



**Alliance
pour la décarbonation
de la route.**

Assurer la résilience du réseau routier

Un impératif sécuritaire et
économique

**Les notes
de l'Alliance**

**Février
2025**



INTRODUCTION

Cette note est issue des échanges du groupe de travail de l'Alliance pour la décarbonation de la route (ADR) dédié à la résilience du réseau routier face aux dérèglements climatique. De sa construction à son entretien, la route doit réduire ses impacts environnementaux. Choix d'enrobés et source des matériaux, recyclage, mais aussi conception innovante et gestion de crise : la route doit s'inscrire dans l'adaptation et la recherche de résilience. Nombreux sont les Départements qui, à l'aune des dégâts observés ces dernières années, ont sonné l'alarme : la tempête Alex en 2020, les canicules des étés 2019 ou 2022, les inondations récurrentes du Nord de la France donnent un aperçu de l'ampleur des coûts futurs (au regard de la dégradation des infrastructures, mais également des effets induits pour les collectivités concernées). Et, dans les inondations qui ont frappé Valence en Espagne à l'automne 2024, la tragédie s'est souvent nouée sur les routes et dans les parkings. Il existe pourtant des solutions de réduction des vulnérabilités en amont pour anticiper les risques liés au changement climatique. A la condition d'intégrer les bénéfices « assurantiels » des efforts de résilience de la route, permettant d'éviter les situations les plus dramatiques et d'assurer la continuité des activités socio-économiques. Il importe que le PNACC 3¹, dont la mise en œuvre sera placée sous fortes contraintes de financement public, prenne bien en compte les coûts d'une action limitée ou d'une maladaptation.



« Face aux impacts croissants du changement climatique, la résilience des infrastructures routières françaises est devenue un impératif stratégique. Les vagues de chaleur, inondations, et cycles de gel-dégel accélèrent la dégradation d'un réseau essentiel à l'économie et à la cohésion sociale. Actuellement, 50 % des routes non concédées sont dégradées, et leur entretien annuel, estimé à 15 milliards d'euros, peine à répondre aux besoins croissants. Des solutions existent : matériaux innovants, revêtements perméables, capteurs numériques pour une gestion proactive, ... Une approche systémique et locale est essentielle pour prioriser les zones vulnérables et mobiliser les acteurs. Investir dans la résilience routière est à la fois un impératif sécuritaire et économique ».

Patrice Geoffron est professeur d'économie à Dauphine-PSL, et co-fondateur de l'Alliance.

¹ Troisième Plan National d'Adaptation au Changement Climatique, rendu public et mis en consultation en octobre 2024.

DIAGNOSTIC : DES EFFORTS D'ADAPTATION QUI S'AJOUTENT AUX NECESSITES DE MISE A NIVEAU DE LA ROUTE

1°) L'infrastructure routière face à la montée des aléas climatiques

Le changement climatique entraîne des impacts environnementaux et économiques sensiblement plus intenses qu'anticipés selon les derniers travaux du GIEC. Aussi est-il crucial de développer des stratégies d'atténuation et d'adaptation conjointes. Dans ce cadre, l'indispensable adaptation des infrastructures (énergie, télécommunication, rail, route, ...) aux effets du changement climatique présente des surcoûts variables par projet qui doivent être resitués dans la perspective d'un effort plus global d'investissement dans les infrastructures et la transition environnementale².

Les infrastructures routières, soumises à une variété de menaces, n'échappent pas à cet impératif : les vagues de chaleur déforment la chaussée (retrait-gonflement des sols argileux), font remonter le bitume en surface (ressuage), favorisent l'orniérage et provoquent des fissures ; les fortes pluies peuvent entraîner des inondations et affaiblir les chaussées ; les cycles de gel et de dégel accroissent les fissures et les nids-de-poule des zones exposées ; en outre, certaines routes côtières sont menacées par l'érosion et la submersion marine³.

Or les routes sont des infrastructures critiques, c'est-à-dire une composante essentielle d'un système dont la perturbation, l'interruption, ou la destruction induisent des conséquences graves sur l'ordre économique, la stabilité sociale ou la sécurité collective. Ajoutons que les réseaux routiers et de voiries sont le support direct ou indirect de très nombreux réseaux d'eau, de télécommunications, d'énergie (en particulier en milieu urbain). Enfin, les ouvrages d'art, comme les ponts et les tunnels, sont de plus en plus menacés.

