire la part modale du transport routier, parfois en association avec le transport par voie d'eau. La généralisation de cette approche intermodale passe cependant par la mise en œuvre d'une stratégie systémique. Pour Rail Logistique Europe – le pôle du groupe SNCF regroupant toutes les activités de fret et de logistique ferroviaire – le renforcement de l'ancrage territorial du fret ferroviaire et de ses connexions intermodales, routières et fluviales doit être porté à l'échelle nationale par les pouvoirs publics (Delorme, 2022). L'association France Logistique souligne d'autre part l'enjeu de garantir suffisamment de sillons ferroviaires au transport de marchandises et de penser la localisation des

plateformes multimodales selon la localisation des flux actuels des produits susceptibles d'utiliser ces modes (Idrac, 2022).

Une trajectoire nationale sur la décarbonation du transport routier est également plébiscitée par la filière transport de marchandises et logistique, notamment pour accompagner les entreprises dans la transition des flottes de transports. Fabrice Accary, délégué général de l'AUTF, l'organisation professionnelle des chargeurs, témoigne d'une attente de réponses claires face aux incertitudes et problématiques soulevées par le processus. La coexistence d'une diversité d'alternatives en matière d'énergies bas-carbone ne permet pas aux entreprises de sereinement opter pour l'une d'entre-elles si elles n'ont pas de garanties suffisantes concernant la disponibilité des véhicules, les questions d'avitaillement et de recharge, la problématique d'achat et de structure du coût de l'énergie. Par ailleurs, la perte de la flexibilité offerte par les véhicules diesel demande aux professionnels de refondre complètement leur plan de transport, d'assurer la formation des conducteurs et de ré-évaluer le calcul du coût d'exploitation des véhicules (SupplyChain-village, 2024a).

L'enjeu de l'accompagnement financier des petits transporteurs est spécifiquement souligné, par crainte d'une moindre dispersion de la profession sur le territoire. Considérée comme un marqueur du dynamisme et de l'adaptabilité du transport routier, l'AUTF est particulièrement attentif au potentiel impact que des difficultés d'investissements des TPE/PME pourraient entraîner sur la concentration du secteur (SupplyChain-village, 2024a.)

1.4 Vers une co-construction de nouvelles formes de gouvernance

Face aux attentes des acteurs de la logistique, les pouvoirs publics disposent d'une palette d'outils pour planifier et réglementer le transport de marchandises. Elle se déploie de l'échelon régional (SRADDET¹) à l'échelon intercommunal et communal (SCoT, PDU, PLUi²). Cependant, malgré une hiérarchisation de ces documents de l'échelle régionale à l'échelle locale, leur articulation entre eux selon un rapport de compatibilité n'implique pas un rapport de stricte identité. L'évolution de la carte logistique et de l'organisation de la circulation est donc davantage dépendante des autorisations et réglementations locales (Debie, Heitz, 2017).

En raison des profondes mutations provoquées par les effets des transitions numérique, énergétique et écologique, les pouvoirs publics cherchent à développer une nouvelle gouvernance. La reconnaissance d'un écosystème d'acteurs de la logistique leur permet de mettre en place un cadre favorisant la co-construction de stratégies entre décideurs publics et privés. Il prend forme début 2020, au travers de la plateforme France Logistique constituée sur la suggestion du rapport Hémar-Daher,

¹ Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires.

² Respectivement Schéma de Cohérence Territoriale, Plan de Déplacements Urbains (ancienne appellation des Plans de Mobilité) et Plan Local d'Urbanisme intercommunal.

concernant les pistes pour améliorer la compétitivité et la prise en compte du développement durable au sein de la chaîne logistique (Daher, Hémar, 2019). Le 1^{er} Comité Interministériel de la logistique (CILOG) est mis en place cette même année 2020 par le Premier ministre. Réitérée chaque année, la 4^{ème} édition qui s'est tenu le 22 décembre 2023 s'inscrit dans le suivi de la stratégie nationale logistique adoptée par le gouvernement sur proposition de France Logistique en 2022. Le bilan d'étape des 23 actions de ce plan à conduire d'ici 2027, pour faire de la France un territoire leader de la Logistique durable et accélérer la transition écologique du pays grâce à une filière logistique aux performances optimisées, présente un taux d'avancement compris entre 20% et 40% (Gouvernement, France Logistique, 2023).

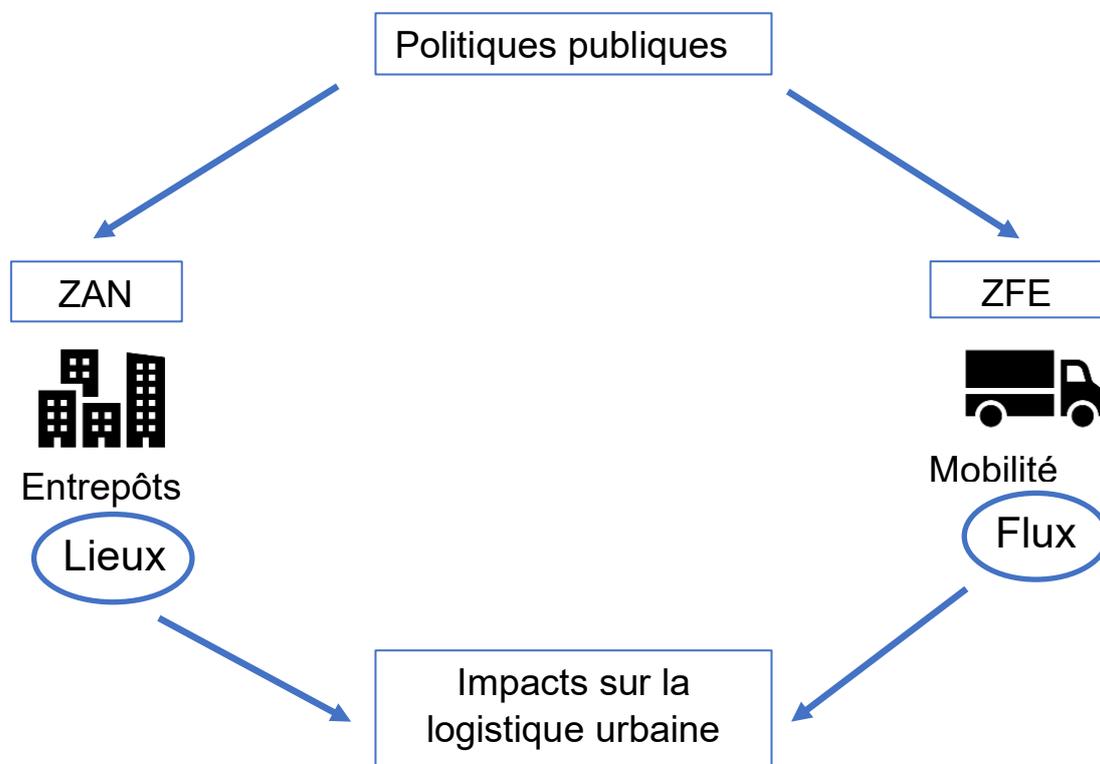
Par ailleurs, le gouvernement met l'accent sur l'accélération de l'électrification des poids lourds. Outre le suramortissement fiscal pour les véhicules de plus de 2,6 tonnes utilisant des énergies propres, prorogé jusqu'au 31 décembre 2030 par la loi Climat et Résilience du 22 août 2021, la loi de finances 2024 étend son champ d'application aux véhicules thermiques faisant l'objet d'une transformation en motorisation électrique (rétrofit) (Bulletin Officiel des Finances Publiques-Impôts, 2024). Pour répondre à la demande croissante d'accompagnement de la filière, l'État reconduit aussi l'appel à projets « écosystème des véhicules lourds électriques. Opéré par l'ADEME, le montant dédié au dispositif est plus que doublé par rapport à l'année 2023 avec une enveloppe de 130 M€. Un accompagnement opérationnel des acteurs est mené en parallèle pour identifier et lever les freins à la transition vers des motorisations électriques des poids lourds.

Parmi les autres axes mis en avant, le gouvernement renforce et élargit les programmes d'accompagnement à l'attention des collectivités locales en matière de stratégies logistiques urbaines. Le programme InterLud+, déployé au niveau de 60 collectivités, propose notamment de nouveaux outils pour faciliter notamment la recherche d'itinéraires en zone à faibles émissions (France Logistique, 2023).

1.5 Deux outils nécessaires entravés par une insuffisante vision systémique ?

Dans ce contexte, il est intéressant de s'interroger sur les impacts, présents et à venir, des ZFE et du ZAN sur l'organisation de la logistique urbaine. Malgré l'effet de levier que peut avoir le secteur des transports de marchandises et de la logistique sur la transition écologique, ce dernier reste souvent encore mal mis en œuvre dans une démarche environnementale globale, en raison notamment de la faible acceptabilité des projets logistiques (Mouchel-Blaisot, 2023) et d'un manque de coordination à l'échelle nationale des dispositifs (Union TLF, 2022). La double mise en place du ZAN et des ZFE cible en effet respectivement les lieux et les flux de la logistique, en conditionnant la localisation des entrepôts et la mobilité pour y accéder (Figure 1).

Figure 1. Articulation de l'impact des politiques publiques sur la logistique urbaine



Source : Phan, 2024

La pertinence et le calendrier de la mise en œuvre de ces outils font débat parmi les acteurs français et européens. Concernant les ZFE, après une période 2016-2021 marquée par le déploiement de plus de 200 ZFE en Europe et au Royaume-Uni (Belliard, 2021), les pouvoirs publics chargés de leur suivi temporisent le durcissement de leurs conditions d'accès et le déploiement de nouvelles zones. En France, lors du dernier comité ministériel de suivi de l'air en ville en ville tenu le 19 mars 2024, le ministre de la transition écologique de l'époque, Christophe Béchu, a ainsi annoncé un assouplissement des règles du calendrier obligatoire des zones à faibles émissions. En raison de l'amélioration moyenne de la qualité de l'air constaté sur les territoires dans les 43 agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants, la seule obligation des 30 d'entre elles n'ayant pas encore de règles en place est d'interdire, d'ici au 1^{er} janvier 2025, « les voitures immatriculées avant le 31 décembre 1996 (non classés) et/ou des véhicules utilitaires légers immatriculés avant le 30 septembre 1997 (non classés) et/ou des poids lourds immatriculés avant le 30 septembre 2001 » (Lenormand, 2024).

La mise en œuvre de l'objectif ZAN à l'horizon 2050 est jalonnée par un objectif intermédiaire à l'horizon 2030, qui marque la transition d'une logique de consommation des sols vers une logique de désartificialisation. La consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers devra donc être divisée par deux d'ici 2030 par rapport à la consommation mesurée entre 2011 et 2021. Ces deux objectifs se répercutent inégalement sur les collectivités. Ainsi, la note d'analyse de France Stratégie sur

l'artificialisation des sols publiée en novembre 2023 préconise une approche différenciée pour tenir compte « *de l'hétérogénéité des dynamiques territoriales en matière de consommation d'espaces [...] et de l'inégale répartition dans l'espace des « ressources » foncières potentiellement mobilisables.* » (Arambourou et al., 2023a). Par ailleurs, selon l'enquête menée par le groupe SCET (Services, Conseil, Expertises et Territoires) en décembre 2023, 59% des personnes interrogées considèrent les tensions politiques entre territoires ou à l'intérieur des territoires comme un frein à la mise en œuvre du ZAN (SCET, 2023). Dans la mesure où la pression foncière joue en défaveur des terres naturelles et agricoles, la question de la fiscalité du modèle économique associé au ZAN se pose également. Selon le rapport d'information sur le sujet, présenté en juin 2022 par Jean-Baptiste Blanc au nom de la commission des finances du Sénat, les ressources actuelles des collectivités locales ne permettent pas de lutter contre l'artificialisation. Ce dernier préconise la mise en place d'un guichet unique pour les collectivités et les particuliers, afin de porter cette politique publique en regroupant tous les moyens de l'État (Blanc, 2022).

Les problématiques de préservation de la qualité de l'air et des sols étant des enjeux environnementaux partagés à l'échelle européenne, on peut s'interroger sur les modalités de déploiement des outils et des politiques de régulation mises en place par les différents pays. La relative ancienneté du dispositif ZFE par rapport au ZAN permet de comparer son évolution dans le temps au niveau européen ; de voir dans quelle mesure le dispositif s'étend ou se réduit selon les pays ; d'évaluer les critères davantage mis en avant d'un pays à l'autre et de regarder si des aménagements prenant en compte les spécificités du transport de marchandises ont été mis en place. On peut également comparer comment se régule la logistique via les ZFE depuis la mise en œuvre effective du dispositif et leur réception par les acteurs de la logistique.

En transformant radicalement l'approche de l'aménagement du territoire, le ZAN se démarque des politiques antérieures en matière d'artificialisation des sols et de gestion foncière. On peut donc questionner le spectre des politiques menées sur le sujet dans les différents pays d'Europe. L'objectif ZAN est-il une tendance qui gagne du terrain ? Comment les professionnels de la logistique se saisissent de cet objectif ? Est-ce que les réglementations ZAN et ZFE sont appréhendées ensemble ou séparément ? Dans quelle mesure le rajout du cadre réglementaire du ZAN sur celui des ZFE impacte les stratégies mises en place par les acteurs en matière de transport et de décarbonation ? Quelles sont leurs stratégies foncières ?

1.6 Méthodologie

Afin de mieux appréhender l'articulation entre l'objectif ZAN et les zones à faibles émissions, il nous a paru intéressant de confronter l'évolution du déploiement des ZFE avec celle des politiques de gestion des sols et de l'aménagement du territoire.

Nous avons dans un premier temps recensé les ZFE actives à l'échelle européenne, dans la continuité d'une étude sur le sujet réalisée au sein de la Chaire Logistics City

(Belliard 2021). Tandis que la tendance en France était alors à l'élargissement du dispositif et au durcissement des normes appliquées dans les ZFE déjà existantes, il est pertinent d'actualiser ces données à moins d'un an de l'horizon 2025, afin d'évaluer le nombre de nouvelles ZFE effectivement déployées, comparativement aux 200 ZFE décidées sur la période 2016-2021 par les pouvoirs publics des différents pays d'Europe. Étant donné qu'il n'existe toujours pas à ce jour de registre international des ZFE, la mise à jour de leur nombre s'est basée sur les données croisées et actualisées des trois sources ayant servi de référence à Belliard (2021) pour réaliser son recensement. Il s'agit du dernier rapport de l'ADEME datant de 2023 et des sites urbanaccessregulations.eu et green-zones.eu. Une collecte de données plus détaillée a ensuite été menée sur un échantillon restreint de ZFE. Ce panel a été constitué en tenant compte à la fois du pays et de la population de la ville de référence pour être le plus représentatif possible de la diversité des cas. Pour évaluer les ZFE entre-elles, nous avons défini un ensemble de critères sur 4 thématiques : l'ambition initiale de la Zone à faible émission, la rigueur de celle-ci, son suivi politique, et le suivi des problématiques sociales rencontrées au sein de la ZFE.

L'objectif politique de Zéro Artificialisation Nette étant plus récent, nous avons cherché à évaluer parmi les pays européens ayant mis en place au moins une ZFE, la façon dont l'artificialisation est vue dans les politiques environnementales et comment cette vision s'articule avec l'approche de l'artificialisation dans les politiques urbaines. Une des principales difficultés a été de collecter des informations exploitables sur les politiques et instruments juridiques en vigueur pour l'ensemble des pays européens étudiés.

Nous avons ainsi finalement dû renoncer à intégrer l'analyse de la législation environnementale relative à la protection des sols et la prévention de leur dégradation que nous avons commencée. Notre approche reposait sur les données rassemblées à l'échelle mondiale par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Pour chacun des pays, chaque texte répertorié était successivement catégorisé en fonction de deux matrices : une approche de l'artificialisation basée sur les travaux de Hendrickx et Halleux, 2023 et une approche spatiale, d'après la matrice proposée par Depraz et Chatelard, 2023. Une synthèse par pays permettait alors de comparer les approches mises en avant par les politiques environnementales de gestion des sols sur chacun des deux systèmes. Malheureusement, cette méthodologie laissait une trop grande part à la subjectivité. Elle supposait la perception de l'intégralité d'un texte à partir d'un court résumé en anglais plus ou moins détaillé. De plus, le nombre et le niveau de détails des instruments juridiques répertoriés par la FAO étaient trop variables d'un pays à l'autre pour être véritablement représentatifs en l'état.

Les données concernant les politiques urbaines relatives à l'artificialisation sont principalement issues d'études comparatives existantes. Réalisée à la demande du Sénat, la législation comparée sur les politiques de réduction de l'artificialisation des

sols publiée en septembre 2023 renseigne sur les politiques publiques en la matière de quatre pays de l'Union européenne : l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie et les Pays-Bas. La Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme (FNAU) a par ailleurs publié en décembre 2023 un benchmark des politiques de lutte contre l'artificialisation des sols en Allemagne, Belgique, Italie et Espagne. Pour compléter les informations concernant les autres pays, nous avons cherché au sein de la littérature académique et au sein des débats parlementaires européens.

La parole de responsables supply chain dans différents domaines, de chargeurs, de gestionnaires d'immobilier logistique et de représentants de l'État a été recueillie par le croisement et l'exploitation d'informations recueillies lors de 7 webinaires suivis entre le 29 mai et le 27 juin 2024. Cela a permis d'identifier les différents points de vue et les multiples enjeux que cristallise le double déploiement ZAN et ZFE pour les acteurs de la logistique.

Nous mettrons dans un premier temps en perspective les approches réglementaires des politiques urbaines durables des pays européens. Nous verrons d'abord les disparités existantes à travers le déploiement hétérogène des ZFE en Europe et l'absence de consensus autour de la définition du ZAN. Nous exposerons ensuite les impacts directs des ZFE sur la logistique urbaine à travers l'évaluation du panel de 37 ZFE représentatives, avant d'aborder la question des échelles de gouvernance et la difficulté pour les collectivités territoriales d'appréhender la complexité de mise en œuvre d'une logistique décarbonée.

1. Une faible homogénéisation des réglementations urbaines durables à l'échelle européenne

La logistique urbaine a connu des mutations majeures ces dernières années. Nous avons pu voir en introduction comment de nouvelles pratiques de consommation, la complexification de la chaîne de valeur et l'évolution des réglementations vers plus de durabilité ont impacté le secteur. Dans un premier temps, il convient donc de revenir sur les ZFE et les ZAN, au cœur du débat public et des interrogations des acteurs de la logistique. En effet, quelles formes prennent ces zonages en Europe, sont-ils des outils répandus et uniformes ? Afin de tenter de répondre à ces questions nous allons dans un premier temps actualiser le recensement des ZFE européennes. La comparaison avec les chiffres de 2021 nous permettra d'évaluer la dynamique d'évolution par pays de cet outil de régulation. Dans un second temps, nous examinerons en quoi l'objectif ZAN à l'échelle européenne est particulièrement complexe à mettre en place, en raison du manque d'harmonisation des concepts associés aux sols et à la régulation de l'urbanisation dans les différents pays de l'Union Européenne. Ce flou pénalise la logistique dans la négociation de ces besoins croissants en fonciers.

2.1 Recensement des ZFE en Europe : 15 ZFE de plus qu'en 2021, mais une répartition et des dynamiques inégales par pays

L'ADEME définit une zone à faibles émissions (en anglais Low Emission Zone, LEZ) comme « *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 (NOx). Ces critères sont généralement établis d'après les normes Euro, ensemble de normes qui fixent les limites maximales de rejets polluants pour les véhicules neufs roulants.* » (ADEME, 2023, p. 8).

Mise en place pour les véhicules lourds en 1988 par l'Union européenne, la norme EURO fixe une limite du taux de pollution rapportée à l'énergie développée, en g/kWh pour les véhicules roulants neufs. Les émissions polluantes des véhicules de plus de 3,5 tonnes sont depuis de plus en plus réglementées par le durcissement des normes européennes. Ainsi entre la norme Euro 0 instaurée en 1990 et la norme Euro VI en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2014, le seuil limite d'oxyde d'azote (Nox) a été divisé par 36, passant de 14,4 à 0,4 g/kWh ; celui du monoxyde de carbone a été divisé par 7,5 (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires, 2017).

La réglementation des véhicules utilitaires légers (VUL) est arrivée plus tardivement avec la norme Euro 1, qui s'applique aux véhicules neufs mis en service à partir du 1^{er} janvier 1993. La dernière norme en vigueur (norme Euro 6d) concerne les véhicules neufs postérieurs au 1^{er} janvier 2021. Par ailleurs, selon le type de moteur, essence

ou diesel, les seuils maximums autorisés pour un même niveau de norme Euro varient. L'unité de mesure est également différente : rapportée à la distance parcourue, elle s'exprime en g/km.

Le précédent travail de la chaire Logistics City sur le recensement des ZFE en Europe identifiait plus de 250 ZFE déployées sur 15 pays en mars 2021 (Belliard, 2021, p. 16). Ce chiffre avait été obtenu en croisant les informations issues du rapport annuel de l'ADEME d'avril 2020 et les données des sites spécialisés urbanaccessregulations.eu et green-zones.eu. Un décompte détaillé des ZFE Italiennes réalisé à la fin du 3^{ème} trimestre 2021 rajoute 46 ZFE supplémentaires, portant le recensement final à 302 ZFE (Belliard, 2021, pp. 113-117). La mise à jour 2024 de leur nombre s'est basée sur les données croisées et actualisées des mêmes sources de référence. Les ZFE de notre recensement figurent sur au moins deux de ces trois sources. Dans le cas où une ZFE présente sur une seule des listes est corroborée par une source gouvernementale officielle locale, celle-ci est également ajoutée. Concernant les critères de définitions retenus, nous reprenons la définition de l'ADEME citée précédemment (ADEME, 2023, p. 8). La *Low Emission Zone* (LEZ) doit restreindre l'accès aux véhicules sur la base de leurs émissions polluantes (a priori normes Euro, mais l'ancienneté est également comptabilisée). Nous avons choisi, à l'instar de Belliard (2021) d'intégrer les *Clean Air Zones* britanniques ainsi que les LEZ hivernales. Nous avons en plus intégré les réglementations appliquées à des axes routiers. En revanche, les ZFE concernant uniquement les véhicules gérés par les collectivités, ou les taxis, ainsi que celles actives seulement en cas de pic de pollution ne sont pas intégrées au décompte.

Le recensement de l'ADEME publié en 2023 répertorie 315 LEZ à travers 14 pays européens : Allemagne, Angleterre, Autriche, Belgique, Danemark, Ecosse, Espagne, France, Grèce, Italie, Pays-Bas, Portugal, Tchéquie et Suède. Le croisement de ces données avec celles de sites urbanaccessregulations.eu et green-zones.eu consultés fin avril 2024 a fait ressortir des décalages dans le décompte dû à des doublons et des imprécisions de recensement. Ce décompte peut en effet varier d'une source à l'autre, selon que celle-ci se base sur le nombre de zones où le nombre de villes concernées. La superposition d'échelons administratifs et les disparités des cadres législatifs des ZFE entre les pays complexifient également l'harmonisation des comptes.

Selon nos critères, avec un premier comptage réalisé fin avril 2024, l'Europe (UE et Royaume-Uni) comptait 330 ZFE fin avril 2024, déployées sur 13 pays. Ce recensement n'inclut ni la Finlande ni la Norvège, en raison des modalités de fonctionnement des dispositifs déployés dans ces deux pays. Helsinki est la seule ville de Finlande disposant d'une ZFE, mais celle-ci ne concerne que les bus et les camions-poubelles municipaux. La Norvège a de son côté choisi de mettre en place à Bergen, Kristiansand et Oslo un dispositif fonctionnant comme une taxe différentielle, associée à un péage urbain. Les véhicules électriques de transports de marchandises sont exonérés de paiement, mais pour les autres catégories de véhicules, les coûts varient en fonction du temps et du type de carburant (et non en fonction de l'ancienneté du véhicule).

Il s'avère que la recherche d'informations effectuée ultérieurement pour le panel représentatif de ZFE a mis en lumière les limites de notre méthodologie, qui intègre dans notre recensement les ZFE figurant sur 2 des 3 sources de référence. Or le recensement de l'ADEME date de fin 2022. Il ne peut pas prendre en compte les abrogations qui ont eu lieu après cette date. En cas de désaccord entre les deux autres sources, cela conduit à recenser à tort des ZFE déjà abrogées. Il s'avère que 15 ZFE allemandes non répertoriées par le site urbanaccessregulations.eu, étaient encore considérées comme opérationnelles fin avril 2024 par le site green-zones.eu. La consultation de sources allemandes nous a conduits à corriger nos chiffres. Après correction, nous recensons donc 315 ZFE sur 13 pays (tableau 1).

Tableau 1. Actualisation du recensement des ZFE en Europe réalisé par Belliard, 2021

Classement des pays selon le nombre de ZFE	Nombre de ZFE fin avril 2024	Nb de ZFE/ Nb de villes de plus de 150 000 habitants
Finlande	*0	N/A
Norvège	*0	N/A
Tchéquie	1	0,25
Grèce	1	0,20
Portugal	1	0,25
Belgique (-1 ZFE)	3	0,6
Danemark	4	1
Autriche (+2 ZFE)	*7	1,75
Suède (+1 ZFE)	9	1,12
Royaume-Uni (+7 ZFE)	**13	0,29
Pays-Bas (+1 ZFE)	15	0,83
France (+ 11 ZFE)	15	0,75
Espagne (+ 15 ZFE)	***17	0,38
Allemagne (- 22 ZFE)	****65	1,16
Italie (+1 ZFE ³)	*****164	6,30

Source : Phan à partir des données Belliard 2021, ADEME 2023, urbanaccessregulations.eu, green-zones.eu, 2024

* En raison de la modification du critère de recensement

** Compte séparément la LEZ de l'ULEZ

*** Dont 3 distinctes à Madrid :

Madrid (ensemble de la ville)

Madrid (Plaza Elíptica)

Madrid (Distrito Centro)

**** Après correction des données

*****inclus le tunnel du Mont-Blanc et les LEZ hivernales inter-régionales

Tandis que l'ADEME répertoriait 68 ZFE de plus en 2023 par rapport à 2020, nous ne recensons en 2024 que 15 ZFE supplémentaires comparativement au décompte

³ D'après les données actualisées issues de l'annexe 7.5 pp. 113-117 du rapport Belliard, 2021, qui recense l'intégralité des ZFE italiennes.

réalisé par Belliard en 2021. Indépendamment de la modification des critères de recensement qui explique la non-prise en compte de certaines d'entre elles, nous constatons que le nombre global de ZFE en Europe en 2024 tend à se stabiliser.

L'Espagne est le pays qui compte le plus grand nombre de nouvelles ZFE créées entre 2021 et 2024, suivi par la France et le Royaume-Uni. En termes de classement général du nombre de ZFE par pays, l'Espagne passe de la 10^{ème} place ex aequo à la 3^{ème} place entre 2021 et 2024. Sur la même période, la France passe de la 7^{ème} place ex aequo à la 4^{ème} place ex aequo, tandis que le Royaume-Uni passe de la 5^{ème} à la 6^{ème} place.

Le nombre important de nouvelles ZFE espagnoles est le reflet de l'article 14 de la loi sur le changement climatique et la transition énergétique du 20 mai 2021. Il impose aux villes de plus de 50 000 habitants, aux territoires insulaires, ainsi qu'aux villes de plus de 20 000 habitants dépassant les valeurs limites de concentration en polluants, la création de « *Zonas de Bajas Emisiones* » (ZBE) d'ici la fin 2023 (Ley 7/2021, de cambio climático y transición energética, 2021). Selon la carte publiée par le Ministère de la transition écologique et du défi démographique, l'Espagne comptabilise 162 ZBE au 10 mai 2024, dont le statut varie entre « en attente », « en cours de réalisation » et « en vigueur » (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, 2024). Cependant, le site urbanaccessregulations souligne le caractère vague de cette appellation, qui ne se base pas systématiquement sur les normes d'émissions des véhicules.

