



L'impact du **changement climatique** sur la **qualité de l'air** dans la Métropole Rouen Normandie



RÉFÉRENT
GIEC LOCAL
Christophe LEGRAND

AUTEURS
Christophe LEGRAND,
Léo KAZMIERCZAK,
Frédéric CHARRIER

Sommaire

QUALITÉ DE L'AIR ET CHANGEMENT CLIMATIQUE : DES RELATIONS COMPLEXES.....	5
LE RISQUE D'UNE DÉGRADATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR PHYSICO-CHIMIQUE.....	6
LA STIMULATION DE LA PRODUCTION DE POLLENS	8
CONCLUSION : LES VOIES D'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR	9
RECOMMANDATIONS POUR L'AMÉLIORATION DES CONNAISSANCES	10
BIBLIOGRAPHIE	10

Qualité de l'air et changement climatique : des relations complexes

La question du lien entre changement climatique et qualité de l'air ne se pose pas uniquement en termes d'impact du climat sur la qualité de l'air mais également en termes d'émissions de polluants atmosphériques générateurs de gaz à effet de serre. Le rôle joué par le climat sur la qualité de l'air demeure complexe en raison de la variabilité des facteurs météorologiques et des actions visant à réduire les émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre. Il convient de distinguer les polluants atmosphériques qui affectent la santé humaine et l'environnement, des gaz à effet de serre (GES) qui contribuent au réchauffement de la Terre (bien que certains polluants participent aux deux phénomènes

comme l'ozone troposphérique (O_3) (Pierrefixe et Guégan, 2015). Celui-ci se forme par la réaction chimique des polluants précurseurs, à savoir le méthane (CH_4), les oxydes d'azote (NO_x), le monoxyde de carbone (CO) et les composés organiques volatils (COV), avec le rayonnement solaire et la chaleur.

L'amélioration de la qualité de l'air est bénéfique pour la santé humaine et la lutte contre le changement climatique. Toutefois, des réactions chimiques antagonistes peuvent renforcer le réchauffement du climat. C'est le cas notamment des émissions de dioxyde de soufre (SO_2) qui favorise un refroidissement de l'atmosphère.

Leur réduction participe donc au réchauffement du climat (GIEC, 2014).

Par ailleurs, des polluants atmosphériques peuvent aussi bien être importés d'autres régions ou pays comme ce fut le cas en mars 2015. Un épisode majeur de pollution de particules fines (PM_{10}) a été observé dans plusieurs pays d'Europe de l'Ouest (Allemagne, France, Belgique, Pays-Bas et Royaume-Uni). Les conditions météorologiques n'ont pas permis la dispersion des particules fines en France, dont la concentration a été enrichie de surcroît par une masse d'air continentale provenant de l'Est de l'Europe chargée en polluants gazeux et particulaires.



Le risque d'une dégradation de la qualité de l'air physico-chimique

La pollution de l'air est considérée par l'OMS comme le principal risque environnemental dans le monde (OMS, 2016). En plus de ses nombreux impacts sur la santé, le coût sanitaire engendré par cette pollution se situe entre 71 et 100 milliards d'euros par an en France (Aïchi et Husson, 2016).¹

Évolution récente :