Pour le réseau routier national non concédé, le taux de renouvellement annuel des couches de surface est de l'ordre de 4 à 5 % de la surface totale des chaussées, ce qui correspond à un renouvellement complet tous les 20 à 25 ans en moyenne. Selon les données de l'Observatoire National des Routes⁴, la moitié de la surface des routes non concédées est dégradée à des degrés divers (en mauvais état à 20 %, nécessitant un entretien à 30 %). Un diagnostic qui s'applique également aux ouvrages d'art (notamment les ponts).

A la gestion des routes au XXIème siècle, le changement climatique vient donc ajouter une couche de complexité et d'incertitude, puisqu'il s'agit non seulement de maintenir les infrastructures en état via des investissements de jeunesse, mais également de les préparer à des risques émergents et hétérogènes susceptibles d'entraîner des effets en

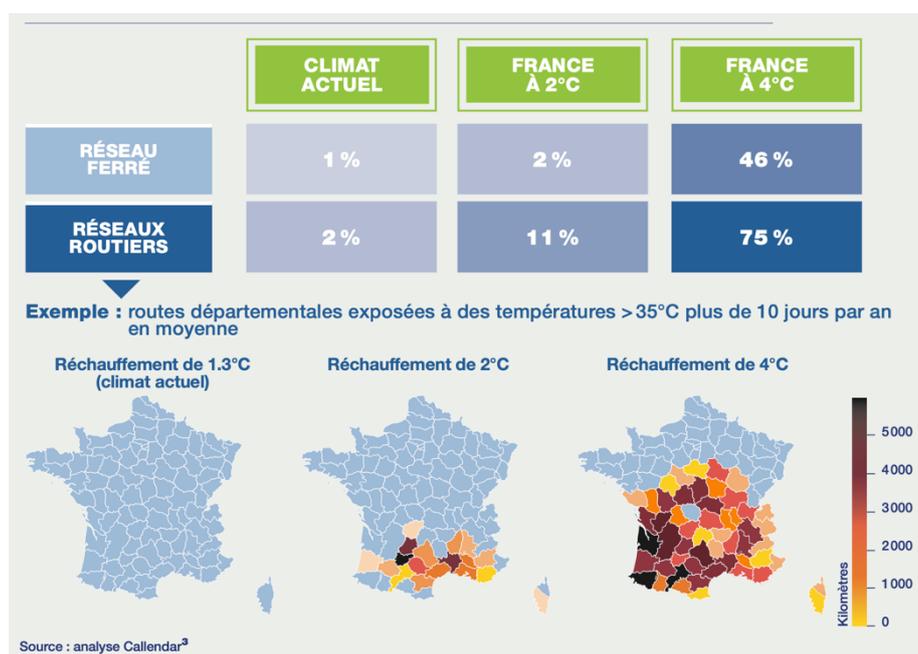
² Selon les travaux de la commission Pisani-Ferry & Mahfouz (*Les incidences économiques de l'action pour le climat, France Stratégie, 2023*), de l'ordre de 70 milliards d'euros devront être investis, annuellement, en 2030 pour viser la neutralité carbone au milieu du siècle.

³ Routes de France, *L'état de la route, 2023*.

⁴ ONR, *Rapport 2023*.

chaîne : le déclenchement d'un incendie ou d'une tempête (inondations, submersions) peut perturber les infrastructures routières et ferroviaires et supprimer les redondances entre ces réseaux, ou bien endommager la distribution d'électricité avec des retombées sur les routes (entravées par la chute de pylônes), ... Aussi, même s'il est utile d'analyser la fragilité des infrastructures sous un angle sectoriel, leur adaptation ne peut être opérée en « silo ». En outre, comme observé ci-dessous, le volume des efforts d'adaptation est incertain, car il sera nécessairement déterminé par l'ampleur et la forme de changements climatiques (dérives des moyennes, des variabilités, des cyclicités, effets de seuil) dans les décennies à venir, et dépendant des études de vulnérabilité des réseaux qui, à date, ne sont pas réalisées.

Figure 1 – Proportions des réseaux exposés à un risque fort ou très fort du fait des fortes chaleurs



Source : I4CE, Anticiper les effets d'un réchauffement de +4°C : quels coûts de l'adaptation?, 2024.