Le premier recensement par le croisement de nos 3 sources listait 31 ZFE en Espagne fin avril 2024. Mais cette liste comprenait aussi bien des ZFE non encore mises en service que des dispositifs hors de critères de recensement (ce qui montre qu'il faut toujours être très attentifs aux sources pour ces approches comparatives). Ainsi, parmi les 31 ZFE répertoriées se trouvait un parking de Madrid, dont l'accès est basé sur les émissions (sans aucune information complémentaire) et 8 ZFE dont la mise en service n'a pas encore eu lieu. Nous avons également retiré de notre décompte la ville de Terrassa, qui jusqu'en 2025 n'active sa ZFE qu'en cas de pic de pollution (Tableau 2).

Tableau 2. ZFE espagnoles répertoriées par le site urbanaccessregulations.eu, mais non complètement déployées fin avril 2024 – Source : urbanaccessregulations.eu

ZFE espagnoles répertoriées par le site urbanaccessregulations, mais non complètement déployées fin avril 2024
Avila (2025)
Fuenlabrada (au 01/07/2024)
Grenade (octobre 2024)
Malaga (courant 2024)
Parla (2025)
Sabadell (2025)
Saint-Sébastien (fin 2024)
Terrassa (active que durant les pics de pollution jusqu'en 2025)

22 villes listées comme ZFE par le site et confirmées par la consultation du site municipal correspondent donc à nos critères. La ZFE intercommunale « ZBE rondes de Barcelona » regroupe la ville de Barcelone, avec 4 autres villes. Le nombre de ZFE répertorié est donc de 17.

Le recensement des ZFE françaises a nécessité plusieurs vérifications auprès des sites des collectivités concernées, en raison de la non-concordance des données entre les sources. 11 ZFE sont répertoriées par l'ADEME (2023), tandis que le site urbanaccessregulations en recense 16 sur la carte de localisation et 18 sur la liste fin avril 2024. Il s'avère au final que :

- Les ZFE de Aix-Marseille-Provence, Clermont-Auvergne-Métropole, Grand Lyon, Grand Saint-Etienne, Montpellier, Nice, Reims, Rouen et Toulouse sont bien actives.
- Le site internet de la Métropole de Bordeaux reste vague sur les véhicules concernés, le niveau de restriction et la période d'application. La consultation des Foires aux Questions (FAQ) n'y est plus possible. La seule information accessible indique une mise en place progressive de la ZFE en 2024 et la date butoir de sa mise en place légale, fixée au 1^{er} janvier 2025. La ZFE n'est donc pas active fin avril 2024.
- Grand Grenoble dispose de deux ZFE : une dédiée aux VUL et aux poids lourds, une autre destinée aux voitures particulières et deux-roues motorisés.
- La ZFE du Grand Nancy n'est pas encore mise en œuvre. Suite au Conseil Métropolitain de juin 2024, une consultation publique est planifiée du 2 septembre au 2 octobre 2024. L'arrêté de création de la ZFE est prévu pour novembre 2024.
- Depuis le 1^{er} juin 2021, la ZFE de Paris et celle du Grand Paris ont harmonisé leur seuil d'interdiction aux véhicules Crit'Air 4 sur tout le territoire délimité par l'autoroute A86. Malgré le transfert à la métropole de la gestion opérationnelle de la ZFE suite à la Loi Climat et Résilience du 22 août 2021, les arrêtés pris par les maires avant le transfert de compétences continuent de s'appliquer jusqu'à la prise d'un arrêté unique du Président de la Métropole concernant le durcissement d'accès à la ZFE (Paris.fr, 2024). L'étape Crit'Air 3 de la ZFE ayant été reportée au 1^{er} janvier 2025, les deux ZFE continuent donc d'être comptabilisées séparément. Mais dans le cadre de notre recensement, une seule ZFE sera comptabilisée.
- La ZFE du Grand Lille n'est pas encore mise en œuvre. La concertation réglementaire est prévue pour mai 2024.
- La ZFE de Rennes n'est pas encore active. L'étude d'impact et la définition des conditions de mises en œuvre sont en cours jusqu'en juin 2024.

- Strasbourg dispose bien de 2 ZFE, dont une combinée à une zone de circulation restreinte pour les activités de livraisons.

14 ZFE sont ainsi confirmées de notre première source de référence. Le site green-zones.eu répertorie une liste de 40 ZFE, mais cette liste comprend 5 ZFE pas encore actives dont la mise en œuvre est prévue pour 2025 (Amiens, Bordeaux, Lille, Limoges et Toulon), ainsi que 20 Zones de Protection de l'Air, activées uniquement en cas de pics de pollution. Le site comptabilise en plus des ZFE déjà comptabilisées, le tunnel du Mont-Blanc (répertorié avec les ZFE Italiennes) et le tunnel du Fréjus. Ce dernier interdit l'accès aux camions de plus de 3,5 t en dessous de la norme Euro 3 (Bison-fute.gouv.fr 2024). Nous recensons donc 15 ZFE selon nos critères.

Avec la prise en compte des Clean Air Zones, le Royaume-Uni arrive en 3^{ème} position en termes de nouvelles ZFE déployées depuis 2021. Une palette variée de dispositifs - que nous n'avons pas tous répertoriés en tant que ZFE - est mise en œuvre. Le Grand Londres a ainsi mis en place 3 LEZ :

- La London Low Emission Zone, mise en place en février 2008. Son déploiement s'est réalisé par phases, pour échelonner dans le temps les catégories de véhicules concernées. Initialement dédiée aux véhicules à moteur diesel les plus lourds, dont le poids total autorisé en charge (PTAC) est supérieur à 12 tonnes, la liste des véhicules s'est élargie en juillet 2008 aux véhicules poids lourds à moteur diesel compris entre 3,5 et 12 tonnes de PTAC. À ce stade, seuls les véhicules de marchandises de type N2 et N3, les autocaravanes, les véhicules de transport de chevaux et les autres véhicules spécialisés de plus de 3,5 tonnes sont concernés. L'entrée dans le dispositif camionnettes de type N1, des ambulances, des autocaravanes et des véhicules diesel spécialisés dont le poids à vide est supérieur à 1,205 tonne, mais dont le PTAC est inférieur à 3,5 tonnes fait l'objet d'une 3^{ème} phase, déployée en janvier 2012 Cette phase inclut également les minibus de plus de 8 sièges passagers et de moins de 5 tonnes (ADEME, 2023).
- La London Clean Bus Zone Low Emission Zone, qui ne concerne que les bus publics. Elle n'est pas prise en compte dans notre recensement.
- La London Construction Low Emission Zone. Cette ZFE concerne les véhicules non routiers spécialisés (Non-Road Mobile Machinery, NRMM). Elle inclut notamment les engins agricoles et de constructions, jusque-là non affectés par une ZFE. Nous ne l'avons pas intégrée à notre décompte.

Londres a aussi défini un périmètre appelé Ultra Low Emission Zone (ULEZ) en avril 2019. La zone couvrait alors le centre de la ville sur une superficie de 20 km² (ADEME, 2023, p. 41). Elle concerne aussi bien les cyclomoteurs, les quadricycles, que les voitures particulières, les véhicules de location, camionnettes, fourgonnettes et minibus. Après deux extensions successives, l'ULEZ couvre désormais la même superficie que la London Low Emission Zone depuis le 29 août 2023. Elle est comptée comme faisant part de celle-ci par le site [urbanaccessregulations](https://urbanaccessregulations.com). Cependant, le site de Transport for London distingue toujours l'ULEZ de la LEZ, nous les comptabiliserons donc séparément pour le recensement (Transport for London 2024a). Il est important de souligner que ces deux dispositifs qui coexistent sur un

même périmètre peuvent dans certains cas régler différemment une même catégorie de véhicules. Les poids lourds de catégorie N2 et N3 ne sont pas soumis à L'ULEZ. A contrario, l'ULEZ est plus stricte concernant les camionnettes N1 : une norme Euro 6 est requise pour circuler gratuitement, tandis que la LEZ ne fixe qu'une norme Euro 3 pour les véhicules N1 dont le poids à vide est supérieur à 1,205 tonne. Cela impacte notamment le montant des taxes journalières mises en place par la ville que nous aborderons un peu loin.

Parmi les 16 autres ZFE répertoriées par le site, 5 d'entre elles ne concernent que les bus publics et ne remplissent donc pas nos critères : Brighton, Norwich, Nottingham, Oxford et York. Le Royaume-Uni compte donc selon nos critères 13 ZFE fin avril 2024.

De l'autre côté du spectre, l'Allemagne et la Belgique se démarquent comme ayant moins de ZFE en 2024. La ZFE supplémentaire recensée en Belgique en 2021 fait référence au décret adopté en 2019 par le parlement wallon permettant aux communes d'instaurer une zone LEZ sur le territoire dès 2020 (ADEME 2023). Cependant, aucune commune wallonne n'a pour l'instant instauré de dispositif opérationnel selon nos sources de référence. Par ailleurs, l'abrogation partielle du décret relatif à l'interdiction progressive généralisée des véhicules à l'échelle de la Wallonie a été entérinée le 26 avril 2024 (Rancy, 2024). L'Allemagne de son côté a supprimé plusieurs ZFE de manière échelonnée entre 2020 et 2024. Tandis que nous avons répertorié initialement 80 ZFE fin avril 2024, il s'avère que le Conseil Régional de Stuttgart Bade-Wurtemberg a bien acté l'abrogation de la ZFE d'Illfeld, ainsi que celles de Wendlingen am Neckar, Schwabisch Gmünd et Urbach le 1^{er} mai 2023 (Baden-Württemberg Regierungspräsidium Stuttgart, 2023a, p. 20). La même instance a ensuite voté à compter du 1^{er} janvier 2024, l'abrogation des « zones environnementales » (Umweltzonen) de Heidenheim, Heilbronn, Herrenberg, ainsi que celle de la région de Leonberg/ Hemmingen et ses environs (comprenant 7 ZFE dont celle de Gerlingen) (Baden-Württemberg Regierungspräsidium Stuttgart, 2023b, p. 22). La dernière ZFE à avoir été abrogée est celle d'Hanovre, suite à la publication au Journal Officiel du plan de protection de l'air « Hanovre 2023 » le 22 février 2024 (Amtsblatt für die Landeshauptstadt Hannover, 2024, p. 49). Le nombre de ZFE allemandes actives fin avril 2024 est donc de 65⁴.

Plusieurs raisons peuvent expliquer ce revirement. Le décret d'abrogation des zones environnementales de Leonberg/Hemmingen et ses environs fait état d'une amélioration globale de la qualité de l'air liée au renouvellement de la flotte vers des véhicules de plus en plus propres. Cela témoigne d'après le décret, d'une adaptation des citoyens aux prescriptions de la zone écologique (Baden-Württemberg Regierungspräsidium Stuttgart, 2023b, p. 23). Mise en place à partir de janvier 2010 à Berlin, la vignette verte est le critère le plus exigeant du dispositif fédéral des « Umweltzonen » défini en 2006. Elle a rapidement été adoptée par l'ensemble des villes pour se généraliser à l'ensemble des ZFE allemandes à partir de juillet 2014,

⁴ Hardthof et Schönbühlhof sont comptées comme 2 LEZ différentes par l'ADEME, alors qu'il s'agit en réalité d'une dénomination pour désigner *Hardt-und Schönbühlhof*, un hameau de 340 habitants appartenant à Schwieberdingen et Markgröningen (https://de.wikipedia.org/wiki/Hardt-und_Sch%C3%B6nb%C3%BChlhof)

devenant par la suite la norme (Umwelt Bundesamt (UBA), 2024). Correspondant à une norme minimale diesel Euro 4 ou Euro 3 avec un filtre à particule, cette vignette équivaut globalement à la vignette française Crit'Air 3. D'après une étude du Sénat de Berlin reprise par l'ADEME, la ZFE de Berlin a fortement contribué à la modernisation des véhicules diesel de la ville. Ainsi en septembre 2010, 9 mois après le déploiement de la vignette verte, « *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%* » (ADEME, 2023, p. 32). Ainsi, selon le rapport de la mission sur la comparaison internationale des zones à faibles émissions concernant leur acceptabilité en Europe, confiée par le gouvernement à Barbara Pompili, en 2023, 90% du parc de véhicules immatriculé en Allemagne répond au critère de la vignette verte. De fait le dispositif est désormais sans effet significatif, en raison de l'absence de mise à jour récente. Pour autant, selon cette même source, « *le renforcement des « zones environnementales » n'est pas la voie choisie par le gouvernement pour diminuer la pollution de l'air* » (Pompili, 2023, p. 25). En effet, lorsque le gouvernement fédéral a constaté le dépassement de la valeur limite de NO₂ dans 65 villes, il s'est plutôt orienté vers un programme de financement de 1,5 Md€ destiné notamment à financer des équipements de dépollution en rétrofit sur les bus diesel et l'achat de bus électriques. Le dispositif dit « *Dieselfahrverbot* » (interdiction de circulation des véhicules diesel) n'est obligatoire dans ces villes qu'en l'absence de mesure alternative prise. Son appellation est trompeuse, car il n'interdit pas au sens strict, les véhicules diesel. Dans la plupart des cas, sa mise en place se limite à fixer le nouveau seuil minimum de la norme pour les véhicules diesel à Euro 5 ou à Euro 6. Elle s'accompagne parfois d'un durcissement de la norme à Euro 3 pour les véhicules à essence. Début novembre 2024, les villes de Darmstadt, Mayence, Munich et Stuttgart ont ce dispositif en place (Adac.de, 2024).

Indépendamment de l'Allemagne, on constate que les pays où les ZFE sont les plus nombreuses – ou en plus forte progression dans le cas de l'Espagne – sont aussi ceux qui intègrent une plus grande souplesse de mise en œuvre dans le dispositif. Dans le cas de l'Italie, des zones à trafic limité (ZTL) peuvent correspondre à plusieurs cas de figure. Elles peuvent être au sens strict, une autorisation de circulation uniquement pour certains usages (comme la livraison), ou certaines catégories de population (riverains). Elles peuvent être déployées en tant que ZFE, telle que nous la définissons ici, basée sur des critères de pollution des véhicules ; mais elles peuvent aussi prendre la forme de péages urbains. La superposition des dispositifs est également une possibilité. Concernant l'Espagne, le cadre juridique national instauré en 2021 laisse une grande marge de manœuvre aux villes, que ce soit sur le périmètre, les restrictions d'accès ou des normes de contrôle.

Parmi les spécificités relevées lors de ce recensement, l'Autriche se distingue par des LEZ déployées principalement à l'échelon régional, au niveau des États fédérés (Länder). Vienne par son double statut de ville-État est la seule ZFE à l'échelon

communale du pays. Deux LEZ localisées sur des axes autoroutiers sont également recensées, ce qui porte leur nombre total à 7.

Après une période 2016-2021 marquée par la croissance massive du nombre de ZFE à l'échelle européenne, nous constatons donc fin avril 2024 un tassement de cette progression. Cette tendance masque toutefois des dynamiques inégales selon les pays. Les deux pays ayant le plus grand nombre de ZFE déployées sur leur territoire - l'Italie et l'Allemagne – sont marqués par la période où s'est déroulée la planification du dispositif initial. Les ZFE italiennes sont une variation des « Zones à Trafic Limité » (ZTL) mises en place à partir des années 1970, tandis que le dispositif fédéral des « Umweltzonen » allemandes a été voté en 2006 avant de se déployer massivement autour de 2010. Le Royaume-Uni et l'Espagne ont en commun d'avoir construit un cadre général plus récemment, encouragés par une première initiative réussie dans leur capitale (Pompili, 2023). Ce recensement reste aussi une photographie à un instant T. Le déploiement de nouvelles ZFE reste planifié en France, avec le maintien de l'échéance 2025 pour les agglomérations métropolitaines françaises de plus de 150 000 habitants. L'Espagne devrait également voir leur nombre augmenter avec la mise en œuvre effective des ZBE espagnoles en cours de réalisation. Toutefois, l'abrogation d'une vingtaine de ZFE en Allemagne témoigne d'un changement d'approche des pouvoirs publics, qui cherchent à diversifier les dispositifs de lutte contre la pollution de l'air à travers des solutions alternatives. L'assouplissement des règles du calendrier obligatoire des zones à faibles émissions en France, ainsi que la récente décision de justice du 17 septembre 2024 de la Haute Cour de justice de Madrid, remettant en question les 3 ZBE de la ville montrent que la pérennité de cet outil de régulation n'est pas garantie (Parada, 2024). Pour ce dernier cas, l'arrêt de la justice Madrilène considère notamment que l'ordonnance de 2021 sur la mobilité durable n'évaluait pas de manière adéquate l'équilibre entre les avantages et les coûts des restrictions, ni la possibilité d'adopter des solutions de remplacement moins restrictives qui auraient pu avoir un impact similaire sur la réduction des émissions sans affecter les plus vulnérables. La municipalité de Madrid a déjà confirmé faire appel de cette décision (Carey, 2024).

Les ZFE sont ainsi le résultat d'une action et d'un suivi politique qui dépend aussi du moment où le pays s'est saisi de la problématique de la protection de la qualité de l'air. Les critères communs que nous avons définis pour faire le recensement ne doivent pas faire oublier les variations de mises en œuvre observées au sein des ZFE qui témoignent de l'absence de définition commune de la zone à faible émission en Europe. Le consensus des pays vers l'objectif d'améliorer la qualité de l'air (tout en limitant les émissions de gaz à effet de serre) est cependant porté par la directive européenne concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. Suite à l'accord provisoire obtenu le 20 février 2024 entre le Parlement européen et le Conseil, la révision de la directive visant à durcir les normes de l'UE en matière de qualité de l'air a été formellement adoptée le 14 octobre 2024. Le texte, qui entrera en vigueur 20 jours après sa publication au journal officiel, fixe pour les polluants de nouvelles normes de qualité de l'air à atteindre d'ici à 2030, plus étroitement alignées sur les

lignes directrices de l'OMS⁵ (Conseil de l'Union Européenne, 2024b). Ce récent durcissement contribue à légitimer le maintien de ces zones. Même si à l'échelle nationale, les pouvoirs publics chargés de leur suivi temporisent le durcissement de leurs conditions d'accès, la législation européenne existante et une logique de mimétisme poussent les pays à au moins définir un cadre général pour permettre leur déploiement.

L'absence d'une législation européenne équivalente concernant les sols complexifie encore plus la mise en œuvre du ZAN dont le concept plus récent est appréhendé de manière très différente selon les pays.

2.2 En l'absence d'une définition commune du ZAN une plus grande difficulté pour la logistique de négocier ses besoins de fonciers croissants

2.2.1 Toujours aucune directive européenne sur les sols en 2024

L'environnement fait partie des compétences partagées entre l'Union européenne et les États membres. L'adoption par le Conseil de l'Europe, en 1972, d'une charte européenne des sols, est le premier texte intergouvernemental à reconnaître les sols comme une entité en elle-même, « un milieu complexe et dynamique », « un des biens les plus précieux de l'humanité », « une ressource limitée qui [...] se forme lentement [...], mais [qui] peut être détruit rapidement à la suite d'actions inconsidérées. » (Conseil de l'Europe, 1972). Malgré son absence de valeur normative, cette charte incite les pays européens à mettre en place des politiques de conservation des sols, puis de protection et de gestion durable des sols, après la révision du texte en 2003.

Contrairement à l'eau et à l'air, il n'existe pas de protection élargie du sol qui définit des critères de qualité de cette ressource naturelle. Il n'existe pas non plus de mesures de protection globale concernant la santé des sols et la diversité de ses fonctions écologiques. Carole Hermon souligne l'approche fragmentaire de la protection du sol, « constituée de normes éparses et ponctuelles » (Hermon, 2017). Toutefois, la dégradation des sols imputable à la faiblesse de l'encadrement juridique tend à une prise de conscience collective d'appels à la construction d'un droit des sols. Le changement de regard sur la sobriété foncière se concrétise à l'issue du Sommet de la Terre des Nations Unies à Rio. La Convention internationale de lutte contre la désertification en 1994 fait émerger un objectif de « *Zero Net Land Degradation* », qui évolue vers un principe de neutralité en matière de dégradation des terres avant d'être intégré aux objectifs de développement durable des Nations Unies en septembre 2015 (Agenda 2030 en France, 2024). Signé par les 193 pays membres, ce programme de

⁵ Texte toujours non publié au Journal Officiel de l'Union Européenne début novembre 2024. Le seuil de pollution à ne pas dépasser est désormais fixé à : 10 µg/m³ par an pour les particules fines PM2,5 (l'OMS préconise un seuil inférieur à 5 µg/m³ pour limiter l'impact sanitaire ; 20 µg/m³ pour les PM10, le dioxyde de soufre, le benzène et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces valeurs tendent vers les valeurs recommandées par l'OMS et seront alignées avec celles-ci d'ici 2050.

développement durable à l'horizon 2030 formalise un premier objectif commun de sobriété foncière.

Les précédentes tentatives d'instaurer un véritable cadre législatif européen relatif à la protection des sols n'ont pas abouti, en raison de la difficulté à obtenir un consensus. Or selon l'article 192 du Traité sur le Fonctionnement de l'Union Européenne (TCUE), les mesures concernant « l'aménagement du territoire ; la gestion quantitative des ressources hydrauliques ou touchant directement ou indirectement la disponibilité desdites ressources ; l'affectation des sols, à l'exception de la gestion des déchets » nécessitent une adoption à l'unanimité par le conseil européen. La première mention d'un objectif de limitation de l'artificialisation date de 2011 dans la feuille de route pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources. Le document mentionne les problèmes liés à l'imperméabilisation des terres, à l'érosion irréversible des sols et à leur appauvrissement.

« Jalon : d'ici à 2020, les politiques de l'UE tiendront compte de leur incidence directe et indirecte sur l'utilisation des sols dans l'UE et ailleurs dans le monde, et nous serons en bonne voie pour atteindre notre objectif consistant à supprimer d'ici à 2050 toute augmentation nette de la surface de terres occupée ; l'érosion des sols aura été réduite et leur teneur en matières organiques aura augmenté, alors que les travaux d'assainissement des sites contaminés auront bien progressé » (Commission Européenne, 2011, p. 19). L'objectif est ensuite repris dans le 7^{ème} Programme d'Action pour l'Environnement (PAE) à l'horizon 2020 du 20 novembre 2013, mais ce n'est que le 17 novembre 2021, dans le document *stratégie de l'UE pour la protection des sols à l'horizon 2050* qu'apparaît explicitement l'objectif de « *parvenir à zéro artificialisation nette des sols* » (Commission Européenne, 2021, p. 4). Le document fixe pour 2050 une normalisation de « *l'utilisation durable et [de] la restauration des sols* » ainsi que « *l'enrayement de la désertification et l'inversion du processus de dégradation des terres.* » (Commission Européenne, 2021, p. 3).

Dans la continuité de cette stratégie, la Commission européenne a proposé une nouvelle directive sur la surveillance et la résilience des sols à l'échelle européenne le 5 juillet 2023. L'exposé des motifs insiste sur la nécessité de mettre en place une législation de l'Union spécifique sur le sujet et de s'accorder sur des définitions et des critères communs de bon état des sols et d'utilisation durable. La directive repose sur l'harmonisation des systèmes de surveillance des sols afin « *de disposer de données plus comparables à l'échelle de l'Union* » (Commission Européenne, 2023, p.29). Elle laisse la latitude aux États membres de mettre en place les mesures qui leur semble le mieux concilier les spécificités locales des sols et l'atteinte des objectifs fixés en créant le système de gouvernance adapté.

La proposition de la Commission européenne a rapidement fait l'objet de critiques de la Cour des comptes européenne pour son manque d'ambition et l'absence d'obligations pour les agriculteurs ou les États membres de prendre des mesures pour améliorer leurs pratiques au-delà de la surveillance (European Court of Auditors,

2023). Ces critiques sont partagées par les militants écologistes. Le délai de deux ans qui s'est écoulé entre la mise en place du cadre politique global pour la restauration des sols en 2021 et la réponse législative révèle là encore la difficulté de fixer des objectifs contraignants. Le projet ne se présente plus comme « *une législation sur la santé des sols* » telle qu'envisagée dans la stratégie de l'UE pour la protection des sols à horizon 2050 (Commission Européenne, 2021, p. 11). La définition du concept d'artificialisation nette des sols a ainsi disparu de la proposition de directive finalement présentée.

La définition de l'artificialisation à l'échelle de l'Union reste donc celle de la *feuille de route pour une utilisation efficace des ressources* de 2011. D'après Simon Depraz et Fernanda Chatelard, cette approche « *implique le changement d'utilisation fonctionnelle des terres, les retirant de leur état agricole ou naturel au profit de fonctions urbaines, y compris les espaces verts.* » (Depraz, Chatelard, 2023). Les espaces à protéger de l'artificialisation sont considérés selon l'usage dédié à leur surface. La pertinence de cette définition peut être questionnée au regard de précédentes approches du concept d'artificialisation des terres davantage centrées sur la perméabilité des sols ou de la dynamique des écosystèmes qu'ils permettent.

Le 17 juin 2024, les ministres de l'environnement de l'Union Européenne réunis en Conseil ont dégagé une orientation générale sur la directive relative à la surveillance des sols (Conseil de l'Union Européenne, 2024a). Il permettra à la présidence tournante du Conseil d'entamer les négociations avec le Parlement européen sur la forme définitive du texte lors du prochain cycle législatif. Parmi les modifications et précisions proposées, l'ensemble du texte insiste beaucoup plus sur l'importance de la matière organique des sols et la nécessité de mieux préserver leurs spécificités. Il reconnaît également mieux les multiples approches qui coexistent pour aborder l'artificialisation.

Ainsi, le cadre de surveillance commune se base sur l'établissement « d'unités de sols » présentant un certain degré d'homogénéité de caractéristiques au sein de « districts de gestion des sols ». Les deux critères minimaux proposés pour harmoniser les données au niveau européen seraient le type de sol et l'utilisation des terres (Conseil de l'Union Européenne, 2024a, p. 12). Par ailleurs, dans une volonté de s'adapter aux circonstances locales, le Conseil est favorable à un système à double valeur pour l'évaluation de la santé des sols. D'un côté, des valeurs cibles durables au niveau de l'UE reflétant les objectifs à long terme ; de l'autre des valeurs de déclenchement opérationnelles fixées au niveau des États membres pour mieux hiérarchiser les priorités et faciliter la mise en œuvre de mesures (Conseil de l'Union Européenne, 2024a, p. 63).

Sans proposer de définition globale à l'artificialisation, l'orientation générale subdivise le concept global à travers leurs conséquences perçues : le changement d'affectation des terres et l'altération durable des composants et des caractéristiques du sol, entraînant une perte de la capacité des sols à fournir des services écosystémiques.

L'imperméabilisation, la destruction et le compactage intentionnel des sols ont été identifiés comme les principaux processus pour lutter contre ce second aspect.

Concernant le changement d'affectation des terres, le texte modifié introduit la notion de superficie d'établissement, « *compre[n]t toutes les terres aménagées, c'est-à-dire les infrastructures résidentielles, de transport, commerciales et de production (commerciales, manufacturières) de toute taille, à l'exclusion de celles déjà incluses dans d'autres catégories d'utilisation des terres. Cela comprend également les sols, les herbacées vivaces telles que la pelouse et les plantes de jardin, les arbres dans les établissements ruraux, les jardins des propriétés et les zones urbaines.* » (Conseil de l'Union Européenne, 2024a, p. 17). Cette notion nuance les degrés d'artificialisation qui peuvent s'opérer après un changement d'usage vers des surfaces aménagées. L'indicateur relatif à l'artificialisation est en effet insuffisant à lui seul, car le développement urbain comprend de nombreuses terres dont le changement d'affectation ne conduit pas à leur imperméabilisation. Ces sols non imperméabilisés, qui restent en mesure de fournir des services écosystémiques essentiels au maintien d'une bonne qualité de vie, sont considérés comme artificialisés. L'introduction des superficies d'établissement témoigne d'une volonté de mieux articuler l'aménagement du territoire avec la préservation de l'écosystème fonctionnel des sols. Pour autant, le texte reconnaît aussi que les terres dont le statut bascule de zones naturelles et semi-naturelles vers des superficies d'établissement ont plus de chance de subir d'autres aspects de l'artificialisation, dont l'imperméabilisation des sols. L'enjeu que représente la surveillance et la gestion durable des sols non imperméabilisés au sein des superficies d'établissement, souligne la concurrence de plus en plus forte entre différents usages, dont les sols en tant que ressource limitée font l'objet. Au final ce texte réaffirme la marge de manœuvre des États membres en matière d'aménagement du territoire : il maintient l'objectif indicatif de Zéro artificialisation nette des terres à l'horizon 2050 et cible son champ d'action davantage sur l'atténuation de l'artificialisation des terres et la lutte contre l'imperméabilisation et la destruction des sols (Conseil de L'Union, Européenne 2024, p. 67).

