

# Décarbonation des mobilités de la Région SUD : 3 études en 1, base pour l'action politique

*Pouvoir apprécier l'effet, donc l'utilité et le coût de différentes mesures de décarbonation des mobilités envisagées par la Région SUD.*

*Un outil interactif, pédagogique et dont les enseignements bousculent le bon sens commun et certains a priori.*

## 1. Enjeux et objectifs

*La Région SUD, territoire  
d'expérimentation*

Dans le cadre de son plan climat « Une COP d'avance », la Région Sud veut atteindre les objectifs de l'accord de Paris en matière de réduction des GES aux horizons 2030 et 2050. Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est de définir des scénarios stratégiques de planification écologique pour l'ensemble des mobilités du territoire Provence-Alpes-Côte d'Azur basés sur des mesures à entreprendre, pour certaines en sus de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC).

La Région souhaitant agir avec discernement, il s'agit de disposer d'un modèle qui évalue et priorise le coût d'abattement, c'est-à-dire le coût relatif permettant d'éviter la production d'une tonne de CO<sub>2</sub> de chaque mesure envisagée et selon son calendrier de mise en œuvre. L'étude doit donc non seulement permettre d'identifier des mesures qui permettent de réduire suffisamment les GES liés à la mobilité mais aussi d'en estimer le coût socio-économique (coût marchand et externalités).

## 2. État de l'art, situation actuelle

Pour répondre à l'objectif susmentionné, il faut habituellement réaliser trois études.

- La première vise à estimer l'évolution des mobilités selon différents scénarios pour l'ensemble des modes de déplacements et des configurations territoriales aux différents horizons futurs (volet traité par Citec Ingénieurs-Conseils).
- La deuxième sert à quantifier les consommations énergétiques et les émissions relatives aux hypothèses de mobilité (volet traité par Enerdata).
- La troisième permet de quantifier les coûts d'abattement de chaque mesure en tenant compte du moment où chaque mesure entre en force ou se déploie (volet traité par Enerdata).

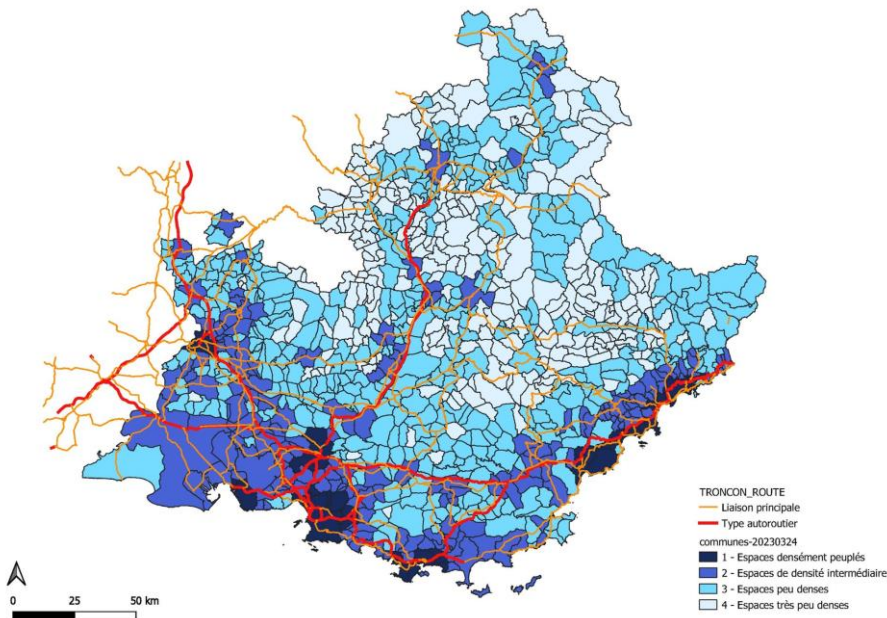
Dans le cas présent, les trois études ont été combinées afin de disposer d'un unique outil de calcul – le modèle NOTOS - qui représente de manière simple et graphique les impacts de chaque mesure ou scénario.

