

Les impacts environnementaux des aménagements cyclables



Jun 2021

BL
évolution

Auteurs

Guillaume MARTIN

Luc LAVIELLE

I.	Résumé	3
1.	Introduction : Le développement du vélo passe par l'aménagement d'un réseau sécurisé d'infrastructures cyclables.....	4
2.	Les infrastructures cyclables sont très loin d'être un moteur de l'artificialisation des sols	5
2.1.	L'artificialisation des sols a de lourdes conséquences sur notre environnement.....	5
2.2.	Les infrastructures cyclables ne représentent que 0,20% des surfaces artificialisées en France	6
2.3.	L'avenir d'une mobilité décarbonée passe par la réservation pour les infrastructures cyclables d'environ 5 à 8 % des consommations foncières annuelles d'ici 2030	8
3.	Artificialisation et biodiversité : des impacts réduits et facilement évitables.....	11
3.1.	Le vélo limite l'étalement urbain.....	11
3.2.	Imperméabilisation et écoulement des eaux : dans le cas d'un aménagement cyclable, tout est plus simple	11
3.3.	Biodiversité : un aménagement cyclable peut participer à la restauration des corridors écologiques.....	12
4.	Les matériaux stabilisés, la fausse bonne idée.....	15
4.1.	Les matériaux stabilisés ne sont pas adaptés à des usages quotidiens du vélo.....	15
4.2.	Les matériaux stabilisés sont moins écologiques.....	15
4.3.	Les matériaux stabilisés sont plus chers si on intègre l'entretien	16
5.	Empreinte carbone d'un aménagement cyclable : quel impact sur l'ensemble du cycle de vie ?	17
5.1.	Objectifs et hypothèses	17
5.2.	Résultats	17
6.	Le vélo participe à la baisse des consommations foncières et des émissions de gaz à effet de serre..	21
6.1.	L'urbanisme cyclable favorise la baisse des consommations foncières.....	21
6.2.	Le vélo est un levier essentiel pour décarboner les mobilités	23
II.	Annexe technique : Calcul de l'empreinte carbone du cycle de vie d'un aménagement cyclable	27
A.	Méthodologie et hypothèses	27
B.	Limites de l'étude	32
C.	Bibliographie / Ressources complémentaires	33

I. Résumé

Le développement du vélo passe par l'aménagement **d'un réseau d'infrastructures cyclables sécurisées estimées à 100 000 km**. La question de l'impact environnemental de ces aménagements se pose donc directement aux collectivités locales compétentes et à leurs financeurs. Cette étude explore l'ensemble des impacts négatifs possibles d'un aménagement cyclable : artificialisation et imperméabilisation des sols, biodiversité, empreinte carbone de la construction. Dans de nombreux domaines, **les impacts négatifs sont faibles et peuvent être facilement évités**.

Les infrastructures cyclables sont très loin d'être un moteur de l'artificialisation des sols (0,20 % des surfaces artificialisées). Comparées aux autres projets d'aménagement (zones d'activités économiques, autoroutes, extensions d'aéroport), les pistes cyclables représentent une part infime de l'artificialisation en France. **Même avec le scénario de développement du vélo le plus ambitieux couplé à une trajectoire Zéro Artificialisation Nette en 2050, cette part resterait toujours très minime** (0,60% de l'ensemble des surfaces artificialisées). Dans ce même scénario, **les collectivités territoriales devront réserver environ 6% des consommations foncières annuelles aux infrastructures cyclables** afin de construire une France 100 % cyclable disposant de 100 000 km d'aménagements cyclables.

Les différentes problématiques liées à l'artificialisation : étalement urbain, écoulement des eaux, érosion des sols, perte de biodiversité, fragmentation des corridors écologiques, diminution de la séquestration carbone **s'appliquent très marginalement** à la création de piste cyclable. Au-delà de la consommation foncière, **les impacts liés à la construction d'une piste cyclable sont très faibles ou facilement évitables**.

Les matériaux stabilisés (sables ou graves compactés), associés à une image plus écologique que des matériaux classiques (bitume, enrobés...) **sont loin d'avoir un meilleur impact sur l'environnement** et desservent largement le développement du vélo pour des pratiques régulières et quotidiennes.

Il existe **une boucle vertueuse** entre le développement des infrastructures cyclables et la transformation des habitudes de mobilité autour des pôles de vie et de proximité. Le développement du vélo comme moyen de transport entraîne **une baisse des besoins de consommation foncière** et de ressources via la densification du bâti résidentiel et commercial et la baisse des besoins en infrastructures de transport lourdes.

Le vélo est le mode de transport le plus écologique (avec la marche). Le développement d'infrastructures cyclables augmente le nombre de cyclistes du quotidien, diminue l'utilisation de la voiture et a un impact positif sur les budgets des ménages et des collectivités, les émissions de gaz à effet de serre, la pollution atmosphérique et la santé de manière générale (lutte contre la sédentarité, prévention des risques cardiovasculaires, risques de cancer...).

Notre étude estime l'empreinte carbone du cycle de vie (hors utilisation et report modal) d'un aménagement cyclable **entre 70 et 380 tCO₂e/km** en fonction principalement de l'origine du sol initial (artificialisation) et du matériaux utilisé (construction et entretien). Le report modal de la voiture vers le vélo entraîne une forte diminution des émissions de gaz à effet de serre. Dans un scénario où les déplacements à vélo sont multipliés par 10 pour atteindre les pratiques observées dans un pays comme les Pays-Bas, **cette baisse est de l'ordre de -25% par rapport à l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports de personnes**. Ainsi, cette économie de 25 MtCO₂e par an permettrait d'amortir en moins d'un an, l'impact carbone lié à la création d'un réseau complet de 100 000 km d'aménagements cyclables dans le pire des scénarios étudiés. **Ces résultats montrent que l'impact carbone de l'aménagement d'un tel réseau cyclable est tout à fait négligeable devant le potentiel de réduction associé au report modal vers le vélo qui serait induit**.

En adoptant cette réflexion systémique, le développement des aménagements cyclables apparaît comme très bénéfique pour l'environnement et un enjeu prioritaire de l'aménagement du territoire.

1. Introduction : Le développement du vélo passe par l'aménagement d'un réseau sécurisé d'infrastructures cyclables

Parce que le vélo représente un moyen de transport efficace, abordable, bon pour la santé et l'environnement, la France porte une ambition forte de développement des pratiques cyclables notamment au travers du **Plan National Vélo** qui fixe l'objectif de 12% pour la part des déplacements réalisés à vélo en 2030¹.

Sur le terrain, les collectivités territoriales se sont grandement emparées du sujet en mettant en œuvre leur plan vélo local. Or, le premier frein au développement des pratiques cyclables est le manque d'aménagements sécurisés². Ainsi, multiplier par 3 le nombre de déplacements à vélo passe nécessairement par le développement d'un réseau d'infrastructures dédiées, notamment là où la vitesse et le volume de circulation des véhicules motorisés sont trop importants pour envisager un partage de la route³. Ce réseau nécessaire est estimé à **environ 100 000 km d'aménagements cyclables**.

Ces potentielles infrastructures cyclables seraient donc en compétition avec les autres projets d'aménagements de territoires qui impliquent une consommation foncière, des émissions de gaz à effet de serre ou des impacts sur la biodiversité. Ces impacts sont parfois évoqués pour s'opposer à des projets d'investissement en matière d'infrastructures cyclables car la France s'est engagée dans plusieurs objectifs structurants : **Stratégie Nationale Bas Carbone** (SNBC) et son objectif de Neutralité Carbone, **Objectif Zéro Artificialisation Nette** (ZAN) ou encore la **Stratégie Nationale pour la Biodiversité** (SNB).

Pour autant, qu'en est-il vraiment ? Quels sont les impacts d'une piste cyclable sur l'artificialisation des sols, la biodiversité ou les émissions de gaz à effet de serre ? Quels sont les bénéfices écologiques induits par le développement d'aménagements cyclables ?



Stratégie Nationale Bas Carbone



Zéro Artificialisation Nette



Stratégie Nationale pour la Biodiversité

Quels sont les impacts d'un aménagement cyclable ?

¹ La part modale du vélo s'élève aujourd'hui à 3%. L'objectif du Plan National Vélo paraît donc ambitieux au regard des pratiques actuelles mais plus faible par exemple que la part modale actuellement observable aux Pays-Bas (27%).

² Enquête Parlons Vélo auprès de 100 000 répondants, Fédération des Usagers de la Bicyclette (FUB), 2019

³ Pour les critères voir : Vélos et voitures : séparation ou mixité, les clés pour choisir, CEREMA, Aout 2020

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/velos-voitures-separation-ou-mixite-cles-choisir>

2. Les infrastructures cyclables sont très loin d'être un moteur de l'artificialisation des sols

2.1. L'artificialisation des sols a de lourdes conséquences sur notre environnement

L'artificialisation des sols a de lourdes conséquences sur notre environnement (*voir encadré ci-contre*). Rapporté à sa densité de population, **la France apparaît plus artificialisée que les principaux États membres de l'Union européenne**⁴. Pour enrayer un processus continu d'artificialisation depuis plusieurs dizaines d'années, la France s'est fixé des objectifs ambitieux en la matière avec l'atteinte d'un **objectif de Zéro Artificialisation Nette (ZAN) d'ici 2050** qui commence à être traduit dans différentes lois et outils urbanistiques (SCOT, PLUi...). Aujourd'hui, **les coûts envisagés pour renaturer un sol préalablement artificialisé sont beaucoup trop importants** pour envisager cette solution à grande échelle⁵. Ainsi, l'objectif ZAN impose aux collectivités locales de réduire drastiquement leur consommation foncière. Or, en matière d'aménagement, de nombreuses thématiques requièrent aujourd'hui des consommations foncières : habitat, grands équipements, zones d'activités économiques, infrastructures de transport. La consommation foncière peut donc être vue comme un gâteau à partager entre différents projets rivaux. **La taille de ce gâteau devant, année après année, diminuer pour tendre vers zéro d'ici à 2050**⁶.

A retenir

Les principaux impacts de l'artificialisation des sols :

- Perte de biodiversité
- Fragmentation d'écosystèmes
- Perte de fonction paysagère
- Perte de fonction agricole
- Perte de puits de gaz à effet de serre
- Pollution des milieux aquatiques liée aux écoulements de surface
- Imperméabilisation et perturbation du cycle de l'eau
- Pollution sonore liée à la réverbération du bruit
- Îlot de chaleur

⁴ Depuis 1981, l'augmentation des terres artificialisées est en moyenne de l'ordre de 60 000 hectares par an – soit un peu plus d'un millième du territoire –, sans tendance identifiée. Les terres artificialisées seraient ainsi passées de 3 millions d'hectares à 5,1 millions, ce qui représente une croissance de 70 %, nettement supérieure à celle de la population (+19 %) sur la période. Source : *Objectif « zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ? France Stratégie, Juillet 2019, Page 19*

⁵ Quelques exemples de coûts, à comparer avec le coût d'accès au foncier agricole : 0,5€/m² :

- Déconstruction : 65 €/m² dont 35 €/m² de démolition et 30 €/m² de traitement des déchets.
- Dépollution : 2 à 65 €/m²
- Désimperméabilisation : 60 à 270 €/m²

Source : « Objectif « zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ? » Page 35, France Stratégie, Juillet 2019

⁶ Cette notion de trajectoire n'est pour l'instant pas formalisée dans la loi française. La comptabilisation d'une artificialisation nette suppose de pouvoir faire la somme entre les surfaces artificialisées et les surfaces renaturalisées, même si à ce jour, le processus de renaturalisation paraît très peu probable à grande échelle. A l'heure où nous finalisons la rédaction de ce document, l'artificialisation des sols fait l'objet d'importants débats parlementaires dans le cadre du projet de loi "Climat et Résilience" issu des propositions de la Convention Citoyenne pour le Climat.