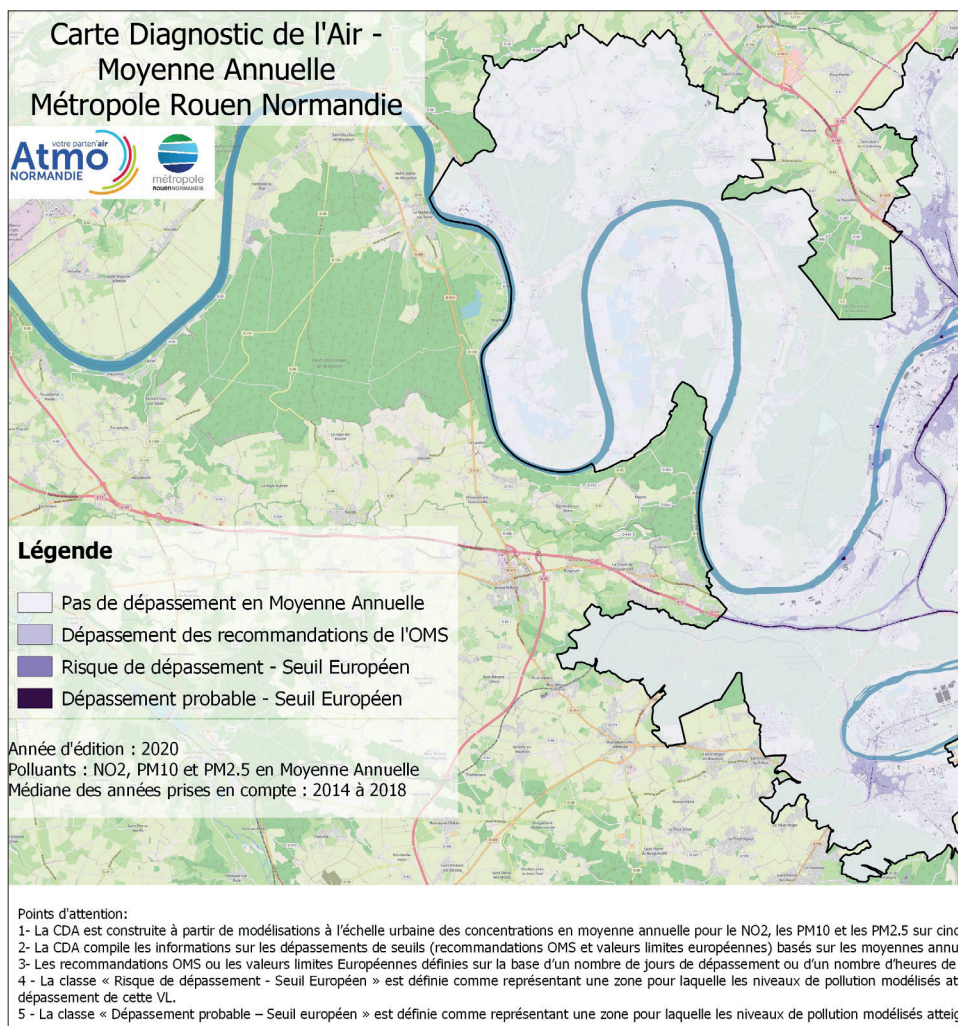
Une amélioration de la qualité de l'air est observée depuis une dizaine d'années sur le territoire de la Métropole Rouen Normandie, notamment pour le dioxyde de soufre dont les concentrations ont diminué de 70 % depuis 2005 (Figure 1). Le territoire présente toutefois une qualité de l'air dégradée 1 jour sur 10. Lors de ces épisodes ponctuels, la qualité de l'air est médiocre, voire très mauvaise.

Malgré une réduction de la pollution de fond de 20 à 30 %, le dioxyde d'azote et les particules fines restent un enjeu prioritaire dans l'amélioration de la qualité de l'air du territoire. En effet, la Métropole fait l'objet de dépassements récurrents des seuils réglementaires à proximité du trafic routier pour le dioxyde d'azote (NO_2). Les particules fines (PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$) représentent également un enjeu identifié en milieu urbain et péri-urbain pour lesquelles les recommandations de l'OMS ne sont pas respectées (Figure 2).

