



CONSOMMATIONS ENERGETIQUES ET EMISSIONS DE POLLUANTS RELATIVES A LA MOBILITE ANNUELLE DES VAUDOIS

COMPARAISON 2010-2015

Étude réalisée par

6t-bureau de recherche

Commanditaires

État de Vaud DGMR | DGE

Rapport final

V3 – 6 février 2020

6t - bureau de recherche

Rue des Voisins 15 | 1205 Genève

www.6-t.co | info@6-t.co

Impressum

Commanditaire



Etat de Vaud

Direction générale de la mobilité et des routes (DGMR)

Place de la Riponne 10
1014 Lausanne

Direction générale de l'environnement (DGE)

Rue de la Caroline 11
1014 Lausanne

Mandataire

6t-bureau de recherche
Rue des Voisins 15
1205 Genève

Auteurs (ordre alphabétique)

Guillaume Blatti	guillaume.blatti@6-t.co
Sébastien Munafò	sebastien.munafò@6-t.co
Clément Rames	clement.rames@6-t.co

Mode de citation recommandé

6t-bureau de recherche. (2019). Consommations énergétiques et émissions de polluants relatives à la mobilité annuelle des Vaudois – Comparaison 2010-2015. Rapport final. Etat de Vaud DGMR – DGE.

Remarques

Le rapport reflète le point de vue des auteurs. Ce dernier ne correspond pas nécessairement à celui du commanditaire.

6t – bureau de recherche en bref

L'ambition du bureau de recherche 6t est de se situer à l'interface de la recherche académique et de l'étude appliquée pour répondre à la demande sociale par une expertise de haut niveau, tout en produisant des connaissances scientifiques et techniques au service de la décision.

Les compétences de 6t permettent de mobiliser différents types de méthodes propres à la compréhension de la sociologie, de la géographie urbaine et de la prospective urbaine et de mener des analyses qualitatives, quantitatives et cartographiques.

Cette variété de compétences repose sur une équipe pluridisciplinaire composée de sociologues, géographes, politistes, ingénieurs, économistes et urbanistes qui accompagnent régulièrement les autorités publiques, les aménageurs, mais aussi les opérateurs privés et les industriels sur les enjeux urbains en lien avec la mobilité, les usages et les modes de vie urbains. En complément, via notamment la constitution de panels d'usagers des différents modes de transport, 6t réalise de nombreux travaux sur les nouvelles formes de mobilité qui visent à mesurer les évolutions de comportement et à en identifier les tendances.

Table des matières

Introduction et méthodologie	4
1. Contexte et objectifs.....	5
1.1. La mobilité annuelle et son impact environnemental : un indicateur clé du développement durable.....	5
1.2. Une mise à jour avec les données de 2015.....	6
2. Méthodologie.....	7
2.1. L’appréhension de la mobilité annuelle.....	7
2.2. Les référentiels territoriaux	10
2.3. Les modes de transport et les motifs de déplacement.....	15
2.4. La méthode de calculs des émissions	16
Partie 1 La mobilité annuelle des vaudois	24
1. Les distances annuelles moyennes parcourues par les résidents vaudois	25
1.1. Les modes	27
1.2. Les motifs.....	29
1.3. Les découpages du Canton de Vaud	29
2. Le nombre de déplacements, voyages d’une journée et voyages avec nuitées.....	33
2.1. Les modes	33
2.2. Les motifs de déplacements	35
2.3. Les découpages du Canton de Vaud	38
2.4. Distance moyenne par déplacement et voyage selon le motif	41
Partie 2 La consommation énergétique et les émissions de polluants liées à la mobilité annuelle des Vaudois	44
1. Portrait de la consommation énergétique et des émissions polluantes liées à la mobilité annuelle des vaudois	45
1.1. Résultats généraux pour le Canton de Vaud entier	45
1.2. Selon le type de mobilité et le territoire de référence	47
1.3. Comparaison avec l’année 2005.....	50
2. Résultats selon les différents découpages territoriaux de résidence	57
2.1. Lausanne.....	57
2.2. Centre principal et suburbain dense.....	59
2.3. Centre secondaire et suburbain dispersé	61
2.4. Périurbain et montagne	63
2.5. Agglomération du PALM sans Lausanne	64
2.6. Agglomération du PALM.....	66
2.7. Agglomération de Rivelac.....	67

3. Résultats selon les différentes classes de densité d'activité humaine	70
Partie 3 Conclusions et recommandations.....	74
1. Synthèse	75
1.1. Distances parcourues et déplacements effectués	75
1.2. L'impact environnemental de la mobilité : principales tendances	77
2. Enseignements	79
2.1. Croissance soutenue de la demande de mobilité.....	79
2.2. Mutations du parc automobile.....	80
2.3. Toujours plus d'avion.....	82
2.4. Le choix résidentiel comme enjeu ?	82
2.5. Conclusion : un indispensable retour à la proximité ?.....	83

En plus de ce rapport, les livrables comprennent également les éléments suivants :

- Une **synthèse graphique** du contenu de ce rapport (version de janvier 2020)
- Une **base de données** des déplacements quotidiens auxquels sont associées la consommation énergétique et les émissions de CO₂, PM10 et NO_x.(version de juin 2019)
- Un **fichier excel** contenant les données détaillées des distances parcourues, du nombre de déplacements, des 4 indicateurs environnementaux ainsi que des intervalles de confiance pour certains indicateurs (version de janvier 2020)

Introduction et méthodologie

1. Contexte et objectifs

1.1. La mobilité annuelle et son impact environnemental : un indicateur clé du développement durable

En 2014, pour la première fois, des analyses ont été menées par 6t-bureau de recherche pour le compte de l'Etat de Vaud, en vue d'estimer la mobilité des Vaudois, à l'échelle annuelle. Il s'agissait donc de prendre en compte tant leurs déplacements quotidiens que leurs mobilités plus occasionnelles et réalisées à longue distance, par exemple ceux liés à leurs excursions, vacances ou encore leurs déplacements professionnels.

Cette estimation de la mobilité réalisée sur une année entière a ensuite rendu possible le calcul de l'impact environnemental de cette même mobilité. Quatre indicateurs ont été calculés à partir des données relatives aux déplacements, aux excursions et aux voyages avec nuitées renseignées dans le Microrecensement Mobilité et Transports (MRMT) 2010 et 2015, d'une part, et d'autre part, des coefficients d'émissions moyens contenus dans l'outil *Mobitool*.

Ces 4 indicateurs étaient les suivants :

- 1) L'émission de gaz à effet de serre (CO₂) ;
- 2) La consommation énergétique primaire ;
- 3) L'émission d'oxydes d'azote (NOX) ;
- 4) L'émission de particules fines (PM₁₀).

La mesure de ces indicateurs, en élargissant la problématique de la mobilité des Vaudois et des enjeux environnementaux y étant relatifs à l'ensemble de leurs déplacements et pas seulement leur mobilité quotidienne, représentent aujourd'hui un outil particulièrement intéressant pour assurer un suivi des politiques de développement durable et de leurs effets sur les comportements des individus.

1.2. Une mise à jour avec les données de 2015

Les analyses menées en 2014 grâce aux données du MRMT 2010 ont pu être actualisées à l'aide des données de la dernière enquête disponible, celle de 2015. Cette actualisation a été l'objet du mandat conjointement confié à 6t-bureau de recherche par la Direction générale de la mobilité et des routes (DGMR) et la Direction générale de l'environnement (DGE) de l'Etat de Vaud. Le présent rapport y est consacré.

L'objectif de cette mise à jour était double :

- Obtenir un état des lieux précis et récent des pratiques de mobilité des vaudois et de leur impact environnemental, selon le type de territoire (typologique et institutionnel).
- Quantifier et analyser en détail les évolutions et tendances à l'œuvre sur une période de 5 ans entre 2010 et 2015.

2. Méthodologie

2.1. L'appréhension de la mobilité annuelle

a) Composition de la mobilité annuelle

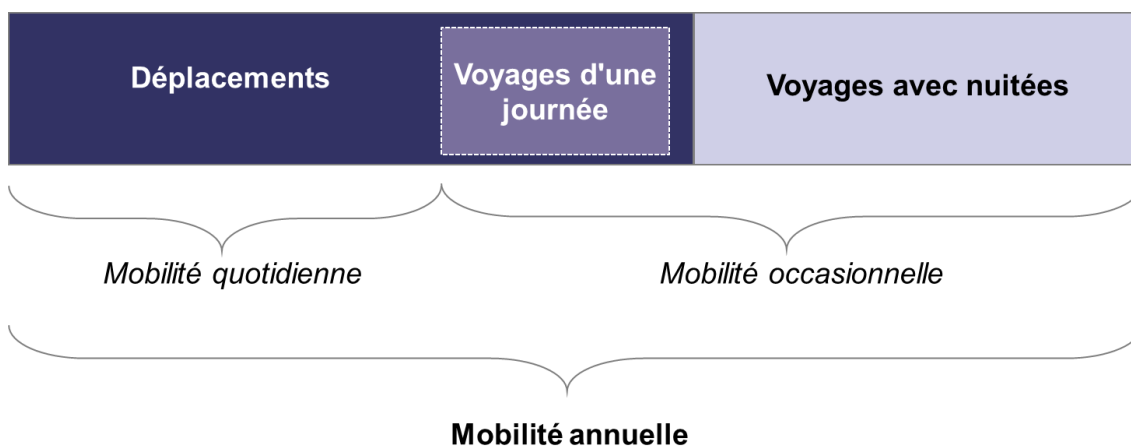
La première phase de la démarche consiste en une analyse quantitative détaillée de la mobilité annuelle des vaudois. Pour ce faire, nous nous appuyons sur les 2 enquêtes MRMT de 2010 et 2015 menées par l'OFS. On y distingue 3 types de mobilité, chacun répertorié dans une base de données spécifique :

- Les **déplacements** : un déplacement a lieu lorsqu'une personne se met en mouvement pour un certain motif et il se termine lorsque le motif est réalisé. Ils sont renseignés pour l'ensemble du jour de référence ;
- Les **voyages d'une journée** : il s'agit d'un voyage de 3 heures au minimum qui se termine le même jour par le retour au domicile et qui s'effectue de manière ponctuelle. Ils sont renseignés pour les 2 semaines précédant le jour de référence ;
- Les **voyages avec nuitées** : il s'agit d'un voyage durant lequel au moins une nuitée est effectuée en dehors du domicile et qui est effectué de manière ponctuelle. Ils sont renseignés pour les 4 mois précédant le jour de référence ;

Partant, on distinguera :

- La **mobilité quotidienne**, qui ne comprend que les déplacements auxquels on soustrait les voyages d'une journée (déplacements, mais non-quotidiens)
- La **mobilité occasionnelle** qui inclut les voyages d'une journée et les voyages avec nuitées.
- Finalement, la **mobilité annuelle** qui est composée de
 - o L'ensemble de la mobilité quotidienne à laquelle est ajoutée la mobilité occasionnelle
 - ou
 - o Des déplacements auxquels on ajoute les voyages avec nuitées.

Figure n° 1 : Composition de la mobilité annuelle



Source : 6t-bureau de recherche

b) Calcul de la mobilité annuelle

Comme mentionné, chacun des 3 types de mobilité n'est renseigné que pour une partie de l'année (respectivement 1 jour, 2 semaines, 4 mois). Il est donc nécessaire de rapporter les données relatives à ces 3 types de mobilité à une année entière. Pour ce faire, plusieurs opérations ont été effectuées :

- Suppression, parmi les déplacements quotidiens, des déplacements recensés comme des retours de voyages avec nuitées pour éviter qu'ils ne soient comptabilisés à double ;
- Multiplication du nombre des déplacements et des distances parcourues lors des déplacements par 365 ;
- Multiplication par 26 des données relatives aux voyages d'une journée¹ ;
- Multiplication par 3 des données relatives aux voyages avec nuitées ;

Notons également que notre démarche diffère quelque peu de celle de l'OFS-ARE. Dans sa structure initiale, la base des déplacements comprend les retours de voyages avec nuitée, qui se retrouvent également dans la base des voyages avec nuitée. Ainsi, pour calculer la mobilité totale, l'OFS-ARE ajoute aux déplacements la moitié des voyages avec nuitées, qui correspondent aux départs de voyages. Dans notre cas, nous avons supprimé les retours de voyages de la base des déplacements, pour n'avoir que la mobilité « quotidienne », et dans le calcul de la mobilité totale, nous ajoutons donc à la base des déplacements, l'ensemble de la base des voyages avec nuitée, qui comprend bien les départs et les retours de voyages.

¹ Conformément à la méthodologie de l'OFS, les données sont multipliées par 26 pour l'année 2010. En revanche, pour l'année 2015, les données sont multipliées par $365/14 = 26.071$.

c) Deux approches complémentaires

Le mandat dans lequel s'inscrivent les analyses présentes dans ce rapport est composé de 2 approches.

- Une première approche² consiste à quantifier l'impact environnemental de la mobilité du Canton de Vaud selon **méthode dite « agrégée »** : les consommations d'énergie et émissions de polluants (par modes, par motifs et par territoire) sont agrégées au niveau des modes (8 types différents) et selon le type de mobilité (mobilité quotidienne + mobilité occasionnelle). Ce sont les résultats présentés ici.
- Une seconde approche³ consiste en l'élaboration d'une base de données des déplacements (retour de voyage compris) dans laquelle les consommations d'énergie et émission de polluants sont calculées de manière non agrégée par mode, mais pour chaque déplacement. On parle ici de **méthode dite « fine »**. Pour les déplacements en voiture par exemple, le poids du véhicule, sa norme EURO, le type de carburant et le nombre d'occupants seront pris en compte pour calculer l'impact environnemental de la manière la plus précise. Cette base de données permet donc une évaluation plus détaillée des différents indicateurs environnementaux, mais elle ne permet pas la prise en compte d'une partie de la mobilité occasionnelle.

De par les différences méthodologiques existant entre les 2 approches, les bases de données utilisées pour les analyses de ce rapport (module 2 du mandat) ne peuvent être directement comparées avec celles du module 3 (qui ne traite que de la mobilité quotidienne avec les retours de voyage) de ce même mandat, puisque ces bases comprennent l'ensemble de la mobilité occasionnelle avec la totalité des voyages d'une journée et de ceux avec nuitée. Ainsi, une analyse des bases du module 3 pourrait aboutir à des résultats différents de ceux présentés dans ce rapport et dans les tableaux accompagnant le module 2.

² Le contenu correspond au module 1, qui consiste en le calcul des distances et du nombre de déplacement selon les territoires de résidence ainsi qu'au module 2 qui rend compte des 4 indicateurs environnementaux. Ces éléments peuvent être retrouvés de manière détaillée dans le fichier excel en annexes.

³ Cette approche regroupe les modules 3a et 3b dans lesquels les distances, nombre de déplacement et indicateurs sont rapportés non aux territoires de résidence mais aux territoires où s'effectuent les mobilités. Les résultats détaillés peuvent également être retrouvés dans le fichier excel en annexes.

Également, la structure de l'enquête du MRMT implique que l'échantillon de personnes interrogées sur leurs déplacements est plus grand que ceux relatifs aux voyages d'une journée et aux voyages avec nuitées.

Tableau n° 1 : Effectifs vaudois interrogés pour les différents modules de l'enquête MRMT

	Effectifs vaudois interrogés		
	Déplacements	Voyages d'une journée	Voyages avec nuitée
2010	5'352	1'631	1'665
2015	5'495	1'687	1'645

2.2. Les référentiels territoriaux

De manière à saisir de manière détaillée les dynamiques de mobilité et leur impact environnemental pour le Canton de Vaud, il a été convenu d'appréhender le territoire cantonal de manière différenciée. Plusieurs découpages et distinctions des populations de référence ont ainsi été effectués.

a) Des vaudois et des non vaudois se déplaçant sur le sol vaudois

Bien qu'une partie importante des mobilités ayant lieu sur le territoire vaudois est effectuée par des résidents du canton, il convient également d'intégrer le suisse non-vaudois se déplaçant dans le canton. Le MRMT étant une enquête menée auprès de l'ensemble des résidents suisses, il a été possible de prendre en compte les mobilités des non-vaudois sur le territoire vaudois. Ainsi, à l'échelle cantonale, une première distinction a été faite entre la mobilité des Vaudois et celle des non-Vaudois sur le territoire cantonal.

b) Distinction des territoires où s'effectuent les mobilités

Les déplacements et voyages des vaudois ne se cantonnent pas à leur canton de résidence. Ainsi, il est nécessaire de distinguer la mobilité s'effectuant sur sol vaudois, de celle s'effectuant sur sol suisse et plus généralement celle étant réalisée en Suisse et à l'étranger.

Ainsi, ces 3 référentiels territoriaux seront systématiquement appliqués comme grille d'analyse de la mobilité annuelle et des impacts environnementaux qui en découlent.

- Territoire vaudois ;
- Territoire suisse (hors VD) ;
- À l'étranger ;

Ces distinctions sont effectuées comme suit selon le type de mobilité.

Déplacements

L'unité d'analyse étant celle du déplacement, les critères utilisés pour identifier les territoires où s'effectuent les mobilités selon les 3 catégories ci-dessus se basent sur les origines et destinations des déplacements. Pour le Canton de Vaud, sont inclus les déplacements dont l'origine et la destination se situent sur territoire vaudois. Les déplacements ayant lieu en Suisse ont été préalablement codés par l'ARE dans la livraison des bases de données, de sorte que peuvent être distingués ceux s'effectuant en Suisse de ceux s'effectuant à l'étranger.

Voyages d'une journée et voyages avec nuitée

Sont considérés comme s'effectuant sur Vaud les voyages (des 2 types) dont la destination se situe dans le Canton. Concernant la distinction entre la Suisse et les pays étrangers, l'ARE considère que s'effectuent à l'étranger les voyages dont au moins une étape est effectuée hors du territoire suisse. Les distances en Suisse sont ensuite calculées sur la base des étapes renseignées en Suisse, via l'outil de *routing* de l'ARE, tandis que les distances parcourues à l'étranger (c.-à-d. celles des étapes hors du territoire suisse) sont estimées par les personnes interrogées.

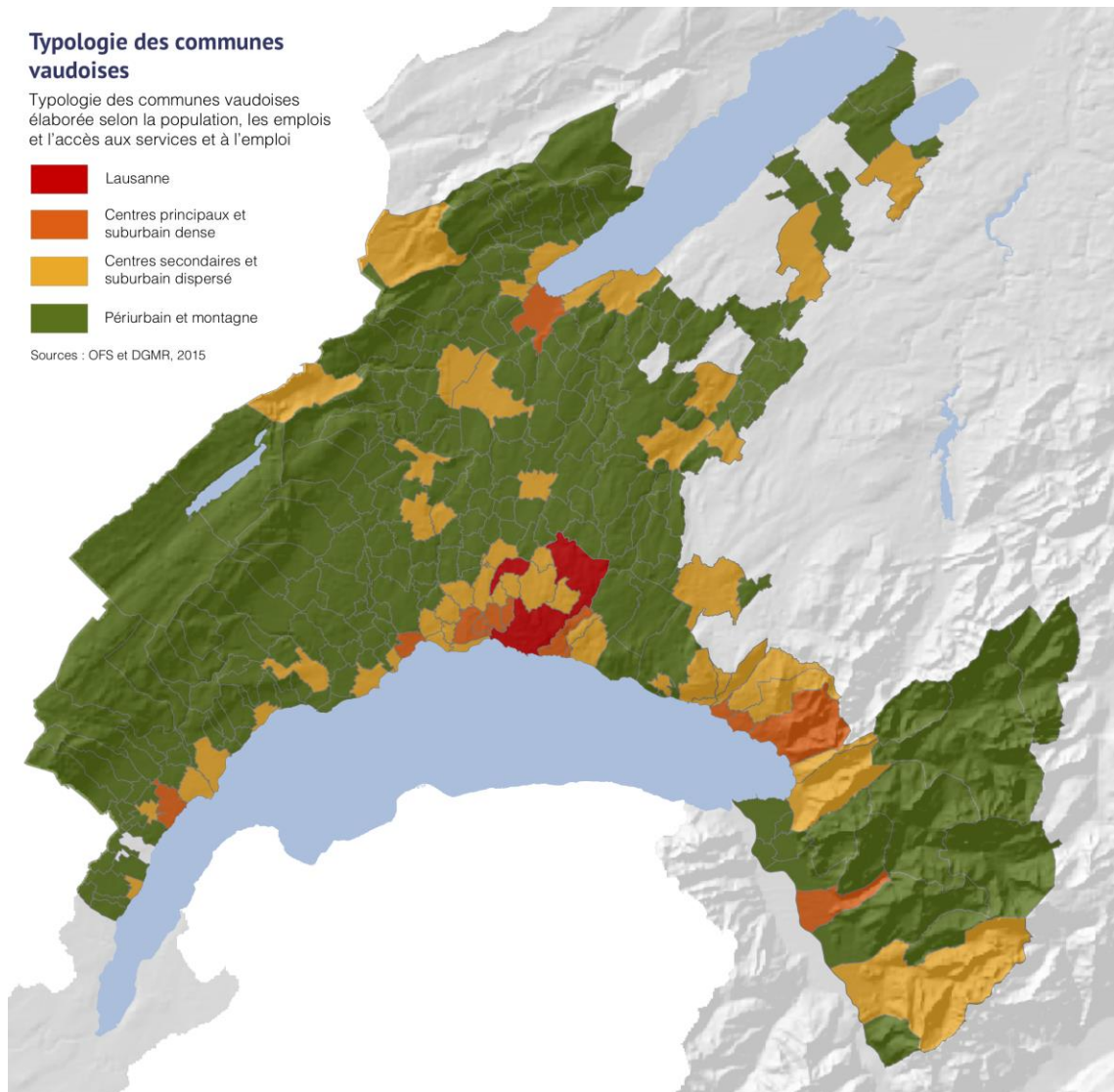
c) Découpage typologique des communes vaudoises

Le territoire vaudois est spatialement différencié, tant du point de vue de ces caractéristiques physiques (topographie, hydrologie, etc.) que de la manière dont les activités humaines s'y déploient (infrastructures de transports, densité de population, localisation des emplois et des logements, etc.). Partant, il est nécessaire d'intégrer ces éléments dans l'analyse de la mobilité annuelle des résidents vaudois.

Une première grille d'analyse repose sur la typologie territoriale des communes vaudoises élaborée par la DGMR. Cette typologie distingue les communes selon leur densité de population et d'emplois ainsi qu'en fonction des conditions qu'elles offrent aux habitants pour accéder aux services et à l'emploi. Elle tient compte également de la pendularité des habitants. Cette typologie repose initialement sur 7 catégories cependant, il a été décidé d'utiliser la version officielle agrégée en 4 catégories dans cette démarche :

- Lausanne ;
- Centres principaux et suburbain dense ;
- Centres secondaires et suburbain dispersé ;
- Périurbain et montagne.

Figure n° 2 : Typologie des communes vaudoises en 4 catégories (source : DGMR)



Source : 6t-bureau de recherche

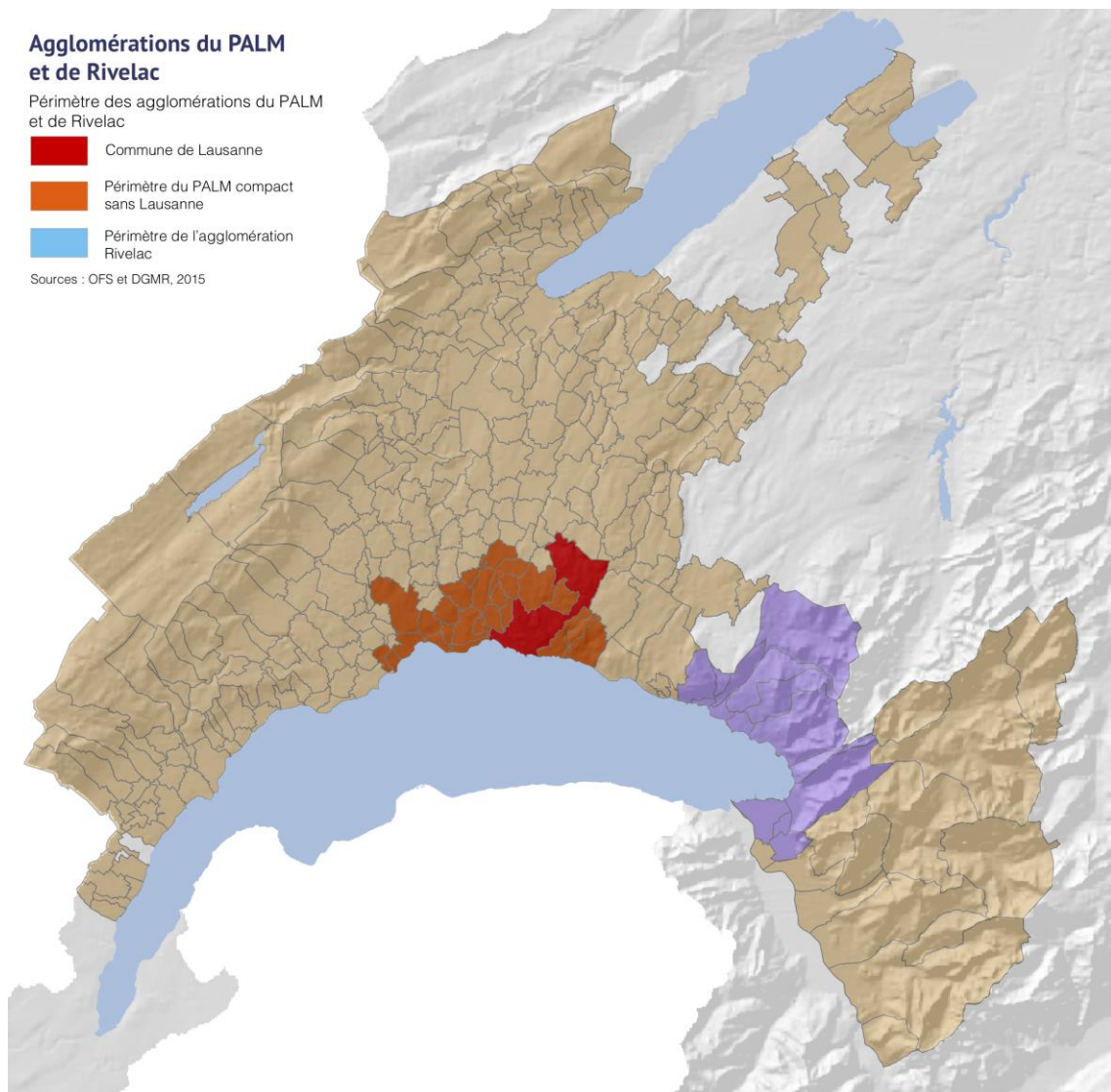
d) Les agglomérations vaudoises

Le canton de Vaud compte 4 agglomérations (sans compter le Grand Genève) : PALM, Rivelac, AggloY et Chablais-Agglo. Ces espaces sont caractérisés par d'importantes dynamiques transcantonales, en particulier en matière de transport de par l'importante activité (emplois, commerce, culture, administration, logement) qu'ils abritent.

