

# ÉTAT DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ACTUELLES SUR LES PARTICULES EN SUSPENSION EN MARTINIQUE

édition 2021

Les particules dites en suspension (PM de l'anglais « particulate matter ») représentent les particules solides et/ou liquides portées par l'eau ou l'air. Les particules en suspension se distinguent selon leur taille : les PM10, particules dont le diamètre est inférieur à 10  $\mu\text{m}$  et les PM2,5 dont le diamètre est inférieur à 2.5  $\mu\text{m}$ . Quelle que soit leur taille, ces particules peuvent avoir une origine et donc une composition chimique variée.

## > IMPACTS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX

La mesure et l'analyse de ces particules est nécessaire en raison des différents impacts qu'elles ont : sanitaires, climatiques et environnementaux. Tout d'abord, d'un point de vue sanitaire, les particules ont un impact suivant leur quantité, leur taille et leur toxicité. Entre autres, plus une particule est fine, plus elle pénètre profondément dans les voies respiratoires. Alors que les particules grossières vont être retenues par les muqueuses présentes dans le nez et la gorge, toutes les particules inférieures à 10  $\mu\text{m}$  de diamètre peuvent s'installer plus profondément dans les bronches et les poumons. Il existe également de plus en plus de preuves épidémiologiques permettant de démontrer le lien, entre le niveau de particules dans l'air et le développement de maladies cardiovasculaires.

D'autre part, les particules jouent un rôle sur le climat : elles peuvent selon les cas induire un réchauffement global des basses couches de l'atmosphère (la troposphère), mais aussi provoquer un refroidissement global de la planète en augmentant la réflexion des rayons solaires vers l'espace (phénomène d'albédo).

Enfin, selon les éléments chimiques constituant les particules, celles-ci peuvent avoir un impact environnemental en apportant des éléments nutritifs dans l'océan et dans les sols. Cet apport d'éléments nutritifs présents notamment dans les particules sahariennes mais également dans les sédiments résultant de la déforestation du bassin amazonien au Brésil peut être un des contributeurs de

la croissance des algues sargasses (LOUIME et al., 2017). Pour toutes ces raisons, il est important d'étudier et d'analyser quantitativement et qualitativement les particules dans l'atmosphère.

## > RÉGLEMENTATION

Depuis l'adoption de la loi sur l'Air et l'utilisation rationnelle de l'Energie de 1996, ayant abouti à la création des AASQA (Association Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air), les exigences réglementaires obligent une mesure des quantités dans l'air de ces particules. Ces seuils, à ne pas dépasser, sont fixés par des décrets européens et nationaux. Ces exigences pour protéger la population sur cette problématique se traduisent par une réglementation à long terme (valeurs limites et objectifs de qualité annuels) et une réglementation d'action rapide (seuil d'information et de recommandation ou seuil d'alerte journalier).

Madininair, observatoire de la qualité de l'air en Martinique, assure depuis plus de 20 ans la surveillance et l'évaluation des polluants atmosphériques, dont les particules en suspension, afin de répondre aux exigences européennes, nationales et aux problématiques locales. Et lorsque les concentrations des polluants réglementés (notamment les particules en suspension PM10) dépassent ou risquent de dépasser les seuils réglementaires, Madininair, déclenche, par délégation préfectorale, des procédures d'information et de recommandation, ou d'alerte à la pollution atmosphérique. Le déclenchement d'une procédure d'alerte est accompagné de mesures préfectorales permettant de diminuer rapidement la pollution de l'air et/ou l'exposition des populations.

Les actions permettant de planifier une diminution sur le long terme, sont quant à elles intégrées dans les programmes et plans territoriaux afin d'inclure l'ensemble des acteurs dans la prise en compte des enjeux de la qualité de l'air et dans son amélioration.

## > SURVEILLANCE EN MARTINIQUE

Depuis 2001, et conformément aux exigences réglementaires, les stations de mesure de Madinair, réparties sur l'ensemble de la Martinique, enregistrent en continu et en temps réel l'évolution des concentrations en particules fines respirables. Celles dont le diamètre est inférieur à 10  $\mu\text{m}$  (PM10) sont enregistrées dans 8 stations de mesures, et celles dont le diamètre est inférieur à 2,5  $\mu\text{m}$  (PM2,5) dans 4 de ces stations. Des épisodes de pollution par les particules ont ainsi pu être dénombrés chaque année. Par ailleurs, en complément de la mesure quantitative de particules fines dans l'air, Madinair procède épisodiquement à une étude qualitative des particules en Martinique grâce à une analyse de la composition chimique des particules prélevées sur filtre.