En 2019, 24 épisodes de pollution ont été enregistrés en Seine-Maritime en raison des concentrations de particules fines (PM_{10}), de dioxyde de soufre (SO_2) et d'ozone (O_3)². Les pics de pollution à l'ozone se produisent notamment lors de journées chaudes et ensoleillées. À titre d'exemple, deux pics de pollution se sont produits lors des canicules de juin et juillet 2019. **Néanmoins, ces pics diminuent depuis 2005, à l'inverse de la concentration en ozone qui s'accroît sur le territoire (Figure 1).**

Projections :

Les études à l'échelle de l'Europe FP7 IMPACT2C³ et IMPACT3C⁴ ont estimé l'impact sur la qualité de l'air d'un réchauffement moyen du climat de +2°C et de +3°C à l'horizon 2050 par rapport à la période 1971-2000, et en prenant aussi en compte les réglementations eu-



ropéennes actuelles et la diminution maximale des émissions (Fortems-Cheiney et al., 2016 ; Fortems-Cheiney et al., 2017).

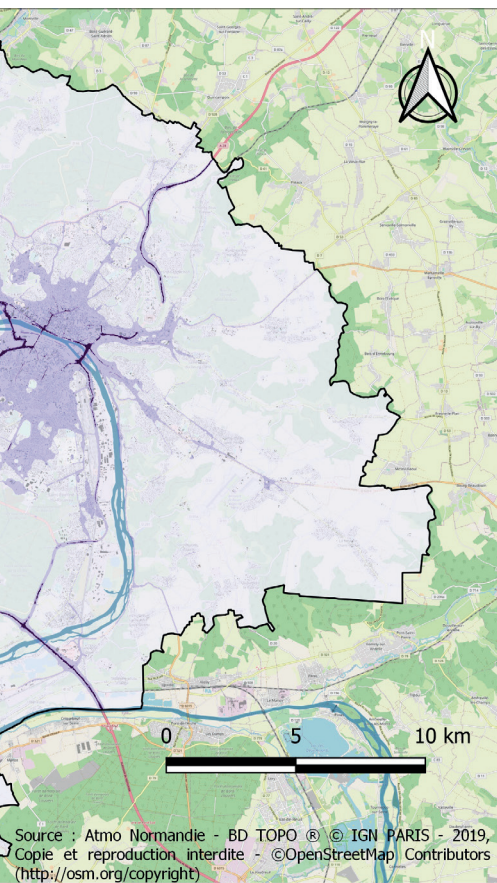
Pour une augmentation de + 2°C (scénario médian – RCP 4.5), le réchauffement climatique aurait un impact moindre en France et en Europe sur les concentrations en ozone par rapport à l'impact de la réduction des émissions des polluants précurseurs de l'ozone troposphérique d'origine anthropique (CH_4 , CO , NO_x , COV). Ce résultat vaudrait également concernant la pollution aux particules fines.

Pour une augmentation de + 3°C (scénario pessimiste – RCP8.5), les modèles semblent

montrer une augmentation des concentrations d'ozone de fond et des pics de pollution en été et en France. Ces phénomènes seraient plus importants que pour un réchauffement de +2°C. En effet, les concentrations d'ozone seraient accentuées par les concentrations mondiales de méthane qui doubleraient, ainsi que par les émissions de polluants hors d'Europe. Par conséquent, les efforts réalisés pour réduire les émissions européennes précurseurs de l'ozone pourraient être annihilés par un réchauffement de +3°C dans le cas d'un scénario pessimiste. Les conséquences seraient variables en Europe, où les régions du sud-est seraient les plus affectées. Ces projections correspondraient aux seuils d'alertes de la réglementation actuellement en vigueur.

¹ Un coût sanitaire tangible de 3 milliards d'euros par an et un coût sanitaire intangible entre 68 et 97 milliards d'euros.

² Bilan d'activités d'ATMO Normandie, 2019



années consécutives.
elles.
dépassement seront intégrées dans une prochaine version de la CDA.
signent, pour au moins un polluant, 90% de la VL européenne sans montrer de
ent ou dépassent pour au moins un polluant la valeur limite européenne.