La prise en compte de ces territoires singuliers à l'échelle cantonale porte sur les 2 agglomérations qui comptent le plus d'observations exploitables⁴ pour le calcul de la mobilité annuelle, à savoir l'agglomération Lausanne-Morges (PALM) et Rivelac. Trois découpages concernent ces agglomérations :

- Périmètre du PALM compact sans la commune de Lausanne ;
- Périmètre du PALM compact avec la commune de Lausanne ;
- Périmètre de l'agglomération Rivelac.

Figure n° 3 : Découpages des agglomérations PALM et Rivelac



Source : 6t-bureau de recherche

⁴ Les analyses impliquent un croisement de différents types de caractéristiques des personnes et des déplacements. Cela étant, il n'était pas possible d'analyser les agglomérations vaudoises d'Yverdon (AggloY) et du Chablais vaudois (Chablais Agglo). En effet, les échantillons de ces territoires étaient trop faibles pour que les résultats soient statistiquement fiables.

2.3. Les modes de transport et les motifs de déplacement

a) Les modes

Les impacts environnementaux induits par la mobilité dépendent essentiellement du type du moyen de transport utilisé. Il est donc indispensable de distinguer précisément ces différents modes. En accord avec le commanditaire, 8 modes principaux ont été retenus dans cette démarche :

- Voiture comme conducteur ;
- Voiture comme passager⁵ ;
- Deux-roues motorisés (2RM) ;
- Train ;
- Autres TP (Transports collectifs) ;
- Marche ;
- Vélo (conventionnel et électrique) ;
- Avion.

Dans certaines analyses, une agrégation de ces modes sera effectuée selon 4 catégories :

- Transports individuels motorisés (TIM) : voiture en tant que conducteur + voiture en tant que passager + deux-roues motorisés ;
- Transports collectifs (TP) : train + autres TP ;
- Mobilité douce (MD) : marche + Vélo ;
- Avion.

⁵ Lorsque la voiture est le mode utilisé, on distingue ce dernier selon que la personne à laquelle est rattaché un déplacement était conductrice ou passagère du véhicule. Ainsi, en 2015, parmi l'ensemble des étapes en voiture recensées pour la population vaudoise, le nombre d'occupants moyen était de 1.49 pour lorsque la personne était conductrice et de 2.77 lorsque la personne était passagère. Cette dimension est importante puisque plus le véhicule transporte de personnes, plus l'impact environnemental se répartit entre ces dernières.

b) Les motifs

Comme mentionné précédemment, un déplacement s'effectue toujours consécutivement à l'existence d'un besoin ; on se déplace pour réaliser quelque chose. Ces motifs de déplacement sont multiples et les mobilités leur étant relatives varient fortement. Dans le but de comprendre la manière dont se structure la mobilité annuelle et les impacts environnementaux en découlant, 8 catégories de motifs ont été retenues :

- Travail ;
- Formation ;
- Déplacements professionnels ;
- Achats et services ;
- Accompagnement ;
- Loisirs, ici décomposés en :
 - o Visites ;
 - o Restaurants et bars ;
 - o Autres loisirs⁶

2.4. La méthode de calculs des émissions

a) Les indicateurs de la consommation énergétique et des émissions polluantes

4 indicateurs clés ont été retenus pour rendre compte de l'impact environnemental des pratiques de mobilité des vaudois. Le calcul de chacun d'entre eux repose sur une méthode de conversion des distances parcourues en une consommation énergétique ou l'émission de 3 types de polluants.

- **Consommation d'énergie primaire** : l'**énergie consommée** en prenant en compte l'énergie primaire⁷. Elle correspond à l'énergie fournie par la nature sous forme de stocks renouvelables (hydraulique, solaire, éolien, biomasse et géothermie) ainsi que de stocks non renouvelables (nucléaire, pétrole, gaz naturel, charbon).

⁶ Cela regroupe notamment : sport, randonnée, vélo, sport passif, extérieur, wellness, culture loisir, bénévolat, associations, excursions, religion, pique-nique, shopping loisirs, tour, ...

⁷ Cela comprend les 5 éléments suivant : utilisation directe, utilisation indirecte via la production énergétique, entretien du véhicule, construction et recyclage du véhicule, voies de communication (route, rail).

- **Émission de gaz à effet de serre** (convertis en kilogramme équivalent CO₂). La majorité des gaz à effet de serre existent naturellement dans l'atmosphère (Dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote, vapeur d'eau, etc.). L'intense activité humaine, associée à une forte croissance démographique, a considérablement augmenté les émissions et donc les concentrations. L'utilisation massive des combustibles fossiles est en grande partie responsable des émissions de gaz à effet de serre.
- Émission d'oxydes d'azote (**NOx**). Elle est essentiellement due à l'utilisation des moteurs à énergie fossile. Ils sont en effet le produit de l'oxydation de l'azote contenu dans le carburant avec l'oxygène dans des conditions de température élevée. Ils sont émis lors des phénomènes de combustion. Ainsi, ils constituent un traceur de la circulation routière, mais encore plus du trafic aérien, domaine très fortement émetteur de NOX. L'apparition des pots catalytiques a permis la diminution des émissions des véhicules à essence, mais l'augmentation du trafic et le faible renouvellement du parc automobile rendent les effets peu perceptibles. S'ils ne participent pas à l'effet de serre, les NOX sont des gaz odorants très toxiques pour l'homme, notamment à forte concentration. Ils pénètrent dans les plus fines ramifications des bronches et peuvent entraîner des problèmes de respirations, de l'asthme et une augmentation des risques d'infections microbiennes.
- Les émissions de **particules fines (PM10)**. Elles sont naturellement présentes dans l'air (érosion provoquée par le vent, éruptions volcaniques, incendies, etc.), mais l'activité humaine a considérablement augmenté leur concentration atmosphérique. La combustion des carburants par les véhicules constitue environ 15 % des émissions de particules fines. Elles pénètrent profondément dans les poumons et causent des problèmes respiratoires, inflammations, aggravations de l'état de santé des personnes atteintes de maladies respiratoires et cardiaques. De plus, elles peuvent transporter des composés cancérigènes jusque dans les poumons.

b) Méthodologie concernant l'estimation des indicateurs environnementaux

Une fois la mobilité annuelle établie selon les différents critères (année, découpages résidentiels, référentiels territoriaux, modes de transports, motifs) il s'agit de s'appuyer sur les distances parcourues pour pouvoir estimer la consommation énergétique et les émissions de polluants selon les 4 indicateurs environnementaux présentés précédemment.

La méthode a donc consisté à identifier un coefficient d'émission par [km] pour chacun des modes de déplacement en recourant à l'outil *Mobitool* dans sa version la plus récente (v2.0.2). Parmi les modes retenus et décrits précédemment, une attention particulière a été portée à deux d'entre eux : la voiture en tant que conducteur et la voiture en tant que passager. 3 éléments principaux

permettent de l'expliquer.

- L'outil Mobitool permet une comparaison détaillée des **différents types de voitures** selon le type de combustible, l'année de mise en service, le poids ainsi que le taux d'occupation ;
- Le *Service des automobiles et de la navigation* (SAN) de l'État de Vaud dispose d'une **base de données détaillée du parc automobile vaudois** ;
- Les bases du MRMT permettent de calculer le **taux moyen d'occupation des véhicules selon les motifs** de déplacements.

Ainsi, la mise en commun de la base du SAN et des données du MRMT permet l'élaboration de coefficients d'émission précis, pour les 2 modes voitures (conducteur et passager), au sein de l'outil *Mobitool*.

Une fois ces différents coefficients établis pour les 8 modes retenus, il était donc possible de calculer l'impact environnemental des mobilités des personnes, selon les différents croisements souhaités.

c) Comparaison entre les 2 années de référence 2010 et 2015

Dans le but de pouvoir comparer au mieux les résultats de 2010 et 2015 ainsi que leurs évolutions, quelques précautions ont dû être prises. En particulier, s'agissant de la voiture (voiture conducteur et voiture passager), il était nécessaire de prendre en considération les évolutions techniques des véhicules, en particulier la consommation moyenne de carburant par [km] pour les voitures.

Conformément aux recommandations de *Mobitool*, s'agissant de maximiser la comparabilité entre les 2 années, il a été décidé d'utiliser la V2 de l'outil pour les 2 années. **Toutefois, le calcul des coefficients pour la voiture en 2010 s'est appuyé sur la consommation de carburant par [km] tel qu'établie dans la V1 de l'outil.** Ces valeurs de consommation ont donc été rapatriées de la première version puis utilisées dans la deuxième version en tenant compte, dans cette dernière, des informations plus précises relatives à l'état de techniques. En revanche, s'agissant des autres modes, ce sont les coefficients de la V2 qui ont été retenus pour les 2 années de référence de sorte que, exception faite de la voiture, les coefficients n'évoluent pas entre les 2 années.

d) Évolution des coefficients de la voiture entre 2010 et 2015

Calcul du taux d'occupation

Les coefficients d'émission pour la voiture dépendent du taux d'occupation de celle-ci, puisqu'ils

reposent sur des personnes et des distances parcourues : **l'impact environnemental du déplacement d'une voiture se répartit entre les occupants de celle-ci**. S'agissant donc de la voiture, une distinction est effectuée selon que les personnes sont conductrices ou passagères du véhicule qu'elles occupent dans les déplacements qu'elles renseignent. Pour les personnes conductrices, le taux d'occupation sera en moyenne plus faible que pour les personnes passagères (du fait que les personnes conductrices ne seront jamais comptabilisées avec les « voiture passager »). Cette distinction, propre à la structure de l'enquête MRMT, permet d'évaluer plus précisément l'impact de la voiture, en tenant compte des 2 types ayant des taux d'occupation propres.

Principales évolutions et facteurs explicatifs

Comme souligné ci-dessus, à l'exception de la voiture, tous les coefficients sont les mêmes entre 2010 et 2015. Ainsi, sont présentées ici les principales différences qu'a connu le parc automobile entre ces années et en quoi ces évolutions permettent d'expliquer les variations des coefficients relatifs aux voitures.

4 **éléments centraux** peuvent être relevés :

- **L'augmentation du ratio de véhicules diesel** vis-à-vis de ceux à essence passant de 22% à 29% ;
- **L'augmentation du poids moyen des véhicules** au sein du parc automobile vaudois avec une hausse de 3% entre 2010 et 2015⁸
- **L'augmentation de la consommation moyenne de carburant par [km] pour les moteurs à essence** et la **réduction de la consommation pour les moteurs diesel**⁹
- **La stabilité du taux d'occupation** pour « voiture conducteur » et « voiture passager »

Sur la base de ces évolutions structurelles, il est possible d'expliquer la manière dont ont varié les différents indicateurs tels que figurant dans le tableau ci-dessous.

⁸ Cette hausse est toutefois alimentée essentiellement par les voitures à essence dont le poids moyen passe de 1'275 à 1'316 [kg], soit une hausse de 3.2%, tandis que celle diesel enregistrent une baisse de -3.4%, passant de 1'701 à 1'643 [kg].

⁹ Entre 2010 et 2015, selon mobitool et la structure du parc automobile vaudois, la consommation moyenne de litre de carburant pour 100 [km] des voitures à essence et à diesel est passée de respectivement de 7.6 à 8.6 et de 6.5 à 6.0. Soit une augmentation de +12% pour les voitures à essence et de -6% pour les voitures à diesel.

Tableau n° 2 : Évolution [%] des coefficients de consommation énergétique et d'émissions de polluants entre 2010 et 2015

Évolution entre 2010 et 2015		Consommation énergie primaire [MJ par km]	CO2 en [kg équ. CO2 par km]	NOx [g NOx par km]	PM10 [g par km]
Voiture conducteur 2010	2010	3.718	0.225	0.391	0.078
Voiture conducteur 2015	2015	3.701	0.224	0.419	0.077
Voiture conducteur 2010-2015 %		0%	0%	+7%	-1%
Voiture passager	2010	1.995	0.121	0.210	0.042
Voiture passager	2015	1.924	0.116	0.218	0.040
Voiture passager 2010-2015 %		-4%	-3%	+4%	-4%

La **stabilité de la consommation énergétique entre les 2 années** s'explique par la combinaison de 2 des facteurs ci-dessus : la variation des consommations moyennes par [km] et celle du ratio véhicule essence/véhicule diesel. **Les véhicules dont la consommation moyenne augmente (essence) deviennent moins nombreux tandis que ceux dont la consommation moyenne se réduit (diesel) deviennent plus nombreux.** Ce double mouvement combiné a pour conséquence une stagnation des coefficients de consommation d'énergie, compensant également l'augmentation tendancielle du poids des véhicules.

S'agissant des émissions de gaz à effet de serre par les voitures conducteur, le coefficient a stagné entre 2010 et 2015. Comme pour la consommation énergétique, il y a **plusieurs tendances qui se compensent** ayant pour résultat la stagnation du coefficient. Premièrement, **la part des moteurs diesel augmente**, ceux-ci étant tendanciellement moins émetteurs de gaz à effet de serre que les moteurs à essence. D'autre part, le **renouvellement du parc automobile induit une progression du niveau technique** moyen qui participe également d'une réduction tendancielle des émissions. À ces 2 tendances s'ajoute **l'augmentation moyenne du poids des véhicules** qui participe d'une consommation plus importante de carburant et donc d'une croissance des émissions. Ces 3 tendances semblent donc s'annuler de sorte que le coefficient stagne entre les 2 années.

Entre les 2 types de moteurs, il est avéré que ceux fonctionnant au diesel sont en moyenne plus générateurs d'oxydes d'azote, bien que les évolutions techniques récentes remettent en partie en cause cet état de fait¹⁰. Pour autant, sur la période nous intéressant, **la part plus importante de moteur diesel dans le parc automobile ainsi que, potentiellement l'augmentation tendancielle du poids des véhicules** permet d'expliquer la légère augmentation du coefficient d'émissions de NOx par [km].

Historiquement, **les moteurs diesel sont plus émetteurs de particules fines (PM10) pour un**

¹⁰ L'entrée en vigueur du standard EURO 6 dès le 1^{er} janvier 2015 permet une réduction importante des émissions de NOx ; on estime que ces émissions auraient été divisées par 6 entre 2000 et 2015.

pois et un taux d'occupation équivalents. Cependant, dès l'entrée en **vigueur de la norme Euro 4 et la mise en service de ces véhicules dès le 1^{er} janvier 2006**, les différences entre moteurs à essence et moteurs diesel ne sont plus que marginales. Ainsi, malgré le renouvellement du parc automobile, caractérisé par une croissance de la part de véhicules diesel, il semblerait que **la généralisation de techniques plus récentes qu'en 2010 permet une faible réduction tendancielle des émissions de PM10**, indépendamment de la structure du parc automobile.

e) Comparaison des coefficients entre les différents modes

Comme expliqué précédemment, à l'exception de la voiture conducteur et de la voiture passager, **ce sont les mêmes coefficients (outil *Mobitool V2*) qui ont été retenus pour les autres modes entre 2010 et 2015**, conformément aux prescriptions de *Mobitool*. Ainsi, outre les évolutions structurelles du parc automobile, **la répartition modale des distances parcourues constitue le principal élément d'explication s'agissant des évolutions des 4 indicateurs entre 2010 et 2015¹¹**. Dans cette perspective, il convient d'émettre quelques commentaires quant à l'impact de chacun des modes par rapport à ces indicateurs.

Tableau n° 3 : Coefficients des 4 indicateurs environnementaux selon le mode, en 2015

Coefficients en 2015	Consommation énergie primaire [MJ par km]	CO2 en [kg équ. CO2 par km]	NOx [g Nox par km]	PM10 [g par km]
Voiture conducteur	3.701	0.224	0.419	0.077
Voiture passager	1.924	0.116	0.218	0.040
Deux-roues motorisés	2.670	0.150	0.282	0.033
Train	0.521	0.007	0.026	0.008
Autres TP	1.893	0.029	0.088	0.037
Marche	-	-	-	-
Vélo	0.142	0.008	0.021	0.006
Avion	2.179	0.185	0.594	0.012
Autre(s) mode(s)	1.474	0.081	0.242	0.031

Consommation d'énergie

Ce sont sans surprise les TIM et l'avion qui sont les modes les plus consommateurs d'énergie par personne et par [km]. Pour les **TIM, cela s'explique aisément par le faible taux d'occupation de ce mode**, que l'on peut également exprimer comme un ratio entre le poids des passagers et le poids du véhicule qui est très faible. Cela se vérifie en comparant les coefficients de voiture passager et de voiture conducteur qui double en même temps que le taux d'occupation

¹¹ Abstraction faite l'augmentation des distances totales parcourues, cette dernière étant alimentée par la croissance démographique principalement

moyen. De ce point de vue, **l'autosolisme constitue donc un enjeu central dans une perspective de réduction de la consommation énergétique des TIM.**

S'agissant des transports collectifs, **l'avion se révèle très fortement consommateur d'énergie par rapport au train ainsi qu'aux autres TP.** Comme nous le verrons, c'est principalement à l'étranger que les distances parcourues en avion – ainsi donc que l'énergie consommée – ont cru entre 2010 et 2015. Ainsi, s'agissant des **mobilités internationales** ou au moins celles intracontinentales, le **train se révèle être une alternative efficace à l'avion**, en termes d'énergie consommée en tout cas.

Les modes doux – vélo et marche – se révèlent être les plus efficaces en termes de consommation énergétique. La marche n'est pas considérée comme consommatrice d'énergie outre l'énergie physiologique nécessaire à la personne. S'agissant du vélo, c'est lors de sa fabrication ainsi que sa destruction que celui-ci consommera de l'énergie puisqu'à l'usage, il se révèle similaire à la marche. Notons que le vélo électrique consomme 2.8 fois plus d'énergie que le vélo traditionnel. Toutefois, c'est toujours respectivement 37 et 13 fois moins qu'une voiture moyenne, soit -97% et -93% de consommation énergétique en moins.

Émissions de gaz à effet de serre

En termes **d'émissions de gaz à effet de serre, on observe une structure similaire à celle de la consommation énergétique**, s'agissant de la comparaison par mode de l'impact environnemental. Pour les TIM, les écarts relatifs à la moyenne sont équivalents aux précédents, et ceci pour les mêmes raisons que celles décrites ci-dessus.

Concernant les TP, les coefficients sont proportionnellement moindres que ceux de la consommation énergétique. Une de raisons principales réside dans le **type d'énergie utilisée** par les différents modes ; les TIM recourent pour une très large majorité à des combustibles fossiles, fortement émetteurs de gaz à effet de serre. En revanche, dans le secteur des TP, les énergies renouvelables y sont plus développées¹² de sorte que pour une même quantité d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre seront moindres. C'est l'inverse qui s'observe pour l'avion qui dépend également de combustibles fossiles ; **proportionnellement, l'impact de l'avion en termes de gaz à effet de serre est plus grand qu'en termes de consommation énergétique.** S'agissant de la marche, les émissions de GES sont considérées nulles, tandis qu'elles sont très faibles pour le vélo, car exclusivement dues à la fabrication et au recyclage des véhicules.

¹² Principalement pour les trains, ainsi que pour les trams et trolleybus s'agissant des autres TP

Émissions d'oxydes d'azote

Le type de carburant se révèle une fois encore central pour expliquer les disparités par mode de l'impact en termes d'émission d'oxydes d'azote : les TIM et l'avion sont les plus émetteurs là où les TP¹³ et les modes doux le sont le moins. Toutefois, **c'est de loin l'avion qui se révèle être le mode le plus émetteur de ce type de polluant** avec un coefficient d'émission valant 1.8 fois la moyenne générale.

Émissions de particules fines

S'agissant de particules fines, ce sont les TIM qui en sont les plus gros émetteurs, et plus particulièrement la voiture conducteur¹⁴ qui affiche un coefficient valant 2.5 fois la moyenne générale et environ 10 fois celui du train. L'avion ne présente pas d'impact particulièrement élevé : il est à peu près équivalent à celui des autres TP¹³.

¹³ Les émissions d'oxydes d'azote liées au TP sont quasi exclusivement induites par les bus thermiques.

¹⁴ Le coefficient d'impact par kilomètre est ici plus élevé que pour la voiture passager ; comme développé précédemment, cela s'explique par un taux d'occupation moyen plus faible.

Partie 1

La mobilité annuelle des vaudois

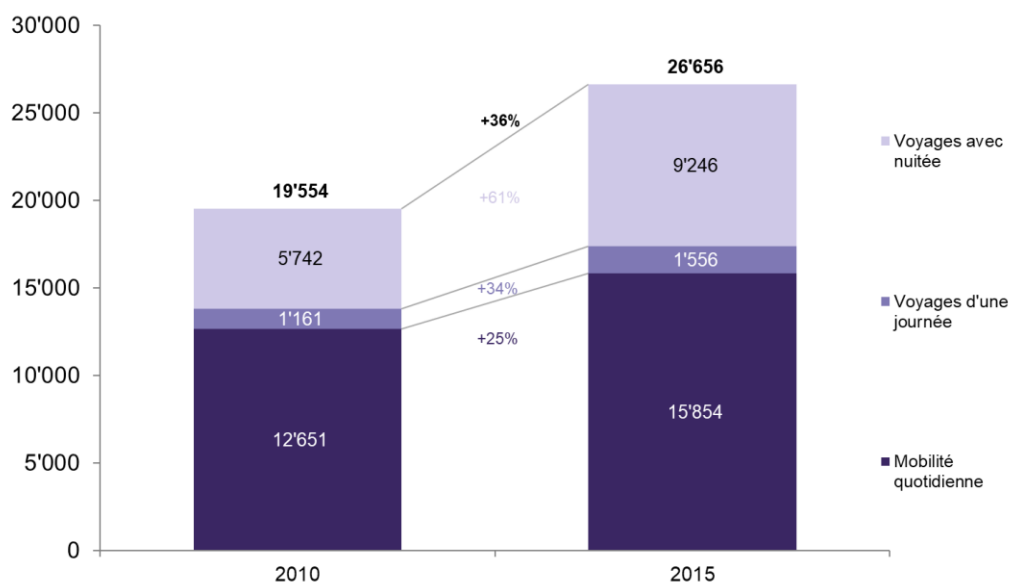
1. Les distances annuelles moyennes parcourues par les résidents vaudois

En 2015, un vaudois moyen a parcouru **26'656** [km] par année, dont **15'854** [km] parcourus dans le cadre de leur **mobilité quotidienne**, **1'556** [km] pour des voyages d'une journée et **9'246** [km] pour les voyages avec nuitées.

Ces moyennes sont largement supérieures à celles enregistrées en 2010. La mobilité annuelle totale s'élevait, en effet, à l'époque à 20'715 km par an. **La croissance totale enregistrée sur cette période est donc de 36%**. Une croissance très conséquente qui concerne la mobilité quotidienne (+25%), mais surtout les voyages d'une journée (+34%) et les voyages avec nuitées (+61%).

