

La Métropole Nice Côte d'Azur face aux risques climatiques



Juin 2021



Cette publication, commandée par la Métropole Nice Côte d'Azur, à l'occasion de l'adoption de son Plan climat 2025 par le Conseil métropolitain du 25 octobre 2019, a été élaborée par le Groupe régional d'experts sur le climat en Provence-Alpes-Côte d'Azur (GREC-SUD) coordonné par l'Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR Climat).

Le GREC-SUD décrypte et diffuse les connaissances scientifiques sur l'évolution du climat, évalue les enjeux et les effets du changement climatique de l'échelle régionale à locale, et accompagne les acteurs régionaux pour limiter les impacts du climat sur les territoires. Il bénéficie d'un financement au titre de la Convention État - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur - ADEME.

Financé dans le cadre du CPER



Liberté Égalité Fraternité





Direction de la publication : GREC-SUD. Rédacteur en chef : Philippe Rossello.

Conception et réalisation de la maquette : Tumult.

Date de publication : juin 2021.

Crédits photos : couverture (photo 1), image satellite Sentinel-2 acquise le 3 octobre 2020, suite aux crues dans les Alpes-Maritimes © COPERNICUS / édito, portrait de Richard Chemla © Métropole NCA / page 57 (photo 29), vieux mélèzes sur le sentier des Adus, dans le vallon de Salèse © François Rifflet, PN Mercantour / page 63 (photo 30), refuge de Nice, 2232 m d'altitude, vallée de la Gordolasque, Belvédère © Franck Guigo, PN Mercantour / 4ème de couverture (photo 31), vue générale du territoire de la Métropole Nice Côte d'Azur © Métropole NCA.

Crédits pictogrammes : zoom 1 © pongsakornRed / zoom 2, 6, 7, 8, §1.4 (nuage), §4.3 (arbre), §5 (micro) © Freepik / zoom 3 © wanicon / zoom 4 © Smashicons / zoom 5 © Pixelmeetup.

Avertissement : toute reproduction interdite sans autorisation pour toutes les photos comportant la mention « © Métropole NCA ».

Édito

La Métropole Nice Côte d'Azur, sous l'impulsion de son président Christian Estrosi, est consciente des enjeux colossaux liés aux changements globaux, comme le défi climatique, qui se présenteront à elle dans les années à venir. D'une part, elle doit s'adapter aux conséquences déjà palpables, en mettant en place des mesures



pour limiter leur sévérité, et d'autre part, encourager les efforts individuels et collectifs en faveur des pratiques vertueuses qui concourent à la diminution des émissions de gaz à effet de serre (GES). Le volume de nos GES était de l'ordre 1,9 million de tonnes équivalent CO_2 (teq CO_2) par an en 2012. Les premières actions d'atténuation ont permis de les ramener à 1,78 M teq CO_2 /an en 2018. L'objectif de notre Plan climat 2019-2025 est d'atteindre 1,49 M teq CO_2 /an en 2025, avec, en ligne de mire, l'objectif 2050 fixé à 0,47 M teq CO_2 /an.

Nous avons collectivement à cœur d'assurer le « bien-être » des habitants de notre territoire et plus particulièrement des personnes vulnérables. C'est à nous d'organiser, tous ensemble, une autre façon de vivre, d'offrir un cadre de vie plus apaisé, en intégrant encore davantage la nature en ville, et de faire des citoyens, de tous les citoyens, des acteurs de leur territoire. Tels sont les enjeux de ces prochaines années. La Métropole s'est dotée d'outils de qualité pour y répondre : une Agence unique de sécurité sanitaire, environnementale et de gestion des risques, qui fait déjà ses preuves durant la crise sanitaire actuelle de la COVID-19. Elle aura également un rôle prospectif majeur pour prévenir les risques à l'avenir ; le Plan climat 2019-2025, avec un Conseil métropolitain pour le climat donnant une place importante aux scientifiques, aux citoyens et aux associations ; une gouvernance qui fédère toutes les actions et décisions de manière transversale à travers des groupes de travail dédiés, accompagnant pas à pas la transition écologique.

Avec Christian Estrosi, notre volonté est pleine et entière d'être protecteurs de nos populations, en favorisant les actions de résilience, tout en orientant notre économie vers un cercle vertueux avec un tourisme durable, une agriculture biologique, raisonnée et redynamisée, une industrie et une recherche à la pointe des techniques novatrices vertes, et une ville plus intelligente et plus respectueuse de son environnement. L'ambition est aussi de totalement repenser les modes de transport et de déplacements, car ils représentent une large part de nos émissions territoriales de GES (60 %), mais aussi d'assurer une rénovation énergétique massive de nos bâtiments. Ces actions s'imbriquent dans une politique sanitaire exemplaire qui n'exclut pas les communes éloignées des grandes villes pour une égalité d'accès aux soins. La priorité est aussi donnée au développement des bonnes pratiques alimentaires et nutritionnelles, et des modes de vie sains (sport-santé), au bénéfice notamment des personnes les plus exposées : jeunes enfants, femmes enceintes, seniors, personnes handicapées ou malades.

Tout cela doit conduire notre territoire métropolitain à être capable d'affronter les conséquences du changement climatique, et de tirer parti de ce défi pour favoriser le « mieux-être » et renforcer la qualité de vie. L'adaptation au changement climatique est l'occasion de proposer un « autre mode de vie », enrichi d'une nouvelle philosophie de l'empathie, au sein d'une nature retrouvée et protectrice pour tous. La volonté est là, les objectifs connus, les obstacles répertoriés, les outils en place, la gouvernance positionnée, reste à expliquer, vulgariser, faire comprendre cette situation à chacun pour devenir ensemble les acteurs d'un futur enviable.

« Nous avons fait tout ce chemin pour explorer la Lune, et le plus important est que nous ayons découvert la Terre », Bill Anders, Apollo 8, 1968.

Richard CHEMLA

Vice-président de la Métropole Nice Côte d'Azur en charge de la transition écologique

Résumé général

Face au changement climatique qui a tendance à s'accélérer, le territoire de la Métropole Nice Côte d'Azur est particulièrement exposé et vulnérable. Sans stratégie durable et efficace d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) et d'adaptation au changement climatique à l'échelle mondiale, mais aussi locale, les effets de l'évolution rapide du climat seront de plus en plus marqués et leur sévérité accrue. Depuis 150 ans, dans le bassin méditerranéen, la température moyenne a augmenté de 1,6 °C (2 °C dans les Alpes du Sud). Cette tendance à la hausse se poursuivra ces prochaines décennies avec une graduation qui dépendra des choix de développement des pays et territoires, des modes de production et de consommation des sociétés humaines. Selon le scénario socio-économique pessimiste, équivalent à une absence de politiques résolument engagées dans les transitions énergétiques et écologiques, l'anomalie de température par rapport à l'ère préindustrielle pourrait dépasser +3 °C en 2050, +6 °C et même +7 °C en été à l'horizon 2100. À la fin du siècle, les températures estivales du sud de la Métropole se rapprocheraient de celles de l'intérieur des terres du Maghreb. La hausse de la température, combinée à l'intensification et à la multiplication des événements climatiques extrêmes (comme celui du 2 octobre 2020), aggravera les conséquences environnementales et sanitaires locales ces prochaines décennies. Avec des étés plus longs et plus chauds, des périodes de sécheresse plus longues et plus prononcées accentuant l'évaporation à la surface des sols et des lacs, des précipitations dévastatrices plus fréquentes, des hivers plus doux, un enneigement moins généreux en montagne, une augmentation de la température de la mer et de son acidification, la Métropole sera confrontée à un fort risque de dégradation de son environnement : effets néfastes sur la croissance et le cycle des végétaux pouvant provoquer le dépérissement de forêts, débits des cours d'eau encore plus capricieux avec des étiages plus marqués, érosion de la biodiversité marine et terrestre, introduction d'espèces invasives, capacité moindre des écosystèmes à séquestrer du carbone, verdissement des lacs de montagne...

Au-delà des dommages affectant les écosystèmes et donc les services rendus par la nature, la qualité de vie des habitants sera également durement et durablement affectée : amplification des îlots de chaleur urbains (ICU), multiplication des nuits tropicales, surmortalité causée par les canicules et la pollution de l'air, allongement de la période d'exposition aux allergènes, augmentation des risques sanitaires à cause de la prolifération d'insectes, de parasites et de virus, élévation du niveau de la mer pouvant atteindre un mètre d'ici 2100 et quatre mètres vers 2300 (scénario pessimiste), retrait du trait de côte provoquant des phénomènes de submersion plus fréquents et plus intenses même à court terme, baisse des ressources en eau et des rendements agricoles, augmentation du risque incendie avec développement potentiel de feux ravageurs, modification des pratiques touristiques...

Face à ces constats alarmants, la Métropole Nice Côte d'Azur a la responsabilité de réduire ses émissions de GES et prévenir les risques sanitaires, environnementaux et sécuritaires associés. Elle s'efforce de répondre au défi climatique (PCAET, trames verte et bleue, développement des modes de transport doux, redynamisation de l'agriculture locale, actions de sensibilisation...), mais ses ambitions, comme celles de l'Accord de Paris (COP 21) dont les engagements actuels des États conduiraient à une hausse de 3 °C d'ici la fin du siècle à l'échelle planétaire, c'est-à-dire une valeur éloignée du seuil critique de 1,5 °C, sont encore insuffisantes pour contenir le réchauffement climatique. La Métropole doit se doter d'une politique transversale d'atténuation et d'adaptation encore plus forte pour contribuer à son niveau à la réduction drastique des émissions de GES (au minimum -40 % d'ici 2030¹ et neutralité carbone en 2050), améliorer la qualité de vie de ses habitants, protéger ces derniers, et préserver leur santé et celle des écosystèmes locaux.

¹ La Commission européenne a désormais pour objectif de réduire les émissions de GES de 55 % d'ici 2030 par rapport à 1990.

Pour respecter les engagements pris et la stratégie de neutralité carbone fixée à l'horizon 2050, en complément des initiatives encourageantes déjà mises en place, la Métropole est appelée à multiplier les actions concrètes en concertation avec les acteurs locaux :

- maîtriser l'étalement urbain et périurbain pour stopper l'imperméabilisation des sols, limiter le risque inondation et privilégier la séquestration du carbone dans les sols et la biomasse ;
- réaménager les zones sensibles du littoral (plages, aéroport) pour éviter les phénomènes de submersion et conserver l'intégrité au moins partielle du front de mer ;
- favoriser la planification territoriale sur le long terme en se servant des outils règlementaires (SRADDET, PCAET, PLUi...), des codes de l'urbanisme et de l'énergie, pour requalifier les espaces urbains et offrir un environnement favorable à la santé ;
- préserver la diversité et la richesse des écosystèmes terrestres (tous milieux confondus) et marins, et conserver leur capacité de résilience ;
- renforcer les continuités écologiques et les corridors de déplacements vitaux ;
- favoriser la nature en ville, en limitant au maximum les sources d'allergènes, et les solutions techniques pour lutter contre les ICU ;
- encourager la sylviculture adaptative pour préserver la santé des forêts et les approches prospectives afin d'anticiper l'évolution des peuplements forestiers ces 50 prochaines années ;
- maintenir l'élevage pastoral et soutenir le sylvopastoralisme ;
- augmenter les surfaces agricoles dédiées à l'alimentaire, tout en adaptant les pratiques agricoles (agroforesterie, agriculture de conservation, agroécologie...) et en accompagnant l'évolution des pratiques culturales qu'il sera possible d'adopter dans le contexte climatique futur;
- sécuriser les approvisionnements, favoriser le développement des circuits courts et éviter les gaspillages alimentaires à travers le projet alimentaire territorial (PAT) qui a démarré en février 2021 ;
- gérer et partager les ressources en eau pour sécuriser les besoins d'alimentation en eau potable et l'approvisionnement des différents usages :
- réduire les pollutions locales et la dégradation des sols qui se superposent aux facteurs climatiques ;
- privilégier la mobilité douce, le transport collectif et le covoiturage, tout en réduisant les distances, ancrer les nouvelles pratiques et faciliter l'intermodalité ;
- développer les énergies renouvelables (géothermie, récupération de chaleur, bois énergie à l'échelle locale, production de biogaz à partir des déchets, panneaux solaires, énergies marines...) pour réduire la dépendance énergétique et l'empreinte carbone;
- proposer un tourisme plus sobre et respectueux de l'environnement ;
- surveiller les phénomènes de retrait et gonflement des argiles qui fragilisent les constructions et les équipements :
- face aux multiples risques, améliorer les systèmes d'alerte, notamment participatifs, pour limiter le nombre de victimes et les dégâts...

La modélisation du climat revêt encore des incertitudes (principalement sur les précipitations), mais rien ne justifierait l'inaction ou des mesures insuffisantes, dont les coûts *in fine* s'avéreraient plus élevés que les coûts d'investissements estimés et alloués à la mise en œuvre des politiques d'atténuation et d'adaptation. Une relation de confiance entre les acteurs territoriaux, des décideurs aux citoyens, doit s'instaurer pour renforcer l'acceptabilité des mesures et leur efficience.

Territoire de la Métropole Nice Côte d'Azur



Table des matières

Édito	
Résumé général	
Introduction	8
1. Quelle évolution du climat sur le territoire métropolitain ?	
1.1. Quel contexte climatique à l'échelle globale et méditerranéenne ?	
1.2. Évolution climatique récente du territoire métropolitain	
1.3. Quelles tendances climatiques futures à l'échelle territoriale ?	
1.4. Vers une augmentation des épisodes de pluie méditerranéens ?	
2. Quels effets du changement climatique sur les écosystèmes naturels ?	
2.1. Une diversité et une richesse de paysages exceptionnelles	
2.2. Une forêt méditerranéenne plus vulnérable	
2.3. Des débits de cours d'eau encore plus capricieux	
2.4. Quels effets de la température et de l'acidité de la mer sur la biodiversité marine ?	
2.5. Quel avenir de la posidonie, plante marine emblématique de la mer Méditerranée ?	
2.6. Le devenir des lacs de montagne	
3. L'évolution rapide du climat menace-t-elle les activités humaines et les infrastructures ?	28
3.1. Des crues et des inondations plus dévastatrices ?	28
3.2. L'évolution du trait de côte, un facteur de délocalisation de l'habitat et des équipements ?	
3.3. Vers une mutation du tourisme métropolitain	
3.4. L'agriculture métropolitaine face aux défis climatiques	
3.5. Un risque plus prononcé de retrait et de gonflement des sols argileux	35
4. Quels risques sanitaires ?	38
4.1. Quel confort thermique des habitants dans les cœurs urbains ?	38
4.2. Bilan de la qualité de l'air sur le territoire de la Métropole Nice Côte d'Azur	39
4.3. Une exposition aux allergènes plus longue et plus intense	
5. Quelles pistes pour favoriser l'atténuation et l'adaptation ?	42
5.1. L'énergie et mobilité au cœur des enjeux locaux	
5.1.1. Quelles énergies renouvelables pour réduire les émissions de gaz à effet de serre ?	42
5.1.2. Des modes de mobilité plus doux	
5.2. Le rôle des écosystèmes et de la végétation	46
5.2.1. Préserver les services fournis par les écosystèmes	
5.2.2. Les enjeux partagés de la séquestration du carbone et de la perméabilisation des sols.	
5.2.3. Quelles variétés d'arbres pour lutter contre les îlots de chaleur urbains ?	
5.3. Nouvelles pratiques agricoles et partage des ressources en eau	
5.3.1. Des pratiques agricoles pour protéger la santé, le climat et le territoire	
5.3.2. Gérer et partager les ressources en eau pour tous les usages	
5.4. Droit de l'urbanisme et protection de la population	
5.4.1. L'urbanisme, un levier pour agir	
5.4.2. Responsabilité juridique des collectivités locales et EPCI	
5.4.3. Vers des systèmes d'alerte participatifs	
or to to to to o o o o o o o o o o o o o	
Perspectives	58
Contributeurs	

Introduction

La Métropole Nice Côte d'Azur (NCA), composée de 49 communes et habitée par près de 550 000 habitants, est un territoire dynamique et attractif aussi bien à l'échelle régionale qu'internationale. La douceur de son climat, sa qualité de vie, la diversité de ses paysages entre mer et montagne (cime du Gélas culminant à 3143 mètres d'altitude), son développement économique et ses curiosités touristiques, dont le Parc national du Mercantour, sont ses principaux atouts, du moins les plus connus. Nice, la « ville-centre », compte un peu plus de 340 000

habitants (5ème rang national), la deuxième ville, Cagnes-sur-Mer, près de 51 000 habitants et Rimplas, la commune la moins peuplée, moins de 100 âmes. La croissance démographique de la Métropole (+23 % entre 1960 et aujourd'hui) s'est traduite par une forte urbanisation et périurbanisation entre le littoral et les premiers contreforts des Alpes du Sud. La densité moyenne de la population est proche de 370 habitants par km², mais ce chiffre, 3,5 fois supérieur à la moyenne nationale, cache des disparités spatiales : entre le littoral très urbanisé (densité supérieure à 4700 habitants par km² à Nice, Photo 2, ci-contre : Vieux-Nice, © Gerhard Bögner) et les espaces montagnards quasi vides, le contraste est saisissant, mettant



en avant des déséquilibres territoriaux notables. L'attrait de la mer et la topographie sont grandement responsables de cette inégale répartition de la population, mais cette organisation spatiale dépend aussi de l'histoire locale, du développement progressif de l'agglomération et de l'aire urbaine qui compte plus d'un million d'habitants et 129 communes au total. Ainsi, l'espace métropolitain, de par sa position géographique, sa proximité avec l'Italie, son poids démographique et économique, s'intègre dans un espace plus large et des contextes socio-économiques, environnementaux et politiques qui dépassent de loin ses frontières administratives.

La Métropole Nice Côte d'Azur est aujourd'hui confrontée à de multiples défis que le territoire doit relever en anticipant les évolutions et les changements à venir :

- une population vieillissante avec un recul significatif des autres tranches d'âge depuis 15 ans (-20 à -15 % selon l'Insee) : plus d'un cinquième de la population est âgé de 65 ans ou plus en 2010. D'ici 2030, sur cette même tranche d'âge, les projections des démographes indiquent une hausse de +29 000 habitants de 65 ans ou plus (Insee) ;
- une économie axée principalement sur le tertiaire, avec un secteur touristique qui accentue temporairement les pressions locales en matière de déplacements, d'accès à l'eau...;
- des taux de chômage et de pauvreté élevés, des fortes inégalités sociales ;
- une agriculture marginale loin d'assurer l'autosuffisance alimentaire, même partielle ;
- une congestion des territoires urbains rendant la vie quotidienne parfois difficile: accès au logement, prix élevé du foncier, déplacements laborieux entre domicile-travail et domicile-loisirs, transport individuel majoritaire (voiture), pollution de l'air (particules en suspension, dioxyde d'azote, ozone...);
- des dessertes ferroviaires rapides et fréquentes insuffisantes : hors trafic aérien et infrastructures routières, un certain enclavement ;

- une évolution progressive du climat : fortes chaleurs plus fréquentes, diminution du manteau neigeux qui pénalise déjà les activités de neige de certaines stations de ski, îlots de chaleur urbains renforcés malgré la proximité de la mer, infrastructures menacées par l'élévation du niveau de la mer...;
- une intensification des événements climatiques extrêmes : vagues de chaleur, sécheresses, pluies diluviennes, incendies...;
- un accès aux ressources en eau et partage de l'eau en cas de pénurie ;
- une vulnérabilité élevée des populations face aux risques sanitaires (prolifération d'insectes, de parasites et de virus);
- une fragilité des écosystèmes marins dépendante de la fréquentation et des activités en mer, des pollutions locales;
- une concurrence des villes internationales qui incite les acteurs territoriaux à toujours plus investir et à favoriser un développement sans limite...

Cette liste non exhaustive montre l'ampleur des défis et des enjeux en matière d'adaptation et d'atténuation. La Métropole Nice Côte d'Azur cherche à anticiper l'avenir pour conserver son patrimoine culturel et naturel, son attractivité internationale, tout en réduisant la vulnérabilité du territoire et en améliorant la qualité de vie de ses habitants. En ce sens, la Métropole, qui a engagé des premières actions, souhaite devenir une référence dans le domaine de la ville intelligente et durable. Cette ambition vise notamment le « développement de grands projets d'infrastructures, la mise en œuvre de l'Opération d'intérêt national ÉcoVallée (Photo 3), la création d'un Centre européen des entreprises et d'innovation, la création, l'implantation et le développement des entreprises ». Ce choix politique doit impérativement s'intégrer à une stratégie globale d'adaptation au changement climatique et d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES), d'autant que la Métropole ouvre ses portes aux entreprises du monde entier en se déclarant « terre d'accueil » reliée à plus de 105 destinations dans le monde par voie aérienne.



Photo 3. Frise architecture OIN Écovallée (© EPA).

Ce cahier, commandé par la Métropole Nice Côte d'Azur au GREC-SUD, évalue les connaissances scientifiques relatives aux risques associés aux changements climatiques. Il propose des pistes d'adaptation au changement climatique et d'atténuation des émissions de GES adaptées au territoire. Le but est surtout d'encourager et d'accélérer les transitions écologiques, énergétiques et socio-économiques dans un territoire fort d'une riche diversité. Scientifiques et spécialistes contribuent à cette publication en ouvrant le dialogue et les horizons dans un contexte difficile, en pleine crise sanitaire de la COVID-19 et après l'épisode méditerranéen du 2 octobre 2020 qui a dévasté une partie du territoire métropolitain.

1. Quelle évolution du climat sur le territoire métropolitain ?

Comme tous les territoires du monde, la Métropole Nice Côte d'Azur subit une évolution rapide de son climat qui a d'ores et déjà une influence sur la vie des habitants, les activités économiques, les écosystèmes naturels ou semi-naturels. Ces prochaines décennies, les changements climatiques vont bouleverser la vie de la population. Pour mieux les anticiper, il est essentiel de connaître les caractéristiques du climat actuel et les tendances climatiques futures.

1.1. Quel contexte climatique à l'échelle globale et méditerranéenne ?

Les variations naturelles du climat ont marqué l'Histoire de la Terre avec une alternance d'ères glaciaires et interglaciaires qui s'étirent sur des dizaines de milliers d'années. Ces cycles naturels du climat dépendent notamment de paramètres astronomiques, de l'intensité du rayonnement solaire, des fluctuations des courants océaniques et des éruptions volcaniques. Mais la variabilité naturelle du climat n'explique pas l'évolution récente du climat qui se caractérise par un réchauffement très rapide. Depuis le début des observations systématiques, qui remontent à l'industrialisation du XIX^e siècle, la température moyenne à l'échelle planétaire a augmenté de 1,1 °C. Cette hausse peut paraître modeste, mais la réalité est contraire. En effet, la différence de température moyenne entre une période glaciaire et interglaciaire est d'environ 5 °C. Une évolution extrêmement rapide de plus d'un degré en 150 ans représente donc un bouleversement majeur du système climatique mondial.

Aujourd'hui, le changement climatique qui coïncide avec le début de l'industrialisation est un fait indéniable reconnu par la communauté scientifique internationale. Les émissions massives de GES (dioxyde de carbone, protoxyde d'azote, méthane...) dans l'atmosphère en sont la cause principale. D'un point de vue spatial, la hausse de la température n'est pas répartie de manière homogène : les surfaces maritimes s'échauffent moins vite que les surfaces terrestres et le réchauffement est inégal selon les zones géographiques. Dans les régions polaires et les montagnes, par exemple, la hausse est plus marquée et l'évolution plus rapide. Il en est de même en région méditerranéenne où l'anomalie de température moyenne est de +1,6 °C par rapport à 1880 (Figure 1), comme la majorité des surfaces continentales (en été, l'anomalie est même supérieure à 2 °C). Dans les Alpes du Sud, l'anomalie moyenne annuelle est proche +2 °C.

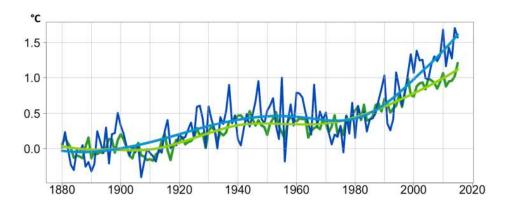


Figure 1. Évolution des anomalies de température moyenne annuelle à l'échelle globale et méditerranéenne : courbe verte, température moyenne globale ; courbe bleue, température moyenne régionale en Méditerranée (source : Cramer et al., 2018).

Les changements climatiques en Méditerranée se traduisent notamment par une intensification et une plus forte fréquence des événements climatiques extrêmes (canicules, sécheresses, pluies intenses). Ils aggravent les conséquences environnementales et sanitaires liées aux usages et à la mutation des sols, à la dégradation des milieux (forêts, zones humides, mer...), aux pollutions des sols, de l'eau et de l'air provoquées par l'industrie, le transport, l'agriculture intensive, l'activité domestique... Tous ces facteurs combinés dégradent durablement la santé des populations, creusent davantage les inégalités sociales dans les territoires et entre les rives méditerranéennes. Ils fragilisent aussi les écosystèmes naturels et agricoles qui rendent de précieux services aux populations. Aucun territoire du bassin méditerranéen n'est épargné par ces impacts et la Métropole Nice Côte d'Azur ne fait pas exception.

1.2. Évolution climatique récente du territoire métropolitain

La douceur du climat tout au long de l'année est l'un des atouts majeurs du territoire métropolitain. À Nice, par rapport aux autres villes françaises, l'ensoleillement est exceptionnel (environ 2700 heures en moyenne par an), le vent généralement faible, l'hiver clément, la chaleur estivale atténuée par la proximité de la mer... Ce constat masque toutefois des contrastes marqués à l'échelle métropolitaine. Les conditions climatiques sont radicalement différentes entre le littoral, caractérisé par un hiver doux et un été tempéré (chaleur sans excès² et nuits tièdes³), et les plus hauts sommets des montagnes où le froid sévit toute l'année. Au printemps, par exemple, il est à la fois possible de s'exposer au soleil l'après-midi sur la plage de Nice et de skier sur les pistes enneigées des stations de ski. C'est l'une des particularités locales qui séduit les habitants et les visiteurs.

