



Mission régionale d'autorité environnementale

Auvergne-Rhône-Alpes

**Avis délibéré de la mission régionale d'autorité
environnementale sur le projet de révision du Plan climat
air énergie territorial (PCAET) Grenoble-Alpes Métropole
(GAM), de la métropole de Grenoble (38)**

Avis n° 2026-ARA-AUPP-1824-N12551

Avis délibéré le 21 avril 2026

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

La mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) Auvergne-Rhône-Alpes de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (Igedd), s'est réunie le 21 avril 2026 en visioconférence. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le projet de révision du Plan climat air énergie territorial (PCAET) Grenoble-Alpes Métropole (GAM) de la métropole de Grenoble (38).

Ont délibéré : Pierre Baena, Jeanne Garric, Anne Guillabert, Jean-Pierre Lestoille, Yves Majchrzak et Véronique Wormser.

En application du règlement intérieur de la MRAe, chacun des membres délibérants cités ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans l'avis à donner sur le document qui fait l'objet du présent avis.

La direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) Auvergne-Rhône-Alpes a été saisie le 27 janvier 2026, par les autorités compétentes pour délivrer l'autorisation du projet, pour avis au titre de l'autorité environnementale.

Cette saisine étant conforme à l'article R. 122-17 du code de l'environnement relatif à l'autorité environnementale prévue à l'article L. 122-7 du même code, il en a été accusé réception. Conformément à l'article R. 122-21 du même code, l'avis doit être fourni dans le délai de trois mois.

Conformément aux dispositions du même code, les services de la préfecture de l'Isère, au titre de ses attributions dans le domaine de l'environnement, et l'agence régionale de santé ont été consultées et ont transmis leurs contributions en dates respectivement du 25 mars 2026 et du 23 février 2026.

La Dreal a préparé et mis en forme toutes les informations nécessaires pour que la MRAe puisse rendre son avis. Sur la base de ces travaux préparatoires, et après en avoir délibéré, la MRAe rend l'avis qui suit. Les agents de la Dreal qui étaient présents à la réunion étaient placés sous l'autorité fonctionnelle de la MRAe au titre de leur fonction d'appui.

Pour chaque plan ou programme soumis à évaluation environnementale, une autorité environnementale désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition de la personne publique responsable et du public.

Cet avis porte sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par la personne responsable, et sur la prise en compte de l'environnement par le plan ou le programme. Il vise à permettre d'améliorer sa conception, ainsi que l'information du public et sa participation à l'élaboration des décisions qui s'y rapportent. L'avis ne lui est ni favorable, ni défavorable et ne porte pas sur son opportunité.

Le présent avis est publié sur le site internet des MRAe. Conformément à l'article R. 123-8 du code de l'environnement, il devra être inséré dans le dossier du projet soumis à enquête publique ou à une autre procédure de consultation du public prévue par les dispositions législatives et réglementaires en vigueur.

Aux termes de l'article L. 122-9 du code de l'environnement, l'autorité qui a arrêté le plan ou le programme met à disposition une déclaration résumant la manière dont il a été tenu compte du rapport environnemental et des consultations auxquelles il a été procédé.

Synthèse de l'Avis

Grenoble Alpes Métropole en Isère (38), comporte 49 communes et 457 409 habitants en 2023. Ce territoire alpin, situé au cœur du sillon alpin et structuré par quatre massifs montagneux et trois rivières majeures, comprend sept unités paysagères et treize ambiances distinctes. L'élaboration du quatrième plan climat air énergie territorial (PCAET) de la métropole, objet du présent avis, a été adoptée le 19 décembre 2025 et s'inscrit dans la continuité d'une dynamique engagée dès 2005.

Pour l'Autorité environnementale, les principaux enjeux environnementaux du territoire et du PCAET sont :

- la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre, en particulier dans les domaines du résidentiel, du transport, et de l'industrie ;
- la production d'énergies renouvelables (EnR) et de récupération (EnR&R) sur le territoire ;
- la santé humaine notamment en lien avec la qualité de l'air ;
- le changement climatique, notamment au regard de son impact sur la santé humaine et la disponibilité des ressources naturelles, telles que la ressource en eau ;
- l'artificialisation des sols, les risques naturels et industriels et la biodiversité.

Le dossier est bien structuré et présente de nombreuses illustrations permettant une bonne appréhension de la stratégie territoriale. Le rapport environnemental est de bonne facture. L'état initial aborde de manière exhaustive l'ensemble des thématiques environnementales, incluant le climat, l'air et l'énergie, mais aussi les risques majeurs (naturels et industriels), l'artificialisation des sols et la biodiversité. Les enjeux relatifs au paysage et au patrimoine bâti sont également intégrés, bien que hiérarchisés comme enjeux modérés au regard des priorités du plan.

Le dossier propose une analyse de scénarios contrastés (scénario tendanciel, scénario avec la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) nationale, et trajectoire du « PCAET révisé »), permettant de comparer les évolutions possibles du territoire à l'horizon 2030 et 2050. Le PCAET répond avec une ambition forte aux objectifs du Schéma régional d'aménagement de développement durable et d'égalité des territoires (Srad-det) et de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC), visant une réduction des émissions de GES de -65 % d'ici 2030, un niveau largement supérieur aux exigences fixées. L'évaluation des émissions de polluants est étayée par des modélisations précises, assurant la compatibilité avec le Plan de protection de l'atmosphère (PPA) et le Plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques (Prepa). En matière de production d'énergies renouvelables, le PCAET affiche des objectifs élevés, notamment pour la filière photovoltaïque et le verdissement des réseaux de chaleur urbains. S'agissant de la planification urbaine, l'Autorité environnementale recommande que les prescriptions futures des Scot et PLUi intègrent les objectifs et préconisations du PCAET afin d'en concrétiser la réalisation.

Le programme d'actions est particulièrement riche, et comporte 131 actions détaillées et précises, réparties en 19 défis. Les moyens humains et financiers alloués sont abordés via des évaluations macro-économiques par secteur. Enfin, le dispositif de suivi est de bonne qualité, s'appuyant sur des indicateurs chiffrés annuels (émissions, consommations, surfaces végétalisées). Le bilan du précédent PCAET (nommé PCAEM 2020-2030) a permis d'extraire les enseignements structurants nécessaires pour ajuster et amplifier la mise en œuvre de la stratégie territoriale du PCAET révisé. Le dossier prévoit des mesures d'évitement et de réduction (ERC) robustes et intégrées, issues d'un travail itératif de concertation, afin d'optimiser les actions, notamment sur la biodiversité, les déchets de chantier et les nuisances sonores. Les actions de pilotage et de gouvernance, incluant un Comité de partenaires et un Conseil scientifique, permettront de mettre en œuvre ce projet de territoire de manière partagée et transparente.

L'Autorité environnementale recommande de donner le niveau de priorité correspondant à la hauteur des enjeux aux mesures concernant la qualité de l'air et à leur opérationnalité dans ce domaine.

L'ensemble des observations et recommandations de l'Autorité environnementale est présenté dans l'avis détaillé.

Sommaire

1. Contexte, présentation du PCAET et enjeux environnementaux.....	5
1.1. Contexte du PCAET.....	5
1.2. Présentation et gouvernance du PCAET.....	6
1.3. Procédures relatives au projet de PCAET.....	7
1.4. Principaux enjeux environnementaux relevés par la MRAe.....	8
2. Analyse de l'évaluation environnementale et prise en compte de l'environnement.....	8
2.1. Analyse de l'état initial de l'environnement et potentiel du territoire (les perspectives d'évolution possibles).....	8
2.1.1. État initial climat, air, énergie.....	9
2.1.2. État initial ressource en eau, risque naturels, biodiversité et paysage.....	10
2.1.3. État initial risques industriels et cadre de vie des habitants.....	11
2.1.4. Potentiel du territoire concernant les sujets climat, air, énergie.....	12
2.2. Prise en compte des enjeux environnementaux par le PCAET.....	15
2.2.1. Programme d'actions du PCAET.....	16
2.2.2. Analyse des effets notables du PCAET sur l'environnement et mesures d'évitement et de réduction proposées.....	18
2.3. Justification des choix ayant conduit au PCAET retenu.....	19
2.4. Dispositif de suivi proposé.....	20
2.5. Résumé non technique du rapport environnemental.....	21
2.6. Articulation et cohérence des ambitions du projet de PCAET, avec les autres plans programmes du territoire et les objectifs nationaux et régionaux.....	21

Avis détaillé

Le présent avis de l'Autorité environnementale porte sur l'évaluation environnementale du projet de révision du PCAET de Grenoble-Alpes-Metropole (GAM), élaboré par la métropole de Grenoble en Isère (38). Sont analysées à ce titre la qualité du rapport d'évaluation environnementale, et la prise en compte des enjeux environnementaux.

L'Autorité environnementale a estimé utile, pour l'information du public, de faire précéder ces deux analyses par une présentation du territoire et du contexte général d'élaboration de la révision du PCAET de GAM : cette présentation est issue de l'ensemble des documents transmis à l'Autorité environnementale, qui seront soumis à la participation du public par voie électronique (PPVE), et des renseignements recueillis par la MRAe.