Les enjeux de la continuité de la route : la vision dans le périmètre des missions de La Poste

Les activités de transport de La Poste regroupent plus de 600 partenaires transporteurs, qui parcourent chaque année plus de 300 M de km, en longue ou moyenne distance, sur l'ensemble du réseau routier français

Pour les activités de distribution de produits postaux et de nouveaux services (premier et dernier kilomètre), on dénombre une flotte de 55 000 véhicules motorisés (dont 20 000 électriques) qui parcourent chaque année 700 M de km, du centre-ville aux territoires ruraux, 16 000 vélos et vélo-cargos (50 M de km), à quoi il convient d'ajouter encore 5M de km couverts par les factrices et facteurs à pied.

Au total, c'est plus d'un milliard de km parcourus chaque année pour l'acheminement et la distribution de produits et services postaux, soit 3 M de km par jour, ou encore 80 fois le tour de la Terre. Le bon état du réseau routier français est un atout majeur pour la bonne exécution des missions et activités de La Poste au quotidien.

2°) A la recherche d'un modèle économique : intégrer le coût de l'inaction !

La liste est longue des solutions activables : utiliser des matériaux adaptés aux fortes chaleurs, éviter les revêtements à faible albédo en milieu urbain, améliorer la résilience des matériaux des routes (pour étendre la durée de vie de la chaussée) ; favoriser l'infiltration locale, augmenter les capacités de stockage des eaux pluviales et utiliser des revêtements perméables ; utiliser des matériaux flexibles pour le confort et la durabilité (par l'intégration de matériaux polymères ou de caoutchoucs recyclés) ; étendre le domaine d'emploi des matériaux recyclés et des matériaux/techniques de mise en œuvre bas carbone-basse énergie ; intensifier l'effort de recherche et d'innovation en la matière...⁵.

Même si la Stratégie Européenne d'Adaptation évoque un surcoût de 3 %⁶, il est difficile de tirer des conclusions de ces ordres de grandeur dès lors que la variabilité par projet des coûts spécifiques à l'adaptation sera très considérable : par exemple, rendre les infrastructures de transport résilientes aux futures inondations représenterait des surcoûts susceptibles de varier entre 3 % et 10 % (OECD 2024)⁷, ou même de grimper jusqu'à une fourchette de 15 à 20 % (I4CE 2024)⁸.

Toutefois, ce n'est pas tant le surcoût d'adaptation qui est problématique, que la capacité à anticiper le rendement de ces investissements, dans la mesure où il s'agit de combiner des mécanismes économiques assez conventionnels (par exemple l'impact d'investissements en BTP en termes d'emplois et de valeur ajoutée), à d'autres qui le sont un peu moins (l'attractivité économique des régions pourvues d'infrastructures robustes, la valeur d'exportation des technologies et savoir-faire dans le domaine de l'adaptation, ...), et d'autres encore plus difficiles à apprécier (les coûts évités de catastrophes futures, la stabilité socio-économique qui en résulte, la préservation de l'ordre public, de l'habitabilité de certains territoires, ...). Néanmoins, malgré cette complexité, les évaluations disponibles révèlent des effets de levier très puissants, de l'ordre de 4⁹ à 10¹⁰ par unité monétaire investie dans l'adaptation. Autrement dit : adapter la route est une bonne affaire économique... menacée de sous-financement.

En outre, ce bénéfice de l'adaptation doit pouvoir être « capturé » localement via la valeur créée par la continuité des services, l'attractivité qui pourrait en résulter, la valeur du foncier, la fiscalité ... Par ailleurs, dès lors que les investissements d'adaptation procèdent notamment du BTP (Carbone 4, OFCE & NEO 2021), ils présentent un contenu

⁵ *Routes de France, L'état de la route, 2023.*

⁶ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/fr/metadata/publications/eu-strategy-on-adaptation-to-climate-change>

⁷ *OECD, Infrastructure for a Climate-Resilient Future, OECD, 2024.*

⁸ *I4CE, Anticiper les effets d'un réchauffement de +4°C : quels coûts de l'adaptation ?, 2024.*

⁹ *Hallegate S., Rentschler J., Rozenberg J., Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity, World Bank, 2019.*

¹⁰ *Global Center on Adaptation, Adapt now: a global call for leadership on climate resilience, 2019.*

en emplois et valeur ajoutée locaux¹¹. Autrement dit, les bénéfices tirés des multiples réparations évitées de l'infrastructure routière du fait de son adaptation ne « s'évaporent pas » et doivent pouvoir être extraits à une maille locale.