2.2. Les infrastructures cyclables ne représentent que 0,20 % des surfaces artificialisées en France

Porté par le Plan National Vélo et les collectivités locales, les aménagements cyclables ont le vent en poupe, la longueur totale des pistes cyclables a augmenté de 8% par an sur les 4 dernières années (voir tableau ci-dessous)⁷.

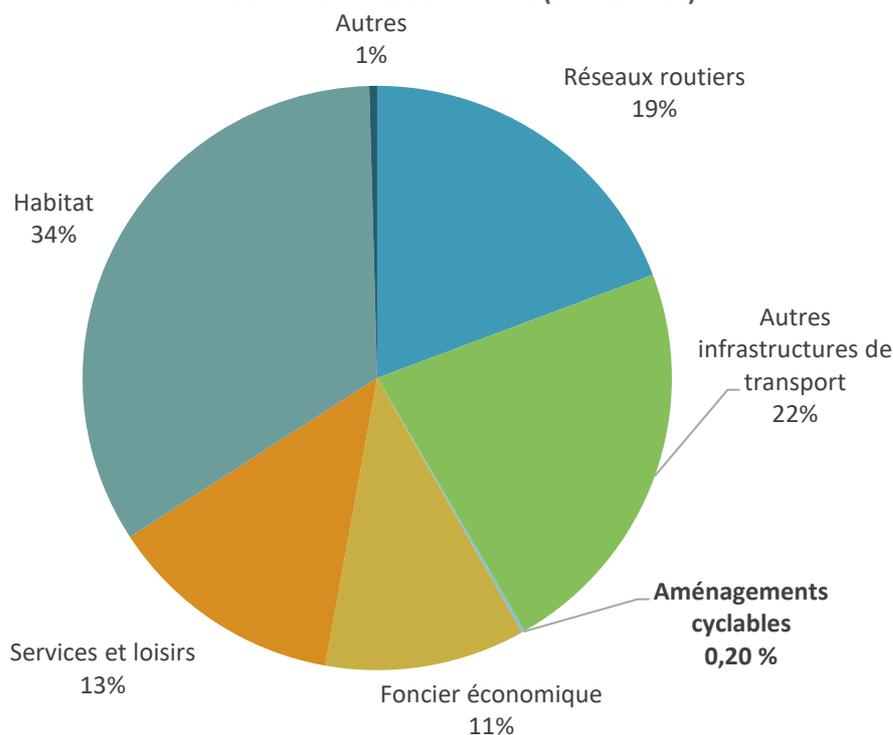
Linéaires d'aménagements cyclables en France (en km)

	01-11-2017	01-11-2018	01-11-2019	01-11-2020	01-02-2021
Pistes cyclables	28 266	30 114	31 170	34 078	34 266
Voies vertes	11 883	12 899	14 361	16 759	17 506
Total	40 149	43 013	45 531	50 837	51 772

Source : OpenStreetMap, Janvier 2021

Lorsqu'un aménagement cyclable est réalisé sur un espace naturel ou semi-naturel (champs cultivé, prairie, forêt...), des consommations foncières sont inévitables. Cependant, en comparaison avec les autres projets d'aménagement (zones d'activités économiques, réseau routier, extensions d'aéroport, logements), **les aménagements cyclables représentent une part infime (0,20 %) de l'artificialisation en France.**

Part des surfaces artificialisées en France (en hectares)



⁷ Ces chiffres n'intègrent pas les bandes cyclables et autres aménagements légers qui ne sont pas considérés comme un aménagement efficace pour sécuriser un déplacement à vélo et dont les impacts sont limités car celles-ci se trouvent sur des emprises routières déjà artificialisées.

Un aménagement cyclable reste assez léger et d'une largeur beaucoup plus faible que tout autre infrastructure de transport (secteur qui représente tout de même 41 % de l'ensemble des surfaces artificialisées). Les autres moteurs de l'artificialisation des sols restent l'habitat (34 % des surfaces artificialisées), les infrastructures de services et de loisirs (13 %) et le foncier économique (11 %).

Part des surfaces artificialisée en France

Surface artificialisée totale en France	5 104 272	ha
Réseaux routiers	1 219 617	ha
Autres infrastructures de transport	1 418 599	ha
Aménagements cyclables	10 354	ha
Foncier économique	697 528	ha
Services et loisirs	824 578	ha
Habitat	2 136 326	ha
Autres	27 187	ha

Sources :

- Surface artificialisée par des aménagements cyclables : Calculs BL évolution à partir de données OpenStreetMap 2021

- Surface artificialisée totale en France : Données TERRUTI-LUCAS 2014

Par ailleurs, environ 70% de la population française vit dans des unités urbaines⁸. On peut donc prendre l'hypothèse que 70% de ces aménagements cyclables ont été réalisés sur des surfaces déjà tout ou en partie urbanisées. **Ainsi, ces aménagements cyclables n'ont pas participé directement ou intégralement à l'artificialisation des sols** : dans la plupart des cas, il s'agissait d'un nouveau partage d'un espace public déjà artificialisé ou d'un élargissement d'une voirie (entraînant ainsi des impacts sur la biodiversité ou sur les écoulements des eaux relativement faibles comparés à l'infrastructure routière en place).

⁸ Source INSEE : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4806684>

2.3. L'avenir d'une mobilité décarbonée passe par la réservation pour les infrastructures cyclables d'environ 5 à 8 % des consommations foncières annuelles d'ici 2030

En prenant en compte un développement ambitieux des pistes cyclables dans les années à venir⁹, la France devrait **investir 3 000 millions d'euros par an**¹⁰ pendant 10 ans pour développer à terme 100 000 km de pistes cyclables et construire ainsi un réseau structurant permettant de répondre à une très large partie des besoins de déplacements réalisables à vélo. Ces 100 000 km d'aménagements cyclables, d'une largeur moyenne de 3 m¹¹, représentent l'équivalent de **30 000 ha à artificialiser d'ici 2030**¹². C'est l'équivalent de **seulement 6 mois d'artificialisation** au rythme actuel en France (56 232 ha/an en moyenne)¹³.

Surface maximum à artificialiser pour construire 100 000 km d'aménagements cyclables

Longueur du réseau cyclable à construire	100 000	km
Equivalent en ha (largeur = 3 m)	30 000	ha

Source : Calculs BL évolution

A titre de comparaison, le tableau ci-dessous détaille quelques exemples de projets d'artificialisation en France¹⁴ :

Quelques exemples d'artificialisation des sols en France

	Surface artificialisée (en hectares)	Equivalent en aménagements cyclables (en km)
ZAC de Gonesse	280	933
Projet autoroutier de contournement Est de Rouen (41 km)	516	1 720
Projet de rocade routière à Vitry (35)	45	150
Surface artificialisée chaque année en France	56 200	187 333

Par exemple, le seul contournement autoroutier prévu à l'Est de Rouen sur 41 km représente l'équivalent de près de 1720 km d'aménagement cyclables.

⁹ Voir le scénario de rattrapage de l'étude "Impact économique et potentiel de développement des usages du vélo en France en 2020", ADEME, 2020

¹⁰ Calculs BL évolution sur la base d'un ratio de 300 € / ml

¹¹ Historiquement, les collectivités ont commencé par proposer des aménagements de 2 m maximum. Aujourd'hui, les largeurs recommandées sont plutôt entre 4 et 5 m.

¹² De même que précédemment, on peut faire l'hypothèse qu'une partie de ce futur réseau cyclable sera développé en ville, sur des surfaces déjà artificialisées ou en bordures d'infrastructures routières existantes. Il s'agit donc là d'un maximum.

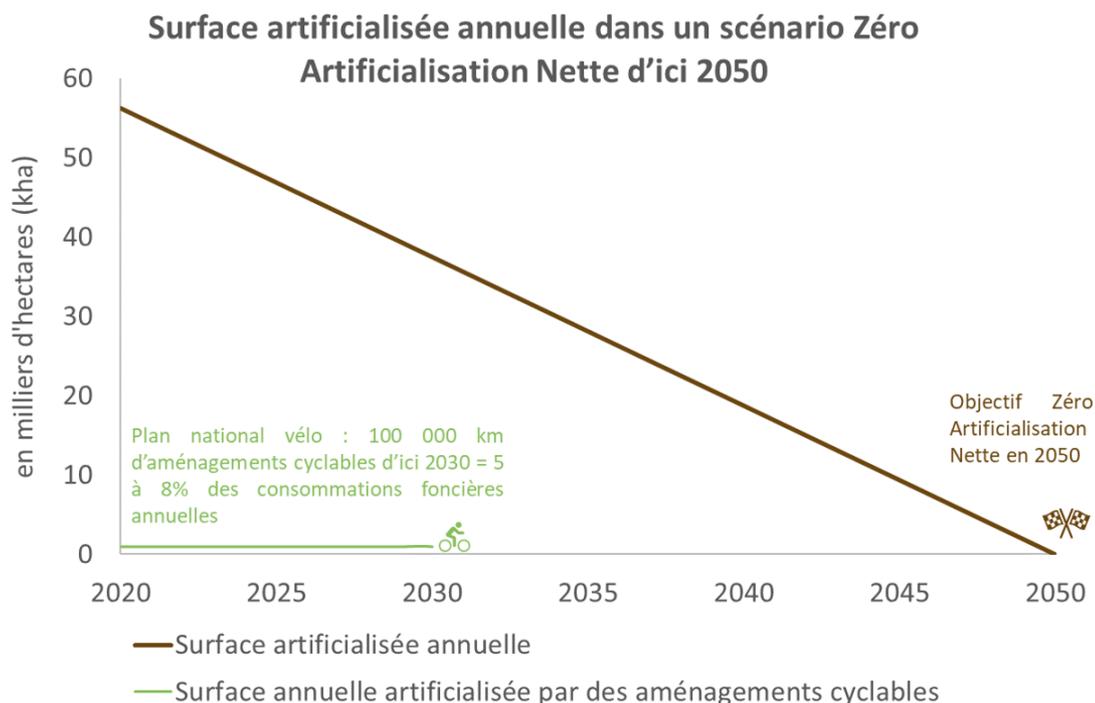
¹³ Source : Agreste, enquêtes Teruti 1981-1990, Teruti 1992-2003 et Teruti-Lucas 2006-2015 raccordées sur la moyenne 2017-2018-2019 de la nouvelle enquête Teruti. Calculs BL évolution : artificialisation annuelle :

56 232 ha/an entre 2012 et 2018, 58 786 ha/an entre 1982 et 2018 en moyenne.