1. Contexte, présentation du PCAET et enjeux environnementaux

1.1. Contexte du PCAET

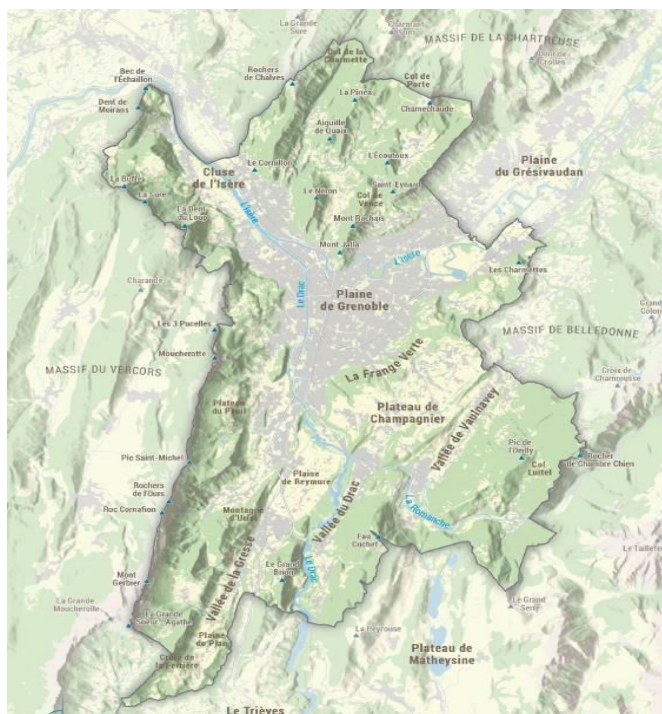


Figure 1: positionnement géographique du territoire Grenoble Alpes Métropole (source dossier)

Grenoble Alpes Métropole (GAM), située dans le département de l'Isère au cœur du sillon alpin, regroupe 49 communes sur une superficie de 545,5 km². Elle compte environ 450 000¹ habitants (Insee 2021), avec une densité moyenne de 825 hab/km². Le territoire, marqué par une topographie contrastée entre un fond de vallée très plat (altitude de 210 m) et des reliefs montagneux abrupts, se structure autour de la confluence de l'Isère et du Drac. Ce territoire constitue un carrefour stratégique de communication, ouvrant des accès vers l'Italie et la Suisse via la vallée du Grésivaudan, ainsi que vers Lyon (69) et la Méditerranée.

1 457 409 hab. (Insee 2023).

Le territoire comprend sept unités paysagères majeures, notamment les confluences grenobloises, les vallées de l'Isère, du Drac et de la Romanche, le plateau de Champagnier ainsi que les balcons de la Chartreuse, du Vercors et de Belledonne.

Le développement de la Métropole s'appuie sur un tissu économique dense et innovant. Elle est la deuxième métropole industrielle de France avec 21 % des emplois salariés, tout en bénéficiant d'un fort dynamisme touristique. Mais elle fait face à des défis démographiques (population vieillissante et décohabitation des ménages), environnementaux (îlot de chaleur urbain marqué, vulnérabilité aux inondations et aux aléas gravitaires, et qualité de l'air dépassant les recommandations de l'OMS), et de mobilité (les transports représentant 27 % des émissions de gaz à effet de serre, malgré un réseau de transports en commun bien maillé et une progression des modes actifs).

La métropole grenobloise, intercommunalité la plus peuplée² de la région Auvergne-Rhône-Alpes, a engagé le premier projet de plan climat territorial français en 2005. Des projets successifs ont suivi permettant de renforcer l'ambition de la métropole en matière de climat et de qualité de l'air. Le dernier PCAET, de la métropole « PCAEM 2020-2030 », adopté le 7 février 2020 et engagé le 20 novembre 2020 pour la période 2020–2026, est arrivé à échéance. Le présent projet concerne la révision du PCAET, prévue sur six ans (2026–2032) et adopté le 19 décembre 2025. Ce nouveau PCAET (le quatrième), intègre les documents de planification supra-communaux, notamment la Stratégie française pour l'énergie et le climat (composée de la SNBC³, la PPE⁴, et le PNACC⁵), le Sraddet⁶, et le PPA⁷.

1.2. Présentation et gouvernance du PCAET

Le dossier sur lequel est consulté l'Autorité environnementale est de qualité, et comprend les éléments requis par l'article R. 229-51 du Code de l'environnement relatif au contenu d'un PCAET.

Le dossier est composé des documents suivants :

- la délibération du conseil communautaire ;
- le diagnostic territorial du PCAET ;
- la stratégie territoriale d'élaboration du PCAET ;
- le bilan de concertation préalable du public ;
- le plan d'action du PCAET, incluant le plan d'action qualité de l'air (PAQA) ;
- le rapport d'évaluation environnementale (REE), qui comprend le résumé non technique (RNT) et l'état initial de l'environnement (EIE) ;

La stratégie du PCAET s'articule autour de quatre axes, qui comprennent 131 actions concrètes réparties en 19 défis et 34 sous-défis. Le PCAET représente un investissement territorial estimé à 5,3 milliards d'euros sur la période 2026-2035.

Les quatre axes stratégiques sont :

1. réduire l'impact de nos modes de vie sur le climat, la qualité de l'air et les ressources ;
2. adapter notre territoire et protéger les populations face au dérèglement climatique ;
3. agir ensemble pour une transition juste et accompagner les changements ;

² Excluant la métropole de Lyon ; collectivité à statut particulier.

³ Stratégie nationale bas carbone, qui vise à atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.

⁴ Programmation pluriannuelle de l'Énergie. La PPE 3, troisième outil de pilotage de la politique énergétique française portant sur la période 2026-2035 est publiée depuis le 13 février 2026.

⁵ Plan national d'adaptation au changement climatique. Le 3^e plan, publié le 10 mars 2025, prévoit un ensemble d'actions concrètes à mettre en œuvre d'ici 2030 pour adapter le territoire aux impacts visibles et attendus du changement climatique d'ici 2100.

⁶ Schéma régional d'aménagement de développement durable et d'égalité des territoires.

⁷ Le troisième Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA 3) Grenoble Alpes a été adopté vendredi 16 décembre 2022. Ce plan d'amélioration de la qualité de l'air vise à en réduire les émissions de polluants atmosphériques et à maintenir ou ramener les concentrations en polluants en dessous des normes réglementaires.

4. piloter un projet collectif de territoire.

La gouvernance du PCAET de Grenoble-Alpes Métropole repose sur un principe de co-responsabilité et de pilotage partagé entre les acteurs publics, privés, associatifs et les citoyens. Ses principaux organes sont un Comité⁸ des partenaires (COP) assurant suivi et orientations, un Conseil scientifique « Climat et Transitions » composé de 30 universitaires, un forum du plan climat, et l'animation de réseaux. Ce dispositif se réunit au moins une fois par an en plénière pour évaluer l'avancement des objectifs et ajuster les actions si nécessaire. La phase spécifique de concertation⁹ préalable avec le public, visant à réaffirmer le volontarisme du territoire face à l'urgence climatique, s'est tenue sur une durée d'environ six semaines. Elle a reposé sur l'organisation de cinq réunions publiques (avec des ateliers territorialisés) et sur l'utilisation d'une plateforme numérique participative pour recueillir les contributions des citoyens.

Les principaux objectifs du PCAET révisé sont fixés à l'horizon 2030, 2035 et 2050 :

Objectifs	Horizon 2030	Horizon 2035	Horizon 2050
Réduction des émissions de gaz à effet de serre (référence 2005 ¹⁰)	- 65 %	- 72 %	- 93 %
Réduction des consommations d'énergie (référence 2005)	- 40 %	- 44 %	- 58 %
Part de la production locale d'énergies renouvelables (EnR&R) dans la consommation finale	34 %	37 %	48 %
Réduction des émissions d'oxydes d'azote (NOx) (référence 2005)	- 86 %	- 88 %	-
Réduction des émissions de particules fines (PM 2.5) (référence 2005)	- 62 %	- 69 %	-
Réduction des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	- 48 %	- 50 %	-
Réduction des émissions d'ammoniac (NH3)	- 18 %	- 20 %	-
Réduction des émissions de dioxyde de soufre (SO2)	- 84 %	- 85 %	-

Ces objectifs s'inscrivent dans une stratégie plus large visant la neutralité carbone à l'horizon 2050. Pour atteindre ces cibles, le plan prévoit notamment :

- la rénovation thermique de 89 000 logements d'ici 2050 ;
- une baisse de 10 % des distances parcourues par les véhicules particuliers en 2035 ;
- la sortie définitive du charbon dans l'industrie dès 2030 ;
- le maintien et le renforcement des puits de carbone naturels (forêts et sols).

1.3. Procédures relatives au projet de PCAET

Le PCAET¹¹ est défini aux articles L.229-26, R.229-51 et suivants du Code de l'environnement. Il est mis en place pour une durée de six ans et doit faire l'objet d'un bilan après trois ans d'application. Le PCAET est soumis à évaluation environnementale systématique en application de l'article R122-17 du Code de l'environnement.

8 Structuré en quatre collèges : 1. Partenaires publics associés : État, communes, territoires voisins, etc. 2. Acteurs socio-économiques : Entreprises de divers secteurs, chambres consulaires. 3. Société civile : Associations, membres de la Convention Citoyenne Métropolitaine pour le Climat (CCMC), Conseil de développement et citoyens tirés au sort. 4. Experts et chercheurs : Incluant le conseil scientifique.

9 Cette concertation est la démarche réglementaire de révision et de mise à jour du PCAET de Grenoble-Alpes Métropole pour la période 2026-2032.

10 Bien que le tableau utilise 2005 comme référence, le document précise qu'en prenant 1990 comme année de référence (standard national et international), les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre correspondent à - 68 % en 2030, - 75 % en 2035 et - 94 % en 2050.