Il est crucial de développer des modèles économiques spécifiques pour évaluer les investissements d'adaptation des infrastructures en tenant compte des coûts évités ainsi que d'une grande variété de co-bénéfices sanitaires et environnementaux. Si, logiquement, la collectivité publique à l'intérieur de laquelle se diffuseront ces bénéfices devrait impulser son financement, il est évident que ces efforts d'adaptation ne pourront pas être assumés par des modèles de financement purement publics dans des économies de l'OCDE où la dette a sensiblement augmenté ces dernières années, et où les besoins dédiés à l'atténuation sont également conséquents.

Il est donc impératif, pour éviter les coûts massifs de l'inaction, d'imaginer des modèles de financement hybrides pour capter la « valeur cachée » de l'adaptation, dans lesquels des financements d'origine privée prennent leur part (et concourent au partage des risques). Il est possible d'identifier des pistes de financement : partenariats public-privé, concessions, tiers investisseur ; allocation d'une « recette carbone » vers un fonds de résilience et d'adaptation ; prélèvement sur la valorisation du foncier ; Green Bonds, Conservation Bonds, Impact Bonds, ... ; financements concessionnels ; financements assurantiels, crowdfunding, Résilience « as a service » ; ...

La palette des outils susceptibles d'être mobilisés mérite attention : c'est finalement moins le manque de solutions technico-financières qui est problématique que le délai pour élaborer des politiques publiques à l'échelle du défi. Le tout rendant, plus encore, l'inaction paradoxale.

Ce que prévoit pour le PNACC-3 pour la résilience de la route¹²

ACTION 1 : *Établir des plans d'adaptation des infrastructures et services de transport, en particulier pour les opérateurs et gestionnaires d'infrastructures publiques majeurs (d'ici fin 2025), le réseau routier national (programme d'actions en 2026 avec de premières mesures identifiées en 2025), et les régions. Pour le réseau routier national : poursuite de l'étude de vulnérabilité de l'ensemble du réseau national (RRN) concédé et non concédé (y compris Outre-Mer). Cette étude s'appuie sur la TRACC et s'accompagne d'une étude du coût de l'inaction face au changement climatique (étude lancée en septembre 2023, résultats prévus en 2025) ; élaboration d'un plan d'action pour adapter le réseau routier national au changement climatique à partir des résultats de l'étude de vulnérabilité : premières mesures proposées en 2025 et programme d'actions (identifiant des actions prioritaires à court terme) en 2026.*

¹¹ NB : à condition de répondre aux causes des tensions de recrutement (parcours de rémunération, pénibilité, organisation du travail, etc.), dans un contexte où tous les chantiers s'ouvrent en même temps (adaptation et décarbonation).

¹² <https://www.ecologie.gouv.fr/rendez-vous/plan-national-dadaptation-changement-climatique-ouverture-consultation-publique>.

*Pour les réseaux routiers locaux : suite à l'étude RRN, réalisation d'études de vulnérabilité à un niveau local par les collectivités avec l'appui des DREAL, pour lesquelles l'étude de vulnérabilité du RRN pourra servir de référence méthodologique. **Ces études pourront être cofinancées par l'État via le Fonds Vert.** Le financement des actions d'adaptation identifiées reste à discuter.*

ACTION 2 : *Recensement des actions d'adaptation menées au niveau local, dans le cadre du diagnostic des COP territoriales. Cette action vise à apporter un éclairage sur l'état de maturité des autorités organisatrices de la mobilité (AOM), gestionnaires d'infrastructures et opérateurs de transport sur l'adaptation au changement climatique afin d'identifier les points qui nécessiteraient une sensibilisation ou un accompagnement supplémentaire.*

ACTION 3 : *Adapter le matériel roulant au confort d'été : afin d'assurer une adaptation du matériel roulant cohérente sur tout le territoire, la DGITM, élaborera une feuille de route qui émettra des recommandations à destination des AOM.*