↑ FIGURE 2 : Carte Diagnostic de l'Air de la Métropole Rouen Normandie – Source : ATMO Normandie, 2020

→ FIGURE 1 : Évolution des concentrations moyennes annuelles des principaux polluants sur le territoire de la Métropole Rouen Normandie. – Source : ATMO Normandie, 2020

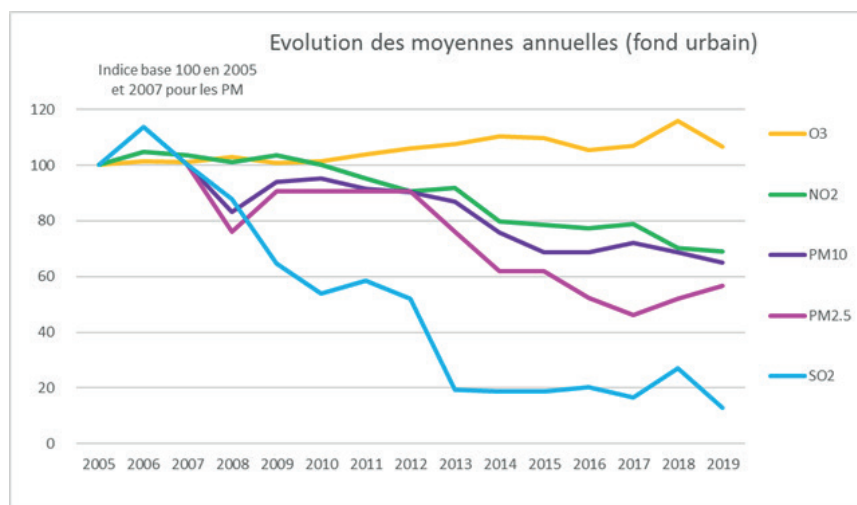
Pour les concentrations en particules fines (PM_{2,5}), les concentrations hivernales diminueraient dans le nord de la France avec un réchauffement du climat de +2°C et +3°C. Un adoucissement des hivers pourrait entraîner une baisse des besoins en chauffage, et donc des émissions de polluants induites. L'augmentation de la température moyenne pourrait aussi favoriser une évaporation plus importante des particules fines.

En revanche, des incertitudes demeurent quant aux concentrations de particules au printemps. En effet, les modèles semblent montrer une baisse des concentrations. Cependant, cette saison est propice aux émissions de nitrates d'ammonium provenant respectivement de travail des sols agricoles et du trafic routier. Puisque ces émissions sont volatiles avec la chaleur, il pourrait donc être probable que les concentrations printanières augmentent avec le réchauffement du climat.

Ces études mettent ainsi l'accent sur la nécessité de poursuivre la réduction des émissions de polluants et des gaz à effet de serre à la fois en Europe, mais aussi dans le monde. En effet, une réduction massive des émissions de méthane (CH₄) permettrait d'avoir un impact sur la concentration mondiale et locale de l'ozone troposphérique (O₃). À l'échelle européenne,

les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils (COV) constituent les principaux polluants concernés par une réduction de la pollution à l'ozone.

Plus largement, ces simulations montrent que les résultats sont dépendants des scénarios d'augmentation de la température, et que les efforts qui ont été faits pour améliorer la qualité de l'air ces dernières années pourraient être en partie annihilés par un réchauffement du climat très important. **Ainsi, sans une réduction des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, la hausse des températures entrainerait une aggravation bien plus importante de la pollution de l'air (GIEC, 2014 ; Besancenot, 2015 ; Fortems-Cheiney et al., 2017).** En outre, d'autres épisodes de pollution pourraient également survenir lors de feux de forêts durant la période estivale, un risque de plus en plus crédible avec le changement climatique pour le territoire de la Métropole (Pierrefixe et Guégan, 2015 ; Kazmierczak, Aubert, Charrier et al., 2020). De telles perspectives auraient des répercussions fortement négatives sur la santé et sur le coût économique de la pollution.



³ «Quantifying projected impacts under 2°C warming » (<https://www.atlas.impact2c.eu/en/>)

⁴ Valorisation des résultats du projet FP7 IMPACT2C avec la prise en compte d'un réchauffement du climat de 3°C. Ce projet a été soutenu par le Ministère De l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (MEEM).