## > SOURCES DES PARTICULES

Les particules observées en Martinique ont, tout d'abord, une source locale. Il existe des particules d'origine naturelle telles que les embruns marins, les particules biogéniques (pollens, spores, champignons, bactéries, etc.) ou encore les particules minérales issues du sol et du sable. On trouve également des particules d'origine anthropique émises par des activités humaines notamment par l'ensemble des transports, l'industrie manufacturière, l'énergie, l'agriculture, et le secteur du résidentiel/tertiaire.

Il existe, par ailleurs, des sources transfrontalières de particules, telles que les cendres volcaniques ou les particules désertiques provenant du Sahara et du Sahel transportées par le vent à haute altitude et retombant à plusieurs milliers de kilomètres de leur source, occasionnant le phénomène de brume de sable.

Une part mineure des particules transportées depuis l'Afrique peut avoir une origine anthropique issues des feux de biomasse, des biofuels et des combustibles fossiles. Il peut également être retrouvé des microorganismes. Néanmoins, les concentrations en microorganismes se sont révélées 100 à 1000 fois plus faibles que les valeurs typiques continentales (PROSPERO et al., 2005) et aucun lien direct entre la brume de sable et la présence de ces organismes n'a pu être identifié.

## > ANALYSE QUANTITATIVE DES DONNÉES DE MESURE

Sur les mesures réalisées entre 2001 et 2020 et analysées dans ce rapport, les concentrations moyennes annuelles en particules fines PM10 et PM2,5 au niveau des stations de fond (urbaines et périurbaines) sont relativement

stables et sous les seuils annuels réglementaires. Ces concentrations varient essentiellement en fonction de la création et/ou de l'interruption de certaines stations de mesure ainsi qu'à la présence plus ou moins importante de brume de sable. Selon les années, un apport anthropique peut parfois être observé au niveau de quelques stations mettant en avant l'influence du trafic automobile.

En revanche, dans les stations à influence trafic (proche des zones à trafic dense), les concentrations moyennes annuelles en particules PM10 présentent de plus grandes variations provoquant des dépassements réguliers de la valeur limite annuelle de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Par ailleurs, depuis le début des mesures, des variations sont observées d'une année sur l'autre sur le nombre de dépassements constatés des seuils journaliers de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en particules fines, correspondant à des épisodes de pollution. Ces variations peuvent être liées aux épisodes de brume de sable disparates d'une année sur l'autre. Ainsi, aucune tendance annuelle claire sur l'évolution du nombre d'épisode de pollution ne peut être réalisée.

En moyenne, 76% des épisodes de dépassement du niveau journalier de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ne durent qu'un ou deux jours et 8% ont une durée supérieure ou égale à 5 jours. Aucune tendance à l'augmentation de la récurrence de ces épisodes longs n'a été observée ces dernières années. Ces épisodes représentent entre 0 à 19% du total d'épisodes selon les années. Cette disparité s'explique notamment par la variation du nombre d'épisodes de brume de sable d'une année sur l'autre.

Il est à noter que 2015 est à la fois l'année où Madinair a enregistré le plus grand nombre d'épisodes de pollution et celle où la part des épisodes longs est la plus importante. Les épisodes de dépassement du niveau de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sont associés en majorité à des concentrations entre 50 et 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Néanmoins, certains épisodes enregistrent des concentrations supérieures à 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  voire à 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ces épisodes d'une forte intensité sont imputables à des épisodes de brume de sable dense puisqu'observés au niveau de l'ensemble de la Martinique.

Là encore, en 20 ans de mesure, il n'est observé aucune tendance à l'augmentation de ces épisodes intenses du fait de l'imprévisibilité annuelle des épisodes de brume de sable.

Un épisode récent de brume de sable, en juin 2020, a

tout de même, provoqué un record du nombre de jours de concentrations supérieures à  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le caractère exceptionnel de cet épisode ne permet pas d'en conclure une plus grande récurrence d'épisodes de concentrations très élevées. La reproduction de ce type d'évènement est, toutefois, à surveiller de près.

### > ANALYSE QUALITATIVE DES DONNÉES DE MESURE

Concernant la composition chimique des particules, celle-ci diffère selon leur origine. Les particules retrouvées en Martinique sont principalement, quelle que soit la station d'étude, des particules minérales (apport diffus de particules désertiques mais aussi apport local de particules minérales issues de l'érosion du sol ou de l'envol de sable), des sels de mer (issus des embruns marins) et des particules anthropiques originaires de la pollution automobile. Les particules minérales sont composées principalement d'aluminium, de calcium, de fer, de potassium, de magnésium et de titane, tandis que les sels de mer sont constitués d'ions chlorure, potassium, magnésium, calcium ou sodium. La pollution automobile émet de la matière carbonée mais aussi des gaz précurseurs de particules et d'autres composés tels que les métaux lourds.