### 3. Méthodologies, innovation

Les émissions de GES couvertes par le modèle suivent le périmètre Kyoto, à savoir les émissions à l'usage des transports intérieurs. Cela exclut les émissions liées à l'aérien et au maritime international, tout comme les émissions indirectes du scope 3 (empreinte ACV). En revanche les émissions du scope 2, notamment celles liées à la production d'électricité et d'H2 sont comptabilisées.

Le modèle s'appuie sur les flux de mobilité existants par tronçon de réseau pour tous les modes. La collecte de ces données, réalisée par AtmoSud, suit un protocole obligatoire ou en cours de mise en place dans toutes les régions. Ce protocole permet de disposer des km parcourus ou des personnes-km (pkm) ou des tonnes-km (tkm) ainsi que des différentes émissions (CO2 et différents autres polluants) sur tous les tronçons du réseau routier, ferroviaire et fluvial en fonction des catégories de véhicules. Les données de base comprennent les déplacements internes à la région et la part régionale des déplacements d'origine ou à destination ou en transit

*La très bonne connaissance des flux actuels grâce à Atmosud, suffit pour alimenter le modèle*



**Figure 1 – Regroupement des comportements de mobilité en fonction des 4 catégories de densité de population des communes selon classification INSEE**

Une première innovation de l'étude porte sur l'élaboration d'outils simples de prévisions de mobilité pour tous les modes de déplacement (sauf l'aérien et le piéton) autant pour les voyageurs que pour les marchandises. Les outils habituels de prévision des flux (modèles 4 étapes) sont conçus pour obtenir des résultats en termes de variation de choix modal et d'affectation des flux sur un réseau. Dans le cas présent, la modélisation prospective des flux peut être simplifiée à un total de pkm ou de tkm par unité territoriale, en l'occurrence par commune ou par catégorie de commune. Le total de pkm aux horizons futurs est simplement proportionnel à un certain nombre de paramètres près au total communal actuel. Les paramètres intègrent toutes les hypothèses liées aux mesures : report modal, variation de taux de remplissage, effets rebonds, élasticité de la demande, etc.

Ensuite, connaissant les flux futurs, il est possible de calculer les nouvelles émissions. Il faut cependant tenir compte du fait que les mesures interagissent les unes avec les autres. Et le modèle repose sur une méthode robuste de décomposition des effets qui

évite les doubles comptes (méthode LMDI pour log-mean divisia index qui fait référence dans ce genre de situation).

Finalement, les coûts d'abattement sont calculés selon les méthodologies reconnues et sur un périmètre large incluant les externalités. Les paramètres du modèle NOTOS sont transparents et évolutifs, ce qui en fait une force pour actualiser les scénarios ou créer des variantes.

Une autre grande innovation consiste à mettre en chaîne les trois modules précédents en un seul tableur de modélisation et de disposer ainsi d'un outil très parlant pour simuler des mesures et conduire des analyses de sensibilité (consommations, efficacité énergétique, choix modal, population, profil territorial, etc.).

Avec NOTOS, les services de la Région Sud peuvent facilement apprécier les impacts d'une mesure, aussi bien sur les distances parcourues que sur les catégories de flux, d'émission, d'énergie, de GES et, finalement, les incidences sur les coûts d'abattement. Certains paramètres permettent aussi de tester des évolutions technologiques futures.

A ce jour, le modèle comprend probablement plus d'un millier de paramètres mais son utilisation courante ne nécessite que d'agir sur 2 à 4 paramètres par mesures et en fonction de l'évolution au cours du temps (échelle temporelle par pas de 5 ans).