11 Le PCAET est un outil de coordination de la transition énergétique dans les territoires (obligatoire au-dessus de 20 000 habitants). Il doit, en cohérence avec leurs enjeux, et en compatibilité avec le Sradet et, le cas échéant avec le plan de protection de l'atmosphère (PPA), traiter de l'atténuation et de l'adaptation au changement climatique, de la qualité de l'air, de la réduction des consommations d'énergie et du développement des énergies renouvelables. Il doit prendre en compte le Scot et doit lui-même être pris en compte par les PLU ou PLUi.

1.4. Principaux enjeux environnementaux relevés par la MRAe

Pour l'Autorité environnementale, les principaux enjeux du territoire et du projet de PCAET sont :

- la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre ; en particulier dans les domaines du résidentiel, du transport, et de l'industrie ;
- la production d'énergies renouvelables (EnR) et de récupération (EnR&R) sur le territoire ;
- la santé humaine notamment en lien avec la qualité de l'air ;
- le changement climatique ; notamment au regard de son impact sur la santé humaine et la disponibilité des ressources naturelles, telles que la ressource en eau ;
- l'artificialisation des sols, les risques et la biodiversité.

2. Analyse de l'évaluation environnementale et prise en compte de l'environnement

Le dossier est bien structuré et illustré, et les différents documents sont parfaitement cohérents entre eux. Le dossier présente de nombreux graphiques et tableaux permettant une bonne appréhension du PCAET. Les objectifs nationaux et régionaux sont présentés et comparés au PCAET. À l'échelle du PCAET, sont présentés deux scénarios (un scénario tendanciel avec le maintien de la dynamique observée, et un scénario projeté à 2050 qui intègre les mesures envisagées dans le PCAET). Les enjeux et effets du plan sont énumérés, hiérarchisés et pondérés. Des mesures ERC sont présentées pour répondre aux actions ayant un impact potentiel pour l'environnement. Une évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 est effectuée. Un dispositif de suivi et des indicateurs sont proposés.

2.1. Analyse de l'état initial de l'environnement et potentiel du territoire (les perspectives d'évolution possibles)

L'état initial de l'environnement s'appuie principalement, en ce qui concerne les thématiques climat-air-énergie, sur des données issues de l'Observatoire Régional Climat Air Énergie (Orcae Auvergne-Rhône-Alpes) datant de 2024, de l'outil ALDO de l'Ademe, et d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes pour l'année 2022 (avec des actualisations en 2025).

Un bilan du précédent PCAET, le PCAEM (2020-2030) adopté en février 2020, est établi dans le diagnostic et révèle des progrès significatifs en matière de qualité de l'air — l'objectif de réduction des oxydes d'azote (NOx) pour 2030 étant déjà atteint dès 2022 avec une baisse de 72 % — et de rénovation énergétique. En revanche, des efforts soutenus restent nécessaires pour les particules fines (PM10 et PM2,5). Le dossier indique également que les objectifs¹² de réduction de GES et de consommation énergétique à l'horizon 2030 restent très ambitieux, nécessitant un rehaussement de la stratégie et une intensification des leviers d'action. La part des EnR&R atteint environ 21 % de la consommation finale en 2022 (pour un objectif de 30 % en 2030), portée notamment par la mise en service de la centrale biomasse Biomax¹³. D'après le dossier, l'avancement des actions à mi-parcours, fin 2023 (au nombre de 312), montrait que 64 % des mesures prévues étaient en cours de réalisation et 26 % déjà réalisées, contre seulement 5 % non lancées et 4 % suspendues.

12 Le territoire a réduit ses émissions de GES de 44 % et sa consommation d'énergie de 24 % par rapport à 2005, affichant une accélération du rythme de baisse depuis 2015.

13 Biomax est une centrale de cogénération alimentée au 100 % bois. Elle produira de la chaleur, qui sera diffusée sur le réseau de chauffage urbain pour chauffer entre 15 000 et 20 000 équivalents-logements, et de l'électricité.

2.1.1. État initial climat, air, énergie

La **consommation d'énergie finale du territoire** de Grenoble Alpes Métropole (GAM) s'élevait à 9 100 GWh (9,1 TWh) en 2022, marquant une baisse globale de 24 % par rapport à 2005, et un recul de 5 % par rapport à l'année 2021. À l'échelle individuelle, le territoire consomme 20,2 MWh par habitant, une valeur qui demeure inférieure à la moyenne nationale qui est de 23,5 MWh. Les secteurs les plus consommateurs d'énergie sont le bâtiment (résidentiel et tertiaire), qui représente à lui seul la moitié de la consommation métropolitaine (50 %, soit environ 4 550 GWh), suivi par l'industrie qui pèse 32 % (2 915 GWh) et les transports pour 18 % (1 640 GWh). Dans le détail, le résidentiel compte pour 28 %, le tertiaire pour 22 %, tandis que le transport de personnes représente 12 % et le fret 6 %. Entre 2005 et 2022, la consommation du secteur industriel a chuté de 46 %, portée par la modernisation des procédés et des baisses d'activité, alors que celle du secteur résidentiel n'a diminué que de 7 %, signalant un gisement d'économie encore important dans l'habitat. Le mix énergétique final reste dominé par les énergies fossiles (gaz, produits pétroliers, charbon), qui couvrent encore 42 % de la consommation finale malgré une baisse constante depuis 2005. L'électricité est la deuxième source avec 36 % des consommations, bénéficiant de la décarbonation progressive des réseaux nationaux.

Les énergies renouvelables (EnR) et de récupération (EnR&R) produites localement représentent désormais 21 % de la consommation finale, avec une production de 1 943 GWh en 2022. Cette production locale provient essentiellement du bois-énergie (36 %), de l'hydroélectricité (32 %) et des énergies de récupération (21 %). Malgré cette progression, le territoire conserve une dépendance forte aux importations d'énergies fossiles, d'autant que la production locale d'EnR&R a subi une baisse de 15 % entre 2021 et 2022, principalement en raison de la sécheresse ayant impacté l'hydroélectricité. Les autres sources, dont la géothermie (4 %), le solaire photovoltaïque (1 %), le solaire thermique (1 %) et le biogaz (1 %), ont des contributions encore limitées. Le dossier précise que cette production locale, bien que significative, a tendance à stagner.

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) du territoire étaient de 1 471 ktCO₂e en 2022 (contre 2 940 ktCO₂e en 1990), soit une moyenne de 3,3 tCO₂e par habitant, niveau bien inférieur à la moyenne nationale. Une baisse de 50 % depuis 1990 est constatée. La Métropole a désormais rehaussé ses ambitions pour 2030 avec un objectif de -65 % par rapport à 2005. Les secteurs les plus émetteurs de GES sur le territoire sont l'industrie (544 ktCO₂e, soit 36 % des émissions), le bâtiment (résidentiel et tertiaire pour 36 %, soit 539 ktCO₂e) et les transports (404 ktCO₂e, soit 27 %). Les émissions des transports sont réparties entre les déplacements de personnes (18 % du total métropolitain) et le fret (9 %). Le secteur résidentiel (22 % des émissions totales) reste marqué par une dépendance aux énergies fossiles, le chauffage représentant 70 % des émissions des bâtiments. Les émissions industrielles, bien qu'encore importantes, ont chuté de 57 % depuis 2005, constituant le principal contributeur à la baisse globale du territoire grâce à la modernisation des procédés. Les émissions non énergétiques ne représentent que 10 % du total métropolitain, dont une part marginale issue de l'agriculture (1 % des émissions globales), le reste étant lié à certains procédés industriels spécifiques.

La séquestration nette annuelle de carbone sur le territoire de GAM s'établit à 121 ktonnes équivalent CO₂ en 2022. Les forêts, qui couvrent 57 % de la superficie métropolitaine, constituent le puits de carbone ultra-majoritaire du territoire, puisque 98 % du stockage annuel leur est affecté. Le volume ainsi capté annuellement représente environ 8 % des émissions totales de gaz à effet de serre du territoire (évaluées à 1 471 ktCO₂e). Ce processus de séquestration est toutefois réversible : l'artificialisation des sols entraîne une libération du carbone stocké, tandis que le changement climatique fragilise la résilience des forêts, rendant nécessaire une gestion sylvicole adaptée pour maintenir ces capacités de stockage à long terme.

S'agissant de **la qualité de l'air**, en 2022 les émissions de polluants atmosphériques sur le territoire se répartissent comme suit : 380 tonnes de SO₂, 2 465 tonnes de NO_x, 3 358 tonnes de COVnM, 307 tonnes de NH₃, 689 tonnes de PM₁₀ et 586 tonnes de PM_{2,5}. Ces données confirment une baisse globale des émissions depuis 2005, particulièrement marquée pour le SO₂ (-79 %) et les NO_x (-72 %), ainsi que pour les particules fines (-45 % pour les PM_{2,5}). L'ammoniac (NH₃) affiche toutefois une diminution beaucoup plus modeste de seulement 4 %, dont l'estimation reste complexe en raison des évolutions méthodologiques nationales. Les principaux secteurs émetteurs sont le résidentiel (63 % des PM_{2,5} et 53 % des PM₁₀, principalement issus du chauffage au bois non performant), les transports routiers (51 % des NO_x) et l'industrie (37 % des NO_x et 33 % des COVnM). Bien que les concentrations respectent actuellement les valeurs limites réglementaires en vigueur pour les particules et le dioxyde d'azote, elles présentent encore des enjeux sanitaires majeurs. En effet, 100 % de la population métropolitaine reste exposée à des niveaux dépassant les valeurs guides 2021 de l'OMS pour le NO₂ et les particules fines. L'impact sanitaire de cette pollution est significatif, avec des risques cardiovasculaires, des altérations des fonctions pulmonaires et des effets cancérigènes. Les dépassements des futures normes européennes de 2030 persistent notamment à proximité des grands axes routiers. Enfin, les concentrations d'ozone (O₃), polluant secondaire, ne diminuent pas au niveau régional et tendent même à augmenter sous l'effet du réchauffement climatique et des canicules, nécessitant une vigilance accrue en période estivale pour protéger la santé des populations, et de la capacité de photosynthèse de la végétation.

