

Le pic de pollution à Paris du 12 au 17 mars 2014 : quelles mesures anti-pollution mises en place et pour quels résultats ?

Alain Ayong Le Kama¹, Hakim Hammadou², Bénédicte Meurisse³,
Claire Papaix⁴

N°2014-02

Le seuil de 100 microgrammes de particules fines par mètre cube d'air a été franchi en région parisienne le 12 mars 2014. Au troisième jour d'alerte, pour faire face à ce pic de pollution, le gouvernement français, la Région Ile-de-France et la ville de Paris ont mis en place des mesures anti-pollution. Elles incluaient la gratuité des transports en commun et la circulation automobile alternée.

- Partant de l'hypothèse qu'un instrument de politique publique locale contribue en réalité à une pluralité d'objectifs pouvant augmenter son efficacité globale, le bilan environnemental des reports modaux observés est ici étendu des particules fines aux émissions de CO₂.
- Mis en place simultanément, une politique de gratuité des transports en commun et un dispositif de circulation alternée sont plus efficaces en termes de report modal et de réduction d'émissions que l'un et l'autre pris isolément.
- La restriction temporaire des déplacements en voiture s'avère plus efficace du point de vue environnemental si la restriction s'applique sur les véhicules les plus anciens (les plus émetteurs) que celle retenue par le gouvernement (plaques d'immatriculation paires/impaires).

-
1. EconomiX et Chaire Economie du Climat
 2. EQUIPE et Chaire Economie du Climat
 3. EconomiX et Chaire Economie du Climat
 4. IFSTTAR et Chaire Economie du Climat

This page is intentionally blank - Cette page est laissée vide intentionnellement

Le pic de pollution à Paris du 12 au 17 mars 2014 : quelles mesures anti-pollution mises en place et pour quels résultats ?

Alain Ayong Le Kama, Hakim Hammadou, Bénédicte Meurisse, Claire Papaix

Avril 2014

Le seuil de 100 microgrammes de particules fines par mètre cube d'air a été franchi en région Parisienne le 12 mars 2014. Au troisième jour d'alerte et pour faire face à ce pic de pollution, le gouvernement français, la Région Ile-de-France et la ville de Paris ont mis en place des mesures anti-pollution. Elles comprennent, du vendredi 14 mars au lundi 17 mars inclus :

- La gratuité des transports en commun ;
- Une réduction des vitesses maximales autorisées ;
- Des mesures de contournement pour les poids lourds ;
- La gratuité de l'heure de transport en Autolib'
- La gratuité de la journée de transport en Vélib'
- La circulation alternée (le lundi 17 mars uniquement) ;
- La gratuité du stationnement pour les véhicules immatriculés impair (le lundi 17 mars uniquement) ;
- La gratuité du stationnement dans les voies soumises au régime du stationnement payant résidentiel pour les résidents titulaires d'une carte de stationnement.

Ces mesures temporaires visaient à réduire les émissions de particules fines liées à la circulation automobile. Toutefois, alors que la Direction des Routes Ile-de-France (DiRIF) offrait des cartes en temps réel de l'état des bouchons et de la vitesse sur le réseau francilien d'une part, et que les médias communiquaient dès lundi 17 mars les premiers chiffres concernant l'utilisation des Autolib' et des Vélib' d'autre part, les effets réels de ces mesures anti-pollution sur les émissions de particules fines se font encore attendre.

Notre analyse, basée sur des simulations effectuées à partir d'un modèle de choix modal – fondé sur la théorie des choix discrets – appliqué à la Communauté Urbaine de Lille (LMCU) nous enseigne que la mise en place simultanée d'une politique de gratuité des transports en commun et d'un dispositif de circulation alternée est plus efficace en termes de report modal et de réduction d'émissions que l'une et l'autre de ces mesures prises isolément.

Par ailleurs, en ce qui concerne la restriction de la circulation, l'annulation temporaire des déplacements en voiture s'avère plus efficace du point de vue environnemental si la restriction concerne les véhicules les plus anciens (les plus émetteurs) que si elle est pratiquée de façon aléatoire (parité de la plaque d'immatriculation).