Les brumes de sable provoquent une augmentation des concentrations de particules minérales. En effet, la brume de sable a une composition correspondant à celle de la croûte terrestre puisque ce sont des particules terrigènes issues du sol. Elle est donc constituée d'éléments chimiques tels que l'aluminium, le calcium, le fer, le potassium, le magnésium et le titane. Une augmentation, mais dans une moindre importance, peut être observée au niveau des particules secondaires (nitrates, sulfates) formées à partir de précurseurs gazeux (d'origine naturelle ou anthropique) et transportées par ou avec les particules désertiques. Ces dernières peuvent également faciliter la formation de ces particules secondaires par réaction avec les précurseurs gazeux.

Il a été également observé, lors des épisodes de brume de sable, une faible augmentation de la quantité de métaux lourds (arsenic, nickel, cadmium, plomb) et d'autres métaux (baryum, chrome, zinc, cuivre, ...) en raison de la présence naturelle de ces éléments dans les particules terrigènes et aussi possiblement par un apport anthropique de ces éléments véhiculés par la brume de sable. Toutefois, les concentrations de ces métaux lourds restent bien en-dessous des normes environnementales.

Des composés dits radioactifs peuvent également être mesurés lors des épisodes de brume de sable puisque la radioactivité est un phénomène physique naturel issu des propriétés de certains atomes présents dans la croûte terrestre. Cependant, la faiblesse des taux de radioactivité mesurés dans l'air ambiant ne permet pas d'envisager un impact sanitaire lié à l'inhalation de ces particules.

Enfin, la présence de composés anthropiques tel que le carbone élémentaire émis lors de processus de combustion peut être observée au niveau de stations éloignées de l'activité anthropique locale. Un apport transfrontalier peut, en effet, se faire par le transport de ces composés par ou avec les particules minérales de la brume de sable. Celui-ci peut avoir des origines anthropiques extrarégionales diverses. Un apport de particules issues des feux de biomasse d'Afrique du Nord est, cependant, peu probable, ces derniers ayant lieu de novembre à avril, période où les masses d'air sont transportées vers l'Amérique du Sud plutôt que vers la Caraïbe. Si des apports ponctuels de feux de biomasse ou d'autres sources anthropiques d'Afrique du Nord peuvent se produire, il apparaît clairement, par les études actuelles, que leurs quantités restent très faibles.

En revanche, il est observé en Martinique, que les quantités de carbone élémentaire au niveau des zones à trafic dense sont bien plus importantes qu'au niveau des stations éloignées de l'activité anthropique.

Il en va de même pour les concentrations de métaux lourds (arsenic, nickel, plomb, cadmium) mais aussi de composés tels que le cuivre, le fer ou le zinc qui sont également observés en plus grande quantité proche des zones à trafic dense puisque tous ces composés sont émis par la circulation automobile locale.

Bien que l'impact sur la santé soit avant tout fonction de la taille d'une particule, des effets plus ou moins délétères s'additionnent en fonction de leur composition chimique. Une particule désertique étant composée d'éléments minéraux naturels constitutifs de la croûte terrestre présente donc une composition moins nocive qu'une particule fine carbonée. En effet, ces dernières sont composées d'un mélange complexe d'hydrocarbures émises par le trafic routier ou encore le brûlage de biomasse. Bien que le carbone suie, principal composé des particules carbonées, ne soit pas soumis à des normes environnementales, ce composé au vu de sa composition chimique préoccupe les organismes sanitaires. Ainsi, l'ANSES a conclu dans

*un rapport d'expertise (2019) que la survenue d'effets sur la santé respiratoire ou cardiovasculaire mais aussi des hospitalisations et des mortalités toutes causes chez l'Homme peuvent être associées à des expositions aux matières carbonées tant sur le long terme que sur le court terme. Le rapport suggère aussi de possibles effets à long terme des particules de carbone suie sur la santé périnatale et la santé neurologique, en particulier chez l'enfant.*

**> PERSPECTIVES**

*Avec le développement des connaissances ces dernières années et en accord avec les stratégies nationales de surveillance de la qualité de l'air, la mise en place d'une*

*surveillance en continu du carbone suie aux abords des axes routiers constitue une des perspectives 2022 de Madinair afin d'évaluer l'impact du trafic routier sur la population locale et améliorer la connaissance de la contribution anthropique sur les pics de pollution.*

*En parallèle, Madinair travaille à l'amélioration des connaissances sur les particules ultrafines, objectif clairement affiché et soutenu aujourd'hui par les acteurs de la santé et de l'environnement et s'inscrivant dans les enjeux nationaux de surveillance de l'air.*

**RAPPORT INTÉGRAL  
«ÉTAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ACTUELLES  
SUR LES PARTICULES FINES EN SUSPENSION EN MARTINIQUE - ÉDITION 2021»  
DISPONIBLE SUR [WWW.MADININAIR.FR](http://WWW.MADININAIR.FR)**