¹⁴ Pour plus d'exemples voir : <https://luttelocales.gogocarto.fr/annuaire#/carte/@48.06,-0.52,6z?cat=all>

Faisons l'hypothèse que la France s'inscrive dans une trajectoire linéaire de suppression des consommations foncières d'ici 2050, en cohérence avec l'objectif Zéro Artificialisation Nette (ZAN). L'artificialisation annuelle passerait donc d'environ 56 200 ha en 2020 à 37 500 ha en 2030 puis tendrait vers 0 ha jusqu'en 2050. Ainsi, les 30 000 ha requis pour la construction d'un réseau de 100 000 km d'aménagements cyclables¹⁵ cohérent avec le Plan National Vélo représenterait :

- **6 %** des surfaces artificialisées sur la période 2020 – 2030. **Entre 5 %** (en 2020) **et 8 %** (en 2030) de la surface artificialisée annuelle
- **3 %** des surfaces artificialisées sur la période 2020 - 2050 (si on suppose qu'après 2030, le réseau de pistes cyclables n'a plus besoin d'être étendu)
- **0,7 %** de l'ensemble des surfaces artificialisées à terme en 2050 contre **0,20 %** aujourd'hui.



Ce scénario est en fait un maximum théorique. En réalité, une partie de ces aménagements cyclables seront à réaliser dans des zones déjà urbanisées¹⁶. Plusieurs scénarios peuvent être envisagés (voir tableau ci-dessous) :

- Scénario 1 : Un développement des aménagements cyclables concentrés dans les zones urbaines ou déjà artificialisées entraînant une artificialisation des sols limitée (70% des aménagements réalisés sur des sols imperméabilisés).
- Scénario 2 : Un rattrapage dans les zones rurales entraînant de nouvelles surfaces artificialisées (50% des aménagements réalisés sur des sols naturels ou agricoles).
- Scénario 3 : 100% des aménagements sont réalisés sur des sols naturels ou agricoles.

¹⁵ A titre de comparaison, l'ensemble du réseau routier compte 20 000 km de voies nationales (incluant les autoroutes), 380 000 km de voies départementales et 700 000 km de voies communales (qui peuvent être considérées comme partagées entre modes actifs et véhicules motorisés). Source : [MTES](#).

¹⁶ On peut penser par exemples aux nombreux projets actuels consistants à rééquilibrer l'espace urbains en transformant des voies de circulations routières en aménagements cyclables.

Scénario d'artificialisation des sols pour la construction de 100 000 km de pistes cyclables

	En zone urbaine ou sur des délaissés routiers ou ferroviaires			Sur de nouvelles surfaces à artificialiser		
Scénario 1 : en fonction de la répartition de population entre les zones urbaines et les zones rurales (1)	70%	21 000	ha	30%	9 000	ha
Scénario 2 : scénario de rattrage dans les zones de faible densité	50%	15 000	ha	50%	15 000	ha
Scénario 3 : 100% de nouvelles surfaces artificialisées	0%	-	ha	100%	30 000	ha

Source : (1) : 70% de la population française vit au sein d'une zone urbaine de plus de 5000 hab selon l'INSEE
Calculs BL évolution

Résultats

	Scénario 1 : en fonction de la répartition de population entre les zones urbaines et les zones rurales (1)	Scénario 2 : scénario de rattrage dans les zones de faible densité	Scénario 3 : 100% de nouvelles surfaces artificialisées
% des surfaces artificialisées sur la période 2020 - 2030	2%	3%	6%
% des surfaces artificialisées sur la période 2020 - 2050	1%	2%	3%
% des surfaces artificialisées totale aujourd'hui	0,20%	0,20%	0,13%
% des surfaces artificialisées totale à terme	0,3%	0,5%	0,7%
% des surfaces artificialisées chaque année en 2020	5%	5%	5%
% des surfaces artificialisées chaque année en 2030	2%	4%	8%

Source : Calculs BL évolution

Ces nouvelles données apportent un **éclairage** intéressant pour tous les débats qui doivent avoir lieu sur les territoires concernant les consommations foncières à planifier dans les années à venir¹⁷. Dans le cadre de l'objectif Zéro Artificialisation Nette, l'avenir d'une mobilité décarbonée passe par la réservation pour les infrastructures cyclables d'environ 5 à 8% des consommations foncières annuelles.

A retenir

- En prenant une largeur moyenne de 3 m, la surface des aménagements cyclables représente environ **11 000 hectares** en France.
- C'est à peine **0,20 % de la surface artificialisée en France** ou encore 0,5 % de la surface artificialisée par les infrastructures de transport.
- On peut estimer que **70 % de ces aménagements cyclables** ont été réalisés sur des surfaces **déjà urbanisées**.
- Pour développer 100 000 km d'aménagements cyclables sécurisés, il faudrait compter **au maximum 30 000 ha**.
- A terme, les aménagements cyclables compteraient pour **0,7 % de la surface totale** artificialisée en France (contre 0,2 % aujourd'hui).
- Dans le cadre de l'objectif **Zéro Artificialisation Nette**, l'avenir d'une mobilité décarbonée passe par la réservation pour les infrastructures cyclables **d'environ 5 à 8 % des consommations foncières annuelles**.

¹⁷ Dans les Schéma de Cohérence Territoriaux (SCoT) notamment.

3. Artificialisation et biodiversité : des impacts réduits et facilement évitables

Les différentes problématiques liées à l'artificialisation : étalement urbain, écoulement des eaux, érosion des sols, perte de biodiversité, fragmentation des corridors écologiques, diminution de la séquestration carbone **s'appliquent très marginalement** à la création d'aménagements cyclables. Au-delà de la consommation foncière, **les impacts liés à la construction d'un aménagement cyclable sont très faibles ou facilement évitables**.

Regardons l'implication de nouvelles pistes cyclables pour chacune des problématiques liées à l'artificialisation.

3.1. Le vélo limite l'étalement urbain

L'étalement urbain est lié à la création de nouvelles zones résidentielles en périphérie des villes, ainsi que des zones d'activités ou zones commerciales. Au contraire, le développement du vélo comme moyen de transport du quotidien participe à un urbanisme contraire à celui de l'étalement urbain ([voir partie 6](#)). Une politique d'aménagement durable qui intègre les mobilités actives tend à limiter la consommation foncière d'un territoire et donc, par conséquent, les impacts sur l'artificialisation des sols et la biodiversité.

3.2. Imperméabilisation et écoulement des eaux : dans le cas d'un aménagement cyclable, tout est plus simple

Dans le cas où une piste cyclable est créée en bordure de voirie, la gestion de l'écoulement des eaux est déjà prévue par l'infrastructure routière.

Dans le cas où il s'agit d'une nouvelle voie dédiée aux circulations actives, la gestion des écoulements doit être intégrée à l'aménagement cyclable. Cependant, la nature des infrastructures cyclables pose moins de problèmes que des infrastructures routières classiques :

- Les infrastructures cyclables sont moins larges (maximum 4 m) donc **le volume d'eau à gérer est plus faible**. La zone d'étanchéité créée par l'aménagement est beaucoup plus réduite que dans le cas d'une infrastructure routière.
- L'absence de motorisation évite tout **rejet de polluants sur la chaussée**. Les vitesses pratiquées étant plus faibles, **la quantité de particules liées au freinage** se déposant sur la chaussée sont également beaucoup plus faibles¹⁸. L'eau rejetée en bordure de voie cyclable est donc moins polluée qu'en bordure d'une voie motorisée.
- Dans le cas où l'aménagement est en enrobé, le matériau est relativement inerte et entraîne très peu de rejets par écoulement des eaux (relargage de matériaux ou lixiviation). C'est un peu moins le cas dans le cadre de certains matériaux stabilisés¹⁹.

Ainsi, la gestion des écoulements en bordure de voie cyclable est simple. La gestion peut se faire *in situ* en limitant le cheminement des gouttes d'eau. L'imperméabilisation des sols peut être facilement compensée

¹⁸ Elles sont également proportionnelles au poids du véhicule.

¹⁹ « Voies vertes : Comparaison des revêtements selon leurs impacts sur le climat et la biodiversité », Restitution du groupe de travail sur les revêtements, FNE / AF3V, Février 2021

par des ouvrages de stockage / drainage des eaux très simples, de type noue ou tranchée drainante en bordure de voie.



Exemple de gestion des écoulements in situ, en milieu urbain, à l'aide d'une tranchée drainante (Pantin, 93)

3.3. Biodiversité : un aménagement cyclable peut participer à la restauration des corridors écologiques

Les coupures formées par le réseau routier ont créé des discontinuités écologiques qui fragmentent déjà notre territoire et constituent des points noirs en termes de **trames vertes et bleues**²⁰. L'aménagement de pistes cyclables le long des infrastructures routières existantes peut permettre de constituer de nouveaux corridors écologiques pour les espèces, par exemple, en associant ces aménagements cyclables à une politique de plantation de haies. Les haies peuvent par ailleurs permettre de protéger les cyclistes du vent, de la pollution (atmosphérique et sonore) liée aux véhicules motorisés et favorisent la sécurisation de l'infrastructure en éloignant les cyclistes des véhicules. De même, **la résorption de certains points noirs et coupures** pour les circulations cyclables (lignes ferroviaires, voies rapides...) peut également participer à la restauration de certaines trames écologiques.

²⁰ La Trame verte et bleue est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que par les documents de planification de l'Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements. La Trame verte et bleue contribue à l'amélioration de l'état de conservation des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Elle s'applique à l'ensemble du territoire national à l'exception du milieu marin. Source : Trameverteetbleue.fr



Gauche : Exemple d'aménagement cyclable en Baie de Somme permettant de valoriser les continuités écologiques existantes. Source : J. Savary, Association Française des Véloroutes et Voies Vertes (AF3V).

Droite : Exemple de gestion écologique en bordure de canal, Source : Cahier de recommandations pour la réalisation d'aménagements cyclables dans les espaces protégés, DGALN, 2011

Dans le cadre de nouvelles voies, deux types d'impacts sont à prévoir : la destruction d'habitats et la création d'un nouvel obstacle à la cohérence écologique, ainsi que la perturbation des habitats en période de travaux :

- Les impacts d'un chantier d'infrastructures cyclables (destruction directe d'habitats, passages et retournements d'engins, excavation et dépôts des matériaux, nuisances sonores...) sont **inévitables mais bien plus faibles** que dans le cas d'une infrastructure routière (en raison de la plus faible envergure de l'infrastructure). Ces impacts peuvent être limités dans une réflexion d'un chantier assisté par des professionnels en écologie (calendrier respectant les cycles de vie de la faune et la flore, mesures de prévention pour les pollutions sonore, lumineuse, rejets, poussières et la propagation des espèces exotiques envahissantes...)
- Concernant la fragmentation des écosystèmes, un **aménagement cyclable reste très perméable** au déplacement des espèces et les collisions sont quasi nulles avec la faune contrairement à une infrastructure routière classique. Agrémenter la création d'une nouvelle voie cyclable par des zones végétalisées (exemple des haies) peut au contraire se montrer dans certaines conditions (anciens espaces ouverts) positifs pour la revalorisation de certaines trames, mais aussi pour les paysages.
- **L'éclairage des pistes cyclables nécessite aussi une réflexion importante.** Si en milieu urbain, l'éclairage public et l'ambiance lumineuse peuvent suffire au bon usage en période nocturne, éclairer les voies cyclables en milieux ruraux peut être générateur d'impacts. Comme une clôture peut faire obstacle aux déplacements d'espèces, la lumière et sa pollution lumineuse perturbent le fonctionnement des écosystèmes. Si l'éclairage est nécessaire, c'est en limitant les périodes d'éclairages, en utilisant des ampoules basses températures (<2700K) et le tout couplé à des systèmes de détection répondant précisément aux besoins d'éclairage, qu'on limite drastiquement les effets de nuisances lumineuses sur la biodiversité.