Figure n° 4 : Distances annuelles parcourues par les résidents vaudois selon le type de mobilité

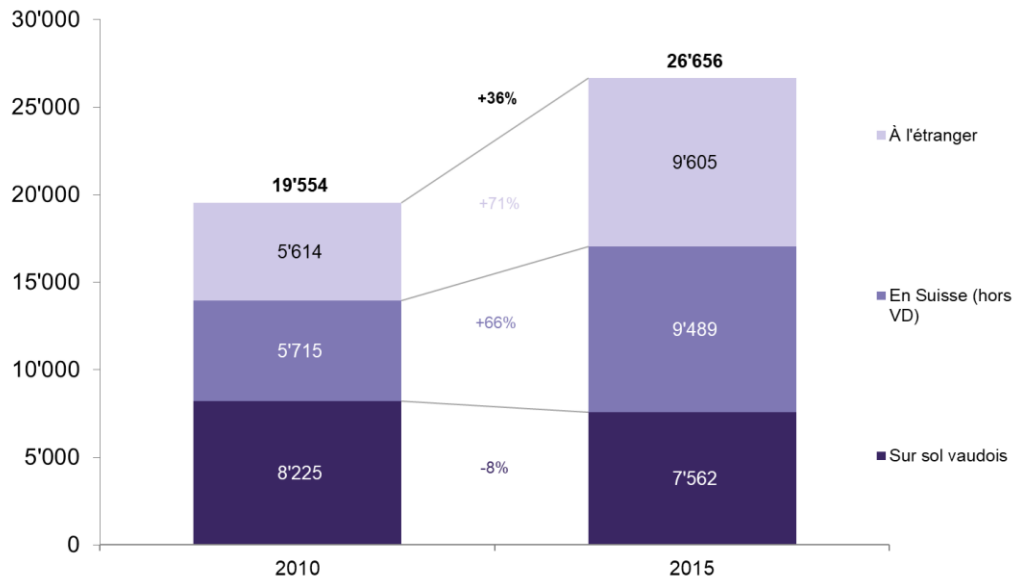
Evolutions des distances parcourues par les résidents vaudois selon le type de mobilité 2010-2015 [km]



Alors que les distances réalisées en Suisse hors du canton de Vaud et celles réalisées à l'étranger ont augmenté entre 2010 et 2015 (respectivement de 66% et de 71%), les distances sur territoire vaudois ont enregistré une diminution de -8% en 5 ans.

Figure n° 5 : Distances annuelles parcourues par les résidents vaudois selon le territoire de référence

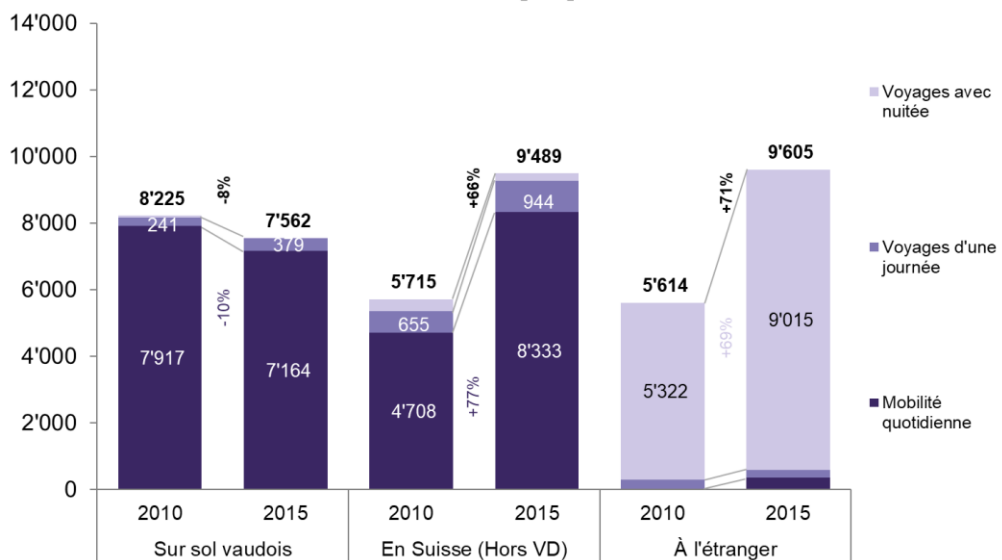
Evolutions des distances parcourues par les résidents vaudois selon le territoire de référence 2010-2015 [km]



En fin de compte, **les Vaudois parcourent donc de plus grandes distances annuellement, tant de manière quotidienne qu'occasionnelle. En revanche, ces distances s'effectuent de manière croissante hors du territoire vaudois** ; en 2015, les vaudois parcourent plus de distances hors du canton durant leur mobilité quotidienne (55%), alors que c'était l'inverse en 2010 (37%).

Figure n° 6 : Distances annuelles parcourues par les résidents suisses selon le territoire de référence et le type de mobilité

Répartition du type de mobilité selon les distances annuelles parcourues par les vaudois selon le territoire de référence 2010-2015 [km]



Des évolutions impressionnantes qui concernent la Suisse entière

À l'échelle nationale, une tendance similaire de croissance générale des distances parcourues est observée.

Premièrement, on constate, dans le cas vaudois comme celui suisse, une croissance importante des distances parcourues à l'étranger, respectivement de 71% et 61%.

En revanche, s'agissant des distances parcourues sur le sol suisse, les vaudois sont passés d'un total de 13'940 [km] en 2010 à 17'051 [km] (+22%), là où les distances pour l'ensemble des résidents suisses sur sol suisse ont stagné entre 2010 et 2015 à un peu moins de 14'000 [km].

Finalement, s'agissant des distances totales parcourues, suisses et vaudois étaient très similaires en 2010 (respectivement 20'516 [km] et 19'554 [km]), mais la mobilité des vaudois a connu une croissance plus importante que celles des autres résidents suisses pour atteindre 26'656 [km] en 2015 (+36%) contre 24'849 [km] pour la Suisse entière (+21%).

1.1. Les modes

Entre 2010 et 2015, les distances annuelles totales parcourues par les résidents vaudois ont augmenté de 7'102 [km] (+36%). **Cette croissance conséquente est en très grande partie imputable à l'avion, puisqu'à lui seul, ce mode a connu une croissance de 6'158 [km] (87% du total).** Les autres modes ont connu des croissances positives, mais sans commune mesure avec celle de l'avion. La catégorie « Autres TP » a même enregistré une croissance négative, même si l'ensemble des TP (train + autres TP), connaît une croissance totale positive (+4%).

En termes de parts modales, la croissance de l'avion est plus flagrante encore puisqu'il représente en 2015 40% des distances totales parcourues, contre encore 23% en 2010, soit une croissance de 17 points de pourcentage en 5 ans. Cette part modale croissante de l'avion s'effectue au détriment de l'ensemble des autres modes, au premier chef desquels la voiture en tant que conducteur, la voiture en tant que passager ainsi que le train. En effet, les autres modes ont tous enregistré une croissance réduite des distances parcourues, tandis que celles effectuées en avion ont très fortement augmenté.

Figure n° 7 : Distances annuelles parcourues par les vaudois en Suisse et à l'étranger selon le mode

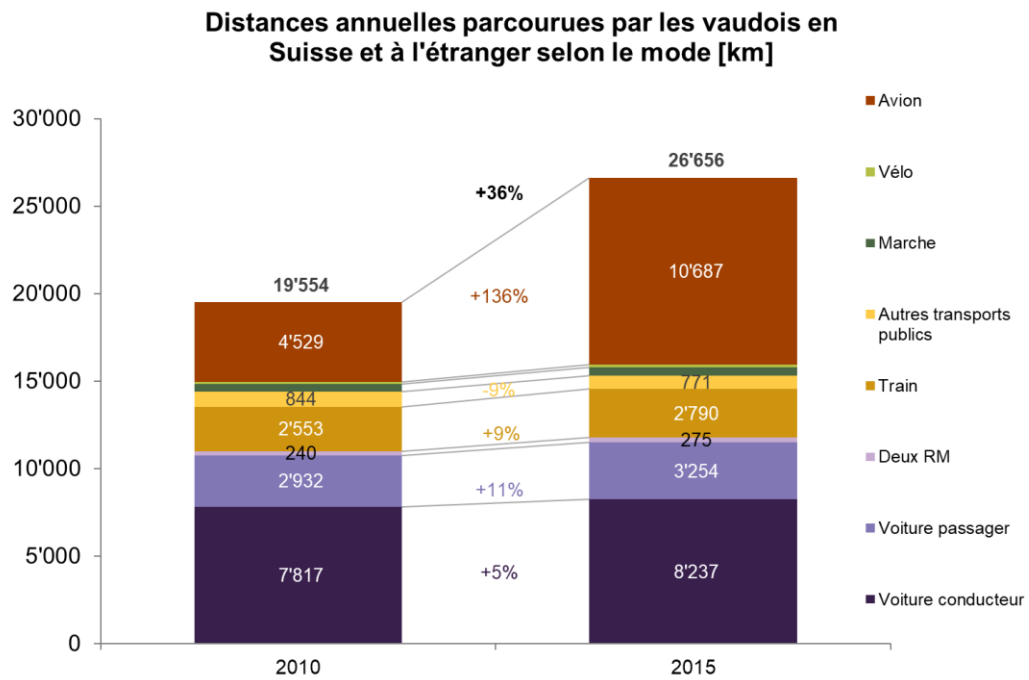
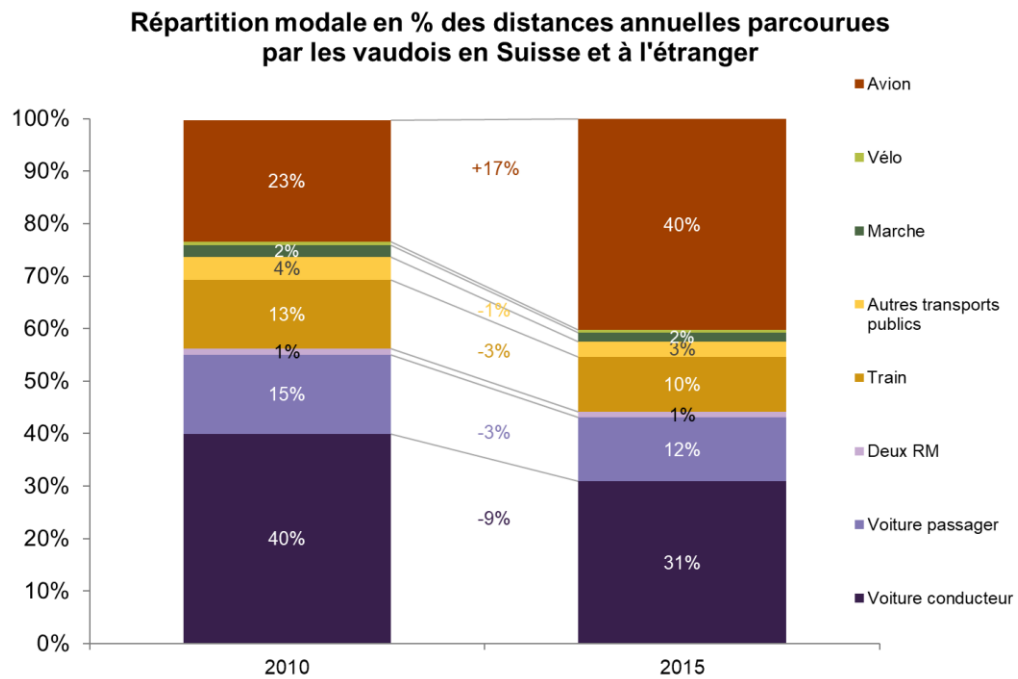


Figure n° 8 : Répartition modale en % des distances parcourues par les vaudois en Suisse et à l'étranger



1.2. Les motifs

Il convient également de considérer la mobilité des vaudois du point des motifs de déplacements. En termes de **mobilité quotidienne**, sur tous territoires confondus, ce sont les **autres loisirs, le travail puis les achats et services** pour lesquels les plus grandes distances sont parcourues, soit respectivement 35%, 23% et 12% en 2015.

Cette répartition des distances entre les différents motifs n'a que très marginalement évolué sur la période. Entre 2010 et 2015, les distances parcourues pour la fréquentation de **bars et restaurants ont cru de 57%**, celles pour **l'accompagnement de 46%** et celles pour les **autres loisirs de 48%**. En revanche, les distances parcourues dans le cadre des déplacements entre le domicile et le lieu de travail se sont réduites de -3% sur la période¹⁵.

S'agissant de l'ensemble des **voyages d'une journée**, ce sont avant tout les « **autres loisirs** », **les visites ainsi que les déplacements professionnels** qui sont les motifs pour lesquels une majorité des distances sont parcourues (48% + 26% + 20% = 94%) en 2015. Notons que, entre 2010 et 2015, les **déplacements professionnels** ont gagné +4.1 points de pourcentage et les visites +3.0 points, au détriment des « autres loisirs » (-3.4 points) et de la formation (-2.5 points) principalement.

Finalement, pour la totalité des **voyages avec nuitées**, une structure similaire à la précédente s'observe : respectivement 61%, 27% et 11% des distances parcourues le sont pour les « **autres loisirs** », **pour les visites et pour les déplacements professionnels**, ce sont d'ailleurs les seuls motifs ayant enregistré une croissance des distances sur la période avec des évolutions de +58%, +84% et +43% des distances parcourues.

1.3. Les découpages du Canton de Vaud

a) Selon le découpage typologique

Comparativement à ce qui a été observé au niveau de l'ensemble du canton de Vaud, les **distances parcourues sur sol vaudois** par les résidents des différentes catégories typologiques n'ont que très faiblement évolué entre 2010 et 2015, même si l'on enregistre une réduction faible pour certaines d'entre elles. Cette réduction ne compense toutefois pas une croissance généralisée des **distances totales parcourues annuellement** par les résidents des différentes

¹⁵ Cela ne signifie pas pour autant que les lieux de domicile et de travail des personnes se sont rapprochés. Ce phénomène de réduction des distances pour le motif travail peut s'expliquer par d'autres facteurs : télétravail, baisse des retours à domicile sur la pause de midi, augmentation des boucles complexes qui comprennent d'autres motifs que le travail. En effet, le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** (p. 42) montre que la distance moyenne par déplacement, pour le motif travail, a cru de +2% entre 2010 et 2015.

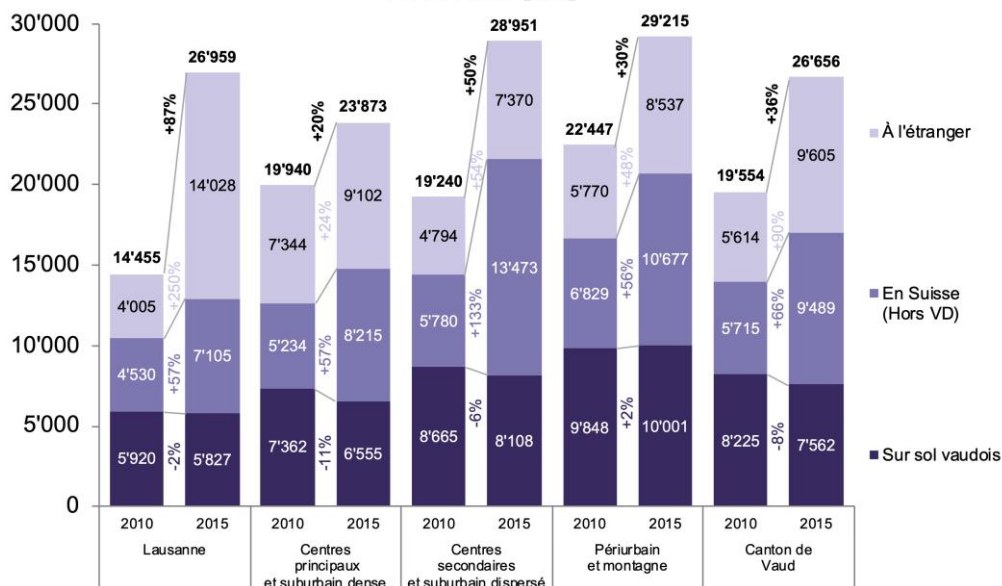
catégories. Cette croissance totale est donc essentiellement alimentée par les distances parcourues dans le reste de la Suisse ainsi qu'à l'étranger, comme cela a été observé à l'échelle du canton entier, et ceci pour chacune des catégories typologiques. Dans le détail des catégories, plusieurs éléments notables doivent être relevés.

C'est la commune de Lausanne qui connaît la croissance totale la plus forte sur la période ; +87% au total. C'est elle qui enregistre également la plus forte augmentation des distances à l'étranger avec +250%, tandis que les distances dans le reste de la Suisse augmentent de +57% et celles sur sol vaudois se réduisent très marginalement (-2%).

On observe que dans les centres principaux et le suburbain dense, ce sont également les distances à l'étranger qui alimentent la croissance totale des distances, compensant même la réduction des distances sur sol vaudois. En revanche, dans les **territoires moins urbanisés** (Centres secondaires et suburbain dispersé, périurbain et montagne), ce sont d'abord les **distances en Suisse** (hors VD) qui alimentent la croissance totale. Dans les centres secondaires et le suburbain dispersé, les distances en Suisse (hors VD) ont cru de 133% et de 56% dans le périurbain et montagne. Encore, il n'y a que dans le périurbain et montagne que les distances sur sol vaudois ne se sont pas réduites, elles ont même légèrement augmenté (+2%).

Figure n° 9 : Évolution des distances parcourues par les résidents, selon le découpage typologique et le territoire de référence

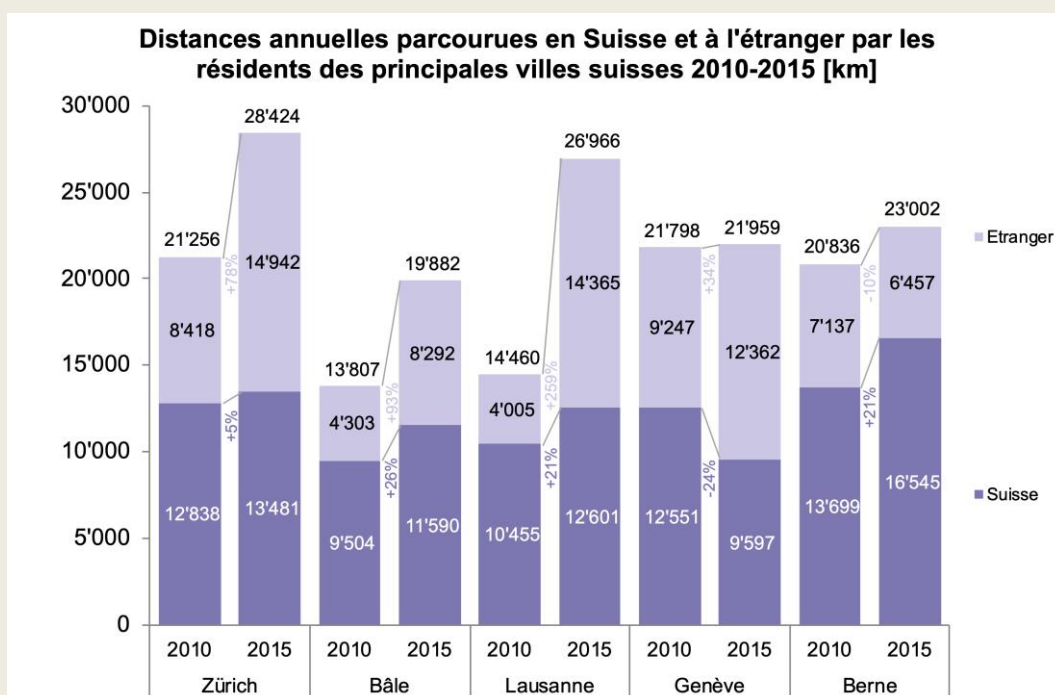
Evolutions des distances parcourues par les résidents selon le découpage typologique et selon le territoire de référence 2010-2015 [km]



Comparaison avec les villes suisses

Ci-dessus, comparativement à d'autres communes-centre d'agglomérations de rang similaire, on observe que la croissance des distances parcourues par les lausannois est la plus forte. Toutefois, on constate que pour l'ensemble de ces villes, la croissance est toujours alimentée majoritairement par les distances parcourues à l'étranger, comme pour le canton de Vaud. L'évolution de Lausanne est singulière en cela que son profil était semblable à celui de Bâle en 2010 – des distances plus faibles que la moyenne de 2010 – tandis qu'il ressemble plus à Zurich en 2015 avec des distances annuelles supérieures à la moyenne de cette année.

Figure n° 10 : Distances annuelles parcourues en Suisse et à l'étranger par les résidents des principales villes suisses entre 2010 et 2015



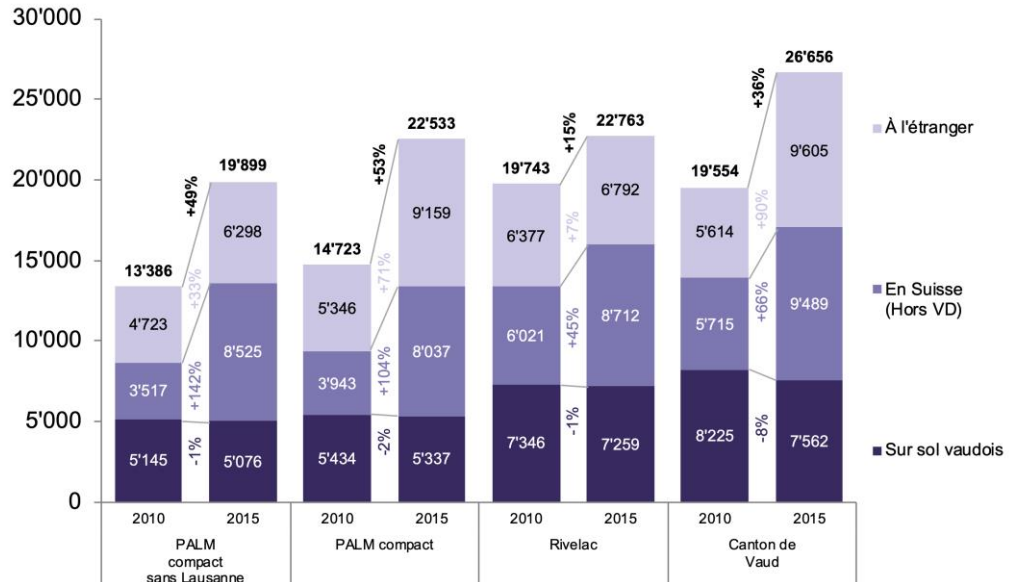
b) Selon le découpage d'agglomération

Dans les 3 **périmètres d'agglomération** retenus, les distances totales parcourues en 2015 sont équivalentes s'agissant du PALM compact (avec Lausanne) et de l'agglomération Rivelac. En revanche, indépendamment de la commune-centre (Lausanne), les résidents du PALM compact parcourent des distances annuelles moindres.

En termes d'évolution entre 2010 et 2015, Rivelac a connu une croissance de 15% des distances totales contre 53% et 49% pour le PALM compact avec Lausanne et respectivement sans Lausanne. On assiste à un **rattrapage de la part des résidents de Lausanne et de son agglomération** en termes de distances annuelles parcourues, comparativement à Rivelac sur la période 2010-2015.

Figure n° 11 : Évolution des distances parcourues par les résidents, selon le découpage des agglomérations et selon le territoire de référence

Evolutions des distances parcourues par les résidents selon le découpage des agglomérations et selon le territoire de référence 2010-2015 [km]



Pour le **PALM**, avec et sans Lausanne, cette croissance des distances totales est **plus forte sur le sol suisse (hors VD)**, puisque ces distances croissent respectivement de 104% et de 142%. Toutefois, bien que la croissance des distances à l'étranger soit modérée s'agissant du PALM compact sans Lausanne (+33%), elle est plus marquée lorsque l'on inclut Lausanne (+71%), conformément à ce qui a été observé précédemment.

Pour **Rivelac**, c'est également sur **sol suisse (hors VD)** que la **croissance des distances annuelles est la plus importante** : +45% contre seulement +7% pour les distances à l'étranger.

2. Le nombre de déplacements, voyages d'une journée et voyages avec nuitées

2.1. Les modes

Le nombre moyen de **déplacements annuels**¹⁶ effectués par chaque vaudois a relativement peu évolué entre 2010 et 2015 **puisque'il n'a cru que de 7% en 5 ans.**

De plus, cette croissance est uniforme entre les différents modes, aucun n'enregistrant une croissance significativement différente de celle de l'ensemble. Partant du constat que les déplacements constituent la mobilité quotidienne et en considérant les observations effectuées ci-dessus, on constate que l'augmentation de 25% des distances parcourues dans ce cadre par les vaudois ne s'explique que partiellement par l'augmentation du nombre de déplacements. Cela signifie donc que **la distance moyenne par déplacement dans le cadre de la mobilité quotidienne a augmenté entre 2010 et 2015** à l'échelle du canton de Vaud (+18%).

S'agissant du nombre moyen de **voyages d'une journée**, ceux-ci ont cru de 68% en 5 ans. C'est la **marche** (+227%) qui connaît la croissance la plus importante et celle-ci est supérieure à la moyenne totale. Pour autant, la part modale de la marche dans le cadre des voyages d'une journée reste marginale, passant de 1% à 2% entre 2010 et 2015. Contrairement à la mobilité quotidienne, les distances parcourues dans le cadre des voyages d'une journée n'ont cru que de 34%, tandis que le nombre de ces voyages a connu une croissance deux fois plus importante (+68%). En conséquence, on peut en conclure que **les distances moyennes par voyage d'une journée se sont réduites entre 2010 et 2015** (-20%).