À Nice-aéroport, la température moyenne annuelle est de 16,4 °C alors qu'elle est de 3,6 °C à Isola 2000 (Tableau 1), soit près de 13 °C d'écart. Vers 3000 m d'altitude, elle est même proche de -2,5 °C. Le gel

quasi absent sur le littoral est généralisé sur les hauts massifs. Pour les précipitations, les écarts sont également significatifs : en moyenne, 749 mm à Nice et 1221 mm à Isola 2000, soit un cumul de précipitations (solides ou liquides) supérieur de 63 % ! La station de Saint-Martin-Vésubie présente des valeurs de température intermédiaires, mais les cumuls de précipitations s'approchent de ceux d'Isola 2000. À Nice, les épisodes méditerranéens peuvent apporter d'importants cumuls de précipitations en quelques heures : 191,4 mm le 13 octobre 1973. À Saint-Martin-Vésubie, le record atteint 500 mm le 2 octobre 2020 (tempête Alex). Ce cumul exceptionnel récent a provoqué des drames et des destructions impressionnantes. La Métropole est donc composée de microclimats, très marqués par la variabilité interannuelle, dépendant de la topographie, de l'exposition des versants, de l'occupation des sols, des étages altitudinaux, des flux atmosphériques, etc. qui favorisent la richesse des paysages et de la biodiversité locale.

	Température moyenne mensuelle et annuelle (°C)									Précipitations (mm)					
Station	Alt. (m)	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	An	Cumul annuel
Nice-aéroport	2	9,4	9,8	11,9	14,3	18,0	21,8	24,2	24,5	21,3	17,7	13,4	10,3	16,4	749
Saint-Martin-Vésubie	994	3,7	4,4	7,5	9,8	14,2	18,3	20,2	20,5	16,1	12,4	7,2	4,1	11,5	1169
Isola 2000	1912	-4,5	-4,1	-1,0	1,7	6,3	10,5	12,9	12,7	8,4	4,8	-0,6	-3,7	3,6	1221

Tableau 1. Moyenne des températures et des cumuls moyens des précipitations à trois altitudes différentes, période 1998-2017 (sources : Météo-France, projet Interreg ALCOTRA MITIMPACT/GeographR).

L'évolution rapide du climat s'est accélérée ces dernières décennies : depuis 1960, la hausse est de +0,3 °C par décennie en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Sur cette même période, à Nice, l'anomalie de la température moyenne a évolué de +1,5 °C (Figure 2). Les écarts à la normale (1961-1990) sont systématiquement positifs depuis 1986. Les températures maximales subissent en moyenne une hausse plus forte que les minimales et la saison la plus touchée

est l'été.

L'évolution rapide du climat s'est accélérée ces dernières décennies : depuis 1960, la hausse est de +0,3 °C par décennie en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

² Seulement 3,2 jours/an en moyenne où la température est supérieure à 30 °C.

³ Température moyenne minimale en août : 20,5 °C.

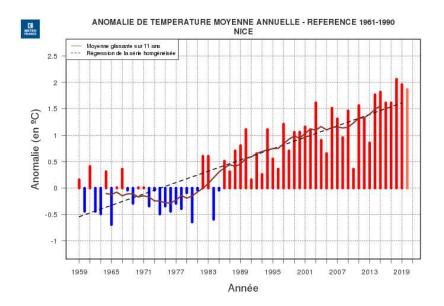


Figure 2. Anomalie de la température moyenne annuelle par rapport à la normale (1961-1990) à Nice (source : Météo-France).

Le nombre de nuits dites « tropicales » (température minimale ≥ 20 °C) a été multiplié par 5 entre les années 1960-70 et aujourd'hui à Nice (Figure 3), ce qui marque un profond changement en matière de confort thermique pour les habitants, notamment au cœur des villes (en 2018, plus de 90 nuits tropicales, soit l'équivalent de 3 mois). En altitude, les nuits tropicales sont rares : à Saint-Martin-Vésubie, 5 nuits tropicales au total depuis 1984. Cependant, le nombre de jours anormalement

chauds (température maximale supérieure à 5°C à la normale) augmente partout : en 60 ans, en moyenne, +14 jours à Nice, +70 jours à Saint-Martin-Vésubie où le nombre de vagues de chaleur (température maximale supérieure de 5 °C par rapport à la normale pendant au moins 5 jours consécutifs) a considérablement augmenté, contrairement à Nice. Par contre, en moyenne, le nombre moyen de jours de gel est stable à Saint-Martin-Vésubie (entre 40 et 110 jours selon l'année).

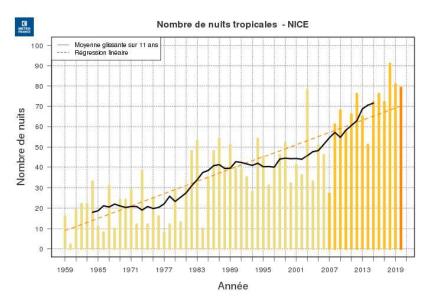


Figure 3. Nombre de nuits tropicales à Nice (source : Météo-France).

Les cumuls annuels de précipitations à Nice et Saint-Martin-Vésubie, très variables selon les années, ont tendance à baisser : en 60 ans, le rapport à la normale a chuté de près de 13 % à Nice et 20 % à Saint-Martin-Vésubie. Cette baisse est surtout significa-

tive au printemps et en été (exemple de Nice, Figure 4), proche de 50 % au printemps et 60 % en été, ce qui signifie que les cumuls de précipitations déficitaires se multiplient ces dernières années.

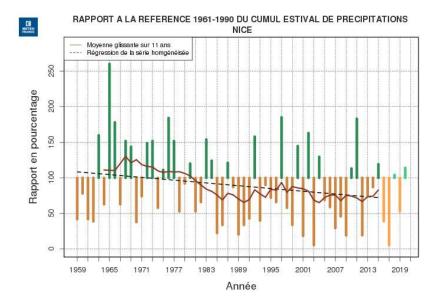


Figure 4. Rapport (%) à la normale (1961-1990) du cumul estival de précipitations à Nice (source : Météo-France).

Le climat métropolitain évolue ainsi rapidement. La tendance au réchauffement et à la baisse générale des précipitations est constatée depuis 1960. Pour analyser finement l'évolution climatique par

secteur géographique, il conviendrait d'analyser les données des postes météo répartis sur le territoire et, plus largement, ceux des Alpes-Maritimes.

1.3. Quelles tendances climatiques futures à l'échelle territoriale?

Ces prochaines décennies, l'évolution du climat métropolitain dépendra des quantités de GES émis dans l'atmosphère à l'échelle globale et locale (Figure 5). Pour dessiner les tendances futures, le GIEC a réalisé des projections climatiques (5^{ème} rapport, 2013) qui s'appuient sur des scénarios socio-économiques⁴ (RCP : Representative Concentration Pathways) :

- RCP 2.6 : scénario à faibles émissions avec un point culminant avant 2050 (scénario le plus optimiste) qui implique une adoption immédiate d'un comportement vertueux de tous, en vue de réduire drastiquement les émissions de GES dans l'atmosphère et d'atteindre la neutralité carbone en 2050 ;
- RCP 4.5 : scénario avec stabilisation des émissions avant la fin du XXI^e siècle à un niveau faible. Les émissions de GES continuent à croître jusqu'en 2050, puis baisse pour retrouver en 2100 les niveaux de 1980;
- RCP 6.0 : scénario avec stabilisation des émissions avant la fin du XXI^e siècle à un niveau moyen. Les

émissions de GES continuent à croître jusqu'en 2080 à un rythme modéré, puis commencent à décliner :

RCP 8.5 : les émissions de GES continuent d'augmenter au rythme actuel (scénario le plus pessimiste) avec multiplication par près de 3 des émissions de GES d'ici 2100.

Ces prochaines décennies, l'évolution du climat métropolitain dépendra des quantités de GES émis dans l'atmosphère à l'échelle globale et locale.

INFO+

Aujourd'hui, à l'échelle mondiale, nous suivons la trajectoire climatique du scénario RCP 8.5 (hors crise COVID-19).

⁴ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_Fiche_scenarios_evolution_GES_GIEC.pdf

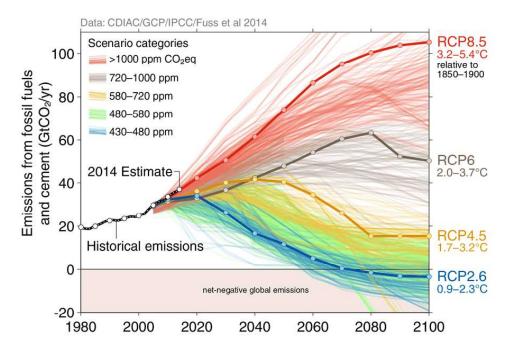


Figure 5. Évolution des quantités de GES émis dans l'atmosphère provenant des énergies fossiles (en gigatonnes de CO₂ par an) en fonction de 4 scénarios socio-économiques à l'échelle globale.

"Scenario categories" indiquent les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère considérées par RCP (source : CDIAC/GCP/IPCC/Fuss et al., 2014).

Pour définir les tendances climatiques en tout point de son territoire, la Métropole Nice Côte d'Azur dispose d'indicateurs réalisés, à sa demande, par l'Université Côte d'Azur, et plus précisément d'une série de cartes du climat à fine échelle spatiale, au pas mensuel, relatives aux températures minimales et maximales, aux cumuls de précipitations et à l'humidex en été (indice de confort thermique). Pour mieux comprendre les enjeux de l'évolution du climat métropolitain, une sélection

d'indicateurs, dérivés des projections climatiques régionales du modèle ALADIN-Climat, est proposée ici pour anticiper l'ampleur des évolutions à venir.

En fonction des RCP et des horizons futurs, la hausse de la température moyenne augmentera de manière significative en janvier et juillet à Nice-aéroport et Isola 2000 (Tableau 2).

		Nice-aéro	port (2 m)	Isola 2000 (1912 m)						
Horizon futur	Tn, janvier (°C)	Tx, janvier (°C)	Tn, juillet (°C)	Tx, juillet (°C)	Tn, janvier (°C)	Tx, janvier (°C)	Tn, juillet (°C)	Tx, juillet (°C)		
2016-2035	+0,4 à +0,8	+0,1 à +0,4	+0,9 à +1,9	+0,8 à +1,7	-0,1 à +0,6	-0,5 à +0,1	+0,7 à +2,4	+1,8 à +3,9		
2046-2065	+1 à +2,3	+0,6 à +1,5	+1,8 à +2,8	+1,4 à +2,4	+0,8 à +2,7	+0,3 à +1,9	+1,8 à 3,2	+2,6 à +4,6		
2081-2100	+1,4 à +4,3	+1,1 à +2,9	+1,5 à +5,8	+1,1 à +4,8	+1,1 à +5,1	+1 à +4,4	+1,7 à +7	+2,4 à +7,9		

Tableau 2. Fourchettes des anomalies mensuelles des températures minimales et maximales en janvier et juillet par rapport à la période de référence 1986-2005, à Nice-aéroport et Isola 2000, selon le modèle climatique régional ALADIN-Climat et les RCP 2.6, RCP 4.5 et RCP 8.5⁵ (source : Nicolas Martin, UMR ESPACE, Université Côte d'Azur).

De manière générale, les valeurs les plus faibles du Tableau 2 correspondent au scénario RCP 2.6 et les plus élevées au scénario RCP 8.5. Les valeurs et les écarts montrent combien il est primordial de privilégier une réduction des émissions de GES. En cas de scénario

pessimiste (trajectoire actuelle des émissions de GES), les anomalies mensuelles de température seraient susceptibles d'atteindre +5 à +8 °C sur le littoral comme en montagne. Les conséquences d'une telle hausse bouleverseraient radicalement les conditions de vie locales.

⁵ RCP 6.0 non disponible sur le territoire métropolitain.

Les températures estivales du sud de la métropole se rapprocheraient de celles de l'intérieur des terres du Maghreb, voire des abords septentrionaux du Sahara. La température de 41 °C pourrait être dépassée 10 % du temps en été dans certains secteurs de la Métropole. Les zones fraîches, notamment en montagne,

reculeraient de manière très forte. La Figure 6 montre que les valeurs chaudes extrêmes augmenteraient sensiblement si scénario RCP 8.5 : sur l'ensemble du territoire métropolitain, +7,7 °C en moyenne par rapport à la période de référence 1986-2005.

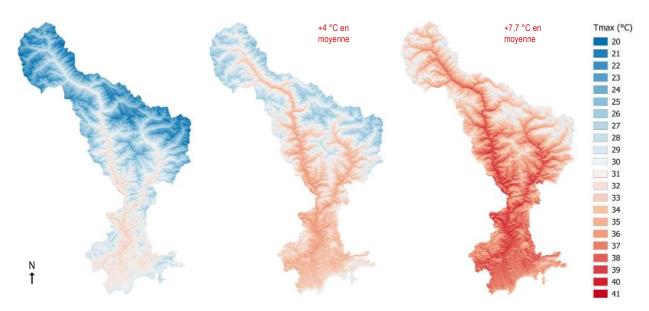


Figure 6. Évolution des températures maximales extrêmes (percentiles 90°) en juillet sur le territoire NCA, modèle ALADIN-Climat, RCP 8.5 : période 1986-2005, à gauche ; période 2046-2065, au centre ; période 2081-2100, à droite (source : Nicolas Martin, UMR ESPACE, Université Côte d'Azur).

Hors scénario RCP 8.5 et ses conséquences sanitaires et environnementales dramatiques, les deux autres scénarios indiquent une hausse de température plus modérée en été. Ils imposent malgré tout des actions d'adaptation et d'atténuation efficaces et ambitieuses. À savoir : les engagements pris par les États lors de l'Accord de Paris en 2015, incluant les stratégies d'atténuation de tous leurs territoires, s'ils étaient respectés sans révision, conduiraient à un réchauffement de 3 °C en 2100 à l'échelle globale et environ 4 °C à l'échelle territoriale. Pour se rapprocher du RCP 2.6 (Figure 5), seule alternative pour éviter les effets sévères du changement climatique, il est nécessaire de revoir à la hausse sans attendre les engagements.

La modélisation des précipitations revêt plus d'incertitudes que celles des températures pour lesquelles les différents modèles climatiques convergent. Globalement, les projections du modèle climatique régional français ALADIN-Climat ne montrent pas de grandes évolutions en juillet, par exemple, avec toutefois une

tendance à une légère hausse des précipitations. En octobre, les tendances sont plus affirmées avec une hausse des cumuls. Plus généralement, selon le RCP 8.5, tous horizons confondus, sur les 12 mois de l'année. l'évolution des précipitations serait stable ou en légère hausse (sauf janvier et octobre avec une hausse plus forte). Sur la période 2081-2100, le modèle montre cependant un fléchissement des cumuls annuels. Pour le RCP 4.5, il indique globalement une stagnation des cumuls avec toutefois des mois d'octobre et novembre plus humides. Ces projections reposent ici sur le modèle ALADIN-Climat. De son côté, le modèle italien (REGCM4) indique une tendance à une diminution quasi généralisée des précipitations sur toutes les périodes d'ici 2100. De la même manière, les approches multi-modèles, basées sur l'ensemble des simulations climatiques, prévoient une baisse des précipitations d'ici la fin du siècle (MedECC, 2020), notamment en plaine et en été. Il convient donc d'être vigilant et de se baser sur les conditions les plus défavorables pour éviter la « maladaptation »7.

⁶ Valeur extrême susceptible de dépasser un certain seuil de température 1 jour sur 10.

⁷ La maladaptation désigne « une adaptation qui échoue à réduire la vulnérabilité et qui, au contraire, l'accroît » (IPCC 2001: 990).

L'évolution du climat dégradera le confort thermique estival (déterminé par l'indice humidex qui combine température et humidité pour mettre en avant un inconfort thermique généralisé à l'avenir durant toute la période estivale), accentuera les risques sanitaires, fragilisera les ressources en eau, notamment en été qui sera plus long et plus chaud (évaporation plus forte et accroissement des besoins en eau, etc.), aggravera le risque

incendie...

Ces quelques indicateurs dessinent des trajectoires climatiques probables⁸. Ils doivent être associés à des données complémentaires pour mieux comprendre les enjeux locaux et faciliter la prise de décision des acteurs du territoire qui peuvent connaître les évolutions climatiques à l'échelle parcellaire et intra-parcellaire, ce qui est un vrai progrès.



Zoom 1. La Métropole Nice Côte d'Azur contribue au changement climatique

À son échelle, la Métropole Nice Côte d'Azur, à travers les activités anthropiques, pollue et émet des GES. Elle a donc sa part de responsabilité dans le changement climatique et son accélération.

Pour estimer les quantités de GES (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote) émis dans l'atmosphère, AtmoSud calcule au niveau communal, intercommunal et régional le potentiel de réchauffement global (PRG), un indicateur permettant de comparer l'impact des GES sur une période donnée, sachant que chaque GES a un pouvoir réchauffant différent : sur une période de 100 ans par exemple, le méthane a un pouvoir réchauffant 28 fois supérieur à celui du CO₂, le protoxyde d'azote 265 fois.

En 2018, la Métropole a émis 1,78 million de tonnes eqCO₂ (équivalent⁹ CO₂), contre 2,24 millions de tonnes eqCO₂ en 2016 (la tendance non linéaire est à la baisse depuis 2010, mais les quantités de GES émis restent élevées). À ce chiffre, il faut également ajouter les émissions générées hors territoire causées par les modes de production et de consommation : importation de produits fabriqués hors territoire ou dans un pays étranger, incluant l'extraction des matières premières, le processus industriel et le transport du site de production au lieu de résidence. Un litre d'essence, par exemple, équivaut à 2,26 kg eqCO₂, soit 0,00226 t eqCO₂ (outil BilanCarbone® incluant la donnée d'activité, les émissions directes liées à la fabrication).

À l'échelle métropolitaine, les secteurs les plus émetteurs de GES sont le transport routier (+ autres transports), le résidentiel, le tertiaire et l'industrie (Figure 7). L'agriculture, vu son faible développement, contribue modestement. Les acteurs territoriaux doivent prendre conscience de cette responsabilité à la fois individuelle et collective, et agir en conséquence.

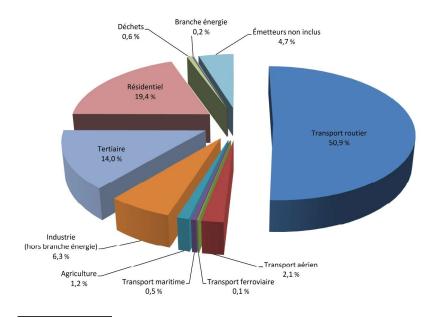


Figure 7. Répartition (%) par activité des émissions de gaz à effet de serre (calcul à partir de l'indicateur PRG100) en 2018 à l'échelle de la Métropole Nice Côte d'Azur (source : AtmoSud - Inventaire énergétique et d'émissions de polluants et gaz à effet de serre).

⁸ De nouvelles simulations climatiques alimenteront le 6^{ème} rapport d'évaluation du GIEC qui sera publié en 2021. Les nouveaux modèles prévoient un réchauffement plus important en 2100 que les versions précédentes (source : Météo-France).

⁹ Mesure métrique consistant à comparer les émissions des différents GES sur la base de leur potentiel de réchauffement global (PRG) respectif.

1.4. Vers une augmentation des épisodes de pluie méditerranéens ?

Un violent épisode de pluie est appelé « méditerranéen » si le seuil de 200 mm de précipitations est dépassé. Ces phénomènes de pluies intenses sont liés à la remontée de masses d'air chaud, humide et instable provenant de la mer Méditerranée (Figure 8), qui, en se déplaçant vers les reliefs, montent en altitude et rencontrent des masses d'air froid. La vapeur d'eau se condense et retombe sous forme de précipitations, et l'équivalent de plusieurs mois de pluie peuvent tomber en seulement quelques heures ou quelques jours. Selon Météo-France, ces évènements se produisent entre trois et six fois par an en France, avec une fréquence plus élevée en automne, quand la mer est encore chaude. Comme l'ensemble des départements de l'arc méditerranéen français, les Alpes-Maritimes sont régulièrement touchées et, depuis 1982, les sept communes les plus fréquemment déclarées en état de catastrophe naturelle à la suite d'inondations sont situées dans ce département (Antibes, Nice, Cagnes-sur-Mer, Cannes, Saint-Laurent-du-Var, Villeneuve-Loubet et Vallauris).

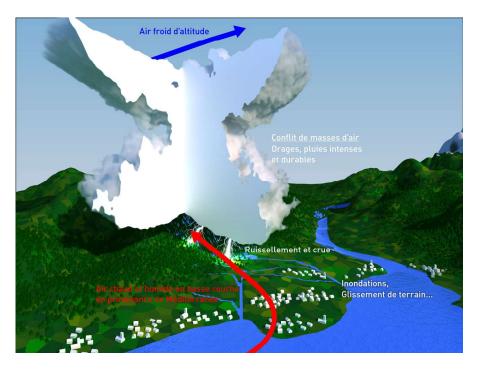


Figure 8. Comment se forme un épisode méditerranéen ? (source : Météo-France)

Un épisode méditerranéen exceptionnel a touché les Alpes-Maritimes et la Métropole Nice Côte d'Azur, le 2 octobre 2020. Lors de cet épisode, d'une ampleur inégalée sur ce secteur, il est tombé entre 200 et 350 mm de pluie en seulement 12h dans les vallées de l'arrière-pays niçois. À Saint-Martin-Vésubie (Photos 4 et 5), les cumuls de pluie ont atteint 218 mm en 6h et jusqu'à 500 mm en 24h, ce qui représente dans les deux cas un nouveau record absolu de précipitations dans le département des Alpes-Maritimes. Ces pluies intenses dans l'arrière-pays ont provoqué de violentes crues sur les trois principaux affluents du Var dont les débits ont dépassé 900 m³/s pour la Tinée, 500 m³/s pour la Vésubie et 400 m³/s pour l'Estéron. Le niveau de la Vésubie est passé au cours de la journée de 50 cm à plus de

8 m, avec une hausse brutale de 4 m en seulement 45 mn. Cet évènement exceptionnel a eu pour conséquence un lourd bilan en termes de vies humaines et de destruction d'infrastructures. L'eau a emporté des routes, des ponts, des dizaines de maisons, des canalisations et des stations d'épuration, et même un cimetière. Les coûts devraient se chiffrer en centaines de millions d'euros, voire en milliard d'euros¹⁰, et des années seront nécessaires à la reconstruction totale.

Le 2 octobre 2020, le niveau de la Vésubie est passé au cours de la journée de 50 cm à plus de 8 m, avec une hausse brutale de 4 m en seulement 45 mn.

¹⁰ L'évaluation du coût de l'épisode du 2 octobre 2020 est en cours, mais le coût serait supérieur à 1 milliard d'euros. Pour mémoire, en 1999, la crue de l'Aude avait coûté plus de 3,5 milliards, et plus récemment, en juin 2010, les crues de l'Argens et de la Nartuby avaient couté plus d'1 milliard d'euros.





Photo 4 (Saint-Martin-Vésubie, à gauche) et Photo 5 (Tende, à droite). Effets de la crue de la Vésubie le 2 octobre 2020 (Photo 4, © Valéry Hache, AFP; Photo 5, © Florent Adamo, CEREMA Méditerranée).

Autre élément remarquable : cet épisode méditerranéen est survenu moins de deux semaines après celui du Gard caractérisé par des précipitations dépassant aussi 500 mm. Jamais, ce type d'événements, considérés comme centennaux, ne s'étaient produits deux fois la même année en France depuis le début des enregistrements météo. La récurrence de ces épisodes violents pose inévitablement la question du rôle du changement climatique. La forte hausse observée des températures a-t-elle des répercutions sur la fréquence et l'intensité des aléas météorologiques de pluies intenses ? Ces événements seront-ils encore considérés comme exceptionnels à l'avenir ?

Cette question a longtemps fait débat et reste aujourd'hui un défi majeur pour les climatologues. En effet, au-delà des variables thermiques marines et atmosphériques, la variabilité climatique naturelle, associée aux phénomènes de circulation atmosphérique, joue un rôle prépondérant dans ces phénomènes. De plus, ces épisodes de pluie intense sont très courts et ponctuels dans l'espace et dans le temps, rendant les observations et les analyses difficiles. Mais des études récentes confirment, à l'échelle de la région méditerranéenne française, une tendance à la hausse de l'intensité de ces phénomènes depuis les années 60 (+22 % avec une fourchette d'incertitude importante comprise entre 7 % et 39 %), avec un doublement de la fréquence des évènements dépassant le seuil de 200 mm de pluie par jour et une augmentation des surfaces touchées, même si des incertitudes demeurent. Ces études confirment également l'attribution de ces tendances au changement climatique et plus particulièrement à la hausse des températures, et donc implicitement, mettent en

évidence une tendance à une très probable augmentation de la fréquence et de l'intensité de ces phénomènes dans les années à venir. Cette dernière ne se traduit pas systématiquement par une augmentation du risque inondation. Ce risque résulte bien sûr en grande partie de l'occurrence des phénomènes méditerranéens violents, mais aussi du degré d'artificialisation des cours d'eau et des bassins versants (urbanisation, agriculture...) et du nombre d'infrastructures construites en zones inondables. Afin de limiter les conséquences de ces épisodes, il est important aujourd'hui d'adapter les pratiques d'aménagement en réduisant au maximum l'artificialisation des bassins versants, en restaurant les écosystèmes dégradés, en évitant les constructions en zones inondables et, à l'instar des problématiques littorales, en considérant la relocalisation des constructions exposées.