Le changement climatique sur le territoire métropolitain, est marqué par une augmentation des températures de +1,4°C sur la dernière décennie par rapport à la période 1971-2000. Il se traduit par une intensification des vagues de chaleur, dont la durée et le nombre pourraient être multipliés par 3 à court terme et jusqu'à 9 d'ici la fin du siècle. Les facteurs les plus marquants sont :

- l'augmentation des températures : les années 2022 et 2023 ont été les plus chaudes enregistrées, avec des écarts allant jusqu'à +2°C par rapport à la normale ;
- l'évolution de l'enneigement : une baisse de 31 % de la hauteur de neige moyenne a déjà été constatée au Col de Porte entre 1961 et 2021 (et les projections prévoient une réduction de moitié du manteau neigeux à 1 500 m d'altitude d'ici 2050) ;
- le changement des cycles de gelées : le nombre de jours de gel devrait diminuer de moitié à l'horizon 2050 dans un scénario d'émissions non réduites ;
- les risques accrus : le territoire est particulièrement exposé au phénomène d'îlot de chaleur urbain, Grenoble étant la deuxième ville la plus vulnérable de France avec des températures nocturnes supérieures de 5°C à celles de la campagne.

Le dossier souligne également une vulnérabilité accrue aux aléas naturels tels que les inondations, les sécheresses (dont la fréquence devrait doubler d'ici 2100) et les risques gravitaires liés au relief montagneux. La gestion de la ressource en eau, particulièrement sur les coteaux, devient un enjeu de sécurité face à la répétition des événements extrêmes et à la modification du régime des précipitations.

2.1.2. État initial ressource en eau, risque naturels, biodiversité et paysage

S'agissant de **la ressource en eau**, GAM est intégrée au Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Rhône-Méditerranée. Plusieurs masses d'eau souterraine sont identifiées, notamment les nappes alluviales du Drac et de la Romanche, dont les états qualitatifs et quantitatifs sont bons, bien que certains secteurs de l'agglomération présentent une qualité chimique médiocre en raison de pollutions historiques industrielles et de pesticides. Les cours d'eau de surface, comme l'Isère et la Romanche, présentent globalement un bon état écologique, à l'exception notable d'un tronçon du Drac dont l'état chimique est qualifié de mauvais. Deux

champs captants majeurs assurent l'alimentation de 90 % des habitants avec une eau distribuée sans traitement, tandis que le rendement des réseaux atteint 85,7 %, dépassant les objectifs nationaux de réduction des pertes.

Au sujet des **risques naturels**, le territoire est fortement exposé à des inondations (Isère, Drac, Romanche), à des aléas gravitaires marqués (glissements de terrain dans 39 communes et chutes de blocs dans 35 communes) et à des risques sismiques, tous accentués par une configuration géographique de vallées encaissées. Les 2 237 ha de zones humides et de tourbières jouent un rôle clé dans la régulation de la ressource et l'atténuation des crues, mais leur vulnérabilité est accrue par les sécheresses récurrentes liées au changement climatique. Par ailleurs, le phénomène d'îlot de chaleur urbain, particulièrement intense à Grenoble, et l'artificialisation des sols (bien qu'en net ralentissement à 15 ha/an) exacerbent les tensions sur les milieux et la santé des populations.

En matière de **biodiversité**, le territoire de GAM abrite une richesse écologique exceptionnelle : 56 Znieff, trois sites Natura 2000, une Réserve Naturelle Nationale (Luitel) et deux Réserves Naturelles Régionales (Isles du Drac et étang de Haute-Jarrie). Les milieux boisés, qui couvrent 57 % du territoire, et les pelouses sèches abritent des espèces patrimoniales prioritaires (telles que le Grand-Duc ou le Sabot de Vénus), tandis que les zones humides sont des réservoirs biologiques majeurs. La Trame Verte et Bleue (TVB) métropolitaine identifie des réservoirs de biodiversité couvrant 22 % du territoire, mais leur fonctionnalité est menacée par la fragmentation des habitats due à l'urbanisation en fond de vallée et aux grandes infrastructures de transport. Les forêts jouent un rôle protecteur fondamental et assurent la quasi-totalité de la séquestration carbone annuelle du territoire. Cependant, la déprise agricole provoquant l'enfrichement des coteaux et la prolifération d'espèces exotiques envahissantes fragilise ces écosystèmes, nécessitant une gestion adaptée pour maintenir leur résilience.

Les enjeux liés au **paysage** et au patrimoine bâti du territoire de GAM se caractérisent par un cadre naturel et architectural d'exception. Le contexte géographique est structuré par quatre massifs montagneux (Chartreuse, Vercors, Belledonne et Taillefer) et trois rivières majeures (Isère, Drac et Romanche). Cette configuration donne naissance à 7 unités paysagères et 13 ambiances allant du centre ancien urbain aux alpages pastoraux. Le patrimoine bâti est tout aussi riche, avec environ 60 monuments historiques et un Site Patrimonial Remarquable (SPR) à Grenoble qui encadre rigoureusement la conservation urbaine.

2.1.3. État initial risques industriels et cadre de vie des habitants

Au sujet des **risques anthropiques et technologiques**, le territoire se caractérise par une forte densité industrielle avec 87 Installations classées pour l'environnement (ICPE), dont 14 sites SEVESO¹⁴ concentrés principalement au sud de la Métropole, au niveau des plateformes chimiques de Pont-de-Claix et Jarrie. Le transport de plus d'un million de tonnes de matières dangereuses par an, la présence d'un réacteur nucléaire expérimental et l'existence de 11 barrages majeurs situés en amont (dont la rupture provoquerait une vague de 8 à 12 m qui atteindrait Grenoble en 40 minutes), constituent des enjeux de sûreté et de sécurité civile permanents pour 550 000 habitants.

Concernant le **cadre de vie** et la **santé** des habitants, les **nuisances sonores**, principalement d'origine routière, affectent 90 % de la population (soit environ 400 000 personnes) exposée à des niveaux supérieurs aux recommandations de l'OMS (> 55 dB(A)), bien que les dépassements des seuils réglementaires ne concernent que 4 % des résidents. Ces nuisances acoustiques, respon-

¹⁴ Les sites Seveso désignent des installations industrielles classées en fonction de la directive européenne Seveso, visant à prévenir et maîtriser les risques d'accidents majeurs impliquant des substances dangereuses. Cette réglementation impose aux États membres de l'Union Européenne d'identifier et de surveiller les établissements où des quantités significatives de produits dangereux sont présentes.

sables de troubles du sommeil pour 5 % des habitants et d'une gêne pour 20 % d'entre eux, exacerbent les tensions sur la santé physique (hypertension) et psychique (fatigue, dépression) des populations exposées. Plus généralement, l'intégralité des habitants reste exposée à des concentrations de polluants atmosphériques dépassant les seuils de référence de l'OMS (cf § 2.1.1 du présent avis sur le volet qualité de l'air), une situation aggravée par la présence de près de 12 000 passoires thermiques qui accentuent la précarité énergétique et les risques sanitaires lors des vagues de chaleur. Enfin, la prolifération quasi généralisée du moustique tigre sur le territoire, et la dégradation de la qualité de l'air intérieur dans les logements mal ventilés exacerbent les tensions sur la santé physique et psychique des populations les plus vulnérables.

2.1.4. Potentiel du territoire concernant les sujets climat, air, énergie

L'analyse du potentiel du territoire, les gains envisageables et les gisements possibles sont présentés dans la stratégie territoriale et dans le rapport d'évaluation environnementale (REE).

En matière d'énergie à l'horizon 2050, la consommation totale d'énergie finale du territoire de Grenoble-Alpes Métropole (GAM) est estimée à 5 352 GWh, soit une réduction de 51 % par rapport à 2015. Les secteurs des transports, du résidentiel et du tertiaire offrent la plus grande marge de manœuvre pour économiser l'énergie sur le territoire, grâce à des leviers d'action variés : sobriété (changements de comportements), rénovation thermique, report modal et électrification massive des usages. Pour l'industrie et l'agriculture, les gains proviennent principalement de l'évolution des pratiques, de l'efficacité énergétique et de la décarbonation des procédés.