Néanmoins, il est important de rappeler qu'un **aménagement favorable aux humains contribue inévitablement à l'érosion de la biodiversité**²¹. Tout est ensuite une question de choix et d'usage : dans les territoires moins denses, privilégier la marche et le vélo (et les autres modes actifs) favorise **le respect de la faune sauvage**. Les circulations routières engendrent d'importantes destructions d'espèces *a fortiori* pendant certaines périodes de reproduction (exemple des batraciens). A vélo, à pied, il y a peu de risque d'écraser insectes, grenouilles, lézards, et mammifères.

A retenir

- En **limitant l'étalement urbain et réduisant l'usage de la voiture**, les aménagements cyclables réduisent indirectement les impacts sur l'artificialisation des sols et la biodiversité.
- La **gestion de l'imperméabilisation est très simple** (souvent *in situ*) et engendre très peu de rejets polluants dans l'environnement. L'eau rejetée en bordure de voie cyclable est moins polluée qu'en bordure d'une voie motorisée.
- La résorption de certains points noirs et coupures pour les circulations cyclables (lignes ferroviaires, voies rapides...) peut participer à la **restauration de certaines trames écologiques** (plantation de haies, création de franchissements...).
- Les impacts sur la biodiversité liés à de nouveaux aménagements cyclables **sont inévitables mais bien plus faibles** que dans le cas d'une infrastructure routière.

²¹ « Voies vertes : Comparaison des revêtements selon leurs impacts sur le climat et la biodiversité » - Restitution du groupe de travail sur les revêtements FNE / AF3V, Février 2021

4. Les matériaux stabilisés, la fausse bonne idée

Les **matériaux stabilisés**²² sont généralement associés à une image plus écologique que des matériaux classiques (bitume, enrobés...). Pour autant, ils **sont loin d'avoir un moindre impact sur l'environnement** et desservent largement le développement du vélo pour des pratiques régulières et quotidiennes.

4.1. Les matériaux stabilisés ne sont pas adaptés à des usages quotidiens du vélo

Les matériaux stabilisés répondent plutôt bien à un usage du vélo de loisir, pour la balade du week-end en famille. Pour des déplacements utilitaires et quotidiens, la recherche d'efficacité, de confort et de propreté d'usage est prépondérante. Ainsi, les matériaux stabilisés desservent le développement d'une pratique quotidienne. Un aménagement stabilisé risque fortement d'être boudé par les cyclistes se rendant sur leur lieu de travail.



Exemple d'une voie verte en stabilisé, fortement dégradée par les intempéries. Source : Association Française des Véloroutes et Voies Vertes (AF3V)

4.2. Les matériaux stabilisés sont moins écologiques

D'un point de vue des émissions de gaz à effet de serre, l'enrobé est en moyenne moins impactant que d'autres types de revêtements, y compris les matériaux stabilisés²³. Les calculs en analyse de cycle de vie réalisés dans cette étude le confirment ([voir partie 5](#)).

En matière de gestion des écoulements, le stabilisé participe presque autant à l'imperméabilisation des sols qu'une couche d'enrobé. Certains matériaux sont présentés comme drainants par les constructeurs mais posent tout de même de sérieuses difficultés d'entretien notamment en cas de gel²⁴. Là où l'enrobé peut être considéré comme relativement inerte, un matériau stabilisé peut entraîner, sous l'effet des précipitations, un

²² Le stabilisé est un mélange de sable ou de graves compactés mécaniquement. Il est possible d'y ajouter un liant hydraulique comme du ciment ou de la chaux. Lorsqu'il y a présence d'un « liant », on dit que le stabilisé est « renforcé ».

²³ Quels enjeux environnementaux pour les revêtements des aménagements cyclables ? Vélo et territoires, Décembre 2019

²⁴ L'eau s'infiltré dans le matériau et déforme la chaussée lorsqu'elle gèle.

relargage du matériau de la couche de roulement dans l'environnement qui sera plus ou moins impactant en fonction du matériau utilisé.

4.3. Les matériaux stabilisés sont plus chers si on intègre l'entretien

En termes financiers, les matériaux stabilisés peuvent paraître moins chers lors de leur construction mais entraînent des coûts d'entretien élevés pour maintenir une qualité de service équivalente à celle d'enrobés plus classiques²⁵.

Enfin, la thématique de l'entretien n'est pas à prendre à la légère lorsqu'il s'agit de développer des pratiques cyclables quotidiennes. Une voie impraticable en raison d'un mauvais revêtement ou d'un entretien insuffisant constitue une véritable coupure en termes de continuité cyclable qui peut s'apparenter à une route barrée pour un automobiliste. A ceci près que le temps de détour sera beaucoup plus long pour le cycliste ou risque de le placer sur des routes dangereuses car le réseau cyclable français est beaucoup moins dense que le réseau routier. Enfin, un temps de parcours rallongé n'est pas le meilleur moyen de convaincre qui que ce soit d'appuyer sur les pédales pour aller travailler.



Fermeture d'une voie verte pour travaux d'entretien.
Photo BL évolution

A retenir

- Pour des déplacements utilitaires et quotidiens, **la recherche d'efficacité, de confort et de propreté d'usage est prépondérante**. Les matériaux stabilisés ne répondent à pas à ces critères.
- Contrairement aux idées reçues, les matériaux à base d'enrobés présentent **un meilleur bilan écologique**.
- **En termes financiers**, les matériaux stabilisés peuvent paraître moins cher lors de leur construction mais entraînent des coûts d'entretien élevés pour maintenir une qualité de service équivalente à celle d'enrobés.

²⁵ En pratique, il est souvent nécessaire de renouveler la couche de matériaux tous les 3 à 5 ans.

5. Empreinte carbone d'un aménagement cyclable : quel impact sur l'ensemble du cycle de vie ?

5.1. Objectifs et hypothèses

La construction d'infrastructures routières commence à faire l'objet de quelques estimations en matière d'empreinte carbone²⁶. Ce n'est pas vraiment le cas des aménagements cyclables. Nous avons calculé l'empreinte carbone d'un aménagement cyclable (type voie verte 4 m) sur l'ensemble du cycle de vie de l'aménagement (de sa construction à sa démolition en passant par son entretien). Les objectifs de ces calculs sont :

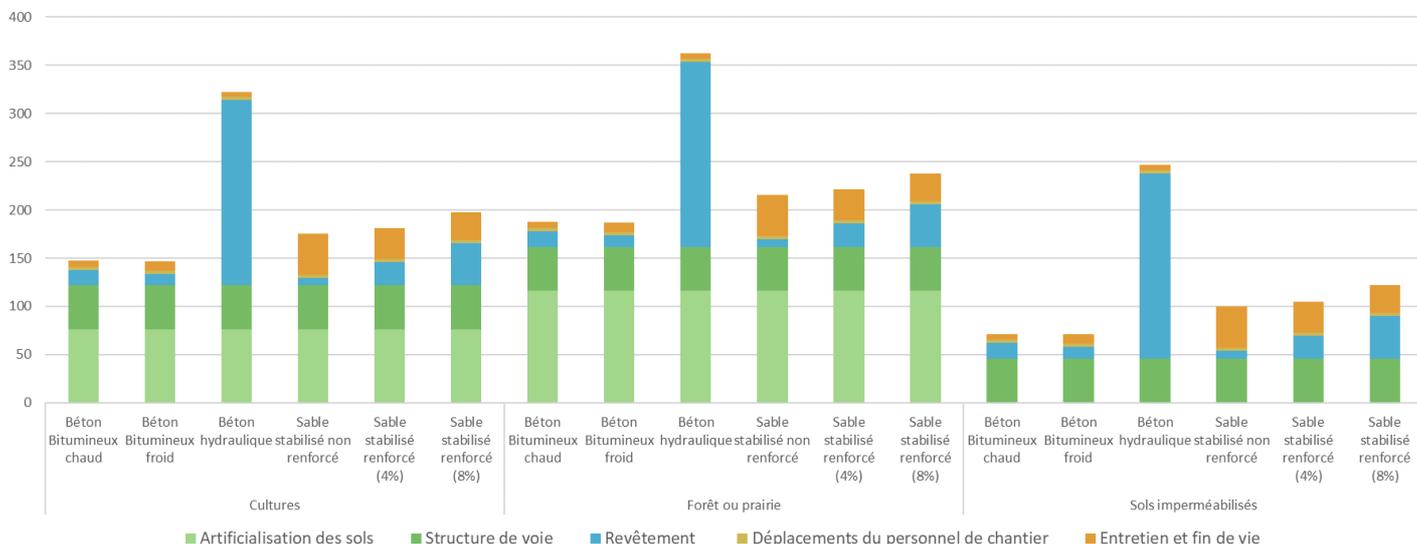
- d'estimer l'impact carbone de la construction d'un kilomètre de piste cyclable de type voie verte en analyse de cycle de vie (artificialisation des sols, construction, entretien, déconstruction...);
- d'identifier et de comparer les postes principaux d'émissions sur l'ensemble du cycle de vie de l'aménagement ;
- de comparer l'impact carbone des différents types de revêtements et situations possibles (besoin de nivellement, usages des sols avant aménagement...).

L'ensemble des hypothèses et calculs sont détaillés dans l'annexe technique à la fin de ce document.

5.2. Résultats

L'ensemble des calculs et hypothèses est détaillé en annexes. Avec l'ensemble des hypothèses retenues, l'impact carbone d'une piste cyclable varie **entre 70 et 380 tCO_{2e}/km²⁷**.

Empreinte carbone d'un aménagement cyclable (tCO_{2e}/km) - Sans Nivellement

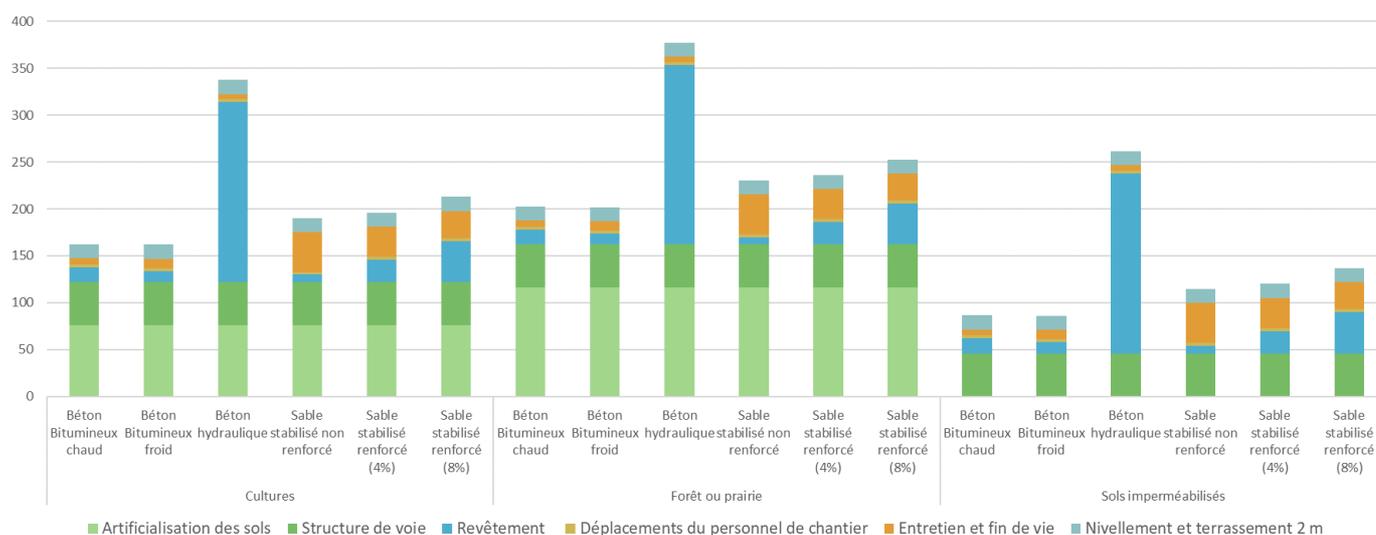


²⁶ Une analyse des émissions de GES a par exemple été conduite sur 16 projets routiers de l'Etat ayant fait l'objet d'un avis de l'Autorité environnementale en 2017 et 2018. Ils représentent ensemble environ 80 km de linéaire pour un coût total de 1,4 Md€ et 475 000 tCO_{2e} liées à la construction. Source : *Recommandations pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des projets routiers*, CEREMA, Mai 2020.