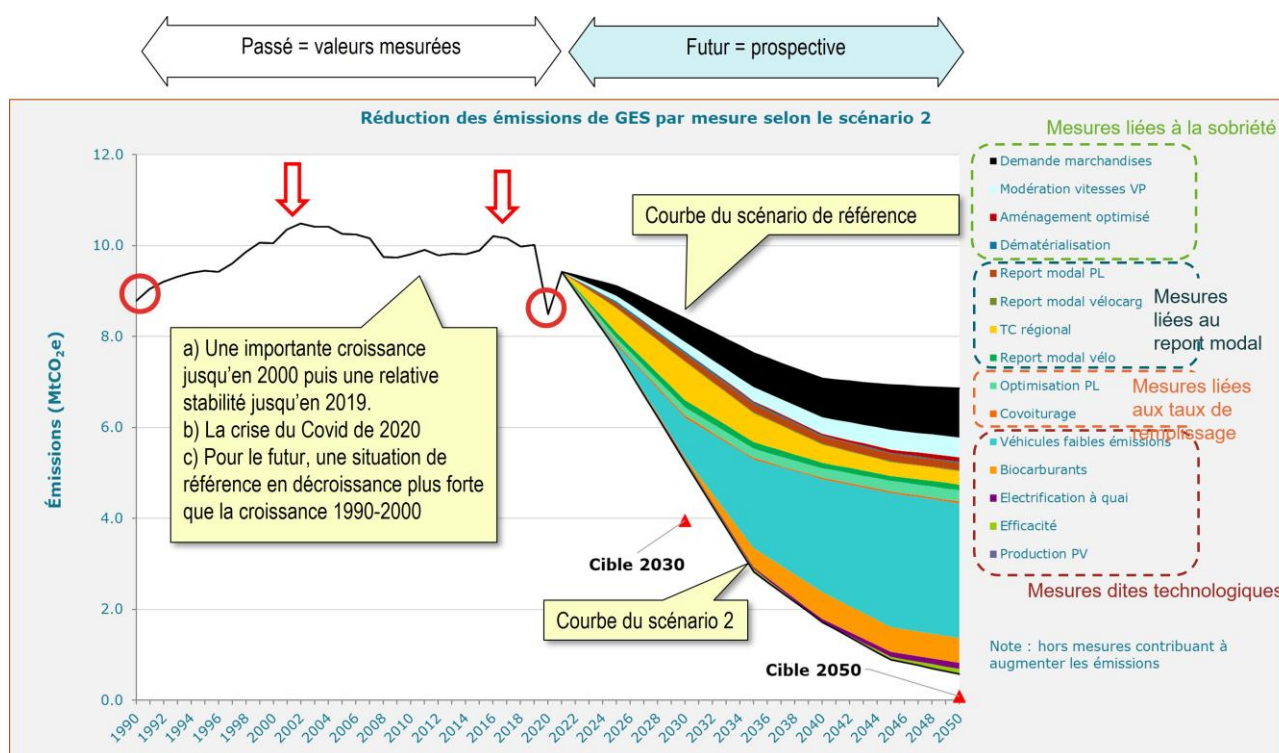


Figure 2 – Mise en perspective des émissions passées et futures. Les plages colorées illustrent la réduction de CO2 rendue possible par les mesures envisagées. Ces mesures s'ajoutent à la situation de référence (courbe SNBC-stratégie nationale bas carbone). Les scénarios testés permettent de réduire de 100 à 128 MtCO2 le carbone émis entre 2020 et 2050 pour la Région Sud

Les mesures qui ont été prises en compte pour la région sud sont les suivantes :

- Mesure 1 : amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules thermiques
- Mesure 2 : acquisition de véhicules à faibles émissions (électricité, hydrogène, bioGNV) et déploiement de stations d'avitaillement
- Mesure 3 : utilisation de biocarburants dans les véhicules thermiques