Finalement, les **voyages avec nuitées** enregistrent une **croissance de 31% sur la période de 5 ans.** La mobilité douce n'étant pas un mode utilisé pour ce type de mobilité, cette croissance est relativement uniforme entre les principaux modes concernés : avion, train et voiture. Les distances totales parcourues ont cru de 61% entre 2010 et 2015 dans le cadre des voyages avec nuitées. En conséquence, de manière similaire aux déplacements, on peut en conclure que **la distance moyenne lors d'un voyage avec nuitées a augmenté en 5 ans** (+23%). On peut dès lors supposer que cet allongement de la distance moyenne d'un voyage avec nuitées est principalement alimenté par les vols en avion.

¹⁶ Le nombre de déplacements annuels correspond à la somme de la mobilité quotidienne et de celle occasionnelle, soit la somme des déplacements quotidiens, des voyages d'une journée et des voyages avec nuitée. De par leur nature différente, la part de la mobilité occasionnelle du point de vue du nombre de déplacements est donc très faible.

Tableau n° 4 : Nombre de déplacements, de voyages d'une journée et de voyages avec nuitées effectués par les vaudois en Suisse et à l'étranger en 2010 et 2015, selon le mode

	Mobilité quotidienne		Mobilité occasionnelle			
	Déplacements		Voyages d'une journée		Voyages avec nuitées	
	2010	2015	2010	2015	2010	2015
Voiture conducteur	483	520	3.1	4.9	0.5	0.7
Voiture passager	138	151	2.0	3.2	0.5	0.6
Deux RM	20	21	0.1	0.1	0.0	0.0
Train	52	63	1.1	1.9	0.3	0.4
Autres transports publics	95	97	0.3	0.5	0.1	0.1
Marche	390	398	0.1	0.3	0.0	0.0
Vélo	24	28	0.0	0.1	0.0	0.0
Avion	0	2	0.0	0.0	0.6	1.0
Autre (incl. sans réponse)	3	2	0.4	1.0	0.3	0.4
Total	1'204	1'283	7.1	12.0	2.5	3.3

Tableau n° 5 : Croissance du nombre de déplacements, de voyages d'une journée et de voyages avec nuitées en Suisse et à l'étranger entre 2010 et 2015, selon le mode

	Mobilité quotidienne		Mobilité occasionnelle			
	Déplacements		Voyages d'une journée		Voyages avec nuitées	
	Croissance 2010-2015		Croissance 2010-2015		Croissance 2010-2015	
Voiture conducteur	+8%		+58%		+40%	
Voiture passager	+9%		+58%		+19%	
Deux RM	+7%		(-52%)		(+11%)	
Train	+22%		+76%		+18%	
Autres transports publics	+3%		+200%		0%	
Marche	+2%		(+227%)		(+85%)	
Vélo	+18%		+82%		(+11%)	
Avion	(+351%)		(+9%)		+50%	
Autre (incl. sans réponse)	(-7%)		(+154%)		(+30%)	
Total	+7%		+68%		+31%	

Figurent entre parenthèses les valeurs se basant sur des effectifs faibles.

En termes de parts modales selon le nombre de déplacements et voyages effectués, on observe une **constance des différents modes entre 2010 et 2015 et cela pour chacun des 3 types de mobilité** ; aucune des parts modales n'enregistre de variation supérieure à 2% en 5 ans, à l'exception de l'avion qui gagne 3 points de parts modales dans les voyages avec nuitées.

Tableau n° 6 : Répartition modale des déplacements, des voyages d'une journée et des voyages avec nuitées effectués par les vaudois en Suisse et à l'étranger en 2010 et 2015

	Mobilité quotidienne		Mobilité occasionnelle			
	Déplacements		Voyages d'une journée		Voyages avec nuitées	
	2010	2015	2010	2015	2010	2015
Voiture conducteur	40%	41%	43%	41%	21%	22%
Voiture passager	11%	12%	28%	27%	21%	19%
Deux RM	2%	2%	2%	1%	0%	0%
Train	4%	5%	15%	16%	14%	12%
Autres transports publics	8%	8%	4%	4%	5%	3%
Marche	32%	31%	1%	2%	0%	0%
Vélo	2%	2%	1%	1%	0%	0%
Avion	0%	0%	0%	0%	26%	29%
Autre (incl. sans réponse)	0%	0%	6%	8%	13%	13%

2.2. Les motifs de déplacements

Dans leur **mobilité au quotidien**, l'ensemble des déplacements effectués par les vaudois a faiblement évolué entre 2010 et 2015, comme cela a été dit précédemment. En revanche, on observe que pour certains motifs spécifiques, des variations significatives sont à relever. S'agissant des **déplacements des personnes pour accéder à leur activité** – travail et formation – on constate une **faible réduction en 5 ans**, respectivement -5% et -1%. En revanche, **la mobilité dans le cadre direct de l'activité professionnelle a fortement augmenté (69%)** sur la période, bien qu'elle reste minoritaire en termes absolus. **L'ensemble des autres motifs a connu une croissance comprise entre 10% et 15% entre 2010 et 2015.**

Tableau n° 7 : Nombre annuel moyen de déplacements, de voyages d'une journée et de voyages avec nuitées effectués par les vaudois en Suisse et à l'étranger en 2010 et 2015, selon les motifs

	Mobilité quotidienne		Mobilité occasionnelle			
	Déplacements		Voyages d'une journée		Voyages avec nuitées	
	2010	2015	2010	2015	2010	2015
Travail	266	253	-	-	-	-
Formation	97	95	0.3	0.1	0.1	0.1
Dépl professionnel	30	51	0.6	1.2	0.2	0.3
Achats et services	253	280	0.3	0.4	0.0	0.0
Accompagnement	92	106	-	-	-	-
Visites	57	61	1.8	3.5	0.6	0.9
Restaurants et bars	64	74	0.2	0.5	0.0	0.0
Autres loisirs	345	362	3.6	5.3	1.3	1.7
Autres motifs	1	1	0.4	1.0	0.3	0.4
Total	1'204	1'283	7.1	12.0	2.5	3.3

Concernant les **motifs de la mobilité occasionnelle**, on observe une croissance généralisée de la quasi-totalité des motifs, tant dans les voyages d'une journée que dans les voyages avec nuitées. Le **motif formation est celui connaissant la plus forte baisse** avec respectivement -49% et -14% pour les 2 types de voyages. Notons toutefois que les voyages effectués dans ce cadre sont très minoritaires en termes absolus. Inversement, **les visites et les « autres loisirs »** enregistrent les **croissances les plus importantes** de même qu'ils représentent une part importante de l'ensemble des déplacements effectués en 2010 et 2015 – respectivement 75% et 73% pour les voyages d'une journée et 76% pour les 2 années pour les voyages avec nuitées.

Pour les voyages d'une journée en 2015 : plus de 50% des déplacements (5.9 sur 12) sont sur sol vaudois, sauf formation 72% en Suisse (hors Vaud). À noter que c'est "achats et services" qui est le motif avec la plus grande part à l'étranger avec 20%, les autres motifs sont tous en dessous de 10%. Pour les voyages avec nuitées, 76% sont des déplacements à l'étranger et 19% en Suisse (hors Vaud).

Tableau n° 8 : Croissance du nombre de déplacements, de voyages d'une journée et de voyages avec nuitées en Suisse et à l'étranger entre 2010 et 2015, selon le motif

	Mobilité quotidienne	Mobilité occasionnelle	
	Déplacements	Voyages d'une journée	Voyages avec nuitées
	Croissance 2010-2015	Croissance 2010-2015	Croissance 2010-2015
Travail	-5%	-	-
Formation	-1%	(-49%)	(-14%)
Dépl professionnel	+69%	+107%	(+35%)
Achats et services	+11%	(+19%)	(-50%)
Accompagnement	+15%	-	-
Visites	+9%	+91%	(+46%)
Restaurants et bars	+15%	(+118%)	(+55%)
Autres loisirs	+5%	+48%	+25%
Autres motifs	(+98%)	(+164%)	(+35%)
Total	+7%	+68%	+31%

Figurent entre parenthèses les valeurs se basant sur des effectifs faibles.

2.3. Les découpages du Canton de Vaud

a) Selon le découpage typologique

Au niveau du découpage typologique, **le nombre moyen de déplacements a conservé une homogénéité intercatégorielle entre 2010 et 2015**. En effet, la croissance observée à l'échelle du canton entier (+7%) se retrouve au sein de 4 types de territoire, bien qu'elle soit tout de même plus forte à Lausanne (+11%), et plus faible dans le périurbain et montagne (+3%). Cette tendance s'observe également s'agissant des voyages d'une journée ainsi que des voyages avec nuitées. Il convient cependant de relever les **croissances plus fortes du nombre de voyages d'une journée et de ceux avec nuitées** – respectivement +68% et +31% pour le canton dans son ensemble. **Lausanne** présente une croissance plus élevée que la moyenne de la mobilité quotidienne, mais plus faible que la moyenne s'agissant de la mobilité occasionnelle. Notons encore que pour « **centre principal et suburbain dense** », la croissance de chacun des types de mobilité est plus élevée que la moyenne cantonale.

Tableau n° 9 : Nombre moyen de déplacements, de voyages d'une journée et de voyages avec nuitées effectués par les résidents en 2010 et 2015 selon le découpage typologique

	Mobilité quotidienne		Mobilité occasionnelle			
	Déplacements		Voyages d'une journée		Voyages avec nuitées	
	2010	2015	2010	2015	2010	2015
Lausanne	1'221	1'353	7.6	12.0	2.8	3.0
Centre principal et suburbain dense	1'154	1'255	7.2	12.6	2.3	6.2
Centre secondaire et suburbain dispersé	1'230	1'301	7.1	12.9	2.3	3.5
Périurbain et Montagne	1'212	1'254	6.9	12.2	2.8	3.7
Canton de Vaud	1'204	1'283	7.1	12.0	2.5	3.3

Tableau n° 10 : Croissance des déplacements, voyages d'une journée et voyages avec nuitées effectués par les résidents entre 2010 et 2015 selon le découpage typologique et les agglomérations de résidence

	Mobilité quotidienne		Mobilité occasionnelle			
	Déplacements		Voyages d'une journée		Voyages avec nuitées	
	Croissance 2010-2015		Croissance 2010-2015		Croissance 2010-2015	
Lausanne	+11%		+58%		+7%	
Centre principal et suburbain dense	+9%		+75%		+170%	
Centre secondaire et suburbain dispersé	+6%		+82%		+52%	
Périurbain et Montagne	+3%		+77%		+32%	
Canton de Vaud	+7%		+68%		+31%	

b) Selon le découpage d'agglomérations

Concernant les **agglomérations**, les différences entre territoires sont plus importantes. De manière générale, les résidents de l'agglomération de Rivelac effectuent plus de déplacements et de voyages que leurs voisins du PALM (avec ou sans Lausanne), la seule exception étant le nombre de voyages avec nuitées en 2010. S'agissant des déplacements et des voyages d'une journée, les deux découpages du PALM ont connu des croissances légèrement plus importantes que Rivelac, entre 2010 et 2015, permettant ainsi une forme de **rattrapage**. En revanche, pour les voyages avec nuitées, Rivelac enregistre une croissance de 45%, contre 18% et 21% pour le PALM avec et Lausanne. Plus généralement, **le PALM présente des valeurs inférieures à celle du canton**, bien que l'inclusion de Lausanne permette de rehausser un peu celles-ci.

Tableau n° 11 : Nombre moyen de déplacements, de voyages d'une journée et de voyages avec nuitées effectués par les résidents en 2010 et 2015 selon les agglomérations de résidence

	Mobilité quotidienne		Mobilité occasionnelle			
	Déplacements		Voyages d'une journée		Voyages avec nuitées	
	2010	2015	2010	2015	2010	2015
PALM compact (sans Lausanne)	846	968	4.5	8.6	1.9	2.3
PALM compact (avec Lausanne)	979	1 102	5.5	10.5	2.2	2.6
Rivelac	1 195	1 242	9.3	14.3	2.2	3.2

Tableau n° 12 : Croissance des déplacements, voyages d'une journée et voyages avec nuitées effectués par les résidents entre 2010 et 2015 selon les agglomérations de résidence

	Mobilité quotidienne	Mobilité occasionnelle	
	Déplacements	Voyages d'une journée	Voyages avec nuitées
	Croissance 2010-2015	Croissance 2010-2015	Croissance 2010-2015
PALM compact (sans Lausanne)	+14%	+91%	+21%
PALM compact (avec Lausanne)	+13%	+91%	+18%
Rivelac	+4%	+54%	+45%

Si l'on rapporte ces éléments aux observations effectuées précédemment s'agissant des distances,

- La forte **croissance des distances parcourues** par les résidents de **Lausanne** entre 2010 et 2015 **ne se retrouve pas s'agissant du nombre de déplacements et de voyages effectués**, Lausanne présentant généralement des valeurs inférieures aux catégories typologiques.
- On peut donc en conclure que les **distances par déplacement et/ou par voyage ont significativement augmenté** pour les résidents lausannois ;

Tableau n° 13 : Distance moyenne totale par déplacements et croissance entre 2010 et 2015, selon le type de mobilité pour les résidents du Canton de Vaud et pour les seuls résidents du PALM compact, en [km]

		Mobilité quotidienne	Mobilité occasionnelle	
		Déplacements	Voyages d'une journée	Voyages avec nuitée
Canton de Vaud	2010	10.5	162	2'293
	2015	12.4	130	2'824
	Delta	+18%	-20%	+23%
PALM compact	2010	9.7	193	2'409
	2015	12.2	124	3'529
	Delta	+26%	-36%	+46%

Sans distinction du territoire sur lequel s'effectuent les déplacements et les voyages, les distances moyennes totales des résidents du Canton de Vaud et celles des résidents du PALM ont augmenté pour tous les types de mobilité sur la période. De la même manière, le nombre de déplacements et de voyages (d'une journée et avec nuitée) a augmenté entre 2010 et 2015 pour ces 2 populations. Pour autant, la croissance des distances est découplée de celle du nombre de déplacements, de sorte que les distances moyennes par déplacement et par voyage ont enregistré des variations différenciées.

En 2015, les résidents du PALM parcourent des distances moyennes par déplacement et par voyage d'une journée plus courtes que celles de l'ensemble des vaudois. En revanche, la distance moyenne par voyage avec nuitée est plus grande, alors que l'écart était faible en 2010. La croissance de cette distance moyenne entre 2010 et 2015 est d'ailleurs 2 fois plus grande pour les résidents du PALM (+46%) que pour l'ensemble du Canton (+23%). Également, en 2010, les résidents du PALM parcouraient des distances moyennes par voyage d'une journée plus élevées que pour l'ensemble des vaudois. En 2015, ce sont les résidents du PALM qui parcourent les distances moyennes les plus courtes pour les voyages d'une journée, avec une décroissance près de 2 fois celle de l'ensemble du Canton (-36% contre -20%).

Ainsi, pour les résidents du Canton comme pour les résidents du PALM, la distance moyenne par déplacement dans le cadre de la mobilité quotidienne ainsi que la distance moyenne par voyage avec nuitée ont augmenté en 5 ans. En revanche, la distance moyenne par voyage d'une journée s'est réduite sur la période. En termes de distance moyenne par déplacement, les résidents du PALM affichent une tendance similaire à celle de l'ensemble du Canton, mais plus marquée ; **la mobilité quotidienne et les voyages avec nuitée enregistrent une croissance plus forte, tandis que les voyages d'une journée se caractérisent par une décroissance plus forte des distances moyennes parcourues.**

2.4. Distance moyenne par déplacement et voyage selon le motif

Chacun des 3 types de mobilité est avant tout motivé par la recherche de satisfaction d'un besoin par les personnes, soit le besoin de se déplacer pour accomplir un motif. C'est la distance spatiale à franchir pour satisfaire ces besoins qui va constituer la mobilité. En cela, il s'agit d'analyser l'évolution qu'ont connues les distances moyennes de déplacements pour les différents motifs et selon les différents types de mobilité.

Tableau n° 14 : Distance moyenne parcourue par déplacement et voyage et croissance entre 2010 et 2015, selon le motif de déplacement et le type de mobilité, pour l'ensemble des résidents du Canton de Vaud

		Mobilité quotidienne			Mobilité occasionnelle					
		Déplacements			Voyages d'une journée			Voyages avec nuitée		
		Nombre	Distance	Distance moyenne	Nombre	Distance	Distance moyenne	Nombre	Distance	Distance moyenne
Travail	2010	266	3'717	14.0	-	-	-	-	-	-
	2015	253	3'599	14.3	-	-	-	-	-	-
	Delta %	-5%	-3%	+2%	-	-	-	-	-	-
Formation	2010	97	550	5.7	0.3	39	154	0.1	103	1'719
	2015	95	697	7.3	0.1	13	102	0.1	93	1'809
	Delta %	-1%	+27%	+28%	-49%	-66%	-34%	-14%	-10%	+5%
Déplacement Professionnel	2010	30	853	28.4	0.6	187	332	0.2	708	3'647
	2015	51	1'146	22.6	1.2	314	270	0.3	1'015	3'886
	Delta %	+69%	+34%	-21%	+107%	+68%	-19%	+35%	+43%	+7%
Achats et services	2010	253	1'786	7.1	0.3	42	122	0.0	12	630
	2015	280	1'931	6.9	0.4	35	86	0.0	5	557
	Delta %	+11%	+8%	-3%	+19%	-17%	-30%	-50%	-55%	-11%
Accompagnement	2010	92	817	8.9	-	-	-	-	-	-
	2015	106	1'193	11.3	-	-	-	-	-	-
	Delta %	+15%	+46%	+27%	-	-	-	-	-	-
Visites	2010	57	560	9.9	1.8	272	151	0.6	1'354	2'325
	2015	61	747	12.2	3.5	411	119	0.9	2'496	2'929
	Delta %	+9%	+33%	+23%	+91%	151%	-21%	+46%	+84%	+26%
Restaurants et bars	2010	64	649	10.2	0.2	22	92	0.0	9	1'014
	2015	74	1'018	13.8	0.5	35	68	0.0	6	452
	Delta %	+15%	+57%	+36%	+118%	+60%	-27%	+55%	-31%	-55%
Autres loisirs	2010	345	3'721	10.8	3.6	599	168	1.3	3'556	2'696
	2015	362	5'520	15.3	5.3	749	142	1.7	5'607	3'393
	Delta %	+5%	+48%	+41%	+48%	+25%	-16%	+25%	+58%	+26%
Autres motifs	2010	1	-	-	0.4	2	4	0.3	0	1
	2015	1	3	1.9	1.0	-	-	0.4	24	56
	Delta %	+98%	-	-	+164%	-100%	-100%	+35%	+11119%	+8191%
Total	2010	1'204	12'651	10.5	7.1	1'161	162	2.5	5'742	2'293
	2015	1'283	15'854	12.4	12.0	1'556	130	3.3	9'246	2'824
	Delta %	+7%	+25%	+18%	+68%	+34%	-20%	+31%	+61%	+23%

Dans le cadre de la mobilité quotidienne, **la distance moyenne par déplacement a cru de +18% entre 2010 et 2015, passant de 10.5 [km] à 12.4 [km]**. La quasi-totalité des motifs a connu une croissance de la distance moyenne par déplacement, **à l'exception notable des « déplacements professionnels » (-21%)**, ainsi que des « achats et services » (-3%) dans une moindre mesure. S'agissant des déplacements professionnels, le recul de la distance moyenne s'explique par une croissance plus rapide (+69%) du nombre de déplacements que des distances totales parcourues (+34%). Pour autant, les distances totales parcourues dans le cadre des « déplacements professionnels » ne représentent que 8% de l'ensemble de la mobilité quotidienne en 2015, ainsi, au total, on constate toute de même une croissance généralisée des

distances parcourues dans le cadre de ce type de mobilité (+25%). Notons que dans les déplacements quotidiens, les **loisirs**¹⁷ représentent 47% des déplacements et 53% des distances parcourues, avec une croissance de +8% du nombre et de +48% des distances entre 2010 et 2015, tandis que la distance moyenne par déplacement augmente de +36%, passant de 10.3 à 14.1 [km]. Il y a donc une intensification de la mobilité dans le cadre de ces motifs, avec des déplacements plus fréquents et à plus grande distance.

Contrairement à la mobilité quotidienne, on constate que **dans le cadre des voyages d'une journée, il y a une réduction généralisée des distances moyennes par voyage (-20%), qu'il s'agisse de l'ensemble des voyages ou des différents motifs pris individuellement.** Les motifs « formation » (-66%) et « achats et services » (-17%) sont les seuls pour lesquels les distances totales ont décliné, de sorte que ce sont également ces motifs qui enregistrent la plus forte décroissance des distances moyennes par voyage, le nombre de voyages ne s'étant que faiblement réduit ou ayant cru sur la période. Pour autant, le nombre total de **voyages d'une journée ainsi que les distances y étant associées et cru entre 2010 et 2015.** La réduction de la distance moyenne traduit donc seulement une croissance plus rapide du nombre de déplacements que des distances totales : on se déplace plus souvent, mais un peu moins loin à l'échelle d'une personne. Pour autant, **cela n'implique pas que l'impact global et moindre, au contraire.**

Finalement, dans le cadre des voyages avec nuitée, **on observe là aussi une croissance de la distance moyenne par voyage, avec +23% – en moyenne +530 [km] par voyage – entre 2010 et 2015** indistinction faite des différents motifs. Les motifs « visite » et « autres loisirs » sont ceux enregistrant les croissances les plus importantes (+26% pour chacun), de plus, ce sont également ces motifs pour lesquels les distances moyennes sont les plus grandes, tant en 2010 qu'en 2015. Les reculs les plus importants concernent les motifs « restaurants et bars » (-55%) et « achats et services » (-11%), qui sont également les motifs pour lesquels les distances moyennes sont les plus faibles. La croissance de la distance moyenne par voyage avec nuitée traduit la même chose que pour les déplacements quotidiens : **en moyenne, on se déplace plus souvent (+31% par année) et surtout plus loin (+61%) dans le cadre de ces voyages.**

¹⁷ On regroupe dans cette méta-catégorie les motifs suivants : Accompagnement, visites, restaurants et bars et autres loisirs

Partie 2

La consommation énergétique et les émissions de polluants liées à la mobilité annuelle des Vaudois

1. Portrait de la consommation énergétique et des émissions polluantes liées à la mobilité annuelle des vaudois

1.1. Résultats généraux pour le Canton de Vaud entier

En 2015, un résident vaudois moyen a consommé **6.4 [GJ] d'énergie** pour l'ensemble de sa mobilité annuelle. Ce faisant, ont été émis **4.3 tonnes de gaz à effet de serre** (en équivalent CO₂) ainsi que **11 [kg] d'oxyde d'azote** et **0.9 [kg] de particules fines (PM10)**.

Dans la perspective d'une société plus sobre en termes de consommation énergétique, la Suisse a identifié la valeur de 2'000 [W] comme constituant un objectif dans le cadre des politiques publiques¹⁸. En **2010**, la seule mobilité annuelle d'un vaudois moyen nécessitait déjà une puissance de **1'545 [W]**, soit un peu plus des trois quarts de l'objectif ci-dessus. Pour 2015, cette valeur s'est établie à **2'029 [W]**, de par la croissance des distances parcourues hors territoire vaudois principalement, comme cela a été montré précédemment. **Ainsi, en 2015, la consommation énergétique dédiée au secteur de la mobilité dépasse à lui seul l'objectif des 2'000 [W]**. Le concept de « Société à 2000 watts » établit également un objectif en termes **d'émissions de GES, avec 1 tonne par personne et par an**. L'objectif est ici encore plus éloigné puisque la seule mobilité des vaudois équivaut à **4.3 fois cet objectif en 2015**¹⁹.

Tableau n° 15 : Consommation énergétique et émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne d'un résident vaudois

Canton de Vaud		Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	2010	22'467	36'263	48'708
	2015	19'763	42'166	63'974
Émissions CO ₂ [kg]	2010	1'325	2'138	3'104
	2015	1'161	2'663	4'349
Émissions NO _x [g]	2010	2'583	4'143	7'063
	2015	2'374	6'148	11'173
Émissions PM ₁₀ [g]	2010	463	736	851
	2015	405	747	957

¹⁸ L'objectif de 2'000 [W] devrait être atteint en 2100 selon le concept de « Société à 2000 watts ». Notons que cet objectif se réfère bien à la consommation d'énergie primaire, soit la même notion qu'utilisée dans cette étude.

¹⁹ Selon l'[OFEN](#), en 2017, le secteur des transports était responsable de 32% des émissions de CO₂ pour la Suisse. Ce chiffre ne prend toutefois pas en compte les émissions liées au trafic aérien international qui sont hors du protocole de Kyoto. Ainsi, le secteur des transports représenterait plutôt 40% à 50% du total avec la prise en compte de l'avion.

Tableau n° 16 : *Variation de la consommation énergétique, des émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne et distances annuelles moyennes parcourues par un résident vaudois entre 2010 et 2015*

Canton de Vaud	Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	-12%	16%	31%
Émissions CO2 [kg]	-12%	25%	40%
Émissions NOx [g]	-8%	48%	58%
Émissions PM10 [g]	-13%	1%	12%
Distances annuelles [km]	-8%	+22%	+36%

Sur **sol vaudois**, la répartition modale en termes de distances ne s'est que faiblement modifiée en 5 ans à l'exception d'un **faible report des TIM vers le train et les modes doux**. Ces derniers étant moins consommateur d'énergie, cela explique une réduction de la consommation énergétique plus grande que la réduction des distances. Ce **phénomène permet également d'expliquer la réduction également plus grande des émissions de gaz à effet de serre ainsi que de particules fines**. En revanche, s'agissant des oxydes d'azote, **l'augmentation des coefficients d'émission entre 2010 et 2015** pour la voiture a pour effet de réduire le phénomène ci-dessus, de sorte que **la réduction des émissions de NOx est moindre que celle des distances parcourues**.