²⁷ A titre de comparaison, l'analyse des projets routiers décrits ci-dessus aboutit à un ratio de 6000 tCO_{2e}/km.

Dans le cas où ces aménagements cyclables ne seraient pas réalisés sur terrain plat, une seconde modélisation a permis de prendre en compte l'impact carbone d'un nivellement du terrain sur 2 m.

Empreinte carbone d'un aménagement cyclable (tCO2e/km) - Avec Nivellement sur 2 m



Les bétons bitumineux (enrobés chauds et froids) sont les revêtements qui ont la plus faible empreinte carbone en analyse de cycle de vie. Ces calculs montrent, que d'un point de vue carbone, **l'enrobé est plus avantageux que le stabilisé renforcé au bout de 7 ans.**

Comparaison entre l'enrobé et le stabilisé non renforcé

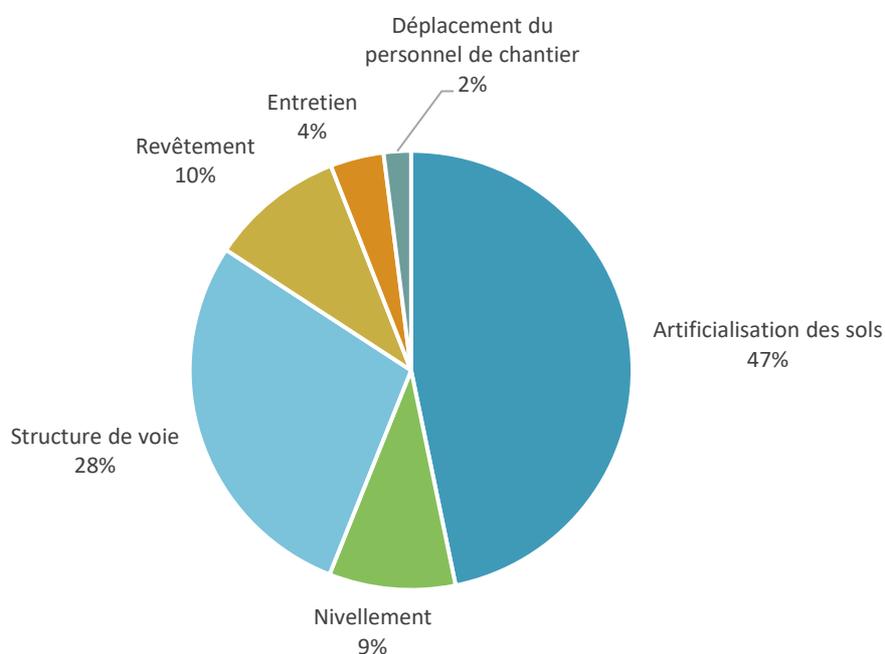
	Construction	Entretien annuel
Béton Bitumineux chaud	16 tCO2e	0,21 tCO2e
Sable stabilisé non renforcé	8 tCO2e	1,42 tCO2e

Enrobé plus avantageux que le stabilisé non renforcé au bout de	6,65 ans
--	-----------------

Concernant le béton hydraulique, l'impact lourd de sa construction n'est pas compensé par sa plus longue durée de vie. **D'un point de vue carbone, il n'est pas un très bon choix de revêtement.**

Dans un cas classique d'un aménagement cyclable en béton bitumineux à chaud (enrobé) sur d'anciennes cultures, **le poste le plus important est l'impact carbone lié à l'artificialisation des sols lors de la construction de l'aménagement** (47 % de l'empreinte carbone). Il est donc intéressant de privilégier des projets sur d'anciens délaissés routiers ou ferroviaires lorsque cela est possible (voir plus loin). **Les travaux et matériaux liés à la structure de voie sont également importants en termes d'impact carbone** (28 %) et relativement inévitables. Le choix du matériau pour la couche de roulement n'est pas négligeable : les enrobés restent le meilleur compromis (10 %). C'est d'autant plus vrai en intégrant la phase d'entretien qui a un impact carbone important pour les stabilisés mais est assez faible pour un enrobé (4 %). Le nivellement et le terrassement du terrain peuvent présenter un impact carbone important (9 %). L'impact carbone du déplacement du personnel de chantier est relativement faible (2 %).

Répartition de l'empreinte carbone d'un aménagement cyclable en béton bitumineux chaud, sur d'anciennes cultures avec nivellement de terrain



Pour aller plus loin, nous avons estimé l'impact carbone de la construction de 100 000 km d'aménagements cyclables selon les précédents scénarios de répartition de ces aménagements entre des zones déjà artificialisées et des zones plus rurales. Ces calculs montrent que la réalisation de 100 000 km d'aménagements cyclables d'ici 2030 entraînerait entre 12 et 20 MtCO_{2e} en fonction des scénarios, soit entre 1,6 % et 2,7 % du budget carbone 1,5°C dédié au transport dans le scénario proposé par BL évolution en février 2019²⁸. **Ces résultats montrent que l'impact carbone de l'aménagement d'un tel réseau cyclable est tout à fait négligeable face au potentiel de réduction associé au report modal vers le vélo qui serait induit.**

Estimation de l'impact carbone de 100 000 km de pistes cyclables

	Scénario 1 : en fonction de la répartition de population entre les zones urbaines et les zones rurales	Scénario 2 : scénario de rattrage dans les zones de faible densité	Scénario 3 : 100% de nouvelles surfaces artificialisées
Proportion des aménagements réalisés sur des espaces déjà artificialisés	70%	50%	0%
Emissions de GES de 100 000 km d'aménagements cyclables	12 MtCO _{2e}	14 MtCO _{2e}	20 MtCO _{2e}
Part du budget carbone 1,5°C d'ici 2030 (4913 MtCO _{2e})	0,25%	0,29%	0,41%
Part du budget carbone 1,5°C à dédier aux transports d'ici 2030 (759 MtCO _{2e})	1,59%	1,89%	2,64%

Hypothèses :

Pour les surfaces déjà artificialisées : Aménagement en béton bitumineux à chaud sans nivellement (87 tCO_{2e}/km)

Pour les surfaces non artificialisées : Aménagement en béton bitumineux à chaud avec nivellement sur forêt ou prairie (200 tCO_{2e}/km)

A retenir

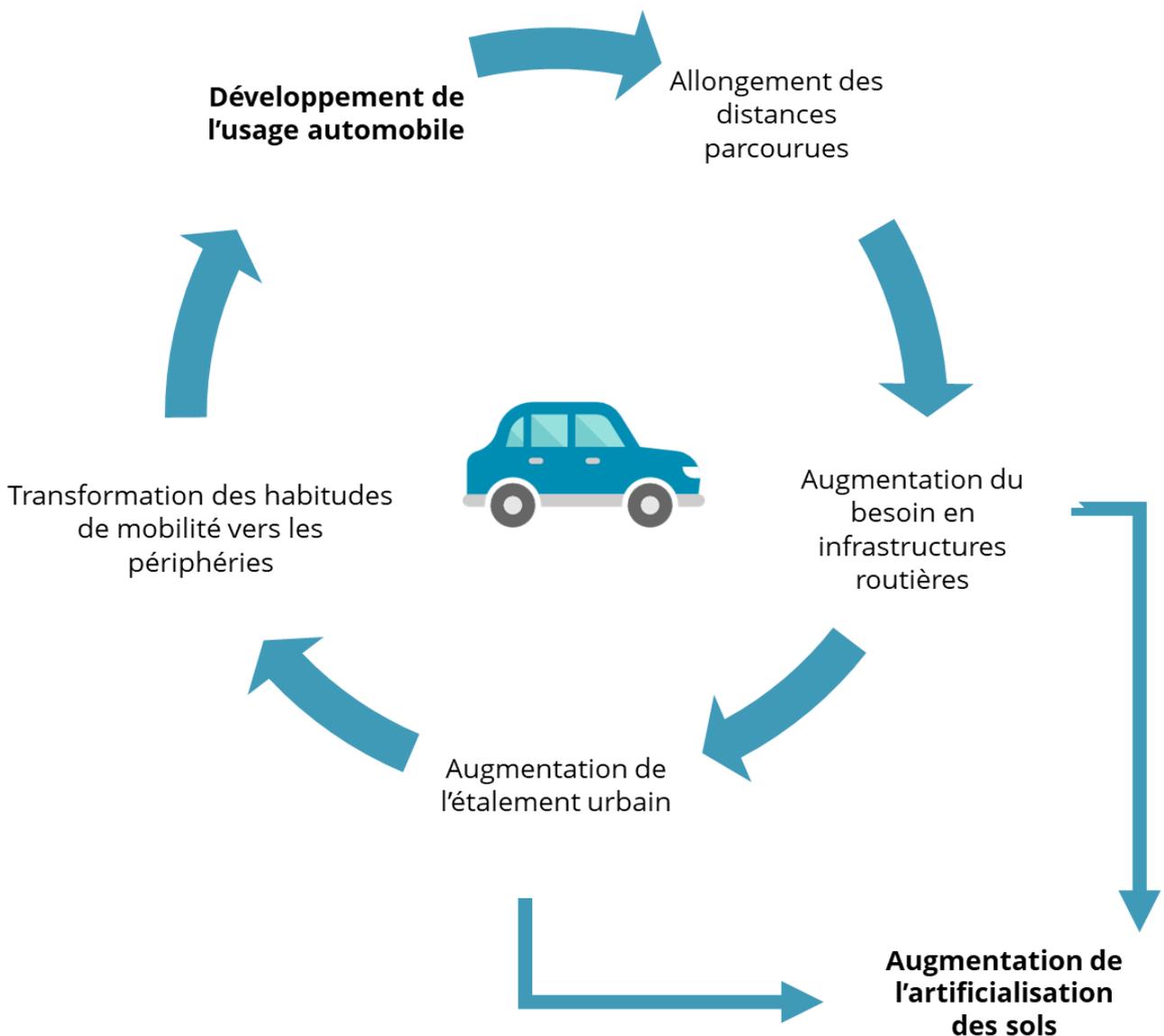
- Il existe **peu de données et d'analyses en cycle de vie complet** pour les infrastructures cyclables.
- L'impact carbone d'un aménagement cyclable varie **entre 70 et 380 tCO_{2e}/km** en fonction principalement de l'origine du sol initial (artificialisation) et du matériaux utilisé (construction et entretien).
- Les bétons bitumineux (enrobés chauds et froids) sont les revêtements qui ont **la plus faible empreinte carbone** en analyse de cycle de vie.
- L'impact carbone de **l'aménagement d'un réseau cyclable complet** est tout à fait négligeable face au potentiel de réduction associé au report modal vers le vélo qui serait induit.