- Mesure 4.1 : report modal de la voiture vers le vélo ou le vélo à assistance électrique
- Mesure 5.1 : passage de l'autosolisme au covoiturage
- Mesure 6 : production d'énergie renouvelable électrique ou thermique
- Mesure 7 : évolution de l'offre de transport collectif régional dans un but de report modal
- Mesure 8 : aménagement du territoire optimisé dans un but de limiter les besoins de déplacement
- Mesure 9 : dématérialisation dans un but de limiter les besoins de déplacement
- Mesure 10.1 : mutualisation logistique dans un objectif d'optimisation du remplissage des véhicules
- Mesure 10.2 : transfert modal des VUL (véhicules utilitaires légers) aux vélocargos dans un objectif d'optimisation du remplissage des véhicules
- Mesure 10.3 : transfert modal des PL (poids lourds) au fret ferroviaire ou fluvial
- Mesure 10.4 : prise en compte du e-commerce
- Mesure 11 : conversion énergétique des navettes et des navires, en particulier pour les navires à quai
- Mesure 12 : évolution de la demande marchandise
- Mesure 13 : modération des vitesses, évaporation du trafic

*16 mesures retenues  
pour composer 3  
scénarios prospectifs*

Les différentes mesures sont paramétrées pour que l'utilisateur puisse facilement faire évoluer les hypothèses. D'une manière ou d'une autre, les mesures font varier les pkm ou les tkm

## 4. Résultats et interprétations

A partir d'un scénario de référence de type AME (Avec Mesures Existantes), les résultats sont produits pour 3 scénarios de décarbonation : un scénario de pari technologique, un scénario de massification du report modal, et un scénario de défi de la sobriété.

Il ressort de nombreux enseignements de l'analyse des trois scénarios examinés :

- **Le scénario technologique ne permet pas l'atteinte de la neutralité carbone, même dans le cas d'un changement complet du parc de voitures en 2035.**
- **Les résultats montrent que les transports collectifs sont surtout efficaces si l'amélioration de l'offre est massive, est décidée dès à présent et, donc, permet de modifier les structures territoriales à moyen terme.**
- **Atteindre les objectifs 2030 est possible mais nécessite un large spectre d'actions et des engagements forts de la part de tous les acteurs :**
- **Une plus grande sobriété des déplacements (et des modes de vies) est indispensable, avec notamment l'abaissement des vitesses sur les parties urbaines et la valorisation des modes doux.**
- **Utiliser autrement les infrastructures existantes est la seule solution pour agir vite avec des résultats significatifs.**
- **Certains domaines, notamment la logistique, doivent être régulés surtout aux échelles nationale et internationale.**