2.2.2 Les pays européens face au ZAN : entre vœux pieu et rejet, un positionnement difficilement comparable en l'absence de définition partagée

L'actualité de la proposition de Directive européenne relative à la surveillance et à la résilience des sols pousse les États membres à questionner leur politique existante relative à l'artificialisation. Paradoxalement, la France s'oppose à une déclinaison des objectifs zéro artificialisation nette à l'échelon européen, alors même que la politique contraignante mise en place à l'échelle nationale soit la plus proche des objectifs souhaités par l'UE (Canas, 2024). La législation comparée réalisée à la demande du Sénat sur les politiques de réduction de l'artificialisation des sols publié en septembre 2023 renseigne sur les politiques publiques en la matière de quatre pays de l'Union européenne : l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie et les Pays-Bas (Direction de l'initiative parlementaire et des délégations 2023). Quelques mois plus tard en décembre 2023,

la Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme (FNAU) publie un benchmark des politiques de lutte contre l'artificialisation des sols en Allemagne, Belgique, Italie et Espagne (Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme (FNAU) 2023). Parmi les cinq pays étrangers abordés par ces deux sources, aucun ne dispose de législation contraignante concernant une réduction de l'artificialisation des sols. Il n'existe par ailleurs aucune définition juridique précise du terme « artificialisation » à l'échelle nationale, ce qui rend la comparaison plus difficile en raison du flou entourant les terminologies utilisées.

L'Italie et l'Allemagne sont les seuls à avoir fixé un objectif de zéro artificialisation nette à l'échelon national, respectivement à horizon 2030 et 2050. Introduit dès 2002 en Allemagne dans le cadre de la première stratégie nationale de développement durable, ce pays est le premier, près de 20 ans avant la France, à avoir établi un tel objectif. Il s'accompagne d'une politique de réduction de l'artificialisation des sols au niveau fédéral, qui prévoyait dans sa première version une réduction de la consommation des sols plafonnée à 30 ha par jour à l'horizon 2020. L'actualisation de la stratégie en 2016, inchangée dans la dernière version de 2021, fixe désormais une consommation des sols inférieure à 30 ha/jour d'ici 2030.

L'objectif national italien de zéro artificialisation nette à horizon 2030 a été approuvé dans le plan pour la transition écologique du 8 mai 2022. Cependant, la *loi nationale spéciale* annoncée, censée transcrire législativement cet objectif n'a toujours pas été voté par le parlement italien. Cette difficulté à entériner juridiquement le ZAN porte à trois le nombre d'échecs de propositions de loi nationale au sujet de la lutte contre la consommation du sol. Malgré des objectifs ambitieux, la mise en œuvre opérationnelle des politiques de réduction de l'artificialisation n'est pas portée par le pays. Les Länder et les régions prennent la main par l'application de lois régionales et de stratégies différenciées. Il en ressort un cadre hétérogène qui ne permet pas l'efficacité des dispositifs et outils mis en place.

Le pouvoir des régions concernant l'aménagement du territoire est encore plus marqué en Belgique. La Wallonie et la Flandre ont chacune fixé un objectif non contraignant de zéro artificialisation nette, mais à des rythmes différents. La Wallonie a mis en place des objectifs similaires à la France avec l'adoption en 2019 d'un Schéma de développement Territorial ; l'objectif ZAN d'ici 2050 s'accompagne du même jalon de baisse du rythme d'artificialisation par deux à horizon 2030, ce qui représente un plafonnement de consommation des terres non artificialisées à 6 km²/an (Lambotte, Hendrickx, 2023, p. 7). Entre 2018 et 2030, il y a donc une volonté de ralentir le rythme, mais aucun plafonnement par an n'existe dans l'absolu sur cette période. Par ailleurs, la Wallonie n'a pour l'instant défini aucun nouveau plafonnement (que ce soit en consommation par an ou en consommation globale sur la période) entre 2030 et 2050. La Flandre en revanche, souhaite une transition effective vers le ZAN dès 2040. Le gouvernement fixe une limitation de l'artificialisation nouvelle de terres à maximum 16.000 ha (160 km²) en 20 ans, toutes affectations confondues. Il fixe par ailleurs une

limitation de l'artificialisation pour la construction plafonnée à 3 ha par jour d'ici 2025 (soit environ 1 095 hectares par an) pour forcer à réduire le rythme (Lambotte, Hendrickx, 2023, p. 6).

L'Espagne et les Pays-Bas n'ont fixé aucun objectif de réduction de l'artificialisation des sols. Le gouvernement néerlandais considère par ailleurs l'objectif ZAN comme irréalisable en raison de la forte densité de population du pays. Pour autant les politiques en matière de gestion de l'aménagement de l'espace y sont très différentes. Avec 12,6% de sa surface artificialisée en 2018, les Pays-Bas se situent juste derrière Malte dans le classement des pays les plus artificialisés d'Europe, loin devant l'Espagne en 15^{ème} position avec 3,4% de sa surface urbanisée. Cependant lorsque l'on rapporte l'augmentation de l'occupation des sols par rapport à la taille initiale de la surface urbanisée, les Pays-Bas arrivent à la sixième place : la hausse est estimée à 15 % entre 2000 et 2018 contre une hausse de près de 35 % en Espagne (Direction de l'initiative parlementaire et des délégations, 2023, p. 20). Cette différence est particulièrement marquée étant donné la densité de population 5 fois plus importante des Pays-Bas par rapport à l'Espagne. Les outils mis en œuvre en faveur d'une meilleure sobriété foncière témoignent d'une préoccupation ancienne d'une gestion économe de l'espace qui envisage davantage les combinaisons d'usages et une approche différenciée des territoires à urbaniser en fonction des caractéristiques initiales du lieu (Direction de l'initiative parlementaire et des délégations, 2023, p. 21).

Sans parler d'objectif ZAN, les législations qui structurent l'aménagement du territoire au Royaume-Uni sont très tôt marquées par des objectifs de sobriété foncière. Elle se déploie dans la planification urbaine à travers une politique instaurant « *un contrôle strict des extensions urbaines, notamment par l'intermédiaire de ceintures vertes à l'intérieur desquelles il est strictement interdit de construire* » (Touati, 2015). Un changement de paradigme vers le concept de ville compacte a lieu en 1992 avec la *Planning Policy Guidance Note*, qui prévoit que 60 % des logements construits doivent désormais l'être sur des terrains déjà urbanisés, avec une densité minimale de 30 logements par hectare (Languillon-Aussel, Naudin, 2023, p. 19). Ces politiques strictes en termes de lutte contre l'étalement urbain diminuent le foncier disponible pour la construction, contribuant à une importante augmentation des prix. Dans ce contexte, l'urbanisation des jardins des maisons pour y installer de nouveaux logements s'est répandue (*garden grabbing*). Bien que, la règle des 60 % de logements sur des terrains artificialisés soit supprimée en 2012 par le National Planning Policy Framework (NPPF), le processus de densification douce se poursuit. Elle s'effectue toutefois de manière inégale sur le territoire en exacerbant une régulation par les prix entre quartiers aisés et quartiers plus pauvres, contraints à se densifier au détriment de la qualité du cadre de vie (Languillon-Aussel, Naudin, 2023, p. 21).

D'après les informations recueillies sur la Tchéquie à travers le rapport final du programme de coopération ESPON 2030, cofinancé par l'Union Européenne, le gouvernement n'a pas mis en œuvre de politique formelle de ZAN. Il n'existe pas non

plus de définition explicite de l'artificialisation. Pour autant, l'absence du concept en tant que tel dans les réglementations juridiques n'empêche pas diverses politiques au niveau national, régional et local d'aborder la question de l'utilisation durable des terres et d'appliquer des principes et des pratiques liés par certains aspects au ZAN. (Desjardins, Devos, Leclercq, 2024, p. 26). Ces politiques se déploient cependant de manière concomitante, sans reconnaissance de l'articulation qui les relie. D'un côté, la protection des forêts et terres arables pour la production agricole est un objectif politique faisant l'objet d'un suivi à long terme (Marquard et al., 2020). La conversion de terres agricoles à des fins non agricoles suppose ainsi le paiement d'une redevance en fonction de la qualité du sol. En parallèle, la Tchéquie a mis en place un système de planification de l'aménagement du territoire qui favorise l'utilisation des terres dans les zones déjà urbanisées et protège les terres et les zones non développées. Ce système s'accompagne également de stratégies qui fixent comme objectifs le maintien de villes compactes et denses et qui identifient clairement des problématiques à combattre : l'étalement périurbain, le réaménagement insuffisant des friches industrielles. Le rapport final du programme ESPON 2030 constate toutefois un décalage entre les objectifs généraux et les pratiques concrètes, en raison principalement de la décentralisation de l'aménagement du territoire et au contrôle du développement au niveau très local de milliers de municipalités indépendantes, qui rend le contrôle de l'étalement urbain difficile à réaliser (Desjardins, Devos, Leclercq, 2024, p. 32).

En absence d'une définition commune, l'objectif du ZAN est ambigu, car il peut renvoyer à la fois à l'occupation des sols et à la prévention de la dégradation des sols par leur imperméabilisation. De fait, la traduction et la définition différente selon les pays des termes « *Land consumption* » et « *Land take* » brouillent le concept. Le contraste entre naturalité et artificialité semble être un élément clé de la conceptualisation et de l'opérationnalisation des deux concepts, tandis que la taxonomie de l'artificialisation des sols peut faire débat et varier d'un pays à l'autre (Marquard et al., 2020). Ainsi d'après Maylis Desrousseaux, « *[e]n fonction des concepts utilisés – artificialisation, urbanisation, imperméabilisation –, les impacts et les enjeux varient, et la gouvernance aussi* » (Desrousseaux, 2023).

Les différents pays ayant mis en place un objectif ZAN doivent faire face à l'évolution de leur gouvernance territoriale. Les autorités nationales ou régionales laissent aux pouvoirs publics locaux, le soin de négocier entre elles leur développement urbain dans le cadre des objectifs fixés. Ce mode de fonctionnement va à contre-courant de la planification urbaine traditionnelle, qui encourage souvent l'urbanisation et le développement par le biais de taxes foncières (Desjardins, Devos, Leclercq, 2024). Il nécessite aussi une forte coopération horizontale entre les collectivités, encore insuffisante, tandis que les impacts environnementaux et les externalités générées par la logistique ne sont pas pleinement appréhendés par les autorités locales.

D'après les informations recueillies à l'échelle européenne par le programme ESPON, concernant les terres converties à des fins urbaines sur la période 2000-2018, 35 % sont devenues du tissu urbain (principalement résidentiel), 37 % ont été utilisées à des fins industrielles (comprenant la logistique, mais également les parcs d'affaires et les bureaux), 17 % ont été utilisées comme infrastructures (incluant les aéroports) et 11 % ont été converties en espaces verts urbains (Desjardins, Devos, Leclercq, 2024, p. 8). Il est très difficile de trouver des données chiffrées sur l'artificialisation associée exclusivement à l'activité logistique. En France, d'après la stratégie nationale de mobilisation pour le foncier économique (Mouchel-Blaisot, 2023), « *l'industrie mobilise un peu plus de 5% de l'espace artificialisé et a contribué pour environ 5% à l'artificialisation sur la décennie passée.* » En termes de surface, cela représenterait 225 000 hectares d'espace artificialisé mobilisé. L'étalement urbain associé à la logistique est lui estimé à 600 hectares par an sur la période 2007-2013, soit 2% des 30 000 ha/an d'artificialisation annuelle de nouvelles terres constatée à cette époque. Cette estimation ne concerne cependant que la part de la logistique inféodée à l'industrie et n'inclut pas la logistique de mise en marché structurée par les bassins de consommation. Selon une note interne de la Chaire Logistics City transmise par Laetitia Dablanc (Dablanc, 2021), les parcelles logistiques représentent en France un total de 230 km², soit 23 000 hectares. Les surfaces logistiques bâties ne représentent qu'un tiers de cette surface (77 km²), les deux tiers restant (153 km²), étant répartis entre les parkings, la voirie et les espaces verts de l'entrepôt. Ces chiffres sont en décalage avec la forte consommation foncière communément attribuée à la logistique par le grand public (Zapalski, 2023).

Pour autant, du fait de la forte croissance des fonctions logistiques et d'une mise en œuvre opérationnelle du ZAN dépendante des stratégies régionales, le secteur a conscience de devoir anticiper sa mutation, encouragé par un enjeu d'exemplarité face à la concurrence des usages. En effet, d'après France Stratégie, les entrepôts représentent les surfaces les plus importantes parmi l'ensemble des locaux économiques autorisés entre 2011 et 2022. Avec un total de 77 millions de mètres carrés de surface de plancher (SDP) autorisés sur la période, la surface autorisée en 2022 représente près du double de celle autorisée en 2011 (respectivement 9,1 millions de mètres carrés SDP contre 4,7 millions) (Arambou et al., 2023a, p. 13). Bien que la note précise que la consommation globale d'espaces à destination d'activités stagne autour de 5 000 ha/an depuis une dizaine d'années – potentiellement par davantage de renouvellement du foncier ou par une densification des constructions – la concentration locale d'infrastructures logistiques la rend particulièrement visible.

Après ce tour d'horizon sur l'état des lieux des ZFE et de l'objectif ZAN en Europe, nous allons voir comment le décalage de maturité entre ces deux outils de régulation impacte et influence la logistique urbaine.

2. L'impact concret des ZFE sur les lieux et flux de la logistique urbaine face aux nombreux débats du secteur sur le ZAN

Nous avons pu montrer dans la première partie que les ZFE et les ZAN font l'objet de débats majeurs au sein des pays européens. Pour les premières, cela s'exprime par des dynamiques de mises en œuvre très différentes selon l'ancienneté de la planification du dispositif initial, la marge de manœuvre accordée dans le déploiement ou l'association de cet outil avec d'autres mesures de lutte contre la pollution de l'air, comme des programmes de financement de dépollution et de renouvellement des véhicules. Mais tandis que le débat sur les ZFE tourne autour de leurs modalités de mise en œuvre, les débats concernant le ZAN reposent sur la définition même du concept, rendant difficile l'appréhension de cet outil à l'échelle européenne. Ce travail nous a permis de montrer que l'aménagement par le zonage est bien un processus en cours dans les milieux urbains. En raison de l'impact important qu'il risque d'avoir sur la logistique et ses flux, il convient d'évaluer ces derniers. Nous procéderons l'évaluation des ZFE à travers une grille de critères appliqués à un panel représentatif, puis nous aborderons les nombreuses négociations en cours pour infléchir la rigueur du ZAN, imposé à la logistique malgré le caractère stratégique du secteur et les freins que peut amener son application sur les efforts fait en matière de décarbonation.

3.1 Évaluation d'un panel de ZFE : majoritairement des surfaces intra-urbaines centrées sur la réglementation des véhicules poids lourds

Comme évoqué précédemment, un panel de ZFE a été constitué en tenant compte à la fois du pays et de la population de la ville de référence. Après avoir établi 14 catégories correspondant à des seuils de population, une sélection moyenne de 2 ou 3 ZFE par pays et de 3 ZFE par catégorie de taille a été effectuée. Le panel d'étude s'est donc centré sur 38 d'entre elles représentatives des 13 pays étudiés⁶ (tableau 3). L'unique ZFE retenue pour l'Autriche est due à l'échelle de déploiement du dispositif dans le pays (au niveau des länder/régions ou limitée à un axe routier). Vienne est de fait la seule ZFE à avoir le double statut de ville et de région. Par ailleurs, La LEZ et l'ULEZ de Londres couvrant le même périmètre, nous avons choisi de les traiter comme un seul dispositif pour l'évaluation.

Nous avons ensuite approfondi la collecte de données autour de 4 thématiques : l'ambition initiale de la zone à faibles émissions, la rigueur de celle-ci, son suivi politique et le suivi des problématiques sociales rencontrées au sein de la ZFE. Nous regroupons dans l'ambition initiale la norme minimale d'accès à la ZFE, sa surface, l'échelle qu'elle recouvre (axe routier, zone intra-urbaine, communale,

⁶ Le panel représentatif inclut deux ZFE abrogées Ilsfeld et Gerlingen, mais restant quand même représentatives du mode de fonctionnement des ZFE allemandes, cela ne fausse pas l'évaluation et cela renseigne sur le recul de l'outil ZFE dans le pays (critère calendrier).

intercommunale, régionale), ainsi que sa période de fonctionnement (permanente, jours ouvrés, plages horaires spécifiques). La rigueur de la ZFE est déterminée à travers le mode de contrôle des véhicules, modulée par les éventuelles catégories de véhicules pouvant obtenir une dérogation pour y accéder. En termes de suivi politique, nous comparons les démarches administratives préalables pour rentrer dans la ZFE : vignette seule, enregistrement du véhicule, permis court terme / long terme, passe journalier, ainsi que l'accessibilité et la mise à jour des informations disponibles. Cette thématique intègre également le respect ou non du calendrier de déploiement prévu, les perspectives d'évolution à horizon 2025, voire au-delà et le nombre de ZFE en projet à l'échelle nationale. Suite à une discussion avec Laetitia Dabanc concernant le manque de fiabilité des sources des données recueillies pour la Grèce, nous avons pris le parti de retirer ce pays de l'étude. Le panel des ZFE est donc finalement composé de 37 ZFE représentatives de 12 pays.

L'évaluation s'est basée sur la notation de certains de ces critères, auxquels nous avons attribué des points dans une fourchette allant de -2 points à +2 points. Le caractère parcellaire des données que nous avons pu collecter sur le suivi des problématiques sociales ne nous a finalement pas permis d'évaluer cette thématique au même titre que les autres. Parmi les 3 autres thématiques, 11 critères ont été choisis. La norme minimale requise pour accéder à la ZFE a fait l'objet de 4 critères spécifiques. Elle distingue d'une part les véhicules diesel des véhicules à essence et d'autre part les camionnettes (VUL de catégorie N1) des poids lourds (catégorie N2 et N3). La surface de la ZFE a ensuite été évaluée par rapport à celle de la ville de référence à partir de laquelle elle se déploie. L'amplitude de la période de fonctionnement, le mode de contrôle d'accès, le montant moyen des amendes attribuées (distinction faite des camionnettes et des poids lourds), le respect du calendrier de déploiement et les perspectives de durcissement sont les 6 autres critères notés.

Tableau 3. Panel de référence pour l'évaluation des ZFE

Pays	ZFE /LEZ	Superficie de la ville de référence (Km ²)	Nombre d'habitants ville de référence	Tranche de population
Allemagne	Ingersheim	11,55	6 408	Villes < 12 500 habitants
Italie	La Loggia	12,79	8 743	Villes < 12 500 habitants
Allemagne	Ilsfeld	26,51	9 826	Villes < 12 500 habitants
Allemagne	Gerlingen	17,54	19 853	Villes entre 12 500 et 25 000 habitants
Italie	Rivalta di Torino	25,11	20 213	Villes entre 12 500 et 25 000 habitants
Italie	Orbassano	22,21	22 997	Villes entre 12 500 et 25 000 habitants
Italie	Verbania	37	30 040	Villes entre 25 000 et 50 000 habitants
Espagne	Sant Joan Despi	6,39	34 568	Villes entre 25 000 et 50 000 habitants
Allemagne	Limbourg-sur-la-Lahn	45,15	36 053	Villes entre 25 000 et 50 000 habitants
Pays-Bas	Ryswick	14,49	55 220	Villes entre 50 000 et 100 000 habitants
Suède	Mölnädal	147	69 364	Villes entre 50 000 et 100 000 habitants
Espagne	Estepona	137	76 975	Villes entre 50 000 et 100 000 habitants

Royaume-Uni	Dundee	67	148 210	Villes entre 100 000 et 200 000 habitants
France	Grenoble (VUL et poids lourds)	18,13	157 477	Villes entre 100 000 et 200 000 habitants
Danemark	Odense	79,30	183 763	Villes entre 100 000 et 200 000 habitants
Belgique	Gand	157,77	265 086	Villes entre 200 000 et 300 000 habitants
France	Strasbourg	78,26	291 313	Villes entre 200 000 et 300 000 habitants
Danemark	Aarhus	91	295 688	Villes entre 200 000 et 300 000 habitants
France	Montpellier	56,88	302 454	Villes entre 300 000 et 400 000 habitants
Allemagne	Münster	302,91	322 904	Villes entre 300 000 et 400 000 habitants
Pays-Bas	Utrecht	99,32	374 411	Villes entre 300 000 et 400 000 habitants
Royaume-Uni	Bristol	110	472 500	Villes entre 400 000 et 500 000 habitants
France	Lyon	47,87	522 250	Villes entre 500 000 et 600 000 habitants
Belgique	Anvers	204,32	536 079	Villes entre 500 000 et 600 000 habitants
Portugal	Lisbonne	100,05	567 131	Villes entre 500 000 et 600 000 habitants
Suède	Göteborg	447,76	604 616	Villes entre 600 000 et 700 000 habitants
Grèce	Athènes	38	643 452	Villes entre 600 000 et 700 000 habitants
Danemark	Copenhague & Frederiksberg	90,01	660 842	Villes entre 600 000 et 700 000 habitants
Allemagne	Francfort	248,31	773 068	Villes entre 700 000 et 800 000 habitants
Italie	Turin	130,01	846 916	Villes entre 800 000 et 900 000 habitants
France	Marseille	240,62	876 076	Villes entre 800 000 et 900 000 habitants
Italie	Naples	117,27	909 491	Villes entre 900 000 et 1 000 000 habitants
Pays-Bas	Amsterdam	219,32	921 402	Villes entre 900 000 et 1 000 000 habitants
Suède	Stockholm	188	984 748	Villes entre 900 000 et 1 000 000 habitants
Tchéquie	Prague	496,21	1 384 732	Villes > 1 000 000 habitants
Autriche	Vienna	414,89	1 911 191	Villes > 1 000 000 habitants
Espagne	Madrid	604,46	3 332 035	Villes > 1 000 000 habitants
Royaume-Uni	Londres LEZ/ULEZ	1 569	8 866 180	Villes > 1 000 000 habitants

En rouge : ZFE retirée du panel en raison du manque de fiabilité des sources et des données recueillies.

Source : Phan, 2024

3.1.1 Les normes minimales d'accès

La quasi intégralité des ZFE en vigueur expriment leurs normes d'accès sur la base des normes Euro. Malgré les systèmes de vignettes mis en place dans certains pays, qui peuvent regrouper plusieurs normes dans une même catégorie et certains cas particuliers, qui spécifient des seuils d'émission en sus de la norme Euro, celle-ci reste la référence. Pour comparer les ZFE entre elles nous avons classé le niveau d'exigence requis selon la correspondance suivante (tableau 4) :

Tableau 4. Critère d'évaluation de la rigueur de la ZFE selon la norme Euro

Notation norme Euro	Points
Norme Euro < 1,2	-2
Norme Euro ≥ 1,2 et < 2,4	-1
Norme Euro ≥ 2,4 et < 3,6	0
Norme Euro ≥ 3,6 et < 4,8	1

Norme Euro $\geq 4,8$	2
-----------------------	---

Source : Phan, 2024

Une double distinction est faite : une première entre les véhicules utilitaires légers, (catégorie N1) et les poids lourds (catégorie N2 et N3) ; une seconde entre le type de moteur, essence ou diesel. Chaque ZFE se voit donc attribuer 4 notes correspondant à ces 4 catégories.

3.1.2 Taille de la ZFE par rapport à la surface de la ville de référence

Pour limiter efficacement les émissions, la taille des ZFE est un critère important. Nous avons choisi d'établir la notation en nous basant sur son envergure comparativement à la ville de référence. Elle peut varier entre la stricte prise en compte du centre-ville, un périmètre intra-urbain plus large, l'ensemble de la ville et un périmètre intercommunal (étendu ou non à l'ensemble des communes concernées). Nous proposons une évaluation de leur taille selon les cinq catégories suivantes⁷ (tableau 5) :

Tableau 5. Critère d'évaluation de la taille des ZFE

Notation Taille ZFE	Points
Surface de la ZFE <10% surface ville de référence	-2
Surface de la ZFE >10% et < 50% surface ville de référence	-1
Surface de la ZFE >50% et < 100% surface ville de référence	0
Surface de la ZFE = 100% surface ville de référence	1
Surface de la ZFE > 100% surface ville de référence	2

Source : Phan, 2024

3.1.3 Mode de contrôle

Les modalités de contrôle du respect des règles d'accès de la ZFE sont de deux types. Ce contrôle s'opère soit à l'aide de caméras équipées d'un système de lecture automatique des plaques d'immatriculation (système dit ANPR), soit par le biais de contrôle de police aléatoire (système dit manuel). Ce dernier consiste à vérifier le certificat d'immatriculation du véhicule ou la vignette apposée sur le pare-brise, dans le cas où le pays applique ce système. En raison de l'absence de rigueur impliqué par le contrôle manuel, nous l'évaluons négativement dans notre notation (-2 points). Le contrôle par caméra est au contraire valorisé dans notre notation (+2 points).

3.1.4 Amplitude de la période de fonctionnement

Nos critères de recensement ayant exclu les ZFE temporaires activées uniquement durant les pics de pollution, celles que nous avons répertoriées sont à minima semi-permanentes et fonctionnent durant la période hivernale. Afin d'évaluer les

⁷ Les surfaces des ZFE ont été calculées à partir des images satellites.

variations d'amplitude de fonctionnement, nous proposons le système de notation suivant, qui valorise les ZFE actives sur l'ensemble de la semaine (tableau 6) :

Tableau 6. Critères d'évaluation de la période de fonctionnement

Notation période de fonctionnement	Points
ZFE permanente 24/24	2
ZFE permanente 7j/7 horaires journée	1
ZFE permanente jours ouvrés horaires journée	0
ZFE semi permanente 24/24	-1
ZFE semi permanente (hivernale) jours ouvrés horaires journée	-2

Source : Phan, 2024

3.1.5 Montant moyen des amendes attribuées

Le montant des amendes attribuées en cas de non-respect des normes de circulation d'une zone à faible émission est très variable selon les ZFE et les catégories de véhicules. Nous reprenons la distinction généralement faite entre les véhicules légers de catégorie N1 et les poids lourds (catégorie N2 et N3). Pour établir une notation reprenant notre échelle de 5 points répartie entre -2 et +2, nous avons d'abord calculé la moyenne du montant des amendes fixées pour chaque ZFE du panel, avant de les répartir en quintiles. Un point supplémentaire est attribué en cas de majoration de l'amende en cas de retard ou de récidive (tableaux 7 et 8).

Tableau 7. Critère d'évaluation du montant moyen des amendes attribuées aux camionnettes (véhicules N1)

Notation amende catégorie N1	Points
Amende < 68€	-2
Amende ≥ 68€ et <100€	-1
Amende à 100€	0
Amende > 100€ et < 200€	1
Amende ≥ 200	2
Majoration retard ou récidive	1 point en plus

Source : Phan, 2024

Tableau 8. Critère d'évaluation du montant moyen des amendes attribuées aux poids lourds (véhicules N2 et N3)

Notation amende catégorie N2, N3	Points
Amende < 100€	-2
Amende ≥100€ et <135€	-1
Amende ≥ 135€ ≤150€	0
Amende > 150€ et ≤ 300€	1
Amende > 300	2
Majoration retard ou récidive	1 point en plus

Source : Phan, 2024

3.1.6 Suivi politique : perspectives d'évolution de la ZFE et respect du calendrier fixé

Les perspectives d'agrandissement et/ou de durcissement des normes d'accès aux ZFE existantes sont un bon indicateur du suivi dans la durée de la volonté politique des pouvoirs publics. Cet aspect est particulièrement intéressant à analyser dans le contexte actuel, marqué par une tendance générale à l'échelle européenne de remise en cause des échéanciers de mise en œuvre préalablement votés. Après avoir dans un premier temps regroupé ces deux critères sous un même indicateur de suivi politique, nous avons finalement choisi de distinguer la notation des perspectives d'évolution de la ZFE, de celle du respect du calendrier de mise en œuvre fixé (tableaux 9 et 10).