²⁸ Voir « Comment s'aligner sur une trajectoire compatible avec les 1,5°C ? Analyse de la faisabilité technique et mise en perspective de l'ampleur et de la rapidité des mesures à mettre en place », BL évolution Février 2019, accessible [ici](#)

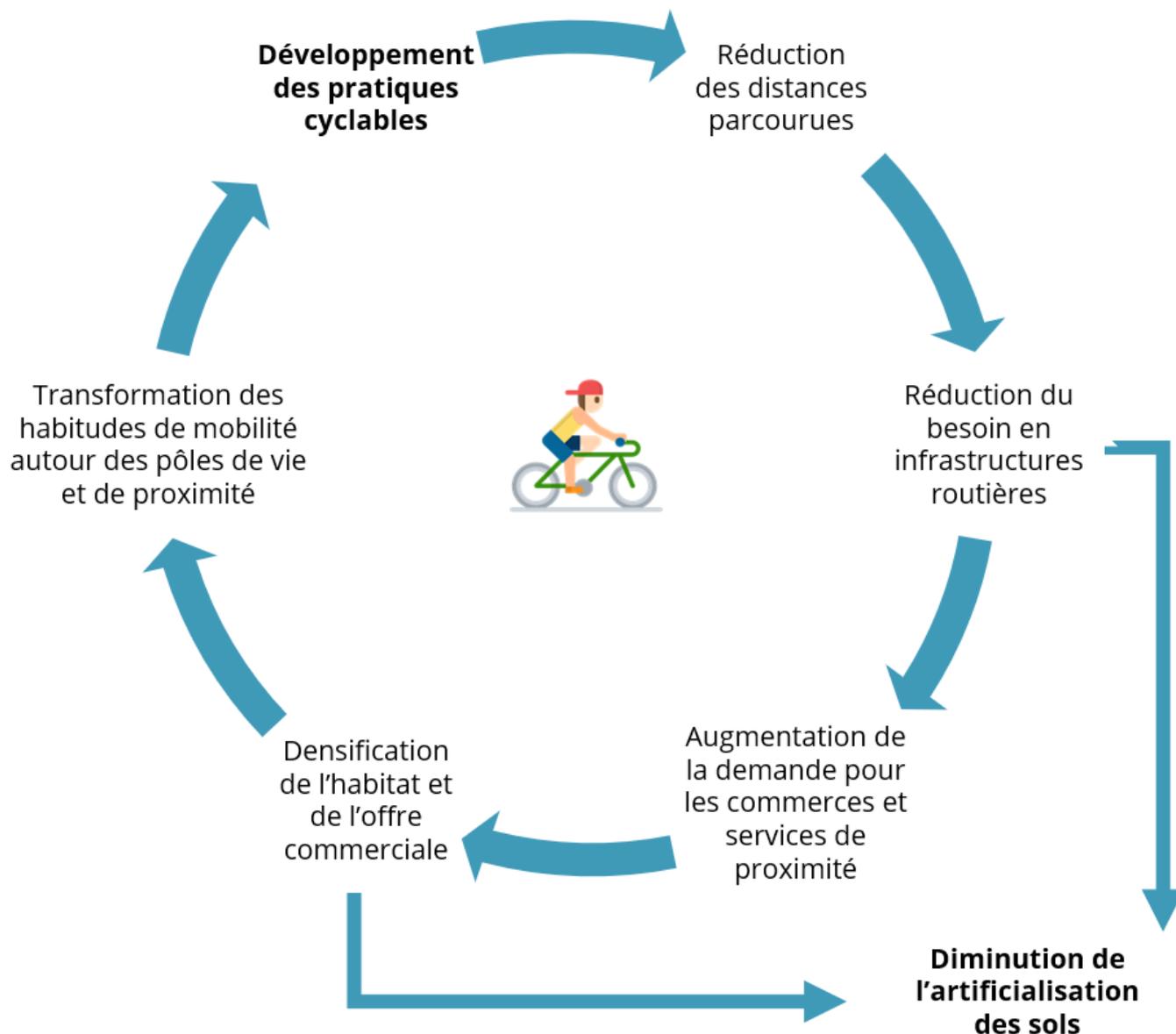
6. Le vélo participe à la baisse des consommations foncières et des émissions de gaz à effet de serre

6.1. L'urbanisme cyclable favorise la baisse des consommations foncières

Il existe **une boucle vertueuse** entre le développement des infrastructures cyclables et la transformation des habitudes de mobilité autour des pôles de vie et de proximité. Le développement des pratiques cyclables oriente les stratégies d'aménagement du territoire en limitant l'artificialisation des sols via la densification et la polarisation des déplacements. Le constat est le suivant : **depuis les années 50, la surface artificialisée en France a crû 3 fois plus vite que la population**, l'étalement urbain en est l'une des causes. Or, **le recours croissant à la voiture est à la fois une cause et une conséquence de l'étalement urbain**. D'une part, les distances à parcourir au quotidien s'allongent vers le périurbain et les ménages se tournent alors vers la voiture individuelle. D'autre part, l'aménagement du territoire s'est construit autour de la voiture, ce qui conduit à l'étalement urbain.



Lorsqu'un territoire cherche à promouvoir l'usage du vélo, notamment en développant des infrastructures cyclables, du stationnement vélo ou des services dédiés, il en vient à **s'interroger sur l'organisation de l'espace public, les formes d'habitat et de commerce**. Lorsqu'il crée des infrastructures cyclables, il favorise sur son territoire, l'émergence de modes de vie construits autour du vélo comme moyen principal de déplacement. Ainsi, il participe à **privilégier les formes d'habitat et de commerce privilégiées par ses habitants qui se déplacent sur de faibles distances**. Très vite par exemple, il devient nécessaire pour les cyclistes de privilégier les commerces de proximité à l'échelle du quartier ou du centre bourg plutôt que les achats lointains en périphérie ou dans l'agglomération voisine. Tout comme la voiture a multiplié par dix la vitesse et les kilomètres parcourus²⁹, **le vélo peut permettre de réduire les distances parcourues et ainsi participer à la réduction des consommations foncières** liées à l'étalement urbain.



²⁹ Historiquement, le report d'une mobilité majoritairement à pied vers une mobilité dominée par la voiture ne s'est pas faite en remplaçant des trajets de 1 km à pied par des trajets de 1 km en voiture mais par des trajets de 10 km en voiture. Cela a entraîné une explosion du nombre de kilomètres parcourus par personne. Le vélo permettrait-il de faire le chemin inverse ? Source : Aurélien Bigo, *Le Monde*, 28 mars 2021, https://www.lemonde.fr/economie/article/2021/03/28/il-faudrait-remplacer-des-trajets-longs-en-voiture-par-des-trajets-courts-a-velo_6074770_3234.html

6.2. Le vélo est un levier essentiel pour décarboner les mobilités

Le vélo est le mode de transport le plus écologique (avec la marche)³⁰. Le développement d'infrastructures cyclables de qualité augmente le nombre de cyclistes du quotidien, diminue l'utilisation de la voiture et a **un impact positif sur les budgets des ménages, les émissions de gaz à effet de serre, la pollution atmosphérique et la santé de manière générale** (lutte contre la sédentarité, prévention des risques cardio-vasculaires, risques de cancer...) ou encore la création d'emplois³¹. Le potentiel global du vélo à l'échelle du territoire français commence à faire l'objet de quelques débats et scénarios³².

Aujourd'hui, le vélo représente 0,6% des km parcourus³³. L'ensemble des émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports de personnes s'élèvent à 100 MtCO_{2e}. Si les distances parcourues à vélo étaient multipliées par 10 sans impacter le nombre de kilomètres totaux parcourus³⁴, cela entraînerait **une baisse de 6 % des émissions de gaz à effet de serre du secteur**.

Situation Actuelle

	Distances parcourues (Mds voy.km)	Part modale en km (%)	Temps dédié au déplacement (min/jour/personne)	GES directes (MtCO _{2e}) transports de voyageurs
Vélo	3,6	1%	1,5	0
VAE	3,6			0,01
Marche+TC	192	16%	22	7
Voiture	825	68%	40	70
Avion	192	16%	0,7	23
	1217	100%	64	100

³⁰ Au km parcouru, le facteur d'émissions du vélo à assistance électrique s'élève à 2gCO₂/km soit le plus faible de tous les modes de transport (derrière le vélo mécanique et la marche dont l'impact est nul). Source : DATAGIR, ADEME, <https://datagir.ademe.fr/apps/mon-impact-transport/>

³¹ Voir par exemple, [Impact économique et potentiel de développement du vélo](#), ADEME, Avril 2020.

³² Idem

³³ Les chiffres de cette section proviennent d'une analyse réalisée par le chercheur Aurélien Bigo et BL évolution.

³⁴ Pour atteindre un nombre de km parcourus par personne et par an similaire aux Pays-Bas où même les plus de 65 ans néerlandais utilisent 6 fois plus le vélo que la moyenne des Français tous âges confondus

Cependant, le véritable impact écologique du vélo réside dans **son potentiel à transformer les formes de mobilité, notamment en réduisant les distances parcourues**. Il faut pour cela raisonner en termes de nombre de déplacements ou en temps de déplacement plutôt qu'en nombre de kilomètres parcourus. **Depuis près de 200 ans, le nombre de déplacements par personne et par jour est compris entre 3 et 4** quels que soient les modes de déplacement. On peut aussi considérer que la constante est le temps nécessaire pour effectuer le déplacement : en moyenne entre 15 et 20 minutes quel que soit le mode (hors temps d'accès aux transports en commun) et de l'ordre d'une heure de transport par jour par personne en moyenne au total³⁵. La vitesse du mode de transport conditionne fortement la distance des déplacements (étant donné que leur durée est à peu près constante quel que soit les modes) : pour un trajet quotidien, environ 10 km en voiture, 3-4 km à vélo et proche d'1 km en marche à pied. Ainsi, **un déplacement effectué à vélo plutôt qu'en voiture, est souvent un déplacement plus court en termes de distance parcourue** qui participe à la réduction du nombre de kilomètres parcourus par personne et par an. Finalement, **si les déplacements à vélo augmentent sans que les temps consacrés aux déplacements par les français n'évoluent, les distances totales parcourues et l'usage de la voiture devraient baisser** (par exemple en privilégiant des zones d'emplois à proximité des zones d'habitation, en développant les commerces de proximité, en développant le cyclotourisme...).

Distances en vélo x10 à distance totale parcourue constante

	Distances parcourues (Mds voy.km)	Part modale en km (%)	Temps dédié au déplacement (min/jour/personne)	GES directes (MtCO2e) transports de voyageurs
Vélo	36	5,9%	15,2	0
VAE	36			0,07
Marche+TC	192	16%	22,3	7
Voiture	761	63%	36,5	65
Avion	192	16%	0,7	23
	1217	100%	74,6	94

³⁵ Source : Enquête nationale transports et déplacements (ENTD) 2008

A titre d'illustration, en multipliant par 10 les distances parcourues à vélo sans augmenter le temps dédié à nos déplacements du quotidien, soit en remplaçant des trajets de 10 km en moyenne en voiture par des trajets de 3-4 km à vélo, **le potentiel de réduction d'émissions de gaz à effet de serre peut atteindre -25 %³⁶ de l'ensemble des émissions liées au transport et à la mobilité**. Ainsi, cette économie de 25 MtCO₂e par an permettrait d'amortir en moins d'un an, l'impact carbone lié à la création d'un réseau complet de 100 000 km d'aménagements cyclables dans le pire des scénarios que nous avons étudiés ([voir partie 5](#)).