1. Retour sur les mesures mises en place pour traiter l'épisode de pollution

1.1. Les mesures anti-pollution mises en place à Paris

Pour faire face au pic de pollution (le seuil de 100 microgrammes de particules fines par mètre cube d'air a été franchi en région Parisienne le 12 mars 2014), la Région Ile-de-France a :

- Instauré la **gratuité des transports collectifs urbains** (bus, métros, tramways, RER et trains) dès l'ouverture du réseau à 5H30 vendredi à la fermeture du réseau lundi soir ;
- **Réduit les vitesses maximales autorisées** ; i.e. 110km/h sur les autoroutes franciliennes, 70km/h sur les axes sur lesquels la vitesse est d'ordinaire limitée à 90km/h et 60km/h sur le périphérique parisien ;
- Imposé des **mesures de contournement pour les poids-lourds** (de plus de 3,5 tonnes).

Pour les mêmes raisons, la Ville de Paris a instauré la **gratuité** :

- de l'heure de transport en **Autolib'** pour les abonnés au service en Ile de France ;
- de la journée de transport en **Vélib'** (la mesure concerne uniquement les tickets journaliers et non pas les abonnements) ;
- du **stationnement pour les plaques paires** (i.e. dont la circulation était interdite ce lundi 17 mars) et dans les voies soumises au régime du stationnement payant résidentiel pour les résidents titulaires d'une carte de stationnement ;

Enfin, pour la journée du 17 mars, le gouvernement a mis en place le dispositif de **circulation alternée** à Paris et dans 22 communes limitrophes de la petite couronne: seuls les véhicules immatriculés **impairs** étaient autorisés à circuler (à partir de 5 heures 30 et jusqu'à minuit). Toutefois les véhicules propres (électriques, hybrides et fonctionnant au gaz) et ceux transportant au moins trois personnes – entre autres – étaient autorisés à circuler quelle que soit leur plaque d'immatriculation.

1.2. Les premiers résultats observés

- Utilisation Autolib', Vélib' et transports en commun

Parmi les effets notables de ces mesures anti-pollution, on peut noter que les locations d'Autolib ont augmenté (33% de hausse du 13 au 16 mars ; puis de 60 % le lundi 17 mars entre 6h et 14h avec la circulation alternée). Un record de location d'Autolib a d'ailleurs été atteint durant le week-end. Sur la même période, le nombre de tickets Vélib' a augmenté de 61%. Les effets de la gratuité des Vélib' auront particulièrement profité aux trajets domicile-travail avec un doublement du nombre d'utilisateurs occasionnels jeudi, vendredi et lundi matins (22 516 tickets délivrés contre 10 071 tickets la semaine précédente).