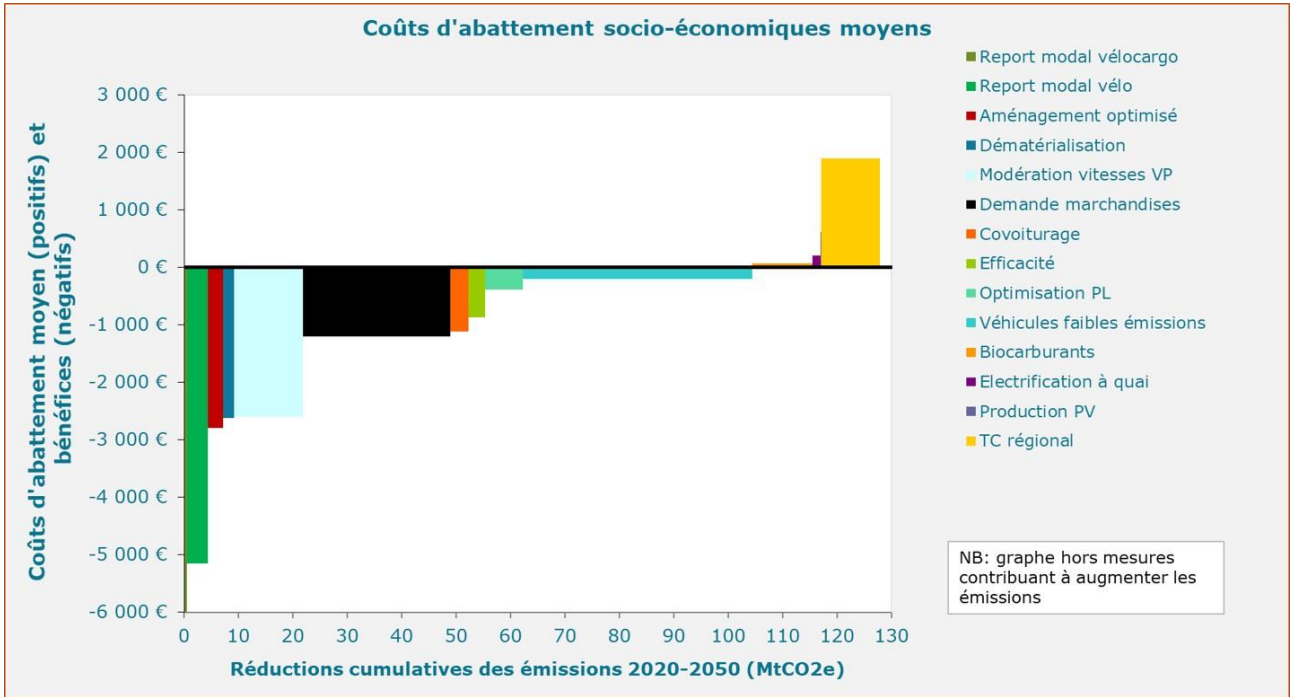


Figure 3 – Exemple de courbe de coût d'abattement. Une grande partie des mesures ont des coûts négatifs, donc produisent un bénéfice pour chaque tonne de CO2 supprimée. Ce bénéfice est en grande partie lié à la prise en compte des coûts externe des transports