Le risque inondation résulte de l'occurrence des phénomènes méditerranéens violents (intensité et fréquence en hausse), mais aussi du degré d'artificialisation des cours d'eau et des bassins versants, et du nombre d'infrastructures construites en zones inondables.



¹¹ La notion de crue est souvent associée à la notion de période de retour (crue décennale, centennale, millénale, etc.) : plus cette période est grande, plus l'évènement est rare. Cette notion pourrait devenir obsolète avec le changement climatique.

2. Quels effets du changement climatique sur les écosystèmes naturels ?

Les écosystèmes naturels méditerranéens en bonne santé rendent des services essentiels à l'homme et à la nature. Ils sont pourtant victimes de dégradations, parfois irréversibles, à cause des activités anthropiques (déforestation, agriculture intensive, pollutions...). Le changement climatique est un facteur aggravant dont le poids grandira à l'avenir en fonction des trajectoires climatiques. Les écosystèmes et les paysages si emblématiques de la Métropole Nice Côte d'Azur subiront-ils les effets de l'évolution rapide du climat ? Du dépérissement des forêts à l'érosion de la biodiversité marine, il convient d'évaluer les risques pour anticiper les changements et limiter la vulnérabilité des écosystèmes.

2.1. Une diversité et une richesse de paysages exceptionnelles

Avant d'évoguer les effets du changement climatique sur les écosystèmes naturels, un focus est proposé sur les paysages du territoire métropolitain, considéré comme un hot spot de la biodiversité terrestre et maritime, au même titre que le bassin méditerranéen. Il est en effet composé d'une riche diversité de paysages (du littoral, où la densité du bâti et de la population est forte, aux espaces montagnards, dépeuplés avec déprise pastorale et agricole) qui constitue un bien commun et un patrimoine exceptionnel. Ce dernier fait d'ailleurs l'objet d'actions de préservation et de valorisation conciliant développement territorial et protection de la biodiversité. De la mer Méditerranée aux sommets du massif du Mercantour, cet espace du sud de l'Europe abrite 59 zones naturelles d'intérêt écologique (dont 6 marines), plus de 80 % d'espaces naturels terrestres, 48 km de littoral et 45 masses d'eaux de surface (cours d'eau, canaux, aquifères, plans d'eau...), mais aussi de



nombreux espaces protégés (Parc national du Mercantour, Parc naturel régional des Préalpes d'Azur, 13 sites Natura 2000, le sanctuaire Pélagos...). Ces zones et refuges favorisent la présence d'espèces protégées, endémiques et remarquables (nivéole de Nice [Photo 6, ci-contre, © Foise], *Speleomantes strinatii*, posidonie, grand dauphin, grande nacre...).

Avec ces 550 000 habitants permanents, la métropole et ses paysages (Photo 7 à Photo 10) attirent de nombreux actifs et retraités français et étrangers, mais aussi les touristes du monde entier. Du littoral aux crêtes des hautes montagnes, les ambiances maritimes, urbaines, agricoles, forestières, préalpines et alpines se succèdent et s'entremêlent, rendant complexe la gestion paysagère. L'influence méditerranéenne est très marquée comme en témoignent la végétation, les cultures et l'architecture des bâtiments. Toute la difficulté est de combiner urbanisation galopante qui confine la frange

littorale jusqu'aux premiers contreforts alpins en passant par la plaine du Var, qualité de vie, préservation de la biodiversité et des activités traditionnelles (pastoralisme par exemple), et changements climatiques. Ces derniers accentuent les pressions, menacent les équilibres déjà fragilisés par les activités humaines et modifient les dynamiques des milieux. En raison de la topographie et de l'occupation des sols qui participent à la multiplicité des microclimats, la Métropole est sous l'influence d'une grande variété climatique : climat méditerranéen maritime, climat méditerranéen de l'arrière-pays, climat préalpin et montagnard... Pour préserver la qualité de son environnement et de ses paysages, le territoire métropolitain est donc face à des défis majeurs pour éviter le dépérissement des forêts, la perte de biodiversité naturelle et agricole, l'appauvrissement des sols, la disparition des cultures locales... L'enjeu est la maîtrise de l'étalement urbain et périurbain, si consommateur d'espaces dans les zones où la topographie est la moins contraignante (pentes faibles, accessibilité facile...). Le but est de conserver les terres agricoles et forestières, protéger la richesse et la composition des sols, préserver la faune et la flore, stocker du carbone dans les sols et la biomasse, maintenir les services écosystémiques (§5.2.1), privilégier les espaces de nature en ville, assurer les continuités écologiques et les corridors de déplacements vitaux, freiner la fermeture des paysages (reconquête de la forêt, embroussaillement) dans le haut-pays, réduire la pollution de l'air, préserver la connivence entre le paysage et l'homme... La hausse de la température et l'allongement des saisons, par exemple, auront des impacts directs et indirects sur la croissance et le cycle des végétaux. Les espèces les moins résistantes sont appelées à diminuer, voire disparaître. La capacité d'adaptation des espèces vivantes, mais aussi des hommes, est aujourd'hui en question. Les changements climatiques sont susceptibles de bouleverser les paysages à tous les niveaux.









Photo 7 (en haut, à gauche). Promenade des Anglais (© Prosag Media). Photo 8 (en haut à droite). Village de Carros (© Jpchevreau, mars 2018).

Photo 9 (en bas, à gauche). Alpage de la vacherie de Roubion (© Raphaële Charmetant, Parc national du Mercantour).

Photo 10 (en bas, à droite). Ski de randonnée en hiver, passage sur la passerelle de Prals (© Franck Guigo, Parc national du Mercantour).

Il est donc important que tous les acteurs du territoire accompagnent l'évolution des paysages, en mettant en place des projets collectifs permettant d'atténuer les effets des changements climatiques et de garantir la gestion et la préservation des identités paysagères. En ce sens, la Métropole Nice Côte d'Azur a décidé fin 2018 de consolider sa stratégie avec la mise en place d'un plan de reconquête de la nature et de la biodiversi-

té, un projet d'observatoire opérationnel pour la reconquête de la nature et de la biodiversité... Ces initiatives positives doivent se renforcer à l'avenir pour répondre de manière efficace aux exigences du développement soutenable et aux bouleversements climatiques qui dépendront des différents scénarios socio-économiques de l'échelle globale à locale.

2.2. Une forêt méditerranéenne plus vulnérable

La Métropole Nice Côte d'Azur fait face à de forts enjeux forestiers, sachant que les forêts, composées de pins d'Alep, pins maritimes, mélèzes, chênes verts, chênes pubescents, pins sylvestres, châtaigniers, bouleaux, etc., couvrent près de 64 000 ha, soit 43 % du territoire (MOS 2014). Si on ajoute les « milieux à végétation arbustive », la part affiche même un taux de 69 %. Les forêts représentent une importante ressource locale et offrent de nombreux services : séguestration du carbone, espaces de loisirs, production de bois, aménités diverses (dont la chasse), préservation des sols en empêchant l'érosion par exemple, lieu de vie caractérisé par une riche biodiversité... Les changements climatiques avec la combinaison de différents facteurs de stress (canicules, sécheresse, pluies diluviennes...) affectent la santé des forêts, accentuent leur vulnérabi-

lité, perturbent la phénologie des arbres (conséquences sur leur croissance et leur développement) et réduisent le potentiel des services écosystémiques. La préservation et une « gestion adaptative » de ces derniers sont essentielles pour minimiser les impacts environnementaux, sociaux et économiques.

Face aux nouvelles contraintes imposées par le changement climatique, le maintien des arbres et donc des forêts dépend de leurs capacités adaptatives. La gestion forestière, tout particulièrement de certaines espèces (mélèze ou pin sylvestre par exemple) devient ainsi une problématique majeure. Le dépérissement des forêts, par exemple, entraîne une diminution de la productivité et une augmentation de la matière combustible et donc du risque d'incendie, même dans des sec-

teurs aujourd'hui peu touchés (montagne par exemple).

Au-delà du climat, la pollution de l'air est un facteur de fragilisation supplémentaire des forêts métropolitaines. En effet, la pollution à l'ozone troposphérique (basses couches de l'atmosphère) est très marquée sur le territoire métropolitain, en particulier l'été (températures élevées, fort rayonnement ultraviolet, longue durée d'insolation, vent faible). L'ozone, issu de la transformation de gaz précurseurs primaires (oxydes d'azote, méthane et monoxyde de carbone) et de composés organiques volatils, représente un danger pour la santé humaine et végétale. En effet, l'arbre absorbe l'ozone par ses stomates¹² dont l'ouverture dépend de facteurs physiques et physiologiques (température, humidité de l'air, état hydrique...). Le phénomène de fermeture des stomates, très actif en montagne (fort rayonnement), et en plaine quand les températures dépassent un certain seuil, limite certes l'absorption de l'ozone à la surface de la feuille (protection de la plante), mais aussi les échanges gazeux des forêts (photosynthèse moins efficace) favorisant le dessèchement, voire le dépérissement des forêts locales.

Le changement climatique et la pollution de l'air sont ainsi deux facteurs de fragilisation des forêts sur le territoire de la Métropole Nice Côte d'Azur. Une forêt plus vulnérable est davantage sujette aux maladies et aux attaques de nuisibles, provoquant à long terme un effondrement des écosystèmes. Dès aujourd'hui, il est nécessaire de mettre en œuvre des stratégies d'adaptation concertées et des politiques coordonnées (réduction de la densité des peuplements, éclaircies, migration assistée, diversification des espèces, corridors écologiques...) pour rendre plus résilientes les forêts métropolitaines et répondre aux enjeux locaux, du littoral à la haute montagne.



Découvrez les résultats du projet européen Interrreg ALCOTRA MITIMPACT (2017-2020), associant scientifiques et techniciens italiens et français, qui traitent spécifiquement des effets de l'ozone troposphérique et du changement climatique sur la végétation transfrontalière sur le territoire de la Métropole Nice-Côte d'Azur. Une plateforme webmapping avec des cartes du climat et d'ozone, des vidéos de sensibilisation (tout public) sont en accès libre : www.mitimpact.com

Zoom 2. La forêt méditerranéenne possède des atouts pour résister au changement climatique

La forêt méditerranéenne possède des atouts lui permettant de résister aux changements climatiques. Par rapport aux différentes forêts présentes en Europe, elle présente une grande « diversité spécifique ». En effet, elle est composée d'environ 130 espèces d'arbres dominants contre une trentaine dans les forêts médio-européennes. Elle est également dotée d'une riche diversité génétique liée à son histoire. Cette génétique permet aux essences d'être plus résistantes aux perturbations. C'est grâce à l'ensemble de ces caractéristiques que la forêt méditerranéenne pourrait, dans une certaine mesure, faire face aux évolutions futures du climat. Pour préserver la santé de nos forêts, voire l'améliorer à l'avenir, il est essentiel de favoriser :

 la résilience : aptitude d'un système à revenir à son état initial après avoir été plus ou moins profondément modifié par une perturbation ;

- les corridors écologiques : favoriser la libre circulation des espèces afin qu'elles « traquent » efficacement leur habitat pour rester dans leur « enveloppe thermique » à mesure que cette dernière remonte vers le nord sous l'effet du réchauffement ;
- la diversité: favoriser des systèmes de gestion susceptibles de consolider les peuplements forestiers: plans de gestion, développement du sylvopastoralisme (Photo 11, ci-contre: exemple de sylvopastoralisme: vaches en pâture dans la forêt, © Jacques Blondel), lutte contre certaines espèces envahissantes, etc.;
- les approches prospectives afin d'anticiper l'évolution des peuplements forestiers futurs (sur une période 50 ans et plus) ;
- une véritable politique forestière avec une aide à la filière bois.

¹² Minuscules orifices présents à la surface des épidermes des feuilles qui assurent les échanges gazeux entre la feuille et l'atmosphère.

2.3. Des débits de cours d'eau encore plus capricieux

Le réseau hydrographique principal du territoire s'organise autour du Var (Photo 12) et de ses affluents (Tinée, Vésubie, Estéron...). Les bassins versants sont à la fois exposés au climat alpin montagnard, froid et neigeux surtout en hiver, et au climat méditerranéen, caractérisé par des hivers doux, des étés chauds et des précipitations printanières et automnales abondantes. Cette influence mixte nivo-pluviale entraîne une forte variabilité saisonnière et un gradient marqué entre hautes et basses eaux. L'étiage estival, provoqué par un manque de précipitations et une forte évapotranspiration, est plus sévère que l'étiage hivernal, contrôlé par le stock des précipitations neigeuses. Les hautes eaux de printemps, sous l'influence de la fonte printanière de la neige et de la pluviométrie, sont généralement moins soutenues que les hautes eaux automnales, formées par des précipitations intenses, pouvant se transformer en crues rapides et dévastatrices. Ce régime complexe se définit par d'importantes variations interannuelles et une alternance irréqulière d'étiages estivaux sévères et de fortes crues. Ce cycle naturel capricieux et le nombre réduit de données historiques sur le territoire métropolitain ne facilitent pas la mise en évidence des tendances évolutives passées, et complexifie la modélisation des effets du changement climatique sur les ressources en eau.



Photo 12. Le Var (© Erich Westendarp).

Récemment, une étude prospective à l'échelle du Parc national du Mercantour sur la variabilité hydrométéorologique passée (1900-2020) et future (2020-2100) de 4 bassins versants (Tinée amont, Tinée aval, Vésubie et Var) a permis d'apporter de nouveaux éléments de connaissances (Figure 9). La reconstruction long terme caractérise une variabilité hydrométéorologique passée forte et comparable aux tendances actuelles : les débits moyens de la période 1985-2015 comparables à ceux de 1925-1955 sont en baisse de 10 % par rapport à 1955-1985. Cette variabilité se retrouve sur la neige (équivalent en eau et durée de la saison nivale) avec une période 1955-1985 sensiblement excédentaire par rapport à 1925-1955 et 1985-2015 (qui sont comparables). Cette étude vient affiner les grandes tendances d'évolution du cycle hydrologique déjà établies sur la base d'un ensemble de projections hydroclimatiques à l'échelle nationale ou de l'arc alpin. Ainsi, dans le Mercantour, par rapport à la période récente (1985-2015), les grandes tendances sont les suivantes sur la base des scénarios médians et pessimistes :

- une baisse des débits moyens de l'ordre de 10 % jusqu'à l'horizon 2045-2075, et de 15 à 25 % à la fin de siècle (selon les scénarios retenus);
- une réduction de l'intensité de la crue printanière et un avancement progressif de la période de hautes eaux (jusqu'à 4 à 6 semaines en fin de siècle);
- une augmentation de l'intensité des crues d'automne et un décalage de ces crues jusqu'à la fin de l'automne;
- une augmentation des débits d'étiage hivernal et une réduction des débits d'étiage estival. La fin d'été et le début d'automne deviendraient la période d'étiage la plus sévère;
- concernant la neige, une baisse significative de l'équivalent en eau de la neige (jusqu'à -50 % à la fin de siècle) et un raccourcissement de la période d'enneigement (jusqu'à -3 mois à la fin du siècle).

Ces tendances sont consistantes spatialement, mais sont plus fortes dans les bassins versants en basse altitude. La neige joue un rôle de protection des impacts du changement climatique et une transition des régimes hydrologiques vers des régimes, où les processus nivaux jouent un rôle moins important, est observée. D'un point de vue spatial, les impacts futurs du changement climatique peuvent être représentés par un « changement » de l'altitude moyenne du bassin versant. Ainsi, les conditions futures de la Tinée à Saint-Étienne-de-Tinée (2015-2045) correspondent aux conditions récentes du Var à Entrevaux (1985-2015). Par ailleurs, le réchauffement climatique actuel entraîne déjà une concentration des extrêmes pluviométriques, et il existe un consensus scientifique sur le fait que le changement climatique augmentera leur probabilité et leur ampleur, instaurant un climat instable et augmentant la vulnérabilité du territoire.

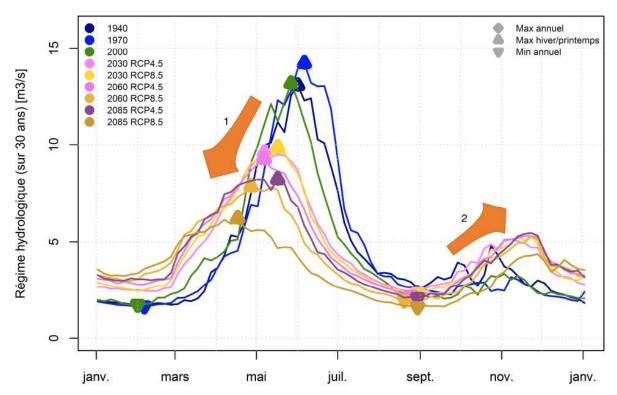


Figure 9. Reconstitution long terme du régime hydrologique passé (1900-2020) et futur (2020-2100) sur le bassin versant de la Tinée (station hydrométrique de Saint-Étienne-de-Tinée, pont de la Belloire, 1110 m d'altitude).

Les projections hydroclimatiques sont reportées pour les horizons 2030, 2060 et 2085 sur la base de scénarios médian (RCP 4.5) et pessimiste (RCP 8.5). Les flèches montrent une tendance future marquée par une (1) transition d'un régime nival à un régime pluvial, une baisse de la crue de printemps et un avancement de la période de crue de 4 à 6 semaines et (2) une hausse des débits des crues d'automne et un décalage de la période de crues jusqu'en décembre (source : Thibault Mathevet et al., 2020).

L'incertitude encore présente associée à l'évolution des ressources en eau ne doit pas présenter un obstacle à l'instauration de mesures de prévention et d'engagement affirmé contre les risques associés aux consensus sur les tendances climatiques qui se dessinent.

Une baisse des débits moyens de l'ordre de 10 % jusqu'à l'horizon 2045-2075, et de 15 à 25 % à la fin de siècle.

2.4. Quels effets de la température et de l'acidité de la mer sur la biodiversité marine ?

Les mers et océans sont affectés de multiples manières par les activités humaines. Plus de 90 % de l'excès d'énergie lié au réchauffement climatique est absorbé par l'océan, entraînant une augmentation de la température de l'eau de mer. Environ 25 % des rejets de gaz carbonique (CO₂) sont absorbés par l'océan, soit 26 millions de tonnes de CO₂ par jour. Ce rôle de l'océan permet de limiter les changements climatiques, mais au prix d'un bouleversement de la chimie de l'eau de mer, notamment une augmentation de son acidité. Sur la période 2007-2019, la température des eaux de surface de la rade de Villefranche-sur-Mer a augmenté de 0,65 °C par décennie, soit beaucoup plus vite que l'océan global et côtier. Le pH a diminué de 0,04 unité par décennie, soit une augmentation d'acidité de plus

de 9 %, ce qui correspond à l'un des taux d'acidification les plus élevés dans le monde.

Le réchauffement de l'eau de mer affecte les organismes se développant à toutes les latitudes. Dans les tropiques, on observe un blanchissement des coraux tandis que dans les zones tempérées, surviennent des mortalités massives d'invertébrés tels que les gorgones et les éponges du coralligène, écosystème emblématique de la Méditerranée et très apprécié des plongeurs. Avec le réchauffement, l'aire de distribution de nombreuses espèces change. Les espèces à affinité chaude colonisent les zones plus froides. On parle de « méridionalisation » ou de « tropicalisation ». Ces espèces peuvent avoir un caractère invasif et/ou ravageur, et provoquer des bouleversements très importants des

écosystèmes. Au contraire, les espèces à affinité froide se voient repoussées vers les hautes latitudes et des extinctions locales peuvent se produire là où elles ne sont pas en mesure de s'étendre. C'est le cas de la Méditerranée nord-occidentale, où certaines espèces endémiques (ne se trouvant donc qu'en Méditerranée) se trouvent à leur limite septentrionale de distribution.

Autour de l'île d'Ischia, en face de Naples, des sources naturelles de CO2 fournissent de précieuses informations sur les conséquences de l'acidification de l'eau de mer. Les adultes de nombreuses espèces d'algues, de plantes, coraux, crustacés et mollusques sont tolérants aux niveaux d'acidité attendus pour 2100, mais la reproduction est souvent affectée car les larves et juvéniles sont beaucoup plus sensibles à l'acidification. Des organismes importants comme les algues calcaires et les oursins sont abondants loin des sources de CO₂, mais totalement absents à leur proximité. Au total, la biodiversité diminue de manière très importante à proximité des sources. La perte d'espèces est de 70 % pour les organismes qui possèdent un squelette ou une coquille calcaire, comme les mollusques et les coraux, et de 40 % pour ceux qui n'en possèdent pas.

Les impacts des changements à grande échelle, tels que le réchauffement et l'acidification, se superposent à des facteurs de stress locaux, de type mouillages forains, dégradation de la qualité de l'eau, surexploitation des ressources et artificialisation des rivages. Ces agressions sont présentes dans toutes les zones côtières urbanisées et donc le long de nos côtes régionales. Les laboratoires du territoire maintiennent des observations régulières (Figure 10) : par exemple, la série temporelle de la rade de Villefranche-sur-Mer débutée en 1957. Ils réalisent également des expériences sur les effets du réchauffement sur des algues brunes endémiques de la Méditerranée (cystoseires) formant de véritables forêts marines. Les équipes interviennent en laboratoires et sur le terrain, au cœur des sites Natura 2000 des Alpes-Maritimes. Les données issues de ces recherches peuvent aider les collectivités territoriales dans la gestion des différents facteurs de stress pour une meilleure conservation des écosystèmes côtiers. Les liens entre les différents acteurs locaux (décideurs, agents des services techniques, professionnels de la mer, scientifiques...) doivent se renforcer pour agir plus efficacement à l'échelle métropolitaine.



Pour surveiller les eaux côtières et les écosystèmes de Méditerranée, découvrez la plateforme MEDTRIX, créée par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse et l'Œil d'Andromède : www.medtrix.fr

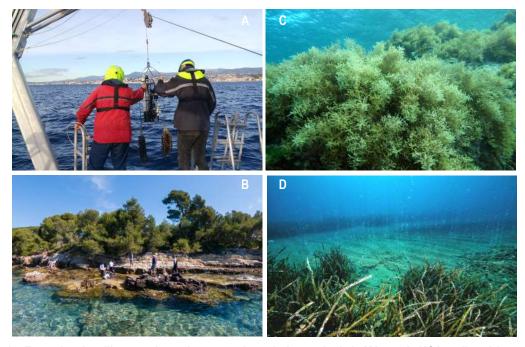


Figure 10. Exemples de milieux marins présents sur le territoire marin de la Métropole NCA et d'expérimentations en Méditerranée: A. Déploiement, à l'entrée de la rade de Villefranche-sur-Mer (ville de Nice au second plan), d'un instrument mesurant les caractéristiques de l'eau jusqu'à 100 m de profondeur (© Laure Mousseau, Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer) - B. Les scientifiques d'ECOSEAS, Université Côte d'Azur, mettent en place des expériences sur les forêts de cystoseires superficielles aux îles de Lérins (© S. Jamme / Aquanautes) - C. Forêts sous-marines de grandes algues brunes (© Luisa Passeron Mangialajo) - D. Source de CO₂ sur l'île d'Ischia (Italie) à proximité d'un herbier de posidonies (© Pasqualle Vassallo, www.pasqualevassallo.com).

Zoom 3. Les milieux marins sont-ils touchés par des canicules ?

Les températures de l'air anormalement élevées qui se traduisent par des vagues de chaleur (+5 °C par rapport à la normale pendant au moins 5 jours consécutifs) et les canicules (températures anormalement élevées de jour comme de nuit plusieurs jours consécutifs) sont observées. Mais la mer connaît-elle des « canicules marines », soit des épisodes durables au cours desquels la température de surface est plus élevée que la normale ? La réponse est oui. Ces dernières décennies, plusieurs épisodes ont été observés en mer Méditerranée en zones côtières ou en pleine mer : 2003, 2012, 2015, 2017... La hausse de la température de l'eau, en surface et en profondeur, ont des effets sur les écosystèmes marins (mortalité de gorgones ou posidonies, migrations d'espèces par exemple) et peuvent avoir des incidences sur les zones de pêche. À l'avenir, en mer Méditerranée et sur la côte de la Métropole Nice Côte d'Azur, une tendance à « l'augmentation de la durée, de l'extension spatiale et de l'intensité des canicules marines de surface est à craindre quel que soit le scénario d'émission de gaz à effet de serre » 13. Seule une baisse drastique des émissions de GES dans l'atmosphère (scénario optimiste) limiterait la fréquence et l'intensité des canicules marines et préserverait les fragiles écosystèmes marins.

2.5. Quel avenir de la posidonie, plante marine emblématique de la mer Méditerranée ?

La posidonie, *Posidonia oceanica*, est une plante endémique de la mer Méditerranée. Ce n'est pas une algue, mais une plante à fleur qui puise une partie des éléments nutritifs dans le sol. Elle est relativement abondante en région Provence-Alpes-Côte d'Azur où elle forme des herbiers entre la surface et une profondeur de 20 à 35 m.

Le rôle de la posidonie dans l'écosystème marin méditerranéen littoral est primordial et nous fournit d'immenses services. Les herbiers constituent un habitat qui abrite une abondante biodiversité et sert de frayères à de nombreuses espèces, notamment de poissons, qui rejoignent ensuite le large pour leur vie d'adulte. Les posidonies utilisent du CO2 pour fabriquer du carbone organique qu'elles stockent dans le sol. C'est la raison pour laquelle les herbiers sont qualifiés d'écosystème à carbone bleu et qu'on leur prête un rôle dans la lutte contre le changement climatique. Enfin, les herbiers réduisent l'érosion côtière en piégeant les particules, en atténuant la force des vagues et en protégeant les plages grâce à l'accumulation de feuilles mortes formant un tapis dense.