Si l'on intègre ensuite **l'ensemble du sol suisse**, on constate une **croissance généralisée de l'impact environnemental de la mobilité annuelle des vaudois entre 2010 et 2015**, à l'exception des émissions de PM10. De plus, cette croissance ne s'explique pas seulement par la croissance des distances parcourues (+22%), mais également par les **évolutions de la répartition modale**. En effet, les distances en voiture conducteur ont stagné sur la période tandis que celles en avion ont très fortement augmenté : +1'049%. Ce faisant la part modale des TIM s'est réduite de -14 points tandis que celle de l'avion a augmenté de +18 points. Vis-à-vis des TIM, l'avion consomme en moyenne moins d'énergie, émet un peu moins de CO2, beaucoup moins de particules fines, mais beaucoup plus de NOx. Ainsi, compte tenu de ces éléments, **la croissance de la part modale de l'avion parallèlement à la croissance généralisée des distances permet d'expliquer les croissances différenciées des indicateurs par rapport à celle des distances :**

- Croissance moins importante de l'énergie consommée, l'avion ayant un coefficient plus faible que celui des TIM ;
- Croissance plus importante des émissions de CO2 car l'impact de l'avion est plus proche de celui des TIM que pour l'énergie et que globalement, les distances ont cru ;
- Croissance beaucoup plus forte des émissions de NOx de par l'impact beaucoup plus fort de l'avion par rapport au TIM ;

- Croissance négative (-2%) des émissions de particules fines, le trafic routier étant le principal responsable et les distances de ces modes ont stagné parallèlement aux progrès techniques.

Finalement, au niveau de la **mobilité totale (sur sol suisse et étranger)** des résidents vaudois, on constate essentiellement les **mêmes évolutions structurelles que pour le seul sol suisse, à l'exception de l'évolution des émissions de particules fines**. Alors que la répartition modale connaît une évolution similaire à ce qu'observé pour le sol suisse (-9 points pour la voiture en tant que conducteur et +17 points pour l'avion), la croissance des distances par mode évolue pour sa part différemment. En effet, **les distances parcourues en voiture sont restées stables (+5%) tandis que celles en avion ont cru moins fortement que pour le sol suisse (+136% contre +1'049%)**. Ainsi, la stagnation des distances en voiture et l'augmentation des distances en avion ne sont pas compensées par la baisse du coefficient de PM10 des TIM de sorte que cet indicateur connaît malgré tout une faible croissance sur la période (+2%).

1.2. Selon le type de mobilité et le territoire de référence

Pour les différents indicateurs environnementaux, **ce sont clairement la mobilité quotidienne sur sol suisse (y compris vaudois) ainsi que les voyages avec nuitées à l'étranger qui induisent le plus grand impact environnemental de par les distances parcourues**.

En 2015, pour l'ensemble des résidents vaudois, la mobilité quotidienne sur territoire vaudois constitue 27% des distances parcourues, la mobilité quotidienne en Suisse (hors VD) représente 31% tandis que les voyages avec nuitées à l'étranger participent à hauteur de 35% de l'ensemble des distances parcourues. Ainsi, **ces trois secteurs représentent 93% de l'ensemble des distances parcourues**. Il convient toutefois de noter qu'entre 2010 et 2015, **dans le cadre de la mobilité quotidienne, les distances parcourues sur sol vaudois se sont réduites de -10% tandis que celles en Suisse (hors VD) ont augmenté de 77%. Encore, les distances parcourues dans le cadre des voyages avec nuitées à l'étranger ont enregistré une croissance de +69%**. Sur la base de cette structure de répartition des distances et de son évolution sur la période, il convient donc d'observer les différences existant selon les 4 indicateurs de référence.

Comparativement aux distances, la consommation d'énergie primaire évolue de manière découplée des distances, selon les différents types de mobilité. En effet, **la mobilité quotidienne connaît une croissance plus faible de l'énergie consommée que la croissance des distances**. En revanche, s'agissant de la mobilité occasionnelle, et plus particulièrement des **voyages avec nuitées, la croissance de l'énergie consommée se révèle cette fois-ci plus élevée que celle des distances**. Cette tendance contraire s'explique principalement par la répartition modale des 2 types de mobilité. S'agissant de la mobilité quotidienne, un report modal

s'effectue des TIM vers les TP de sorte que la consommation d'énergie se réduit. En revanche, s'agissant de la mobilité occasionnelle, la très forte croissance de la part modale de l'avion a pour conséquence une croissance plus élevée de l'énergie consommée.

Figure n° 12 : Évolution de la consommation d'énergie annuelle moyenne selon le type de mobilité et le territoire de référence entre 2010 et 2015

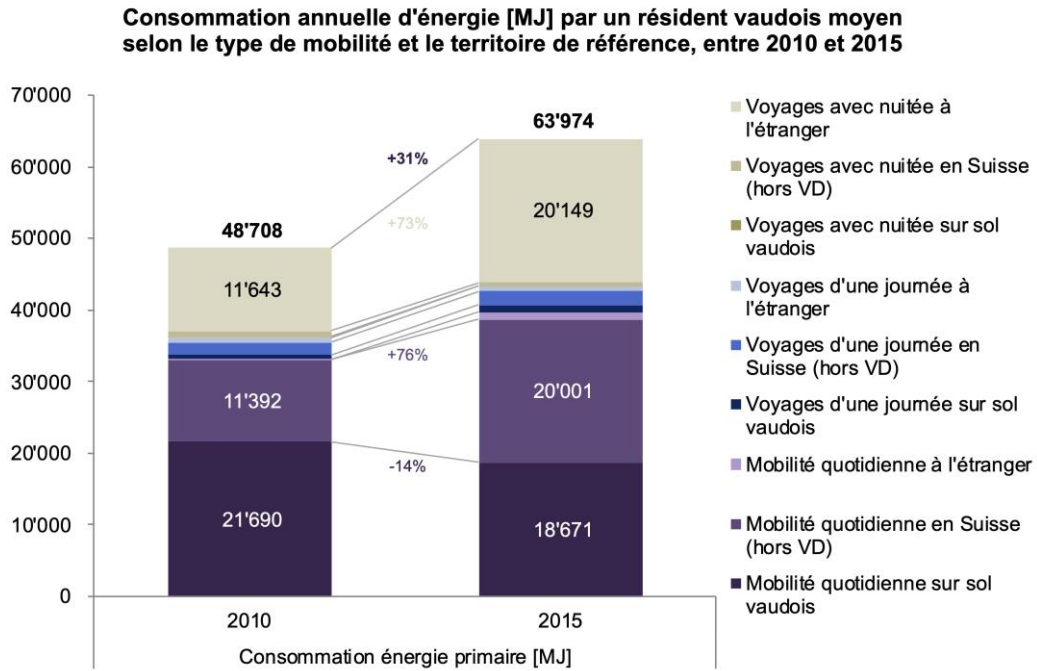


Figure n° 13 : Évolution des émissions annuelles de gaz à effet de serre selon le type de mobilité et le territoire de référence entre 2010 et 2015

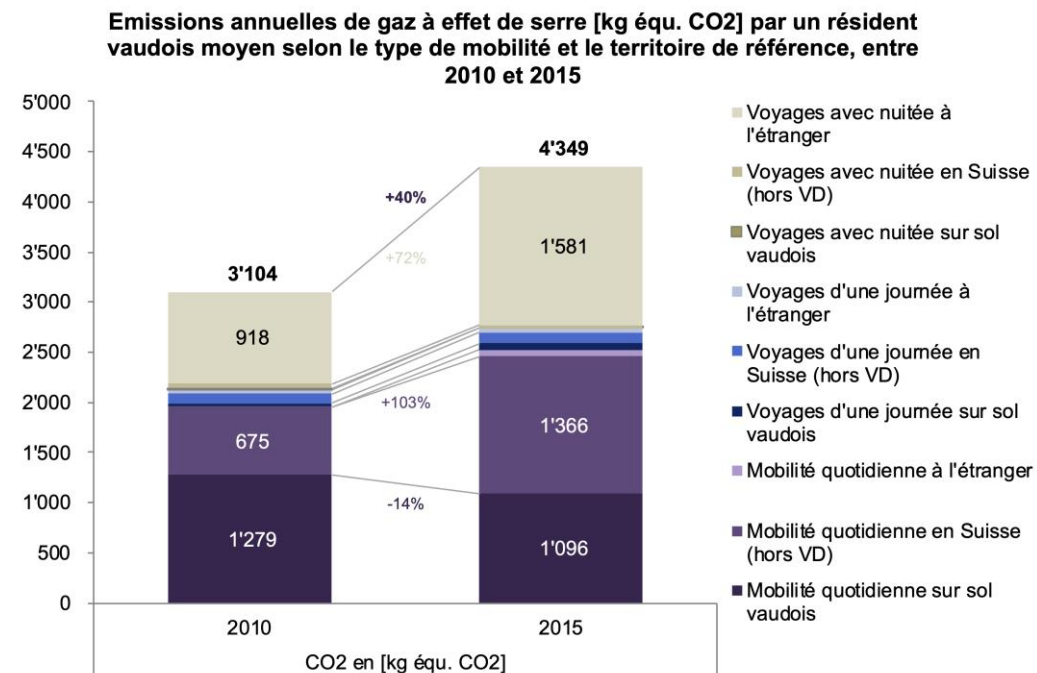


Figure n° 14 : Évolution des émissions annuelles d'oxydes d'azote selon le type de mobilité et le territoire de référence entre 2010 et 2015

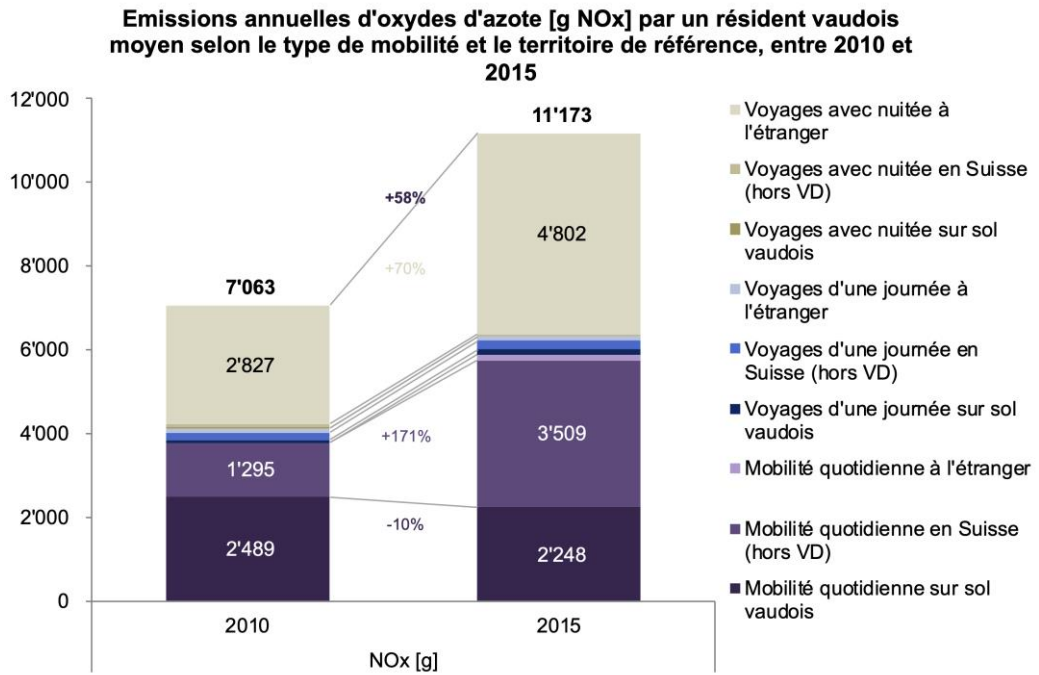
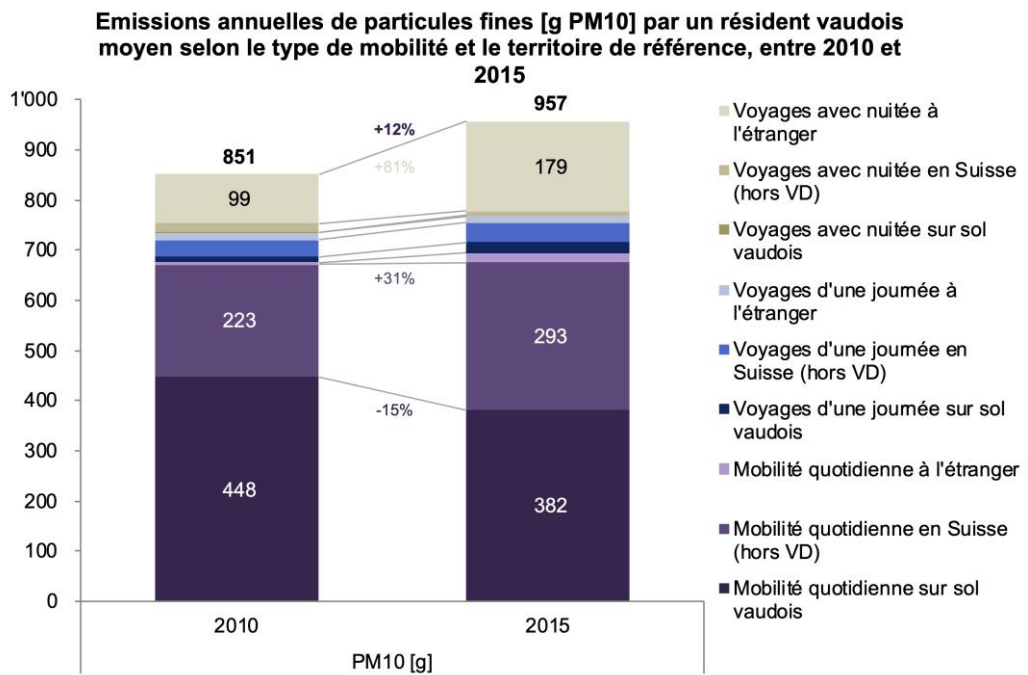


Figure n° 15 : Évolution des émissions annuelles de particules fines selon le type de mobilité et le territoire de référence entre 2010 et 2015



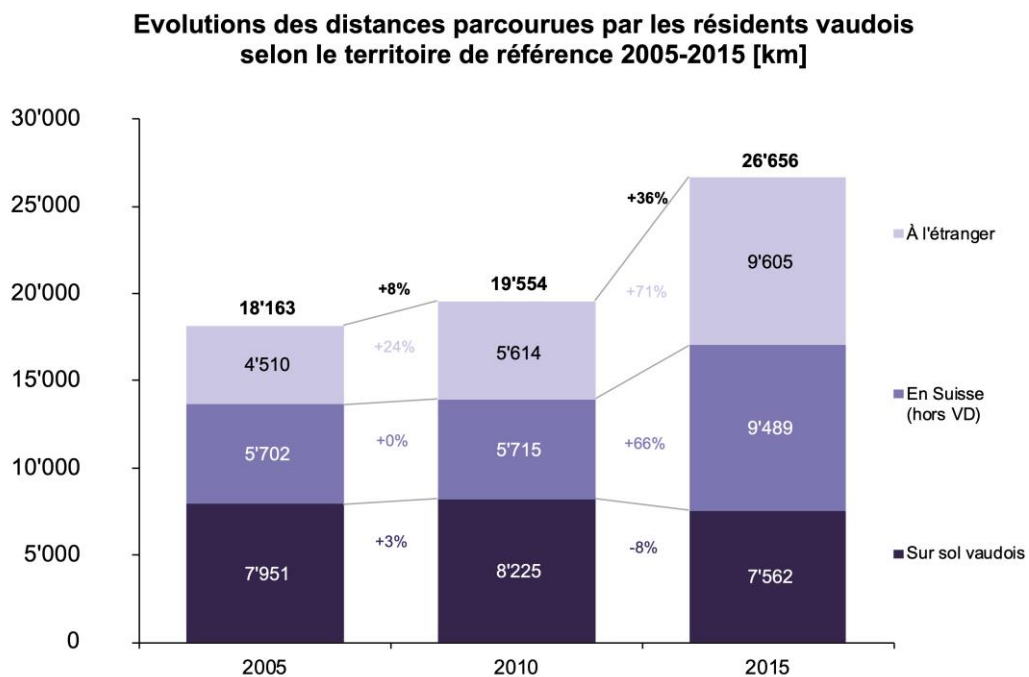
Sur la base des 4 graphiques ci-dessus, on constate des croissances différenciées des différents indicateurs. Une fois de plus, cela s'explique principalement par la répartition modale au sein des différents types de mobilité. Ainsi, en termes de **particules fines**, la croissance totale se révèle plus faible que pour les autres indicateurs : l'avion étant faiblement émetteur de PM10, sa forte croissance entre 2010 et 2015 ne se constate que faiblement s'agissant de cet indicateur. En revanche, cette dernière se montre très marquée s'agissant des **émissions d'oxydes d'azote** dont l'avion est cette fois-ci très émetteur.

1.3. Comparaison avec l'année 2005

a) Évolution des distances parcourues

La période 2005-2010 se distingue de la période 2010-2015 à plusieurs égards du point de vue des distances parcourues. Premièrement, les distances totales parcourues ont cru de manière plus marquée entre 2010 et 2015 qu'entre 2005 et 2010, avec des croissances de respectivement +36% et +8%. Il y a donc une intensification générale de la mobilité, s'agissant des distances parcourues, depuis 2005.

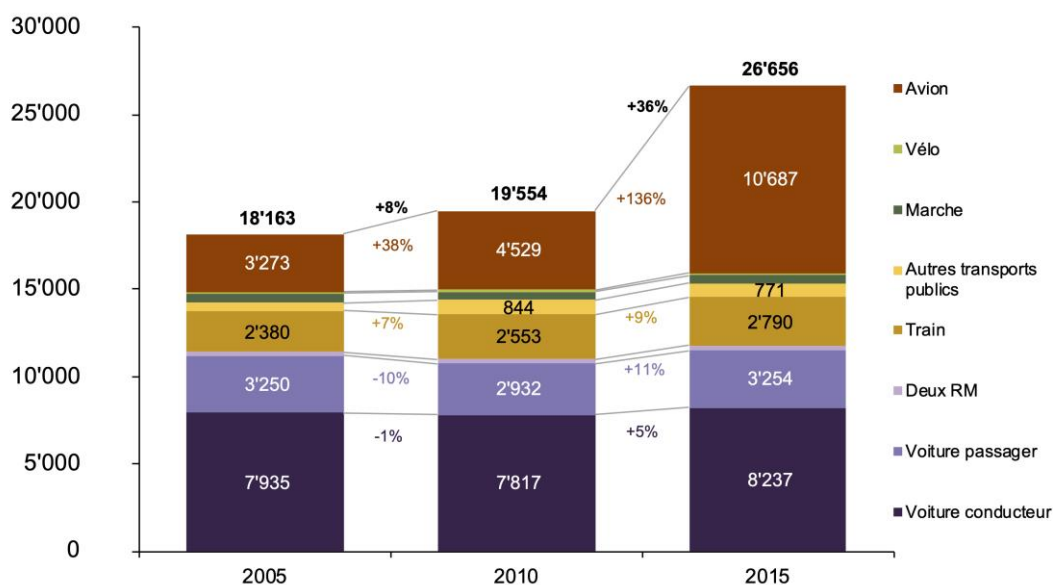
Figure n° 16 : Évolution des distances parcourues par les résidents vaudois, selon le territoire de référence



D'un point de vue structurel, ces croissances différenciées entre les 2 périodes révèlent elles aussi des différences notoires. En effet, entre 2005 et 2010, la croissance totale est essentiellement alimentée par la croissance des distances parcourues à l'étranger, qui représentent à elles seules 80% de la croissance totale des distances, contre 20% pour les distances sur sol vaudois, qui ne croissent que de +3%. En revanche, entre 2010 et 2015, l'augmentation des distances parcourues à l'étranger représente 56% du total, le reste étant alimenté par les distances en Suisse (hors VD). Pour autant, en termes absolus, on constate une forte intensification de la mobilité des vaudois entre 2010 et 2015, avec une croissance totale de +7'102 [km], dont +3'991 [km] pour les distances à l'étranger et +3'774 [km] pour les distances en Suisse (hors VD) et -663 [km] pour les distances sur territoire vaudois, contre respectivement +1'391 [km], +1'104 [km], +13 [km] et +274 [km] pour la période précédente.

Figure n° 17 : Évolution des distances parcourues par les résidents vaudois, selon le mode de déplacement

Évolutions des distances parcourues par les résidents vaudois selon le territoire de référence et le mode 2005-2015 [km]



En termes de répartition modale, notons que les TIM ont connu un recul entre 2005 et 2010 qui a été compensé durant la période 2010-2015 pour finalement s'établir plus haut en 2015 qu'en 2005. Le train a maintenu une croissance régulière des distances parcourues malgré une perte de part modale au profit de l'avion essentiellement. Ce dernier a pour sa part enregistré un renforcement de la croissance qui était déjà forte entre 2005 et 2010 (+38%), pour l'être plus encore entre 2010 et 2015 (+136%).

b) Évolution de l'impact environnemental

Dans le but d'observer les tendances sur une période plus longue que 2010-2015 au niveau du Canton de Vaud, la méthode agrégée de mesure de l'impact environnemental de la mobilité des vaudois a également été appliquée aux données de 2005 du MRMT.

Tableau n° 17 : Consommation énergétique et émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne d'un résident vaudois, entre 2005 et 2015

Canton de Vaud		Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	2005	21'321	35'731	46'098
	2010	22'467	36'263	48'708
	2015	19'763	42'166	63'974
Émissions CO2 [kg]	2005	1'258	2'103	2'898
	2010	1'325	2'138	3'104
	2015	1'161	2'663	4'349
Émissions NOx [g]	2005	2'352	3'895	6'198
	2010	2'585	4'145	7'063
	2015	2'374	6'148	11'173
Émissions PM10 [g]	2005	439	735	840
	2010	463	736	851
	2015	405	747	957

Ainsi, en 2005, un résident vaudois moyen consommait **4.6 [GJ] d'énergie primaire** dans le cadre de sa mobilité annuelle. Parallèlement, ce sont **2.9 tonnes de CO2, 6.2 [kg] d'oxydes d'azote et 0.84 [kg] de particules fines (PM10)** qui ont été émises sur une année. Si l'on se réfère une fois encore aux objectifs de la société à 2000 watts, cela représente **2.8 fois l'objectif en termes de GES et environ 3 quarts de l'objectif s'agissant de la consommation énergétique primaire (1'462 [W])**.

Tableau n° 18 : *Variation de la consommation énergétique, des émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne et distances annuelles moyennes parcourues par un résident vaudois entre 2005 et 2015*

Canton de Vaud		Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	Delta 2005-2010	+5%	+1%	+6%
	Delta 2010-2015	-12%	+16%	+31%
	Delta 2005-2015	-7%	+18%	+39%
Émissions CO ₂ [kg]	Delta 2005-2010	+5%	+2%	+7%
	Delta 2010-2015	-12%	+25%	+40%
	Delta 2005-2015	-8%	+27%	+50%
Émissions NO _x [g]	Delta 2005-2010	+10%	+6%	+14%
	Delta 2010-2015	-8%	+48%	+58%
	Delta 2005-2015	+1%	+58%	+80%
Émissions PM ₁₀ [g]	Delta 2005-2010	+6%	+0%	+1%
	Delta 2010-2015	-13%	+1%	+12%
	Delta 2005-2015	-8%	+12%	+14%
Distances annuelles [km]	Delta 2005-2010	+3%	+2%	+8%
	Delta 2010-2015	-8%	+22%	+36%
	Delta 2005-2015	-5%	+25%	+47%

S'agissant des évolutions sur **sol vaudois**, il convient premièrement de noter que la réduction observée entre 2010 et 2015 se révèle légèrement supérieure à la hausse ayant eu lieu entre 2005 et 2010, de sorte que **la réduction relative sur l'ensemble de la période 2005-2015 est moindre que pour la période 2010-2015**.

La réduction des distances entre 2005 et 2015 est plus faible que les autres indicateurs, de sorte qu'il y a un découplage s'expliquant principalement par l'évolution de la répartition modale. **En effet, en 10 ans, les TIM ont perdu 3 points de pourcentage au profit des TC, qui sont moins polluants et moins énergivores** ; en termes de distances totales parcourues, le train a cru de +8% sur la période et les autres TP de +32%, contre respectivement -5%, -7% et -11% pour la voiture conducteur et passager et les 2RM. Ce changement du point de vue de la structure modale des mobilités des vaudois permet d'expliquer que la réduction des distances parcourues est tendanciellement plus faible que la réduction de l'impact environnemental sur la même période.