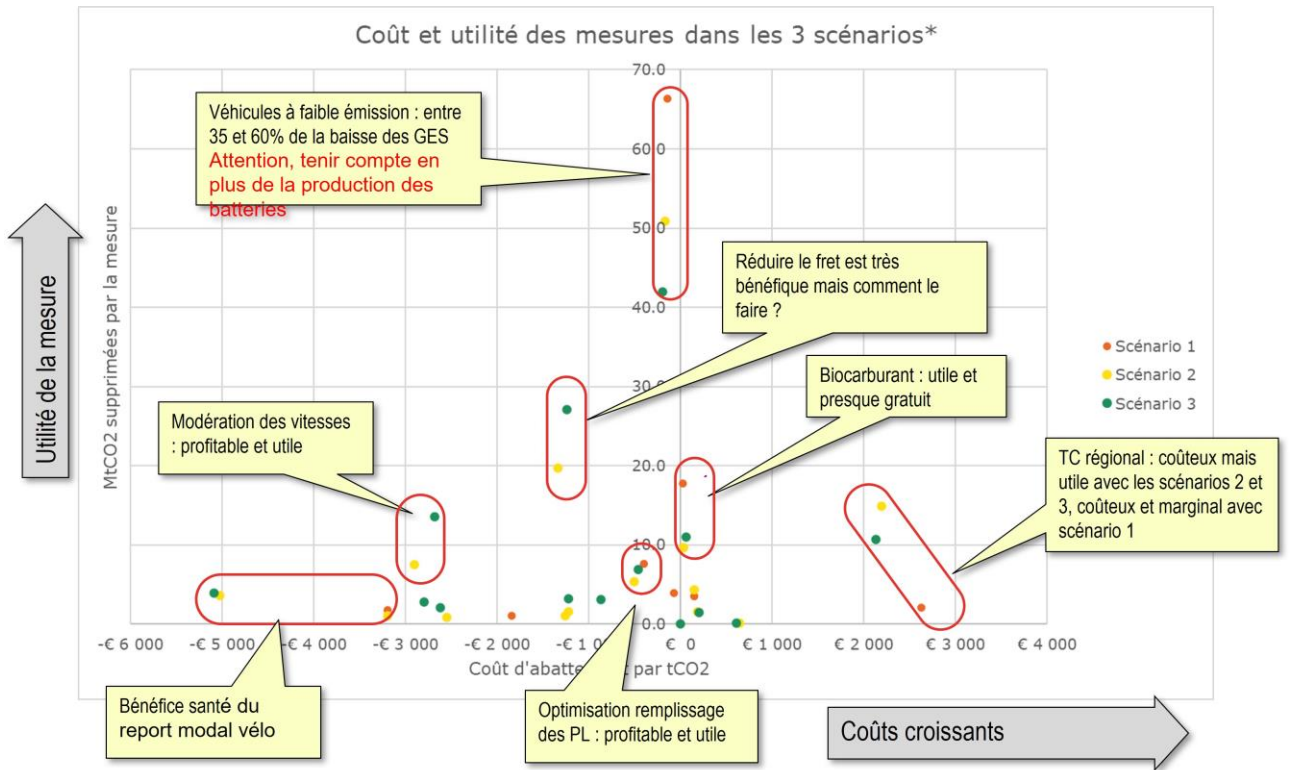


Figure 4 – Comparaison des mesures pour les trois scénarios : beaucoup de mesure ne contribuent que modestement à la réduction de CO2 mais pour des coûts d'abattement très différents. La généralisation des véhicules électriques est une mesure très efficace mais qui ne change pas les comportements de mobilité et déplace une grande partie du bilan CO2 sur la production industrielle et l'usage du sol (donc hors du graphique)

## 5. Déploiement

NOTOS est un outil prospectif très puissant pour apprécier la pertinence et l'efficacité d'une politique de décarbonation à l'échelle d'une agglomération, d'un département ou d'une région. Toutes les échelles supracommunales d'analyse conviennent bien à cet outil qui peut être facilement appliqué à d'autres territoires et pour d'autres mesures que celles examinées en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Il permet d'apprécier le coût des actions et leurs effets de manière relative. Contrairement au bon sens commun, l'addition des actions ne conduit pas à l'addition des diminutions des émissions de CO<sub>2</sub>. A ce titre, son intérêt pédagogique et son utilité pour objectiver des arbitrages techniques et politiques est évident