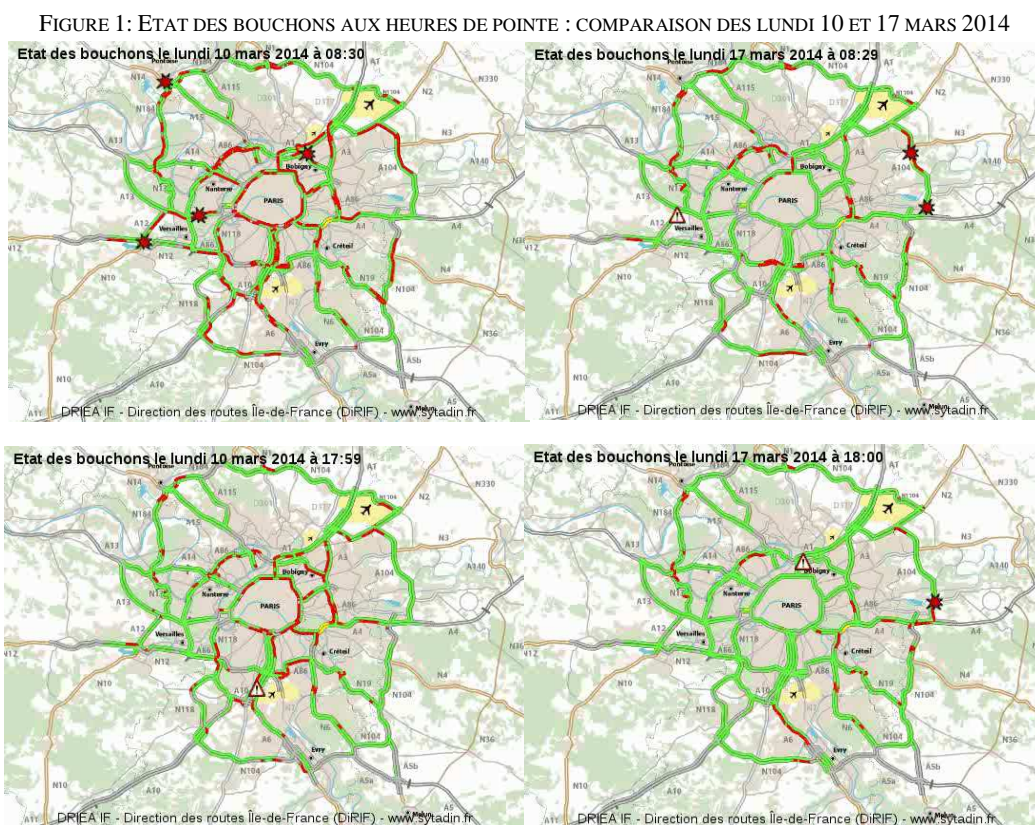
S'agissant de la hausse de la fréquentation des transports en commun, celle-ci a également été constatée, mais elle est plus difficile à chiffrer (entrée sans validation requise aux portiques).

- Respect et effets de la circulation alternée

90% des véhicules en circulation ce lundi 17 mars avaient une plaque d'immatriculation impaire et étaient donc autorisés à circuler. Cela témoigne d'un effort relativement bien accepté par la population. En revanche, des effets pervers de cette mesure sont à noter. L'utilisation d'un véhicule ancien à motorisation diesel parce qu'il est immatriculé impair à la place d'une petite voiture citadine moins émettrice mais immatriculée pair en est une bonne illustration. Si ce type de mesure venait à durer, ces effets pourraient être poussés à l'excès en entraînant par exemple la location d'un véhicule autorisé à circuler si l'on tient compte du fait que les parisiens ne sont que très peu à être multi-

motorisés (4% à Paris contre près d'un quart en Ile-de-France en 2010) et à pouvoir aisément recourir à un autre véhicule dans le ménage en cas de changement règlementaire à court terme.

En termes d'effets, une réduction des embouteillages a pu être observée (-62% par rapport au lundi précédent à 14h00). La Figure 1 ci-dessous illustre cette baisse des bouchons aux heures de pointe du matin (les deux figures du haut) et du soir (les deux figures du bas) entre le lundi 10 mars (les deux figures de gauche) et le lundi 17 mars, date de la mise en place de la circulation alternée (les deux figures de droite).



Source : Direction des routes Ile-de-France, www.sytadin.fr

1.3. Eléments de discussion

Dans le bilan de ces mesures, une attention particulière doit cependant être portée aux effets d'une utilisation accrue du réseau de transports, c'est-à-dire aux coûts additionnels internes (charges d'exploitation et de maintenance du réseau, retards, etc.) et externes (ex. congestion induite sur certains axes et accidents du fait des Autolib' et Vélib' supplémentaires sur les voies) induits. En ce qui concerne les transports publics, la hausse de leur utilisation conduit à un risque de dégradation du confort des usagers, du fait de la limite de capacité d'accueil, qu'il est important de ne pas négliger. A noter à ce sujet que la RATP et la SNCF ont mis en place des trains longs pour absorber l'afflux potentiel de voyageurs, offrant ainsi plus d'un million de places supplémentaires.