ACTION 4 : *Faire évoluer les référentiels techniques relatifs aux transports. Dans le domaine routier, les travaux à venir se structurent comme suit : adaptation des 5 référentiels identifiés par le comité de pilotage de la doctrine technique routière (CoDoT) comme à modifier en priorité. Ces référentiels concernent l'assainissement routier, la viabilité hivernale, le dimensionnement des chaussées, le dimensionnement des PPHM (portiques, potences et hauts mâts), et les chutes de blocs ; pour les autres référentiels, leur identification et leur actualisation seront suivies au fil de l'eau dans le cadre du CoDoT deux fois par an.*

RECOMMANDATIONS

- ◆ **Exploiter avec discernement le potentiel du numérique, des nouvelles technologies de capteurs, et de l'Intelligence Artificielle** pour une approche systémique d'évaluation de l'état et de la résilience des réseaux routiers. Cette méthode repose sur des analyses précises au niveau local, intégrant les facteurs environnementaux propres à chaque section. La numérisation de nos réseaux de transport est une capacité récente, mais essentielle pour évaluer de manière granulaire la situation spécifique de chaque kilomètre et la monitorer en continu. Une numérisation accrue des analyses et l'utilisation systémique de plateformes numériques d'Analyse du Cycle de Vie, reposant sur la gestion performante des datas, permet d'identifier des solutions plus durables et efficaces, à même de réduire l'empreinte carbone et de favoriser une plus grande circularité dans l'utilisation des matériaux et des ressources.
- ◆ **Agir pour une meilleure perméabilisation des sols** pour lutter contre le phénomène d'îlots de chaleur et limiter le ruissellement des eaux, en particulier en période de fortes pluies. Cette action peut être envisagée sous plusieurs aspects : travail sur la "désimperméabilisation" des parkings connexes aux réseaux routiers (aires d'autoroute, routes, parkings en ville, etc.) et autres voiries éligibles (voies piétonnes, voies d'accès, etc.), intégration du sujet lors de la construction ou la rénovation de parkings ou voiries, R&D sur des matériaux plus "perméables" (enrobés drainants, chaussées réservoir, etc.).
- ◆ **Adopter les données et les approches scientifiques internationales reconnues**, celles du GIEC, ainsi que les normes ISO et EN, pour systématiser l'évaluation des réseaux. Cette initiative assurera une cohérence et une rigueur accrues dans l'analyse et la gestion des infrastructures routières, alignant les pratiques nationales avec les outils et standards internationaux les plus avancés. En France, la méthode ASAIT (approche systémique de l'adaptation des infrastructures de transport) du CEREMA fait référence. La comparaison avec d'autres standards internationaux sera utile.
- ◆ **Réaliser des analyses de résilience des réseaux routiers par bassins d'activité économiques et interdépendances avec les autres réseaux** pour évaluer les effets du changement climatique, avec pour objectif de quantifier le coût économique de l'inaction et de prioriser les axes critiques nécessitant des investissements urgents. Cette démarche permettra d'orienter les ressources vers les infrastructures les plus vulnérables, assurant ainsi une meilleure préparation et adaptation aux impacts climatiques. Ces études peuvent être impulsées par l'État au titre du Fonds Vert. Et donner à voir aux acteurs économiques les analyses de vulnérabilité – les entreprises doivent notamment construire des plans de continuité d'activité en cas d'aléas, mais manquent souvent d'informations et de sensibilisation à ces enjeux.
- ◆ **Créer un Fonds d'urgence pour la résilience routière en cas de catastrophe, flexible**, destiné à aider les collectivités à réparer et renforcer les infrastructures routières après une catastrophe naturelle, et financé par des contributions publiques et privées. Définir, en s'inspirant des méthodes assurantielles, des critères



transparents pour l'allocation des fonds, basés sur la gravité des dommages et les besoins communautaires. Fournir un soutien technique pour l'évaluation rapide des dommages et la planification des réparations. Assurer un suivi et une évaluation pour garantir une utilisation efficace des fonds et une reconstruction résiliente (« reconstruire encore mieux qu'avant »).