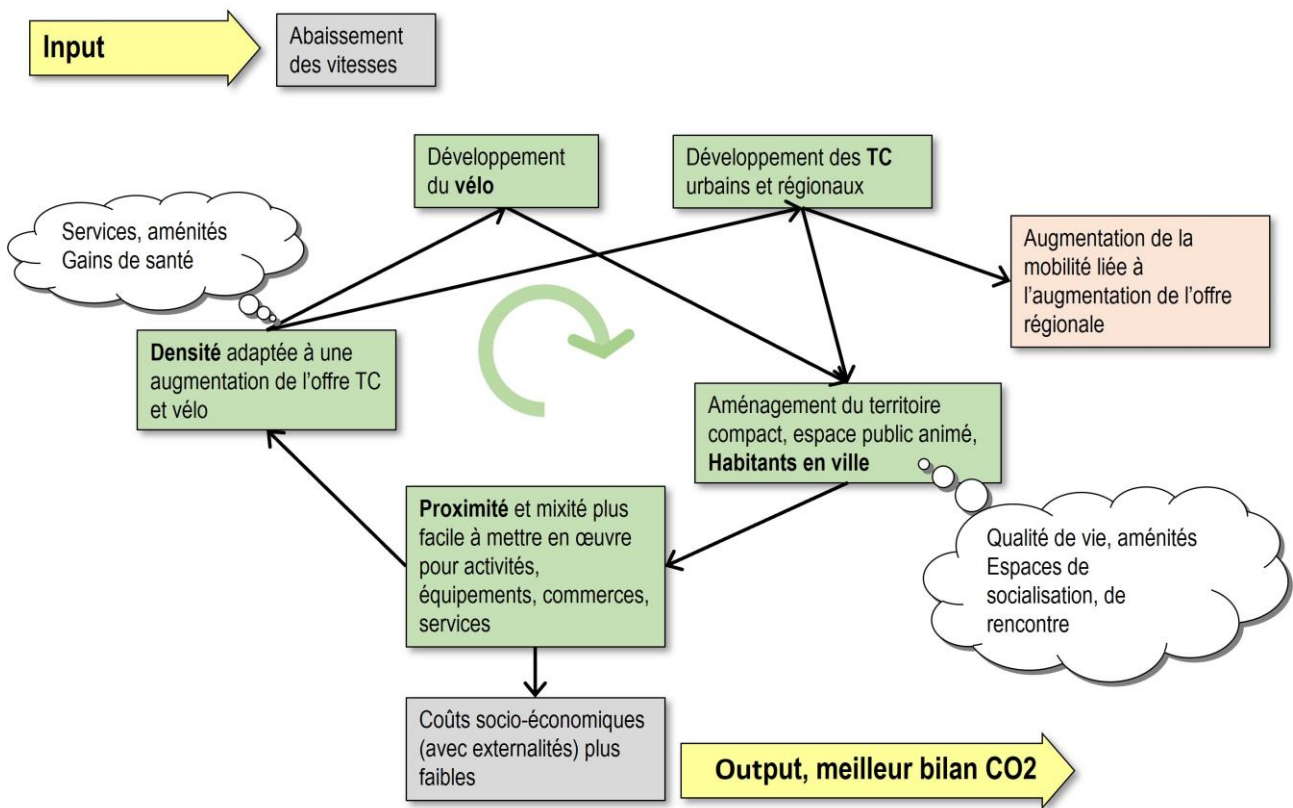


Figure 5 – exemple de cercle vertueux qui découle d'un abaissement généralisé des vitesses en milieu urbain. Le modèle NOTOS a permis de mieux mettre en évidence la transversalité entre les mesures ou de prendre en compte des effets rebonds.

## 6. Biographie des auteurs



### **Philippe Gasser, Associé, Citec Ingénieurs Conseils, Genève**

Philippe Gasser a une double formation d'ingénieur en transports et d'urbaniste diplômé de l'EPFL. Avec une expérience de plus de 35 ans en bureau d'études (env. 1'000 projets), il a couvert des domaines très variés de mobilité, principalement dans les phases de conception. Chez Citec depuis 2002, il intervient en tant qu'associé membre de la direction et expert sur les liens entre mobilité et urbanisme, sur l'aménagement d'espaces publics, les pôles d'échanges, les stratégies de mobilité, l'aménagement du territoire.

Il est par exemple intervenu sur le réaménagement de la place de la République à Paris (TVK), le plan d'aménagement du centre de la Mecque (Ateliers Lion), la refonte de la Part-Dieu (l'AUC), la stratégie nationale suisse d'augmentation des parts modales des transports publics (pour le compte de l'UTP).



### **Florent Gauthier, Project Manager, Enerdata, Grenoble**

Florent est Chef de Projets au sein de l'Équipe Efficacité énergétique et Demande. Il a rejoint Enerdata en 2021 après 10 ans d'expériences en gestion de projets internationaux dans les secteurs de l'électromécanique, l'efficacité énergétique et l'innovation. Il pilote des projets de prospective énergie et émissions de gaz à effet de serre à horizon 2050 et développe des analyses de tendances par l'intermédiaire d'indicateurs ou de méthodes de décompositions des effets. En particulier, il participe à l'élaboration des scénarios des stratégies nationales bas carbone de la France et de la Tunisie. Il contribue aux scénarios prospectifs d'Enerdata (Country Energy Demand Forecast avec le modèle EnerMED) et aux scénarios prospectifs de l'ADEME (Transitions 2050). Il pilote également des projets d'études sectorielles (Transports et Bâtiments), territoriales (Hauts de France, Région SUD), et thématiques (Sobriétés). Il est également membre et animateur bénévole de la Fresque du Climat.

Florent est ingénieur diplômée de l'ENSE3 Grenoble INP et a un Master de Science Po Grenoble.



### **Thibaut Limon, expert transition écologique et énergétique dans les transports, Région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur, Marseille**

Thibaut est ingénieur des travaux publics de l'Etat spécialisé en économie des transports et en transition écologique. Il a travaillé à la sous-direction des études et de la prospective de la Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités de l'Etat sur la décarbonation et l'évaluation économique des mobilités puis à la mission prospective de la Région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur sur les sujets décarbonation et résilience des transports.