La valeur patrimoniale et économique de la posidonie et les menaces auxquelles elle fait face ont conduit à leur protection. Depuis 1988, il est interdit « de détruire, de colporter, de mettre en vente, de vendre ou d'acheter et d'utiliser tout ou partie » de la plante. La surface des herbiers de posidonies a régressé de 34 % en Méditerranée ces 50 dernières années, notamment en raison des aménagements côtiers. Malgré sa pro-

tection intégrale, la posidonie continue de faire l'objet de destructions physiques, notamment par arrachage par les ancres des bateaux, y compris dans les zones où le mouillage est interdit, par exemple dans certaines zones de la rade de Villefranche-sur-Mer (Figure 11). La solution est connue : la mise en place de zones de mouillage et d'équipements légers (ZMEL) réduit considérablement les dommages.

L'autre risque qui pèse sur les herbiers de posidonies est d'origine globale. Il s'agit du changement climatique et plus particulièrement du réchauffement de l'eau de mer et de la montée du niveau de la mer. Les projections indiquent, en fonction des émissions à venir de gaz à effet de serre, une régression des herbiers de posidonies de 27 à 75 % d'ici 2050 en Méditerranée nord-occidentale. Il faut signaler enfin que le carbone stocké est progressivement libéré dans l'eau de mer lorsque l'herbier meurt. La zone devient alors une source de CO₂ supplémentaire.

Les projections indiquent, en fonction des émissions à venir de gaz à effet de serre, une régression des herbiers de posidonies de 27 à 75 % d'ici 2050 en Méditerranée nord-occidentale.

¹³ www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/evolution-climatique-des-canicules-oceaniques-en-mediterranee

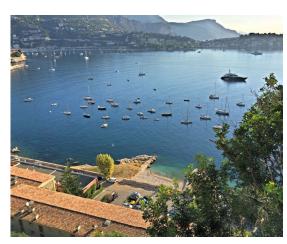




Figure 11. À gauche : au premier plan, bateaux ancrés dans une zone de la rade de Villefranche-sur-Mer où le mouillage est interdit (© Jean-Pierre Gattuso, CNRS/LOV). À droite : dégâts occasionnés par ces mouillages sauvages ; l'herbier est en grande partie détruit (© David Luquet, IMEV).

2.6. Le devenir des lacs de montagne

La région alpine française est constituée de nombreux lacs situés au-delà de la limite supérieure des forêts. Ces lacs de haute altitude, réservoirs de biodiversité, assurent des services d'approvisionnement (ressource en eau), de soutien (valeurs écologiques) et des services socioculturels (valeurs paysagères, touristiques, patrimoniales et spirituelles). Préservés d'une forte pression anthropique directe, ces lacs sont soumis à de fortes contraintes environnementales (période de gel, faibles températures et concentrations en nutriments). Ces écosystèmes de petite taille, aux réseaux trophiques¹⁴ simplifiés, constituent de véritables « sentinelles » des effets des changements climatiques.

Durant le dernier siècle, le climat alpin a changé significativement, avec des augmentations de température d'environ 2 °C. Dans le Mercantour, l'évaporation des eaux, les sécheresses estivales, les épisodes de crues et les glissements de terrain sont des phénomènes dont la fréquence est susceptible d'augmenter. Les études à long terme, portant sur plusieurs millénaires à partir de carottes sédimentaires prélevées au lac Petit (Photo 13), ont montré d'importantes modifications des communautés phytoplanctoniques lors de variations rapides du climat passé. De plus, la déforestation, s'intensifiant au cours des trois derniers millénaires, a favorisé l'érosion des sols et les apports détritiques 15 modifiant les niveaux de trophie (état de nutrition) des lacs.

Le phytoplancton est un bio-indicateur du fonctionnement et de l'évolution des écosystèmes lacustres. La diversité des communautés phytoplanctoniques génère de la variabilité dans la réponse actuelle des lacs de haute altitude au réchauffement. Des approches expérimentales récentes montrent que sous l'influence du changement climatique, des lacs de haute altitude du sud de la chaîne alpine, exposés à des dépôts atmosphériques élevés en azote et phosphore, seraient plus vulnérables au développement de chlorophytes photoautotrophes¹⁶, et ainsi au risque de verdissement. Les changements fonctionnels des réseaux planctoniques modifieraient le rôle de ces lacs dans le cycle global du carbone, mais aussi leur forte image de naturalité. La prédiction des trajectoires écologiques des lacs de haute altitude dans le contexte du changement climatique reste un enjeu fort pour les gestionnaires et les scientifiques.

Dans le Mercantour, l'évaporation des eaux, les sécheresses estivales, les épisodes de crues et les glissements de terrain sont des phénomènes dont la fréquence est susceptible d'augmenter.

¹⁴ Ensemble des interactions alimentaires reliant entre eux les organismes d'un écosystème.

¹⁵ Apports de minéraux suite à la désagrégation d'une roche.

¹⁶ Algues vertes capables de synthétiser des molécules organiques par la photosynthèse (source d'énergie = lumière), à partir de substances inorganiques (source de carbone = CO_a).

Les études montrent l'importance d'une gestion des milieux aquatiques à l'échelle du bassin versant, incluant des mesures de protection des sols, de la végétation et des zones humides. Ces actions devraient compléter des plans de gestion de la ressource en eau et des canaux d'irrigation (plus de 600 dans les Alpes-Maritimes) en cas de sécheresse estivale, ainsi que la régulation des activités de montagne afin de limiter les risques associés aux changements climatiques.



Photo 13. Lac Petit, à près de 2230 m d'altitude, commune de Valdeblore (© Rosine Cartier).

≪ Face au changement climatique, les trajectoires écologiques des lacs de haute altitude restent un enjeu fort pour les gestionnaires et les scientifiques. La gestion des milieux aquatiques à l'échelle du bassin versant doit inclure des mesures de protection des sols, de la végétation et des zones humides. »

3. L'évolution rapide du climat menace-t-elle les activités humaines et les infrastructures ?

Les changements climatiques influencent directement ou indirectement les activités humaines et les infrastructures. En cas de crues ou d'inondations, par exemple, des ponts et des maisons peuvent être détruits ou fortement endommagés, des voitures emportées par dizaines, des campings ravagés, etc. Anticiper les changements est une étape nécessaire pour engager les transitions, protéger l'économie, les équipements... et augmenter la résilience du territoire.

3.1. Des crues et des inondations plus dévastatrices ?

Même si le futur régime des précipitations est encore incertain, l'évolution du climat tendrait vers une augmentation de la fréquence et de l'intensité des évènements pluvieux extrêmes, évènements dits « méditerranéens » caractérisés par l'apport d'une importante quantité de pluie sur une courte durée. Ces épisodes peuvent entraîner des inondations majeures de type crue, débordement de cours d'eau ou ruissellement de surface. Les inondations aux conséquences dramatigues d'octobre 2015 dans les Alpes-Maritimes en témoignent. Le 3 octobre 2015, un violent épisode orageux (Photo 14 ci-dessous : intempéries dans la nuit du 3 au 4 octobre 2015 © Nice-Matin) s'est abattu sur la zone côtière entre Mandelieu-la-Napoule et Nice. Météo-France a enregistré des records pluviométriques inégalés pour la région (115 mm en 1 heure à Mandelieu-la-Napoule, 74 mm en 1 heure à Nice).



L'épisode a touché une bande côtière très densément construite et peuplée, et s'est caractérisé par un important phénomène de ruissellement en milieu urbain, intensifié par la présence de zones imperméabilisées le long du littoral. La réaction des petits bassins versants côtiers a été immédiate et très violente. Le bilan humain et économique est très lourd : 20 morts et 2 disparus. Le montant des dommages assurés est évalué à 520 millions d'euros ce qui le place parmi les 20 évènements français les plus coûteux depuis la mise en place du régime spécial d'indemnisation des catastrophes naturelles (source : CCR) : 20 000 véhicules ont été endommagés et environ 60 000 déclarations de

sinistres ont été enregistrées; 1800 entreprises ont été touchées, soit environ 10 000 emplois concernés. Sur le plan des réseaux, près de 70 000 foyers ont été privés d'électricité et le trafic aérien et ferroviaire a été interrompu; l'aéroport de Cannes-Mandelieu a été envahi par la boue, celui de Nice en partie inondé; l'autoroute A8 et de nombreux axes du réseau routier secondaire ont été coupés...

À la suite de cet évènement catastrophique, les collectivités territoriales et l'État ont engagé une démarche visant à capitaliser les enseignements, les analyser, construire un plan d'action pour limiter les impacts des prochaines inondations et renforcer la résilience des populations et des territoires exposés. Dans ce cadre, le dispositif de vigilance et d'alerte a été amélioré avec la mise en service de la plateforme RHyTMME de Météo-France permettant un suivi en direct des événements par les communes à partir des informations des radars pour réduire les délais de réaction. De plus, pour sensibiliser la société civile sur ce risque, une journée départementale sur les risques majeurs a été instaurée : elle est organisée chaque année le 3 octobre, date anniversaire de l'évènement.

Face aux risques naturels, le renforcement de la résilience territoriale nécessite la mise en œuvre d'un panel d'actions qui touchent les différentes politiques urbaines (urbanisme, habitat, aménagement du territoire, sécurité...). Une première étape passe par l'identification des vulnérabilités du territoire et des activités et ouvrages (campings, parkings souterrains, infrastructures, entreprises...), point de départ nécessaire pour prioriser les mesures les plus efficaces. L'état des lieux et l'acquisition de connaissances permettent d'engager par la suite des actions ciblées et adaptées à la situation : planification et préparation à la crise, surveillance et alerte des populations, prise en compte des zones à risques dans l'urbanisme, continuité des services essentiels et vitaux, travaux d'aménagement et de protection vis-à-vis des aléas, sensibilisation et acculturation des citoyens et des acteurs du territoire pour aller vers

une véritable culture du risque. Ces compétences reviennent notamment à l'Agence de sécurité sanitaire,

environnementale et de gestion des risques de la Métropole Nice Côte d'Azur.

Zoom 4. La gestion préventive des risques de crues torrentielles

La vallée de la Vésubie, particulièrement encaissée, a déjà fait face à des épisodes de crues torrentielles ou de glissements de terrain. En 1926, suite à de fortes pluies, un glissement de terrain avait emporté vingt maisons à Roquebillière et provoqué 19 morts. Une partie du village avait été reconstruite sur l'autre rive de la Vésubie. Les crues du 2 octobre 2020, qui ont détruit de nombreuses habitations, dont celle d'un couple de retraités pris au piège dans leur maison, montrent que les approches de « résilience » ont des limites. Les plans de prévention des risques naturels, qui interdisent l'urbanisation dans les zones d'aléa fort, devraient être renforcés dans le contexte du changement climatique. En dehors de ces plans de prévention, les services de l'État utilisent également les procédures de « porter à connaissance » pour informer les collectivités locales de l'évolution des risques qui s'aggravent. Les autorités communales ou intercommunales doivent ensuite prendre en compte ces informations dans leurs décisions d'urbanisme. Enfin, le fonds « Barnier » permet d'acquérir et démolir préventivement les immeubles présentant des dangers graves pour la vie humaine, qu'ils soient situés en zones de crue torrentielle ou de submersions marines.

3.2. L'évolution du trait de côte, un facteur de délocalisation de l'habitat et des équipements ?

L'élévation du niveau marin pour le siècle en cours ne fait plus débat dans la littérature scientifique et tous les experts considèrent que les valeurs connues durant le XXe siècle vont significativement augmenter. À l'échelle globale, les mesures indiquent une montée proche de 1,7 à 2 mm/an durant le XXe siècle, près de 3,5 mm/an au début du XXIe siècle, et les projections présentent des valeurs variant entre 4 et 8 mm/an dans la seconde partie de notre siècle, voire plus si la fonte de la calotte glaciaire antarctique est plus rapide que prévu. Un niveau moyen de la mer supérieur à 1 m en 2100 par rapport à celui d'aujourd'hui, avec une marge d'erreur d'un à quatre décimètres, est globalement admis par la communauté scientifique. Une hausse de 2 m est probable en 2150 et même 4 m en 2300, d'après les projections climatiques du GIEC, si les émissions massives de GES se poursuivent.

Sur le littoral régional, les prévisions sont plus délicates et, à ce stade, les valeurs globales sont retenues comme ordre de grandeur (dans les études d'impacts, une élévation de 1 m est souvent retenue). En plus des contraintes globales responsables de l'accélération de la montée de la mer (fonte des glaces, dilatation thermique des océans, etc.), la difficulté à prédire une valeur spécifique à la Méditerranée s'explique par les relations régionales entre le niveau de la mer de la Méditerranée et de l'océan Atlantique. Les tempêtes qu'il est possible d'analyser à la fois à partir de la force des vagues et des surcotes marines (élévation du plan d'eau durant une tempête déduite de la marée astronomique et causée par les basses pressions atmosphériques, le vent et le déferlement) n'indiqueraient pas d'évolution significative à ce jour sur le territoire de la Métropole NCA. Dans le détail, les houles extrêmes ne semblent pas connaître de tendance entre 1979 et 2005 (Figure 12) et si la relation entre surcote marine et champs de pression est évidente dans la région, les tendances à l'augmentation demandent encore à être confirmées. Le signal est incertain et encore trop faible pour se traduire par une accélération de l'érosion du littoral.

Un niveau moyen de la mer supérieur à 1 m en 2100 par rapport à celui d'aujourd'hui, est globalement admis par la communauté scientifique. Une hausse de 2 m est probable en 2150 et même 4 m en 2300 si les émissions massives de GES se poursuivent.

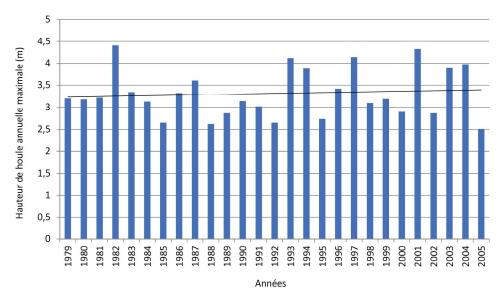


Figure 12. Hauteurs des houles maximales annuelles au large de Nice entre 1979 et 2005 (Anthony et al., 2010).

Par contre, l'élévation lente, mais qui s'accélère, du niveau marin va « géométriquement » augmenter le niveau d'attaque des vagues de tempêtes. Il est donc probable que, depuis la terre, les tempêtes soient perçues de plus en plus fortes et fréquentes. Cette relation géométrique reste trop simpliste car les vagues s'abattent sur les plages dont la morphologie change, notamment en fonction de leur « budget sédimentaire », or celui-ci est déficitaire depuis

plusieurs décennies. Dans le détail, la pente d'une plage qui s'érode à tendance à augmenter, ce qui peut indirectement participer à l'accroissement de la force des vagues durant les tempêtes. Par exemple, dans la baie de Nice, l'évolution des profondeurs entre 1898 et 2012 (Figure 13) montre une érosion sous-marine avec une accentuation des pentes, alors qu'à cette échelle de temps, le rivage s'est avancé sur la mer au prix de rechargements artificiels massifs en sédiments.

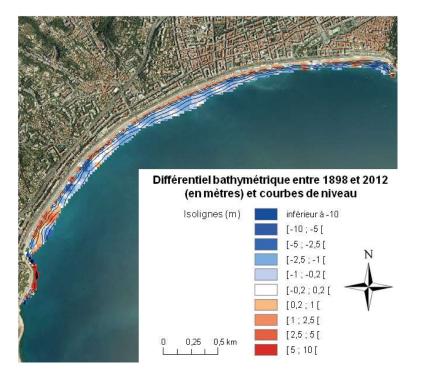


Figure 13. Évolution des profondeurs entre 1898 et 2012 dans la baie de Nice. La plage a été artificiellement élargie et montre un gain sédimentaire (couleur rouge), alors que les fonds s'érodent (couleur bleue) (source : CEREGE à partir de la base des données du SHOM).

Par conséquent, pour le milieu et/ou la fin de notre siècle, la communauté scientifique constate que des tempêtes annuelles sont susceptibles d'atteindre le niveau des tempêtes décennales et centennales d'aujourd'hui. Dans ce contexte, les tempêtes décennales et centennales que nous connaissons actuellement deviendraient encore plus fortes, à des valeurs que nous n'avons encore jamais connues.

Ces mécanismes, contre lesquels il est quasi impossible de lutter à court terme (voir projections climatiques, Figure 5), s'abattront sur des littoraux déjà fragilisés sédentairement puisque les apports en sables « vifs » par les fleuves sont devenus inexistants. Par exemple, le Var n'apporte plus de sédiments à son embouchure, où les aménagements interdisent d'ailleurs depuis les années 50 la redistribution latérale et l'engraissement naturel des plages. De plus, les activités humaines se sont rapprochées de la zone de mobilité naturelle du littoral qui va, au contraire, avoir besoin de s'étendre et de se déplacer vers l'intérieur des terres avec la montée de la mer.

Sur le territoire de la Métropole, même si les études précises basées sur des jeux de données fournis sont lacunaires, plusieurs zones à risques peuvent déjà être identifiées. En effet, une tempête (Photo 15), associée à des fortes précipitations, provoquera une inondation des routes littorales, de la promenade des Anglais et des maisons en première ligne. La situation est encore plus complexe lorsque la voie ferrée longe la plage puisque cette dernière fera office de digue, alors qu'au contraire, elle devrait être protégée des inondations. L'aéroport de Nice connaîtra lui aussi des submersions marines (déjà constatés en mai 2010) qui mettront en difficulté (péril ?) ses activités. Les plages de la rade de Villefranche-sur-Mer et de la baie

de Beaulieu-sur-Mer qui semblent stables, mais qui connaissent en réalité un recul très lent, seront progressivement ennoyées et près de 50 % de leur superficie

actuelle disparaîtra, car elles sont généralement bloquées (en fond de plage) par un escarpement rocheux, un parapet, une digue, ce qui interdit leur recul.

Pour conclure, les gestionnaires littoraux traitent les problèmes d'érosion côtière sur le territoire métropolitain depuis déjà des décennies, alors que les impacts du changement climatique ne sont pas encore significativement perceptibles. Dans ce contexte, l'accélération de la montée de la mer va accroître l'intensité des processus mécaniques sur les plages déjà fragilisées et, en sus, se manifester sur les rivages encore épargnés à ce jour.



Photo 15. Une tempête « normale » submergeant la plage, mais n'inondant pas les trottoirs de la ville. À la fin du siècle, cette même tempête inondera la ville, plusieurs fois par décennie, du fait de l'élévation du niveau de la mer (© Métropole NCA).

3.3. Vers une mutation du tourisme métropolitain

Grâce aux caractéristiques de son territoire qui se partage entre mer et montagne, mais aussi ses équipements et infrastructures (Photo 16), la Métropole Nice Côte d'Azur propose des offres touristiques variées : nautisme, plongée, randonnées, ski, nature, art et culture, histoire, agrotourisme, cuisine et goût, événementiel... L'économie locale repose grandement sur ce secteur touristique fortement concurrentiel. Le changement climatique a et aura une influence sur l'évolution du tourisme métropolitain : les effets des vagues de chaleur, de la hausse de la température de la mer et de son acidification, de l'élévation du niveau marin, de l'intensification des épisodes méditerranéens, des sécheresses ou encore de la diminution du manteau neigeux sont autant de facteurs susceptibles de décourager les

touristes à l'avenir ou du moins de les détourner vers d'autres destinations. De plus, les nécessaires mesures de réduction des émissions de GES à l'échelle mondiale affecteront le transport aérien et l'industrie des bateaux de croisière. Actuellement, ces deux secteurs d'activité dépendent en effet d'énergies principalement carbonées. La pandémie de la COVID-19 a montré combien l'absence de ces modes de transports touristiques était préjudiciable à l'économie du tourisme.

Aujourd'hui, il est encore difficile d'évaluer les tendances touristiques car elles dépendent de nombreux facteurs : modes, communication, tarifs, qualité des hébergements et des infrastructures, accès et transport, climat, souplesse et réactivité des acteurs professionnels, pu-

blics cibles, perception, concurrence, contexte géopolitique national et international, crises sanitaires... Le climat, malgré son importance, n'est donc pas la seule variable conditionnant le choix des consommateurs. Et les pays chauds, aujourd'hui, sont souvent attractifs. L'Andalousie et la Tunisie, par exemple, ne font pas fuir les touristes. Il en est de même pour les pays chauds et humides d'Asie. Donc, l'avenir touristique métropolitain va bien sûr dépendre du changement climatique, mais aussi de l'offre touristique, de l'efficacité de la publicité, des réseaux sociaux, des tendances... Cela dit, l'évolution du climat contraindra très probablement les activités touristiques sur le territoire métropolitain et accentuera certains risques à l'avenir:

- la plaine, mais aussi le littoral très urbanisé, subiront de fortes vagues de chaleur qui, combinées à l'humidité, offriront un inconfort thermique aux touristes de jour comme de nuit. Les acteurs métropolitains devront proposer des solutions pour rafraîchir les visiteurs, sans oublier les habitants (§5.1). Dans une politique d'atténuation des émissions des GES, le recours à la climatisation généralisée serait contre-productif. La combinaison entre pollution de l'air et inconfort thermique augmenterait les risques sanitaires avec une multiplication des consultations chez le médecin et à l'hôpital pour les personnes les plus fragiles, les touristes ayant souvent tendance à sous-estimer leur sensibilité à la canicule;
- les conditions climatiques deviendraient encore plus favorables au développement des insectes (moustique tigre par exemple) et renforcerait les risques sanitaires associés :
- la hausse de la température de mer, qui serait appréciée des baigneurs sur les ailes de saisons, faciliterait par exemple la prolifération des méduses à des fréquences plus rapprochées;
- l'acidification de la mer bouleversera les écosystèmes côtiers et les fonds marins, avec l'introduction de nouvelles espèces exotiques qui pourraient présenter un attrait, mais qui changeraient toute la chaîne alimentaire;
- les événements climatiques extrêmes (pluies intenses, tempêtes, incendies...), provoquant des glissements de terrain, des éboulements, des destructions, la submersion du littoral, etc., généreront du stress et une perception négative auprès des touristes habitués ou pas à séjourner sur le territoire. Ainsi, la période automnale, par exemple, qui

deviendrait la saison, avec le printemps, la plus agréable pour découvrir le territoire avec des températures chaudes, mais supportables, une belle lumière, une température de la mer invitant à la baignade, serait peut-être ignorée des touristes à cause des violents épisodes méditerranéens. Il est aussi possible que les pluies intenses se manifestent davantage au printemps et en hiver, ou en été. Des incendies ravageurs (mégafeux) dans l'arrière-pays pourraient également menacer le littoral et les zones habitées ;

les activités de glisse à la montagne à l'horizon 2050 se poursuivront, mais en haute altitude, à partir de 1800 mètres d'altitude, malgré la production de neige de culture. Par sécurité, une limite à 2000 m est même à prévoir. La hausse de la température hivernale empêchera l'utilisation des canons à neige à plus faible altitude où l'enneigement naturel serait très capricieux et intermittent. Les domaines skiables proposant un enneigement fiable seraient rares dans les Alpes-Maritimes : Isola 2000 est la station de sport d'hiver la moins vulnérable grâce à son altitude, mais certains hivers seraient malgré tout difficiles et la vulnérabilité de la route d'accès (éboulements, avalanches) pose aussi question... La stratégie d'adaptation visant à recourir à la neige de culture ne répondra pas aux enjeux de réduction des émissions de gaz à effet de serre et des consommations énergétiques, sans compter les impacts environnementaux locaux (bassins de rétention par exemple)...



Photo 16. Villefranche-sur-Mer (© Métropole NCA).

Les impacts potentiels, dépendant des trajectoires climatiques des différents scénarios socio-économiques, sont nombreux. Heureusement, des pistes d'adaptation et d'atténuation existent et représentent des alternatives à condition de privilégier

une approche prospective touristique à l'échelle territoriale prenant en compte les spécificités locales. Demain, en été, la moyenne et haute montagne offrira des températures plus clémentes qu'en plaine ou sur le littoral. Un tourisme estival, plus orienté vers la découverte du patrimoine naturel, la biodiversité (faune et flore), le pastoralisme, les sports de montagne (randonnées, activités aquatiques...), le bien-être, la qualité de l'air, le goût, etc., pourrait attirer les touristes (métropolitains inclus). Sur le littoral, les conditions climatiques pourraient devenir fortement attractives lors des intersaisons (vacances de Pâgues ou de la Toussaint par exemple), malgré la multiplication et l'intensification probable des événements climatiques extrêmes, ce qui permettrait de limiter la surfréquentation touristique dans certains sites, la saturation des hébergements et des axes de communication, la pression sur les ressources en eau... Ce tourisme sur les ailes de saison attirerait également certaines clientèles hors vacances

scolaires (seniors, marchés étrangers...).

De manière générale, un tourisme de qualité (qui ne signifie pas seulement haut de gamme), moins énergivore et quantitatif, respectueux de l'environnement (les Européens peuvent utiliser des moyens de transport décarbonés), est à privilégier. Repenser le tourisme métropolitain, en favorisant le tourisme durable¹⁷, l'écotourisme, etc., revient à redéfinir son offre à l'échelle territoriale en incluant toutes ses dimensions : géographiques (littoral, moyen et haut-pays), économiques, sociales, environnementales... Les stratégies, parfois déjà en place, se basant sur la qualité de l'offre, l'accessibilité et la valorisation du patrimoine resteront payantes à l'avenir. La communication sera l'un des vecteurs clés pour continuer à séduire la clientèle. Enfin, la Métropole devra également limiter sa dépendance au tourisme en imaginant un développement territorial plus harmonieux et équilibré.

3.4. L'agriculture métropolitaine face aux défis climatiques

Depuis les années 70, le territoire de la Métropole Nice Côte d'Azur a connu une diminution constante du nombre d'exploitants agricoles (entre 1988 et 2010, érosion de plus de 60 % du nombre d'exploitations). L'agriculture n'est plus pratiquée que par 392 chefs d'exploitation et 310 cotisants solidaires sur les 49 communes de la Métropole contribuant peu à l'économie locale. Parmi eux, 35 % sont maraîchers, 18 % sont éleveurs (fromagers ou producteurs de viande) et 7 % sont oléiculteurs.