Tableau 9. Critères d'évaluation des perspectives d'évolution de la ZFE

Notation des perspectives d'évolution de la ZFE	Points
Perspective de durcissement et/ou agrandissement de la ZFE	2
Pas de perspective d'évolution. Situation stationnaire	0
Abrogation / assouplissement des règles de ZFE	-2

Source : Phan, 2024

Tableau 10. Critères d'évaluation du respect du calendrier de mise en œuvre fixé

Notation du respect du calendrier de mise en œuvre fixé	Points
Respect du calendrier fixé	2
Décalage du calendrier fixé, mais mise en œuvre du dispositif constatée a posteriori	1
Maintien du calendrier à venir ou absence d'information	0
Décalage du calendrier fixé à une date postérieure à l'analyse	-1
Report du calendrier fixé sans nouvelle planification / abandon	-2

Source : Phan, 2024

La somme des points attribués à chacun de ces 11 critères permet de classer les 37 ZFE étudiées selon leur efficacité globale (Tableau 11). Nous avons ensuite représenté chaque ZFE sous la forme de graphique afin de faire ressortir pour chacune d'elles, les principales caractéristiques (Figures 2 à 38).

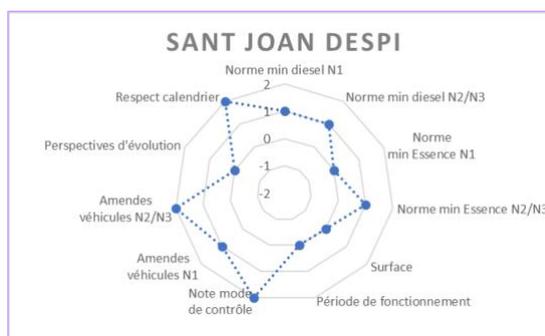
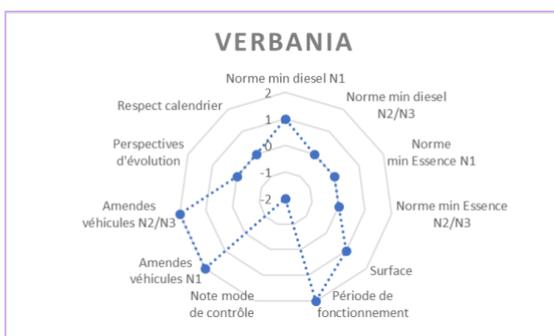
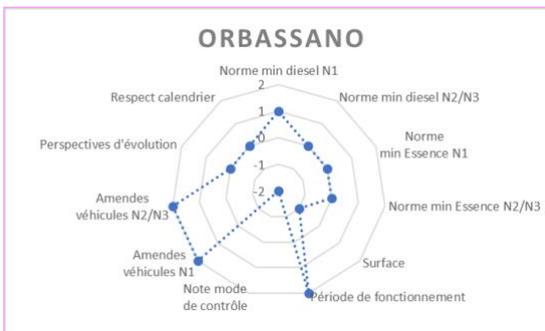
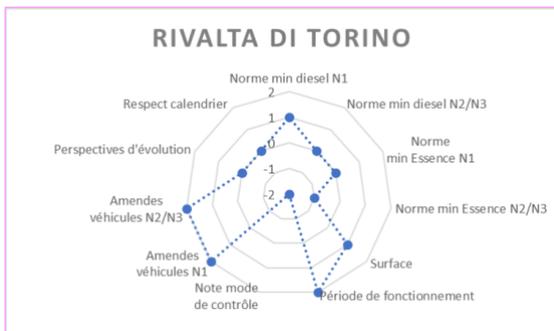
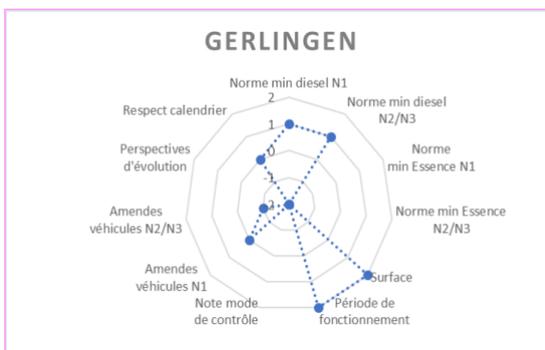
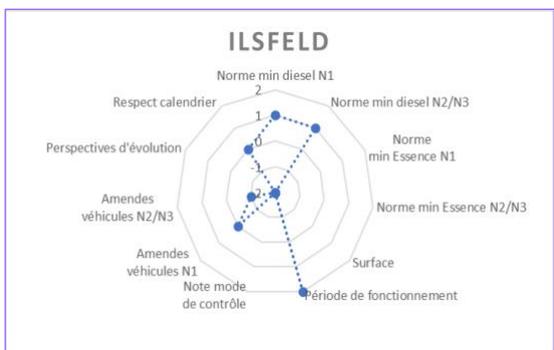
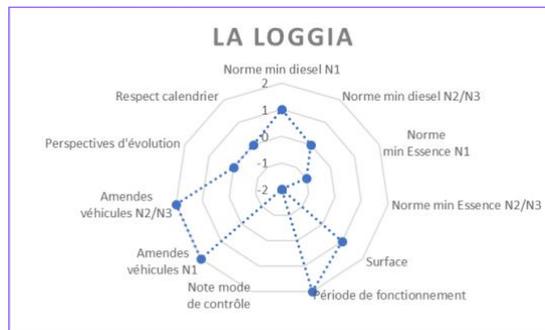
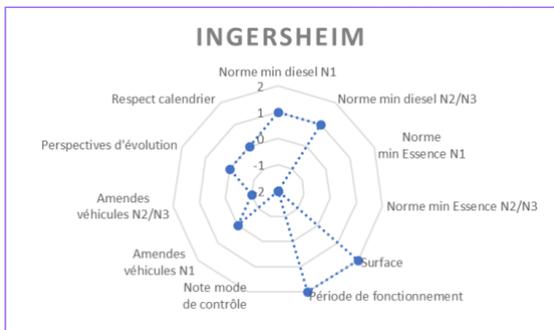
Avec 16 points, Londres arrive en tête de classement en étant notée positivement sur 10 des 11 critères. L'absence de perspective d'un futur durcissement des normes vient davantage du fait que l'ULEZ a étendu son champ d'action à l'échelle du Grand Londres il y a à peine plus d'un an, le 29 août 2023 (urbanaccessregulations, 2024). Depuis son déploiement le 8 avril 2019 sur une superficie de 20 km², celle-ci s'est progressivement élargie : de 18 fois sa taille d'origine en octobre 2021, son étendue représente désormais 78 fois la surface initiale, englobant tous les arrondissements de Londres (ADEME, 2023, p. 42).

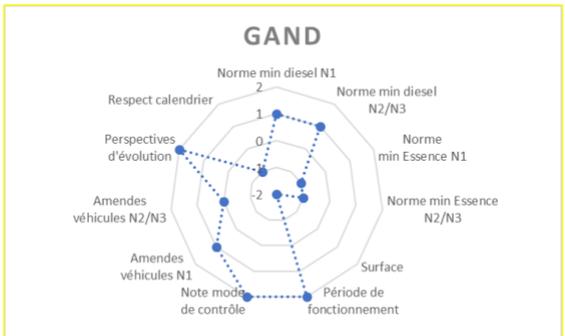
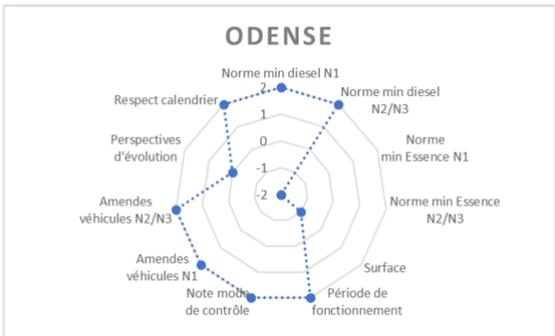
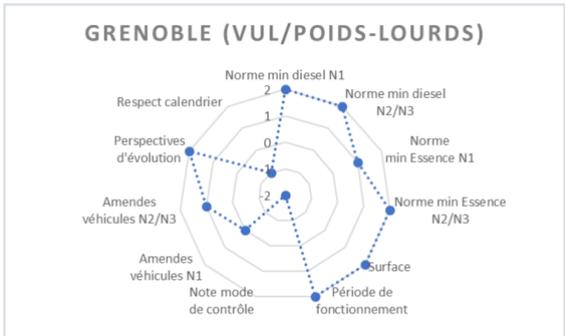
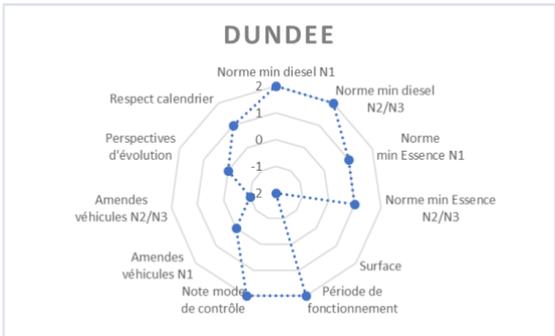
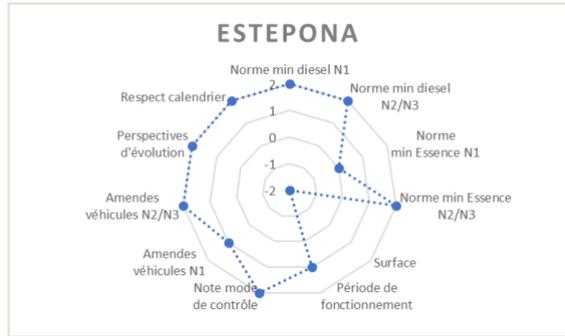
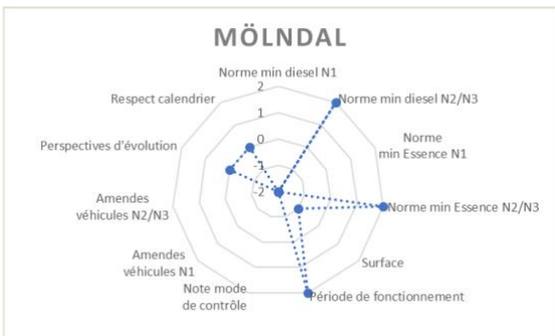
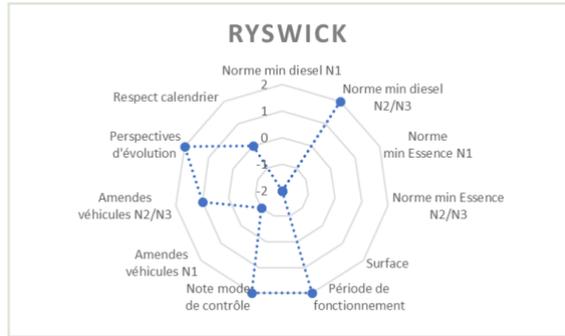
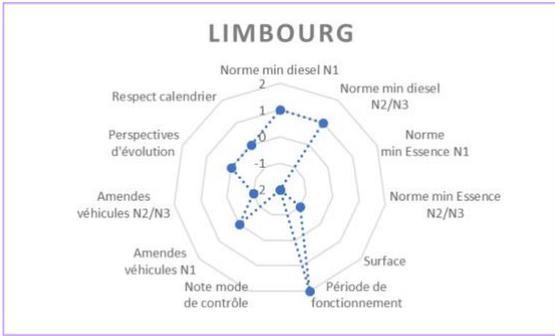
Tableau 11. Classement des 37 ZFE de l'échantillon de référence selon la somme des points attribués aux critères d'évaluation

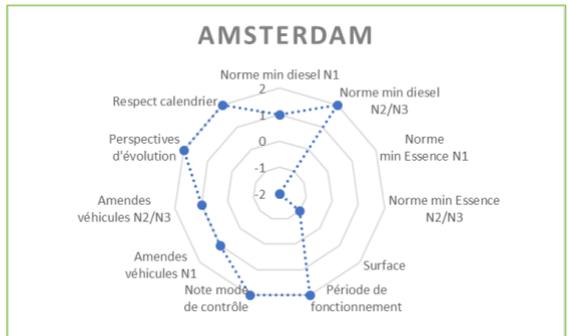
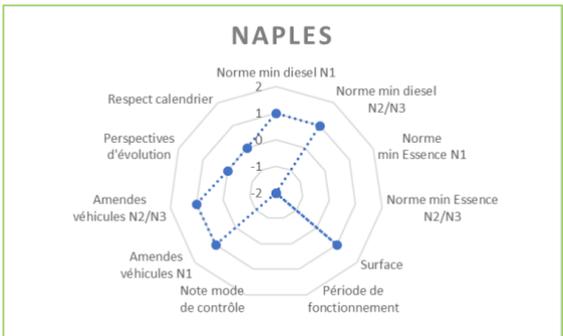
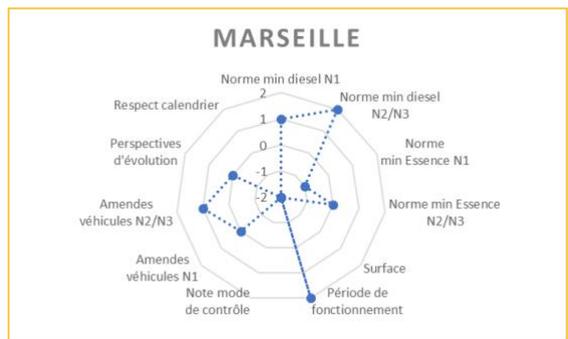
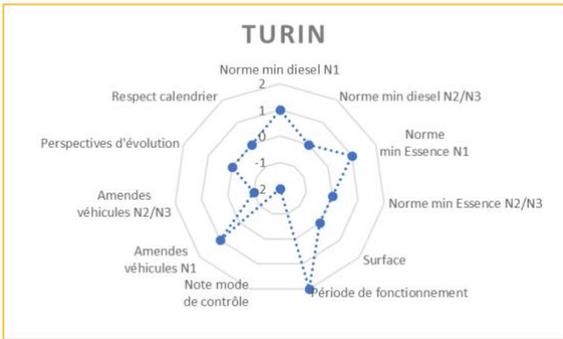
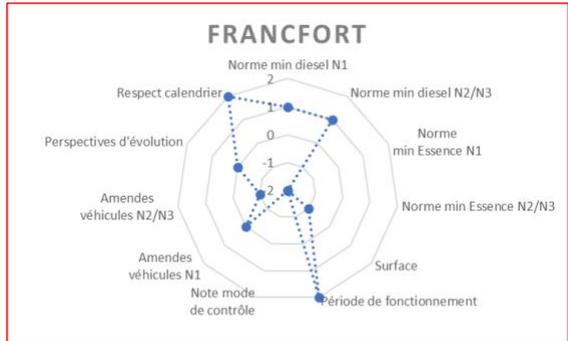
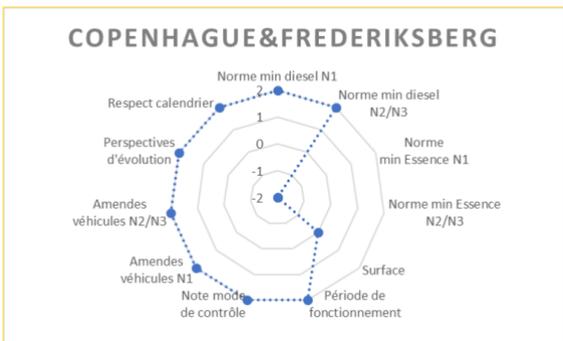
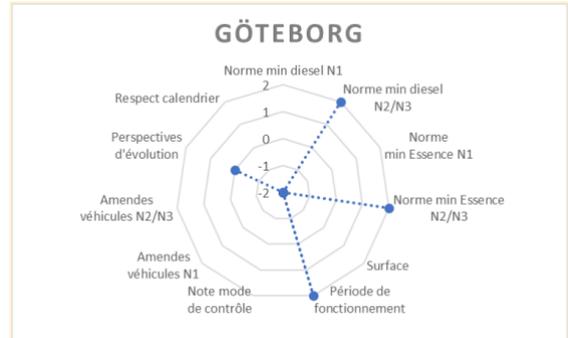
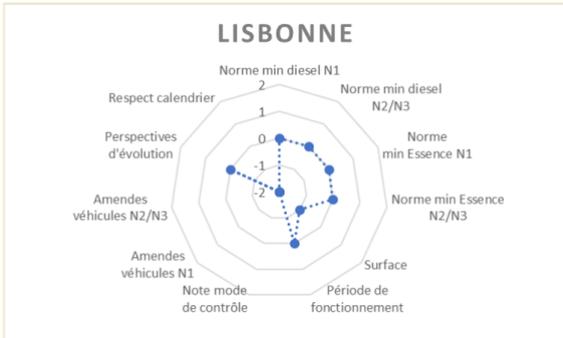
Pays	ZFE	Nombre d'habitants ville de référence	Note Totale
Royaume-Uni	Londres LEZ/ULEZ	8 866 180	16
Espagne	Estepona	76 975	14
Danemark	Copenhague & Frederiksberg	660 842	12
Pays-Bas	Utrecht	374 411	12
Royaume-Uni	Bristol	472 500	11
France	Grenoble (VUL et poids lourds)	157 477	11
France	Lyon	522 250	10
Espagne	Sant Joan Despi	34 568	10
Danemark	Odense	183 763	9
Pays-Bas	Amsterdam	921 402	8
Danemark	Aarhus	295 688	8
Royaume-Uni	Dundee	148 210	8
Autriche	Vienne	1 911 191	7
Belgique	Anvers	536 079	6
France	Montpellier	302 454	6
France	Strasbourg	291 313	6
Italie	Verbania	30 040	6
Italie	Rivalta di Torino	20 213	5
Belgique	Gand	265 086	4
Italie	Orbassano	22 997	4
Italie	La Loggia	8 743	3
Italie	Turin	846 916	2
Pays-Bas	Ryswick	55 220	0
Suède	Stockholm	984 748	-1
France	Marseille	876 076	-1
Allemagne	Ingersheim	6408	-1
Allemagne	Francfort	773 068	-2
Espagne	Madrid	3 332 035	-3
Italie	Naples	909 491	-3
Allemagne	Gerlingen	19 853	-3
Allemagne	Limbourg-sur-la-Lahn	36 053	-4
Allemagne	Münster	322 904	-5
Suède	Möln dal	69 364	-5
Allemagne	Ilsfeld	9 826	-7
Suède	Göteborg	604 616	-8
Portugal	Lisbonne	567 131	-9
Tchéquie	Prague	1 384 732	-11

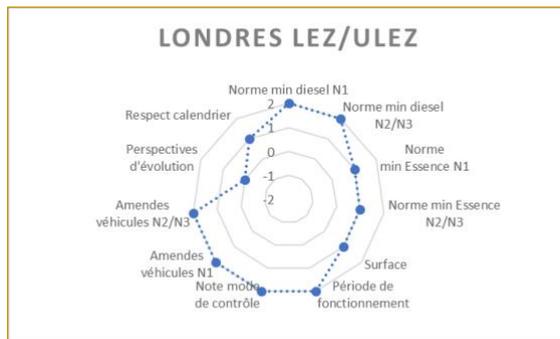
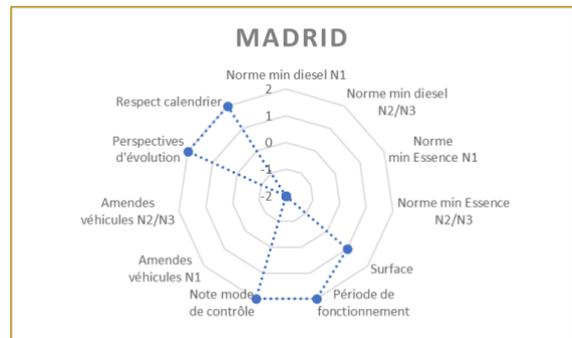
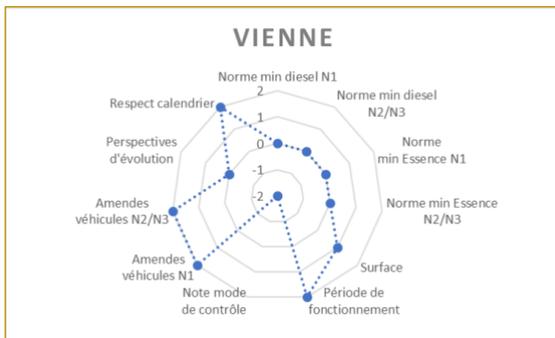
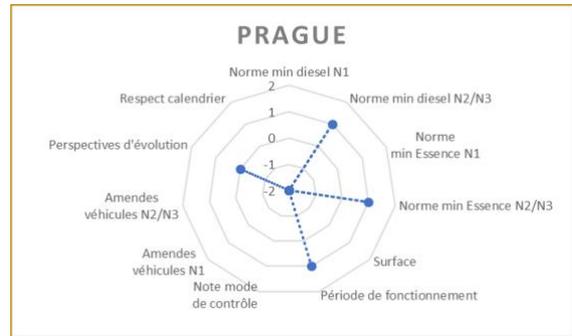
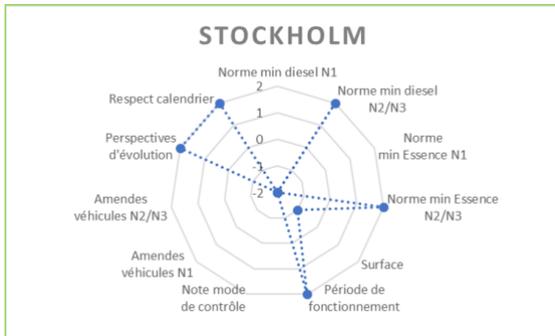
Source : Phan, 2024

Figures 2 à 38. Graphiques radar des 37 ZFE étudiées par ordre de population croissante des villes de référence









Source : Phan, 2024

La comparaison de ces évaluations met en évidence certains éléments :

- Les normes d'accès aux ZFE ciblent prioritairement le diesel et les véhicules poids lourds (N2, N3). Les villes notées positivement à la fois au niveau de leur normes de régulation essence et diesel pour une même catégorie de véhicules représentent à peine plus un quart du panel (9 ZFE sur 37, dont les 3 ZFE britanniques de l'échantillon de référence et 2 ZFE françaises, Grenoble et Lyon).
- Nous constatons que pour plus de la moitié des ZFE étudiées, leur surface reste inférieure à 50% de leur ville de référence (correspondant aux 21 notées négativement). Les ZFE semblent initialement déployées de manière ciblée sur un territoire restreint. Si on prend l'exemple de Madrid, la ZFE prise en compte dans notre liste s'étend sur l'ensemble de la commune. Mais la ville compte aussi deux ZFE aux normes plus strictes : Madrid *Distrito Centro*, qui couvre le

centre historique de la ville sur une surface de 4,55 km² et Madrid *Plaza Elíptica*, qui sur une surface de 0,64 km², cible « *l'un des points noirs de pollution de Madrid* » (Ademe, 2023, p.94) ; (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024).

- Les 14 ZFE ayant mis en place un mode de contrôle automatisé sont majoritairement classées parmi les mieux notées sur l'ensemble des critères. 9 sont dans le premier tiers du classement, incluant le top 5.
- Il ressort clairement qu'une large majorité des ZFE étudiées optent pour un fonctionnement permanent 24h/24 (32 ZFE sur 37). Mais l'amplitude de fonctionnement est à nuancer avec plusieurs critères. Si l'on croise ce nombre avec un mode de contrôle ANPR, le nombre de ZFE qui croise ces deux critères retombe à 12.
- La qualité des données recueillies concernant le montant de l'amende à régler en cas de circulation d'un véhicule non autorisé est à tempérer sur certaines ZFE : les fourchettes peuvent être très larges, sans précision de la catégorie de véhicule concernée, ou des critères d'une éventuelle majoration. Par ailleurs, comme pour l'amplitude de fonctionnement, l'amende théoriquement applicable n'est pas toujours associée à un mode de contrôle efficace. Seul un quart des ZFE du panel (9 ZFE sur 37) précisent explicitement avoir mis en place un dispositif de majoration des amendes en cas de retard de paiement ou de récidive.
- 13 ZFE sur 37 ont planifié des perspectives d'agrandissement ou de durcissement de leurs normes d'accès : 4 en France, 3 aux Pays-Bas, 2 en Espagne et en Belgique, 1 au Danemark et en Suède. Toutefois, ces perspectives sont décalées à une date ultérieure pour les 2 ZFE belges (Anvers et Gand) et pour les ZFE françaises de Montpellier et Grenoble.
- Selon les données collectées, un peu moins de la moitié des ZFE analysées (14 sur 37) ont respecté le calendrier de déploiement initialement fixé. 7 d'entre elles ont encore des perspectives de durcissement ou d'agrandissement planifiée, (voire 8, si l'on intègre le projet d'une nouvelle Zéro Emission Zone restreinte au centre-ville de Stockholm). Les informations concernant le calendrier initialement prévu ne sont cependant pas toujours accessibles une fois la mesure en place. Les ZFE les moins bien notées sur ce critère sont Prague, Lisbonne, Göteborg et Marseille, par l'abandon du projet d'extension de leur périmètre actuel. Cette dernière a également renoncé au durcissement de la norme d'accès initialement prévu le 1^{er} septembre 2024. Ces 4 villes figurent en queue de classement général avec des notes globales négatives.

À l'échelle des pays, la comparaison des normes minimales moyennes selon le type de motorisation corrobore les éléments observés ville par ville (tableaux 12 et 13).

Tableau 12. Notation de la norme Euro minimale moyenne par pays pour les véhicules diesel de catégorie N (N1, N2, N3)

	Valeur Moyenne de la norme EURO minimale pour les véhicules diesel de catégorie N (N1, N2 et N3)	Note de la norme moyenne des véhicules diesel de catégorie N
Tchéquie	2	-1
Portugal	2,5	0
Suède	3	0
Autriche	3	0
Espagne	3	0
Italie	3,41	0
Allemagne	4	1
Belgique	4,5	1
France*	4,65	1
Pays-Bas	4,66	1
Danemark	5,83	2
Royaume-Uni	6	2

Valeur médiane de la norme Euro des véhicules diesel N1, N2 et N3 : 3,7 ; Note médiane : 1

* Valeur surévaluée par la sélection du panel des ZFE françaises étudiées, légèrement plus en avance sur la mise en œuvre du dispositif que la moyenne française. Sur l'ensemble des ZFE françaises recensées, la norme Euro minimale moyenne est de 4,1 pour les véhicules diesel de catégorie N.

Source : Phan, 2024

Sur l'ensemble des véhicules de transport de marchandises de catégorie N, la norme d'accès des véhicules diesel est plus stricte que celle des véhicules essence. On constate un écart de la note médiane de 2 points entre les deux types de motorisation, correspondant à une valeur médiane de la norme Euro de 3,7 pour les véhicules diesel, contre seulement 2,35 pour les véhicules essence.

Tableau 13. Notation de la norme Euro minimale moyenne par pays pour les véhicules essence de catégorie N (N1, N2, N3)

	Valeur Moyenne de la norme EURO minimale pour les véhicules essence de catégorie N	Note de la norme moyenne des véhicules essence de catégorie N
Danemark	0	-2
Allemagne	1	-2
Pays-Bas	1,33	-1
Belgique	2	-1
Tchéquie	2	-1
Italie	2,21	-1
Portugal	2,5	0
Espagne	2,58	0
Autriche	3	0
France*	3	0
Suède	3	0
Royaume-Uni	4	1

Valeur médiane de la norme Euro des véhicules essence N1, N2 et N3 : 2,35 ; Note médiane : -1

* Valeur surévaluée par la sélection du panel des ZFE françaises étudiées, légèrement plus en avance sur la mise en œuvre du dispositif que la moyenne française. Sur l'ensemble des ZFE françaises recensées, la norme Euro minimale moyenne est de 2 pour les véhicules essence de catégorie N.