Par ailleurs, si les effets les plus visibles de ces mesures sont, depuis, relayés par les médias, les impacts réels en termes de réduction des émissions de particules fines (objectif initial de ces mesures) sont plus difficiles à mesurer. D'autant plus que, si, quelques jours après la mise en place des mesures, l'Association de Surveillance de Qualité de l'Air (AirParif) revient sur les manifestations du phénomène (émissions *versus* concentrations – l'air que l'on respire – ; pollution de fond *versus*

pollution de proximité, dépassement ponctuel – des seuils journaliers – *versus* dépassement chronique – des seuils annuels –, etc.), elle insiste sur la difficulté de distinguer clairement les sources locales de ces pollutions (émanant de la circulation dans l’agglomération) de celles qui proviennent de l’extérieur (import de la région).

Faisant écho à ces différentes remarques, cette note a pour ambition d’éclairer l’opinion publique sur les effets des mesures mises en place à Paris pour faire face au pic de pollution (i.e. la gratuité des transports en commun et la circulation alternée) à partir d’une étude de cas réalisée sur la Communauté Urbaine de Lille. En effet, la comparaison géographique est possible puisque les problématiques de la métropole lilloise (également concernée par l’alerte de pollution) sont relativement proches de celles de la ville de Paris : le report des modes émetteurs vers des modes bas carbone et des modes actifs (marche et vélo) est l’un des objectifs prioritaires des deux plans de déplacements urbains ; l’utilisation de la voiture domine celle des autres modes (surtout à Lille) ; et des réflexions ont été menées dans chacune des villes autour des mesures de réduction des vitesses et de gratuité des transports en commun.

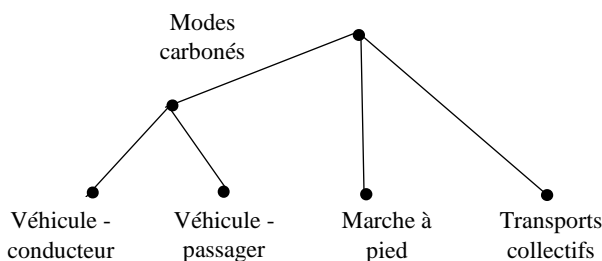
2. Gratuité des transports en commun et/ou restriction de la circulation et pollution atmosphérique : Etude de cas sur la Communauté Urbaine de Lille

2.1. Présentation du modèle

Sur la base des déplacements observés dans la métropole Lilloise, obtenus à partir de l’enquête Ménages Déplacements (EMD) de 2006, un certain nombre de caractéristiques sur les préférences des usagers sont révélées à l’aide de l’estimation d’un modèle de choix modal. Dans le modèle, ces « variations de goûts » des résidents en matière de choix de modes de transport sont représentées à la fois de façon spécifique aux alternatives (i.e. prix et temps de transport, etc.), à leur situation sociodémographique (i.e. selon l’âge, le lieu de résidence, la possession d’un permis de conduire, etc.) et en fonction de la zone géographique à l’origine et à la destination du déplacement (occupation du sol). Pour « reconstruire » le champ des choix possibles, ces variables sont introduites dans les fonctions d’utilité des modes suivants :

- véhicule conducteur et véhicule passager (considérées comme des alternatives « emboîtées », c'est-à-dire dont les probabilités de choix sont dépendantes l’une de l’autre) ;
- marche à pied ;
- transport collectif (métro, tramways et bus).

La représentation des choix possibles dans notre modèle la plus fidèle à la réalité prend la structure hiérarchisée suivante :



L’outil « DEED » (diagnostic environnemental des déplacements internes), développé par l’ADEME et l’INRETS en 2003 sur la base de la méthodologie Européenne COPERT 3, est utilisé pour renseigner le bilan CO₂ des différentes mesures simulées ci-dessous.

2.2. Simulation d'une politique de gratuité des transports en commun combinée ou non à une mesure de restriction de la circulation

- Simulation d'une politique de restriction de la circulation :

Pour simuler les effets d'un dispositif de *circulation alternée*, et dans la mesure où les données de l'Enquête Ménage Déplacements ne permettent pas d'identifier les véhicules immatriculés impair de ceux immatriculés pair, nous avons choisi de tirer aléatoirement un véhicule sur deux et contraint leurs propriétaires à utiliser à un autre mode de transport. La problématique liée au stationnement des véhicules interdits de circuler n'est donc pas abordée ici.