L'autonomie alimentaire est aujourd'hui infime et estimée à 2,1 %, alors que la pression et la demande de la population locale et des touristes sont permanentes tout au long de l'année. La densité et la croissance urbaines sur le littoral et les terres escarpées du moyen et haut-pays n'expliquent que partiellement la diminution de l'activité agricole locale qui repose, hors alimentaire,



Photo 17. Exemple d'un vignoble urbain métropolitain produisant des vins d'AOP, dont certains sont certifiés bio (© La Revue du vin de France).

sur l'horticulture et la production florale. Cette dernière est encore très ancrée, notamment à Nice : au dernier recensement agricole (2010), 15 % de la surface agricole utile (SAU) lui était destinée. Par ailleurs, 41 % de

¹⁷ Tourisme tenant pleinement en compte ses impacts économiques, sociaux et environnementaux actuels et futurs, en répondant aux besoins des visiteurs, des professionnels, de l'environnement et des communautés d'accueil (Organisation Mondiale du Tourisme).

la SAU niçoise est consacrée à la vigne et à la production de vin de l'appellation d'origine protégée (AOP) Bellet (Photo 17, page précédente). Hors évolutions structurelles de l'agriculture locale ou nationale, la mobilisation du foncier est le frein majeur au développement de l'agriculture et à l'installation de nouveaux agriculteurs, car son coût est élevé : entre 300 000 et 1 000 000 euros par hectare dans la plaine du Var pour du maraîchage, alors que le prix moyen en France est de 5990 euros par hectare. À ce prix, il est difficile pour un jeune porteur de projet de s'installer. Un phénomène d'attente et de spéculation de la part des propriétaires engendre la constitution importante de friches : plus de 270 hectares de terres laissées à l'abandon ont été recensés sur la plaine du Var qui est le grenier agricole du territoire.

Globalement, l'évolution de l'agriculture française et régionale, les choix en matière d'aménagement et d'économie ont entraîné à l'échelle territoriale le recul des agriculteurs (maraîchers, arboriculteurs, viticulteurs, horticulteurs, éleveurs de bovins, caprins et ovins, oléiculteurs...) au profit du tourisme (hôtellerie, restauration...), des services (santé, immobilier, enseignement...), de l'industrie (manufactures, assainissement...) et de la construction (bâtiment, travaux...). Même récemment, entre 2012 et 2019, par exemple, le territoire a perdu 28 % de ses chefs d'exploitation. En 2019, guand 1 agriculteur s'installait, 2,33 agriculteurs cessaient leur activité, et tous les territoires (du littoral au haut-pays) ont enregistré un recul du nombre d'agriculteurs. Une tranche d'âge prend en effet sa retraite et n'est pas remplacée, faute de porteurs de projets formés et expérimentés. Ceux-ci sont de moins en moins issus du milieu agricole et manquent d'expérience, souvent acquise en famille.

Aujourd'hui, des projets métropolitains tentent de redynamiser l'agriculture locale pour privilégier les produits frais, les circuits courts, notamment dans le cadre d'un projet alimentaire territorial (PAT), les productions biologiques, les labels (AOP par exemple), la qualité et le goût par le biais de programmes pédagogiques, la biodiversité agricole, le non-gaspillage, la diversité des cultures, l'agritourisme, etc. pour enfin redonner une chance à l'agriculture locale qui a de nombreux atouts, dont climatiques. En effet, la douceur du climat et les phénomènes de brise en plaine, les ressources en eau relativement abondantes, à condition de gérer les périodes de pénurie, et les propriétés des sols offrent aux agriculteurs de bonnes conditions de travail et de production, surtout dans les zones de plaine. Le relief se révèle être contraignant pour les installations dans

le moyen-pays où les productions s'étagent en restanques, propices à la protection des sols, si des efforts de préservation sont déployés. S'il est un frein pour le développement de l'agriculture, il est aussi une chance pour l'élevage (pastoralisme) et peut-être l'agriculture de demain quand les vagues de chaleur en plaine hypothèqueront certaines productions.

La Métropole est confrontée à de multiples défis : baisse de la production locale, dépendance des importations, dégradation des paysages par le phénomène de friches, perte d'emplois agricoles... Elle révise sa stratégie et sa politique foncière et alimentaire pour aider la filière agricole : elle propose un plan d'installations porté par les communes et la Métropole afin de réinscrire le territoire dans une dynamique d'installation de nouvelles fermes ; sa nouvelle politique agricole, foncière et alimentaire permet à la fois d'acquérir en propre des terrains agricoles de grande surface, et d'aider les communes à acheter et aménager des parcelles pour les mettre à disposition de jeunes agriculteurs : la collectivité soutient aussi le test d'activité préalable à une installation agricole et un projet de création d'un lieu permanent pour les porteurs de projet, offrant des surfaces en plein champ et sous serres, un bâtiment de stockage, du matériel... Ces actions et décisions sont positives, mais elles doivent impérativement se renforcer pour proposer un modèle agricole plus robuste et résilient susceptible de limiter les impacts sévères du changement climatique.

Quelques chiffres...

Les surfaces agricoles totales couvrent 4185 ha (MOS 2014), dont 1046 ha dans la plaine du Var, soit seulement 2,8 % du territoire métropolitain (à titre de comparaison, les surfaces urbaines couvrent 14 230 ha, soit 9,6 % du territoire) :

• terres arables : 478 ha

• cultures permanentes: 1729 ha

• prairies: 819 ha

• zones agricoles complexes ou en mutations : 1159 ha.

61 % des agriculteurs (dont 10 % en agriculture biologique) sont concentrés dans la plaine du Var qui s'inscrit dans une opération d'intérêt national (OIN) déployée sur 15 des 49 communes.

L'autonomie alimentaire de la Métropole NCA est estimée à 2,1 %.

Prix moyen des terres dans la plaine du Var : 30 à 200 fois supérieur à la moyenne nationale (source : France urbaine).

L'agriculture métropolitaine est à la croisée des chemins. L'évolution du climat méditerranéen ces prochaines décennies risque de durement fragiliser l'agriculture locale sur le littoral, dans le moyen et haut-pays :

- les cycles végétatifs des cultures (phénologie des plantes) sont d'ores et déjà perturbés avec des printemps et des étés plus précoces;
- les événements climatiques extrêmes (vagues de chaleur, canicules, sécheresses...) s'intensifieront même si, sur le littoral, la proximité de la mer tempèrera les valeurs thermiques les plus extrêmes;
- les rendements agricoles tendront à la baisse : l'absence de températures froides propices au repos des arbres fruitiers, par exemple, conduira à une productivité plus faible et au maintien des insectes nuisibles ;
- des variétés de cépages ne supporteront plus la chaleur estivale;
- les alpages et les pâturages souffriront;
- les épisodes de pluie intenses accentueront l'érosion des sols ;
- les ressources en eau deviendront plus capricieuses tandis que les besoins augmenteront (arrosage, irrigation, eau potable, loisirs, tourisme). Les basses terres dépendront de plus en plus des apports en eau de la montagne qui sont eux-mêmes appelés à diminuer (la quantité de neige, le régime de pluie... joueront un rôle majeur);
- les pluies seront probablement plus abondantes en hiver, mais plus faibles en été, ce qui se traduira par des sols très secs au niveau des couches superficielles et profondes;
- · les eaux souterraines seront affectées ;
- de nouveaux parasites feront peut-être leur apparition...

Ainsi, la vulnérabilité de l'agriculture et de ses acteurs grandira, si les pratiques agricoles, mais aussi celles de l'ensemble des secteurs économiques et des habitants, n'évoluent pas, et le bouleversement climatique risque de fragiliser durablement tout le secteur agricole et les activités associées. Pour éviter une crise, il est nécessaire de mettre en œuvre des pistes d'adaptation au changement climatique, mais aussi d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, car l'agriculture lo-

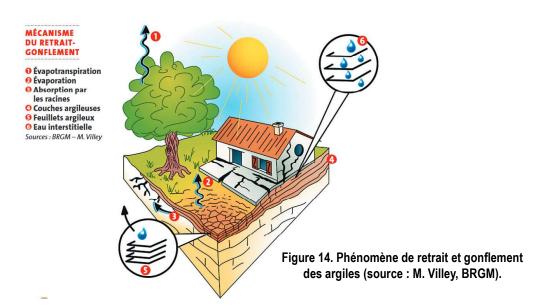
cale, malgré son faible développement, contribue à son échelle aux émissions de GES en faisant notamment appel aux énergies fossiles (consommations d'énergie fossile : engins agricoles, bâtiments d'exploitation...).

Pour résister au changement climatique, l'agriculture de demain sera plus économe en eau (systèmes de goutte-à-goutte pour l'irrigation par exemple), privilégiera des variétés culturales résistantes au stress hydrique (Photo 18, ci-dessous : un olivier, © Métropole NCA) et aux températures élevées, protègera la biodiversité en favorisant les rotations et la diversité des assolements, réduira les périodes de sol nu en couvrant le sol (paillage, mulch, bandes fleuries ou enherbées dans les rangs...) pour limiter l'érosion, l'évaporation et le ruissellement, utilisera plus de produits résiduaires organiques (fumiers, lisiers, composts, déchets verts, digestats de méthanisation...) sources de carbone pour le sol, implantera si possible des cultures en altitude sans grignoter les espaces forestiers (ou gestion adaptative) pour bénéficier d'un climat plus frais... L'agriculture de conservation (conservation du sol par réduction ou suppression du labour, avec apport de matière organique au sol), l'agriculture biologique (remplacement des engrais chimiques de synthèse par les engrais organiques...) et l'agroforesterie, associant arbres et cultures ou élevage sur une même parcelle (grâce aux arbres, les cultures ont accès à des ressources supplémentaires), sont trois systèmes d'agriculture susceptibles de renforcer la séquestration du carbone dans les sols et compatibles avec les pratiques locales. L'agriculture de demain passera aussi par l'innovation et la recherche, du cycle de production à la mise sur le marché.



3.5. Un risque plus prononcé de retrait et de gonflement des sols argileux

Le retrait et le gonflement des argiles (RGA) est un phénomène physique qui touche les sols. Il se définit par une modification du volume des sols argileux en alternant des phases de rétractation (retrait) et des phases d'amplification (gonflement). C'est durant les périodes de sécheresse que l'argile se rétracte, durcit et craquelle. Pendant les périodes humides, l'argile gonfle et devient « élastique ». Ces phases sont très liées aux variations de la quantité d'eau présente dans le sol, mais aussi aux événements climatiques (Figure 14).



Certaines argiles peuvent perdre 10 % de leur volume en séchant et en gagner autant en se réhydratant. Le facteur principal de déclenchement étant lié aux événements climatiques extrêmes, la fréquence de ce phénomène risque de s'accroître ces prochaines décennies. En effet, le changement climatique en cours se traduira par une intensification de certains événements avec l'alternance répétée de sécheresses (augmentation des températures, multiplication et allongement des périodes sèches) et de fortes pluies (intensification des épisodes méditerranéens). L'équilibre hydrique des sols argileux sera alors menacé par ces changements, ce qui aura des répercussions sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Les sols de la Métropole Nice Côte d'Azur sont partiellement argileux et, de manière générale, le risque d'aléa retrait-gonflement est faible à modéré. Selon le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), un tiers de la surface du département est classé en aléa faible, 11 % en moyen et 1 % en fort. Nice est principalement classée en aléa moyen : ce dernier concerne principalement « les formations argileuses minces ou discontinues, présentant un terme argileux non prédominant, où les minéraux argileux gonflants sont en proportion équilibrés » (décret n°2019-495 du 22 mai 2019). Dans la Métropole, l'aléa fort concerne des secteurs correspondant à des formations essentiellement argileuses, épaisses et continues, où les minéraux argileux gonflants sont largement majoritaires. Avec le changement climatique, le risque aura tendance à s'amplifier, avec des effets directs et indirects. À l'avenir, dans les zones urbanisées, davantage de constructions et infrastructures pourraient donc être déstabilisées et dégradées. Dans les Alpes-Maritimes, les sinistres sont aujourd'hui plus concentrés sur la bande littorale ouest. Sur l'ensemble des communes de la Métropole, depuis 1982, 40 reconnaissances de l'état de catastrophe

naturelle sont publiées au Journal Officiel suite à des mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols. Les dégâts sont principalement observés sur les constructions légères, comme les maisons individuelles. La rétraction et le gonflement du sol fragilisent et fissurent les fondations et les murs, nécessitant de lourdes dépenses à la charge des propriétaires, mais aussi des assureurs, de la collectivité, de l'État... D'après le Commissariat général au développement durable (CGDD), « les coûts moyens d'indemnisation d'un sinistre retrait-gonflement sont de l'ordre de 15 000 euros par maison, mais ce montant s'avère très variable d'un sinistre à l'autre ». La fragilisation des sols aura donc des incidences sur le bâti, les infrastructures, les équipements... Les principales victimes seront également le foncier et le marché de l'immobilier, avec une possible chute des prix au mètre carré. Les conséquences économiques, sociales et psychologiques ne sont donc pas à minorer.

Ce risque naturel est encore méconnu des acteurs locaux. Les acteurs de l'immobilier par exemple ne prennent pas compte (ou de manière marginale) ce phénomène de rétraction-gonflement dans leurs transactions (Zoom 5). La communication relative aux enjeux et effets associés est donc insuffisante. Une campagne d'informations localisées et fiables est à lancer pour sensibiliser les habitants et les professionnels. Vu l'évolution du climat, une réévaluation du risque sera aussi nécessaire pour anticiper et réduire les effets et les coûts.

Le facteur principal de déclenchement étant lié aux événements climatiques extrêmes, la fréquence de ce phénomène risque de s'accroître ces prochaines décennies.

Zoom 5. Le retrait et gonflement des argiles, un phénomène encore sous-évalué par les professionnels de l'immobilier

Les professionnels de l'immobilier risquent d'être davantage confrontés au phénomène de retrait et de gonflement des argiles (RGA) ces prochaines décennies (Photo 19). Ils sont les premiers témoins du mouvement des sols qui se traduira à l'avenir par une baisse probable des prix de vente de certains biens immobiliers et des terrains. Pour évaluer la prise de conscience des agences immobilières, le GREC-SUD a récemment pris contact avec plusieurs agents qui ont reconnu leur méconnaissance (parfois totale) du risque RGA. Ce manque de connaissances limite grandement la prévention et la mise en œuvre de mesures appropriées lors des transactions.

D'après les agences, ce risque n'était jusqu'à maintenant pas pris en compte dans le diagnostic immobilier et ne faisait pas l'objet d'un contrôle malgré les dispositions de la Loi ELAN. Cette loi de 2018 porte sur l'évolution du logement, de l'aménagement et du numérique, et les décrets associés précisent qu'une étude géotechnique est obligatoire en cas de vente de terrain constructible, dans les zones classées en aléa moyen et fort du risque RGA. Cette obligation, qui devait entrer en vigueur au 1^{er} janvier 2020, manquait de précision et a été clarifiée par les trois arrêtés du 22 juillet 2020 :

- pour toute vente d'un terrain constructible non bâti, le vendeur a l'obligation de réaliser une étude géotechnique ;
- concernant la vente d'un terrain constructible bâti, le vendeur a le devoir d'informer le potentiel acquéreur de l'existence du risque et de l'obligation de réaliser une étude s'il souhaite construire ou étendre la construction existante.

Aujourd'hui, il est nécessaire de sensibiliser les différents acteurs du territoire au phénomène de RGA et à ses effets, mais aussi de rendre plus explicite la réglementation en vigueur. Réévaluer les risques locaux permettra aux professionnels de l'immobilier de mieux se préparer aux éventuelles fluctuations des prix des biens et de conseiller de manière pertinente les futurs propriétaires.



Photo 19. Fentes de dessiccation dans l'argile (© BRGM, F. Michel).

4. Quels risques sanitaires?

L'un des enjeux majeurs du changement climatique est le risque sanitaire qui est pluriel : lors de la canicule de 2003, la France a connu une forte surmortalité (15 000 morts supplémentaires) ; la pollution de l'air, responsable de maladies cardiovasculaires, respiratoires et neurologiques, cause 48 000 morts par an dans notre pays ; les événements climatiques extrêmes provoquent des troubles psychiques (dépressions, anxiété)... Des mesures sont mises en œuvre pour limiter ces impacts sanitaires (plan canicule, plans de protection de l'air...), mais leur efficacité est encore insuffisante. L'inconfort thermique, les interactions pollution de l'air et climat, et les allergènes sont abordés dans ce chapitre.

4.1. Quel confort thermique des habitants dans les cœurs urbains ?

Avec le changement climatique, les vagues de chaleur sont plus fréquentes et plus intenses en été et le deviendront encore plus si les émissions de gaz à effet de serre ne diminuent pas dans l'atmosphère. En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, durant les périodes de canicules, les températures journalières dépasseront largement 40 °C, même dans les vallées alpines. À l'intérieur des terres, en plaine, les valeurs franchiront le seuil de 48-50 °C, en cas de scénario pessimiste après 2050. Les températures atteintes en juin 2019 ne seront ainsi plus assimilées à des événements exceptionnels. Sur la zone côtière métropolitaine, grâce à l'influence de la mer en journée (plus grande inertie des masses d'eau), les températures n'ont pas jusqu'ici atteint de telles valeurs extrêmes (record à Nice : 37,7 °C le 1er août 2006), mais les températures maximales sont susceptibles de régulièrement dépasser 37 °C à la fin du siècle en cas de scénario pessimiste. Dans les secteurs à l'abri en retrait de la mer, les températures franchiront le seuil de 40 °C avec des records probablement proches de 44 °C.

Comme actuellement, la chaleur sera encore plus accablante à l'avenir dans les villes si aucune mesure d'adaptation au changement climatique n'est appliquée. En effet, des écarts de 5 à 6 °C, parfois plus,

sont enregistrés entre les cœurs urbains et leurs périphéries (espaces agricoles et ruraux). Les surfaces minéralisées (béton, goudron...), la faible circulation de l'air entre les bâtiments, l'absence de végétation et de surfaces en eau favorisant l'évapotranspiration et l'évaporation (effet rafraîchissant), et les activités humaines (industrie, transport, climatisation, etc.) sont responsables de cet excès de chaleur qui s'accumule dans les matériaux durant la journée, avant de lentement

diminuer pendant la nuit. Pour améliorer le confort thermique des habitants et préserver leur santé, il est nécessaire de modérer les îlots de chaleur urbains (ICU) qui tendent également à concentrer la pollution de l'air en ville. Des pistes et stratégies complémentaires existent : privilégier la nature en ville (exemples : plantations de forêts urbaines et d'arbres de rue, toits végétalisés...), choisir des revêtements clairs pour augmenter l'albédo des bâtiments et des matériaux urbains (facade blanche d'un bâtiment → forte réflexion du rayonnement solaire), diminuer les rejets de chaleur générés par l'industrie et le transport, éviter de généraliser la climatisation (chaleur restituée dans les rues), faciliter la circulation des flux d'air dans les quartiers neufs ou réhabilités en fonction des vents et types de temps dominants, privilégier la construction de logements traversants, occulter les fenêtres pour éviter le rayonnement direct (persiennes), réintroduire des points d'eau sans gaspiller la ressource...

Repenser le cœur de villes (Photo 20) est aussi une manière d'offrir des espaces urbains plus agréables, partagés et apaisés, de renforcer la séquestration du carbone (filière bois, sols, biomasse), de réduire les émissions de gaz à effet de serre (atténuation), de développer l'agriculture urbaine (toits, espaces dédiés) et les circuits courts, de réduire la pollution de l'air (dépôt des particules en suspension sur les feuilles par exemple), de favoriser la biodiversité...



Photo 20. Coulée verte du Paillon à Nice (© Gilles Ehrentrant).

La température est un indicateur qui n'illustre que partiellement le confort thermique des habitants. En effet, un air chaud et sec est beaucoup plus supportable qu'un air chaud et humide. L'indice humidex qui intègre les « effets combinés de la chaleur et de l'humidité » le montre : avec 20 % d'humidité relative et une température de 40°C, l'inconfort thermique est le même qu'avec 70 % d'humidité relative et une température de 31°C (valeur humidex de 43). En bord de mer, l'atmosphère est plus humide donc l'inconfort thermique des habitants est atteint plus rapidement. Comme il est probable que les températures maximales en été atteignent ou dépassent régulièrement 39-40°C sur le littoral métropolitain quel que soit le scénario à l'horizon 2050, les

habitants subiront des coups de chaleur fréquents et intenses qui auront des effets sur leur santé physique et mentale, notamment pour les personnes les plus fragiles. En cas de scénario pessimiste, les températures maximales estivales les plus chaudes (percentile 90) apporteraient un inconfort thermique extrême avec un humidex proche de 55 se traduisant par des conditions de vie très pénibles, d'autant que les nuits resteraient très chaudes empêchant les organismes de récupérer. En 60 ans, à Nice, les nuits tropicales (température minimale supérieure à 20 °C) ont quintuplé (§1.2). Avec le réchauffement climatique, ce chiffre continuera à croître dégradant la qualité de vie et la santé des habitants.

4.2. Bilan de la qualité de l'air sur le territoire de la Métropole Nice Côte d'Azur

Même si la qualité de l'air s'améliore progressivement sur le territoire de la Métropole Nice Côte d'Azur, comme sur l'ensemble du territoire français, l'enjeu sanitaire reste majeur. Le lien entre météorologie, climat et pollution de l'air est établi. Le climat méditerranéen, par ses caractéristiques, contribue à l'accumulation des polluants dans l'atmosphère. L'absence de précipitations par exemple empêche le lessivage des particules. Les étés secs favorisent l'éclosion et le développement des feux de forêt, l'assèchement des sols, ce qui contribue au renforcement des émissions de polluants. L'ozone troposphérique¹⁸ provient de polluants primaires rejetés principalement par les transports et les industries qui sont transformés sous l'effet du rayonnement solaire. Les niveaux élevés d'ozone sont également favorisés par les fortes températures en été.

La baisse de la pollution de l'air est constatée pour les polluants règlementés NO₂ et PM10 : respectivement -17 % et -27 %. Les valeurs limites règlementaires ne sont pratiquement plus dépassées sur le territoire : 7 % de la population est touchée en 2019, aux abords des axes à fort trafic. En revanche, les lignes directrices (LD) de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), plus protectrices que les valeurs règlementaires, sont dépassées pour les particules très fines (PM2,5, les plus nocives pour l'appareil respiratoire) : environ 32 % de la population de la Métropole est exposée en 2019, soit 173 000 habitants (Figure 15). Les populations les plus exposées vivent dans les centres urbains denses, surtout sur la frange littorale où se concentrent les

grandes voies de circulation et l'aéroport.

À Nice, 153 000 personnes subissent les effets de ce dépassement de la ligne directrice OMS pour les PM2,5 en 2019. C'est aussi 30 % de la population de Cagnessur-Mer et 20 % de celle de Saint-Laurent-du-Var. Ces particules ont des origines multiples, mais, sur le territoire métropolitain urbain ou rural, elles sont principalement issues du secteur résidentiel (39 %) : chauffage domestique, notamment au bois, brûlage des déchets verts pourtant interdit toute l'année et règlementé par arrêté préfectoral (n°2014-453 en date du 10 juin 2014). Le transport routier reste toutefois la source prépondérante de pollution en étant à l'origine de 64 % des émissions de NO (oxydes d'azote) et de 31 % des émissions de PM2,5. Le transport maritime et aérien représente quant à lui 15 % des émissions de NO, et 5 % des émissions de particules fines, mais il est à l'origine de nombreuses nuisances locales relayées par les citoyens riverains les plus affectés.

L'ozone est le principal polluant, notamment en zone rurale, à l'origine d'épisodes de pollution, surtout en été. Ce polluant secondaire se forme sous l'effet du rayonnement solaire et de réactions complexes entre des polluants primaires anthropiques provenant des grandes villes ou zones industrielles. Les tendances annuelles montrent une dégradation lente au fil des ans. Ainsi, 17 % de la population de la Métropole est toujours exposée au dépassement de la valeur cible (seuil de protection pour la santé) pour l'ozone, soit 89 000 habitants en 2018.

¹⁸ Troposphère : basse couche de l'atmosphère.

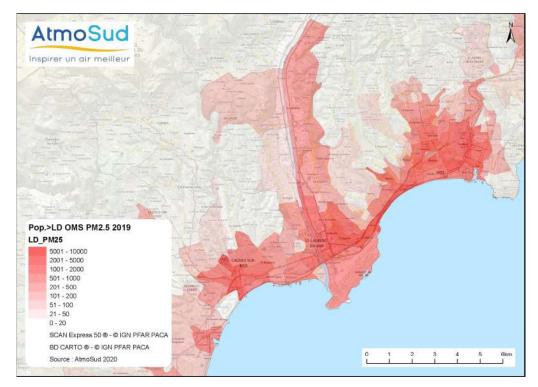


Figure 15. Secteurs où la population est exposée au dépassement de concentrations de particules fines (PM2,5) en 2019 selon les lignes directrices de l'OMS (source : AtmoSud).

Les grands enjeux sanitaires se concentrent donc sur les principaux secteurs émetteurs que sont les transports et le secteur résidentiel. Des actions ont été mises en place et doivent se multiplier pour permettre une mobilité moins polluante (augmentation des transports en commun, des flottes électriques, des écoquartiers, des pistes cyclables, de la végétalisation des voies...).

17 % de la population de la Métropole est toujours exposée au dépassement de la valeur cible pour l'ozone, soit 89 000 habitants en 2018.