Source : Phan, 2024

Il faut relativiser le classement de la France en raison des limites méthodologiques liées au choix du panel des ZFE étudiées. Sur les 5 ZFE sélectionnés parmi les 12 villes françaises ayant mis en place un dispositif⁸ figurent Lyon et Grenoble. Ces 2 ZFE sont plus avancées que la moyenne française dans leur mise en œuvre. Elles ont notamment mené des réflexions globales sur l'amélioration de la qualité de l'air et des expérimentations de dispositifs, précurseurs des Zones à Faibles Emissions mobilité issues de la loi d'orientation des mobilités du 24 décembre 2019 (ADEME, 2023).

Si on regarde uniquement les véhicules à essence, le Royaume-Uni est le seul pays avec une norme moyenne minimale suffisamment stricte pour être notée positivement. La norme Euro 4 correspond à des véhicules mis en service après le 1^{er} janvier 2006. À l'opposé de son positionnement sur l'essence, le Danemark figure en seconde position concernant les restrictions d'accès des véhicules diesel. Avec le Royaume-Uni, ce sont les deux pays à avoir le maximum de points sur ce critère et les seuls dont la norme Euro minimale moyenne est supérieure à la norme Euro 5. Cela correspond aux poids lourds mis en circulation après le 1^{er} octobre 2009 et aux VUL postérieurs au 1^{er} janvier 2011.

La norme moyenne par pays peut masquer de grandes disparités entre les restrictions d'accès des véhicules légers et celles des poids lourds. C'est particulièrement le cas pour la Suède et la Tchéquie (tableau 14). L'absence de restriction minimale envers les camionnettes diesel tire la note globale de ces 2 pays en queue de classement avec 0 point pour la Suède et -1 point pour la Tchéquie (Tableaux 12 et 13). En cas d'analyse séparée des restrictions d'accès des poids lourds diesel, la Suède remonte en tête, ex aequo avec le Royaume-Uni, le Danemark et les Pays-Bas. La Tchéquie remonte en milieu de classement, ex aequo avec l'Allemagne avec 1 point. La queue de classement est alors occupée par le Portugal, suivi de l'Autriche et de l'Espagne ex aequo (Tableau 15).

⁸ ZFE Actives fin avril 2024, hors tunnel du Fréjus.

Tableau 14. Comparatif par pays de la norme Euro minimale moyenne des véhicules diesel selon la catégorie du véhicule

	Norme EURO minimale moyenne pour les véhicules utilitaires légers à moteur diesel (catégorie N1)	Norme EURO minimale moyenne pour les poids-lourds à moteur diesel (catégorie N2 et N3)	Note norme minimale diesel N1	Note norme minimale diesel N2, N3
Tchéquie	0	4	-2	1
Suède	0	6	-2	2
Portugal	2,5	2,5	0	0
Autriche	3	3	0	0
Espagne	3	3	0	0
Pays-Bas	3,33	6	0	2
Italie	3,66	3,16	1	0
Allemagne	4	4	1	1
France*	4,2	5,3	1	2
Belgique	4,5	4,5	1	1
Danemark	5,66	6	2	2
Royaume-Uni	6	6	2	2

*Valeurs de la France surévaluée par la sélection du panel des ZFE françaises étudiées, légèrement plus en avance sur la mise en œuvre du dispositif que la moyenne française. Si l'on tient compte des 15 ZFE françaises (Tunnel du Fréjus inclus), la valeur moyenne de la norme Euro minimale en France est de **3,4** (au lieu de 4,2) pour les véhicules diésel N1 et de **4,8** (au lieu de 5,3) pour les poids lourds diesel N2 et N3 – Source : Phan, 2024

Tableau 15. Notation de la valeur moyenne par pays de la norme Euro minimale pour les Poids-Lourds diesel (véhicules N2, N3)

	Valeur Moyenne de la norme EURO minimale pour les véhicules diesel N2 et N3	Note norme minimale diesel N2, N3
Portugal	2,5	0
Autriche	3	0
Espagne	3	0
Italie	3,16	0
Tchéquie	4	1
Allemagne	4	1
Belgique	4,5	1
France*	5,3	2
Suède	6	2
Pays-Bas	6	2
Danemark	6	2
Royaume-Uni	6	2

*Valeurs de la France surévaluée par la sélection du panel des ZFE françaises étudiées, légèrement plus en avance sur la mise en œuvre du dispositif que la moyenne française. Sur l'ensemble des ZFE françaises recensées, la norme Euro minimale moyenne est de **4,8** pour les véhicules diesel de catégorie N2, N3. – Source : Phan, 2024

Dans certains pays, la réglementation des ZFE autorise l'accès de véhicules en deçà des normes minimales après paiement d'une redevance. Selon les véhicules concernés et le montant à régler, la politique derrière la mise en place de ce dispositif peut être très différente. En Belgique, cette possibilité concerne les véhicules diesel Euro 4 dans les ZFE de Gand et d'Anvers. Le montant de cette taxe varie selon la catégorie du véhicule et la durée d'autorisation de circulation demandée, avec un prix journalier plus avantageux plus la période d'autorisation demandée est longue. Pour un véhicule utilitaire léger, la taxe annuelle est de 825 euros et la taxe hebdomadaire de 35 euros. La redevance journalière peut donc varier entre 2,25 euros et 7 euros. Sur le même principe, avec une taxe annuelle de 1150 euros et une taxe hebdomadaire de 45 euros, la fourchette de la redevance journalière pour les poids lourds oscille entre 3,15 euros et 6,43 euros. L'absence de différence de traitement significative entre les catégories de véhicules témoigne d'une taxe à destination des véhicules diesel Euro 4 pensée davantage comme une démarche pédagogique. Son montant et le principe d'un tarif dégressif sur la durée tempère la rigueur des normes minimales d'accès.

Cette approche est très différente de celle du Royaume-Uni, où la redevance a été conçue pour être dissuasive. Dans la ZFE de Bristol, elle concerne toutes les catégories de véhicules qui ne remplissent pas la norme minimale d'accès. La taxe journalière est fixée à 9£, (environ 11 euros) pour les camionnettes et à 100£ (environ 120 euros) pour les poids lourds. À Londres, malgré la superposition des périmètres de la LEZ et de l'ULEZ, les deux dispositifs restent distincts. Ils appliquent donc des taxes séparées qui peuvent dans certains cas s'ajouter selon la norme euro et la catégorie du véhicule. Ainsi, un véhicule utilitaire léger (N1) qui ne respecte pas la norme Euro 6 est soumis à une redevance journalière de 12,5£, (environ 15 euros) pour rentrer dans l'ULEZ. Mais en cas de poids à vide de ce dernier supérieur à 1,205t, une redevance journalière de 100£ est requise par la LEZ si jamais le véhicule ne respecte pas la norme minimale Euro 3. C'est également la LEZ qui fixe la taxe journalière des poids lourds. Son montant est de 100£ pour les véhicules Euro 4 et Euro 5. Elle atteint 300£ (360 euros) pour les véhicules qui ne répondent pas à la norme minimale Euro 4 Transport for London (2024b).

La comparaison de l'évaluation de la surface moyenne des ZFE par pays fait ressortir l'échelle intra-urbaine comme une caractéristique largement majoritaire, avec une note médiane de -1, correspondant à une surface de ZFE comprise entre 10% et 50% de la surface de leur ville de référence (tableau 16). L'Autriche et la France se démarquent comme les deux pays ayant privilégié l'échelon intercommunal, l'Autriche ayant même majoritairement déployé des ZFE d'envergure régionale (d'où pour rappel, le fait que seule la ZFE de Vienne soit comprise dans notre échantillon représentatif).

Tableau 16. Notation de la surface moyenne des ZFE par pays

	Note Moyenne Surface ZFE
Belgique	-2
Tchéquie	-2
Pays-Bas	-1,66
Suède	-1,33
Danemark	-1
Portugal	-1
Royaume-Uni	-1
Allemagne	-0,33
Espagne	-0,33
Italie	0,5
Autriche	1
France*	1,2

Valeurs de la France surévaluée par la sélection du panel des ZFE françaises étudiées, légèrement plus en avance sur la mise en œuvre du dispositif que la moyenne française. Sur l'ensemble des ZFE françaises, bien que l'échelon de déploiement majoritaire reste intercommunal, la notation de la surface moyenne est de **0,33** (surface de la ZFE comprise entre 50% et 100% de la ville de référence).

Source : Phan, 2024

La synthèse du mode de contrôle des ZFE étudiées par pays ne fait pas ressortir de dispositif dominant entre le contrôle manuel et celui par reconnaissance automatique de plaque d'immatriculation (ANPR) (tableau 17). Comparativement avec la précédente étude de Belliard, 2021, l'Espagne est le seul pays à avoir durci son mode de contrôle par le déploiement généralisé de caméras dans les nouvelles ZFE mises en œuvre. Par ailleurs, il faut noter qu'en Italie les ZFE définies selon nos critères de recensement sont majoritairement contrôlées manuellement. Certaines d'entre elles choisissent de combiner ce dispositif avec des Zones à Traffic Limité (ZTL), dont les périmètres plus restreints sont contrôlés par caméra. Parmi les 6 villes italiennes de notre panel, c'est le cas de Naples et de Turin. Bien que les conditions d'accès des ZTL ne se basent pas forcément sur l'ancienneté ou la pollution émise par les véhicules, celles de ces deux villes autorisent la circulation des véhicules électriques (urbanaccessregulations, 2024).

Tableau 17. Notation moyenne du mode de contrôle des véhicules par pays

	Mode de contrôle du véhicule	Note mode de contrôle
Allemagne	Manuel	-2
Autriche	Manuel	-2
Belgique	ANPR	2
Danemark	ANPR	2
Espagne	ANPR	2

France	Manuel	-2
Italie	Manuel +ANPR*	-0,66
Pays-Bas	ANPR	2
Portugal	Manuel	-2
Royaume-Uni	ANPR	2
Suède ⁹	Manuel	-2
Tchéquie	Manuel	-2

* Les 6 ZFE italiennes du panel sont contrôlées manuellement. Deux d'entre elles intègrent cependant des ZTL contrôlées par ANPR, autorisant la circulation des véhicules électriques. – Source : Phan, 2024

Lorsque l'on regarde la moyenne des amendes par pays, il faut rappeler que dans certains cas, celle-ci est tirée vers le haut en raison du manque de détail des informations disponibles. C'est particulièrement le cas pour l'Autriche dont le montant des amendes en cas d'infraction s'échelonne entre 90 et 2 180 euros (ADEME, 2023). Les informations recueillies pour l'Italie présentent le même problème malgré une fourchette de montants moins large. De plus, il arrive que la superposition d'un dispositif supralocal rajoute à certaines ZFE une seconde fourchette d'amendes, dont le montant est fixé à l'échelle régionale. C'est le cas des communes de La Loggia, Rivalta di Torino et Verbania qui ont choisi, d'adhérer à un dispositif régional intitulé « *MONitoraggio dei VEicoli INquinanti* » (Suivi des véhicules polluants) ou « MOVE IN »¹⁰. En absence de détails sur l'articulation des systèmes d'amendes entre eux, la notation est basée sur la somme du montant moyen des amendes des deux dispositifs.

Si on met de côté les cas particuliers de l'Autriche et de l'Italie, le Danemark ressort comme le pays le plus dissuasif en termes d'amendes attribuées (Tableau 18). Il est suivi de la Belgique et du Royaume-Uni pour les véhicules utilitaires légers et du Royaume-Uni et des Pays-Bas pour les poids lourds. La valeur médiane des de la moyenne des amendes fixées pour les poids lourds est légèrement plus élevée que pour les camionnettes, 142,5 euros contre 101,66 euros. On retrouve des valeurs similaires lorsque l'on se penche sur le détail des montants des amendes par ZFE,

⁹ La Suède a instauré des péages urbains dans les centres-villes de Göteborg et Stockholm. Le suivi des paiements est assuré par un système ANPR, mais le montant à régler dépend uniquement de la date et de l'horaire d'accès. Il ne tient pas compte des caractéristiques du véhicule (urbanaccessregulations.eu, 2024).

¹⁰ Les communes des régions de Lombardie, du Piémont et d'Emilie-Romagne qui le souhaitent peuvent adhérer à ce système géré régionalement. Les propriétaires de véhicules en deçà des normes fixées par le dispositif ont la possibilité d'installer un boîtier permettant le suivi de l'utilisation réelle du véhicule. Il permet de circuler au sein des communes adhérentes dans la limite d'un nombre de kilomètres annuels autorisés, variable selon la catégorie et l'ancienneté. Le système ne s'applique pas en cas de mesures temporaires prises lors de pics de pollution (ADEME, 2023, p. 158). Par ailleurs, l'adhésion au service Move-In ne permet pas de circuler dans les ZFE plus restrictives potentiellement définies par les municipalités adhérentes, qui restent valides (Regione Lombardia, 2024).

avec cependant une grande dispersion des valeurs du dernier quintile, qui s'échelonnent entre 390 euros et 1675 euros.

Tableau 18. Classement du montant moyen des amendes attribuées par pays selon la catégorie du véhicule

	Montant moyen/pays amende véhicules N1 (Euros)	Note moyenne amendes véhicules N1 *incluant les points bonus majoration/récidive		Montant moyen / pays amende véhicules N2, N3 (Euros)	Note moyenne amendes véhicules N2, N3 *incluant les points bonus majoration/récidive
Tchéquie	0	-2	Portugal	24,94	-2
Suède	0	-2	Tchéquie	82,5	-2
Portugal	24,94	-2	Suède	87	-2
Espagne*	66,66	-1,33	Allemagne	100	-1
France*	68	0	Espagne*	133,33	0,66
Allemagne	100	0	France*	135	1
Pays-Bas	103,33	1	Belgique*	150	0,5
Royaume-Uni*	141,66	1,33	Pays-Bas	257,33	1
Belgique*	150	1,5	Italie	311	2
Danemark	200	2	Royaume-Uni*	458,33	2,33
Italie	311	2	Autriche	1 135	2
Autriche	1 135	2	Danemark	1 675	2

Valeur médiane de l'amende par pays : 101,66 euros pour les véhicules N1 et 142, 5 euros pour les véhicules N2 et N3. Source : Phan, 2024

Le classement par pays des perspectives d'évolution des ZFE existantes fait ressortir 6 pays notés positivement : les Pays-Bas, la Belgique, la France, l'Espagne, le Danemark et la Suède. La note médiane neutre (0,33), souligne la posture attentiste des politiques en cours. Indépendamment des réserves liées à la sélection du panel, il est intéressant de tempérer cet indicateur en le comparant avec l'évaluation du respect du calendrier de déploiement. Il apparaît que seuls l'Espagne, le Danemark et les Pays-Bas sont notés positivement sur les deux critères (tableau 19).

Tableau 19. Comparatif de la notation par pays des deux critères de suivi politique des ZFE (perspectives d'évolution et respect du calendrier de déploiement)

	Note moyenne par pays des perspectives d'évolution des ZFE (durcissement/agrandissement)	Note moyenne par pays du respect de calendrier de déploiement des ZFE
Allemagne	-0,66	0,33
Portugal	0	-2
Tchéquie	0	-2
Italie	0	0
Royaume-Uni	0	1,33
Autriche	0	2
Suède	0,66	0
Danemark	0,66	2
Espagne	1,33	2
France*	1,6	-0,6
Belgique	2	-1
Pays-Bas	2	1,33

*Valeurs de la France surévaluée par la sélection du panel des ZFE françaises étudiées, légèrement plus en avance sur la mise en œuvre du dispositif que la moyenne française. Si l'on se base sur

l'ensemble des ZFE françaises, la note moyenne des perspectives d'évolution est de **1,23**, tandis que le respect du calendrier de déploiement est évalué à **-0,77**. – Source : Phan, 2024

La moyenne de ces deux indicateurs permet d'avoir un aperçu du suivi politique global par pays (Tableau 20). Les Pays-Bas, l'Espagne et le Danemark ressortent comme les mieux notés, tandis que la Tchéquie, le Portugal et l'Allemagne ferme le classement.

Tableau 20. Classement par pays de l'évaluation du suivi politique (perspectives d'évolution et respect du calendrier)

	Note moyenne par pays des deux critères (perspectives d'évolution et respect du calendrier)
Tchéquie	-1
Portugal	-1
Allemagne	-0,17
Italie	0
Suède	0,33
Belgique	0,5
France*	0,5
Royaume-Uni	0,67
Autriche	1
Danemark	1,33
Espagne	1,67
Pays-Bas	1,67

*Valeurs de la France surévaluée par la sélection du panel des ZFE françaises étudiées, légèrement plus en avance sur la mise en œuvre du dispositif que la moyenne française. Si l'on se base sur l'ensemble des ZFE françaises, La note moyenne du suivi politique basé sur l'ensemble des ZFE françaises est de **0,23** – Source : Phan, 2024

Les Pays-Bas se démarquent par la décision de 29 communes, dont celles d'Utrecht et d'Amsterdam figurant dans notre panel représentatif, de déployer une zone à zéro émission (ZZE) pour la logistique à compter du 1^{er} janvier 2025 (Zero emissie Stadslogitiek, 2024). Dans les faits, ces ZZE seront appliquées progressivement de 2025 à 2030 (déclaration d'un représentant de Rotterdam lors du colloque URBANISM NEXT, octobre 2024, répertoriée par L. Dablanc). La somme des notes obtenues sur les 11 critères étudiés confirme une politique volontariste des Pays-Bas en matière de ZFE, le pays étant noté positivement sur 9 d'entre eux. Le classement général par pays place le Royaume-Uni en tête, suivi des Pays-Bas et du Danemark (tableau 21).

Tableau 21. Classement des 12 pays de l'échantillon de référence selon la somme des points attribués aux critères d'évaluation

	Notation des pays selon l'efficacité de leurs ZFE ¹¹
Royaume-Uni	10,66
Pays-Bas	10,17
Danemark	9,99
Belgique	7,5
Autriche	7
France*	5,46
Italie	5,17
Espagne	1,67
Allemagne	-1,66
Suède	-4,67
Tchéquie	-8
Portugal	-10

*Valeur de la France surévaluée par la sélection du panel des ZFE françaises étudiées, légèrement plus en avance sur la mise en œuvre du dispositif que la moyenne française. Si l'on se base sur l'ensemble des ZFE françaises, la note moyenne de la France est de 3,02. – Source : Phan, 2024

A l'échelle des villes de référence, le top 5 composé de Londres, Estepona, Copenhague, Utrecht et Bristol correspond – exception faite d'Estepona – aux pays les mieux notés. La deuxième place au classement d'Estepona souligne la forte progression du dispositif en Espagne, qui compte le plus grand nombre de nouvelles ZFE créées depuis le recensement de Belliard, 2021. Le portage national du dispositif explique les nombreux projets de déploiement de nouvelles ZFE et la dynamique actuelle de durcissement progressif des normes d'accès aux ZFE existantes. Cette tendance laisse supposer une progression future dans le classement général par pays. Mais l'exemple de la France montre que celle-ci peut être ralentie en cas de relâchement de ce soutien : malgré un dispositif porté à l'échelle nationale qui a poussé la création de nouvelles ZFE, l'assouplissement récent du calendrier de mise en œuvre minimise l'efficacité de cet outil de régulation. L'évaluation de l'efficacité des ZFE françaises basée sur l'ensemble des dispositifs recensés est inférieure de plus de deux points de celles calculées à partir du panel français de référence. Le choix de Grenoble et Lyon dans ce panel surévalue l'évaluation moyenne de l'efficacité des ZFE françaises. Ce décalage témoigne d'une volonté locale affirmée de poursuivre le dispositif au-delà des obligations imposées à l'échelle nationale. Malgré leurs imperfections, les ZFE restent des outils de régulation suffisamment opérationnels pour impacter les flux logistiques. Toutefois, l'impact du durcissement des normes d'accès sur le renouvellement des flottes dépend fortement des modalités de suivi et de contrôle des véhicules.

¹¹ Somme des notes moyennes sur chacun des 11 critères des 37 ZFE du panel, agrégées par pays.

À ce stade, le ZAN est en comparaison trop flou pour impacter concrètement la localisation de la logistique. Mais le secteur souffre d'un manque de reconnaissance de ses besoins auprès des acteurs publics locaux, qui s'inquiètent des modalités de mise en œuvre du dispositif. Dans le cas français, la Co-élaboration d'une pensée partagée de la logistique est une piste à explorer pour structurer une infrastructure logistique au bénéfice de la décarbonation. Des instances de dialogues ont été instaurées en ce sens par la loi dite ZAN du 20 juillet 2023. L'assouplissement des modalités de l'objectif qu'elle opère ne concerne cependant pas le secteur logistique.

3.2 ZAN : Une négociation indispensable avec les gouvernances régionales et locales

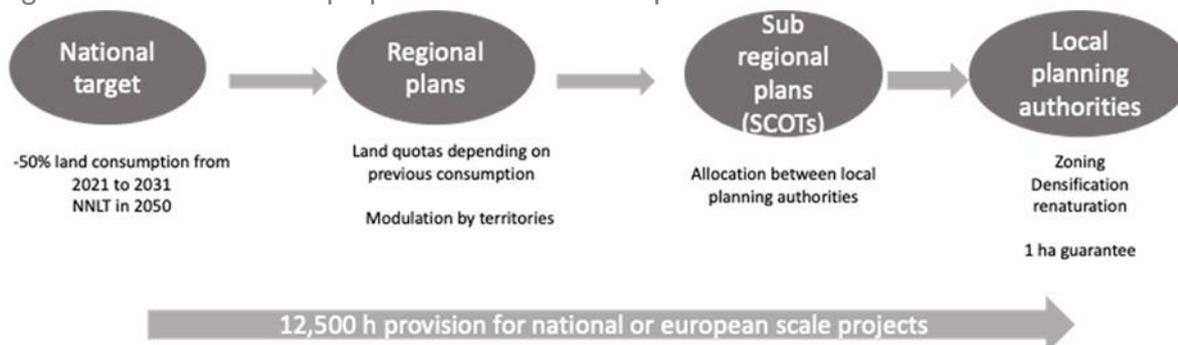
3.2.1 Un assouplissement de l'objectif ZAN acté pour les industries vertes, mais pas pour la logistique associée

Dans le cas de la France, l'introduction dans la législation d'une définition de l'artificialisation par la loi Climat et Résilience nuance un concept, qui jusqu'alors intégrait implicitement aussi la notion de consommation d'espace. Dans une de l'institut Paris Région, Alexandra Cocquièrre souligne que la mise en œuvre planifiée en deux temps de l'objectif ZAN reflète une perception plus fine, qui implique un changement des pratiques. La loi prévoit donc un délai pour permettre aux collectivités de s'adapter. « *Il s'agit ainsi de mesurer la « consommation d'espace¹² » jusqu'en 2031 et l'« artificialisation¹³ » au-delà* » (Cocquièrre, 2023). La gouvernance suit un processus descendant. Pour atteindre les objectifs nationaux, les régions sont chargées de moduler la déclinaison territoriale de l'objectif en fonction des besoins et des dynamiques locales identifiées dans les documents de planification régionale. Les prescriptions sont ensuite reprises à l'échelle infrarégionale et locale pour la conception des documents de planification (SCoT et PLU) (Figure 2).

¹² La loi Climat et Résilience définit la consommation d'espaces comme « *la création ou l'extension effective d'espaces urbanisés sur le territoire concerné* ». Il s'agit donc de la conversion d'espaces naturels, agricoles ou forestiers en espaces urbanisés.

¹³ L'artificialisation est définie dans l'article 192 de la loi Climat et résilience comme « *l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage.* »

Figure 2. Institutions impliquées dans la conception et la mise en œuvre du ZAN



Source : Desjardins, Devos, Leclercq, 2024, p. 45

Les régions doivent donc concilier des dynamiques territoriales multifactorielles. Selon la note d'analyse de France Stratégie questionnant les stratégies régionales liées à l'objectif ZAN, « [e]n plus de leurs choix politiques propres, elles devront tenir compte des différents objectifs nationaux et réussir à les concilier avec une ressource en foncier fortement réduite. C'est en particulier au niveau local que les arbitrages risquent d'être épineux. » (Arambourou et al., 2023b, p. 9). La note souligne notamment la forte consommation d'espace que représentent les entrepôts logistiques au niveau local. Leurs besoins spécifiques en termes d'emplacement, les concentrent dans un nombre restreint de territoires. Faire accepter à toutes les échelles institutionnelles, la nécessité de « réserver » plus de foncier à cette fonction urbaine est un enjeu majeur pour le secteur.

Il convient de noter que l'étude d'impact du projet de loi entérine le statut particulier de l'Île-de-France, de la Corse et des régions d'outre-mer, qui disposent de schémas régionaux d'aménagement spécifiques. L'obligation de fixer des objectifs de réduction de l'artificialisation sur 10 ans accompagnée d'une trajectoire vers le ZAN demeure. Cependant, l'objectif de réduction n'est pas fixé à 50% dans la loi, en raison des engagements déjà pris sur ces territoires et de leurs spécificités institutionnelles, géographiques, démographiques et économiques. À propos de l'Île-de-France, cette même étude émettait déjà des réserves sur la faisabilité d'atteindre un objectif de réduction de 50% sur 10 ans « au regard notamment de la dynamique démographique et économique de la Région, et des objectifs de construction de logements, d'accueil d'activités économiques et logistiques qui y sont liés » (Étude d'impact du projet de loi portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets, 2021, p. 443).

Autre point à souligner, au sein des documents de planification et d'urbanisme les objectifs de réduction de l'artificialisation des sols sont évalués par la loi Climat et résilience en considérant comme artificialisé « une surface dont les sols sont soit imperméabilisés en raison du bâti ou d'un revêtement, soit stabilisés et compactés, soit constitués de matériaux composites ». À l'inverse, est considérée comme non artificialisée, « une surface soit naturelle, nue ou couverte d'eau, soit végétalisée,

constituant un habitat naturel ou utilisée à usage de cultures. ». Les inquiétudes exprimées après la publication de la loi, ainsi que les difficultés juridiques et pratiques rencontrées dans les territoires aboutissent à la promulgation le 20 juillet 2023 de la loi dite ZAN, visant à faciliter la mise en œuvre des objectifs de lutte contre l’artificialisation des sols et à renforcer l’accompagnement des élus locaux. La publication de trois décrets en novembre 2023 apporte de nouvelles précisions de mise en œuvre. Ils ajustent et complètent notamment la nomenclature d’artificialisation des espaces et définissant des seuils de prise en compte (tableau 22).

Tableau 22. Nomenclature française des surfaces artificialisées et non artificialisées servant de référence pour l’évaluation future du solde d’artificialisation nette à compter de 2031

Catégories de surfaces		Seuil de référence*
Surfaces artificialisées	1° Surfaces dont les sols sont imperméabilisés en raison du bâti (constructions, aménagements, ouvrages ou installations).	Supérieur ou égal à 50 m ² d'emprise au sol
	2° Surfaces dont les sols sont imperméabilisés en raison d'un revêtement (artificiel, asphalté, bétonné, couvert de pavés ou de dalles).	Supérieur ou égal à 2500 m ² d'emprise au sol ou de terrain
	3° Surfaces partiellement ou totalement perméables dont les sols sont stabilisés et compactés ou recouverts de matériaux minéraux, ou dont les sols sont constitués de matériaux composites (couverture hétérogène et artificielle avec un mélange de matériaux non minéraux).	
	4° Surfaces à usage résidentiel, de production secondaire ou tertiaire, ou d'infrastructures notamment de transport ou de logistique, dont les sols sont couverts par une végétation herbacée**.	
	5° Surfaces entrant dans les catégories 1° à 4°, qui sont en chantier ou en état d'abandon.	
Surfaces non artificialisées	6° Surfaces naturelles dont les sols sont soit nus (sable, galets, rochers, pierres ou tout autre matériau minéral, y compris les surfaces d'activités extractives de matériaux en exploitation), soit couverts en permanence d'eau, de neige ou de glace.	Supérieur ou égal à 2500 m ² d'emprise au sol ou de terrain
	7° Surfaces à usage de cultures dont les sols sont soit arables ou végétalisés (agriculture), y compris si ces surfaces sont en friche, soit recouverts d'eau (pêche, aquaculture, saliculture).	