La stimulation de la production de pollens

L'ensoleillement, la température, les précipitations et le vent sont autant de facteurs météorologiques qui influencent la libération et le transport de pollens dans l'air (GIEC, 2014; Bélanger et al., 2019). Un niveau élevé de CO₂ peut aussi amplifier leur libération en stimulant la croissance des plantes (Bélanger et al., 2019 ; Sheffield et Landrigan, 2011 ; GIEC, 2014). Plus largement, le changement climatique intervient en modifiant la période de floraison et de pollinisation, et en entraînant notamment une avancée ou un retard de celles-ci (CGDD, 2019). La pollution atmosphérique accentue quant à elle ces phénomènes en renforçant les effets allergisants des pollens et en les fractionnant, si bien que des allergènes peuvent être présents dans l'atmosphère même en dehors d'une saison pollinique (Schäppi et al., 1997 ; Schäppi et al., 1999 ; Fontana et Wüthrich, 2019).

Évolution récente :

A l'échelle de la Métropole, les pollens de bouleaux et de graminées constituent les principales sources des allergies au pollen, et la saison à risque pour les personnes sensibles varie entre la fin de l'hiver et la fin du printemps.⁵ Plusieurs pics polliniques sont notamment observés sur le territoire au printemps de chaque année. En 2018, la concentration en pollens de bouleaux atteignait son maximum fin avril/début mai, soit bien plus tard qu'en 2017 où cela s'était produit fin mars. Selon un rapport national⁶, la pollinisation fut l'une des plus abondantes enregistrées depuis ces vingt dernières années.

Le changement climatique favorise aussi l'implantation de plantes invasives fortement allergisantes comme l'ambrosie, ou herbe à poux (Pierrefixe & Guégan, 2015). Depuis juin 2011, un observatoire des ambrosies évalue sa dispersion en France métropolitaine⁷.

Plusieurs signalements ont notamment déjà été effectués dans des communes de la Métropole Rouen Normandie : Grand-Couronne, Rouen, Saint-Etienne-du-Rouvray et Sotteville-lès-Rouen.

Projections :

Des conditions plus chaudes associées à un accroissement du CO₂ pourront favoriser la production et la libération de pollens dans l'atmosphère de plusieurs manières (GIEC, 2014 ; Bélanger et al., 2019 ; Fontana et Wüthrich, 2019) :

- une plus grande précocité du calendrier de pollinisation,
- une prolongation de la saison pollinique,
- l'augmentation de la quantité de pollens dans l'air et de la dispersion des plantes préférant les températures chaudes,
- le développement d'une végétation spontanée non désirée,
- le déplacement de la végétation en altitude.

Le changement climatique pourrait aussi grandement participer à l'augmentation de la concentration dans l'air de pollens d'ambrosie dans les prochaines années et à son expansion en France (Pierrefixe et Guégan, 2015 ; Bélanger et al., 2019).