4.3. Une exposition aux allergènes plus longue et plus intense

La végétalisation fait partie des solutions avancées pour limiter la hausse des températures en ville, piéger les polluants de l'air, améliorer la santé et le bienêtre de la population, notamment en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. La végétation en ville est bénéfique pour l'homme, mais peut également présenter des inconvénients, d'autant que ce sont souvent des espèces toxiques (par exemple, le laurier rose ou l'if commun qui peuvent provoquer des troubles cardiaques, voire la mort, en cas d'ingestion accidentelle) ou allergisantes qui ont été plantées au cours du siècle passé, dans les espaces privés et publics. Ainsi, de nombreuses

espèces pollinisées par le vent (Tableau 3) sont responsables d'allergies respiratoires ou oculaires (rhinite, conjonctivite, toux sèche, asthme...), comme par exemple, le cyprès dont le pollen représente aujourd'hui la première cause d'allergie respiratoire dans les villes du sud-est de la France, devant les acariens et le pollen de graminées. Par ailleurs, la pollution atmosphérique des centres urbains influence non seulement la structure du pollen, mais aussi son contenu en allergènes¹⁹.

L'allergie aux pollens touche désormais au moins 25 % des enfants et 20 % des adultes.

¹⁹ En fragilisant la paroi externe des grains de pollen et en la rendant particulièrement sensible à la dessiccation, les polluants gazeux et particulaires favorisent la libération dans l'atmosphère de fines particules biologiques potentiellement allergisantes, dont la taille ne dépasse pas quelques microns, et qui peuvent pénétrer profondément dans les voies respiratoires inférieures.

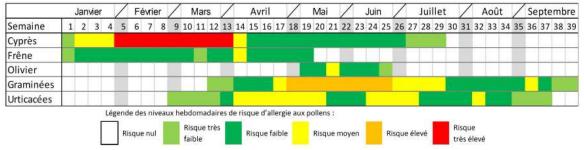


Tableau 3. Le calendrier pollinique régional des cinq principales espèces allergisantes (source : Réseau national de surveillance aérobiologique).

Dans le Midi méditerranéen comme dans la majeure partie de la France, l'allergie aux pollens touche désormais au moins 25 % des enfants et 20 % des adultes, avec un quasi-doublement de la prévalence au cours des 20 dernières années. Enjeu majeur de santé publique, l'allergie sera probablement favorisée par le changement climatique car l'augmentation des GES dans l'atmosphère, et notamment du CO_2 , se traduira très probablement par une modification de la structure des grains de pollen et de l'intensité de la pollinisation. Avec des différences non négligeables d'une espèce ou d'une famille botanique à l'autre, les principaux impacts seront :

- un allongement de la durée de la saison pollinique : peu marqué en région Provence-Alpes-Côte d'Azur pour les Cupressacées et l'olivier, il est net pour les graminées (+4,5 % par an depuis 1989 à Nice) et pour les Urticacées;
- une augmentation des quantités de pollens émis: indiscutable par exemple pour l'olivier à Nice (+2,4 % par an depuis 1990) et pour le cyprès, mais il n'est pas toujours facile d'évaluer la part du changement climatique et des modifications de l'occupation du sol;

 une augmentation du caractère allergène de certaines espèces végétales, telles que le bouleau et l'ambroisie pour lesquelles la teneur du grain de pollen en allergènes majeurs augmente sous l'effet d'une exposition à une atmosphère enrichie en CO₂.

Tous ces impacts s'accompagneront d'une augmentation de la prévalence des rhinites allergiques polliniques.

L'objectif est donc de diversifier les plantations afin de diminuer la concentration de pollens d'une même espèce dans l'air. Dans certains cas, le choix d'espèces stériles ou produisant peu de pollens constitue également une option intéressante. Mais les efforts ne doivent pas se limiter au choix des espèces puisque l'entretien des espaces végétalisés urbains est tout aussi primordial pour limiter le risque d'allergie. Une taille régulière des espèces allergisantes empêche les fleurs d'apparaître et, donc, diminue la quantité de grains de pollen libérée dans l'air. De même, une tonte fréquente des pelouses empêche les graminées de fleurir et, de ce fait, de devenir allergisantes.



5. Quelles pistes pour favoriser l'atténuation et l'adaptation?

Face aux risques liés au changement climatique, les scientifiques ne se contentent pas d'analyser, d'informer et d'alerter. Ils sont nombreux à se rapprocher des acteurs territoriaux pour identifier des pistes d'adaptation au changement climatique et d'atténuation des émissions de GES pertinentes et multi-échelles. Vu la rapidité de l'évolution du climat, leur volonté est d'accélérer les transitions pour atteindre la neutralité carbone le plus tôt possible et préserver ce qui peut encore l'être. Leur objectif est d'accompagner autant que possible les acteurs locaux (décideurs, collectivités, gestionnaires...) pour renforcer l'action au quotidien. Mais quels chemins suivre ? Une sélection de pistes est présentée dans ce chapitre.

5.1. L'énergie et mobilité au cœur des enjeux locaux

L'engagement dans les transitions énergétiques et écologiques impose des transformations et mutations profondes en matière d'énergie et de mobilité pour réduire l'empreinte carbone de la Métropole et offrir des alternatives aux usagers des transports. Le développement des énergies renouvelables et de modes de transport plus doux sont nécessaires pour accompagner les transitions à l'échelle métropolitaine et répondre au défi du changement climatique.

5.1.1. Quelles énergies renouvelables pour réduire les émissions de gaz à effet de serre ?

La neutralité carbone à l'horizon 2050 (avec une baisse d'au moins 40 % des émissions de GES d'ici 2030) est une nécessité pour limiter le réchauffement climatique et ses effets, et ainsi réduire les impacts des sécheresses, vagues de chaleur, pluies diluviennes... Les mesures d'atténuation, associées aux stratégies d'adaptation au changement climatique, permettraient de limiter le réchauffement climatique à 2 °C, voire moins, si les actions sont efficaces et généralisées dans tous les pays. Localement, l'un des impératifs est de réduire la consommation d'énergie et d'éviter les gaspillages. L'électrification des navires à quai, la maîtrise des émissions GES de l'aéroport de Nice, le report des déplacements effectués en véhicule individuel vers le vélo, le train, le bus, le tramway ou le développement des modes de déplacement alimentés par les énergies renouvelables, avec en plus la création de zones à faibles émissions, sont aussi des pistes à suivre, tout comme l'accroissement de la production d'énergie renouvelable qui est l'un des leviers essentiels pour atteindre la neutralité carbone.

Aujourd'hui, l'énergie est responsable de 97 % des émissions de GES du territoire Nice Côte d'Azur (PCAET Nice Côte d'Azur, Bilan et stratégie, 2019). Les principales sources d'énergie contribuant aux émissions de GES sont les produits pétroliers, le gaz naturel et l'électricité (émissions indirectes). En ce sens, le plan climat-air-énergie territorial (2019-2025) donne comme ambition d'augmenter de 9 à 18 % la part d'énergie renouvelable dans son mix énergétique. Les différents atouts du territoire lui confèrent la possibilité de diversifier les sources d'énergie. L'ensoleillement record de la Métropole fait de l'énergie solaire la principale source d'énergie renouvelable disponible. Le territoire possède en effet un potentiel de développement élevé de la filière solaire (électricité et chaleur) : production à grande échelle sur grandes toitures (Photo 21) ou à partir de centrales photovoltaïques au sol, ou à petite échelle (toitures des maisons individuelles par exemple).

Actuellement, l'hydraulique est l'énergie renouvelable la plus déployée (un peu plus de 60 % de la produc-

tion). Pour autant, la filière a encore une marge de progression avec l'implantation d'aménagements de « grande hydraulique » (dont la puissance dépasse 10 MW) et de « petite hydraulique ».



Photo 21. Panneaux photovoltaïques sur grande toiture, Parc d'activités logistiques de Nice (© ValEnergies).

De son côté, l'éolien terrestre est limité par la présence de zones naturelles protégées, la topographie accidentée sur le littoral comme en montagne, la progression continue de l'urbanisation (recul des espaces disponibles), le scepticisme des acteurs locaux convaincus qu'il dégrade la qualité des paysages, la concurrence avec le foncier, et le vent qui est moins fréquent et fort qu'en vallée du Rhône par exemple. Il existe des petites éoliennes en milieu urbain de faible puissance, sur toit ou au sol, dérivées de technologies variées, qui ont l'avantage de s'intégrer aux paysages urbains, mais leur efficacité est réduite sur ce territoire. Elles peuvent toutefois représenter des solutions très locales, temporaires, en appui à d'autres sources d'énergie. En mer, le potentiel éolien off-shore (posé et flottant) est plus significatif, mais les conditions optimales (vents marins soutenus et réguliers combinés à des fonds de faible profondeur) ne sont pas réunies. Pour les autres énergies marines (énergie hydrolienne, houlomotrice, marémotrice...), le territoire ne bénéficie pas non plus de ressources suffisantes à leur exploitation. En effet, la houle et les courants ne sont pas suffisamment forts et les gradients de température, ainsi que l'amplitude des marées, ne sont pas adaptés.

Certaines filières de géothermie (échanges de chaleur avec le sous-sol), thalassothermie (échanges de chaleur avec la mer) et récupération de chaleur pour la production d'énergie thermique sont prometteuses. Pour la production d'électricité, la Métropole ne dispose pas d'une source géothermique à haute température (> 150°), ce qui est un frein. Mais la production de chaleur, le long du Var, est possible grâce au déve-

loppement de la géothermie sur nappe. Sur le reste du territoire, la géothermie sur sonde est plus appropriée. Concernant les énergies de récupération, la valorisation de la chaleur fatale²⁰ peut s'effectuer au niveau industriel et dans les deux data centers dont est équipé le territoire. Pour la thalassothermie (dispositif particulièrement adapté à la climatisation des bâtiments par rejet de chaleur en mer), le littoral réunit les caractéristiques adéquates à son déploiement.

Le bois énergie est aussi l'une des énergies renouvelables susceptibles d'être encouragée et exploitée, surtout à l'échelle locale : il permet de répondre à la fois à des besoins de chaleur et d'électricité (la production d'énergie thermique offre cependant un meilleur rendement). Le territoire possède également le potentiel pour produire de l'énergie à partir de la valorisation des déchets et du biogaz.

Ces dernières années, le territoire s'est engagé dans le déploiement des « smart grids » (système de distribution assurant en temps réel l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité à partir des technologies de l'information et de la communication) qui contribuent à l'amélioration de la performance et à l'efficience énergétique. Ces réseaux intelligents facilitent et contribuent à l'intégration des EnR. Ces systèmes conciliés à des dispositifs innovants (stockage d'électricité par exemple) sont à encourager pour à la fois réduire de manière drastique les émissions de GES et donc contribuer à la lutte contre le changement climatique, mais aussi sécuriser les besoins en énergie d'un territoire aujourd'hui dépendant de ressources énergétiques externes.

5.1.2. Des modes de mobilité plus doux

Pour favoriser les modes de mobilité plus doux, il est essentiel d'offrir des services (accessibilité, gain de temps, intermodalité...) susceptibles de concurrencer les avantages offerts par la voiture individuelle. Pour accélérer la mobilité durable, des projets fleurissent de l'échelle nationale à locale. La Métropole NCA fait partie des territoires qui mettent en œuvre des mesures concrètes pour accompagner les usagers, même s'il faut aller plus loin.

Depuis 2009, la Métropole NCA a opté pour un schéma de transports qui favorise les modes de déplacement

doux ou à énergie propre (vélo, voitures électriques, tramway [Photo 22], bus, train...). Le territoire tend aujourd'hui vers une mutation progressive des infrastructures de transport en commun en sites propres, augmente le nombre de véhicules dédiés et leur fréquence. Pour les adeptes de la voiture individuelle, la Métropole déploie un réseau électrique, grâce notamment au développement d'un parc automobile électrique, l'Autobleue (voiture partagée, réduction de la pollution de l'air, stationnement facilité...), et aux nombreux points de recharge. En parallèle, le réseau Vélobleu (système de location de vélos en libre-service disponibles 24h/24

²⁰ Chaleur résiduelle issue d'un procédé et non utilisée par celui-ci (définition ADEME).

et 7j/7 entre Nice et Cagnes-sur-Mer) s'élargit et le nombre d'utilisateurs des pistes cyclables s'accroît. De manière générale, le vélo permet une réduction des nuisances et des contraintes de tout type (bruit, temps de trajet, coût de déplacement et de stationnement, polluants atmosphériques...). Son usage encore insuffisant se heurte à des obstacles qui freinent sa progression : comportement à risques des automobilistes (non-respect des distances, stationnement sur les pistes cyclables...) surtout dans les zones où la délimitation entre les modes de transport reste floue (souvent à l'avantage de la voiture), vols fréquents, nombreuses pentes, manque de pistes cyclables protégées... Pour inciter les citadins à privilégier de manière permanente le vélo et les modes doux pour les trajets domicile-travail ou domicile-loisirs, il est essentiel de développer des pistes cyclables réservées, plus sécurisées et ombragées, ponctuées de garages ou de box surveillés. Changer les modes de déplacement n'effraie pas les citoyens, mais pour changer les habitudes (parfois tenaces), il faut offrir des alternatives désirables en insistant sur le bien-être, l'activité sportive, la convivialité, le plaisir, la sécurité, l'intermodalité, la rapidité et la ponctualité des moyens de transport, la propreté, l'accessibilité à tous... Les entreprises et la collectivité territoriale peuvent aussi proposer des incitations financières durables pour réduire le coût d'acquisition des vélos et des nouveaux moyens de transport. La communication est aussi un levier pour convaincre les usagers, en insistant sur les temps de parcours, le confort, la garantie de circuler sans entrave et en toute simplicité, la qualité et la sûreté des infrastructures... L'usager a besoin de confiance pour se déplacer.

Pour favoriser les modes de mobilité plus doux, il est essentiel d'offrir des services susceptibles de concurrencer les avantages offerts par la voiture individuelle.



Photo 22. Tramway à Nice (© Métropole NCA).

La mobilité numérique est une composante essentielle des transports de demain. De nouveaux outils et services de mobilité peuvent être créés grâce au partage et à la mutualisation de données. Des calculateurs d'itinéraires multimodaux proposent par exemple des parcours de « porte à porte » ; des plateformes optimisent les trajets citadins en combinant divers moyens de transport dans la ville (bus, tramway, voiture, métro,

vélo)... Les outils numériques sont aussi d'excellents relais pour informer les usagers : fréquentation des sites, cartes interactives pour localiser les places disponibles, navigateur multimodal associé à un système de navigation embarqué... Les nouvelles pratiques n'excluent pas les moyens de transport plus classiques comme les taxis, par exemple, qui doivent aussi se réinventer.

La crise sanitaire de la Covid-19 a remis au centre des débats de nombreux enjeux qui dépassent parfois les clivages politiques : autonomie alimentaire, sécurité sanitaire, surconsommation, mobilité... Sur ce dernier point, les élus ont multiplié les déclarations d'intention sur la mobilité durable, douce ou active. L'année 2020 marque peut-être un tournant, avec un changement de regard sur le transport qui offre une grande liberté à tous depuis des décennies, mais qui affecte durement la santé publique et l'environnement : pollution atmosphérique (trafic routier, ports, aéroport...), émissions massives de GES aggravant le réchauffement climatique, nuisances sonores... Le transport à outrance et l'usage déraisonnable des véhicules thermiques ne sont pas des solutions durables, pas plus que la surfréquentation touristique ou les innombrables déplacements pendulaires. Il est temps que la mobilité sobre émerge. La marche à pied et les déplacements à vélo doivent réinvestir l'espace public sur le long terme. Pour respecter l'objectif affiché par la loi d'orientation des mobilités, la part modale du vélo doit atteindre 9 % en 2024 et 12,5 % en 2030 (3 % aujourd'hui) : il est donc urgent de développer les réseaux cyclables sécurisés, d'apaiser les villes, de réduire nos déplacements non indispensables, de partager nos véhicules (covoiturage), de penser « vélotaf » et télétravail... La mobilité douce pollue peu, voire très peu (bus, tram, train, vélo, marche), et la mobilité active lutte très efficacement contre les affres de la sédentarité. Dans cette logique d'amélioration des transports, l'objectif de transfert modal de la voiture à hauteur de 15 % en 2030 doit être respecté, conformément au Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET). De manière générale, les ambitions du Plan climat-air-énergie territorial (PCAET), toutes actions confondues, doivent se rapprocher de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte et du SRADDET. La transition tant attendue n'apportera que des bienfaits et du bien-être, et permettra de tendre vers la neutralité carbone en 2050.

Zoom 6. Des moyens de transport innovants à mettre en place

Par rapport au vélo, le vélomobile (Photo 23, ci-dessous : © Vélo mobile Club France) présente des avantages : protection du cycliste contre les intempéries et les chutes grâce à la carrosserie, stabilité renforcée avec les trois roues, efforts minimisés grâce à la position couchée, compartiment pour les bagages... Il existe des modèles sportifs performants et d'autres très confortables pour aller au travail ou voyager tranquillement, et des modèles spécifiques adaptés aux usages urbains. Avec son côté pratique, écologique, confortable et économique, le vélomobile est une alternative crédible à condition d'assurer un minimum de sécurité. Mais ce n'est pas le seul ! D'autres moyens de transport sont prometteurs :

- transport à la demande : facilité par les applications mobiles, il répond à des besoins spécifiques de déplacement pour desservir les zones peu denses, les secteurs non desservis par une ligne régulière ou pendant les heures de faible affluence. Il permet de désenclaver les territoires (arrière-pays par exemple) et d'offrir plus de liberté au quotidien...;
- lignes de pédibus : trajet domicile-école à pied. Ces lignes sont sécurisées, écologiques, économiques et pédagogiques;
- remontées mécaniques : avec la topographie de la Métropole, l'installation de remontées mécaniques serait envisageable pour relier les fonds de vallée et les collines environnantes par exemple. Ce moyen de transport est relativement coûteux et son débit est parfois critiqué, mais, selon les conditions d'utilisation et l'équipement mis en place, il est potentiellement rentable dans le temps. L'originalité, l'espace et le confort des nouvelles cabines sont également des atouts pour attirer les usagers;
- « Busway », réseaux de bus à haut niveau de service assurant aux usagers fréquence et ponctualité : hors centre et hypercentre des pôles urbains, ce système est aussi à encourager;
- système de réservation de bus par téléphone ou via une application mobile... La mobilité douce ne doit pas être une option, mais un mode de vie au quotidien. Les initiatives locales sont bien accueillies par les habitants, ce qui ne signifie pas que les pratiques changent. La mise à disposition temporaire ou permanente de titres de transport à moindre coût ou gratuits, ou le prêt de vélo pour expérimenter la mobilité douce sont des premiers leviers pour changer les habitudes de chacun. Le changement passera par la découverte!



5.2. Le rôle des écosystèmes et de la végétation

Dans le contexte de changement climatique, il est essentiel de préserver la santé des écosystèmes qui assurent de multiples services. Les dégrader revient à augmenter la vulnérabilité du territoire et les risques associés à l'évolution du climat. Pour mieux comprendre leur rôle déterminant, des sous-chapitres sont proposés à travers les problématiques de biodiversité, de séquestration du carbone et d'îlots de chaleur urbains.

5.2.1. Préserver les services fournis par les écosystèmes

Les services écosystémiques sont les bénéfices que les humains retirent des écosystèmes. Ils dépendent de l'ensemble de la biodiversité d'un écosystème, même des espèces les plus ordinaires (Photo 24). Ils sont essentiels à toutes les dimensions de notre vie à travers l'approvisionnement (nourriture, énergie...), la régulation (pollinisation des cultures, régulation des crues, stockage de carbone...) et le bien-être (éducation, inspiration...).

Tous les écosystèmes (forêts, espaces agricoles, milieux aquatiques terrestres...) fournissent des services de nature et en proportions variables : services d'approvisionnement (nourriture, bois, gibier...), de régulation (stockage de carbone, filtration de l'eau, climat, crues, habitats des espèces sauvages...), culturels (loisirs, éducation, patrimoine...), financiers (récolte de bois et de bois énergie représentent près de 2,9 milliards d'euros)... En France, par exemple, les forêts forment un puits net de carbone estimé à environ 96 millions de tonnes équivalent²¹ CO₂ (eqCO₂) par an, incluant arbres vivants, nécromasse²² et sol, et même 130 millions de tonnes eqCO2, soit près du quart des émissions annuelles françaises, si toute la filière-bois est considérée (CGDD, 2019). La régulation de la qualité de l'eau par les forêts a été évaluée dans les Vosges entre 99 et 138 euros par ha et par an en coûts de traitements évités, auxquels il faut ajouter les bénéfices des produits de récolte, le maintien des sols, la minimisation de impacts de chutes de blocs en montagne ou bien les activités récréatives ayant d'importants bénéfices de santé.

Les services écosystémiques sont indispensables aux humains, mais les pressions environnementales actuelles (intensification agricole, urbanisation, changements climatiques) ont des effets directs sur les écosystèmes et se répercutent sur les services qu'ils peuvent fournir. Il est donc urgent de mieux concilier le développement de nos activités dans les territoires

et la préservation d'écosystèmes en bonne santé. Ainsi, c'est la diversité des écosystèmes et leur état de conservation qui est la clé d'une fourniture durable des services écosystémiques dont nous dépendons. La prise en compte des services écosystémiques dans les politiques publiques s'est récemment développée (exemple : loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, n° 2016-1087), mais ils restent relativement absents des évaluations environnementales. Adosser l'évaluation des services écosystémiques aux évaluations de biodiversité éclairerait la planification territoriale en aidant à arbitrer la vocation de certains espaces. Cette évaluation peut intégrer la capacité des écosystèmes à fournir un service (valeur biophysique : exemple du bois d'œuvre en m³/ha), la valeur marchande ou la volonté de payer ce service (valeur économique : exemple de la séquestration du carbone en euros par ha et par an) et la préférence ou priorité accordée au service par les citovens (valeur sociale). Le concept des services écosystémiques permet ainsi de mieux appréhender les valeurs diverses des écosystèmes et met en lumière la complexité des interdépendances entre l'humain et la nature.



Photo 24. La diversité et la qualité des habitats est importante pour la diversité et l'abondance des services écosystémiques (village semi-perché de La Bollène-Vésubie, © Franck Guigo, PN du Mercantour).

²¹ Mesure métrique consistant à comparer les émissions des différents GES sur la base de leur potentiel de réchauffement global (PRG) respectif.

²² Matière organique morte.

5.2.2. Les enjeux partagés de la séquestration du carbone et de la perméabilisation des sols

L'exploitation des énergies fossiles (extraction du charbon, du pétrole et du gaz, production d'énergie...), l'industrie, le transport, le bâtiment, le changement d'occupation des sols, l'agriculture, les incendies ou encore la déforestation rejettent dans l'atmosphère du dioxyde de carbone (CO₂), du méthane, du protoxyde d'azote... De manière générale, les émissions de carbone (CO₂ ou équivalent CO₂) dépassent largement les capacités de stockage²³ et de séquestration²⁴ des écosystèmes naturels marins (océans, mers) et terrestres (forêts,

biomasse souterraine et aérienne, zones humides²⁵...). En d'autres termes, le puits de carbone, constitué de réservoirs tels que l'atmosphère, l'hydrosphère (masses d'eau), la biosphère (végétation haute et basse dite « biomasse ligneuse ») et la lithosphère (litière, subsurface et sol ou biomasse souterraine), est saturé, ce qui se traduit par un déséquilibre chronique (Figure 16) renforçant, jour après jour, l'effet de serre responsable des changements climatiques à l'échelle globale et locale.

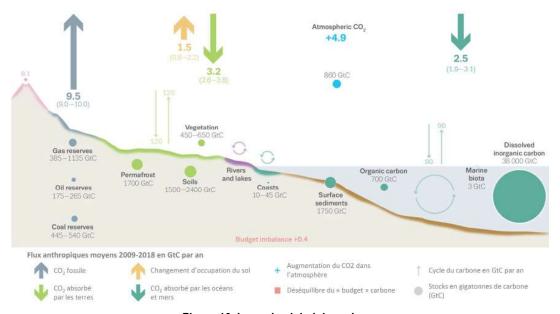


Figure 16. Le cycle global du carbone (source : Global Carbon Project, supplemental data of Global Carbon Budget 2018).

Le stockage et la séquestration du carbone suit un cycle caractérisé par deux échelles de temps :

- le cycle long (temps géologiques) caractérisé par l'accumulation de combustibles fossiles organiques, gaz, pétrole, etc.;
- le cycle court (quelques années à un siècle), caractérisé par les processus de photosynthèse et de respiration. Les plantes captent le CO₂ dans l'atmosphère grâce à la photosynthèse, fixent le carbone du CO₂ et l'incorporent dans la biomasse, puis dans les sols sous forme de composés organiques par les racines et la décomposition des plantes et d'autres organismes vivants. Le carbone piégé dans le sol résulte alors de l'absorption d'une partie du CO₂ de l'air.

Grâce à la photosynthèse, la biomasse permet de stocker le CO₂ sous forme de matières organiques vivantes ou mortes. Cette production de matières organiques (stockage temporaire de CO₂) nourrit les autres êtres vivants qui vont ensuite dégager une partie du CO₂, mais aussi permettre un stockage du carbone dans la litière et les sols sous forme d'humus, ou dans les roches énergétiques (tourbe, charbon, pétrole, gaz, etc.). Les matières organiques assurent des fonctions essentielles dans les sols en termes de fertilité chimique (nutrition des plantes), fertilité biologique (ressource trophique des organismes vivants du sol), qualité physique (rétention de l'eau, structure du sol), mais aussi en termes de qualité de l'eau (par la production de nitrates et phosphates, et la rétention des pesticides et

²³ Quantité totale de carbone stockée à un instant t dans un ou plusieurs puits de carbone.

²⁴ La séquestration intervient quand les flux entrants de carbone (puits) sont supérieurs aux flux sortants (sources).

²⁵ Elles émettent du méthane, mais leurs bénéfices sont considérés supérieurs (puits de carbone naturels).

métaux), de qualité de l'air (production de gaz à effet de serre) et de gestion du cycle des polluants. Les matières organiques se renouvellent constamment par apport et biodégradation (débris végétaux et organismes vivants, molécules organiques associées aux minéraux du sol).