Distance en vélo x10 à temps de trajet dédié aux transports constant

	Distances parcourues (Mds voy.km)	Part modale en km (%)	Temps dédié au déplacement (min/jour/personne)	GES directes (MtCO ₂ e) transports de voyageurs
Vélo	36	7,2%	15,2	0
VAE	36			0,07
Marche+TC	192	19%	22,3	7
Voiture	540	54%	25,9	46
Avion	192	19%	0,7	23
	996	100%	64	76

Un troisième scénario consiste à étudier **l'impact du Plan National Vélo**. L'objectif de ce plan est qu'en 2030, 12 % des trajets soient réalisés à vélo. Cela correspond à une part modale en km d'environ 4 %. A temps de trajet constant, la baisse des distances parcourues est plus faible que dans le scénario précédent. La baisse des émissions de gaz à effet de serre **est de l'ordre de 10 %**.

Plan national vélo (12% des trajets en vélo) à temps de trajet dédié aux transports constant

	Distances parcourues (Mds voy.km)	Part modale en km (%)	Temps dédié au déplacement (min/jour/personne)	GES directes (MtCO ₂ e) transports de voyageurs
Vélo	16	4%	7	0
VAE	16			0,03
Marche+TC	192	22%	22	7
Voiture	710	81%	34,0	60
Avion	192	22%	1	23
	1126	1	64	90

³⁶ Calculs inspirés des travaux de Aurélien Bigo, chercheur associé à la Chaire Energie et Prospérité.

Ainsi, d'un point de vue des émissions de gaz à effet de serre, le Plan National vélo apparaît comme relativement peu ambitieux s'il n'est pas couplé à un objectif de baisse des distances totales parcourues.

Comparaison en matière d'émissions de Gaz à Effet de Serre

	Actuel	Distances en vélo x10 à distance totale parcourue constante	Distance en vélo x10 à temps de trajet dédié aux transports constant	Plan national vélo (12% des trajets en vélo) à temps de trajet dédié aux transport constant	
Vélo	0	0	0	0	MtCO2e
VAE	0,01	0,07	0,07	0,03	MtCO2e
Marche+TC	7	7	7	7	MtCO2e
Voiture	70	65	46	60	MtCO2e
Avion	23	23	23	23	MtCO2e
Total	100	94	76	90	MtCO2e
Décarbonation	0%	-5%	-24%	-10%	

Au-delà de ces impacts directs en termes d'émissions de gaz à effet de serre, un territoire qui maîtrise ses besoins en déplacements grâce à **une politique forte en matière de vélo** aura besoin de moins d'infrastructures, moins de routes, moins de parkings ou moins d'aménagements de sécurité. Ainsi, il maîtrise également **ses besoins en matières premières** particulièrement consommatrices de matériaux et d'énergie et génératrices d'émissions de gaz à effet de serre indirectes (production des matériaux, émissions lors du chantier de construction...).

A retenir

- Il existe **une boucle vertueuse** entre le développement des infrastructures cyclables et la densification de l'habitat et de l'offre commerciale. Ainsi, **le vélo peut permettre de réduire les distances parcourues et ainsi participer à la réduction des consommations foncières** liées à l'étalement urbain.
- **Aujourd'hui, le vélo représente 0,6% des km parcourus.** Si les distances parcourues à vélo étaient multipliées par 10 sans impacter le nombre de kilomètres totaux parcourus, cela entraînerait **une baisse de 6 % des émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports de personnes (100 MtCO₂e).**
- En multipliant par 10 les distances parcourues à vélo sans augmenter le temps dédié à nos déplacements du quotidien, soit en remplaçant des trajets de 10 km en moyenne en voiture par des trajets de 3-4 km à vélo, **le potentiel de réduction d'émissions de gaz à effet de serre peut atteindre 25 % de l'ensemble des émissions du secteur.**
- **L'impact du Plan National Vélo (12 % des trajets réalisés à vélo) à temps de trajet constant est de l'ordre de -10 % des émissions de gaz à effet de serre du secteur.**
- **Une politique forte en matière de vélo** est une politique forte en matière de gestion des ressources naturelles et de baisse des émissions de gaz à effet de serre.

II. Annexe technique : Calcul de l’empreinte carbone du cycle de vie d’un aménagement cyclable

A. Méthodologie et hypothèses

Nous considérons une piste cyclable de **4 m de large** sur une **longueur de 1 km**. Les accotements de part et d’autre de la piste ont une largeur totale de 2 m. Pour être en mesure de comparer les différents revêtements, nous avons fixé la **durée de référence à 30 ans**.

Caractéristiques de l'aménagement cyclable

Longueur	1	km
Largeur	4	m
Surface	4000	m ²
Largeur accotements	2	m
Durée de référence	30	ans

Les calculs ont été décomposés de la façon suivante :

- Artificialisation des sols
- Nivellement du terrain
- Structure de voie
- Couche de roulement
- Entretien et fin de vie
- Déplacement du personnel de chantier

Ne sont pas pris en compte :

- Les travaux d’assainissement
- Les abords et stationnement

Nous avons recouru, à plusieurs reprises, aux facteurs d’émissions issus du rapport du Cerema sur l’évaluation des émissions de GES des projets routiers (Cerema 2020). Ceux-ci tiennent compte de :

- La production des matières premières
- Le transport des matériaux et du matériel
- L’utilisation des engins pour la mise en œuvre

Pour le transport des matériaux, nous avons retenu l’hypothèse de distances de transport moyennes.

1. Artificialisation des sols

Les calculs concernant l’artificialisation des sols s’appuient sur les facteurs d’émissions de l’ADEME. Ceux-ci différencient l’impact carbone lié à l’artificialisation en fonction de l’usage des sols avant l’aménagement.

Impact carbone lié à l'artificialisation des sols en fonction du type de surfaces converties

		Largeur	Piste cyclable	
				4m
Forêt vers sols imperméabilisés	29	kgCO2e/m2	116	tCO2e/km
Prairie vers sols imperméabilisés	29	kgCO2e/m2	116	tCO2e/km
Culture vers sols imperméabilisés	19	kgCO2e/m2	76	tCO2e/km
Sols imperméabilisés vers sols imperméabilisés (construction d'une piste cyclable en zone urbanisée ou sur un délaissé routier, ferroviaire...)	0	kgCO2e/m2	0	tCO2e/km

Source : Facteurs d'émissions issus du cahier technique de l'ADEME, *Estimer les émissions associées aux changements d'affectation des sols, PCAET : Comprendre, construire et mettre en œuvre, 2016*

2. Nivellement du terrain

Dans certains cas, un nivellement de terrain est nécessaire avant la réalisation de la structure de voie. Nous avons considéré 2 scénarios :

- Nivellement sur 2 m de profondeur en moyenne (ce qui est largement surestimé dans la majorité des cas)
- Absence de nivellement (dans le cas par exemple d'un aménagement à hauteur de voie sur un délaissé ferroviaire ou routier)

Dans le cas où le nivellement est nécessaire, nous avons considéré que les 80 premiers centimètres sont envoyés à la décharge et que le reste (1,20m) est utilisé en remblai.

Impact carbone de la partie nivellement du terrain

	épaisseur	unité	Quantité	unité	Facteur d'émission	Total	unité
Déblais mis en décharge	0,8	m	3200	m3	1,29 kgCO2e/m3	4,128	tCO2e
Déblais mis en remblais	1,2	m	4800	m3	2,28 kgCO2e/m3	10,944	tCO2e
Total						15,072	tCO2e

Sources et Hypothèses:

Facteurs d'émissions issus de (Cerema2020) Fiche 3 page 38

Hypothèse de distance de transport moyenne pour l'acheminement et l'évacuation des matériaux

Plateforme classe de portance PF2 sans traitement de l'arase ni de la couche de forme

3. Structure de voie

La structure de voie est composée de 2 couches : la couche de forme et la couche de réglage. Elles mesurent respectivement 40 cm et 10 cm. Il est donc nécessaire de faire un nivellement de terrain sur 60 cm pour laisser de la place à la couche de roulement.

Impact carbone de la structure de voie

	Type	Epaisseur	unité	Quantité	unité	Facteur d'émission	Total	unité
Nivellement pour la couche de forme	Déblais mis en décharge 60 cm	60	cm	2400	m3	1,29 kgCO2e/	3,096	tCO2e
Couche de forme	40 cm GNT 0/80	40	cm	1600	m3	8,09 kgCO2e/	12,944	tCO2e
Couche de réglage	10cm GNT 0/31,5	10	cm	400	m3	24,3 kgCO2e/	9,72	tCO2e
Accotements	30cm GNT A	30	cm	1200	m3	14,1 kgCO2e/	16,92	tCO2e
Enduits accotements	-	-	-	4000	m2	0,8 kgCO2e/	3,2	tCO2e
Total							45,88	tCO2e

Sources et Hypothèses:

Facteurs d'émissions issus de (Cerema2020) Fiche 3 pages 38 & 45

Plateforme classe de portance PF2 sans traitement de l'arase ni de la couche de forme

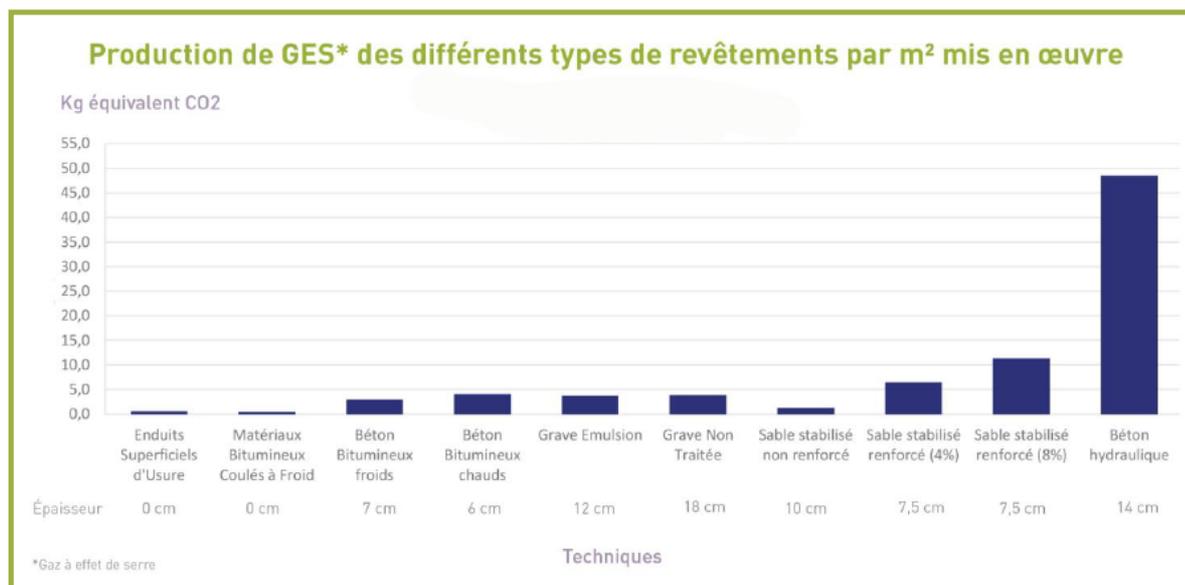
Nous supposons que la plate-forme de la couche de forme (ou plate-forme de chaussée) est de classe de portance PF2 (largement suffisant pour le passage de vélos). Il n'y a donc pas de traitement de surface ni de couche de forme.