- ◆ **Renforcer l'information à destination des utilisateurs de la route.** Alertes préventives sur les risques météorologiques à venir et leur localisation et les impacts sur les réseaux routiers concernés ; amélioration de l'information sur l'état des routes en temps réel, en fonction des zones étudiées (à l'image des informations sur les applications mobiles de planification de trajets, éventuellement avec de nouveaux items décrivant les perturbations possibles : crues, route emportée, incendies, travaux, etc.) ; développer une approche cartographique poussée à partir d'une base de données open source des routes en France, avec l'identification en temps réel de l'état des routes (à l'image de catnat.net qui recense les aléas climatiques en temps réel et leur localisation) et abondé par différents acteurs (institutions, acteurs des territoires, automobilistes, entreprises, etc.).
-

QUI SOMMES-NOUS ?

L'Alliance pour la Décarbonation de la Route est fondée le 18 juin 2023 par un collectif de chercheurs et universitaires rassemblés à l'initiative de François Gemenne (politologue, co-auteur du rapport du GIEC), Patrice Geoffron (Professeur de sciences économiques à Dauphine-PSL, Membre du Cercle des économistes), Géraud Guibert (Président de la Fabrique Écologique). Le Manifeste de l'Alliance est publié dans une tribune du Journal du Dimanche, disponible [ici](#).

Elle est constituée association (loi 1901) début 2024. Son bureau se compose de François Gemenne (Président), Patrice Geoffron (Trésorier), Géraud Guibert (Secrétaire), Alphonse Coulot (Délégué exécutif).

L'Alliance compte aujourd'hui plus de 70 membres, dont un Conseil Scientifique composé de :

Christophe Bonnery, président de l'Association des Économistes de l'Energie

André Broto, expert des mobilités

Laurent Chapelon, professeur d'Aménagement de l'espace et Urbanisme au département de Géographie-Aménagement de l'Université Paul-Valéry Montpellier 3

Nicolas Coulombel, maître de conférences à l'École des Ponts ParisTech

Anna Creti, professeur d'économie à l'Université Paris Dauphine-PSL

Pascal da Costa, enseignant-chercheur à Centrale Supélec

Michel Derdevet, président de Confrontations Europe

Mathieu Flonneau, historien, maître de conférences à l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

François Gemenne, co-auteur au GIEC, professeur à HEC

Patrice Geoffron, professeur d'économie à l'Université Paris Dauphine-PSL

Michel Guémy, conseiller scientifique, DGITM

Géraud Guibert, président de la Fabrique Écologique

Pierre Hornych, directeur du laboratoire LAMES de l'Ifsttar

Fabien Laurent, professeur de l'École des Ponts ParisTech

Paulo Moura, directeur Adjoint en charge de l'Innovation et du Partenariat, IMREDD

Jean-Pierre Orfeuill, expert des mobilités

Céline Scornavacca, co-Présidente de la Fédération Française des Usagers de la Bicyclette

Carine Staropoli, chercheur associée à Paris School of Economics



Objectifs et principes fondateurs

L'Alliance pour la décarbonation de la route est une plate-forme d'échanges et de propositions pour sensibiliser et agir, celle-ci doit servir de base pour rassembler les idées et les expertises. En concertation avec les pouvoirs publics, elle peut être un outil précieux pour discuter et bâtir un plan ambitieux d'investissements publics et privés vers une mobilité routière décarbonée. Elle s'engage à impulser, coordonner et encourager l'adoption de comportements écoresponsables.

L'Alliance veut rappeler que de nombreuses solutions existent aujourd'hui : efforts de sobriété dans l'usage de la voiture, électrification des véhicules légers, déploiement massif de bornes de recharge sur les réseaux routiers, développement du covoiturage et du transport collectif sur route et autoroute, adaptation des infrastructures et des services à la multimodalité, production d'énergie renouvelable sur le foncier du réseau routier et autoroutier, préfiguration de route électrique pour camions, etc.

Avec ses publications, évènements et travaux de recherche, l'Alliance défend la mobilisation de tous acteurs de la route : gestionnaires d'infrastructures, constructeurs automobiles, opérateurs de transport routier, de fret et de logistique, assureurs et prestataires de sécurité, collectivités locales, associations d'usagers, chacun doit s'impliquer pour accélérer les investissements et engagements nécessaires à une route durable. L'Alliance pour la décarbonation de la route concerne aussi bien les acteurs urbains que ruraux, et promeut la complémentarité de tous les modes.

Pour en savoir plus : <https://www.alliancedecarbonationroute.com>

La présente édition est établie en janvier 2025.