Nous avons par ailleurs simulé les effets d'une *interdiction de la circulation des véhicules les plus anciens*. Notre choix repose sur l'intuition que le recours à un critère de sélection des véhicules interdits à la circulation qui influence le niveau des émissions (i.e. l'âge) permettrait une plus grande réduction des émissions que le recours à un critère arbitraire (i.e. la plaque d'immatriculation). En effet, selon le CCFA, 40% de la pollution liée au trafic routier est attribuable à seulement 10% des véhicules, i.e. les plus anciens. Nous procédons en retirant des simulations l'ensemble des véhicules dont l'âge excède l'âge médian (i.e. sept ans pour le parc automobile de la Communauté Urbaine de Lille).

- Simulation de la gratuité des transports en commun :

Le coût des transports en commun est considéré comme nul dans la fonction d'utilité de ce mode.

- Les scénarios

Cinq scénarios d'instruments ont été testés et comparés au scénario de référence (« base ») des parts modales et des émissions correspondantes dans la Communauté Urbaine de Lille en 2006.

- Scénario 1. Gratuité des transports collectifs urbains (seule) ;
- Scénario 2. Circulation alternée (seule) ;
- Scénario 3. Restriction de la circulation en fonction de l'ancienneté du véhicule (seule) ;
- Scénario 4. Gratuité des transports collectifs urbains combinée à la circulation alternée ;
- Scénario 5. Gratuité des transports collectifs urbains combinée à la restriction de la circulation en fonction de l'ancienneté du véhicule.

2.3. Résultats des simulations

- Evolution des parts modales (cf. Tableau 1. et Figure 2)

Pour augmenter la part des déplacements à pied (seul mode dont les émissions sont nulles), seule une mesure de restriction de la circulation est efficace (hausse du pourcentage dans les scénarios 2 à 5 vs. baisse dans le scénario 1 « gratuité des transports en commun ») ; alors que pour augmenter la part des trajets réalisés en transports publics, instaurer leur gratuité s'avère être la politique la plus efficace (de 6.63% dans la situation de référence à 16.48% dans le scénario 1) ; bien que la part des trajets en transports en commun augmente également lorsque seule une politique de restriction de la circulation est mise en place (7.51% et 9.51% dans les scénarios 2 et 3). Par ailleurs, c'est lorsque la circulation des véhicules les plus anciens est interdite et que les transports en commun sont gratuits (scénario 5) que l'on observe la plus grande part de déplacements réalisés en transports en commun (17.99%).

En ce qui concerne les déplacements en véhicule particulier, une mesure de gratuité des transports publics conduit à une baisse du pourcentage de déplacements en tant que passager d'un véhicule particulier (7.98% dans le scénario 1 contre 10.73% dans la situation de référence) alors que ce même pourcentage augmente lorsque la circulation est restreinte (11.15% et 11.44% dans les scénarios 2 et 3). De plus, l'effet de la gratuité des transports publics l'emporte sur l'effet de la restriction de la circulation ce qui explique que le pourcentage de déplacements en tant que passagers d'un véhicule diminue lorsque les deux types de mesures sont mis en place simultanément. Mais, si le pourcentage de déplacements en tant que passager diminue le plus avec la seule gratuité des transports publics (7.98% dans le scénario 1 contre 8.61% et 8.94% dans les scénarios 4 et 5), le pourcentage de déplacement en tant que conducteur diminue davantage lorsqu'une mesure de restriction de la circulation est combinée à la gratuité des transports en commun (47.01% dans le scénario 4 et 41.59% dans le scénario 5 contre 48.94% dans le scénario 1).