Secteur d'activité	Consommation 2015 (GWh)	Réduction théorique (%)	Consommation projetée 2050 (GWh)	Gain absolu (GWh)	Part du gain total (%)
Résidentiel	2 618	-53 %	1 243	-1 375	25 %
Tertiaire	2 212	-38 %	1 378	-834	15 %
Transports	1 981	-74 %	511	-1 470	27 %
Industrie	4 015	-45 %	2 212	-1 803	33 %
Agriculture	11	-27 %	8	-3	0 %
Total	10 837	-51 %	5 352	-5 485	100 %

Tableau 1 : les potentiels de réduction de la consommation d'énergie par secteur à l'horizon 2050 (Source : Stratégie PCAET d'après données ATMO AuRA)

Les illustrations du Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET) de Grenoble-Alpes Métropole permettent d'apprécier les potentiels envisageables des différentes **énergies renouvelables et de récupération (EnR&R)**, qui devraient représenter 48 % de la consommation finale en 2050. Une carte des zones d'accélération des EnR&R est présentée dans la stratégie territoriale. Elles sont réparties comme suit :

- 1 113 GWh/an pour le bois-énergie à l'horizon 2030, marquant un pic de mobilisation pour cette ressource qui représentait déjà 877 GWh en 2022. Ce potentiel devrait légèrement reculer à 1 009 GWh/an en 2050 pour s'adapter à la baisse des besoins thermiques induite par le réchauffement des hivers ;
- 120 GWh/an pour le solaire photovoltaïque à l'horizon 2050, correspondant à une croissance rapide de la filière (multipliée par 7,5 par rapport à 2022). Le potentiel intermédiaire est fixé à 60 GWh en 2030 (environ 35 MWc), incluant des installations sur toitures, ombrières de parking et au sol ;
- 808 GWh/an pour l'hydroélectricité à l'horizon 2030, filière historiquement prépondérante sur le territoire. Ce potentiel est toutefois menacé par le changement climatique, avec une baisse de production estimée à -10 % d'ici 2050 (748 GWh/an) en raison de la diminution attendue des débits des cours d'eau ;

- 31 GWh/an pour le biométhane et le biogaz en 2030, contre 26 GWh en 2022, avec une perspective à 41 GWh en 2050. Ce potentiel s'appuie notamment sur l'unité de méthanisation des boues d'Aquapole et la mise en service d'une unité de traitement des biodéchets à Murianette prévue pour produire 7 GWh/an dès 2027 ;
- le potentiel de valorisation énergétique des déchets est centré sur la récupération de chaleur fatale via l'unité Athanor, qui contribue déjà massivement au réseau de chaleur urbain (80 % d'EnR&R dans le mix actuel). L'évolution de la filière prévoit la sortie totale du charbon d'ici 2027, remplacé en partie par le bois-déchet pour optimiser la valorisation thermique.

S'agissant des **émissions de gaz à effet de serre (GES)** pour Grenoble-Alpes Métropole (GAM), le dossier estime qu'à l'horizon 2050, les secteurs de l'industrie, des transports et du bâtiment (résidentiel et tertiaire) pourraient être progressivement décarbonés de manière quasi intégrale. Les gains projetés sont extrêmement ambitieux, de l'ordre de 91 % par rapport à l'année 2015 (et de 93 % par rapport à 2005), grâce à l'électrification massive des usages, au développement des énergies renouvelables et à une sobriété énergétique renforcée. Les émissions résiduelles territoriales seraient d'environ 176 ktCO₂e/an en 2050, soit une réduction d'un facteur d'environ 11 par rapport à 2015 (2 021 ktCO₂e). Ce scénario repose sur une transformation profonde des infrastructures de mobilité, des modes de vie et des procédés industriels, ainsi que sur une préservation rigoureuse des puits de carbone naturels, les forêts assurant actuellement 98 % de la séquestration annuelle du territoire.

Secteur d'activité	Émissions de GES 2015 (ktCO ₂ e)	Réduction théorique (%)	Émissions projetées 2050 (ktCO ₂ e)	Réduction absolue (ktCO ₂ e)	Part du gain total (%)
Résidentiel	400	-90 %	39	-361	20 %
Tertiaire	275	-94 %	16	-259	14 %
Transports	492	-94 %	29	-463	25 %
Industrie	838	-91 %	79	-759	41 %
Agriculture	16	-19 %	13	-3	0 %
Total	2 021	-91 %	176	-1 845	100 %

Tableau 2 : Les potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) par secteur à l'horizon 2050 (Source : Objectifs stratégiques du PCAET d'après données ATMO AuRA).

Pour la période 2005-2050, **le budget carbone global** de GAM s'élève à 57,6 MtCO₂e. Ce montant représente l'enveloppe maximale d'émissions cumulées pour respecter les objectifs de l'Accord de Paris à l'échelle locale. Le diagnostic révèle une situation d'urgence :

- 72 % du budget a déjà été consommé entre 2005 et 2025 (soit 41,4 MtCO₂e),
- seuls 28 % du budget sont encore disponibles pour les 25 prochaines années (2026-2050),
- au rythme actuel des émissions (1,5 MtCO₂e/an), cette enveloppe serait totalement épuisée dès 2033, créant alors une dette carbone territoriale.

La stratégie prévoit donc une réduction drastique du niveau moyen des émissions annuelles pour rester dans le respect des objectifs : passer de 2,0 MtCO₂e (2005-2025) à 0,95 MtCO₂e sur la période 2026-2035, puis à 0,44 MtCO₂e entre 2036 et 2050.

Le territoire de Grenoble-Alpes Métropole dispose d'un potentiel significatif pour renforcer sa **séquestration carbone** portée essentiellement par ses massifs forestiers qui couvrent plus de la moitié du territoire. Les actions prioritaires identifiées dans la stratégie métropolitaine visent à :

- préserver et adapter le patrimoine forestier : il s'agit de maintenir l'état boisé et d'adapter les essences au climat futur (via le Projet Sylvicole de Territoire et Sylv'actes) pour garantir la résilience des forêts face aux sécheresses et aux incendies ;

- améliorer le stockage dans les sols et les milieux naturels : les actions ciblent le maintien du carbone organique dans les sols agricoles et la restauration d'un réseau de haies bocagères, véritables relais de la forêt métropolitaine ;
- réduire drastiquement le rythme d'artificialisation : la Métropole s'inscrit dans la trajectoire du Zéro Artificialisation Nette (ZAN) à l'horizon 2050, ayant déjà réduit sa consommation d'espaces naturels et agricoles à moins de 15 ha/an, contre 47 ha/an auparavant ;
- développer les filières bois locales : la valorisation du bois dans la construction et le mobilier permet de prolonger durablement le stockage du carbone au-delà du cycle de vie forestier.

Au sujet de la **qualité de l'air**, GAM propose¹⁵ une stratégie globale visant à respecter les nouvelles valeurs réglementaires européennes de 2030 et à tendre vers les valeurs guides de l'OMS en 2035. Le dossier fournit des objectifs chiffrés ambitieux, prévoyant notamment une réduction de 86 % des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) et de 62 % des particules fines (PM_{2,5}) d'ici 2030 par rapport à 2005. Ces actions s'attachent aux secteurs clés émetteurs et visent à améliorer la santé publique de la population métropolitaine, aujourd'hui exposée à des niveaux dépassant les recommandations de l'OMS pour le NO₂ et les particules fines. Les objectifs sont :

- réduction des émissions de particules fines (PM₁₀, PM_{2,5}) et d'oxydes d'azote (NO_x) :
 - du secteur résidentiel, par le remplacement de 100 % des équipements de chauffage au bois non performant d'ici 2035 via le dispositif Prime Air Bois (le chauffage au bois individuel étant la première source de particules fines), la suppression totale du chauffage au fioul d'ici 2035 et le raccordement massif des bâtiments au réseau de chaleur urbain en cours de verdissement ;
 - du secteur des transports, par la réduction de l'usage de la voiture individuelle via le Plan de Mobilité (PDM) et la mise en œuvre d'une Zone à Faible Émissions (ZFE) étendue aux véhicules particuliers. Le plan favorise les mobilités actives (400 km d'aménagements cyclables), les transports en commun et le covoiturage pour réduire de 10 % les kilomètres parcourus en voiture d'ici 2035. L'électrification massive des parcs est encouragée, tout en notant que les émissions liées à l'abrasion (freins, pneus, chaussée) deviennent prépondérantes et présentent un risque sanitaire plus élevé que les particules issues de la biomasse ;
- diminution des COVnM et polluants industriels par la réduction des émissions des 10 sites les plus émetteurs du territoire, la sortie totale du charbon d'ici 2030 et la modernisation des procédés industriels. L'urbanisme joue un rôle protecteur via le PLUi bioclimatique et son OAP "Air", qui prescrit des formes urbaines favorisant la dispersion des polluants et limite l'implantation d'établissements sensibles dans les zones les plus exposées au trafic routier ;
- réduction des émissions d'ammoniac (NH₃) par le soutien à l'agriculture biologique et l'évolution vers des pratiques agricoles locales décarbonées moins dépendantes des engrais, bien que ce polluant ne constitue pas l'enjeu prioritaire sur le territoire métropolitain ;
- préservation des ressources naturelles et lutte contre l'artificialisation des sols en s'inscrivant dans la trajectoire du Zéro Artificialisation Nette (ZAN) à l'horizon 2050, la Métropole ayant déjà réduit sa consommation d'espaces naturels et agricoles à moins de 15 ha/an. La préservation des massifs forestiers (57 % du territoire) est cruciale non seulement pour la séquestration du carbone (121 000 tCO₂/an), mais aussi pour limiter les polluants secondaires comme l'ozone (O₃), dont les concentrations tendent à augmenter sous l'effet du réchauffement climatique.

15 À travers le Plan d'action qualité de l'air (PAQA).

L'ensemble de ces objectifs relatif à la qualité de l'air doit permettre, à l'horizon 2035, que 99 % de la population soit exposée à des niveaux de NO₂ conformes aux valeurs guides de l'OMS.