Ambrosies en fleurs

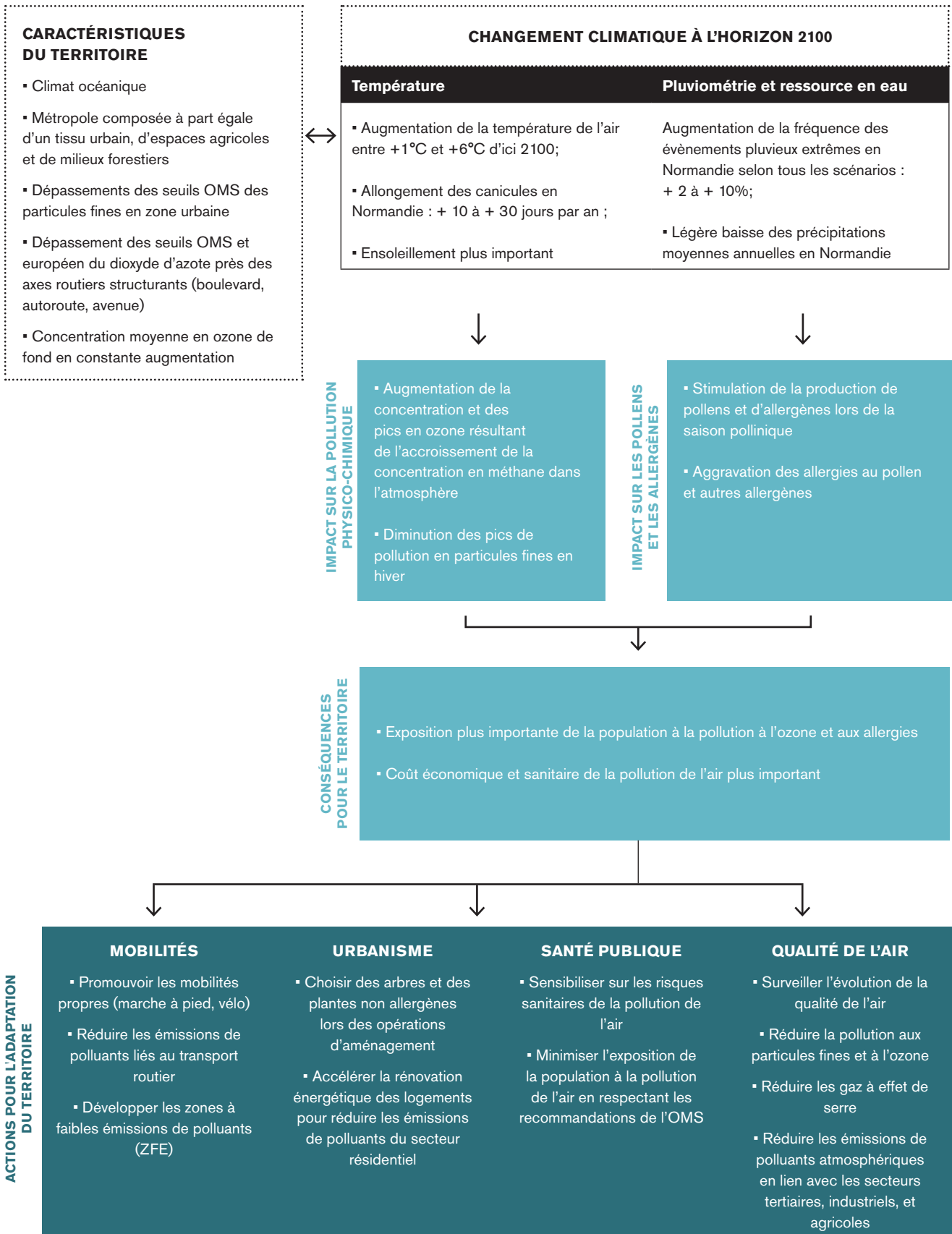
⁵ Bilan d'activités d'Atmo Normandie, 2019

⁶ Surveillance des pollens et des moisissures dans l'air ambiant 2018, APSF, RNSA, ATMO France, mars 2019

⁷ <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/ambrosie-info/l-observatoire-des-ambrosies>

Conclusion :

les voies d'impact du changement climatique sur la qualité de l'air



Recommandations pour l'amélioration des connaissances

Trop longtemps les politiques de lutte contre la qualité de l'air et celle contre le changement climatique ont été considérées de façon séparée, conduisant à des décisions insuffisamment éclairées sur l'un de ces volets. Alors qu'analyser les phénomènes en parallèle peut permettre de rechercher des stratégies dites « gagnantes-gagnantes » pour le climat et la qualité de l'air, y compris à court terme. Un premier pas a été fait avec la création des PCAET (après les PCET), mais les outils d'évaluation des co-bénéfices d'une amélioration de la qualité de l'air sont encore peu développés. En outre, il pourrait être intéressant d'évaluer l'impact des actions de lutte contre le changement climatique au regard de la qualité de l'air, ainsi que l'impact du réchauffement sur le comportement des polluants atmosphériques (recombinaison, réaction, dégradation, etc.).