- Evolution du bilan CO₂ (cf. Tableau 2)

En termes de réduction des émissions de CO₂ (résultant de la modification de la structure modale) une mesure de restriction de circulation alternée s'avère moins efficace (-3.48% dans le scénario 2 et -9.92% dans le scénario 3) qu'une politique de gratuité des transports publics urbains (-20.74% dans le scénario 1). Toutefois, restreindre la circulation lorsque les transports en commun sont gratuits permet de réduire davantage les émissions de CO₂ (-22.76% et -27.13% dans les scénarios 4 et 5) que lorsque seule la politique tarifaire des transports en commun est mise en place (-20.74%). Cela met en évidence la complémentarité de ces deux politiques ; l'une étant normative, l'autre incitative.

Conclusion

Quelques jours après l'épisode du pic de pollution de l'air à Paris, son traitement, et les premiers relais médiatiques de ses effets, cette note propose un nouvel éclairage de la situation à partir d'une simulation des effets de certaines des mesures sur l'agglomération lilloise et offrant une extension du bilan environnemental à l'évaluation des émissions de CO₂.

En effet, une forte corrélation est observée dans le modèle entre les émissions de CO₂ (pollution atmosphérique globale) d'une part et les émissions de particules fines (pollution atmosphérique locale) d'autre part. Si les émissions de particules fines constituaient les impacts de la mobilité routière urbaine principalement visés par ces mesures, les reports modaux observés ont indirectement aussi conduit à la réduction des émissions de CO₂, quantifiables dans notre modèle. Ceci montre bien que les instruments locaux de ce type (dits « bottom-up » par opposition aux instruments dits « top down », c'est-à-dire visant *directement* l'externalité nuisible, telle que la fiscalité carbone sur les carburants dans le cas du CO₂) contribuent en réalité à l'atteinte d'une pluralité d'objectifs de politique publique, et que l'on ne peut pas évaluer l'efficacité d'une mesure à son seul bilan « particules fines » ; d'autres effets entrant également en ligne de compte (ici la réduction des émissions de CO₂ améliore l'efficacité globale des mesures).

Si l'effet de complémentarité des instruments ressort bien des résultats de simulations, le caractère durable et cohérent du signal envoyé aux automobilistes est également important à prendre en compte. Mettre en place un instrument réglementaire ciblé sur l'ancienneté du véhicule semble plus efficace et plus prudent que restreindre la circulation de manière aléatoire, incitant ainsi les automobilistes à changer de véhicule en fonction de sa plaque d'immatriculation. Toutefois, un tel dispositif présente l'inconvénient d'être difficilement contrôlable, contrairement à la mesure mise en place par le gouvernement, basée sur la plaque d'immatriculation.

Une des extensions de cette étude de cas à Lille serait de quantifier le bilan des polluants locaux de l'air issus des déplacements urbains avant et après la mise en place du paquet de mesures. Toutefois, l'effet des instruments sur les polluants locaux (ex. particules) est plus difficile à évaluer car ces derniers dépendent du type de voirie, de la motorisation du véhicule et de sa vitesse, de la température extérieure (et donc du mois et de l'année du déplacement) et de toute une série de déterminants techniques et spécifiques à un tronçon du réseau de transport en particulier. La vitesse étant l'origine de ces polluants, une des mesures qu'il conviendrait de tester en priorité dans ce cas serait l'abaissement des vitesses réglementaires – telle que pratiqué de façon consécutive sur le boulevard périphérique parisien (en 1993 et en 2014).

Enfin, un dernier enseignement à tirer de cette note est la question de l'acceptabilité sociale de ce type de dispositif. A la surprise des décideurs politiques, les mesures ont été relativement bien accueillies par l'opinion publique et la restriction de la circulation du 17 mars pour les véhicules pairs n'a par exemple rencontré que très peu d'oppositions. L'accompagnement de cette mesure contraignante par des mesures « encourageantes » (gratuité d'autres alternatives) aura ici joué un rôle crucial. Cet accompagnement est d'ailleurs d'autant plus important que la durée de restriction de la circulation est longue.