S'agissant des **évolutions climatiques** pour le territoire de Grenoble-Alpes Métropole (GAM), les projections chiffrées sont basées sur la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC), scénario national décliné localement qui anticipe un réchauffement de +4 °C en France à la fin du siècle. En synthèse, le territoire doit s'attendre aux évolutions suivantes par rapport à la période de référence 1976-2005 :

- températures : une hausse de la température moyenne annuelle de +1,5 °C d'ici 2030 et de +2,2 °C d'ici 2050. À l'horizon 2100, les températures maximales moyennes quotidiennes en été pourraient augmenter de plus de +4 °C (hors effet d'îlot de chaleur), tandis que le nombre de nuits tropicales serait multiplié par 9 ;
- précipitations : le cumul annuel augmenterait légèrement (+51,7 mm/an en 2050), mais avec de fortes disparités saisonnières, notamment une hausse marquée en hiver et une diminution progressive en été. L'intensité des précipitations extrêmes devrait s'accroître de +8 % d'ici 2050, avec une fréquence en hausse de 33 %;
- sécheresse : un assèchement des sols marqué est projeté, avec une augmentation des périodes de sécheresse de 25 % d'ici 2030 et un doublement attendu à l'horizon 2100 ;
- risques : le risque de feux de forêt deviendra significatif dès 2030 (1 jour par an en moyenne) et pourrait atteindre une dizaine de jours par an d'ici 2100, particulièrement au sud et à l'ouest de la métropole. Le retrait-gonflement des argiles (RGA) devrait également s'accroître.

Ces projections soulignent l'urgence d'adapter les infrastructures, l'urbanisme et les politiques de santé publique pour limiter les vulnérabilités d'un territoire particulièrement exposé. La Métropole devra notamment anticiper l'intensification de l'îlot de chaleur urbain (+5 °C nocturnes à Grenoble par rapport à la campagne), la réduction massive de l'enneigement (perte de 50 % de la hauteur de neige à 1 500 m d'ici 2050) et l'aggravation des risques naturels tels que les inondations et les aléas gravitaires.

2.2. Prise en compte des enjeux environnementaux par le PCAET

Les enjeux environnementaux, au nombre de 10, sont énumérés dans le rapport environnemental (REE). Ils sont hiérarchisés selon trois critères d'évaluation et un barème associé allant de 1 à 3 points :

- la criticité actuelle et la spatialisation de l'enjeu (croisement de la sensibilité de la thématique maîtrisée, modérée ou forte avec son étendue géographique) ;
- la tendance d'évolution (Il s'agit d'évaluer si la situation s'améliore, reste stable ou se dégrade voire est inconnue, sous l'effet des pressions actuelles et futures) ;
- le levier d'action du PCAET (mesure la capacité du plan à agir sur l'enjeu de façon modérée, importante ou majeure). Un barème de synthèse permet de classer l'importance de chaque enjeu selon le total obtenu (enjeu modéré, important ou majeur).

À cet égard, chaque enjeu est qualifié selon la somme des trois notes obtenues. Sont identifiés 6¹⁶ enjeux majeurs, 2¹⁷ enjeux importants et 2¹⁸ enjeux modérés.

16 1) Atténuer le changement climatique et renforcer la séquestration du carbone, 2) Renforcer la capacité d'adaptation du territoire aux effets du changement climatique sur l'environnement et la santé, 3) Réduire la consommation d'énergie finale et développer la production d'énergie renouvelable, 4) Lutter contre la pollution de l'air extérieur et limiter l'exposition de la population à la pollution atmosphérique, 5) Protéger la santé des populations et limiter les risques, 6) Préserver la qualité des milieux (forêt & milieux humides) et de la biodiversité.

Le programme d'actions de GAM, en réponse aux enjeux, est très complet. Chaque fiche action est détaillée et aborde systématiquement : le contexte et les enjeux, les cibles de l'action (objectifs du PCAET), les mesures concrètes de réalisation (déclinaisons opérationnelles), les pilotes et partenaires à mobiliser, les budgets prévisionnels (évaluations macro-économiques), les indicateurs d'impact et de réalisation, ainsi que le calendrier de mise en œuvre. L'estimation des gains énergétiques et climatiques est intégrée dans le suivi des effets attendus, notamment pour les secteurs clés de la rénovation thermique, de la mobilité et de la production d'énergie. Le programme comprend des approches sectorielles (rénovation des bâtiments, mobilités durables, énergies renouvelables, agriculture et forêt) mais aussi transversales (gestion des risques climatiques, qualité de l'air, biodiversité, gestion de l'eau, éducation et gouvernance). Ce programme d'actions est cohérent avec le diagnostic du territoire et la stratégie territoriale. Il identifie l'ensemble des leviers d'actions disponibles au regard des objectifs climat-air-énergie mais pourrait utilement être approfondi en termes de priorisation.

2.2.1. Programme d'actions du PCAET

La consommation d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre (GES) sont des enjeux majeurs imbriqués, liés essentiellement aux secteurs du résidentiel (étiquette E, F, G), des transports (motorisations Diesel et essences) et des déchets. La prise en compte de ces enjeux sur le territoire se fait à travers les actions qui visent à améliorer la performance énergétique des bâtiments résidentiels et tertiaires, notamment par : la suppression du chauffage au fioul d'ici 2035 et le remplacement de 100 % des chauffages au bois non performants via la « Prime Air Bois ». La Métropole encourage la rénovation performante via des dispositifs comme « MurMur » et l'accompagnement des copropriétés, tout en optimisant son propre patrimoine immobilier public via le SDIE¹⁹. Sur l'aspect mobilité, l'usage de mobilités alternatives plus sobres, comme le vélo ou les véhicules électriques, ainsi que des pratiques vertueuses telles que le covoiturage et le renfort de l'offre ferroviaire (SERM²⁰), sont au cœur du Plan de mobilité (PDM). Par exemple, le déploiement du schéma directeur des bornes de recharge (SDIRVE²¹) et la mise en œuvre de la Zone à faibles émissions (ZFE) visent à transformer durablement le parc roulant. Dans le domaine de l'agriculture et de la forêt, les améliorations portent sur le soutien à l'agriculture biologique (objectif de 70 % des surfaces) et la gestion durable des milieux via le Projet sylvicole de territoire (PST). La gestion des déchets par la réduction à la source et la valorisation organique, incluant la production de biométhane à Murianette, constitue une priorité d'économie circulaire majeure. Enfin, la planification massive des EnR (solaire photovoltaïque, réseaux de chaleur décarbonés) et la maîtrise des pointes de consommation électrique, cadrées par le Schéma directeur énergie (SDE), sont des leviers essentiels pour atteindre la neutralité carbone en 2050.

Plus précisément, le volet relatif à la **qualité de l'air**, qui rejoint les enjeux de consommation énergétique et d'émission de gaz à effets de serre vus précédemment, constitue la déclinaison opérationnelle de la stratégie territoriale du PCAET au travers de plusieurs leviers majeurs :

- dans le domaine de la mobilité : le territoire prévoit une réduction d'au moins 10 % des kilomètres parcourus en voiture individuelle d'ici 2035 en favorisant le report vers la marche, le vélo et les transports en commun performants (Réseau express régional métropolitain). La

17 1) Assurer une gestion rationnelle de l'espace et limiter l'artificialisation (aménagement et ressources naturelles) 2) Limiter l'exposition des populations aux nuisances sonores (cadre de vie)

18 1) Favoriser le réemploi et réduire les quantités de déchets produites sur le territoire (économie circulaire) 2) Préserver la qualité paysagère et architecturale (patrimoine bâti et paysager)

19 Le schéma directeur immobilier et énergétique.

20 Service express régional métropolitain.

21 Schéma directeur pour les infrastructures de recharge pour véhicules électriques.

stratégie mise sur une électrification croissante du parc automobile, visant 25 % de véhicules électriques particuliers en 2035. La décarbonation concerne aussi le transport de marchandises avec le déploiement de la ZFE, visant à porter la part des véhicules utilitaires légers électriques à 32 % dès 2030 ;

- en matière de chauffage : la collectivité propose de réduire drastiquement l'impact des appareils polluants permettant de diviser par 5 les émissions de PM_{2,5}. Cette ambition inclut la suppression totale du chauffage au fioul au plus tard en 2035 et une baisse de 60 % de la consommation de gaz fossile. Le plan s'appuie sur l'extension du réseau de chaleur urbain, qui devra être 100 % décarboné à l'horizon 2035, et sur l'achèvement de la rénovation thermique des logements sociaux les plus énergivores (étiquettes E, F, G) dès 2030 ;
- en matière de sobriété et de construction : le PLUi dit « bioclimatique » vise à généraliser les constructions neuves bas carbone, et l'usage de matériaux biosourcés. Le plan diffuse des pratiques de sobriété et des solutions passives (protections solaires, cool-roofing, ventilation naturelle) pour améliorer le confort thermique et limiter le recours à la climatisation, contribuant ainsi à réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain ;
- en termes de réduction de l'exposition de la population : en identifiant les secteurs géographiques à enjeux via la Carte stratégique de l'air (CSA) et en renforçant l'OAP²² qualité de l'air du PLUi. Ces mesures d'urbanisme visent à protéger les publics vulnérables en imposant des règles de retrait des bâtiments, ou d'implantation des prises d'air neuf. L'objectif est qu'en 2035, 55 % de la population passe sous les seuils de l'OMS pour les particules fines (PM_{2,5}).