Les sols contiennent trois fois plus de carbone que l'atmosphère ou la végétation terrestre, ce qui signifie qu'il faut éviter de déstocker le carbone des sols, d'autant que, potentiellement, les sols et la biomasse déstockent beaucoup plus vite qu'ils ne stockent. Les stocks de carbone sont ainsi soumis à des « flux » correspondant aux variations de teneur en carbone liées à différents facteurs tels que la croissance des forêts, le changement d'affectation des sols, le choix des cultures, la gestion d'apports exogènes et le changement climatique.

L'imperméabilisation des sols et la séquestration du carbone sont intimement liées dans le contexte de changement climatique. En effet, plus les sols sont imperméables, plus leur potentiel de séquestration se réduit et plus le risque de réchauffement climatique augmente, sans parler de perte de biodiversité, de fertilisation des sols, de qualité de vie... Imperméabiliser ou dégrader les sols revient donc à réduire le potentiel de séquestration des sols et à renforcer par exemple les risques de crues. Un sol minéralisé (goudron, béton...)

ou une parcelle agricole caractérisée par un tassage du sol suite aux passages répétés des engins empêchent ou réduisent l'infiltration de l'eau et la capacité utile (réserve utile en eau d'un sol), augmentent le ruissellement de surface, même en cas de pluies modérées, et accentuent l'érosion des sols qui participe activement à leur appauvrissement. Ce constat est parfaitement connu et partagé, mais les aménagements urbains, périurbains et même ruraux, malgré la définition des zones inondables ou à risques, ne respectent pas toujours les recommandations.

Pour limiter la vulnérabilité des territoires face au changement climatique et séquestrer le carbone, il est impératif d'associer les différentes approches. La Métropole Nice Côte d'Azur, malgré ses efforts et sa volonté de végétaliser la ville, doit systématiquement privilégier des actions visant à « naturaliser » les occupations de surface, à renforcer la séquestration du carbone dans les sols et dans le bâtiment (constructions en bois par exemple) en choisissant les puits les plus efficaces et durables au moins sur le cycle court. Lors du bilan du PCAET métropolitain (2019-2025) à mi-parcours, il conviendra d'évaluer si les mesures de séquestration du carbone dans les sols agricoles et forestiers, la biomasse, mais aussi dans la filière bois locale, sont performantes ou du moins prometteuses, et si les actions de perméabilisation sont suffisantes.

5.2.3. Quelles variétés d'arbres pour lutter contre les îlots de chaleur urbains ?

L'îlot de chaleur urbain se caractérise par l'observation de températures plus élevées dans une zone urbaine que dans son environnement immédiat. Dans un contexte de changement climatique, la végétation participe à la réduction des îlots de chaleur (Figure 17) : les zones boisées urbaines sont 2 à 6 °C plus fraîches que le reste de la ville ; une rangée d'arbres diminue plus modestement la température de l'air environnant (1 °C). L'arbre rafraîchit l'air ambiant par ombrage direct au sol ou sur les bâtiments et par évapotranspiration. Un arbre mature prélève jusqu'à 450 litres d'eau dans le sol par jour et la rejette dans l'air sous forme de vapeur d'eau. Une réduction de 5 à 6 °C par l'emploi judicieux de la végétation permettrait de réduire la consommation énergétique pour l'air climatisé de 50 à 70 %.

En plus de contribuer à la biodiversité (§5.2.1), les espaces verts en ville peuvent réduire la pollution de l'air, séquestrer du carbone, réguler la température de l'air, atténuer le ruissellement des eaux pluviales, réduire le

bruit et fournir des avantages récréatifs, sociaux et esthétiques. La végétation facilite le dépôt de particules et de gaz à la surface des feuilles, absorbe les polluants gazeux (dioxyde d'azote et ozone).

L'écologisation urbaine est une stratégie gagnant-gagnant au bénéfice de la qualité de l'air, du microclimat et d'un urbanisme favorable à la santé. D'une part, les arbres en ville stockent du carbone responsable du changement climatique et de l'autre, ils permettent d'atténuer les effets des canicules, l'une des manifestations du changement climatique. Cependant, pour une réduction optimale des îlots de chaleur et une amélioration optimale de la qualité de l'air en ville, le principe est de planter « le bon arbre au bon endroit », sans quoi les effets pourraient s'avérer négatifs.

Les zones boisées urbaines sont 2 à 6 °C plus fraîches que les surfaces minérales.

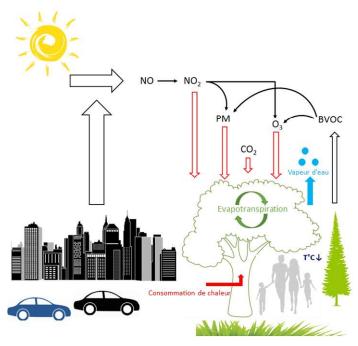


Figure 17. Les surfaces végétalisées pour réguler l'effet de l'îlot de chaleur et atténuer la pollution de l'air : monoxyde d'azote (NO₂), ozone troposphérique (O₃), dioxyde de carbone (CO₂), particules (PM), composés organiques volatils biogéniques (BVOC) (source : Sicard et al.).

La végétation choisie doit avoir un feuillage caduc et peu de branchages pour réduire l'ombrage au minimum pendant l'hiver, lorsque le gain solaire est souhaité. Pour optimiser les bénéfices, les programmes de plantation d'arbres doivent sélectionner diverses essences :

- adaptées aux conditions climatiques locales et à l'environnement urbain;
- diversifiées et résistantes (maladies, ravageurs, sécheresse, ozone);
- émettant peu de composés organiques volatils et pollens allergènes;
- présentant une capacité maximale d'élimination des particules, dioxyde d'azote et ozone;
- à croissance rapide, plus longue durée de vie et faible entretien.

Les essences, qui répondent à la fois aux contraintes climatiques et urbaines et ayant une capacité optimale de réduction des niveaux de polluants dans l'air ambiant, sont les *Acer platanoïdes* (ex. : érables) et dans une moindre mesure *Ailanthus altissima* (ex. : Ailante glanduleux), *Carpinus sp.* (ex. : Charme commun), *Cedrus atlantica* (ex. : Cèdre de l'Atlas) et *Crataegus sp.*

(ex.: Aubépine).

La végétation peut être disposée ou densifiée dans de nombreux espaces, comme :

- le long des axes routiers (plantation ponctuelle d'arbres et de végétation) ;
- sur le pourtour (bandes végétalisées) et à l'intérieur (îlots végétalisés) des espaces asphaltées de stationnement ;
- sur les terrains publics (parcs, cours d'école, etc.) et sur les terrains privés. La canopée doit être assez large, pas trop basse ni trop dense, au risque de « piéger » la pollution et la chaleur.

L'arbre en ville contribue ainsi à diminuer de façon locale, mais relativement significative, la température de l'air et crée, par ce biais, un îlot de fraîcheur urbain. Les toits et murs végétalisés, dont la capacité d'élimination des polluants est bien moindre que les arbres, peuvent être utilisés pour compléter la contribution des arbres urbains dans la réduction des îlots de chaleur.

L'arbre en ville contribue à diminuer localement la température de l'air et crée, par ce biais, un îlot de fraîcheur urbain.

Zoom 7. Les quatre couleurs des continuités écologiques

En matière de trames vertes et bleues, la Métropole a la volonté de maintenir des « corridors écologiques majeurs et des axes d'échanges secondaires », ce qui est essentiel pour préserver la biodiversité locale terrestre, aquatique ou marine sur le long terme. Les trames vertes et bleues (TVB) sont issues du Grenelle de l'environnement de 2007 quand les politiques d'adaptation au changement climatique et d'atténuation des émissions de GES n'étaient pas aussi prégnantes qu'aujourd'hui. Leur rôle est avant tout de contribuer aux continuités écologiques, notamment dans les paysages les plus artificialisés et fragmentés, en « maintenant et reconstituant un réseau d'échanges pour que les espèces animales et végétales puissent, comme l'homme, circuler, s'alimenter, se reproduire, se reposer... et assurer ainsi leur cycle de vie ». L'ambition est donc d'inscrire la préservation de la biodiversité dans les décisions d'aménagement du territoire et d'améliorer « le cadre de vie et l'attractivité résidentielle et touristique ». Avec le changement climatique, les TVB, mais aussi bleu marine (préservation de la vie sous-marine) et noires (lutte contre la pollution lumineuse²), doivent être systématiquement intégrées aux dispositifs et stratégies d'adaptation au changement climatique et d'atténuation des émissions de GES, et donc aux plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET) et aux outils de planification associés (plan local d'urbanisme intercommunal, schéma de cohérence territorial...), avec des objectifs communs comme :

- la préservation et le développement de la biodiversité ;
- la végétalisation des villes et espaces périurbains (implantation de forêts urbaines par exemple) ;
- le développement de jardins partagés et de l'agriculture urbaine ;
- la lutte contre les îlots de chaleur urbains pour réduire l'inconfort thermique des habitants ;
- la réduction de la pollution de l'air grâce la présence d'arbres ;
- la séquestration du carbone dans les sols et la végétation.

Les TVB sont inscrites au PLU de la Métropole Nice Côte d'Azur et mentionnées dans le PCAET (2019-2025) à travers des fiches d'actions (routes durables, pistes cyclables...). Les TVB sont des zones vitales interconnectées permettant la circulation des espèces animales ou la protection des habitats par exemple. Elles ne sont pas à confondre avec les coulées vertes, comme la promenade du Paillon à Nice par exemple, qui apportent verdure, mobilier urbain, jeux, promenades et fontaines, mais qui ne jouent pas le rôle fondamental des continuités écologiques qui dépasse largement la plantation d'arbres ou de bandes enherbées. Les continuités écologiques n'assurent pas seulement le fragile maintien de la biodiversité, elles l'enrichissent (réservoir).

Les outils de planification, régissant l'aménagement local, ne doivent pas être des freins à l'épanouissement de la biodiversité, car le cadre réglementaire et le droit peuvent évoluer si nécessaire. Avec le changement climatique, mais aussi le transport international facilitant l'introduction d'espèces invasives, il est important d'évaluer les conditions de vie et de survie de la faune et de la flore métropolitaines, et de surveiller le développement des nouvelles espèces susceptibles de perturber la biodiversité locale, voire de l'éroder. Une coopération est également indispensable pour gérer les stratégies de protection de la biodiversité et multiplier les continuités écologiques à l'échelle interterritoriale et régionale.



²⁶ La pollution lumineuse artificielle perturbe les espèces nocturnes.

5.3. Nouvelles pratiques agricoles et partage des ressources en eau

L'adaptation au changement climatique est une opportunité pour mettre en place de nouvelles pratiques agricoles et un dispositif de partage des ressources en eau pour pallier aux éventuelles pénuries en cas de sécheresse. Ces évolutions ne doivent pas être subies, mais au contraire encouragées, car leur finalité est positive pour l'ensemble des acteurs territoriaux.

5.3.1. Des pratiques agricoles pour protéger la santé, le climat et le territoire

L'adaptation au changement climatique, l'atténuation des émissions de GES et la pandémie de la COVID-19 font peu à peu évoluer les mentalités. De manière générale, la crise sanitaire a montré par exemple la nécessité et l'appétence des citoyens à une plus grande souveraineté alimentaire. Les filières longues ont en effet montré leurs limites et le potentiel de création et de redéploiement des emplois vers l'agriculture et l'alimentation de proximité est avéré. Les transitions énergétiques et écologiques nécessitent aussi des circuits courts, des productions locales, des mesures de non-gaspillage et d'économies d'énergie...

Aujourd'hui, sur le territoire métropolitain, il serait pertinent de faire évoluer les pratiques agricoles pour favoriser une alimentation de qualité, et plus particulièrement une alimentation méditerranéenne, marginalisée ces dernières décennies au profit d'une alimentation industrielle gourmande en importations (Europe, Asie, Amérique du Sud...). Pour lutter contre le changement climatique et la pollution de l'air, l'alimentation, qui émet 25 % des émissions de GES (production, transformation, distribution, consommation) à l'échelle planétaire, a un rôle important à jouer, sachant que le gaspillage (pertes agricoles et déchets alimentaires), représentant quant à lui un quart de la production agricole mondiale, est responsable de 8 à 10 % des émissions (chiffres 2016).

Un retour, au moins partiel, à l'alimentation méditerranéenne, traditionnelle dans notre région, est une piste intéressante. Elle est globalement bénéfique pour la santé (moins de surpoids et d'obésité, recul de certaines maladies), respectueuse de l'environnement, et présente des qualités qui répondent aux enjeux économiques, culturels, patrimoniaux²⁷... Le régime alimentaire méditerranéen est équilibré et faiblement émetteur de GES : plus de volaille que de viande rouge²⁸, poissons et œufs (en quantités raisonnables), fruits et légumes de saison, céréales, huile d'olive, peu de produits transformés... Associé à l'introduction de menus végétariens et à la tendance au flexitarisme²⁹, il réduit d'autant plus les émissions de GES. Autre avantage : la culture des légumes secs permet de fixer l'azote atmosphérique et de fertiliser les sols. Des cantines scolaires ont aussi prouvé qu'il était possible, à coût constant et en limitant le gaspillage, de passer au 100 % bio avec des produits locaux, et d'élaborer des menus complets proposant, par exemple, des produits laitiers de provenance ovine ou caprine qui réduisent l'empreinte environnementale et climatique. La restauration scolaire, en accord avec les dispositions de la loi EGALIM³⁰, est un bon vecteur pour sensibiliser les jeunes, le personnel, les responsables et les décideurs à une alimentation plus végétale, en démontrant toutes ses qualités, y compris gustatives.

Mais attention, légumes, légumineuses et fruits sont excellents pour la santé et l'environnement, à condition de respecter les saisons, de produire en adoptant des techniques de type agroécologique ou agroforesterie, de choisir les zones de cultures et les variétés les plus adaptées aux contraintes actuelles et à venir (ressources en eau, altitude, spécificités géographiques, sols, sécheresses, inondations, salinisation...), de choisir des méthodes durables pour le maraîchage, l'arboriculture, la pisciculture, la pêche (Photo 25), l'élevage à travers le pastoralisme (Photo 26)... Il s'agit donc de produire dans le respect des êtres vivants et de l'environnement, tout en préservant les ressources et en suivant les saisons, de conserver et transformer en revenant aux bases de l'agronomie et aux traditions tout en associant des méthodes innovantes durables.

²⁷ La cuisine niçoise est inscrite au patrimoine culturel immatériel de la France. Une demande de classement est en cours pour entrer dans le patrimoine mondial de l'UNESCO.

²⁸ L'élevage de bovins émet de grandes quantités de GES.

²⁹ Mode d'alimentation d'origine animale et végétale en quantité raisonnée.

³⁰ https://agriculture.gouv.fr/les-mesures-de-la-loi-egalim-concernant-la-restauration-collective.





Photo 25. Pêche locale (© Métropole NCA). Photo 26 Transhumance à Roubion (© Gîte de France, Les Chardons).

Avec le changement climatique, il est ainsi nécessaire de trouver des méthodes culturales adaptées, mais il faut également redynamiser certaines filières. Par exemple, les légumineuses présentent l'avantage de fertiliser les sols tout en demandant peu d'eau. Elles font partie intégrante de l'alimentation méditerranéenne et peuvent également nourrir les animaux d'élevage à proximité. De plus, des solutions techniques concrètes comme les serres bioclimatiques, les solutions fondées sur la nature ou encore les low-tech (basse technologie) se développent, mais c'est aussi le système global qui est repensé avec des approches techniques et sociales, comme l'agroécologie et la permaculture. Plus que des systèmes agricoles performants et adaptés,

l'objectif est de développer une agriculture locale, biologique, durable, humaine et résiliente.

Les comportements des agriculteurs, des professionnels des filières agricoles et des citoyens sont prêts à changer, mais sans portage politique, coopération, entraide, gouvernance partagée pour atteindre la résilience alimentaire, rien ne sera possible. La Métropole Nice Côte d'Azur, en sa qualité de collectivité territoriale, a un rôle majeur à jouer sur le long terme. Avec son projet alimentaire territorial, elle a l'occasion unique de fédérer les acteurs territoriaux pour concilier environnement, santé, social et économie (Zoom 8).

Zoom 8. Le projet alimentaire territorial métropolitain

La Métropole Nice Côte d'Azur (NCA) a lancé en décembre 2020 son projet alimentaire territorial (PAT). Grâce à cet outil, la concertation et la coopération entre les différents acteurs de la chaîne alimentaire (producteurs, transformateurs, logisticiens, distributeurs, consommateurs) doivent favoriser des approvisionnements locaux, méditerranéens et durables. Le PAT privilégie les filières locales, les échanges avec les territoires voisins, la logistique des premiers et derniers kilomètres, tout en favorisant la santé, une moindre spéculation du foncier (acquisition de foncier agricole par les communes par exemple), l'économie, les emplois de proximité (Photo 27, ci-contre : vendanges sur le territoire Nice Côte d'Azur, © Métropole NCA), la justice sociale et la baisse des émissions de GES.



³¹ L'agroécologie associe agronomie, écologie et sciences sociales pour développer des systèmes agricoles viables et durables, à l'inverse des systèmes intensifs. Elle s'appuie notamment sur les fonctions et services des écosystèmes naturels, les savoir-faire agricoles respectueux de l'environnement et préservant les ressources naturelles.

³² La permaculture privilégie une approche systémique visant à développer un système durable et résilient associant les hommes et la nature. Elle encourage notamment l'agroécologie et l'agriculture biologique afin de maintenir l'intégrité et la fertilité des sols sans usage de produits phytosanitaires, mais aussi toutes les pratiques culturales ne compromettant l'avenir des écosystèmes au sens large (mécanisation très limitée, écoconstruction, EnR au profit des énergies fossiles...). Elle est considérée comme une éthique, une philosophie et même une science car elle s'intéresse à l'ensemble des composantes d'un système : site de production agricole, biodiversité locale, services et bénéfices écosystémiques, paysages, interactions permanentes homme-nature, liens sociaux, bien-être des êtres vivants...

5.3.2. Gérer et partager les ressources en eau pour tous les usages

Le territoire de la Métropole dispose de ressources en eau abondantes utilisables et disponibles pour les besoins domestiques et ceux des activités industrielles. Sa situation hydrologique, privilégiée dans la région, peut donner une image de « suffisance ». Or, les cours d'eau sont fortement sollicités et la limite de ce système s'est déjà fait sentir lors de précédents épisodes de sécheresse estivale ou d'étiage hivernal, associés aux périodes de fortes demandes domestique et touristique (balnéaire et de montagne). Sur le territoire, les ressources en eau sont majoritairement utilisées pour soutenir les besoins d'alimentation en eau potable (AEP). qui représentent 90 % des volumes prélevés. Assurée par les nombreuses sources de montagne dans le hautpays, l'AEP du territoire se fait majoritairement via les eaux de surface de la Vésubie et de la nappe alluviale du Var. Moins conséquents, les besoins de l'industrie et de l'agriculture, assurés également par ce réseau, amplifient les pressions sur ces deux ressources. Les impacts attendus du changement climatique sur la ressource en eau (intensification des situations déficitaires), couplés aux perspectives de développement du territoire (pressions démographique et touristique croissantes), laissent présager une aggravation des tensions autour des différents usages et une amplification des enjeux relatifs à la préservation des milieux.

Fortement motivé par l'enjeu de sécurisation de l'AEP, le territoire s'efforce, depuis une quinzaine d'années, de développer une politique de gestion intégrée et mutualisée des ressources, pour en garantir l'équilibre d'exploitation et leur préservation qualitative et quantitative. Il s'est doté de forts atouts pour relever les défis du futur : une base de connaissances solides issues d'études hydrogéologiques relatives aux ressources, à leur vulnérabilité et potentialité, un réseau de surveillance maillé et unifié par les différents gestionnaires... En parallèle, la mise en place d'actions structurelles a permis de nombreuses améliorations, telles que la diminution de plus de moitié des prélèvements dans la nappe de la basse vallée du Var, grâce à l'optimisation du réseau et les possibilités de report modal en cas de situation de crise qualitative ou quantitative, via les travaux d'interconnexion (qui ont montré l'intérêt d'étendre cette solution aux réseaux voisins).

L'épisode de sécheresse extrême de 2017 (Photo 28, ci-dessous: Paillon, 4 août 2017, © Maxppp), qui a duré jusqu'à début 2018 dans les territoires de montagne, a toutefois montré la fragilité de la gouvernance. En effet, le seuil d'alerte a été dépassé mi-août 2017, mais l'arrêté préfectoral d'alerte renforcée a été émis le 31 octobre, une fois le « seuil d'alerte renforcée nettement et durablement franchi » (Figure 18). Cette attente s'explique par le fait que le débit du Var a longtemps oscillé entre débit d'alerte et débit d'alerte renforcée, mais ce type de procédure affaiblit l'utilité des mesures de limitation des usages et réduction de consommation. Il en ressort la nécessité de renforcer les efforts déjà engagés dans l'optimisation continue de la modélisation, pour améliorer les outils de simulation de sécheresses et de support de décision comme AquaVar³³.



Au-delà des actions d'ajustement technique, il faut penser des trajectoires alternatives et appuyer des mesures de modification des usages. Aux Assises de l'eau en septembre 2020 à Nice, les agriculteurs ont d'ailleurs rappelé leur intérêt pour des solutions d'alimentation alternatives au réseau d'eau potable, comme les retenues collinaires, déjà utilisées pour la neige de culture, ou la réutilisation des eaux usées, la basse vallée présentant un fort potentiel avec la station d'épuration de Nice dont les eaux traitées sont rejetées en mer. Ces solutions doivent faire l'objet d'études exploratoires poussées autour de leur utilisation et conséquences sur le milieu environnemental. Des réflexions concertées, engageant tous les acteurs et la société, doivent être engagées pour permettre le développement d'un territoire plus résilient et économe à long terme.

³³ AquaVar est un outil d'aide à la gestion de la ressource en eau de la basse vallée du Var, développé par Polytech Lab/Université Sophia Antipolis, avec l'appui de la Métropole NCA, de la Régie Eau d'Azur et de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. Ses objectifs sont d'optimiser les sites de prélèvements et leurs ressources, d'intégrer les futurs projets d'aménagement, de prendre en compte l'évolution du climat et de simuler les situations de sécheresses et crues.

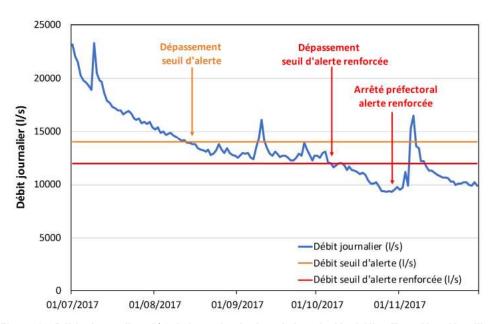


Figure 18. Débits journaliers (I/s) de la station hydrométrique Le Var à Nice [Pont Napoléon III - AVAL] entre juillet et novembre 2017. Les débits d'alerte et d'alerte renforcée du bassin versant du Var aval sont positionnés, ainsi que le déclenchement du seuil alerte renforcé par l'arrêté préfectoral du 31/10/2017 (sources : données brutes : DREAL PACA / Banque HYDRO - MEEDDAT/DGPR/SRNH).

5.4. Droit de l'urbanisme et protection de la population

Pour s'adapter au changement climatique et limiter les risques, les pratiques des acteurs territoriaux sont appelées à changer. Les dispositifs juridiques et les responsabilités des autorités publiques, en matière d'urbanisme et de protection de la population, évoluent vers davantage de prise en compte des enjeux climatiques. Il apparaît également essentiel d'améliorer les systèmes d'alerte et d'encourager les démarches participatives.

5.4.1. L'urbanisme, un levier pour agir

Les décisions en matière d'urbanisme peuvent contribuer à limiter les émissions de GES et à adapter le territoire métropolitain au changement climatique. Les objectifs portés par le SRADDET et le PCAET doivent se traduire dans le plan local d'urbanisme métropolitain (PLUm). Le code de l'urbanisme et le code de l'énergie contiennent des outils juridiques utiles à la mise en œuvre des mesures.

En ce qui concerne l'atténuation des émissions de GES, la sobriété énergétique, visant à lutter contre les gaspillages (extinction des lumières des bureaux et des commerces la nuit, modération de l'éclairage urbain, du chauffage ou de la climatisation des bâtiments publics), l'amélioration de la performance énergétique des nouveaux bâtiments (bâtiments à énergie positive BEPOS) et des bâtiments rénovés, la gestion intelligente des transports collectifs de personnes ou le télétravail, ou encore le développement d'énergies renouvelables sans consommation d'espaces naturels ou agricoles, font partie des compétences de la Métropole. Le PLUm peut également délimiter des secteurs à performances énergétiques et environnementales renforcées.

Sur les questions d'adaptation au changement climatique et de lutte contre les îlots de chaleur urbains, de nombreuses dispositions peuvent être renforcées dans les documents d'urbanisme : espaces classés (naturels, agricoles, boisés, alignements d'arbres...), coefficient de biotope, pourcentage de pleine terre dans les parcelles urbanisées, dispositions favorables à la santé... En outre, l'adaptation du littoral mériterait, à l'échelle de la Métropole, une réflexion sur la requalification des espaces publics. Limiter la circulation et le stationnement automobiles aurait un premier effet bénéfique sur la qualité de l'air et la santé publique, et libèrerait certains des plus beaux sites patrimoniaux des fronts de mer urbains. Une réflexion d'ensemble devrait permettre de favoriser les modes de déplacement doux, de rendre des espaces plus attractifs et d'aménager des solutions fondées sur la nature permettant de protéger le front de mer des risques littoraux (submersions et érosion).