Bibliographie

Aïchi L, Husson JF, Commission d'enquête sur le coût économique et financier de la pollution de l'air - rapport n°610 du Sénat, 2016 - Disponible à partir de l'URL : http://www.senat.fr/commission/enquete/cout_economique_et_financier_de_la_pollution_de_lair.html

Bélanger D., Gosselin P., Bustinza R., Campagna C., Changements climatiques et Santé Publique : Prévenir, Soigner et s'adapter, Presses de l'Université Laval, 2019, 236 p.

Besancenot, J.-P. (2015). « Changement climatique et santé », Environnement, risques et santé, vol. 14, n° 5, p. 394-414.

Commissariat général au développement durable (2019), Environnement & Santé, L'environnement en France, La Documentation Française (ed.).

Fontana, M., & Wüthrich, B. (2019, August). Pollution atmosphérique, climat et allergies. In Forum Médical Suisse (Vol. 19, No. 3536, pp. 580-583). EMH Media.

Fortems-Cheiney, A., G. Foret, G. Siour, R. Vautard, S. Szopa, G. Dufour, A. Colette, G. Lacrosonniere, and M. Beekmann : A 3°C global warming annihilates the benefit of European emission reductions on air quality, article en préparation pour Nature Climate Change, 2016.

Fortems-Cheiney A., Foret G., Siour G., Vautard R., Szopa S., Dufour G., Colette A., Lacrosonniere G., and Beekmann M. : A 3°C global RCP8.5 emission trajectory cancels benefits of European emission reductions on air quality, Nature Communications, June 2017.

GIEC, 2014: Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Publié sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White].

Kazmierczak L., Aubert M., Charrier F., et al. (2020). Les forêts de la Métropole Rouen Normandie face au changement climatique. Rapport du GIEC local pour la Métropole Rouen Normandie, 40p.

Pierrefixe, S., & Guégan, J. F. (2015). Changement climatique: menaces sur notre santé !. Science et Santé, 28, 20-35.

OMS (2016). « Qualité de l'air ambiant et santé », Organisation mondiale de la santé, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/fr/>

Schäppi, G. F., Taylor, P. E., Staff, I. A., Suphioglu, C., & Knox, R. B. (1997). Source of Bet v 1 loaded inhalable particles from birch revealed. Sexual Plant Reproduction, 10(6), 315-323.

Schäppi, G. F., Taylor, P. E., Staff, I. A., Rolland, J. M., & Suphioglu, C. (1999). Immunologic significance of respirable atmospheric starch granules containing major birch allergen Bet v 1. Allergy, 54(5), 478-483.

Sheffield, P. E., et P. J. Landrigan (2011). « Global climate change and children's health : threats and strategies for prevention », Environmental Health Perspectives, vol. 119, n° 3, p. 291-298.

En cas d'utilisation de données ou d'éléments de ce rapport, il doit être cité selon la forme suivante :

Légrand C., Kazmierczak L., Charrier F., 2020. Les impacts du changement climatique sur la qualité de l'air dans la Métropole Rouen Normandie. Rapport du GIEC local pour la Métropole Rouen Normandie, 12 p.

Le GIEC local ne serait en aucune façon responsable des interprétations, productions intellectuelles, et publications diverses résultant de leurs travaux et pour lesquelles il n'aurait pas donné d'accord préalable.

Le GIEC local est un groupe d'experts créé dans le cadre de la COP21 Rouen Normandie et financé par la Métropole Rouen Normandie. Les experts proviennent des structures suivantes :



CONTACT

Léo KAZMIERCZAK - Chargé de projet climat

leo.kazmierczak@metropole-rouen-normandie.fr

Tél : 02 76 30 30 35