Sur sol suisse, **les évolutions entre 2005 et 2010 puis entre 2010 et 2015 se sont cette fois-ci cumulées, et non pas compensées**, de sorte que la croissance entre 2005 et 2015 est plus forte que pour les périodes considérées individuellement. Cela étant, **on constate un découplage de la croissance de certains indicateurs relativement à celle des distances : les NO_x augmentent très fortement (+58%) tandis que les PM₁₀ croissent plus faiblement (+12%) entre 2005 et 2015**. Cela s'explique par le fait que la **croissance des distances est essentiellement alimentée par l'avion (82% du total)**, qui est un mode faiblement émetteur de PM₁₀, mais fortement émetteur d'oxyde d'azote.

Finalement, si l'on considère l'ensemble des distances parcourues (sol suisse et étranger), le mécanisme est similaire aux seules distances sur sol suisse : **la croissance des distances parcourues en avion articulée à la faible croissance des distances parcourues avec les autres modes a pour conséquence une forte augmentation des émissions d'oxydes d'azote et une croissance relativement faible des PM10. Parallèlement, la consommation énergétique et les émissions de CO2 restent en grande partie couplées à la croissance des distances.**

En conclusion, les éléments relevés s'agissant de la seule période 2010-2015 s'observent également sur la période 2005-2015 : **les vaudois se déplacent toujours plus loin (croissance des distances totales) et cela s'effectue principalement hors du territoire vaudois (décroissance des distances sur sol vaudois) et c'est l'avion qui connaît le succès le plus important dans cette augmentation des distances hors VD, puisque sa part modale ne cesse de croître, tant entre 2005 et 2010 qu'en 2010 et 2015.** Finalement, la principale différence entre les 2 périodes se situe au niveau de la mobilité quotidienne sur sol vaudois et respectivement sur sol suisse (hors VD) ; la première croissait faiblement entre 2005 et 2010, tandis qu'elle décroît sur la période 2010-2015, la seconde décroissait entre 2005 et 2010 et croît ensuite fortement entre 2010 et 2015.

Figure n° 18 : Évolution de la consommation d'énergie annuelle moyenne selon le type de mobilité et le territoire de référence entre 2005 et 2015

Consommation annuelle d'énergie [MJ] par un résident vaudois moyen selon le type de mobilité et le territoire de référence, entre 2005 et 2015

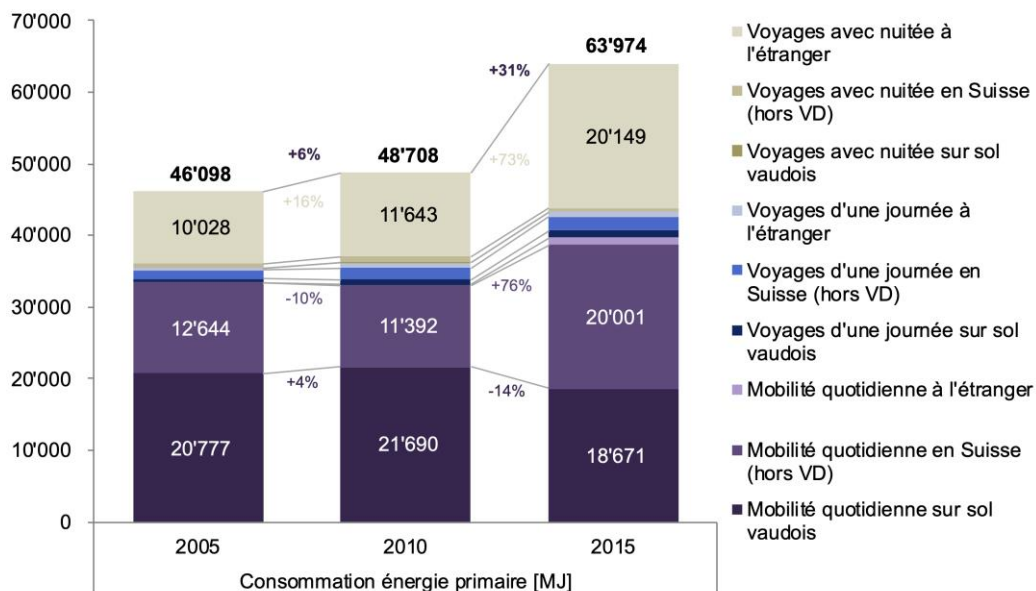


Figure n° 19 : Évolution des émissions annuelles de gaz à effet de serre selon le type de mobilité et le territoire de référence entre 2005 et 2015

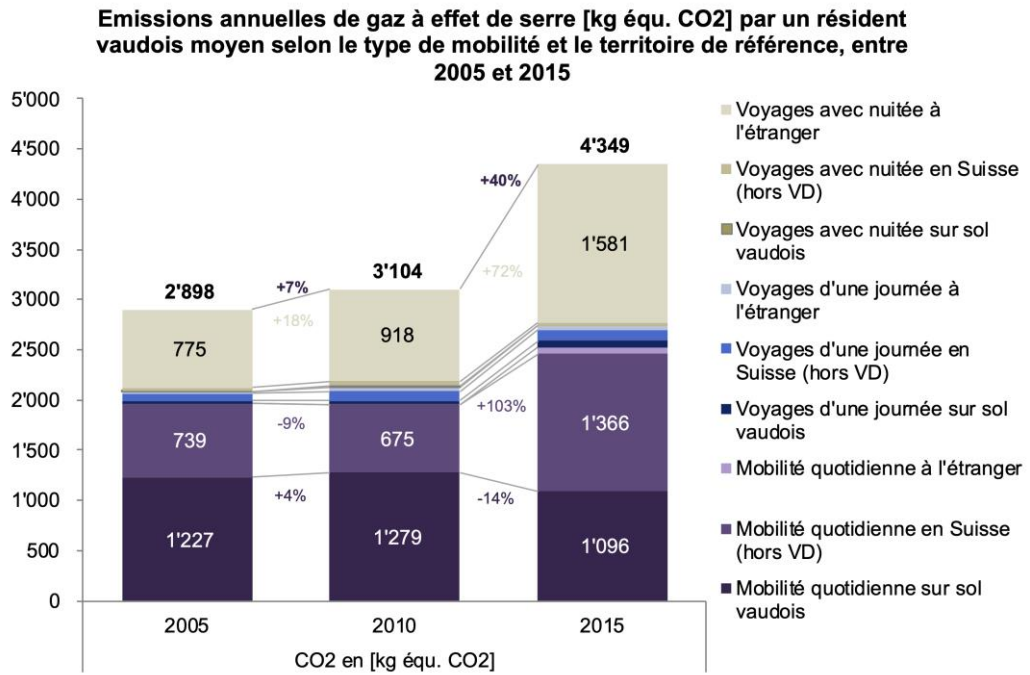


Figure n° 20 : Évolution des émissions annuelles d'oxydes d'azote selon le type de mobilité et le territoire de référence entre 2005 et 2015

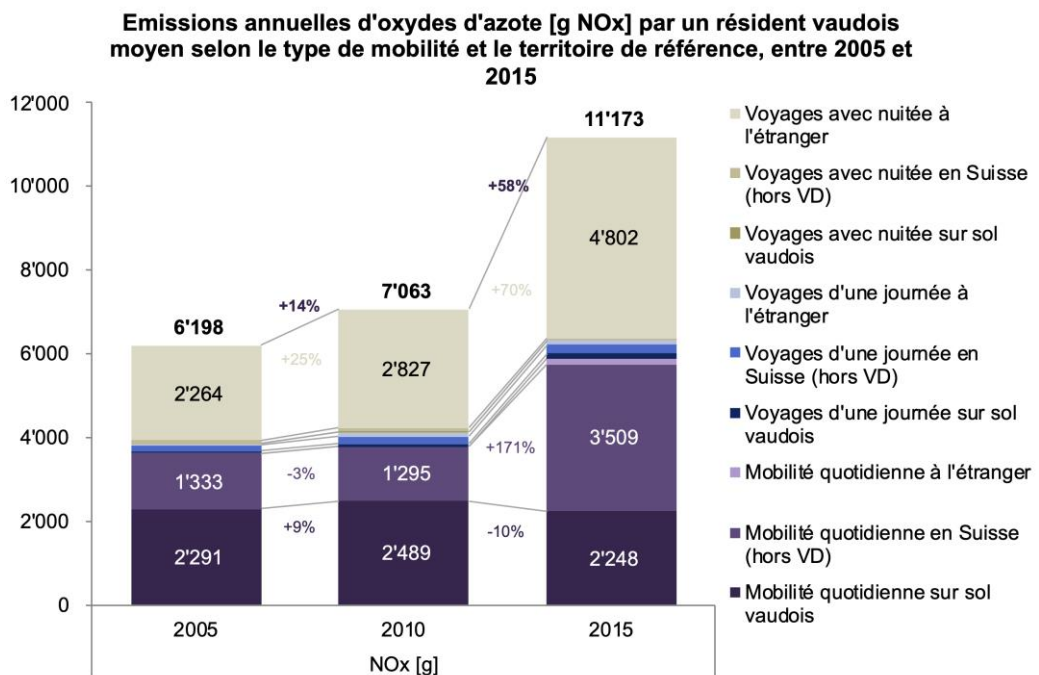
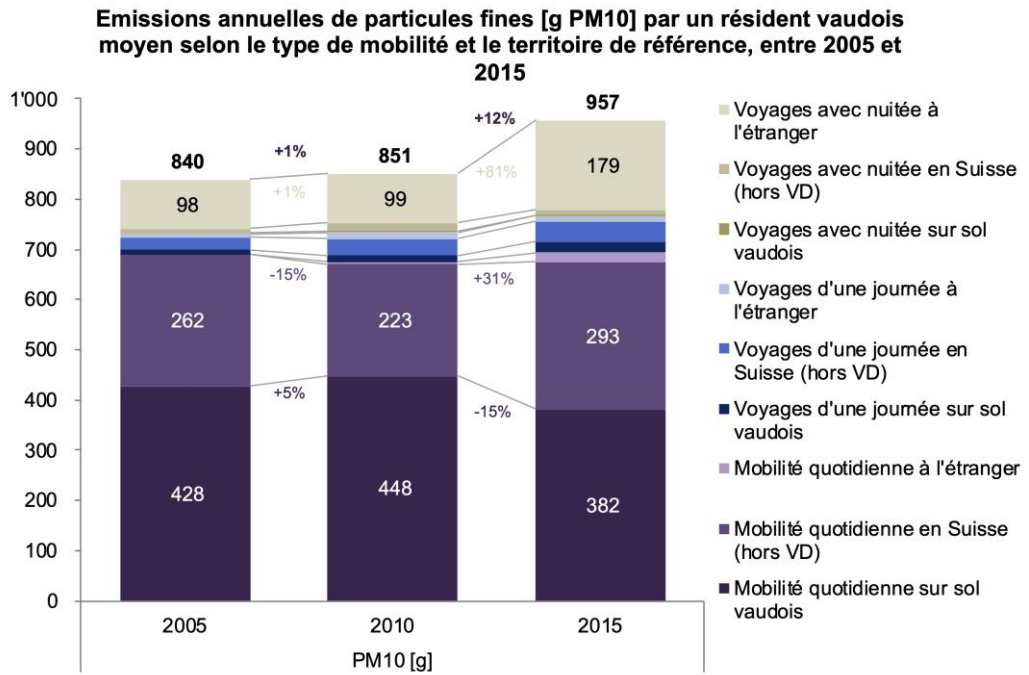


Figure n° 21 : Évolution des émissions annuelles de particules fines selon le type de mobilité et le territoire de référence entre 2005 et 2015



2. Résultats selon les différents découpages territoriaux de résidence

Nous nous concentrons, dans cette partie, sur la manière dont les pratiques de mobilité, et leur charge environnementale varient selon le territoire et ceci dans une double perspective, à la fois **typologique** (caractéristiques du territoire) et **institutionnelle** (agglomérations légales).

2.1. Lausanne

En 2015, comparativement au Canton de Vaud dans son ensemble, les **résidents lausannois** (16% des personnes-cibles en 2015) **ont une mobilité locale (sur sol vaudois) dont l'impact environnemental est moindre**. Cependant, malgré un meilleur bilan sur sol vaudois, le progrès entre 2010 et 2015 est moins marqué pour Lausanne qu'il ne l'est pour le canton entier (-1% de distances parcourues contre -8%). De plus, comme cela a été mentionné précédemment, les **distances parcourues uniquement à l'étranger** ont connu une croissance très importante entre 2010 et 2015 (+250% contre +71% pour Vaud) ainsi que dans une moindre mesure les distances en Suisse hors du territoire vaudois (+57% contre +66% pour Vaud). Ainsi, **les impacts environnementaux relatifs à ces territoires de référence (Suisse et étranger) ont également une croissance très importante**, bien que différenciée de par les modes utilisés comme nous allons le voir.

Sur le seul sol vaudois, l'évolution de la répartition modale est mineure ; report des autres TP vers le train à hauteur de 3 points de pourcentage des distances parcourues par mode. **Cette tendance permet d'expliquer la décroissance légèrement plus marquée de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂ par rapport à celle des distances de par un plus faible impact des trains par rapport aux autres TP**. De plus, la **réduction des distances en voiture permet de compenser l'augmentation des coefficients d'émissions de NO_x sur la période** de sorte que les émissions d'oxydes d'azote ont enregistré une décroissance de -4%. S'agissant des particules fines finalement, **la variation des coefficients d'émissions de la voiture et l'augmentation de la part modale du train vis-à-vis des TP permettent également d'expliquer une décroissance plus marquée des émissions de PM₁₀ par rapport à l'évolution des distances parcourues**.

Tableau n° 19 : Consommation énergétique et émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne d'un résident de Lausanne

Lausanne		Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	2010	14'530	22'761	30'768
	2015	13'695	26'590	57'321
Émissions CO2 [kg]	2010	846	1'289	1'877
	2015	793	1'597	4'049
Émissions NOx [g]	2010	1'962	2'790	4'618
	2015	1'883	3'922	11'481
Émissions PM10 [g]	2010	298	464	625
	2015	280	480	728

Tableau n° 20 : Variation de la consommation énergétique, des émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne et distances annuelles moyennes parcourues par un résident de Lausanne entre 2010 et 2015

Lausanne	Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	-6%	+17%	+86%
Émissions CO2 [kg]	-6%	+24%	+116%
Émissions NOx [g]	-4%	+41%	+149%
Émissions PM10 [g]	-6%	+4%	+17%
Distances annuelles [km]	-2%	+24%	+87%

Sur sol suisse (y compris vaudois), l'évolution structurelle principale repose dans la **réduction des parts modales de la voiture conducteur (-8%), de la voiture passager (-2%) et des autres TP (-3%) au profit de l'avion (+14%)**, de manière similaire à ce qui a été observé pour l'ensemble de résidents vaudois. Ainsi, les mêmes observations et éléments d'explication peuvent être mobilisés ici :

- Croissance moins importante de l'énergie consommée, l'avion ayant un coefficient plus faible que celui des TIM
- Croissance plus importante des émissions de CO2 car l'impact de l'avion est plus proche de celui des TIM que pour l'énergie et que globalement, les distances ont cru
- Croissance beaucoup plus forte des émissions de NOx de par l'impact beaucoup plus fort de l'avion par rapport au TIM
- Croissance plus faible que les distances des émissions de particules fines (+4%), le trafic routier étant le principal responsable et les distances de ces modes se sont réduites. Pour autant, la croissance des distances totales est trop importante pour observer une décroissance de cet indicateur comme dans le cas du Canton de Vaud.

Pour l'ensemble de la mobilité annuelle (sol suisse et étranger), entre 2010 et 2015, **seules les distances en autre TP ainsi qu'à pied ont enregistré une croissance négative**. Avec une croissance de +448%, l'avion représente 49% des distances parcourues par mode en 2015, soit

une augmentation de +33 points de part modale, dont -12 points à la voiture conducteur et -9 points au train malgré une croissance absolue des distances pour ces modes. Compte tenu de ces éléments, **la consommation globale d'énergie augmente plus que les distances**, du fait que ce sont les seuls modes connaissant une décroissance des distances sont ceux dont le coefficient de consommation énergétique est le plus faible (autres TP et marche). **Cela vaut également pour les émissions de CO2 et de NOx**, à cela près qu'il faut encore prendre en compte la croissance très importante des distances en avion qui est un mode fortement émetteur de CO2 et encore plus de NOx. Finalement, s'agissant des particules fines, **la croissance des distances TIM, principaux émetteurs de PM10, est plus faible que celle des distances totales**. En conséquence, la croissance de cet indicateur est moindre que celui des distances totales.

2.2. Centre principal et suburbain dense

Comparativement à Lausanne, la **mobilité locale** (sur sol vaudois) des résidents des communes des centres principaux et du suburbain dense (27% des personnes-cibles en 2015) a connu une **réduction plus significative entre 2010 et 2015 (-11%)**. En revanche, **la mobilité nationale (sur sol suisse) et internationale (sol suisse et étranger)** a connu une moindre **croissance en 5 ans**, respectivement +17% et +20% des distances.

Sur sol vaudois, la répartition modale n'a que très marginalement évolué entre 2010 et 2015, bien que la voiture en tant que conducteur et la voiture passager aient connu une décroissance des distances parcourues de respectivement -15% et -17%. Le train est passé de 17% à 19% de part modale sans que les distances parcourues ne varient. Les autres modes sont marginaux. Ainsi, **l'évolution de la consommation énergétique, celle des émissions de CO2 ainsi que de PM10 sont fortement liées à la variation des distances TIM**. S'agissant des émissions de NOx, les coefficients des TIM ont augmenté entre 2010 et 2015, ce qui explique une décroissance moindre que pour les autres indicateurs.

Tableau n° 21 : *Consommation énergétique et émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne d'un résident des communes des centres principaux ou du suburbain dense*

Centre principal et suburbain dense		Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	2010	18'620	31'899	48'579
	2015	15'833	35'466	56'615
Émissions CO2 [kg]	2010	1'085	1'866	3'176
	2015	919	2'132	3'749
Émissions NOx [g]	2010	2'125	3'614	7'519
	2015	1'899	4'632	9'409
Émissions PM10 [g]	2010	382	652	992
	2015	323	680	895

Tableau n° 22 : *Variation de la consommation énergétique, des émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne et distances annuelles moyennes parcourues par un résident des communes du centre principal et suburbain dense entre 2010 et 2015*

Centre principal et suburbain dense	Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	-15%	+11%	+17%
Émissions CO2 [kg]	-15%	+14%	+18%
Émissions NOx [g]	-11%	+28%	+25%
Émissions PM10 [g]	-15%	+4%	-10%
Distances annuelles [km]	-11%	+17%	+20%

Sur sol suisse (y compris vaudois), on assiste à une **croissance généralisée de tous les indicateurs, alimentée par la croissance des distances**, pour autant, ces croissances sont différenciées.

C'est d'abord l'avion qui enregistre la plus forte croissance des distances (+646% de distances et +8 points de part modale) puis le train (+25% de distances), tandis que la voiture en tant que conducteur ne croît que de +3% en termes de distances parcourues perdant ainsi -6 points de part modale. Ainsi, la **forte croissance des distances parcourues en train – modes faiblement consommateur d'énergie – permet d'expliquer une croissance plus faible de l'énergie consommée** par rapport à la croissance totale des distances (11% contre 17%). S'agissant des **émissions de CO2, le différentiel entre voiture et avion par rapport au train est moindre que s'agissant de la consommation énergétique** de sorte que l'augmentation des distances en train réduit la croissance des émissions de CO2, mais de manière moindre que dans le cas de la consommation énergétique. Comme précédemment, **les émissions de NOx présentent une croissance plus forte que celle des distances de par la forte croissance des distances en avion**. Finalement, s'agissant des particules fines, l'avion et le train en sont faiblement émetteur tandis que, comme dit précédemment, la voiture conducteur – fortement émettrice – n'a connu qu'une faible croissance des distances parcourues. Ainsi, la croissance des émissions se révèle relativement faible comparativement à la croissance des distances.

Du point de vue de la **mobilité annuelle totale**, l'avion enregistre cette fois-ci une croissance bien moindre que précédemment : +33% des distances parcourues et +3 points de part modale. En revanche, les TP connaissent proportionnellement une croissance importante des distances (+29% pour le train et +21% pour les autres TP) tout comme la voiture dans une moindre mesure (+12% pour voiture conducteur et +10% pour voiture passager). **La forte croissance des TP permet d'expliquer une croissance légèrement inférieure de la consommation d'énergie par rapport à celle des distances parcourues de même que pour la croissance des émissions de CO2**, bien que cette dernière soit un peu plus élevée de par le coefficient de l'avion. Comme observé précédemment, **la croissance des émissions de NOx s'explique essentiellement par la croissance des distances en avion** qui est supérieure à celle des distances totales. Inversement, **la décroissance des émissions de particules fines s'explique**

par la faible croissance des distances en TIM (comparativement à la croissance totale) au regard de la croissance de l'avion et des TP qui sont des modes faiblement émetteurs.

2.3. Centre secondaire et suburbain dispersé

Comme pour les découpages précédents, les résidents des communes des centres secondaires et du suburbain dispersé (28% des personnes-cibles en 2015) ont faiblement **réduit les distances parcourues dans le cadre de la mobilité locale** (territoire vaudois) : -6%. En revanche, s'agissant des **distances parcourues sur sol suisse, celles-ci ont cru plus fortement que pour les autres résidents de la typologie territoriale, avec une croissance de 49% en 5 ans.** Encore, les **distances sur sol suisse et étranger ont également connu une croissance significative de 50% entre 2010 et 2015.** C'est donc uniquement hors du territoire vaudois que la croissance des distances parcourues s'effectue.

Sur sol vaudois, on observe un **découplage des croissances de la consommation d'énergie, des émissions de CO2 et des émissions de PM10 par rapport à l'évolution des distances.** Alors que la voiture en tant que conducteur a connu une décroissance des distances parcourues de -12% (-6% pour voiture passager) passant de 58% à 54% de par modale, les distances en train ont cru de 21% gagnant ainsi 3 points de part modale. En revanche, il n'y a pas eu d'autre variation majeure en termes de répartition modale. S'agissant de la consommation énergétique et des émissions de CO2, la voiture – mode fortement impactant – réduit sa part modale au profit du train qui est un mode faiblement émetteur. Cela a **pour conséquence une décroissance plus importante de la consommation énergétique, des émissions de CO2 et de PM10 que celle des distances parcourues.** Notons cependant que du fait de la croissance du coefficient d'émission de NOx de la voiture, cette tendance est moins marquée pour cet indicateur.

Tableau n° 23 : *Consommation énergétique et émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne d'un résident des communes des centres secondaires ou du suburbain dispersé*

Centre secondaire et suburbain dispersé		Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	2010	23'914	37'713	48'339
	2015	20'996	53'232	69'812
Émissions CO2 [kg]	2010	1'412	2'209	3'022
	2015	1'232	3'519	4'800
Émissions NOx [g]	2010	2'679	4'141	6'605
	2015	2'510	8'610	12'407
Émissions PM10 [g]	2010	488	770	985
	2015	431	858	1'019

Tableau n° 24 : *Variation de la consommation énergétique, des émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne et distances annuelles moyennes parcourues par un résident des communes des centres secondaires et suburbain dispersé entre 2010 et 2015*

Centre secondaire et suburbain dispersé	Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	-12%	+41%	+44%
Émissions CO2 [kg]	-13%	+59%	+59%
Émissions NOx [g]	-6%	+108%	+88%
Émissions PM10 [g]	-12%	+11%	+3%
Distances annuelles [km]	-6%	+49%	+50%

Sur sol suisse (y compris vaudois), les distances parcourues enregistrent une croissance très forte entre 2010 et 2015. Une fois de plus, cela est en grande partie imputable à l'avion qui gagne 32 points de part modale : l'augmentation des distances en avion équivaut à 97% de la croissance totale des distances. Parallèlement, les distances parcourues en TIM ont tendance à stagner tandis que celles parcourues en train se réduisent de -8%. **En conséquence, de par la stagnation des distances en TIM qui sont tendanciellement plus consommateurs d'énergie que l'avion, la croissance de l'énergie ne suit pas celle de l'avion justement et se révèle être quelque peu moindre.** En revanche, pour les émissions de CO2, 2 modes fortement émetteurs stagnent (voiture) ou augmentent fortement (avion) tandis qu'un mode faiblement émetteur se réduit (train) : **il s'ensuit donc logiquement que la croissance des émissions de gaz à effet de serre est plus élevée que cela des distances totales.** Ce raisonnement vaut également s'agissant des émissions de NOx, mais de manière plus marquée encore de par le **très fort impact de l'avion en termes d'émission d'oxydes d'azote, d'où la croissance très forte de cet indicateur.** En revanche, l'avion étant faiblement émetteur de particules fines, sa forte croissance ne se répercute que de manière partielle sur les émissions de PM10 qui enregistrent donc une croissance plus faible que celles des distances.

Les mêmes explications peuvent être mobilisées s'agissant de la mobilité sur sol suisse et étranger du fait que les croissances des distances par modes enregistrent des tendances structurellement similaires : faible croissance des TIM, décroissance des TP, croissance marquée de l'avion. **En conséquence, les évolutions des différents indicateurs environnementaux vis-à-vis de l'évolution des distances sont régies par les mêmes phénomènes que ceux décrits ci-dessus pour le sol suisse (y compris vaudois).**

2.4. Périurbain et montagne

En 2010 comme en 2015, **la mobilité des résidents des communes périurbaines et de montagne est la plus élevée de l'ensemble des catégories typologiques** et l'impact environnemental y étant lié l'est également. Vis-à-vis de l'ensemble des résidents vaudois en 2015, l'énergie consommée est 17% plus élevée, les émissions de CO₂ 15%, celles de NO_x 14% et finalement les émissions de particules fines sont 24% plus élevées.