5.4.2. Responsabilité juridique des collectivités locales et EPCI

Les responsabilités juridiques des collectivités locales et Établissement public de coopération intercommunale (EPCI) s'alourdissent progressivement. D'une part, la compétence « Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations » (GEMAPI) amène ces dernières à prendre en charge la gestion des milieux aquatiques et la protection contre les inondations (submersions marines comprises). Les élus locaux sont également responsables de la sécurité et de la salubrité publique, et peuvent s'opposer à des constructions exposées à un risque. Les décisions de justice concernant les constructions en zones de risques littoraux, qui ont

conclu à la responsabilité pénale du maire de la Faute-Sur-Mer, ont constitué un premier avertissement. Depuis, les contentieux environnementaux et climatiques se multiplient. Pour l'heure, ils sont dirigés contre l'État français ou contre des entreprises privées, mais il est possible que la responsabilité d'élus locaux puisse un jour être mise en cause. Elle pourrait se plaider en cas de non-respect des objectifs de qualité de l'air, ou en cas de carence ou de retard à la mise en œuvre de mesures efficaces de lutte contre l'effet de serre ou d'adaptation au changement climatique, ces deux missions incombant à tous les acteurs publics.

5.4.3. Vers des systèmes d'alerte participatifs



L'alerte à la population face aux aléas naturels à cinétique rapide (crues, incendies, submersions, tsunamis...) est une étape cruciale dans la gestion des catastrophes. Mais les outils disponibles en

France (sirènes, automates d'appel d'alerte...), parfois méconnus, sont rarement utilisés et ils ne couvrent pas tous les territoires (seulement 4 % des communes françaises sont équipées par au moins une sirène). La verticalité de la procédure, très hiérarchisée, induit aussi des longueurs dans la prise de décision.

L'alerte est un processus binaire : déclenchement ou non. Cette binarité s'oppose à la gradualité des aléas dans le temps et dans l'espace. Le pic d'une crue, l'instant précis de l'arrivée d'une submersion sur les côtes, etc. sont difficiles, voire impossibles à anticiper avec certitude. Cette difficulté se répercute sur la décision des autorités. Par ailleurs, le signal envoyé doit dicter une mise en sécurité individuelle et collective, ce qui requiert une compréhension et une perception de la situation. Ces actions diffèrent selon la nature des aléas, l'ampleur des enjeux, le niveau de vulnérabilité et de préparation à la crise des populations... Et elles peuvent aussi évoluer dans le temps et s'avérer contradictoires.

Sur le littoral azuréen, la gradualité des crues rapides est source d'hésitations pour les acteurs du territoire. Une crue est un processus continu et évolutif. À l'échelle de la Métropole Nice Côte d'Azur, les ruisseaux alimen-

tant des petits bassins versants côtiers peuvent réagir en moins de 15 mn, si les capacités d'infiltration sont dépassées. Les temps de réponse sont plus longs au niveau des grands bassins : 4h sur le Paillon, 20h à l'exutoire du Var... Les autorités peuvent juger la situation gérable et ne pas alerter pas la population. À l'inverse, si la dégradation est rapide, elles activent l'alerte avec un délai de mise en sécurité. Ce dernier est parfois suffisant comme ce fut le cas le 23/11/2019 dans les Alpes-Maritimes : à 17h11, les 32 sirènes SAIP du département ont retenti, et les premiers débordements sont intervenus à 19h30.

Pour réduire les délais d'alerte, des initiatives (réseaux sentinelles, réseaux vigilants, communautés virtuelles sur les réseaux sociaux) sont apparues pour remettre le citoyen au cœur du processus d'alerte. Elles ont pour avantage de fédérer des individus qui s'investissent « au nom du bien collectif ». Elles contribuent à la remontée des informations et produisent des connaissances qui sont captées ou mises à disposition des acteurs décisionnaires.

Grâce au développement des outils numériques et à l'essor des réseaux virtuels, des acteurs se sont aussi regroupés en « communautés » pour partager des informations, à l'image des sapeurs-pompiers qui utilisent WhatsApp. Des « voisins vigilants » peuvent aussi s'assurer de la transmission des vigilances et les lanceurs d'alerte se fédèrent dans le tissu associatif. Il est même possible d'associer à ces réseaux la téléassistance départementale permettant aux personnes âgées et aux adultes handicapés de contacter une centrale d'aide 7j/7 et 24h/24.

Ainsi, l'alerte couvre de très nombreux risques. La Direction de la prévention et de la gestion des risques de la ville de Nice a d'ailleurs conçu un service de télé-alerte multirisque. Ce dernier permet d'informer la population (principe du volontariat) en temps réel. Si les initiatives participatives sont bénéfiques, elles restent toutefois fragiles. Le maintien de ces structures induit un engagement individuel permanent, au nom d'une solidarité ou d'un collectif. Elles doivent aussi subsister dans la durée, faire sens, être reconnues par les autorités, reposer sur des infrastructures pérennes... Le développement de réseaux virtuels est une plus-value grâce aux solutions numériques. L'émergence des groupes ne sera jamais intégrée à la planification car elle ne peut être anticipée, mais les populations trouvent des moyens d'agir grâce aux nouveaux outils. Il faut donc les encourager. L'objectif n'est pas de dévoyer les consignes réglementaires, mais de les adapter.

Quels systèmes d'alerte pour demain?

À l'échelle de la France métropolitaine, deux innovations techniques vont arriver :

- la finalisation du déploiement à l'échelle nationale du Système d'Alerte et d'Information à la Population (SAIP), qui est attendu pour 2022, qui permettra de déclencher les sirènes à l'échelle d'une zone géographique adaptable à l'aléa dommageable, à l'aide d'une plateforme unique;
- 2. le déploiement d'un système d'alerte qui combinera

des SMS géolocalisés avec un centre de diffusion cellulaire (Cell BroadCast), pour respecter l'article 110 du décret sur les télécommunications approuvé par l'Union Européenne fin 2018.

Cette solution hybride permettra de s'adapter à la nature du danger, à la taille de la zone concernée, et elle marque un tournant dans les choix politiques opérés, puisque la priorité a très longtemps été accordée aux sirènes. La France deviendrait le seul pays au monde à avoir une telle solution.

Mais il faut aller au-delà de ces choix techniques et réellement utiliser les outils d'alerte de façon coordonnée et harmonisée, au risque de connaître des échecs, comme avec l'application smartphone SAIP (ouverte en juin 2016 et fermée en mai 2018). Les stratégies d'interpellation des personnes concernées par un danger en cours gagneraient à s'appuyer sur une communication cohérente et structurée, ce qui revient à diffuser la même information via différents canaux. Le problème actuel est aussi lié à la mise en œuvre d'une communication qui puisse changer le comportement de tous. Fournir des consignes à respecter ou former aux « gestes qui sauvent » dans un temps quotidien n'impliquent pas que la personne sera en capacité de se remémorer l'information au moment souhaité, en particulier quand la situation est stressante. Et les contenus des brochures distribuées aux populations (plaquettes d'information, DICRIM) sont partiellement compris et appropriés, car leur utilité est très souvent remise en cause en dehors de la crise.

Zoom 9. Une expérimentation pour superviser les crues à cinétique rapide

La ville de Nice a initié une nouvelle stratégie en vue d'améliorer la capacité des institutions à prévenir et gérer le risque inondation, et de renforcer la résilience du territoire grâce à la co-construction d'outils innovants et de plans d'actions en accroissant la participation des citoyens. En ce sens, elle a obtenu un financement du programme européen Marittimo Italie-France (http://interreg-maritime.eu/fr/web/proterina-3evolution/projet) pour mener conjointement le projet Proterina-3Evolution 2017-2020. Les actions de recherche, de développement et d'expérimentation se déclinent à l'échelle du bassin versant du fleuve Magnan suivant deux axes :

- le premier vise à concevoir, développer et expérimenter une plateforme innovante de supervision du risque inondation : croisement des données topographiques, géologiques, hydrologiques, météorologiques, etc. ; système de vidéosurveillance en temps réel permettant le développement d'une modélisation pluie/débit, la définition de seuils d'alerte de hauteur d'eau, la vitesse du flux et la détection d'objets flottants. Cette plateforme est appelée à devenir un outil expérimental pour déclencher une alerte précoce de la lame d'eau au moins une heure avant impact. La transposabilité de la plateforme sur d'autres cours d'eau est aussi l'un des objectifs ;
- le deuxième est orienté vers la communication avec la création d'un parcours pédagogique interactif (7 totems implantés le long du fleuve de l'embouchure : de la Promenade des Anglais au Pont du génie en amont du fleuve). L'objectif est ici d'intégrer la culture du risque inondation au plan local grâce à la dimension participative des citoyens (résidents et touristes) au sein des dispositifs de prévention et d'alerte.





Perspectives

Face au changement climatique, la Métropole Nice Côte d'Azur est confrontée à des enjeux socioéconomiques, politiques et environnementaux majeurs. De nouvelles pratiques doivent être privilégiées pour mettre en œuvre des stratégies efficaces et durables d'adaptation au changement climatique et d'atténuation des émissions de GES. Le territoire, de la mer à la montagne, est d'ores et déjà menacé, fragile et vulnérable face à l'évolution rapide du climat et aux événements climatiques extrêmes, mais il peut devenir plus résilient à l'avenir à condition de poursuivre ses efforts et hausser ses ambitions.

Le rapport spécial « Réchauffement planétaire de 1,5 °C » du GIEC³⁴ (2018) souligne que le coût des investissements en faveur de l'atténuation des émissions de GES et de l'adaptation au changement climatique est sans commune mesure avec le coût de l'inaction ou de mesures insuffisantes. L'analyse coûts-avantages est en effet très nettement au bénéfice de l'action rapide et efficace. En ce sens, chaque fraction de degré de réchauffement évité représente une économie à la société et limite la dégradation des écosystèmes. À l'avenir, notre lenteur à agir collectivement à la hauteur des enjeux sera non seulement dangereuse, mais coûtera également cher à la société.

Les individus ne perçoivent pas toujours la réalité du changement climatique. Les conséquences de l'évolution du climat sont en effet progressives (même si les événements climatiques extrêmes s'intensifient déjà) et s'expriment à des échelles temporelles et spatiales difficiles à appréhender. Les effets de l'augmentation des émissions de GES dans l'atmosphère, par exemple, n'ont pas été visibles immédiatement, et les pays en développement sont touchés de manière disproportionnée par rapport aux pays « riches ». De plus, nos modes de vie modernes sont profondément consommateurs d'énergie, dont la production est responsable d'émissions massives de GES. Aujourd'hui, réduire nos émissions de GES équivaut à changer nos modes de vie et requiert une profonde coordination entre élus, citoyens et experts, ce qui rend la tâche encore plus difficile.

Pour encourager l'action individuelle, différents déclencheurs ont montré leur efficacité : émotions, informations ou exemplarité. De nombreuses études en psychologie montrent que la pression sociale, l'exemplarité et la norme descriptive sont de puissantes sources de motivation pour la prise d'action individuelle. Les choix de nos proches, de voisins ou même d'inconnus en faveur de la mobilité douce ou de la performance énergétique des bâtiments, par exemple, peuvent agir comme des catalyseurs et être autant de messages illustrant ce « qui est attendu » de soi en tant que citoyen. Des compagnies d'électricité américaines ont vérifié, par exemple, l'efficacité des bilans de consommation d'énergie affichant en plus de sa propre consommation, celle d'autres foyers de son quartier. À l'échelle métropolitaine, il est important de mettre en œuvre une démarche de médiation environnementale, multi-acteurs (du littoral au haut-pays), pour faire évoluer les comportements et les pratiques.

Pour renforcer la détermination des citoyens, protéger les habitants, changer les modes de production et de consommation, préserver les biens communs, améliorer la qualité de vie de tous ou encore limiter la vulnérabilité des équipements et infrastructures, le collectif doit être placé au cœur des enjeux de l'adaptation et de l'atténuation. S'engager durablement dans les transitions et atteindre les objectifs de l'Accord de Paris³⁵ de 2015 et même les dépasser, car les engagements des États s'avèrent insuffisants pour éviter un réchauffement climatique de moins de 2 °C, imposent une prise de conscience collective, du citoyen au décideur. Les élus ont un rôle décisif à jouer pour protéger leurs administrés et leur territoire métropolitain. La sauvegarde et le développement de l'économie, parfois florissante, ne doivent pas être une excuse à l'inaction ou aux demi-mesures qui peuvent paraître suffisantes au premier abord. Les transitions présentent des opportunités pour créer des richesses et des emplois, à condition de faire preuve de plus d'équité, de justice sociale sur un territoire emprunt d'inégalités.

³⁴ www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_french.pdf

³⁵ Signé par 187 États et l'Union européenne.

Les décideurs doivent résolument s'engager dans les transitions, d'autant que les actualités montrent que les citoyens, et plus particulièrement la nouvelle génération, sont déterminés à changer la donne. L'État, les entreprises publiques et privées, les associations, les habitants, mais aussi les visiteurs dans certains cas, doivent contribuer aux efforts, partager la responsabilité des politiques et stratégies d'adaptation et d'atténuation. Cela passera notamment par une gouvernance plus participative et solidaire avec une imbrication logique des différents schémas locaux (plan local d'urbanisme intercommunal, schéma de cohérence territoire...). Consulter les habitants pour valider un projet ne suffit pas. Il faut les impliquer, les responsabiliser et leur donner une chance de décider de l'avenir de leur propre territoire en étant acteurs à part entière. Tout le tissu socio-économique de la Métropole Nice

Côte d'Azur doit se sentir impliqué et investi pour atténuer le choc du changement climatique. Pour réussir cet exercice, il faut rétablir la confiance entre les citoyens et les décideurs (qui sont eux-mêmes des citoyens), informer et transférer les connaissances sur les risques, alerter tout en ouvrant le champ des possibles, expliquer les mesures préventives, agir malgré les incertitudes, mettre en place des moyens

Les décideurs doivent résolument s'engager dans les transitions, d'autant que les actualités montrent que les citoyens, et plus particulièrement la nouvelle génération, sont déterminés à changer la donne.

coercitifs et incitatifs, changer la perception du risque pour favoriser les changements de comportement...

Dans ce contexte, la nouvelle instance de gouvernance locale, le Conseil de Métropole pour le climat de Nice Côte d'Azur, aura un rôle déterminant à jouer pour atteindre la neutralité carbone en 2050, et même avant si possible, mais aussi les objectifs du SRADDET et du PCAET (2019-2025) qui fera l'objet d'un bilan à mi-parcours. Sa réussite dépendra de sa capacité de mobilisation et d'innovation en matière d'intelligence collective pour co-construire un projet commun, mais aussi des moyens et des pouvoirs qui lui seront affectés.

Contributeurs

Un grand merci aux contributeurs qui ont synthétisé les connaissances scientifiques et techniques relatives au territoire de la Métropole Nice Côte d'Azur :

- 1. Cécile ALBERT (§5.2.1), chargée de recherche en écologie, Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie Marine et Continentale (IMBE), Centre national de la recherche scientifique (CNRS). Contact : cecile.albert@imbe.fr
- 2. Aurore AUBAIL (§4.3), chargée de mission, Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR Climat). Contact : aurore.aubail@air-climat.org
- 3. Raquel BERTOLDO (perspectives), maître de conférences en psychologie, Département de psychologie sociale et du travail, Aix-Marseille Université (AMU). Contact : raquel.bohn-bertoldo@univ-amu.fr
- Céline BERTRAND (§2.6), maître de conférences en écologie, Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie Marine et Continentale (IMBE), Aix-Marseille Université, Université d'Avignon, CNRS, IRD, IMBE, Marseille.
 Contact : celine.bertrand@univ-amu.fr
- 5. Élisabeth BLANCHET (§2.1, §2.2, Zoom 2, §3.5, Zoom 5), chargée de mission, Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR Climat), Marseille. Contact : elisabeth.blanchet@alumni.univ-avignon.fr
- Jacques BLONDEL (§2.2, Zoom 2), directeur de recherche émérite au CNRS, CEFE, Montpellier.
 Contact : jac.blondel@wanadoo.fr
- 7. Esteban BOPP (§5.4.3), doctorant en géographie, Département Sciences Humaines et Sociales, UMR ESPACE 7300 CNRS, Avignon Université (AMU). Contact : esteban.bopp@univ-avignon.fr
- 8. Sandrine CANDELIER (§5.3.1, Zoom 8), ingénieure, Service « Agriculture, alimentation durable et déchets verts », ADEME Provence-Alpes-Côte d'Azur, Marseille. Contact : sandrine.candelier@ademe.fr
- 9. Rosine CARTIER (§2.6), chercheuse, Université de Lund. Contact : rosine.cartier@geol.lu.se
- Anne CHANAL (§3.1), chef de groupe Risques et Territoires, Département Risques Naturels, Direction Territoriale Méditerranée, CE-REMA. Contact : anne.chanal@cerema.fr
- 11. Margot CHAPUIS (§5.4.3), maître de conférences en géographie, Département de Géographie, UMR ESPACE 7300 CNRS, Université Côte d'Azur (UCA). Contact : margot.chapuis@unice.fr
- 12. Franck CHARRIER (§3.1), chargé d'études, Groupe Risques et Territoires, Département Risques Naturels, Direction Territoriale Méditerranée, CEREMA. Contact : franck.charrier@cerema.fr
- 13. Jean-Pierre CLARAC (§2.1), paysagiste DPLG, maître de conférences, honoraire ENSP Versailles-Marseille, paysagiste-conseil de l'État et représentant du Président de la FFP PACA-Corse pour les Alpes-Maritimes. Contact : jp.clarac@wanadoo.fr
- 14. Flavia DORY (§2.6), doctorante en écologie, Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie Marine et Continentale (IMBE), Aix-Marseille Université, Université d'Avignon, CNRS, IRD, IMBE, Marseille. Contact : flavia.dory@imbe.fr
- 15. Johnny DOUVINET (§5.4.3), professeur en géographie, Département Sciences Humaines et Sociales, UMR ESPACE 7300 CNRS, Avignon Université (AU). Contact : johnny.douvinet@univ-avignon.fr
- 16. Sylvie DUPUY (§5.3.1, Zoom 8), chargée de mission agricole, direction Agriculture et montagne, Métropole Nice Côte d'Azur, Nice. Contact : sylvie.dupuy@nicecotedazur.org
- 17. Karine EMSELLEM (§5.4.3), maître de conférences en géographie, Département de Géographie, UMR ESPACE 7300 CNRS, Université Côte d'Azur (UCA). Contact : karine.emsellem@unice.fr
- 18. Dennis FOX (§5.4.3), professeur en géographie, Département de Géographie, UMR ESPACE 7300 CNRS, Université Côte d'Azur (UCA). Contact : dennis.fox@unice.fr

- 19. Sylvia GAHLIN (Zoom 9), responsable du Pôle Communication, Projets, Partenariats et Subventions, direction de la prévention et gestion des risques, Métropole Nice Côte d'Azur, Nice. Contact : sylvia.gahlin@nicecotedazur.org
- 20. Marie GARRIC (§5.1.2, Zoom 6), chargée de mission, Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR Climat). Contact : marie.garric@outlook.fr
- 21. Julie GATTACCECA (§2.3, §5.3.2), chargée de mission, Groupe régional d'experts sur le climat en Provence-Alpes-Côte d'Azur (GREC-SUD). Contact : julie.gattacceca@grec-sud.fr
- 22. Jean-Pierre GATTUSO (§2.4, §2.5), directeur de recherche, Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer, CNRS-Sorbonne Université-IDDRI. Contact : gattuso@obs-vlfr.fr
- 23. Béatrice GISCLARD (§5.4.3), maître de conférences contractuelle, Département Design, EA PROJEKT, Université de Nîmes (UN). Contact : beatrice.gisclard@unimes.fr
- 24. Marie-Laure LAMBERT (Zoom 4, §5.4.1, §5.4.2), maître de conférences, Laboratoire Interdisciplinaire Environnement et Urbanisme (LIEU), Aix-Marseille Université, Aix-en-Provence. Contact : ml.lambert@univ-amu.fr
- 25. Émilie LE FUR (§5.3.1, Zoom 8), ingénieure, Service « Gaspillage alimentaire », ADEME Provence-Alpes-Côte d'Azur, Marseille. Contact : emilie.lefur@ademe.fr
- 26. Frederika LHUISSIER (§5.3.1, Zoom 8), référente nationale « Restauration collective », Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, Marseille. Contact : frederika.lhuissier@agriculture.gouv.fr
- 27. Luisa MANGIALAJO (§2.4, §2.5), maître de conférences, Université Côte d'Azur, CNRS, Ecology and Conservation Science for Sustainable Seas (ECOSEAS). Contact : luisa.passeron-mangialajo@unice.fr
- 28. Nicolas MARTIN (§1.3), maître de conférences, directeur du Master 2 CRES (Climat, Risques, Environnement, Santé), UMR 7300 ESPACE, Université de Nice Sophia-Antipolis. Contact : nicolas.martin@unice.fr
- 29. Thibault MATHEVET (§2.3), ingénieur-hydrologue EDF, Centre Hydrométéorologique Alpes/Département Surveillance, Pôle EDF HY-DRO Grenoble Alpes-DTG. Contact : thibault.mathevet@edf.fr
- 30. Glwadys MOAL (§3.5), chargée d'actions de prévention-risques majeurs, direction de la Prévention et de la gestion des risques, Métropole Nice Côte d'Azur, Nice. Contact : glwadys.moal@nicecotedazur.org
- 31. Antoine NICAULT (§1.4), coordinateur général de l'Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR Climat), coordinateur et animateur du Groupe régional d'experts sur le climat en Provence-Alpes-Côte d'Azur (GREC-SUD), Marseille.

 Contact : antoine.nicault@grec-sud.fr
- 32. Claire PELLEGRIN (§5.3.1, Zoom 8), chargée de mission « Agroécologie », Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt Provence-Alpes-Côte d'Azur (DRAAF PACA), Marseille. Contact : claire.pellegrin@agriculture.gouv.fr
- 33. Mathieu PEROCHE (§5.4.3), maître de conférences en géographie, Département de Géographie, UMR IRD GRED, Université Paul Valéry Montpellier III (UPVM). Contact : mathieu.peroche@univ-montp3.fr
- 34. Damienne PROVITOLO (§5.4.3), chargé de Recherches au CNRS, UMR GéoAzur, Université Côte d'Azur (UCA). Contact : damienne.provitolo@geoazur.unice.fr
- 35. Philip ROCHE (§5.2.1), directeur de recherche en écologie, UMR RECOVER, INRAe, Aix-en-Provence. Contact: philip.roche@inrae.fr
- 36. Maithé ROSIER (§4.2), chargé d'action territoriale Alpes-Maritimes, AtmoSud, Nice. Contact : maithe.rosier@atmosud.org
- 37. Philippe ROSSELLO (coordination générale, conception, résumé, introduction générale, §1.1, §1.2, §1.3, §3.3, §3.4, §4.1, Zoom 1, Zoom 3, §5.2.2, Zoom 7, §5.3.1, perspectives), ingénieur en analyse spatiale et prospective, coordinateur et animateur du Groupe régional d'experts sur le climat en Provence-Alpes-Côte d'Azur (GREC-SUD), GeographR. Contact : philippe.rossello@geographr.fr
- 38. Olivier ROULLE (§1.2), responsable Études et Climatologie, Direction interrégionale Sud-Est, Météo-France, Aix-en-Provence. Contact : olivier.roulle@meteo.fr

39. François SABATIER (§3.2), maître de conférences, Aix-Marseille Université, CEREGE, CNRS, IRD, Collège de France.

Contact : sabatier@cerege.fr

40. Pierre SICARD (§5.2.3), docteur en chimie atmosphérique, service "Air pollution & forests", ARGANS. Contact : psicard@argans.eu

41. Laura VILLALONGA (§5.1.1), chargée de mission, Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR Climat). Contact : villalongalaura911@gmail.com

42. Denis ZANON (§3.3), directeur général, Office de tourisme métropolitain Nice-Côte d'Azur, Nice.

Contact: administration@nicecotedazurtourisme.com

Merci également aux membres du Comité régional d'orientations du GREC-SUD, et plus particulièrement à Yves BIDET (ingénieur retraité de Météo-France), Wolfgang CRAMER (IMBE), Suzanne DE CHEVEIGNÉ (directrice de recherche émérite, CNRS), Christophe DEMARQUE (AMU), Joël GUIOT (directeur de recherche émérite, CEREGE, coprésident du GREC-SUD) et Bernard SEGUIN (directeur de recherche émérite, Inra, coprésident du GREC-SUD) pour leur relecture et leurs orientations, Thierry BITOUZÉ et Airy CHRÉTIEN (Collectif Citoyen 06) pour leur prise de parole citoyenne, mais aussi Laure TEYSSEYRE (Métropole NCA), Yves PRUFER (Métropole NCA), Camille NICOLS (Métropole NCA) et Anthony MICHEL (Métropole NCA) pour leur accompagnement et leurs conseils.

Pour obtenir la liste des références bibliographiques sur lesquelles s'appuie cette synthèse des connaissances, prenez contact avec le GREC-SUD : contacts@air-climat.org

Comment citer cette publication du GREC-SUD?

La Métropole Nice Côte d'Azur face aux risques climatiques, Les cahiers du GREC-SUD édités par l'Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR Climat), juin 2021, 64 pages. ISBN: 978-2-491380-01-4





Face au changement climatique, les acteurs de la Métropole Nice Côte d'Azur s'interrogent. L'heure est à la prise de conscience et la mise en œuvre effective de mesures d'adaptation au changement climatique et d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. La volonté est de s'engager dans les transitions et de renforcer durablement la résilience du territoire.

Ce cahier territorial du GREC-SUD, commandé par la Métropole Nice Côte d'Azur, élaboré par le Groupe régional d'experts sur le climat en Provence-Alpes-Côte d'Azur (GREC-SUD), fait un point sur les connaissances scientifiques actuelles permettant d'appréhender les enjeux du changement climatique de manière transversale, et invite les acteurs territoriaux à agir de manière concrète.





L'association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR Climat), qui entend contribuer à la prise de conscience des enjeux du changement climatique, mais aussi aider à la recherche de solutions innovantes, encourage les transitions en coordonnant notamment le GREC-SUD.

Contact : contacts@air-climat.org AIR Climat : www.air-climat.org GREC-SUD : www.grec-sud.fr