	8° Surfaces dont les sols sont végétalisés et à usage sylvicole.	
	9° Surfaces dont les sols sont végétalisés et qui constituent un habitat naturel.	
	10° Surfaces dont les sols sont végétalisés et qui n'entrent pas dans les catégories précédentes.	
<p>* Les infrastructures linéaires sont qualifiées à partir d'une largeur minimale de 5 m.</p> <p>** Une surface végétalisée est qualifiée d'herbacée dès lors que moins de 25 % du couvert végétal est arboré.</p>		

Source : Editions Francis Lefebvre - Décret 2023-1096 du 27-11-2023 : JO 28 texte n° 17

Bien que cette nomenclature ne soit opposable qu'à partir de 2031, les arbitrages effectués font l'objet de débats. Cette nomenclature classe en effet les surfaces à usage d'infrastructures de transport ou de logistique, comme artificialisées, y compris lorsqu'elles sont couvertes par une végétation herbacée – le texte qualifiant d'herbacée une surface végétalisée dont le couvert végétal arboré est inférieur à 25%. Le décret précise par ailleurs que « *les surfaces entrant dans ces catégories, qui sont en chantier ou à l'abandon, sont également considérées comme artificialisées* ». On constate ainsi un décalage entre l'objectif visé – protéger les sols vivants y compris dans les espaces déjà urbanisés – et l'approche comptable prise en compte dans les documents de planification. Basé sur une occupation effective du sol selon l'usage, la nomenclature ne distingue pas une fois le seuil de référence atteint, les espaces de pleine terre préservés de la voirie ou du bâti logistique. Cela ne permet pas de prendre en compte les efforts anticipés par les acteurs de la logistique en matière d'une meilleure préservation des intérêts écologiques.

Outre l'accompagnement renforcé des élus locaux, la loi dite ZAN du 20 juillet 2023 apporte quelques assouplissements pour répondre aux inquiétudes exprimées, mais aussi aux difficultés juridiques et pratiques rencontrées dans les territoires. Cette loi instaure la prise en compte au niveau national de la consommation foncière des projets d'envergure nationale ou européenne (PENE) présentant un intérêt général majeur. Un forfait national de 12 500 hectares a été fixé pour la période 2021-2031, tout en précisant qu'au-delà de ce forfait le surcroît de consommation ne sera pas imputé sur l'enveloppe des collectivités territoriales ou de leurs groupements (L. n° 2021-1104, 22 août 2021, art. III *bis* créé par L., art. 3, II). Après consultation des régions, l'État a officialisé par arrêté le 31 mai 2024, une première liste de 174 PENE qui totalisent à ce stade 11 870 hectares. Une seconde liste identifie à titre indicatif 312 projets susceptibles de présenter un intérêt général majeur, mais dont les caractéristiques présentent encore des incertitudes quant à leur nature, la réalisation effective du projet

ou la consommation d'espaces qu'ils emportent sur la période 2021-2031 (JORF n°0133 du 9 juin 2024, texte n° 24).

Selon la banque des territoires, « *plusieurs domaines significatifs sont concernés par cette première vague de projets, tels que l'énergie, les infrastructures de transport (pour moitié) [...] et la relance industrielle (pour près d'un tiers), dans la continuité des dispositions portées par la loi Industrie verte [...]* » (Marcangelo-Leos, 2024). Cette loi, promulguée le 23 octobre 2023, met en place des dispositions pour faciliter l'implantation des sites industriels. La procédure d'autorisation environnementale est simplifiée « *dans l'objectif de diviser par deux les délais de délivrance des autorisations, de 17 mois aujourd'hui à neuf mois demain* » (viepublique.fr, 2024). Une procédure exceptionnelle simplifiée est créée pour les projets industriels d'intérêt national majeur. Après accord des maires ou présidents d'intercommunalités, éventuellement des régions du lieu d'implantation du projet, la mise en compatibilité des documents locaux d'urbanisme et des documents de planification régionale est plus rapide. Les procédures de raccordement électrique sont accélérées et la délivrance du permis de construire est faite par l'État et non plus par les communes.

Lors de la table ronde concernant l'immobilier logistique face au défi du ZAN du 29 mai 2024, les acteurs de la logistique accueillent positivement ces assouplissements. La sortie du ZAN des industries vertes acte la reconnaissance de l'effet levier que peut avoir ce secteur sur la décarbonation. Il témoigne également d'une prise de conscience par les pouvoirs publics du frein qu'il peut constituer pour le développement économique des territoires. Pour autant, Afilog souligne qu'à l'heure actuelle, aucune infrastructure logistique attachée à cette industrie verte ne fait l'objet d'une exception. Les deux activités sont pourtant indissociables. Vincent Sadé, directeur de l'investissement et du développement pour Prologis en France, estime en effet que 70% de la surface des usines d'aujourd'hui est dédiée à de l'activité logistique (stockage des matières premières en amont, stockage des produits finis en aval, distribution). Comparativement à ce qui se faisait autrefois, les plateformes logistiques ne sont plus dans les mêmes bâtiments. Il est donc nécessaire de faire ressortir les besoins logistiques liés aux industries et de penser en amont aux surfaces nécessaires et à leur localisation (SupplyChain-village, 2024b).

Afilog travaille à la reconnaissance de l'intérêt public majeur que représente la logistique associée à l'industrie verte, dans l'objectif de la faire sortir du ZAN. Bien que le lien avec un industriel rende les autorités publiques plus réceptives à ne pas pénaliser cette logistique, le forfait national fixé pour la période 2021-2031 est quasiment entièrement consommé. Malgré le dépassement possible de l'enveloppe nationale fixée, la concurrence avec les 312 projets identifiés comme susceptibles de présenter un intérêt général majeur, rend les exceptions extrêmement difficiles à obtenir. D'autre part, s'il reste vrai que la consommation de foncier supplémentaire n'est pas faite au détriment de l'enveloppe dédiée aux collectivités territoriales, Elles restent malgré tout obligées de composer avec la consommation foncière prévue pour

les PENE, ce qui peut réduire d'autant les marges de manœuvre pour leurs propres projets. Selon le rapport d'information de l'Assemblée Nationale sur la mise en application de la loi ZAN, la Fédération nationale des SCOT (FédéScot) et certaines régions constatent ainsi « *un déséquilibre important pour certains territoires entre l'effort supplémentaire de réduction de la consommation d'Enaf demandé sur la période 2021-2031 et le faible nombre de PENE présentant un intérêt général majeur. C'est notamment le cas de la région Bretagne, où seuls 30 ha sont imputés sur l'enveloppe nationale dans la liste de ces PENE, alors que l'effort supplémentaire qui lui est demandé au titre de la péréquation liée à cette enveloppe est de 807 ha.* » (Assemblée Nationale, 2024, p. 30). Le risque de contentieux qui en découle est pointé par le collège des élus du Conseil national d'évaluation des normes (CNEN), lors de sa délibération sur l'arrêté en projet le 2 mai 2024. L'avis favorable finalement obtenu masque le scepticisme des représentants des territoires. Ces derniers soulignent les nombreuses difficultés de compréhensions posées par les modalités d'application des objectifs ZAN, « *génératrices d'inquiétudes au niveau local entre les différentes collectivités territoriales, soucieuse de conserver une faculté d'aménagement du territoire* » (CNEN, délibération n° 2024-05-02-03370). Ainsi, tandis que l'ensemble des membres représentant l'État émettent un avis favorable, l'ensemble du collège des élus choisit de s'abstenir, « *au regard de la complexité du dispositif envisagé et de la nécessité de se prononcer rapidement afin de ne pas retarder le processus* ». Il considère cependant ce projet d'arrêté prématuré (CNEN, délibération n° 2024-05-02-03370).

L'objectif ZAN implique un changement radical dans les stratégies des autorités locales, en rendant indispensable la négociation entre collectivités, pour concilier réduction de la consommation de sol et maintien d'espace pour le développement urbain. Selon Laurent Lamatière, directeur associé au sein du conseiller en immobilier logistique Arthur Lloyd Logistique, il génère de grandes difficultés au niveau des collectivités locales. Les maires, parfois complètement désarmés face au ZAN, préfèrent temporiser le développement en conservant le foncier dont ils disposent. Les élus ont déjà intégré l'objectif ZAN dans leur prise de décision, alors que la loi Climat et Résilience a planifié sa mise en œuvre à l'horizon 2030. L'anticipation du ZAN et de ces conséquences par les décideurs politiques décuple la raréfaction foncière déjà assez importante constatée dans le pays. Le foncier est donc de plus en plus rare quand on se rapproche des villes (SupplyChain-village, 2024b).

Malgré une prise de conscience par les pouvoirs publics, de la difficulté et quelquefois, des contradictions créées par la législation, l'aide à une meilleure compréhension que peuvent apporter les services de l'État aux collectivités locales est limitée. Le secteur de la logistique est en concurrence avec tous les autres secteurs. Par ailleurs, la logistique non inféodée à l'industrie demeure hors cadre de la loi relative à l'industrie verte. Celle-ci reste encore actuellement insuffisamment portée par les pouvoirs publics, tandis que les collectivités locales restent peu réceptives aux contraintes économiques et réglementaires auxquelles le secteur est confronté.

3.2.2 La mise en œuvre d'une logistique décarbonée entravée par des idées reçues des collectivités

La logistique souffre d'un déficit d'offre de foncier disponible dans les secteurs stratégiques, mais la plupart des élus n'ont pas conscience des spécificités des besoins de la logistique en matière d'implantation. Certains territoires peuvent disposer d'un volume de foncier théoriquement suffisant. Pour autant leur localisation loin des centres-villes augmente massivement les flux logistiques, ce qui fait perdre l'objectif de décarbonation initialement recherché à travers la concentration. Selon Vincent Sadé (Prologis), une mauvaise localisation annule très vite tous les bénéfices qui peuvent être faits en matière de décarbonation d'un bâtiment. « *Il suffit que je recule de 30 km par rapport à mon barycentre¹⁴ pour que mes efforts de décarbonation soient annulés.* ». Malgré son importance stratégique et la forte demande du secteur, la logistique n'est pas considérée comme prioritaire en cas de foncier disponible à proximité des centres-villes, alors même que le taux de vacance national est très faible (évalué selon Afilog entre 3% et 4%). Ce taux de vacances est même quasi nul en région lyonnaise, moins de 0,5% (SupplyChain-village, 2024b). Les élus peuvent voir négativement les demandes des acteurs du secteur en matière de foncier, alors même que ces derniers répondent à des besoins de la société de consommation et donc de la population locale.

Selon l'étude pilotée par Marion Vion-Dury pour CBRE, les modifications des habitudes d'achat qui accompagnent l'essor du e-commerce sont à l'origine de profondes mutations quantitatives et qualitatives. La part du e-commerce dans le commerce de détail¹⁵ a doublé en 10 ans, en passant de 5,2% en 2013 à 10% en 2023¹⁶ (Vion-Dury et al., 2023, p. 19). Représentant un chiffre d'affaires de 62,0 Mds d'euros, le e-commerce de produits a augmenté de 34% entre 2019 et 2023. Cette progression s'accompagne d'un éclatement des flux et d'une complexification du maillage logistique. Le secteur a besoin de s'adapter et de rapprocher ses stocks pour répondre à la demande de livraison rapide, ce qui implique une plus grande proximité géographique de l'immobilier logistique. Indépendamment des perspectives de croissance liées au e-commerce, l'étude met en évidence l'enjeu stratégique de cette proximité pour l'autonomie des métropoles, qui vient « nourrir cette demande de m² logistique au cœur de la métropole » (Vion-Dury et al., 2023, p. 20).

¹⁴ Le barycentre est un outil utilisé en supply chain pour déterminer l'emplacement optimal de l'infrastructure logistique (entrepôt, centre de distribution...) en fonction de la disponibilité foncière. « *Il permet de prendre des décisions stratégiques concernant l'emplacement des entrepôts, ce qui a un impact significatif sur l'efficacité opérationnelle, les coûts, la satisfaction client et aussi sur l'environnement* » (Boirel, 2023).

¹⁵ Hors carburants, pharmacies, articles médicaux et orthopédiques.

¹⁶ L'étude se base sur une estimation CBRE d'après les données FEVAD et Euromonitor (2013-2017) et sur les données FEVAD (2018-2022). Les données FEVAD 2024 corrigent la prévision communiquée pour l'année 2022. Selon les données les plus récentes, la part du e-commerce dans le commerce de détail est de 10% en 2022 et en 2023 (FEVAD, 2024).

Bien que l'ensemble des pays européens doivent gérer des contraintes d'aménagement, la législation contraignante liée au ZAN est propre à la France. Sa mise en œuvre n'a pas suffisamment anticipé les effets pervers qu'elle risque d'avoir sur le secteur économique. Tandis que Vincent Sadé (Prologis) évalue à 5 mois le délai pour obtenir les autorisations complètes pour un bâtiment logistique en Allemagne, ce délai est de 18 mois en France. Il peut même doubler et passer à 36 mois en cas de recours. Cette tendance peut pousser certains prestataires et chargeurs à renoncer à s'implanter. Les acteurs français de l'immobilier logistique craignent à terme, une perte d'attractivité du secteur dans certaines régions, en concurrence avec l'Allemagne, le nord de l'Italie ou l'Espagne. Les entreprises peuvent en effet être tentées de délocaliser les entrepôts à l'étranger et préférer multiplier les allers-retours de plus de 500 km par camion, ce qui serait néfaste en termes économiques et davantage encore en termes écologiques. D'autre part, l'application des solutions proposées pour limiter la consommation d'espace, comme la séquence ERC (Éviter, Réduire, Compenser) peut s'avérer compliqué et parfois contre-productive en matière d'impact environnemental global. Réduire la taille des bâtiments a en effet des conséquences négatives en matière de décarbonation. Concernant la compensation, le dispositif est confronté à la difficulté de trouver des terrains correspondant aux exigences, tant au niveau de la surface que du quotient écologique. L'équivalence de ce quotient écologique est par ailleurs soumise à interprétation. Elle peut conduire à des refus discutables liés à ce motif. La contrainte de trouver un terrain de compensation assez proche du terrain de projet complique d'autant plus la chose (SupplyChain-village, 2024b).

Le recyclage du foncier des friches, encouragé par le Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires à travers le fonds vert, ne peut être qu'une petite partie de la solution. Parmi l'ensemble des sites de plus de 5 hectares recensés par les pouvoirs publics sur Cartofriches, Afilog n'identifie que 217 sites à moins de 10 minutes d'une voie rapide, susceptibles de correspondre aux besoins des clients en termes de localisation, de surface, d'organisation, d'accès autoroutier et d'accès à la main-d'œuvre. Les contraintes supplémentaires de réseaux électriques et informatiques réduisent au final le nombre de friches réellement éligibles à pouvoir construire des bâtiments logistiques à moins de 50 sites, répartis sur l'ensemble du territoire (SupplyChain-village, 2024b). La table ronde met aussi globalement en garde contre certaines idées reçues. La reconversion en espace logistique d'une friche industrielle est plus difficile que la conversion d'un terrain dit agricole ou naturel en espace logistique. Les travaux de démolition, de dépollution, rajoutent beaucoup de contraintes imposées par le cadre réglementaire. Cela se traduit par des coûts du temps et des incertitudes supplémentaires quant à la faisabilité du projet. Les coûts liés à la démolition et à la dépollution qui accompagne l'acquisition de la friche sont trop souvent élevés pour rendre rentable l'acquisition du foncier. D'autre part, la renaturation spontanée d'une friche industrielle laissée à l'abandon pendant plusieurs

années peut rajouter une complication supplémentaire, en contraignant à compenser la friche en cours d'acquisition ou récemment acquise.

3.2.3 Entre contraintes économiques et réglementaires, les défis de la verticalisation de la logistique

À côté de l'augmentation du taux de renouvellement urbain, l'augmentation de la densité des projets logistiques est une autre piste pour limiter la consommation d'espaces. Dans un contexte de rareté des fonciers potentiels, construire verticalement est une piste qui séduit les collectivités. Cette solution n'est cependant pas adaptée à tous les environnements, elle présente des contraintes et des spécificités à prendre en compte. Les métropoles de Paris, Lyon et Marseille ne sont pas représentatives de l'ensemble du marché logistique en France. La logistique est un secteur très atomisé et une activité à faible marge, où l'équilibre économique est compliqué à mettre en place. Malgré une forte demande des acteurs de se rapprocher des centres urbains, pour améliorer leur part de marché, le loyer, qui peut plus que doubler par rapport à un entrepôt de plain-pied d'un seul niveau, n'est pas rentable économiquement pour les professionnels, tant qu'il reste possible de faire autrement. Une construction mal anticipée d'un tel bâtiment conduirait à l'inverse de l'effet recherché par une collectivité : le loyer trop élevé comparativement au reste du marché risquerait de laisser le bâtiment vide pendant plusieurs années. Les développeurs doivent en effet composer à la fois avec le prix élevé du foncier, mais aussi avec les contraintes techniques générées par renforcement de la structure globale.

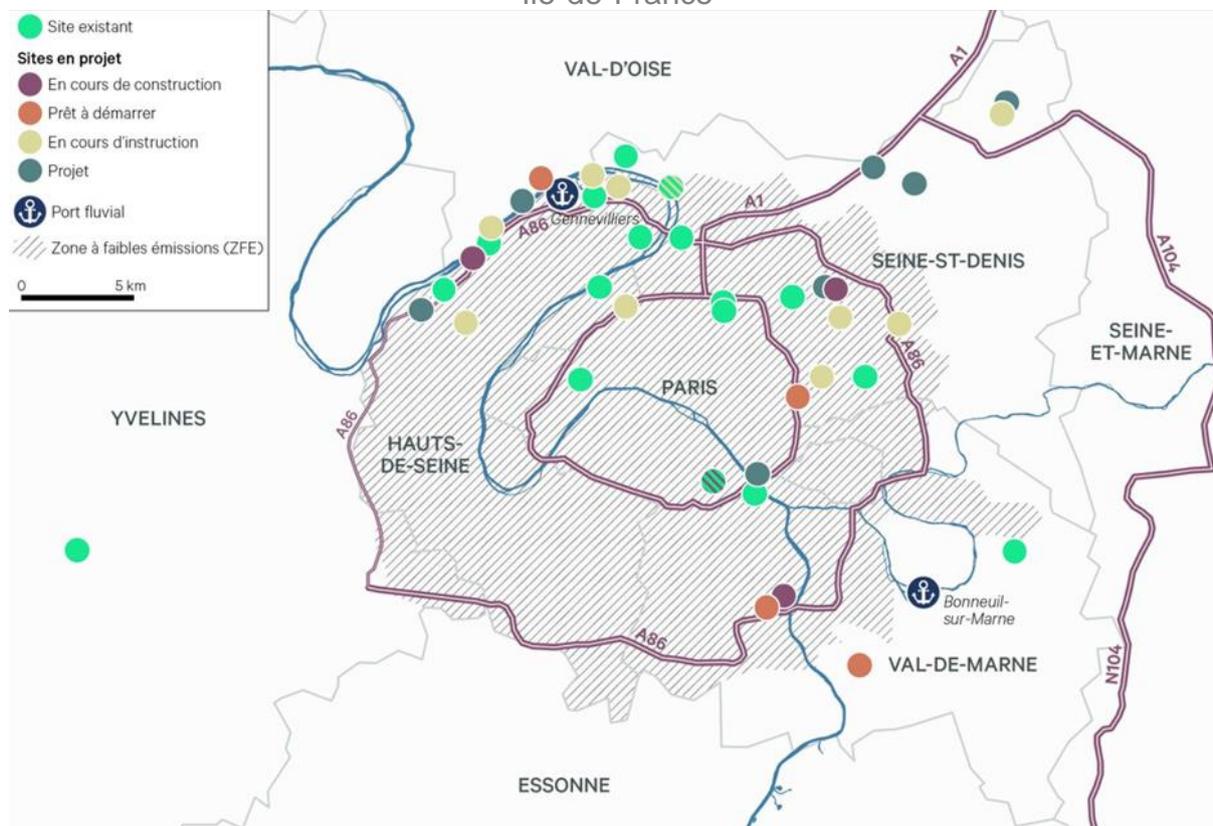
Par ailleurs, en raison du risque que représente la concentration de marchandises potentiellement combustible au même endroit, tout entrepôt couvert qui stocke des produits combustibles sur plus de 50 000 m³ et 500 tonnes est soumis à la norme des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) 1510. Ils doivent à ce titre respecter les contraintes susceptibles d'alimenter par ailleurs une vision négative de la logistique auprès des élus locaux. L'avis favorable des pompiers des SDIS (Service Départemental d'Incendie et de Secours) est requis au moment du permis de construire. Cette norme impose également un recul de 20 m par rapport à l'enceinte du site afin de protéger les bâtiments environnants en cas d'incendie et de laisser à un camion pompier la possibilité de faire le tour du bâtiment. Cela réduit significativement la constructibilité de la parcelle et limite leur densification.

Contrairement à ce qui peut être observé au Japon, Vincent Sadé (Prologis) souligne que les entrepôts français actuels ne parviennent pas à offrir des caractéristiques techniques identiques dans les étages, comparativement à ce qui se fait au sol. Ils ont en l'état plus de mal à trouver leur clientèle. *« Les erreurs de conception se payent chers sur le long terme en termes d'utilisation et sont difficilement rattrapables. Elles ont aussi des impacts réputationnels non négligeables, car sur ce marché de niche, les produits sont encore très rares : un produit mal conçu rencontrant des difficultés de commercialisation durables aura des effets négatifs sur la commercialisation des*

autres produits » (Vion-Dury et al., 2023, p. 30). Les acteurs de l'immobilier logistique s'inspirent désormais des solutions développées en Asie pour concevoir de nouveaux bâtiments accessibles aux poids lourds, offrant des caractéristiques techniques identiques à ce qui se fait au sol dans les étages. Mais les réalisations antérieures équipées uniquement d'un monte-charge restent moins recherchées par les entreprises de la logistique ou les opérateurs de messagerie (dont le rôle est d'optimiser le traitement des flux). La rupture de charge et le risque de désynchronisation des flux que peut causer une panne a un effet répulsif. (Vion-Dury et al., 2023). Leur vitesse souvent trop lente gêne leur incorporation dans des solutions automatisées complètes. (etyo.com, 2023). Les bâtiments antérieurs disposant de rampes ne sont quant à eux pas souvent adaptés pour faire monter les poids lourds, limitant l'accès aux étages aux camionnettes. Le coût d'adaptation des installations peut faire grossir considérablement l'enveloppe d'investissement, alors même que le loyer de tels entrepôts est déjà plus cher.

Ainsi, même en cas de localisation exceptionnelle à proximité des cœurs de ville, les clients ne sont pas prêts à opter pour des solutions considérées comme imparfaites. L'accès dans Paris étant encore possible par camion, l'installation dans un entrepôt de plain-pied plus en périphérie de 15 ou 20 km est encore considéré comme une solution préférable. Les opérateurs en immobilier logistique sont divisés quant au stade de maturité du marché logistique urbain. Tandis que certains opérateurs considèrent que la France est encore à un stade d'immaturité du marché, notamment en raison de la possibilité toujours laissée aux camions (notamment Diesel) de rentrer dans les zones urbaines, voire dans les villes. D'autres, estiment cependant que les préoccupations environnementales conduiront dans un futur plus ou moins proche à une interdiction, qui rendra indispensables des zones de distribution à l'entrée des villes et non plus à l'extérieur comme actuellement. La décarbonation des flux, le déploiement des ZFE, les enjeux de responsabilité sociale des entreprises poussent à un changement de paradigme, en construisant vertical et proche. La croissance du nombre de bâtiments à étage n'est qu'une question de temps, et un certain nombre de projets ont été réalisés ou sont en voie de l'être. D'après l'étude menée par Marion Vion-Dury, 85% des bâtiments franciliens multiniveaux (existants et en projet sont sur deux niveaux (généralement RDC et R+1) (Vion-Dury et al., 2023). Cela représente 17 entrepôts à étages en fonctionnement en Île-de-France, avec quelques entrepôts plus anciens comme celui du boulevard Ney à Paris, bâti sur 3 niveaux dans le milieu des années 1970. À l'heure actuelle, 22 projets d'entrepôts à étages sont à l'étude (Figure 3).

Figure 3. Recensement des projets immobiliers industriels et logistiques à étages en Île-de-France



Source : Vion-Dury et al., 2023, d'après CBRE Research T3 2023

Le durcissement des normes d'accès ZFE peut donc avoir un effet de levier sur la commercialisation des entrepôts à étages. Le surcoût lié au renouvellement contraint du parc automobile des entreprises incite au rapprochement vers les centres urbains. L'impact positif sur les coûts de transport rend le surcoût de loyer pour un bâtiment logistique à étage plus acceptable pour un utilisateur. Ainsi, bien que ciblant initialement les flux logistiques, cet outil de régulation est concrètement susceptible d'impacter aussi leurs lieux.

3. Conclusion

4.1 Des ZFE efficaces à gérer les flux logistiques lorsque les conditions d'accès et de contrôle sont suffisamment strictes

Depuis les premières expérimentations d'une « zone environnementale » dans le centre-ville de Göteborg en Suède en 1996 et de la *Low Emission Zone* de Londres mise en place en 2008, qui a imposé sa dénomination, le nombre de ZFE n'a cessé d'augmenter en Europe. Toutefois, pour la première fois, le recensement 2024 met en évidence le recul de ce dispositif comparativement au recensement de Belliard, 2021. L'abrogation de 22 ZFE en Allemagne et l'abandon du projet belge d'une ZFE opérationnelle en Wallonie tempèrent la dynamique de 38 nouvelles ZFE créées sur la même période. Encouragés par un cadre national, l'Espagne, la France et le Royaume-Uni concentrent à eux 3 la quasi-totalité des nouvelles ZFE créées fin avril 2024 (33 sur 38). Dans le cas de la France et de l'Espagne, la législation nationale en vigueur impose leur création dans un certain nombre de territoires, sans qu'elles soient réellement restrictives en termes de normes minimales imposées. Le système de vignette qui classe les véhicules à l'échelle nationale est légèrement plus strict en Espagne qu'en France en étant plus restrictif sur le diesel et moins sur l'essence¹⁷ (ADEME, 2023, p. 9). À l'inverse, le Royaume-Uni laisse la création des Clean Air Zones à la discrétion des villes qui le souhaitent. La classification se base sur le nombre plus ou moins important de types de véhicules concernés par la mesure¹⁸. La norme minimale est fixée selon la motorisation : Euro 6 pour les véhicules diesel, Euro 4 pour les véhicules à essence (ADEME, 2023, p. 44). Toute nouvelle Clean Air Zone créée de classe B ou plus est donc dès sa mise en œuvre impactante pour les acteurs de la logistique.

L'actualisation récente des normes en matière de qualité de l'air actée par le Conseil de l'Union européenne mi-octobre 2024 marque un nouvel échelon vers la réalisation de l'objectif « zéro pollution » d'ici à 2050 de l'UE. Malgré les réticences qui s'expriment au sein des pays, les états membres restent tenus de transposer la directive dans leur droit national au plus tard deux ans après sa publication au journal officiel (Conseil de l'Union Européenne, 2024b). L'abrogation des ZFE allemandes est donc davantage un constat de leur inefficacité en l'état qu'un relâchement vis-à-vis de la régulation de la qualité de l'air. Le choix de ne pas renforcer les normes en vigueur des ZFE existantes exprime une volonté du gouvernement fédéral d'élargir la palette des moyens mis à disposition des villes pour lutter contre la pollution de l'air et de leur laisser plus de marge de manœuvre. Cependant, le dispositif dit « Dieselfahrverbot »,

¹⁷ La vignette la moins stricte (Crit'Air 5) peut être obtenue en France pour les VUL dès la norme diesel Euro 2 (véhicules postérieurs à 1997) ; en Espagne la vignette B n'est accessible aux VUL diesel qu'à partir de la norme Euro 4 (véhicules postérieurs à 2006).