Sur le seul sol vaudois, les distances ont enregistré une croissance certes réduite (+2%), mais malgré tout positive, contrairement aux autres catégories typologiques. Entre 2010 et 2015, la répartition modale n'a que faiblement évolué : la part modale de la voiture conducteur s'est réduite passant de 68% à 64%. Ce sont principalement les modes doux et le train qui en sont les bénéficiaires. En conséquence, **l'énergie consommée et les émissions de CO₂ se sont réduites de -3% chacune et celles de PM₁₀ de -4%. En revanche, les émissions de NO_x ont cru entre 2010 et 2015 (+5%), du fait de l'augmentation du coefficient d'émission de la voiture** qui n'est pas suffisamment compensée par la réduction des distances parcourues par ce mode.

Tableau n° 25 : *Consommation énergétique et émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne d'un résident des communes du périurbain ou de montagne*

Périurbain et montagne		Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	2010	29'513	47'232	60'244
	2015	28'655	55'238	75'112
Émissions CO ₂ [kg]	2010	1'758	2'845	3'874
	2015	1'702	3'504	5'026
Émissions NO _x [g]	2010	3'302	5'489	8'613
	2015	3'323	7'838	12'304
Émissions PM ₁₀ [g]	2010	613	978	1'242
	2015	587	994	1'196

Tableau n° 26 : *Variation de la consommation énergétique, des émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne et distances annuelles moyennes parcourues par un résident des communes du périurbain ou de montagne entre 2010 et 2015*

Périurbain et montagne	Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	-3%	+17%	+25%
Émissions CO ₂ [kg]	-3%	+23%	+30%
Émissions NO _x [g]	+1%	+43%	+43%
Émissions PM ₁₀ [g]	-4%	+2%	-4%
Distances annuelles [km]	+2%	+24%	+30%

Sur sol suisse (y compris vaudois), l'avion gagne +15 points de part modale grâce à une croissance de +383% des distances parcourues avec ce mode. Parallèlement, les distances en TIM ont stagné tandis que celles en train ont cru. Une fois encore, cela explique une **croissance plus faible de l'énergie consommée que celle des distances parcourues** du fait que l'avion est moins consommateur d'énergie que la voiture en tant que conducteur. En revanche, **s'agissant du CO₂, ces modes sont plus ou moins équivalents de sorte que la croissance des émissions de gaz à effet de serre suit celle des distances (+23%)**. Les émissions de NO_x quant à elles ont cru très fortement de par l'augmentation des distances parcourues en avion ainsi que la stagnation de celles en TIM. Inversement, **les émissions de PM₁₀ connaissent une croissance plus ralentie pour les mêmes raisons**, l'avion en étant beaucoup plus faiblement émetteur.

Finalement, sur sol suisse et étranger, **seuls les autres TP ont enregistré une croissance négative entre 2010 et 2015, tous les autres modes ayant enregistré une croissance des distances parcourues**. En termes de part modale, cela a relativement peu évolué : les TP ont passé de 12% à 10%, la voiture est passée de 46% à 39% tandis que l'avion est passé de 25% à 36%. **L'avion a connu une croissance plus importante des distances parcourues que les TIM**. En conséquence, est de manière très similaire à précédemment, la consommation d'énergie a crû plus lentement que les distances, à cause de l'avion. En revanche, **la croissance combinée des TIM et de l'avion (qui participent à l'essentiel de la croissance des distances) induit une croissance des émissions de CO₂ équivalente à celle des distances**. Finalement, l'augmentation de la part modale de l'avion induit un double effet similaire à celui décrit précédemment : **augmentation plus grande des émissions d'oxydes d'azote, mais plus faible des émissions de PM₁₀ par rapport à la croissance des distances**.

2.5. Agglomération du PALM sans Lausanne

Il est intéressant de comparer la mobilité des résidents de l'agglomération Lausanne-Morges indépendamment de la ville-centre avec la commune de Lausanne commentée précédemment. En termes de répartition modale sur sol vaudois, **le périmètre du PALM sans Lausanne a connu une forte progression des TP et de la mobilité douce au détriment des TIM**, là où Lausanne est restée plus constante. Bien que la part TP+MD soit toujours moindre que les TIM, cela a induit des évolutions plus marquées. **Entre 2010 et 2015, sur sol vaudois, les différents indicateurs environnementaux se sont réduits pour atteindre le même niveau que celui des résidents de la commune de Lausanne**, alors même que les distances totales parcourues ont faiblement évolué.

S'agissant des mobilités sur sol suisse (y compris vaudois) ainsi que sur sol suisse et étranger, les différences sont plus marquées ; les résidents du PALM sans Lausanne ont eu une croissance importante de leur mobilité sur sol suisse tandis que la croissance la plus importante pour les

résidents de la commune centre s'est effectuée à l'étranger. Ainsi, **à l'échelle suisse, les résidents du PALM sans Lausanne ont un impact plus important que ceux de la commune de Lausanne tandis que d'un point de vue global, les seuls lausannois ont cette fois-ci l'empreinte environnementale la plus forte.**

Tableau n° 27 : Consommation énergétique et émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne d'un résident de l'agglomération du PALM sans la commune de Lausanne

PALM sans Lausanne		Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	2010	14'944	24'818	35'931
	2015	12'977	32'316	46'002
Émissions CO2 [kg]	2010	888	1'471	2'298
	2015	760	2'084	3'157
Émissions NOx [g]	2010	1'760	2'796	5'142
	2015	1'634	5'062	8'353
Émissions PM10 [g]	2010	305	510	737
	2015	264	538	658

Tableau n° 28 : Variation de la consommation énergétique, des émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne et distances annuelles moyennes parcourues par un résident de l'agglomération du PALM sans la commune de Lausanne entre 2010 et 2015

PALM sans Lausanne	Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	-13%	+30%	+28%
Émissions CO2 [kg]	-14%	+42%	+37%
Émissions NOx [g]	-7%	+81%	+62%
Émissions PM10 [g]	-13%	+5%	-11%
Distances annuelles [km]	-1%	+57%	+49%

Sur sol vaudois, les 4 indicateurs ont connu une décroissance plus importante que celle des distances (-1%) entre 2010 et 2015. S'agissant de l'énergie consommée, des émissions de gaz à effet de serre et des émissions de PM10, cela s'explique essentiellement par le **report modal des TIM vers les TP combinés à la stagnation des distances totales parcourues** : les coefficients des TP étant plus faibles que ceux des TIM, on observe une décroissance marquée. La décroissance des émissions d'oxydes d'azote s'est révélée plus forte que celle des distances, mais plus faible que celles des autres indicateurs. Comme précédemment, cela peut s'expliquer par la croissance du coefficient d'émission de NOx des TIM qui a pour effet de réduire la décroissance des émissions.

Sur sol suisse (y compris vaudois), comme mentionné précédemment, les **distances ont fortement cru (+57%) de sorte que les différents indicateurs environnementaux ont également fortement varié**. La voiture conducteur est le seul mode ayant enregistré une dynamique différente des autres : les distances parcourues se sont réduites de -12% et dont la part modale est passée de 61% à 34% sur la période, là où tous les autres modes ont cru en

termes de distances parcourues. L'avion et le train connaissent les plus fortes croissances de part modale passant respectivement de 0% à 26% et de 9% à 14%. Ainsi, **en termes de consommation énergétique, la croissance de celle-ci est moindre que celle des distances** d'une part du fait de la décroissance de la voiture conducteur et d'autre part par la croissance du train. Pour autant, les **émissions de CO2 enregistrent une croissance plus élevée que celle de l'énergie** là où elles étaient parfois équivalentes précédemment. Cela s'explique par le fait que les coefficients de l'avion et de la voiture sont plus proches s'agissant du CO2, ainsi, le report de part modale de la voiture vers l'avion induit ici une plus faible réduction des émissions d'où une croissance plus proche de celle des distances. En revanche, une fois encore, l'avion étant fortement émetteur de NOx, la croissance des émissions est ici beaucoup plus élevée que celles des distances. Inversement, la croissance de PM10 est plus faible (+5%) que celle des distances, l'avion et le train en étant très faiblement émetteur en comparaison de la voiture.

Finalement, s'agissant de la mobilité globale (sur sol suisse et étranger), les dynamiques d'évolutions par mode sont très similaires au seul territoire suisse, à la seule différence que l'avion enregistre une croissance moins marquée des distances, mais sa part modale est en revanche très élevée : 42% en 2015. En conséquence, les explications présentées ci-dessus sont également valables pour ce périmètre s'agissant de l'énergie consommée, des émissions de gaz à effet de serre et de celle de NOx. **Notons toutefois que les émissions de particules fines ont reculé entre 2010 et 2015, se réduisant de -11%**. Cela s'explique d'une part par le fait que la croissance des distances totale a été moindre que pour le sol suisse et que, d'autre part, la part modale de l'avion est passée 23% à 42% là où celle de la voiture est passée de 45% à 25%. Les émissions de PM10 étant en grande partie induites par le trafic routier motorisé.

2.6. Agglomération du PALM

Cela a été dit précédemment, l'impact de la mobilité des résidents du PALM sans Lausanne s'est tendanciellement aligné sur celle des seuls lausannois entre 2010 et 2015. Ainsi, **si l'on considère les 2 périmètres conjointement, les observations sont tendanciellement plus proches de celles relatives au PALM sans Lausanne**, sachant que les effectifs sont répartis tels que 41% sont résidents de Lausanne et les 59% restant sont résidents du PALM sans Lausanne.

Tableau n° 29 : Consommation énergétique et émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne d'un résident de l'agglomération du PALM

PALM		Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	2010	14'830	24'264	36'209
	2015	13'223	30'330	50'327
Émissions CO2 [kg]	2010	875	1'416	2'307
	2015	771	1'915	3'499
Émissions NOx [g]	2010	1'837	2'816	5'427
	2015	1'720	4'667	9'540
Émissions PM10 [g]	2010	304	497	740
	2015	270	518	685

Tableau n° 30 : Variation de la consommation énergétique, des émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne et distances annuelles moyennes parcourues par un résident de l'agglomération du PALM entre 2010 et 2015

PALM	Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	-11%	+25%	+39%
Émissions CO2 [kg]	-12%	+35%	+52%
Émissions NOx [g]	-6%	+66%	+76%
Émissions PM10 [g]	-11%	+4%	-7%
Distances annuelles [km]	-2%	+43%	+53%

S'agissant des évolutions concernant l'impact de la mobilité sur le sol suisse (y compris vaudois) ainsi que sur sol suisse et étranger, on observe distinctement l'impact de Lausanne sur le PALM dans son ensemble : sur **sol suisse**, la **croissance des distances est ralentie par Lausanne** justement, tandis que sur **sol suisse et étranger**, on constate un **renforcement de la croissance des distances parcourues** par rapport au PALM sans Lausanne. Consécutivement, les évolutions des différents indicateurs environnementaux traduisent par une moyenne entre les 2 périmètres de Lausanne et du PALM sans Lausanne.

2.7. Agglomération de Rivelac

Le caractère urbain des 2 périmètres du **PALM et de Rivelac prête à une comparaison de ceux-ci**. Premièrement, alors que les résidents du PALM ont réduit leur impact environnemental sur sol vaudois au détriment des impacts sur sol suisse et étranger, **ceux de Rivelac ont vu très légèrement (-1%) se réduire leur impact environnemental sur sol vaudois tandis qu'il a augmenté sur les autres référentiels territoriaux**.

Sur sol vaudois, la répartition modale n'a que faiblement évolué entre 2010 et 2015 (-2% pour les TIM et +2% pour les TP). Structurellement, les variations sont donc marginales et les principaux éléments d'explication doivent être à trouver dans les évolutions des coefficients pour la voiture. **Dans le cas de l'énergie consommée, des émissions de gaz à effet de serre et de celles de particules fines, la variation des coefficients entre 2010 et 2015 est trop marginale pour**

que cela s'observe. Ainsi, ces 3 indicateurs enregistrent une évolution identique à celle des distances. En revanche, s'agissant des NOx, le coefficient augmente de +7% pour voiture conducteur sur la période, alors que la part modale de cette dernière augmente également de 3 points ; on retrouve donc cette tendance de croissance de +3% pour les émissions de PM10 sur sol vaudois.

Tableau n° 31 : Consommation énergétique et émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne d'un résident de l'agglomération de Rivelac

Rivelac		Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	2010	18'539	32'049	46'154
	2015	18'265	41'678	57'476
Émissions CO2 [kg]	2010	1'084	1'849	2'974
	2015	1'064	2'555	3'785
Émissions NOx [g]	2010	2'084	3'516	7'008
	2015	2'143	5'546	9'227
Émissions PM10 [g]	2010	381	657	942
	2015	374	793	941

Tableau n° 32 : Variation de la consommation énergétique, des émissions polluantes liées à la mobilité annuelle moyenne et distances annuelles moyennes parcourues par un résident de l'agglomération de Rivelac entre 2010 et 2015

Rivelac	Sur sol vaudois	Sur sol suisse (y compris vaudois)	Sur sol suisse et étranger
Énergie primaire consommée [MJ]	-1%	+30%	+25%
Émissions CO2 [kg]	-2%	+38%	+27%
Émissions NOx [g]	+3%	+58%	+32%
Émissions PM10 [g]	-2%	+21%	+0%
Distances annuelles [km]	-1%	+19%	+15%

Sur sol suisse (y compris vaudois), les variations de la répartition modale sont plus importantes : les **TIM et les TP perdent respectivement -2 points et -10 points de parts modales au profit de l'avion (+12 points) sur la période**, malgré une croissance des distances parcourues en voiture conducteur plus importante que celles des distances totales : la croissance des distances en avion est beaucoup plus élevée. **Cette croissance combinée des distances en voiture conducteur et en avion induit donc une forte croissance de l'énergie consommée et des émissions de gaz à effet de serre. C'est encore plus marqué s'agissant des émissions d'oxyde d'azote dont l'avion est très fortement émetteur.** S'agissant des émissions de particules fines – pour la plupart des découpages présentés précédemment, celles-ci enregistraient une croissance inférieure à celle des distances – leur croissance est légèrement plus élevée que celle des distances, du fait de la réduction des distances en TP et de l'augmentation importante de celles en TIM.

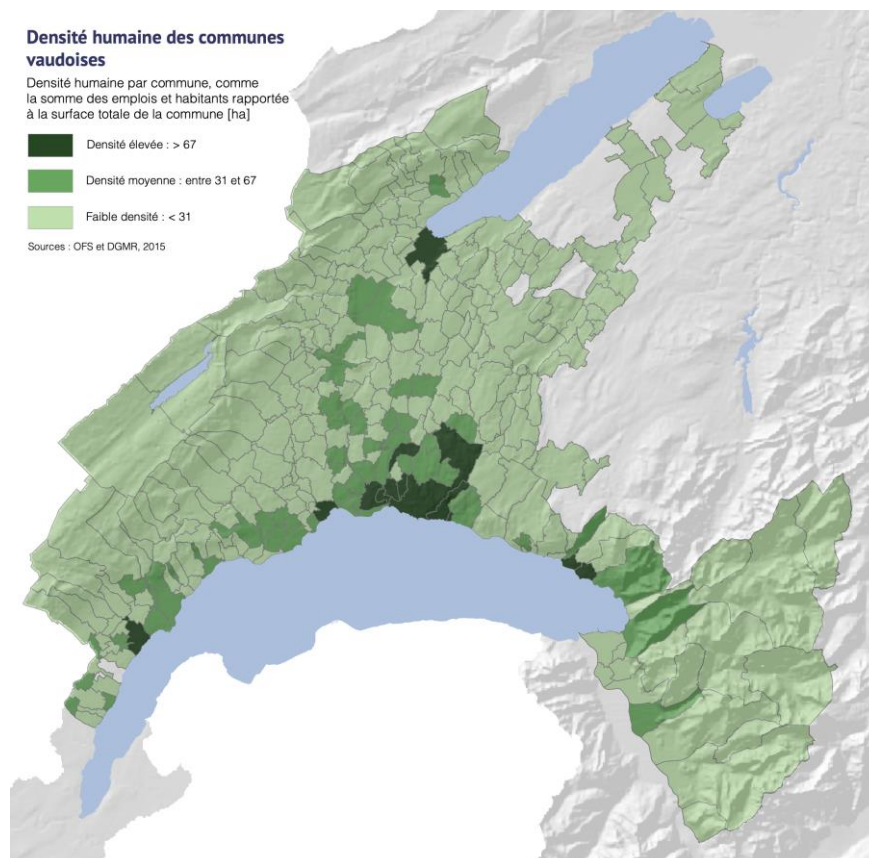
En termes de mobilité globale (sol suisse et étranger), la part modale des TP se réduit de -7 points au profit des TIM (+2 points) et de l'avion (+5 points) **les distances parcourues en voiture conducteur et celles en avion augmentant de +36% et +37%**. Comme précédemment, la croissance de l'énergie consommée et celle des émissions de CO2 sont donc supérieures à celle des distances. En revanche, le découplage entre la croissance des distances et celle des émissions de NOx est plus faible que précédemment, du fait d'une croissance plus faible de l'avion (fortement émetteur) et d'une croissance plus forte de la voiture en tant que conducteur.

3. Résultats selon les différentes classes de densité d'activité humaine

La densité d'activité humaine (donc la somme de la densité de population et d'emploi) est un facteur pouvant impactant les pratiques de mobilité des personnes. En faisant abstraction de tout découpage typologique ou institutionnel, il est intéressant de réexaminer les résultats ci-dessus en fonction de la densité d'activité humaine des territoires de résidence. Celle-ci est divisée en trois catégories²⁰ :

- Densité faible : moins de 31 emplois et habitants par hectare
- Densité moyenne : entre 31 et 67 emplois et habitants par hectare
- Densité élevée : plus de 67 emplois et habitants par hectare

Figure n° 22 : Classes de densité humaine par commune



Source : 6t-bureau de recherche

²⁰ Dans les bases du MRMT, pour les zones vaudoises de densité faible, moyenne et élevée, on dénombrait respectivement 1'789, 1'750, et 2'197 personnes cibles en 2010 et respectivement 1'713, 1'505, et 2'046 personnes cibles en 2015.

Tableau n° 33 : *Évolution de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre, d'oxydes d'azote et de particules fines pour la mobilité vaudoise, en Suisse et à l'étranger des Vaudois selon la densité humaine entre 2010 et 2015*

		Consommation énergie primaire [MJ]		CO2 en [kg équ. CO2]		NOx [g]		PM10 [g]	
		2010	2015	2010	2015	2010	2015	2010	2015
Faible densité	Sur sol suisse et étranger	59'871	76'290	3'804	5'058	8'391	12'206	1'069	1'242
	Sur sol Suisse	47'433	57'016	2'834	3'603	5'469	8'012	955	1'033
	Sur sol vaudois	28'397	27'700	1'686	1'639	3'168	3'217	589	569
Densité moyenne	Sur sol suisse et étranger	53'701	73'258	3'406	5'006	7'535	12'863	954	1'084
	Sur sol Suisse	40'129	55'349	2'359	3'612	4'389	8'703	824	915
	Sur sol vaudois	24'802	23'206	1'468	1'366	2'781	2'768	510	474
Densité élevée	Sur sol suisse et étranger	43'332	60'856	2'748	4'109	6'475	10'809	746	898
	Sur sol Suisse	29'949	34'616	1'735	2'065	3'502	4'644	608	655
	Sur sol vaudois	17'423	15'491	1'015	901	2'123	1'955	358	317

Le Tableau n° 33 présente les principaux indicateurs de consommation énergétique et d'émissions de polluants pour la mobilité des vaudois, du point de vue de la densité humaine des territoires. **On constate sans surprise que les habitants de territoires à densité élevée consomment par habitant moins d'énergie pour se déplacer, et par conséquent émettent moins de gaz à effet de serre, que les habitants de territoires de densité moyenne à faible.** En effet, la consommation énergétique due à la mobilité quotidienne des habitants de communes de densité moyenne à faible est plus d'une fois et demie supérieure à celle des communes de densité élevée. Toutefois, ces derniers compensent par une mobilité occasionnelle, mais de longue distance à l'étranger presque une fois et demi supérieure à celle des 2 autres catégories. Pour les habitants des communes de **faible densité**, c'est la mobilité **au sein du canton de Vaud** qui représente la majorité de la consommation énergétique, tandis que c'est la mobilité dans le **reste de la Suisse** pour les habitants de communes de **moyenne densité**. Enfin, pour les habitants de communes de **densité élevée**, c'est les **voyages à l'étranger** qui représentent la majorité de la consommation énergétique.

Entre 2010 et 2015, **la mobilité quotidienne au sein du canton de Vaud s'est réduite pour les trois catégories de densité**, mais de manière plus marquée pour les densités moyenne et élevée. Pour les territoires de faible densité, la mobilité quotidienne dans le reste de la Suisse et les voyages à l'étranger ont augmenté de moitié entre 2010 et 2015. Pour les territoires de densité moyenne, c'est la mobilité quotidienne dans le reste de la Suisse qui a plus que doublé en 5 ans, **tandis que pour les territoires de densité élevée, ce sont les voyages à l'étranger qui ont**

plus que doublé en 5 ans.

Les émissions de NOx et de PM10 sont plus marquées par la répartition modale : l'avion, par exemple, et un grand émetteur de NOx tandis que la voiture est le principal responsable des émissions de PM10. On constate ainsi que, si les émissions de NOx dues à la mobilité quotidienne hors de la Suisse ont doublé entre 2010 et 2015 pour les habitants de communes à densité faible ou élevée, elles ont plus que quadruplé pour les habitants de communes de moyenne densité. **Les émissions de PM10 dues à la mobilité quotidienne dans le canton de Vaud ont légèrement diminué pour les trois catégories de densité. Les émissions de NOx et PM10 dus aux voyages à l'étranger, notamment en avion, ont doublé pour les habitants de communes de densité élevée.**

Figure n° 23 : Évolution de la consommation annuelle d'énergie [MJ] par un habitant d'une commune de faible densité selon le type de mobilité entre 2010 et 2015

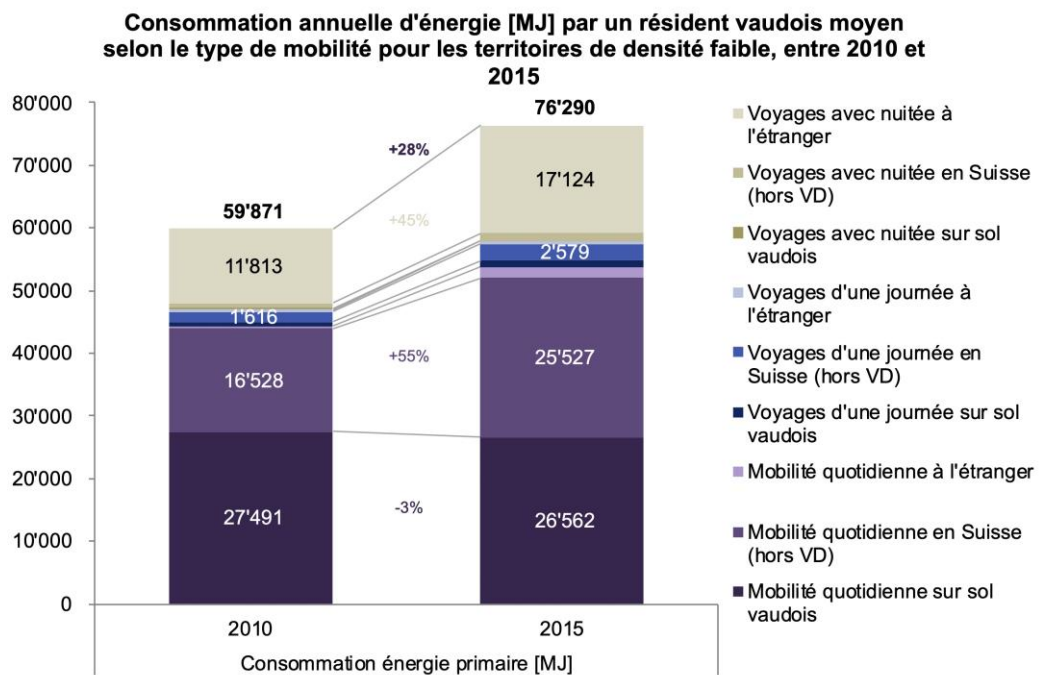


Figure n° 24 : Évolution de la consommation annuelle d'énergie [MJ] par un habitant d'une commune de densité moyenne selon le type de mobilité entre 2010 et 2015

Consommation annuelle d'énergie [MJ] par un résident vaudois moyen selon le type de mobilité pour les territoires de densité moyenne, entre 2010 et 2015