Toutes ces actions apparaissent bénéfiques pour améliorer les enjeux liés à la qualité de l'air sur le territoire, mais nécessitent une priorisation et une déclinaison opérationnelle forte pour tendre vers les valeurs guides de l'OMS en 2035.

L'Autorité environnementale recommande une priorisation et une déclinaison opérationnelle forte en faveur de la qualité de l'air, afin de tendre vers les valeurs guides de l'OMS en 2035.

Au sujet des enjeux relatifs à **la biodiversité, de la ressource en eau, de leur continuité écologique, de l'agriculture et de l'adaptation aux changements climatiques**, leur prise en compte est indissociable de la préservation du patrimoine naturel et de la qualité paysagère du territoire. Toutefois, pour faire face à ces problématiques de manière pragmatique, le plan d'action propose notamment des actions significatives, ayant des effets essentiellement positifs :

- végétaliser massivement les espaces publics et les propriétés privées pour préserver le patrimoine arboré et renforcer la nature en ville (actions 2.2.1 et 2.2.2) ;
- limiter l'étalement urbain et favoriser la construction dans le tissu existant tout en garantissant une qualité architecturale et paysagère (action 7.1.1) ;
- soutenir l'agriculture biologique et généraliser une sylviculture résiliente via la diversification des essences (actions 5.4.1 et 5.2.2) ;
- améliorer la connaissance et le suivi de la capacité de séquestration du carbone des milieux naturels (action 7.2.1) ;
- maîtriser les consommations d'eau potable et adapter les pratiques agricoles aux nouvelles conditions climatiques (actions 1.2.2 et 5.2.1) ;
- sécuriser les ouvrages d'alimentation en eau potable et optimiser le traitement des eaux usées (actions 4.2.2 et 5.2.2) ;

22 Orientation d'aménagement et de programmation.

- protéger les écosystèmes fragiles en améliorant la connaissance de l'impact du changement climatique sur les espèces vulnérables (action 1.1.5).

Des actions de gouvernance spécifiques aux thématiques de la ressource en eau (action 3.2.4) et des espaces agricoles, naturels, forestiers et de la biodiversité (action 7.2.2) sont proposées. La mobilisation d'acteurs ressources, d'associations et l'animation de réseaux comme celui de l'observatoire de la biodiversité sont prévus pour la mise en œuvre de schémas directeurs, incluant la gestion intégrée des eaux pluviales (action 3.2.2) et la réalisation de diagnostics sur les continuités écologiques, tout en intégrant des règles d'urbanisme sur les matériaux et teintes pour respecter l'identité des paysages (action 1.2.4).

Des enjeux en termes de risques environnementaux, en particulier le risque inondation (action 1.2.1), les incendies (action 1.2.3) et la surchauffe urbaine, sont également pris en considération pour répondre à l'objectif d'aménagement durable tout en préservant le patrimoine paysager (réduction de l'imperméabilisation, création de parcours fraîcheur par la nature en ville, meilleure qualité de vie en zone urbanisée).

2.2.2. Analyse des effets notables du PCAET sur l'environnement et mesures d'évitement et de réduction proposées

L'analyse des effets notables probables est traitée dans le rapport d'évaluation environnementale de GAM, sous forme de tableaux et de matrices de synthèse. Les incidences sont évaluées par une grille d'analyse croisant les défis et actions du plan au regard des 10 enjeux de l'état initial de l'environnement. Elles peuvent être qualifiées de positives (majeures ou limitées), neutres, incertaines ou négatives (limitées ou majeures). Le dossier indique que le PCAET présente un impact globalement positif à très positif et qu'une seule incidence négative initiale (liée aux produits phytosanitaires) a été identifiée avant les phases d'itération 1 présentées dans le dossier. Le programme d'actions devrait avoir une incidence majeure sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre et des consommations d'énergie, ainsi qu'une incidence positive marquée sur la qualité de l'air et la santé humaine. Le PCAET prévoit notamment le développement massif du photovoltaïque et du bois-énergie. Toutefois, plusieurs actions présentent des « points de vigilance » ou effets incertains, particulièrement en ce qui concerne la rénovation thermique, le développement des mobilités actives ou l'exploitation des ressources.

Des mesures d'évitement et de réduction sont proposées dans le rapport d'évaluation environnementale (REE), sous forme de synthèse, au regard des points de vigilance identifiés lors de l'analyse environnementale des actions du PCAET de GAM. Les plus notables, garantissant des économies de ressource, la préservation des milieux, et une meilleure qualité de vie, sont :

- la gestion et valorisation des déchets par la mise en place de filières de recyclage spécifiques pour les équipements de chauffage et le réemploi des matériaux de chantier ;
- le choix de matériaux biosourcés disposant de labels environnementaux, encouragé par des bonus financiers pour la rénovation des bâtiments ;
- la prise en compte de l'impact des projets sur le paysage et l'identité locale, en veillant à la cohérence esthétique des installations (réseaux de chaleur, isolation) avec le patrimoine architectural ;
- la sensibilisation des habitants et professionnels aux bonnes pratiques, notamment via la promotion de la sobriété, des éco-gestes et de l'usage de matériaux sains (étiquetage A+) pour préserver la qualité de l'air intérieur ;
- la mise en place de végétalisations urbaines et la plantation d'arbres, en privilégiant des essences locales et sobres en eau pour renforcer la résilience face aux fortes chaleurs ;

- le choix de revêtements perméables pour les nouveaux aménagements de mobilité (pistes cyclables, parkings) afin de limiter l'artificialisation nette des sols et favoriser l'infiltration des eaux pluviales ;
- la réduction des nuisances sonores (critères acoustiques pour les pompes à chaleur) et polluantes par le traitement performant des fumées des chaufferies bois.

L'Autorité environnementale recommande de mieux évaluer les incidences liées à la croissance rapide de la filière photovoltaïque (multipliée par 7,5 par rapport à 2022) notamment sur les terrains naturels et/ou agricoles et mettre en œuvre la séquence Éviter, Réduire, Compenser à l'échelle de la zone planifiée en privilégiant les secteurs déjà artificialisés.

En matière d'évaluation des incidences Natura 2000 du périmètre du PCAET, le dossier s'appuie sur un état des lieux des trois sites (Zones Spéciales de Conservation) présents sur le territoire — le Plateau de Sornin, les Tourbières du Luitel et les Ubacs du Charmant Som — et analyse les effets des actions sur des thématiques clés comme les milieux naturels, la ressource en eau et la biodiversité. En l'état, aucune action n'a d'incidence directe négative. Au contraire, de nombreuses orientations, telles que la gestion durable des forêts ou la préservation de la ressource en eau (particulièrement bénéfique pour la régulation des flux au Luitel), devraient avoir des incidences positives sur les zones Natura 2000, en renforçant la biodiversité et les continuités écologiques. Toutefois, les points de vigilance identifiés dans les actions, notamment les risques de fragmentation liés au développement de la sylviculture ou les perturbations lors de chantiers d'infrastructures, sont valables pour les zones Natura 2000 et l'analyse nécessite d'être élargie, tout projet d'aménagement pouvant potentiellement perturber un écosystème. Le dossier souligne que, pour chaque projet envisagé dans ces zones, « l'évaluation des incidences Natura 2000 sera démontrée de manière plus fine, à l'échelle du projet, et l'absence d'impact devra être justifiée » en respectant la séquence Éviter–Réduire–Compenser (ERC).

2.3. Justification des choix ayant conduit au PCAET retenu

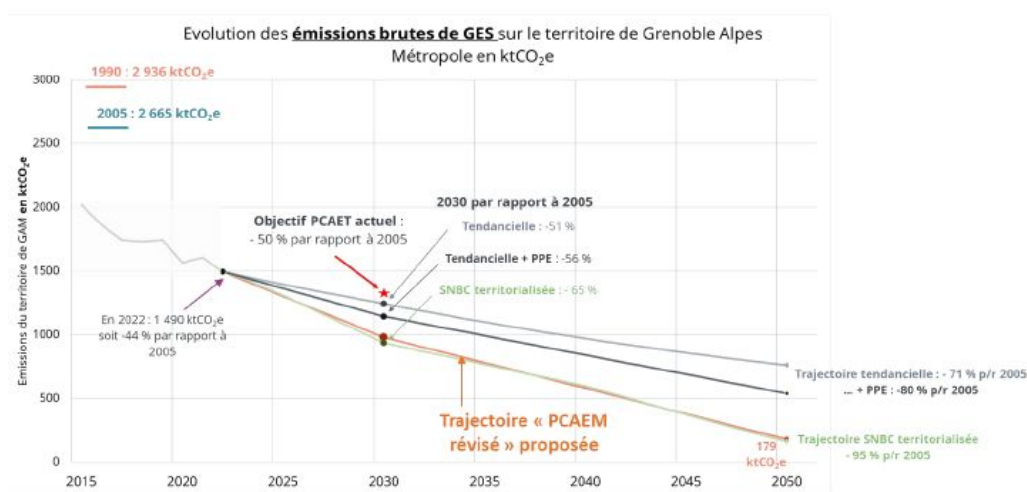


Figure 138 : Evolution brute de GES sur le territoire de Grenoble Alpes Métropole entre 2015 et 2050, en ktCO₂e
(Source : Stratégie PCAET Données ATMO AuRA)

Figure 2: illustration des trajectoires étudiées au regard des GES, sur le territoire GAM (source dossier)

Le projet de révision du PCAET de GAM comporte un chapitre « justification des choix réalisés au regard des solutions de substitution » dans le rapport d'évaluation environnementale. Des gra-

phiques sous forme de courbes, d'histogrammes et de grille « Mondrian²³ » visualisent les trajectoires de réduction des gaz à effet de serre (voir figure 2) et de la consommation d'énergie, ainsi que la contribution de chaque levier de décarbonation par secteur. Les choix s'appuient sur un exercice de modélisation rigoureux aux horizons 2030, 2035 et 2050, cohérent avec les travaux nationaux de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) et de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE).