TABLEAU 1 : PART MODALES (EN POURCENTAGE) ET VARIATIONS PAR RAPPORT A LA SITUATION DE BASE (EN POINTS DE POURCENTAGE, ENTRE PARENTHESES) SELON LES POLITIQUES PUBLIQUES MISES EN PLACE

	Marche à pied	Transports en commun	Véhicule particulier - conducteur	Véhicule particulier - passager
Base	26,86	6,63	55,79	10,73
1. Gratuité des transports en commun	26,6 (-0.26)	16,48 (+9.85)	48,94 (-6.85)	7,98 (-2.75)
2. Circulation alternée ^a	28,97 (+2.11)	7,51 (+0.88)	52,38 (-3.41)	11,15 (+0.42)
3. Restriction de la circulation selon l'âge du véhicule ^b	32,05 (+5.19)	9,51 (+2.88)	47,00 (-8.79)	11,44 (+0.71)
4. Gratuité des transports en commun + circulation alternée ^a	28,11 (+1.25)	16,27 (+9.64)	47,01 (-8.78)	8,61 (-2.12)
5. Gratuité des transports en commun + restriction de la circulation selon l'âge du véhicule ^b	31,48 (+4.62)	17,99 (+11.36)	41,59 (-14.2)	8,94 (-1.79)

a. Un véhicule sur deux est pris en compte.

b. Seuls les véhicules de moins de 7 ans sont pris en compte.

FIGURE 2 REPARTITION MODALE SELON LES POLITIQUES PUBLIQUES MISES EN PLACE

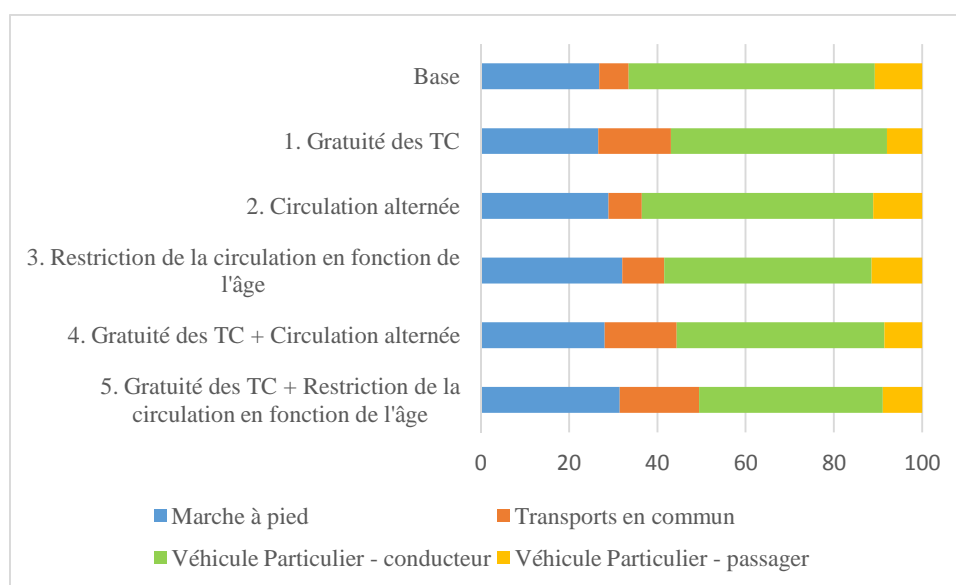


TABLEAU 2 : EVOLUTION DU BILAN CO₂ SELON LES POLITIQUES PUBLIQUES MISES EN PLACE

	Bilan CO ₂ (en tonnes)	Variation
Base	12 229,2	
1. Gratuité des transports en commun	9 693,2	-20,74%
2. Circulation alternée ^a	11 803,5	-3.48%
3. Restriction de la circulation selon l'âge du véhicule ^b	11 098,1	-9.92%
4. Gratuité des transports en commun + circulation alternée ^a	9 507,7	-22,26%
5. Gratuité des transports en commun + restriction de la circulation selon l'âge du véhicule ^b	8 911,4	-27,13%

a. Un véhicule sur deux est pris en compte.

b. Seuls les véhicules de moins de 7 ans sont pris en compte.