¹⁸ Les classes vont de A pour la moins restrictive, à D. Les poids lourds sont impactés dès la classe B, les camionnettes à partir de la classe C.

qui s'impose aux villes dépassant les normes de NO₂ n'ayant pas pris de mesures alternatives, correspond dans les faits à la mise en place d'une ZFE plus stricte.

L'assouplissement en France du calendrier obligatoire des ZFE témoigne d'une crainte du gouvernement de faire face à des controverses au niveau local en cas d'imposition des mesures à la population. D'après un sondage relayé par l'ADEME, « 75 % des Français sont favorables à des mesures pour diminuer la pollution des véhicules, mais 45 % d'entre eux sont opposés à la suppression des véhicules diesel dans les agglomérations et 71 % considèrent que c'est une mesure excessive, voire tout à fait excessive. » (ADEME, 2023, p. 148). Cependant, cet assouplissement est établi sur la base du respect du seuil réglementaire européen en oxyde d'azote de 2008. Il ne prend pas en compte le prochain objectif à atteindre en 2030, qui correspond à une division par 2 du seuil réglementaire actuellement pris en compte (20 µg/m³ au lieu de 40 µg/m³). Il s'avère qu'un peu plus de la moitié des 42 agglomérations concernées par les ZFE dépassent actuellement le seuil qui entrera en vigueur dans moins de 6 ans (Lenormand, 2024).

L'échantillon de 37 profils, établi à partir de la grille d'évaluation, facilite la comparaison des différentes villes sur chaque critère étudié. Il permet aussi d'évaluer si une ZFE se positionne plus ou moins en avance comparativement aux autres ZFE du même pays intégré au panel. Cependant, nous sommes forcés de constater les limites et les biais induits par la méthodologie employée. Le choix du panel initial, pensé pour tenir compte à la fois d'une représentation équivalente des pays et d'une diversité de taille de villes référence, n'a pas suffisamment intégré la diversité des états de déploiement des ZFE au sein d'un même pays. Le choix d'intégrer l'évaluation des véhicules à essence dans l'optique de tenir compte de la diversification des véhicules utilisés pour la logistique n'était pas tout à fait pertinent. Par ailleurs, les critères d'évaluation sont tous placés sur un même plan, sans être pondérés selon l'impact qu'ils ont sur la logistique. Le contrôle par caméra des plaques d'immatriculation, particulièrement important pour garantir le respect des normes d'accès et le renouvellement des flottes, est peut-être sous valorisé.

Le Royaume-Uni, les Pays-Bas et le Danemark, qui arrivent en tête lorsque l'on agrège par pays les notes obtenues par les ZFE du panel, associent des normes très strictes des poids lourds diesel à un mode de contrôle automatisé. D'après les données fournies par le Greater London Authority à l'ADEME, six mois après la mise en place des nouvelles normes plus strictes dans la LEZ de Londres en mars 2021, le taux de conformité des véhicules atteint 95,5%. L'annonce anticipée du durcissement des normes en 2017 a engendré une dynamique de mise en préconformité, avec une augmentation de 47,5 points, tandis que l'augmentation au cours des 6 mois suivant l'entrée en vigueur des nouvelles normes est estimée à 5,1% (ADEME, 2023, p. 48).

Toujours selon l'ADEME, une étude 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 a permis d'établir des scénarios concernant l'impact

des ZFE danoises sur la qualité de l'air à horizon 2020. Les résultats révèlent le rôle qu'elles jouent dans l'accélération du renouvellement du parc de véhicules lors de la mise en place des restrictions (ADEME, 2023, p. 86).

L'impact des ZFE sur les flux logistiques se répercute sur les localisations d'entrepôts recherchés par les acteurs du secteur (SupplyChain-village, 2024a). La nécessité de positionner des zones de distribution à l'entrée des villes contribue à l'intérêt porté aux entrepôts à étages, dans un contexte de raréfaction du foncier lié à la perspective du ZAN.

4.2 Malgré l'absence de ZAN européen, l'objectif contraignant du ZAN français place malgré elle la logistique en concurrence croissante pour le foncier disponible

Bien que la Commission européenne ait été dès 2011 la première à mentionner un objectif ZAN à l'horizon 2050, le manque de consensus sur une définition de l'artificialisation n'a toujours pas permis de fixer une définition légale uniforme du ZAN dans l'Union Européenne. Les nuances de traduction et la polysémie du mot « artificialisation » créent une ambiguïté sur l'objectif. En effet, il peut selon les cas renvoyer à un changement de l'utilisation fonctionnelle des terres, une perte des fonctions écologiques des sols ou une perte globale de naturalité d'un écosystème (Hendrickx, Halleux, 2023). Au même titre que pour l'eau et pour l'air, le cadre européen en construction cherche à renforcer la protection des fonctions écologiques et des services écosystémiques rendus par les sols en instaurant une législation spécifique. Ce cadre est cependant plus difficile à mettre en place, car la protection des sols articule deux législations séparées : la législation environnementale des sols relevant du droit de l'environnement et la législation foncière, associée au droit de l'urbanisme.

Les politiques d'urbanisme des pays européens que nous avons pu comparer considèrent sans surprise l'artificialisation des terres du point de vue de l'utilisation fonctionnelle de leur surface. À la différence de la Belgique, de l'Italie et de l'Allemagne, la France est le seul pays à avoir imposé un objectif ZAN contraignant. Le Royaume-Uni et la Tchéquie se caractérisent par des objectifs de sobriété foncière et la volonté de maintenir des villes compactes et denses. L'Espagne et les Pays-Bas n'ont fixé aucun objectif d'artificialisation des sols. Leurs politiques d'aménagement sont cependant respectivement sensibles à la lutte contre l'érosion du littoral associée à l'urbanisation pour l'un et la réduction de l'imperméabilisation des sols et l'utilisation efficiente de l'espace pour l'autre.

D'un point de vue opérationnel, le ZAN n'est pas une tendance qui gagne du terrain. Même en France, sa mise en œuvre effective ne se fera que progressivement et surtout après 2030. Pour autant, l'inquiétude causée par le changement de paradigme crispe les parties prenantes et fige le développement du territoire, incluant la

construction d'entrepôts. Après une année 2022 marquée par un volume d'autorisations de 9,4 millions de m² (un tiers de plus que la moyenne décennale) et les mises en chantier de 6,2 millions de m², les constructions d'entrepôts ont chuté de 30% en 2023 (Union TLF, 2024, p. 29). La conjoncture économique défavorable et l'augmentation des taux d'emprunt en 2023 expliquent ce décrochage. Mais les professionnels du secteur voient aussi dans cette baisse un certain effet de la promulgation de la loi Climat et Résilience en 2021, « *pris en compte par les élus qui freinent sur la logistique* » (Peter, 2023).

La difficulté de trouver des données chiffrées sur l'artificialisation spécifique à l'activité logistique participe à alimenter l'image d'un secteur particulièrement consommateur de foncier, aidé en cela par la concentration d'entrepôts observables dans certains territoires. Les estimations recueillies révèlent pourtant que ce secteur ne représente que 1% à 2% de l'artificialisation annuelle de nouvelles terres (Peroz, 2022), tandis que les parcelles logistiques représentent en France un total de 23 000 hectares (Dablanc, 2021), soit à peine 0,0004% de la superficie du pays¹⁹. Ce décalage n'aide pas les professionnels à faire valoir leurs besoins croissants en foncier dans un contexte de raréfaction des terrains ouverts à l'urbanisation et de concurrence des usages. La demande placée est l'indicateur principal de la profession de l'immobilier logistique : elle traduit la somme des contrats de ventes ou de bail effectuée par un particulier, un professionnel ou une institution qui a trouvé l'offre qui lui convient. Selon Afilog, 34 % de la demande placée concerne une réallocation d'immobilier, 66 % nécessitent la construction d'un nouvel entrepôt ou la rénovation/adaptation d'un foncier existant. (Voxlog.fr, 2023)

Le caractère stratégique et le rôle que peut jouer la logistique en matière de décarbonation ne sont pas reconnus au même titre que ceux des industries vertes, exemptées de l'objectif ZAN en tant que Projets d'Envergure Nationale ou Européenne (PENE). Cette différence de traitement suscite l'incompréhension, d'autant plus que ce statut, qui divise par deux les délais d'autorisations, permettrait de se rapprocher des délais observés en Allemagne et d'éviter la tentation des entreprises de délocaliser les entrepôts à l'étranger.

4.3 La verticalisation de la logistique : une solution qui suscite l'intérêt des élus, mais dont l'implantation n'est pas possible partout

La verticalisation de la logistique comme palliatif au manque de terrains disponibles apparaît comme une réponse attrayante pour certaines collectivités, soucieuses d'optimiser l'utilisation de leur foncier. Toutefois, les spécificités techniques et normatives propres à ce type de solution se répercutent sur le loyer attendu par les investisseurs pour répondre aux exigences de rentabilité. Cela limite la pertinence de

¹⁹ Sur la base de la superficie totale de la France métropolitaine calculée par l'Insee (54 913 500 ha). <https://www.insee.fr/fr/statistiques/serie/001751672>

leur implantation aux grandes métropoles, à proximité des cœurs de villes. Elle est une des réponses « *pour reconstituer une logique de porte d'entrée (pour des bâtiments de messagerie ou de stocks déportés) dans un contexte où le foncier est rare.* (Vion-Dury et al., 2023, p. 43). Bien que le ZAN ait accéléré la mise à jour des solutions multinationales proposées par les acteurs de l'immobilier logistique, notamment inspirés du savoir-faire développé au Japon, la crainte de ne pas bénéficier de caractéristiques identiques au rez-de-chaussée dans les étages est encore présente chez les potentiels locataires. Cela se répercute sur les prix, qui subissent une décote de 10 à 15% comparativement au loyer payé au rez-de-chaussée (Vion-Dury et al., 2024, p. 43).

La possibilité encore laissée aux camions de circuler dans les zones urbaines et les villes (sans véritable restriction ou contrôle des normes d'émissions), temporise la concrétisation de certains projets à l'étude. L'absence de preneur avant les travaux et le surcoût technique lié à la verticalité auront raison de certains d'entre eux. Cependant, la dynamique semble doucement s'inverser. Le récent durcissement des normes européennes relatives à la qualité de l'air, ainsi que l'annonce pour le premier semestre 2026 d'un système de caméras LAPI, aux portes d'entrée de la ZFE de Lyon, actuellement en phase de test, pourraient davantage encourager les acteurs du secteur à envisager ce type de solutions (Duplatre, 2024).

4.4 La question de la fiscalité liée aux outils de régulation environnementaux

Face à une fiscalité locale jugée artificialisante, la définition du modèle économique permettant de mettre en œuvre l'objectif ZAN reste à mettre en place. Le rapport du conseil des prélèvements obligatoires (CPO) concernant la fiscalité locale dans la perspective du ZAN conclut qu'elle n'est qu'un déterminant marginal dans les décisions d'artificialisation des sols. « *Le véritable facteur de décision [...] d'un aménageur ou d'une entreprise pour décider de lancer un projet de construction sur une zone non artificialisée tient à la différence de prix entre le foncier vierge et le foncier déjà artificialisé devant être réhabilité.* » (CPO, 2022, p.31). En revanche, afin de limiter l'effet de rente engendré par la raréfaction des terrains disponibles à la vente, le CPO préconise une augmentation du taux de la taxe locale sur les plus-values de terrains nus rendus constructibles.

Concernant les ZFE, la loi Climat et résilience renforce et complète la loi d'orientation des mobilités du 24 décembre 2019. Elle laisse la possibilité aux régions de créer une écotaxe routière à compter de 2024 dans un objectif de favoriser le report modal. Intitulée R-pass, cette écotaxe qui vise les poids lourds a été adoptée le 21 octobre 2024 dans la collectivité européenne d'Alsace sur l'axe nord-sud et deux autres routes reliant cet axe à l'Allemagne. La taxe sera levée à partir de 2027 et son montant annoncé de 0,15 euro par kilomètre (Libération, AFP, 2024).

Enfin, malgré l'effet levier que peut avoir le secteur sur la décarbonation, les acteurs publics continuent à percevoir l'ensemble des entrepôts logistiques à travers le prisme négatif du e-commerce. Selon les professionnels du secteur, la tentative d'adoption récente de deux amendements au projet de loi de finances 2025 - l'extension de la Tascom²⁰ aux entrepôts de plus de 10.000 m² et la majoration de la TFPB²¹ sur les entrepôts et centres de distribution – est symptomatique de la non-reconnaissance du secteur logistique dans tous les secteurs économiques qu'elle sert (Fevad.com, 2024). Les multiples recours portés par les associations environnementales envers la construction de nouvelles plateformes logistiques soulignent la conciliation difficile entre la préservation de la biodiversité et la croissance des besoins d'infrastructures nécessaires pour soutenir nos modes de consommation.

4. Bibliographie

Adac.de (2024) [en ligne], Fahrverbote: Wo Diesel Euro 4 und Euro 5 ausgesperrt werden, publié le 7 août 2024, <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/fahrverbote-umweltzonen/dieselfahrverbot-faq/>

ADEME (2023) *Benchmark des zones à faibles émissions – mobilité à travers l'Europe – Monographies*, version 2023, publié en juin 2023, 219 p. <https://librairie.ademe.fr/cadic/8022/monographies-zones-faibles-emissions-lez-europe-ademe-2023.pdf>

Agenda 2030 en France (2024) [En ligne] *Agenda 2030, le site des objectifs de développement durable (ODD)*, [consulté le 22 avril 2024], <https://www.agenda-2030.fr/agenda-2030/>

Amtsblatt für die Landeshauptstadt Hannover Nr. 8/2024, (Journal officiel de Hanovre, capitale du Land Nr. 8/2024), mis en ligne le 22 février 2024 https://serviceportal.hannover-stadt.de/medien/dokumente/elena_lhh_08_22.02.2024_signed.pdf?20240221124840

ARAMBOUROU, H., BOUVART, C., TESSÉ, S., (2023a) *L'artificialisation des sols : un phénomène difficile à maîtriser*. Note d'analyse pour France Stratégie. Note d'analyse n°128, novembre 2023, mise à jour janvier 2024, 16 p., https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs_2023_-_na_128_artificialisation_des_sols_-_novembre_0.pdf

ARAMBOUROU, H., BOUVART, C., TESSÉ, S. (2023b) *Objectif ZAN : quelles stratégies régionales ?* Note d'analyse pour France Stratégie. Note d'analyse n°129, novembre 2023, mise à jour février 2024, 20 p., https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs_2024_-_na_129_objectif_zan_-_fevrier.pdf

²⁰ Taxe sur les surfaces commerciales.

²¹ Taxe foncière sur les propriétés bâties.

Arrêté du 31 mai 2024 relatif à la mutualisation nationale de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers des projets d'envergure nationale ou européenne d'intérêt général majeur (JORF n°0133 du 9 juin 2024, texte n° 24)

Assemblée Nationale (2024) *Rapport d'information, déposé par la commission des affaires économiques sur l'application de la loi n° 2023- 630 du 20 juillet 2023 visant à faciliter la mise en œuvre des objectifs de lutte contre l'artificialisation des sols et à renforcer l'accompagnement des élus locaux*. N° 2464, déposé le mercredi 10 avril 2024 https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/rapports/cion-eco/116b2464_rapport-information.pdf

Baden-Württemberg Regierungspräsidium Stuttgart (2023a) *Luftreinhalteplan für den Regierungsbezirk Stuttgart - Teilpläne Wendlingen am Neckar, Schwäbisch Gmünd, Ilsfeld und Urbach. Fortschreibung 2023 zur Aufhebung der Umweltzonen / der Teilpläne. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Immissionsmessungen des Landes Baden-Württemberg*. Publié en mars 2023, 63 p., https://rp.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/RP-Internet/Stuttgart/Abteilung_5/Referat_54.1/DocumentLibraries/Documents/541_S_luft_UZ_Wend_SG_Ils_Ur_Plan.pdf

Baden-Württemberg Regierungspräsidium Stuttgart (2023b) *Luftreinhalteplan für den Regierungsbezirk Stuttgart – Teilpläne Heidenheim, Heilbronn, Herrenberg, Leonberg und Hemmingen (regionale Umweltzone Leonberg / Hemmingen und Umgebung). Fortschreibung 2023 zur Aufhebung der Umweltzonen / der Teilpläne. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Immissionsmessungen des Landes Baden-Württemberg*. Publié en novembre 2023, 66 p., https://rp.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/RP-Internet/Stuttgart/Abteilung_5/Referat_54.1/DocumentLibraries/Luftreinhalteplan/Heilbronn/541_s_luft_LRP_Leo_HN_Herr_HDH_Hemm.pdf

BELLIARD, L. (2021) *Les Zones à Faible Emissions en France et en Europe. Tour d'horizon pour une logistique urbaine durable*, Mémoire de stage du Master 2 sous la direction de Laetitia Dabanc (Chaire Logistics City) et Xavier Desjardins (Sorbonne Université, octobre 2021, 120 p. <https://www.lvmt.fr/wp-content/uploads/2022/03/2021-Memoire-Lucas-Belliard.pdf>

Bison-fute.gouv.fr (2024) [En ligne], *Tunnel du Fréjus (Cat. C)*, <https://www.bison-fute.gouv.fr/tunnel-du-frejus-73-categorie-c.html>

BOIREL, P. (2023) [En ligne] *L'importance du barycentre dans l'implantation logistique*. Blogistics.fr. Publié le 22 octobre 2023, <https://blogistics.fr/barycentre-implantation-logistique/>

Bulletin Officiel des Finances Publiques-Impôts (2024) [En ligne] *BIC - Instauration d'une déduction exceptionnelle applicable aux poids lourds et aux véhicules utilitaires légers ayant fait l'objet d'une transformation de leur motorisation thermique en motorisation électrique à batterie ou à pile à combustible à hydrogène (loi n° 2023-1322 du 29 décembre 2023 de finances pour 2024, art. 40)*, mis en ligne le 17 avril 2024, <https://bofip.impots.gouv.fr/bofip/14241-PGP.html/ACTU-2024-00106>

CANAS, N. (2024) [en ligne] *La France ne veut pas de ZAN européenne*, euractiv.fr, publié le 10 janvier 2024, mis à jour le 15 janvier 2024, [consulté le 15 mars 2024], <https://www.euractiv.fr/section/energie-climat/news/la-france-ne-veut-pas-de-zan-europeenne/>

CAREY, C. (2024) [En ligne] *Madrid to challenge low-emissions zone ruling*. Cities-today.com, publié le 26 septembre 2024 <https://cities-today.com/madrid-to-challenge-low-emissions-zone-ruling/>

Conseil de l'Union Européenne (2024a) *Orientation générale concernant la directive relative à la surveillance des sols*. 11299/24. Résultats des travaux, 17 juin 2024, <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11299-2024-INIT/fr/pdf>

Conseil de l'Union Européenne (2024b) [En ligne] *Qualité de l'air : le Conseil donne son feu vert définitif pour renforcer les normes dans l'UE*, Communiqué de presse du Conseil de l'Union Européenne, publié le 14 octobre 2024, <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2024/10/14/air-quality-council-gives-final-green-light-to-strengthen-standards-in-the-eu/>

Conseil des prélèvements obligatoires (CPO) (2022), *La fiscalité locale dans la perspective du ZAN*. Étude réalisé à la demande du président de la commission des finances du Sénat. Publié le 25 octobre 2022, 71 p.

Conseil National d'Évaluation des Normes (CNEN). Séance du 2 mai 2024, Délibération n° 2024-05-02-033370, *Projet d'arrêté relatif à la mutualisation nationale de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers des projets d'envergure nationale ou européenne d'intérêt général majeur* <https://www.cnen.dgcl.interieur.gouv.fr/inlinedocs/dc74862677212c816ad4a75cfdd827bc/deliberations-cnen-02-05-2024.pdf>

Commissariat général au Développement Durable (2022) [en ligne] *Externalités du transport, chiffres clés 2022*, [consulté le 3 juillet 2024], <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-transports-2022/partie4-externalites-transport>

Commission Européenne (2023) *Proposition de directive du Parlement Européen et du Conseil relative à la surveillance et à la résilience des sols (directive sur la surveillance des sols)*. Publié le 5 juillet 2023, 74 p., https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:01978f53-1b4f-11ee-806b-01aa75ed71a1.0019.02/DOC_1&format=PDF

Commission Européenne (2021) *Stratégie de l'UE pour la protection des sols à l'horizon 2030 Récolter les fruits de sols en bonne santé pour les êtres humains, l'alimentation, la nature et le climat. Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions*. Publié le 17 novembre 2021, 30 p. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0699>

Commission Européenne (2011) *Feuille de route pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources. Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au comité économique et social européen et au Comité des régions*. Publié le 20 septembre 2011, 31 p., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0571&from=EN>

COCQUIÈRE, A. (2023) *De la loi Climat et résilience à la loi ZAN : le cap de la sobriété foncière, entre avancées et questionnements*. Institut Paris Région, Note rapide Planification n° 1000, publié le 23 décembre 2023,

https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/NewEtudes/000pack4/Etude_3004/NR_1000_web.pdf

DABLANC, L. (2022) *La logistique et la ville. Questions environnementales et territoriales de la logistique urbaine*, L'Information géographique, pp. 86, 49-77, <https://doi.org.extranet.enpc.fr/10.3917/liq.863.0049>

DABLANC, L., (2021) *La place occupée par la logistique en France. Note interne de la Chaire Logistics City*, transmis par L. Dablanç.

DABLANC, L., MORGANTI, E., ARVIDSSON, N., WOXENIUS, J., BROWNE, M., SAIDI, N. (2017) *The Rise of On-Demand 'Instant Deliveries' in European Cities*, Supply Chain Forum— an International Journal, volume n°18(4), p. 203-217.

DABLANC, L., FRÉMONT, A. (dir.) (2015) *La métropole logistique. Le transport de marchandises et le territoire des grandes villes*, Armand Colin.

DABLANC, L., ANDRIANKAJA, D. (2011) *Desserrement logistique en Île-de-France : la fuite silencieuse en banlieue des terminaux de fret*, Flux, pp. 85-86, 72-88, <https://doi.org.extranet.enpc.fr/10.3917/flux.085.0072>

DAHER P., HEMAR E. (2019) *Pour une chaîne logistique plus compétitive au service des entreprises et du développement durable*, étude sur la compétitivité de la chaîne logistique en France, à l'initiative du Ministère des transports et du Médiateur du Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, 86 p., https://www.economie.gouv.fr/files/2019-09/Rapport_Eric_Hemar_Patrick%20Daher_Chaine_Logistique.pdf

DEBRIE, J., HEITZ, A. (2017) *La question logistique dans l'aménagement de l'Île-de-France : formulation d'un enjeu métropolitain versus absence de concrétisation dans les projets urbains ?* Géographie, économie, société, 19, pp. 55-73. <https://doi.org.extranet.enpc.fr/10.3166/ges.19.2017.0003>

Décision n° 1386/2013/UE du Parlement Européen et du Conseil du 20 novembre 2013 relative à un programme d'action général de l'Union pour l'environnement à l'horizon 2020 « Bien vivre, dans les limites de notre planète » (Journal officiel de l'Union Européenne 28 décembre 2013). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D1386>

Décret n° 2023-1096 du 27 novembre 2023 relatif à l'évaluation et au suivi de l'artificialisation des sols (JORF n°0275 du 28 novembre 2023, texte n° 17)

Décret n° 2023-1097 du 27 novembre 2023 relatif à la mise en œuvre de la territorialisation des objectifs de gestion économe de l'espace et de lutte contre l'artificialisation des sols (JORF n°0275 du 28 novembre 2023, texte n° 18)

Décret n° 2023-1098 du 27 novembre 2023 relatif à la composition et aux modalités de fonctionnement de la commission régionale de conciliation sur l'artificialisation des sols (JORF n°0275 du 28 novembre 2023, texte n° 19)

DE FERAUDI, Y. (2024) *Comment définir la supply chain ?* [en ligne], France Supply Chain, <https://www.francesupplychain.org/quest-ce-que-la-supply-chain/>

DELORME, F. (2022) *La renaissance du transport ferroviaire de marchandises*, *Administration*, 275, pp. 68-70, <https://doi-org.extranet.enpc.fr/10.3917/admi.275.0068>

DEPRAZ, S., CHATELARD, F. (2023) *Qu'est-ce qu'artificialiser veut dire ? Force et limites d'une notion très politisée*. Dans S. Depraz (dir.), *Qu'est-ce qu'artificialiser veut dire ? Définitions comparées de l'artificialisation des sols en contexte de contrainte foncière forte*, mis en ligne le 22 décembre 2023, Cahiers ESPI2R, <https://www.cahiers-espi2r.fr/1280>

DESJARDINS, X., DEVOS, T., LECLERCQ, A. (dir.) (2024) *ESPON "No net land take – policies and practices in European regions". Main administrative, economic, political or social challenges to implement No Net Land Take (NNLT)*. Final report, ESPON 2030 Coopération Programme. Mai 2024 <https://www.espon.eu/sites/default/files/2024-06/no-net-land-take-policies-and-practices-in-european-regions-final-report.pdf>

DESROUSSEAUX, M. (2023), *La juridicisation de l'artificialisation. Un regain d'intérêt pour les sols ?* Dans S. Depraz (dir.), *Qu'est-ce qu'artificialiser veut dire ? Définitions comparées de l'artificialisation des sols en contexte de contrainte foncière forte*. Mis en ligne le 22 décembre 2023, Cahiers ESPI2R, consulté le 09 avril 2024, <https://www.cahiers-espi2r.fr/1287>

Direction de l'initiative parlementaire et des délégations (2023), *Note sur les politiques de réduction de l'artificialisation des sols – Allemagne, Espagne, Italie, Pays-Bas. Législation comparée LC 325*. Note réalisée à la demande de sénateur Jean-Baptiste Blanc, publié en septembre 2023, <https://www.senat.fr/lc/lc325/lc325.pdf>

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Provence-Alpes-Côte d'Azur (2024) [En ligne] *Adoption de la nouvelle directive européenne sur la qualité de l'air ambiant*, publié le 17 octobre 2024, mis à jour le 5 novembre 2024,

DUPLATRE, F. (2024) [En ligne] *ZFE. La vidéo-verbalisation attendue à Lyon en 2026*, tribunedelyon.fr, publié le 25 septembre 2024, mis à jour le 1^{er} octobre 2024, <https://tribunedelyon.fr/transports/zfe-la-video-verbalisation-attendue-a-lyon-en-2026/>

Editions Francis Lefebvre (2023) [En ligne] *ZAN : une nouvelle nomenclature pour le calcul de l'artificialisation des sols*. Publié le 5 décembre 2023 https://www.efl.fr/actualite/zan-nouvelle-nomenclature-calcul-artificialisation-sols_f1b4cd8b7-5588-45a0-b9d3-a120aeb5772a

Étude d'impact du projet de loi portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (2021) NOR : TREX2100379L / Bleue-2. 10 février 2021 https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/textes/l15b3875_etude-impact.pdf

European Court of Auditors, (2023) *Action de l'UE pour une gestion durable des sols : des normes peu ambitieuses et un ciblage limité. Rapport spécial 19, 2023*, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2865/06296>

Fédération Nationale Des Agences d'Urbanisme (FNAU) (2023) *Les outils de la sobriété foncière en Europe. Benchmark des politiques de lutte contre l'artificialisation des sols en Allemagne, Belgique, Italie et Espagne*. Les dossiers FNAU n°57, décembre 2023, 24 p., <https://www.fnau.org/wp-content/uploads/2023/11/fnau-57-zan-europe-hd.pdf>

Fédération e-commerce et vente à distance (FEVAD) (2024) *Chiffres clés e-commerce 2024*. Juin 2024 <https://www.calameo.com/read/00713514564aec4a6ebe5>