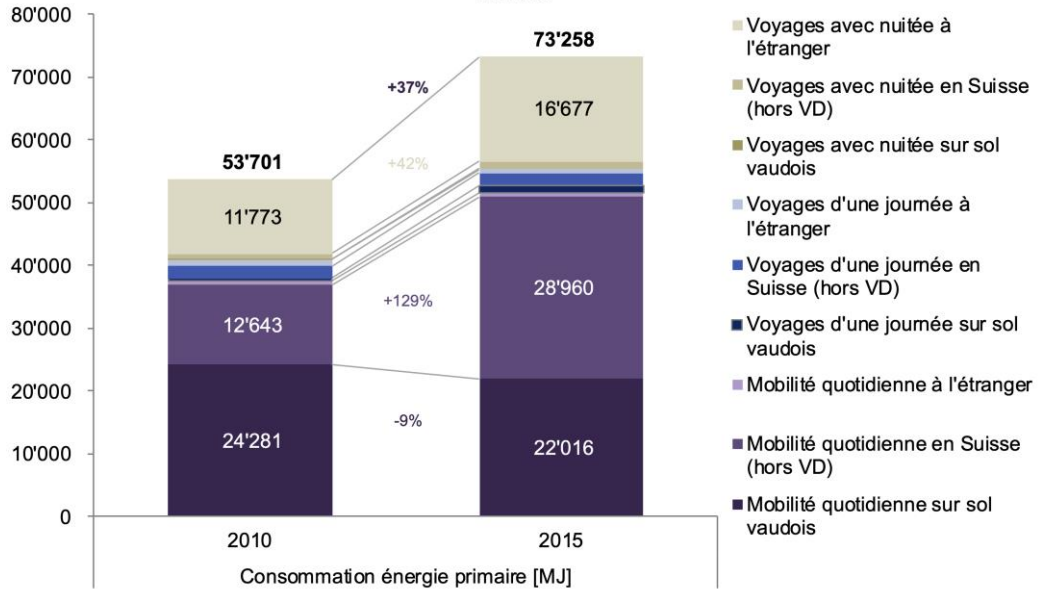
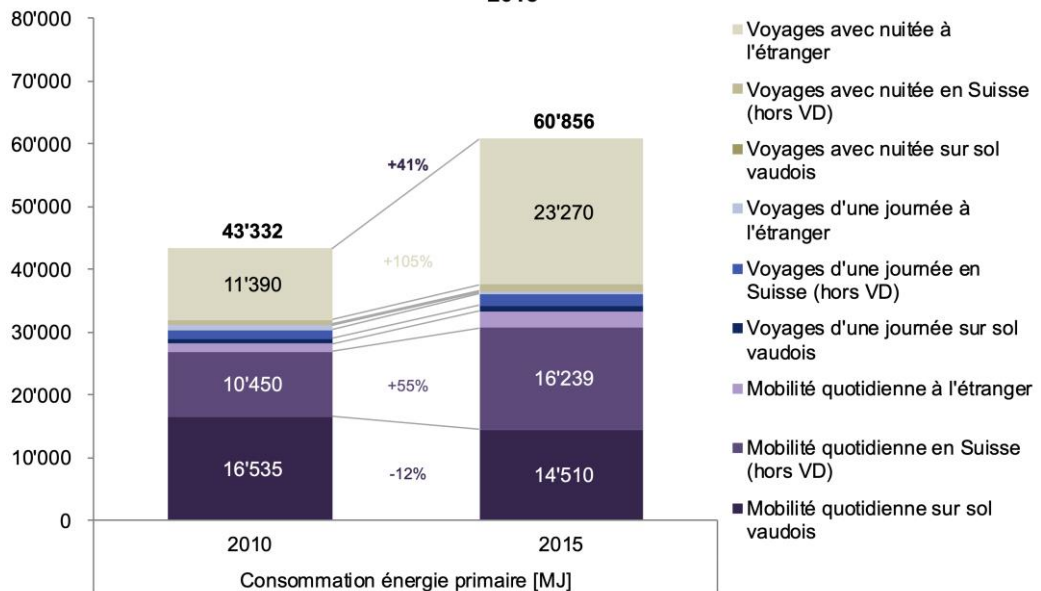


Figure n° 25 : Évolution de la consommation annuelle d'énergie [MJ] par un habitant d'une commune de densité élevée selon le type de mobilité entre 2010 et 2015

Consommation annuelle d'énergie [MJ] par un résident vaudois moyen selon le type de mobilité pour les territoires de densité élevée, entre 2010 et 2015



Partie 3

Conclusions et recommandations

1. Synthèse

1.1. Distances parcourues et déplacements effectués

S'agissant de l'ensemble des résidents vaudois, les distances annuelles parcourues ont fortement cru entre 2010 et 2015 (+36%) tandis que les déplacements ont connu une croissance plus faible (+7%). Cependant, cette tendance générale se structure de manière différenciée selon le type de mobilité considéré, le type de territoire ainsi que les modes et les motifs.

- > Sur la période, les distances parcourues dans le cadre de la mobilité quotidienne ont cru de +25% tandis que celles dans le cadre des voyages d'une journée et des voyages avec nuitée ont cru de respectivement +34% et +61%. Parallèlement, le nombre de déplacements quotidiens a augmenté de +7%, ceux d'une journée de +68% et ceux avec nuitée de +31%.
- > Selon le type de mobilité, il y a donc un découplage qui s'opère entre l'évolution des distances parcourues et celle du nombre de déplacements effectués. Toutefois ce découpage ne s'effectue pas de la même manière dans les 3 cas. En effet, on constate une **augmentation des distances par déplacement dans le cadre de la mobilité quotidienne (+18%) et des voyages avec nuitées (+23%)** tandis que c'est l'inverse qui s'observe pour les **voyages d'une journée : une réduction des distances par déplacement (-20%)**.
- > Du point de vue du territoire, les **distances sur sol vaudois se sont réduites de -8%** s'agissant de l'ensemble des résidents vaudois. En revanche, celles parcourues dans le **reste de la Suisse ont cru de 66% et celles à l'étranger de 71%**. Dans ces 2 cas, ce sont les distances parcourues en avion qui participent grandement à la croissance générale, puisque celles des autres modes se situent toutes dans une fourchette de +/-10 points de croissance.
- > Entre 2010 et 2015, le nombre de **déplacements quotidiens** effectués pour les différents motifs n'a que très faiblement évolué. En revanche, les distances parcourues dans le cadre des **motifs « restaurants et bars », « accompagnement » et « autres loisirs »** ont cru de respectivement +57%, +46% et +48%. De plus, la **distance moyenne par déplacements dans le cadre de ces motifs a également cru** sur la période.
- > S'agissant des **voyages d'une journée** en 2015, les distances parcourues sont quasi exclusivement consacrées aux « autres loisirs » (48%), aux « visites » (26%) ainsi qu'aux déplacements professionnels (20%) qui cumulent **94% des distances**.

- > Du point de vue du découpage typologique du canton de Vaud, partout les distances en Suisse ont stagné ou se sont réduites. Parallèlement, on observe une influence du **degré d'urbanité du territoire** s'agissant du **territoire sur lequel s'effectue en plus grande partie la croissance des distances**. Ainsi, à **Lausanne**, les distances sur territoire vaudois se sont réduites tandis qu'elles ont cru en Suisse et ont **plus que doublé (+250%) à l'étranger**. Bien que les taux de croissance y soient plus faibles, une structure similaire s'observe s'agissant des communes de « centres principaux et suburbain dense » : **les distances à l'étranger croissent plus fortement que celle sur territoire suisse**.
- > En revanche, s'agissant des **communes moins urbanisées** (« centres secondaires et suburbain dispersé » et « périurbain et montagne »), ce sont **les distances en Suisse qui connaissent les croissances les plus importantes**, malgré que ces distances augmentent également à l'étranger.
- > Entre les agglomérations, **les résidents du PALM (avec et sans Lausanne) ont enregistré des croissances plus importantes des distances parcourues entre 2010 et 2015 comparativement à l'agglomération de Rivelac**. Cependant, en 2015, le PALM dans son ensemble (i.e. Lausanne compris) a rejoint l'agglomération de Rivelac en termes de distances totales parcourues tandis que le PALM sans Lausanne cumule des distances moins importantes au total en 2015
- > La comparaison du PALM avec et sans Lausanne permet d'observer une **forte croissance des distances à l'étranger pour la commune centre** tandis que **sinon la croissance s'effectue principalement sur sol suisse**.

Sur la **période 2005-2015**, les distances moyennes totales parcourues par les vaudois ont cru de +47%, avec seulement +8% entre 2005 et 2010 contre +36% entre 2010 et 2015.

- > Entre 2005 et 2010, la **croissance des distances est essentiellement alimentée par les distances à l'étranger, qui représentent 80% de la croissance totale** des distances, contre 20% pour les distances sur sol vaudois, qui croissent de +3%. Les distances sur sol suisse (hors VD) sont restées stables en 5 ans.
- > La période de **2005-2010 se distingue donc fortement de celle de 2010-2015**, avec une légère croissance des distances sur sol vaudois (elles baissent de -8% entre 2010 et 2015), une stagnation des distances en Suisse (hors VD) qui croissent fortement entre 2010 et 2015 (+66%) et une croissance plus faible des distances à l'étranger (+24% contre +71% entre 2010 et 2015).
- > La période 2005-2010 a connu une **réduction des distances en TIM qui a ensuite été compensée puis dépassée durant la période 2010 et 2015**.

1.2. L'impact environnemental de la mobilité : principales tendances

Au niveau du **Canton de Vaud entier**, l'**impact environnemental de la mobilité annuelle** des résidents, en termes d'énergie consommée, a **cru de 31% entre 2010 et 2015** malgré une **réduction de l'impact sur le seul territoire vaudois**. En termes d'énergie primaire consommée, le seul secteur de la mobilité comble à lui seul l'objectif de la société à 2'000 [W] en 2015.

- > C'est la **mobilité occasionnelle, en particulier dans le reste de la Suisse et à l'étranger qui compense la réduction, différenciée selon les territoires, de la mobilité quotidienne et participe donc d'une croissance globale**. Cette croissance étant en grande partie liée à un **recours toujours plus important à l'avion** pour des déplacements à l'étranger.
- > Cette **tendance s'observe particulièrement pour le cas de Lausanne** ainsi que des communes des centres secondaires et du suburbain dispersé, mais elle est moins marquée dans les communes des centres principaux et du suburbain dense. **Le degré d'urbanité des territoires ne semble donc pas être un facteur décisif**.
- > Parmi les différentes catégories typologiques, ce sont les **résidents des communes du « périurbain et montagne » qui présentent la mobilité la plus impactante**, tant d'un point de vue global qu'à l'échelle du seul territoire suisse.
- > Sur le **seul sol vaudois, le degré d'urbanité se révèle être un facteur important** : en effet, on observe une corrélation entre cet indice et l'impact environnemental de la mobilité. Cela s'explique d'une part par la structure polarisée entre centres urbains et périphéries qui induit des distances parcourues plus grandes à mesure que le degré d'urbanité se réduit. Mais également, les territoires urbains offrent une meilleure desserte en TP ayant pour conséquence un impact environnemental plus faible propre à ces modes.
- > S'agissant des agglomérations, la mobilité des résidents de Rivelac présente des caractéristiques singulières. Premièrement, la réduction des distances et de l'impact environnemental sur le sol vaudois ne s'observe quasiment pas, contrairement aux autres agglomérations. De plus, sur seul sol suisse ainsi qu'à l'étranger, les distances des TIM ont cru parallèlement à celles parcourues en avion, induisant donc une **croissance plus marquée encore de l'impact environnemental de la mobilité des résidents de Rivelac**.
- > Deux phénomènes s'observent tendanciellement s'agissant des indicateurs de NOx et de PM10 sur sol suisse ainsi que sur sol suisse et à l'étranger. Pour ces 2 référentiels territoriaux, on observe généralement un double mouvement de croissance importante des distances en avion et de réduction des distances en TIM entre 2010 et 2015. Consécutivement, l'avion étant fortement générateur de NOx, cet indicateur aura tendance à se découpler de la croissance

des distances totales et à enregistrer une croissance plus élevée que ces dernières. S'agissant des particules fines, le phénomène est inversé : l'avion est plus faiblement générateur de PM10 que les TIM de sorte que le découplage se traduit par une croissance plus faible de cet indicateur que celle des distances.

- > Ce sont les **résidents des territoires périphériques (« périurbain et montagne ») qui, en définitive, ont l'impact environnemental le plus élevé** par rapport à leurs pratiques de mobilité annuelle. Pour autant, les résidents de Lausanne présentent une mobilité plus fortement polluante que les autres résidents du PALM, de par une utilisation plus importante de l'avion principalement.
- > En termes de densité humaine, tous types de mobilité confondus, le gradient de densité est corrélé à l'impact environnemental en 2015 ; **plus les territoires sont denses, moins l'impact est élevé, pour les 4 indicateurs environnementaux.**

Sur la **période 2005-2015**, conformément à la croissance générale des distances parcourues, **l'impact environnemental sur les 4 indicateurs a lui aussi cru**, tant entre 2005 et 2010 qu'entre 2010 et 2015.

- > Entre 2005 et 2010, la croissance importante de l'avion, en comparaison des autres modes, a pour effet de **renforcer la croissance des NOx** par rapport à la croissance des distances totale.
- > La légère **réduction des distances parcourues en TIM sur la période 2005-2010 explique une plus faible croissance des PM10**, inférieure à la croissance totale des distances.
- > Notons encore que comme pour la période 2010-2015, la période 2005-2010 a comme caractéristique que **l'essentiel de la croissance de l'impact, tous indicateurs confondus, s'effectue dans le cadre des distances à l'étranger.**

2. Enseignements

L'un des principaux éléments participants de la croissance de l'impact environnemental des résidents vaudois réside dans une **utilisation croissante de l'avion** pour parcourir des distances à l'étranger. Ces déplacements s'effectuent principalement pour des loisirs ainsi que pour des visites dans le cadre de voyages avec nuitées. Ce phénomène s'observe particulièrement auprès des **résidents des centres urbains** (Lausanne et centres principaux).

Parallèlement, on constate cependant que **ces mêmes populations ont tendanciellement réduit leur mobilité quotidienne sur sol vaudois** et ont recouru plus fortement aux transports publics, au détriment des transports individuels motorisés qui sont cependant toujours très utilisés. Ce faisant, l'impact environnemental de cette mobilité locale et quotidienne a été réduit.

Bien que les 2 phénomènes se compensent partiellement, l'impact de la mobilité occasionnelle est suffisamment élevé pour que **l'impact global ait significativement augmenté entre 2010 et 2015, pour tous les indicateurs environnementaux**. Au-delà de ce constat général, plusieurs éléments peuvent encore être mentionnés.

2.1. Croissance soutenue de la demande de mobilité

Comme dit précédemment, l'un des principaux enseignements de cette étude relève de l'augmentation de l'impact environnemental de la mobilité des vaudois. Toutefois, il faut également relever que cette augmentation repose sur une intensification de la mobilité à tous les niveaux traduisant donc une **demande toujours croissante de mobilité**. Sur ce tableau, on constate en effet que la seule valeur ne connaissant pas une croissance sur la période 2010-2015 est la distance moyenne par déplacement dans le cadre des voyages d'une journée. Pour autant, le nombre et les distances annuels moyens ont tous 2 fortement cru sur la période. Ainsi, **qu'il s'agisse de la mobilité quotidienne ou celle occasionnelle, les vaudois, en moyenne, se déplacent toujours plus souvent et toujours plus loin**, induisant un impact environnemental total toujours plus grand lui-aussi.

Au quotidien, les distances moyennes par déplacement augmentent pour la plupart des motifs, à l'exception des déplacements professionnels et des achats et services, malgré une croissance des distances totales pour ces derniers. Cela traduit ici une tendance à **l'éclatement des territoires, à l'étalement urbain et donc à l'élargissement des aires de vie** qui permettent d'expliquer cette croissance continue de la demande de mobilité, en particulier hors territoire vaudois.

Tableau n° 34 : Évolutions du nombre de déplacements annuels, des distances annuelles et de la distance moyenne par déplacement et des 4 indicateurs pour les 3 types de mobilité, entre 2010 et 2015

Canton de Vaud	Déplacements quotidiens			Voyages d'une journée			Voyages avec nuitée		
	2010	2015	Delta %	2010	2015	Delta %	2010	2015	Delta %
Nombre annuel	1'204	1'283	+7%	7.1	12.0	+69%	2.5	3.3	+32%
Distance annuelle [km]	12'651	15'854	+25%	1'161	1'556	+34%	5'742	9'246	+61%
Distance moyenne par dépl. [km]	10.5	12.4	+18%	164	130	-21%	2'297	2'802	+22%
Énergie primaire consommée [MJ]	33'174	39'663	+20%	2'958	3'646	+23%	12'576	20'665	+64%
Émissions CO2 [kg]	1'957	2'526	+29%	175	213	+21%	972	1'611	+66%
Émissions NOx [g]	3'784	5'887	+56%	337	424	+26%	2'942	4'861	+65%
Émissions PM10 [g]	675	694	+3%	59	73	+24%	117	189	+61%

2.2. Mutations du parc automobile

Plusieurs évolutions ont été présentées s'agissant des métamorphoses du parc automobile vaudois. Parmi celles-ci, l'augmentation tendancielle du poids des véhicules s'explique par un **succès croissant des modèles dits « SUV » et « Crossover »** vis-à-vis des modèles des « citadines » plus traditionnelles. Ces types de véhicules se distinguent par une hauteur plus élevée par rapport à la route ainsi qu'un habitacle plus spacieux. En conséquence, vis-à-vis de modèles similaires de type « citadines », ils seront **généralement plus lourds et donc consommeront plus de carburant**, toutes choses étant égales par ailleurs.

Tableau n° 35 : Comparaison, par marque, de modèles de voiture similaires, mais appartenant respectivement à la catégorie des « citadines » et des « SUV ou crossover » concernant l'augmentation de l'impact environnemental selon le différentiel de poids, en 2015

Marque	Modèle	Différence poids vide	Energie primaire		Gaz à effet de serre		NOx		PM10	
			Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence
Renault	Clio	+11%	+6%	+6%	+5%	+5%	+87% ²¹	+6%	+6%	+6%
	Capture									
VW	Golf	+22%	+8%	+7%	+6%	+5%	+6%	+9%	+13%	+12%
	Tiguan									
Seat	Ibiza	+6%	+4%	-2%	+4%	-2%	+83% ²¹	-2%	+3%	0%
	Arona									
Mercedes	Classe A	+14%	+6%	+5%	+4%	+3%	+4%	+6%	+9%	+8%
	GLA									
BMW	Série 1	+10%	+4%	+4%	+3%	+2%	+3%	+5%	+6%	+6%
	X1									
Fiat	500	+43%	+14%	+12%	+9%	+8%	+9%	+16%	+22%	+22%
	500x									

Ci-dessus, plusieurs paires de véhicules ont été identifiées, pour plusieurs marques, chaque fois comme étant des équivalents d'un point de vue fonctionnel, mais appartenant à des catégories différentes : la première ligne de chaque marque étant un modèle de « citadine » et la seconde étant un modèle de « SUV » ou « crossover ». **On constate donc un différentiel de poids systématiquement positif en faveur de la seconde catégorie qui induit une augmentation des différents coefficients d'impact environnemental.**

Il apparaît donc que la structure du parc automobile et donc les types de véhicules le composant impliquent des impacts environnementaux différenciés. Ainsi, d'un point de vue environnemental, face aux enjeux relatifs au trafic automobile, il est certes nécessaire de miser sur des opportunités de report vers les modes collectifs et doux. Toutefois, **la question du type de véhicule en circulation est également cruciale : les SUV sont toujours plus nombreux alors qu'il faudrait privilégier les voitures légères et peu consommatrices**²². Malgré les progrès technologiques en termes d'émissions de polluants (normes EURO), les voitures lourdes nécessiteront toujours plus d'énergie pour se mouvoir et auront donc nécessairement un impact environnemental plus grand.

²¹ Cette différence très importante s'explique par le fait que les modèles Captur et Arona ayant été considérés étaient motorisés selon la norme EURO 5, alors que les modèles respectivement Clio et Ibiza étaient motorisés selon la norme EURO 6.

²² https://www.swissinfo.ch/fre/marché-automobile-suisse_des-voitures-toujours-plus-grosses-et-puissantes/43959564

2.3. Toujours plus d'avion

Une autre tendance centrale dans l'évolution de l'impact environnemental lié à la mobilité annuelle réside, comme cela a déjà été dit, dans un **recours à l'avion ayant fortement augmenté dans le cadre de la mobilité occasionnelle**. En valeur absolue, la croissance des distances parcourues en avion par les vaudois équivaut à la croissance de l'ensemble de la mobilité annuelle. Ces mobilités aériennes s'effectuant principalement dans le cadre des déplacements avec nuitée et pour des motifs relatifs aux loisirs. **Le secteur aérien constitue donc lieu d'intervention de première importance** de par son poids élevé en termes d'impacts ainsi que les contraintes plus faibles qui pèsent sur la mobilité de loisirs que sur celle pour se rendre au travail par exemple. De plus, s'agissant de la **mobilité intracontinentale, le train constitue une alternative sérieuse** via les déplacements nocturnes.

2.4. Le choix résidentiel comme enjeu ?

Nous avons montré que la **localisation résidentielle pouvait être un facteur influençant les distances parcourues et plus particulièrement le territoire sur lequel celles-ci étaient parcourues**. En effet, les distances seront d'autant plus parcourues à l'étranger s'agissant des populations urbaines et inversement, plutôt sur sol suisse s'agissant des populations plus périphériques. Parallèlement, les distances parcourues dans le cadre de la mobilité occasionnelle seront plus grandes pour les populations urbaines tandis que c'est l'inverse qui s'observe s'agissant des populations plus périphériques.

Pour autant, du point de vue de l'impact environnemental induit par la mobilité annuelle, il n'y a pas d'influence directe du degré d'urbanité du territoire résidentiel. **De plus, les résidents des territoires les plus urbanisés et les plus denses, ne sont pas ceux dont la mobilité annuelle est la plus impactante d'un point de vue environnemental**, comme le postule « l'effet barbecue »²³. Ces populations ont certes des comportements de mobilité occasionnelle plus impactant, mais l'impact de l'ensemble de leur mobilité reste inférieur à celui des populations périphériques (« périurbain et montagne ») qui sont les plus impactantes. Cependant, des **analyses plus détaillées** permettraient encore d'affiner ces constats, en particulier **dans le cas des centres urbains**. En effet, au sein du PALM, les résidents de Lausanne ont un impact environnemental plus élevé que les autres résidents de l'agglomération.

²³ L'hypothèse à la base de « l'effet barbecue » postule que la consommation énergétique totale liée à la mobilité serait corrélée positivement avec la densité des territoires de résidence de personnes se déplaçant. Plus simplement, les résidents urbains auraient une mobilité totale plus énergivore que celles des résidents ruraux.

2.5. Conclusion : un indispensable retour à la proximité ?

La méthodologie adoptée dans cette étude a permis de mettre en lumière de nombreux éléments, en particulier des évolutions sur une période de 5 ans et 10 ans seulement. De ce point de vue, les croissances importantes de l'impact de la mobilité, en particulier celle occasionnelle, doivent être prises en considération dans le contexte actuel de sensibilisation politique aux enjeux environnementaux. En effet, ce sont des mutations **d'ampleur significative et étant intervenues en un temps réduit**, ceci de manière assez peu compatible avec l'agenda écologique.

Pour autant, les résultats présentés ici ne permettent pas de réflexions détaillées sur les différences existantes entre les populations outre leur géographie résidentielle. Ainsi, des analyses sociodémographiques plus précises devraient permettre d'enrichir encore la compréhension des pratiques de mobilité des vaudois et la manière dont celles-ci sont structurées entre les groupes situés au sein d'un même territoire.

Alors que la **Grand Conseil vaudois a voté l'urgence climatique en mars 2019**, faisant ainsi figurer la lutte contre le changement climatique parmi ses tâches prioritaires, on constate un impact croissant du secteur de la mobilité sur ce phénomène, avec en plus un renforcement entre 2010 et 2015 par rapport à la période précédente. Bien que les **évolutions techniques** (électrification, allègement des véhicules, réduction de l'impact par kilomètre, etc.) ainsi que les **changements de comportements** (réduction des TIM et de l'avion, mobilité de loisirs plus sobre, modification des programmes de vie, etc.) puissent avoir un potentiel de réduction significatif, il reste que la **demande de mobilité est toujours une demande dérivée de la séparation spatiale des activités** (résidentiel, emplois, achats et loisirs, etc.) et donc de l'**aménagement du territoire**. Ainsi, le « toujours plus souvent et toujours plus loin » observé précédemment s'explique en grande partie par un éclatement des territoires et un étalement urbain croissant qui sont autant de contraintes sur les ambitions de réduction de l'impact environnemental de la mobilité. On ne peut donc pas envisager de répondre raisonnablement à la problématique de « l'urgence climatique » en faisant l'économie d'une réflexion profonde sur l'aménagement du territoire et son articulation avec les enjeux de mobilité, y compris leur dimension environnementale. **Une relocalisation des diverses activités dans la proximité, une densification modérée et confortable des espaces de vie et le développement massif de modes alternatifs aux TIM (voir « proximobilité²⁴ ») sont parmi les mesures indispensables.**

²⁴ Fabre-Landry Aurore, Bigo Aurélien, Beauvais Jean-Marie, « Vers une nouvelle organisation de la mobilité : une opportunité pour vivre mieux ? », Transports urbains, 2018/1 (N° 132), p. 30-35