Trois trajectoires principales ont servi de base à la réflexion des élus et des services :

- La trajectoire de maintien de la dynamique des actions engagées : elle prolonge les tendances constatées entre 2015 et 2022, mais s'avère insuffisante pour répondre aux objectifs climatiques.
- La trajectoire tendancielle complétée par la PPE : elle intègre la prospective nationale de décarbonation des énergies de réseau (gaz et électricité), sans toutefois atteindre l'ambition nécessaire à l'échelle locale.
- La trajectoire du « PCAET révisé » : construite avec les parties prenantes, elle fixe des objectifs sectoriels cibles et mobilise l'ensemble des leviers (sobriété, efficacité énergétique, électrification et EnR) pour atteindre une baisse des émissions de 65 % dès 2030 par rapport à 2005.

In fine, la Métropole a retenu la stratégie « PCAET révisé », choisie pour sa capacité à concilier ambition climatique et faisabilité opérationnelle, tout en tenant compte des spécificités territoriales. Cette approche permet d'obtenir des incidences positives sur les six enjeux environnementaux majeurs du territoire vu en § 2.2 du présent avis. Le rapport d'évaluation environnementale (REE) précise toutefois que certaines actions présentent des effets « incertains », ce qui a conduit à l'intégration de mesures d'évitement et de réduction (ERC) vues en § 2.2.1 du présent avis pour renforcer la protection de la biodiversité, des paysages et des ressources naturelles.

2.4. Dispositif de suivi proposé

Le Rapport Environnemental (REE) indique que des indicateurs de résultats et de suivi permettent de vérifier les effets des orientations et des actions du PCAET métropolitain. Ces indicateurs sont structurés autour des 10 enjeux environnementaux identifiés, et sont déclinés pour l'ensemble des 131 actions qui composent le programme.

Parmi les actions, plusieurs comportent des objectifs chiffrés ambitieux, tels que le doublement du rythme de rénovation (visant environ 2 800 logements par an pour le parc privé et social) ou le développement de 400 km d'aménagements cyclables, en concordance avec les indicateurs de réalisation comme le « nombre de logements rénovés » ou le « linéaire de pistes ». D'autres indicateurs, plus qualitatifs ou incitatifs, concernent la sensibilisation des habitants ou l'évolution des comportements, bien que leur mesure d'impact direct reste parfois complexe à déterminer.

Le dispositif de suivi est complété par des indicateurs environnementaux transversaux robustes, incluant notamment :

- La consommation d'espace ; visant une réduction vers le Zéro Artificialisation Nette (ZAN) avec un rythme actuel de 14 à 15 ha/an ;
- Le développement des EnR ; visant une couverture de 34 % de la consommation en 2030 ;
- Les matériaux biosourcés ; encouragés dans les rénovations et constructions neuves ;
- La ressource en eau ; via le suivi de l'état quantitatif et qualitatif des nappes et cours d'eau.

Enfin, le calendrier d'application prévoit un rapport de bilan à mi-parcours en 2029 (soit 3 ans après l'adoption du PCAET en 2026) et une évaluation complète au bout de six ans, soit en 2032.

23 La taille de chaque quadrilatère reflète l'importance des réductions associées au levier considéré, en p. 246 du REE.

Le suivi devrait être complété en intégrant les mesures d'évitement et de réduction (ERC) proposées, notamment pour lever des incertitudes, en particulier sur les volets biodiversité et les paysages.

L'Autorité environnementale recommande de compléter le dispositif de suivi en y intégrant les mesures d'évitement et de réduction proposées.

2.5. Résumé non technique du rapport environnemental

Le résumé non technique (RNT) comporte 22 pages, en préambule du rapport d'évaluation environnemental (REE). Il est clair, concis et permet au grand public de s'approprier facilement, par grands domaines, le projet de PCAET de GAM révisé.

L'Autorité environnementale recommande de prendre en compte dans le résumé non technique les conséquences des recommandations du présent avis.

2.6. Articulation et cohérence des ambitions du projet de PCAET, avec les autres plans programmes du territoire et les objectifs nationaux et régionaux

L'articulation du PCAET de Grenoble-Alpes Métropole avec les autres plans et programmes est traitée de manière détaillée dans le rapport d'évaluation environnementale. Les objectifs poursuivis pour la mise en place du PCAET sont présentés dans un tableau en chapitre 1.2 du présent avis.

Le dossier conclut sur les ambitions du PCAET qui sont globalement en adéquation, voire nettement supérieures, aux documents supra-communaux (SNBC²⁴ et Sraddet²⁵), notamment en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de consommation d'énergie.

S'agissant du développement des EnR, le PCAET s'appuie sur le Schéma Directeur Énergie (SDE) et prévoit une hausse de la production de 59 % d'ici 2030 par rapport à 2005. Bien que les objectifs soient ambitieux, ils restent inférieurs aux trajectoires du Sraddet²⁶, en raison des contraintes topographiques et du manque d'espace disponible en zone urbaine dense.

Pour la qualité de l'air, les objectifs stratégiques de réduction des polluants du PCAET sont comparés à ceux du PPA3²⁷, du Sraddet²⁸ et du Prepa²⁹. Les objectifs poursuivis apparaissent compatibles et cohérents aux horizons 2027 et 2030 pour les polluants réglementés. Le plan garantit également le respect des trajectoires nécessaires pour tendre vers les valeurs guides de l'OMS en 2035.

S'agissant des documents d'urbanisme, la prise en compte du Scot³⁰ de la Grande Région de Grenoble (GReG) est analysée. Afin que le PCAET puisse être opérationnel, le document souligne

24 La SNBC3 vise - 50% des émissions de GES brutes pour 2030 par rapport à 1990, afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050 (conformément au paquet législatif européen « Fit for 55 »).

25 • GES : baisse de -30 % en 2030 (vs 2015) et -75 % en 2050 (vs 1990).

• Énergie : baisse de -15 % en 2030 et -34 % en 2050 (vs 2015).

26 Visant un accroissement de +38 % en 2030 et +62 % en 2050.

27 Objectifs de réduction des émissions à l'horizon 2027 (par rapport à 2005, sauf mention contraire) ; -66 % de NO₂, -57 % de PM_{2,5}, -50 % de PM_{2,5} (sur la période 2020-2030), -50 % de PM₁₀ (sur la période 2020-2030), -52 % de COVNM et -11 % de NH₃ (par an).

28 Objectifs de réduction des émissions (exprimés en % par rapport à 2015) des polluants réglementés sur 2015-2030 et sur 2015-2050 ; NO_x -44 % et -78 %, PM₁₀ -38 % et -52 %, PM_{2,5} -47 % et -65 %, COVNM - 35 % et - 51 %, NH₃ - 5 % et - 11 %. Objectifs de réduction (exprimés en % par rapport à 2005) du SO₂ : - 72 % sur 2015-2030 et - 74 % sur 2015-2050.

29 Objectifs de réduction des polluants atmosphériques fixés par le Prepa à l'horizon 2030 (par rapport à 2005) : -77 % de SO₂, -69 % de NO_x, -52 % de COVNM, -13 % de NH₃, -57 % de PM_{2,5}.

30 Le Scot s'inscrit historiquement dans les objectifs nationaux dits des « 3x20 » à l'horizon 2020 (par rapport à 1990) ; augmenter de 20 % l'efficacité énergétique, diminuer de 20 % les émissions de GES, et atteindre 20 % d'EnR dans le mix énergétique. Il prévoit de tendre vers le Zéro Artificialisation Nette (ZAN) d'ici 2050.

que le PLUi³¹ métropolitain (récemment modifié pour devenir « bioclimatique³² ») doit être compatible avec ses orientations. Enfin, si le PCAET participe à l'amélioration du cadre de vie, le dossier précise qu'il peut s'inspirer des mesures déclinées par le 4^e Plan³³ régional santé environnement (PRSE4) pour mieux intégrer les déterminants environnementaux influant sur la santé des habitants.

En conclusion, le PCAET s'inscrit en cohérence avec les objectifs des documents de planification supra-communaux. Toutefois, seul l'objectif de développement des EnR n'est pas respecté, ce qui reste un réel défi pour GAM.

L'Autorité environnementale recommande à Grenoble Alpes Métropole que les prescriptions futures des Scot et PLUi intègrent les objectifs et préconisations du PCAET afin d'en concrétiser la réalisation.

31 Réseaux de chaleur : atteindre un taux de 85 % d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) dès 2025, avec une cible de 100 % à terme (contre 72 % en 2019). La Métropole vise une réduction de 60 % de la consommation énergétique de l'éclairage public d'ici 2035.

32 Le programme local de l'habitat (PLH) 2025-2030, visant à accélérer la rénovation énergétique du parc de logements et à lutter contre le mal-logement, est également considéré pour assurer la cohérence de l'action publique.

33 Portant sur la période 2024 - 2028, le PRSE4 vise à réduire l'exposition des citoyens aux risques environnementaux, anticiper les effets du changement climatique et faire reculer les inégalités sociales et environnementales pouvant impacter la santé.