Fevad.com (2024) [En ligne] *Projet de loi de finances 2025. Des taxes sur les entrepôts qui mettraient la France hors-jeu de la compétition internationale, entraînant de graves conséquences*. Communiqué de presse partagé d'Afilog, la Confédération des Grossistes de France (CGF), la FEVAD, France logistique, l'Organisation des Transporteurs Routiers Européens (OTRE) et l'Union des entreprises de Transport et de Logistique de France (TLF). Publié le 8 novembre 2024, <https://www.fevad.com/plf-des-taxes-sur-les-entrepots-qui-mettraient-la-france-hors-jeu-de-la-competition-internationale-entrainant-de-graves-consequences/>

France Logistique (2023) *CILOG*, 4^{ème} Comité Interministériel de la Logistique. France Nation Verte, dossier de presse, 44 p., https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/22.12.2023_DP_CILOG_1.pdf

Green-zones.eu (2024) [en ligne] *Low Emission Zones*, <https://www.green-zones.eu/en/low-emission-zones>

Grenoblealpesmetropole.fr (2024) [En ligne] *Circuler dans la Zone à faibles émissions en véhicule utilitaire ou poids lourds*, <https://www.grenoblealpesmetropole.fr/546-circuler-dans-la-zone-a-faibles-emissions-zfe.htm>

GRISOT, S. (Animateur) (2024) #104 Jonathan Sebbane · *Logistiques urbaines*. [Podcast audio] Dixit.net. Spotify for Podcasters <https://podcasters.spotify.com/pod/show/dixitnet/episodes/104-Jonathan-Sebbane--Logistiques-urbaines-e21b8p7>

HENDRICKX, S., HALLEUX, J.-M. (2023) *Zéro artificialisation nette en Wallonie : les deux blocages de la conceptualisation difficile et de l'indemnisation des servitudes d'urbanisme*. Dans S. Depraz (dir.), *Qu'est-ce qu'artificialiser veut dire ? Définitions comparées de l'artificialisation des sols en contexte de contrainte foncière forte*. Mis en ligne le 22 décembre 2023, Cahiers ESPI2R, <https://www.cahiers-espi2r.fr/1298>

HERMON, C. (2017) *La protection du sol en droit*, *Droit et Ville*, 84, 17-47 <https://doi.org/10.3917/dv.084.0017>

IDRAC, A.M. (2022) *La logistique, une activité stratégique en mutation*, *Administration*, 275, pp. 13-14, <https://doi-org.extranet.enpc.fr/10.3917/admi.275.0013>

LANGUILLON-AUSSEL, R., NAUDIN, M. (2023) *Sobriété foncière, évolutions et perspectives comparées : France, Suisse, Angleterre et Japon*. La Fabrique de la Cité, publié en novembre 2023, 44 p., https://www.lafabriquedelacite.com/wp-content/uploads/2023/10/Note_La-sobriete-fonciere_perspective-internationale_compressed-6.pdf

LAMBOTTE, J-M., HEINDRICKX, S. (2023) *Vers la Zéro Artificialisation Nette en Wallonie : ampleur du défi et projet de stratégie. La zéro artificialisation nette à l'épreuve des territoires. Regards croisés entre la France, la Belgique et la Suisse*, Séminaire du Laboratoire TVES - ULille, 19 juin 2023, https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/305374/1/Lepur_ULiege_ZAN_Wallonie_S%C3%A9minaire_TVES_Lille_230619.pdf

LENORMAND, A. (2024) [En ligne] *Zones à faibles émissions : le gouvernement assouplit les règles, sauf pour Paris et Lyon*. Note pour la Banque des Territoires [consulté le 17 mai 2024],

<https://www.banquedesterritoires.fr/zones-faibles-emissions-le-gouvernement-assouplit-les-regles-sauf-pour-paris-et-lyon>

Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética (BOE-A-2021-8447), Gobierno de España, <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7>

Libération, AFP (2024) [En ligne] *Transport routier. L'Alsace vote la création du R-Pass, une nouvelle écotaxe visant les poids lourds*, libération.fr, publié le 21 octobre 2024, https://www.liberation.fr/economie/transports/lalsace-vote-la-creation-du-r-pass-une-nouvelle-ecotaxe-visant-les-poids-lourds-20241021_Y7ZFR4CKUZDBDIB2OO3WUYL5MM/

LOI n° 2023-630 du 20 juillet 2023 visant à faciliter la mise en œuvre des objectifs de lutte contre l'artificialisation des sols et à renforcer l'accompagnement des élus locaux (JORF n°0167 du 21 juillet 2023)

LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (JORF n°0196 du 24 août 2021)

MASSON, S., PETIOT, R. (2013) *Logistique et territoire : multiplicité des interactions et forces de régulation*. Géographie, économie, société, 15, pp. 385-412, <https://doi.org/doi:10.3166/ges.15.385-412>

MARCANGELO-LEOS (2024) *Lutte contre l'artificialisation des sols : la liste des projets d'envergure nationale ou européenne fixée par arrêté*. Localtis, média de la Banque des Territoires. Publié le 10 juin 2024 <https://www.banquedesterritoires.fr/lutte-contre-lartificialisation-des-sols-la-liste-des-projets-denvergure-nationale-ou-europeenne>

MARQUARD, E., BARTKE, S., GIFREU I FONT, J., HUMER, A., JONKMAN, A., JÜRGENSON, E., MAROT, N., POELMANS, L., REPE, B., RYBSKI, R., et al. (2020) *Land Consumption and Land Take: Enhancing Conceptual Clarity for Evaluating Spatial Governance in the EU Context*. Sustainability 12 (19): 8269. <https://doi.org/10.3390/su12198269>

Ministère de la transition écologique et solidaire (2018) *Plan biodiversité. Comité interministériel biodiversité*, publié le 4 juillet 2018, 28 p.

Ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires (2017) [en ligne], *Normes euros d'émissions de polluants pour les véhicules lourds – véhicules propres*, publié le 12 janvier 2017, mis à jour le 19 mars 2017, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/normes-euros-demissions-polluants-vehicules-lourds-vehicules-propres>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, (2024) [en ligne] *Zonas de bajas de emisiones de España*, <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiOGQ0ZmRjOTctNmE1Mi00OWVklWI0MzktM2QwOTY4OTVkbGZlIiwidCI6ImViYzZmM5ZjZlTA2NTQ0NGFIMS1iYjVklTBkOTU2Y2E1Nzk4NylsImMiOjh9>

MOUCHEL-BLAISOT, R. (2023) *Stratégie nationale de mobilisation pour le foncier industriel, juillet 2023*, 144 p., <https://presse.economie.gouv.fr/25072023-remise-du-rapport-de-mobilisation-pour-le-foncier-industriel/>

Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization) (2024) [en ligne] *SoiLEX - Instruments juridiques relatifs aux sols et gouvernance des sols*, Portail d'information sur les sols, <https://www.fao.org/soils-portal/soilex/fr/>

PARADA, A. (2024) [En ligne] *La justicia madrileña tumba las Zonas de Bajas Emisiones de Madrid*. huffingtonpost.es, publié le 17 septembre 2024 <https://www.huffingtonpost.es/planeta/la-justicia-madrilena-tumba-todas-zonas-bajas-emisiones-madridbr.html>

Paris.fr (2024) [En ligne] *Zone à faibles émissions (ZFE) : comment ça marche ?* Mise à jour le 6 juin 2024, <https://www.paris.fr/pages/la-zone-a-faibles-emissions-zfe-pour-lutter-contre-la-pollution-de-l-air-16799>

PEROZ, A. (2022) [En ligne] *Le marché de l'immobilier logistique s'envole en Hauts-de-France*, gazetteoise.fr, publié le 9 juin 2022, <https://www.gazetteoise.fr/article/le-marche-de-l-immobilier-logistique-s-envole-en-hauts-de-france>

PETER, C. (2023) [En ligne] *Immobilier logistique : ce n'est pas (encore) la crise*, lemoniteur.fr, mis en ligne le 7 avril 2023, <https://www-lemoniteur-fr.proxybib-pp.cnam.fr/article/immobilier-logistique-ce-n-est-pas-encore-la-crise.2263711>

POMPILI, B. (2023) *Acceptabilité des zones à faibles émissions. Les enseignements à tirer de l'expérience des pays européens*. Rapport de mission confiée par la Première Ministre, octobre 2023, 134 p. https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/014975-01_rapport-publie_cle576732.pdf

RANCY, A. (2024) [en ligne] *Abrogation partielle du décret du 17 janvier 2019 relatif à la lutte contre la pollution atmosphérique liée à la circulation des véhicules*, Union des Villes et Communes de Wallonie, mis en ligne le 31 mai 2024, <https://www.uvcw.be/environnement/actus/art-8925>

Regione Lombardia (2024) [en ligne] *Move-In Monitoraggio Veicoli Inquinanti, Cos'è Move-in in regione Piemonte ?* <https://www.movein.regione.lombardia.it/movein/#/cms/move-in>

SAMSON, C. (2022) *L'entrepôt, un bâtiment à (au moins) deux étages*. Administration, 275, pp. 28-29, <https://doi-org.extranet.enpc.fr/10.3917/admi.275.0028>

SCET (Services, Conseil, Expertises et Territoires) (2023) *Objectif ZAN : le temps de la mise en action(s)*, Caisse des dépôts, publié le 18 décembre 2023, 20 p., <https://www.scet.fr/wp-content/uploads/2023/12/231214-LB-Groupe-SCET-ZAN-2.pdf>

SEBBANE, J. (2022) *Le Grand Paris : une nouvelle vision de l'immobilier logistique*, Administration, 275, pp. 37-39. <https://doi-org.extranet.enpc.fr/10.3917/admi.275.0037>

BLANC, J-B. (2022) *Rapport d'information fait au nom de la commission des finances pour soutenir l'atteinte de l'objectif de Zéro Artificialisation Nette*. Rapport réalisé à la demande du Sénat, n° 743 (2021-2022), déposé le 29 juin 2022, 103 p., <https://www.senat.fr/rap/r21-743/r21-7431.pdf>

SOULIER, J-M. (2022) *La révolution Supply Chain*, Dunod, « Hors collection », 388 p.

SupplyChain-village (2024a) [en ligne] *1^{ère} Table ronde : Les nouvelles énergies pour le transport*, Tables rondes décarbonation du 26 juin 2024, mis en ligne le 9 juillet 2024,

<https://supplychain-village.com/video-on-demand/table rondes/1ere-table-ronde-les-nouvelles-energies-pour-le-transport-2/>

SupplyChain-village (2024b) [en ligne] *L'immobilier logistique face au défi du ZAN (Zéro Artificialisation Nette)*. Table ronde du 29 mai 2024, mis en ligne le 4 juin 2024, <https://supplychain-village.com/video-on-demand/table rondes/1ere-table-ronde-les-nouvelles-energies-pour-le-transport-2/>

TOUATI, A. (2015) [En ligne] *En Angleterre : des politiques de densification anciennes*. Citego, Octobre 2015. https://www.citego.org/bdf_fiche-document-298_fr.html

Transport for London (2024a) [en ligne] *Low Emission Zone*, [consulté le 09 septembre 2024], <https://tfl.gov.uk/modes/driving/low-emission-zone/about-the-lez?intcmp=2263>

Transport for London (2024b), [En ligne], *How to pay a LEZ charge*, <https://tfl.gov.uk/modes/driving/low-emission-zone/make-a-payment>

TROTTMANN, G., AFP (2024) *Zones à faibles émissions : l'interdiction des véhicules polluants Crit'Air 3 reportée « sine die » à Marseille*. France 3 Provence-Alpes-Côte d'Azur. Publié le 4 février 2024, <https://france3-regions.francetvinfo.fr/provence-alpes-cote-d-azur/zone-a-faibles-emissions-l-interdiction-des-vehicules-polluants-crit-air-3-reportee-sine-die-a-marseille-2918502.html>

Umwelt Bundesamt (UBA) (2024) [en ligne] *Umweltzonen in Deutschland* <https://gis.uba.de/website/umweltzonen/index.php#uwz>

Union des Entreprises Transport et Logistique de France (Union TLF) (2024) *Panorama annuel des Transports de marchandises et logistiques*. Edition 2024 sur données 2022, 62 p., https://www.ort.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/uniontlf_panoramaannuel_240104.pdf

Union des Entreprises Transport et Logistique de France (Union TLF) (2022) *ZFE-m : nos 10 propositions dans la continuité de l'abécédaire. Réussir le déploiement des ZFE-m en France*, octobre 2022, 12 p., https://e-tlf.com/app/uploads/2022/10/201022_union-tlf_nos-10-propositions-pour-reussir-les-zfe.pdf

Urbanaccessregulations.eu (2024) [en ligne] *Urban Access Regulations in Europe*, <https://urbanaccessregulations.eu/>

Vie-publique.fr (2023) [En ligne] *Loi du 23 octobre 2023 relative à l'industrie verte*. Publié le 24 octobre 2023 <https://www.vie-publique.fr/loi/289323-loi-industrie-verte-du-23-octobre-2023>

VION-DURY, M., BECKER, A., DELLA-BALDA, C., VANNIER, L. (2023) *Ramener la logistique en zone urbaine dense : le défi des entrepôts à étages. Faire (plus de m²) avec moins (d'emprise au sol) pour contrer la rareté foncière*, CBRE Research, Décembre 2023

Voxlog.fr (2023) [En ligne] *Foncier logistique : cette crise qui vient*. Publié le 29 mars 2023, <https://www.voxlog.fr/actualite/7345/foncier-logistique-cette-crise-qui-vient>

ZAPALSKI (2023) *Logistique urbaine : un sujet "ingrat" qui préoccupe de plus en plus les élus locaux*. Localtis, média de la Banque des Territoires. Publié le 14 mars 2023 <https://www.banquedesterritoires.fr/logistique-urbaine-un-sujet-ingrat-qui-preoccupe-de-plus-en-plus-les-elus-locaux>

Zero emissie Stadslogitiek, (2024), [en ligne], *Where are the ZE Zones located?* <https://www-opwegnaarzes-nl.translate.google/waar-komen-de-ze-zones? x tr sl=auto& x tr tl=en& x tr hl=nl& x tr pto=wapp>

5. Annexes

6.1 Tableau des ZFE européennes recensées par pays fin avril 2024

ZFE recensées par erreur comme actives fin avril 2024

Pays	ZFE /LEZ recensées	Nombre d'habitants ville de référence
Allemagne	Hardt-und Schönbülhof (environs de)	340
Allemagne	Ingersheim	6408
Allemagne	Pleidelsheim	6 412
Allemagne	Urbach	9 095
Allemagne	Ilsfeld	9 826
Allemagne	Möglingen	11244
Allemagne	Schwieberdingen	11 568
Allemagne	Tamm	12 658
Allemagne	Asperg	13 559
Allemagne	Markgröningen	15054
Allemagne	Freiberg am Neckar	16216
Allemagne	Wendlingen	16 258
Allemagne	Hemmingen	18 870
Allemagne	Gerlingen	19 853
Allemagne	Korntal-Münchingen	19 955
Allemagne	Ditzingen	25 145
Allemagne	Mühlacker	26 394
Allemagne	Remseck	26 549
Allemagne	Overath	27 489
Allemagne	Herrenberg	32 649
Allemagne	Kornwestheim	34130
Allemagne	Limbourg-sur-la-Lahn	36 053
Allemagne	Bietigheim-Bissingen	43 755
Allemagne	Leonberg	49 512
Allemagne	Heidenheim	50 025
Allemagne	Eschweiler	56 132
Allemagne	Langenfeld	59 908
Allemagne	Neu-ulm	61 043
Allemagne	Herten	62 204
Allemagne	Schwäbisch-Gmünd	62 325
Allemagne	Dinslaken	67 949

Allemagne	Castrop-Rauxel	74 370
Allemagne	Gladbeck	75 799
Allemagne	Marburg	77 845
Allemagne	Tübingen	92 811
Allemagne	Louisbourg	94157
Allemagne	Siegen	102 114
Allemagne	Recklinghausen	111 693
Allemagne	Remscheid	112 970
Allemagne	Reutligen	117 547
Allemagne	Bottrop	118 705
Allemagne	Pforzheim	127 849
Allemagne	Heilbronn	128 334
Allemagne	Ulm	128 928
Allemagne	Offenbach	134 170
Allemagne	Neuss	155 163
Allemagne	Ratisbonne	157 443
Allemagne	Herne	157 896
Allemagne	Darmstadt	162 243
Allemagne	Osnabrück	167 366
Allemagne	Mülheim	173 255
Allemagne	Hagen	190 490
Allemagne	Oberhausen	211 099
Allemagne	Mayence	220 552
Allemagne	Krefeld	228 550
Allemagne	Fribourg	236 140
Allemagne	Magdebourg	239 364
Allemagne	Halle-sur-Saale	242 083
Allemagne	Aix-la-Chapelle	252 769
Allemagne	Gelsenkirchen	265 885
Allemagne	Mönchengladbach	268 843
Allemagne	Wiesbaden	283 083
Allemagne	Augsbourg	301 033
Allemagne	Mannheim	315 554
Allemagne	Münster	322 904
Allemagne	Bonn	335 789
Allemagne	Wuppertal	358 938
Allemagne	Bochum	366 385
Allemagne	Duisbourg	503 707
Allemagne	Hanovre	545 045
Allemagne	Brême	569 396
Allemagne	Essen	586 608
Allemagne	Dortmund	595 471

Allemagne	Leipzig	616 093
Allemagne	Düsseldorf	631 217
Allemagne	Stuttgart	632 865
Allemagne	Francfort	773 068
Allemagne	Cologne	1 087 353
Allemagne	Munich	1 512 491
Allemagne	Berlin	3 878 100
Autriche	Vienne	1 911 191
Autriche	Autoroute A12 (Tyrol)	N/A
Autriche	A12 Interdiction sectorielle de circuler	N/A
Autriche	Burgenland (état-fédéré)	N/A
Autriche	Basse-Autriche (état-fédéré) (4 districts)	N/A
Autriche	Autoroute A1 (Haute-Autriche)	N/A
Autriche	Styrie (état fédéré) (Graz + 6 districts)	N/A
Belgique	Gand	265 086
Belgique	Anvers	536 079
Belgique	Région de Bruxelles-Capitale	N/A
Danemark	Aalborg	119 862
Danemark	Odense	183 763
Danemark	Aarhus	295 688
Danemark	Copenhague & Frederiksberg	660 842
Espagne	Sant Joan Despi	34 568
Espagne	Torremolinos	70 434
Espagne	Estepona	76 975
Espagne	Guadalajara	89 010
Espagne	Sant Cugat del Vallès	97 530
Espagne	Alcobendas	119 416
Espagne	Torrejón de Ardoz	137 711
Espagne	Almería	200 578
Espagne	Badalona	225 957
Espagne	Valladolid	297 459
Espagne	Cordoue	323 763
Espagne	Saragosse	682 513
Espagne	Séville	684 025
Espagne	Barcelone	1 660 122
Espagne	Madrid	3 332 035
Espagne	Madrid (Plaza Elíptica)	~11 115
Espagne	Madrid (quartier central)	~130 000
France	Rouen	114 083
France	Clermont-Ferrand	147 327
France	Grenoble (véhicules utilitaires et poids lourds)	157 477
France	Grenoble (voitures individuelles et deux-roues)	157 477

France	Saint-Etienne	172 718
France	Reims	179 380
France	Strasbourg	291 313
France	Strasbourg Livraison (Zone Circulation Restreinte)	291 313
France	Montpellier	302 454
France	Nice	348 085
France	Toulouse	504 078
France	Lyon	522 250
France	Marseille	876 076
France	Paris	2 133 111
France	Tunnel du Fréjus	N/A
Grèce	Athènes	643 452
Italie	Cinto Euganeo – LEZ hivernale	1 950
Italie	Piobesi Torinese	3 772
Italie	Baldissero Torinese	3 790
Italie	Pecetto Torinese	4 006
Italie	Mansuè - LEZ hivernale	4 917
Italie	Candiolo	5 612
Italie	Cambiano	5 898
Italie	Mappano	7 311
Italie	Pino Torinese	8 417
Italie	La Loggia	8 743
Italie	Druento	9 027
Italie	Carignano	9 127
Italie	Argelato - LEZ hivernale	9 653
Italie	Badia Polesine - LEZ hivernale	10 004
Italie	Canelli	10 022
Italie	Nice de Montferrat	10 065
Italie	Valdilana	10 074
Italie	Poirino	10 196
Italie	Busca	10 205
Italie	San Maurizio Canavese	10 349
Italie	Santena	10 475
Italie	Cameri	10 719
Italie	Ovada	10 875
Italie	Trofarel	11 082
Italie	Borgaro Torinese	11 809
Italie	Avigliana	12 284
Italie	Rivarol-en-Canavais	12 416
Italie	Le Bourg-Saint Dalmas	12 577
Italie	Granarolo dell Emilia	12 927
Italie	Calderara di Reno - LEZ hivernale	13 674

Italie	Arona	13 693
Italie	Caselle Torinese	13 836
Italie	Cossato	13 995
Italie	Ozzano dell Emilia - LEZ hivernale	14 171
Italie	Oleggio	14 252
Italie	Omegna	14 311
Italie	Rubiera - LEZ hivernale	14 759
Italie	Vinovo	15 154
Italie	Volpiano	15 230
Italie	Pianezza	15 523
Italie	Galliate	15 737
Italie	Este - LEZ hivernale	15 980
Italie	Javein	16 302
Italie	Leini	16 340
Italie	Castenaso - LEZ hivernale	16 421
Italie	Alpignan	16 571
Italie	Fiorano Modenese - LEZ hivernale	16 831
Italie	Maranello - LEZ hivernale	17 309
Italie	Monselice - LEZ hivernale	17 330
Italie	Beinasco	17 420
Italie	Saluzzo	17 517
Italie	Piosasque	17 992
Italie	Valence-sur-Pô	18 040
Italie	Calenzano	18 109
Italie	Cirié	18 112
Italie	Castel Maggiore - LEZ hivernale	18 540
Italie	Adria - LEZ hivernale	18 542
Italie	San Mauro Torinese	18 922
Italie	Acqui Terme	18 955
Italie	Zola Predoza - LEZ hivernale	19 381
Italie	Cittadella - LEZ hivernale Zone	20 001
Italie	Ferentino	20 056
Italie	Piove di Sacco - LEZ hivernale	20 190
Italie	Rivalta di Torino	20 213
Italie	Feltre - LEZ hivernale	20 471
Italie	Trecate	20 979
Italie	Mirano - LEZ hivernale	21 152
Italie	Borgomanero	21 224
Italie	San Bonifacio - LEZ hivernale	21 394
Italie	Savigliano	21 729
Italie	Mondovi	22 029
Italie	Ivrée	22 515

Italie	Orbasan	22 997
Italie	Bressanone	23 004
Italie	Fossan	24 138
Italie	Chivas	26 139
Italie	Tortone	26 464
Italie	Novi Ligure	27 330
Italie	Carmagnole	28 090
Italie	Bra	29 758
Italie	Verbania	30 040
Italie	Alba	31 164
Italie	Casal	32 226
Italie	Vénérie	32 234
Italie	Lugo - LEZ hivernale	32 276
Italie	San Lazzaro di Savena - LEZ hivernale	32 766
Italie	Castelfranco Veneto - LEZ hivernale	33 017
Italie	Castelfranco Emilia - LEZ hivernale	33 422
Italie	Riccione - LEZ hivernale	34 412
Italie	Conegliano - LEZ hivernale	34 416
Italie	Formigine - LEZ hivernale	34 474
Italie	Cento - LEZ hivernale	35 430
Italie	Belluno - LEZ hivernale	35 482
Italie	Pinerolo	35 525
Italie	Casalecchio di Reno - LEZ hivernale	35 647
Italie	Chieri	35 882
Italie	Gruillasque	36 782
Italie	Schio - Winter LEZ hivernale	38 702
Italie	Galluzzo	39 663
Italie	Sassuolo - LEZ hivernale	40 773
Italie	San Dona di Piave - LEZ hivernale	41 923
Italie	Bassano del Grappa - LEZ hivernale	42 410
Italie	Bielle	43 029
Italie	Lodi	45 212
Italie	Vercell	45 692
Italie	Septime	45 853
Italie	Nichelino	46 104
Italie	Rivoli	46 980
Italie	Lecco	47 169
Italie	Chioggia - LEZ hivernale	47 529
Italie	Campi Bisenzio	47 561
Italie	Colègne	48 137
Italie	Sesto Fiorentino	48 851
Italie	Empoli	49 062

Italie	Mantoue	49 414
Italie	Rovigo - LEZ hivernale	50 130
Italie	Pordenone	52 344
Italie	Coni - LEZ hivernale	55 964
Italie	Moncalier	55 984
Italie	Faenza - LEZ hivernale	58 839
Italie	Carrare	59 762
Italie	Legnago - LEZ hivernale	60 303
Italie	Viareggio	60 710
Italie	Imola - LEZ hivernale	69 356
Italie	Crémone	71 359
Italie	Pavie	71 371
Italie	Carpi – LEZ hivernale	72 813
Italie	Aste	73 809
Italie	Varèse	78 989
Italie	Côme	83 750
Italie	Trévise – LEZ hivernale	85 492
Italie	Lucques	89 066
Italie	Pise	89 199
Italie	Alexandrie	92 133
Italie	Cesène – LEZ hivernale	96 037
Italie	Novare	102 658
Italie	Plaisance - LEZ hivernale	103 345
Italie	Bolzano (Bozen)	106 584
Italie	Vicence - LEZ hivernale	110 831
Italie	Forlì - Winter Low Emission Zone	117 307
Italie	Trente	119 081
Italie	Bergame	120 590
Italie	Monza	123 240
Italie	Ferrare - LEZ hivernale	129 564
Italie	Rimini - LEZ hivernale	150 504
Italie	Ravenne - LEZ hivernale	156 340
Italie	Reggio nell Emilia - LEZ hivernale	171 876
Italie	Modène - LEZ hivernale	185 009
Italie	Prato	198 441
Italie	Parme	198 730
Italie	Brèche	199 344
Italie	Padoue - LEZ hivernale	207 346
Italie	Vérone	255 724
Italie	Florence	364 007
Italie	Bologne - LEZ hivernale	390 992
Italie	Gênes	562 248

Italie	Palerme	627 221
Italie	Turin	846 916
Italie	Naples	909 491
Italie	Milano (Milan)	1 372 722
Italie	Rome	2 753 611
Italie	Milan Area B	~1 339 776
Italie	Milan Area C : LEZ et péage urbain	~77 950
Italie	Tunnel du Mont-Blanc	N/A
Pays-Bas	Ryswick	55 220
Pays-Bas	Delft	103 581
Pays-Bas	Leyde	124 093
Pays-Bas	Maastricht	160 783
Pays-Bas	Bois-le-Duc	160 783
Pays-Bas	Arnhem	162 424
Pays-Bas	Haarlem	162 543
Pays-Bas	Bréda	184 126
Pays-Bas	Tilbourg	229 797
Pays-Bas	Eindhoven	235 691
Pays-Bas	Utrecht	374 411
Pays-Bas	La Haye	563 122
Pays-Bas	Rotterdam	600 015
Pays-Bas	Rotterdam Dock	600 015
Pays-Bas	Amsterdam	921 402
Portugal	Lisbonne	567 131
Royaume-Uni	Bath	94 092
Royaume-Uni	Dundee	148 210
Royaume-Uni	Aberdeen	198 590
Royaume-Uni	Portsmouth	208 100
Royaume-Uni	Newcastle	307 565
Royaume-Uni	Bristol	472 500
Royaume-Uni	Édinbourg	506 520
Royaume-Uni	Bradford	546 976
Royaume-Uni	Sheffield	556 500
Royaume-Uni	Glasgow	622 820
Royaume-Uni	Birmingham	1 157 603
Royaume-Uni	Londres LEZ	8 866 180
Royaume-Uni	Londres ULEZ	8 866 180
Suède	Möln dal	69 364
Suède	Lund	94 393
Suède	Helsingborg	113 816
Suède	Umeå	133 091
Suède	Uppsala	177 074

Suède	Malmö	362 133
Suède	Göteborg	603 325
Suède	Stockholm	984 748
Suède	Stockholm - Hornsgatan	984 748
Tchéquie	Prague	1 384 732