4. Couche de roulement

6 types de revêtement sont étudiés :

- Béton Bitumineux froid
- Béton Bitumineux chaud
- Sable stabilisé non renforcé
- Sable stabilisé renforcé (4%)
- Sable stabilisé renforcé (8%)
- Béton hydraulique

Ils sont extraits de la fiche action n°9 Vélo & Territoires de 2019 (Vélo & Territoires 2019). Les facteurs d'émissions de la partie construction ont été extraits du graphique suivant :



Extrait d'une étude de Cerema, disponible partiellement sur le forum de Vélo & Territoires, entrée « Bilan carbone des revêtements »

Impact carbone de la couche de roulement selon les différents revêtements

Type de Revêtement	épaisseur	unité	facteur d'émission	unité	Total	unité
Béton Bitumineux froid	7	cm	3	kgCO ₂ e/m ²	12	tCO ₂ e
Béton Bitumineux chaud	6	cm	4	kgCO ₂ e/m ²	16	tCO ₂ e
Sable stabilisé non renforcé	10	cm	2	kgCO ₂ e/m ²	8	tCO ₂ e
Sable stabilisé renforcé (4%)	7,5	cm	6	kgCO ₂ e/m ²	24	tCO ₂ e
Sable stabilisé renforcé (8%)	7,5	cm	11	kgCO ₂ e/m ²	44	tCO ₂ e
Béton hydraulique	14	cm	48	kgCO ₂ e/m ²	192	tCO ₂ e

Sources: Vélo & Territoires. «Fiche action n°9: REVÊTEMENTS DES AMÉNAGEMENTS CYCLABLES.» 2019

Ces facteurs d'émissions sont issus d'une approche environnementale sur la partie construction. Ils ne prennent pas en compte l'ensemble du cycle de vie de la couche de roulement. A ce stade, les revêtements sont difficilement comparables puisqu'ils n'ont pas la même durée de vie.

5. Entretien et fin de vie

Pour la partie entretien, nous avons distingué l'entretien régulier de la remise en état de la couche de roulement.

L'entretien régulier se compose de balayage et de fauchage des accotements. Voici les principales hypothèses concernant le balayage :

- Vitesse d'avancement de 3 km/h
- Consommation 20 L/h (IFSTTAR 2013)
- Facteur d'émission de l'essence 2,8 kgCO₂e/L³⁷
- Fréquence : 2 fois/an pour le béton, 6 fois/an pour le stabilisé (Départements & Régions Cyclables 2015)

Concernant le fauchage, un calcul rapide (passage d'un tracteur 3 fois/an avec une consommation d'essence de 40L/km³⁸) montre que ce poste est négligeable (environ 0,1 tCO₂e/km soit moins de 1,5% de l'impact de la couche de roulement). Il ne sera pas pris en compte dans la suite des calculs.

Pour la remise en état de la couche de roulement, nous avons considéré des cycles de déconstruction-reconstruction de tout ou partie du revêtement.

Voici les durées de vie retenues selon le type de revêtement :

³⁷ Issu de la base carbone de l'ADEME (consulté le 04/05/2021)

³⁸ <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/performance-energetique-energies-renouvelables/lenergie-exploitations-agricoles/dossier/consommation-engins-agricoles/saviez#:~:text=Quelques%20chiffres,'agriculture%20de%20la%20Manche>

Impact carbone de la partie remise en état de la couche de roulement

Type de Revêtement	Durée de vie	unité	Déconstruction				Reconstruction				Cycles d'entretien	Total	
			Facteur d'émission	Pondération	total		Pondération	total					
Béton Bitumineux froid	20 ans		7,7	kgCO2e/m3	0,5	1,078	tCO2e	1	12	tCO2e	0,5	8,695	tCO2e
Béton Bitumineux chaud	25 ans		7,7	kgCO2e/m3	0,5	0,924	tCO2e	1	16	tCO2e	0,2	5,2328	tCO2e
Sable stabilisé non renforcé	4 ans		7,7	kgCO2e/m3	0,5	1,54	tCO2e	0,5	4	tCO2e	6,5	39,09	tCO2e
Sable stabilisé renforcé (4%)	10 ans		7,7	kgCO2e/m3	0,5	1,155	tCO2e	0,5	12	tCO2e	2	28,62	tCO2e
Sable stabilisé renforcé (8%)	15 ans		7,7	kgCO2e/m3	0,5	1,155	tCO2e	0,5	22	tCO2e	1	25,465	tCO2e
Béton hydraulique	30 ans		7,7	kgCO2e/m3	1	4,312	tCO2e	1	192	tCO2e	0	4,312	tCO2e

Hypothèses:

Durée de vie DRC2010 et ruelles Mobilités 2009

Déconstruction: facteur d'émission issu de Cerema2020 page 45. Pondération de 0,5 car la moitié de l'épaisseur de l'aménagement est déconstruit à chaque cycle d'entretien (durée de vie de l'aménagement) sauf pour le béton hydraulique qui est entièrement déconstruit.

Reconstruction : pondération en fonction de l'épaisseur de matériaux qui permet de reconstruire la couche de roulement (ajout superficiel de matériaux pour le stabilisé, reconstruction d'une couche complète pour les autres matériaux)

Impact carbone de la partie entretien régulier du revêtement

Type de Revêtement	fréquence de balayage	unité	Total	unité	fauchage	unité
Béton Bitumineux froid		2 fois/an	1,12	tCO2e	0,1008	tCO2e
Béton Bitumineux chaud		2 fois/an	1,12	tCO2e		
Sable stabilisé non renforcé		6 fois/an	3,36	tCO2e		
Sable stabilisé renforcé (4%)		6 fois/an	3,36	tCO2e		
Sable stabilisé renforcé (8%)		6 fois/an	3,36	tCO2e		
Béton hydraulique		2 fois/an	1,12	tCO2e		

Sources & Hypothèses:

Fréquences: (DRC2015)

Balayage: Vitesse d'avancement de 3km/h, consommation 20L/h (notice ECORCEV2), FE essence 2,8 kgCO2e/L (Base carbone Ademe)

Fauchage: 40L/100km, 3 fois/an

Pour la **déconstruction**, le facteur d'émission utilisé correspond aux opérations de fraisage de la couche et de transport pour mise en décharge. Nous avons appliqué une pondération de 0,5 car la moitié de l'épaisseur de l'aménagement est déconstruit à chaque cycle d'entretien (durée de vie de l'aménagement) sauf pour le béton hydraulique qui est entièrement déconstruit.

Pour la **reconstruction**, nous appliquons une pondération en fonction de l'épaisseur de matériaux qui permet de reconstruire la couche de roulement (ajout superficiel de matériaux pour le stabilisé, reconstruction d'une couche complète pour les autres matériaux).

Le nombre de cycles d'entretien est calculé de la façon suivante :

$$N_{cycles} = \frac{Durée\ de\ ref - Durée\ de\ vie}{Durée\ de\ vie} = \frac{Durée\ de\ ref}{Durée\ de\ vie} - 1$$

Un scénario d'entretien complet comprend toujours N_{cycles} de déconstruction-reconstruction plus une déconstruction totale. Cela permet de prendre en compte la fin de vie.

Voici la décomposition du scénario d'entretien pour une couche de roulement en sable stabilisé renforcé (4%) :

Durée de vie (années)	Type d'entretien
10	Déconstruction 50% - Reconstruction 50%
20	Déconstruction 50% - Reconstruction 50%
30	Déconstruction 100%

6. Déplacements du personnel

Les déplacements du personnel de chantier ne sont pas pris en compte dans les facteurs d'émissions du CEREMA. Les hypothèses suivantes visent à reconstituer un chantier type pour avoir une estimation de l'impact de ce poste :

- Longueur de la piste cyclable : 6km
- Taille de l'équipe : 14 personnes
- Durée du chantier : 4 mois
- Distance domicile-travail : 30 km
- Facteur d'émission : 0,193 kgCO₂e/veh.km

Impact carbone des déplacements du personnel

Personnel	14	personnes
Longueur piste cyclable	6	km
Durée travaux	4	mois
Distance domicile-travail	30	km
Facteur d'émission	0,193	kgCO ₂ e/veh.km
Total	3,2424	tCO₂e/km

Hypothèses BL évolution

B. Limites de l'étude

Les calculs ont été réalisés pour 1 km de piste cyclable linéaire. Ils ne prennent donc pas en compte les travaux d'aménagements nécessaires à l'utilisation d'une piste cyclable (parking, abords).

Dans l'ensemble, les hypothèses retenues sont volontairement simplificatrices et surévaluées. Cela permet d'avoir un ordre de grandeur de l'impact carbone maximum d'un kilomètre de piste cyclable sur l'ensemble de son cycle de vie.

Dans le cadre d'un projet concret mis en œuvre sur le terrain, il serait intéressant de rechercher des résultats encore plus précis en utilisant le logiciel ECORCE (ECOcomprateur Routes Construction Entretien) développé par l'IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies, des Transports, de L'aménagement et des Réseaux) à partir de données réelles issues du projet. Il permet de réaliser une évaluation de l'impact environnemental d'une route, pour ce qui concerne les travaux de construction et de maintenance, et ce, sur une durée de service définie. L'évaluation globale pratiquée par ECORCE est une évaluation basée sur la méthode normalisée d'Analyse de Cycle de Vie (ACV) selon la norme ISO 14 040.

C. Bibliographie / Ressources complémentaires

Bruxelles Mobilité, « Revêtements des aménagements cyclables », *Vademecum vélo en région de Bruxelles-Capitale*, Mai 2009.

Cerema, « Recommandations pour l'évaluation des émissions de GES des projets routiers », 2020.

Départements & Régions Cyclables, « Etude des performances environnementales des revêtements cyclables », Janvier 2010.

Départements & Régions Cyclables, « Fiche action n°5 : Estimer le budget entretien des aménagements cyclables », Juin 2015.

IFSTTAR, « Manuel utilisateur ECORCE 2.0 » 2013, 15.

Vélo & Territoires, « Fiche action n°9 : REVÊTEMENTS DES AMÉNAGEMENTS CYCLABLES », 2019.

Contact

Guillaume Martin | guillaume@bl-evolution.com

Passionné par l'économie, l'énergie et le changement climatique, Guillaume conseille territoires et entreprises dans l'intégration des enjeux énergétiques, climatiques et de mobilité.

Luc Lavielle | luc@bl-evolution.com

Luc utilise ses connaissances et compétences afin d'aider les collectivités à transformer leurs territoires en fonction des enjeux énergétiques et climatiques identifiés.

A propos de BL évolution

A l'heure où les crises environnementales, sociales, sanitaires, interrogent et bouleversent les modèles économiques et sociaux, BL évolution apporte à ses clients conseils et méthodes pour accélérer la transition écologique.

Nous croyons à la nécessité d'apporter les meilleures analyses et outils pour équiper les acteurs publics et privés dans leurs stratégies d'adaptation et de transformation. Nous sommes engagés à leurs côtés pour réussir chaque étape et dessiner, avec eux, des perspectives de développement plus écologiques, plus solidaires et donc, plus durables.

En savoir plus : www.bl-evolution.com | contact@bl-evolution.com

Cette note méthodologique a été rédigée avec la contribution de Guillaume Martin et Luc Lavielle.

Copyright©2021 BL évolution. Graphes et photos ©BL évolution et icônes ©Flaticon