



**HAL**  
open science

## Programme MERA : Qualité de l'air dans les sites ruraux en lien avec les directives européennes et la convention de Genève - Rapport de synthèse d'activité 2021

Aude Bourin, Anna Font, Isabelle Fronval, Corentin Guillou, Benoît Herbin, Thierry Léonardis, Thérèse Salameh, Emmanuel Tison

### ► To cite this version:

Aude Bourin, Anna Font, Isabelle Fronval, Corentin Guillou, Benoît Herbin, et al.. Programme MERA : Qualité de l'air dans les sites ruraux en lien avec les directives européennes et la convention de Genève - Rapport de synthèse d'activité 2021. LCSQA. 2021. hal-04466241

**HAL Id: hal-04466241**

**<https://imt-nord-europe.hal.science/hal-04466241v1>**

Submitted on 19 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**IMT Nord Europe**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille

# **PROGRAMME MERA**

## **QUALITE DE L'AIR DANS LES SITES RURAUX EN LIEN AVEC LES DIRECTIVES EUROPEENNES ET LA CONVENTION DE GENEVE**

**Convention n°2 201 288 106 relative à la surveillance de la qualité  
de l'air dans les sites ruraux (MERA) et en lien avec les directives  
européennes et la convention internationale de Genève**

### **RAPPORT DE SYNTHÈSE D'ACTIVITÉ**

Travaux cofinancés par la Direction Générale de l'Énergie et du Climat  
et l'IMT Nord Europe

**A. BOURIN**  
avec la collaboration de  
**A. FONT, I. FRONVAL, C. GOUILLOU, B. HERBIN, T. LEONARDIS,  
T. SALAMEH et E.TISON**

31 décembre 2021

# CONTENU DU RAPPORT

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>2. PRESENTATION DU PROGRAMME MERA</b>	<b>4</b>
2.1. OBJECTIFS GENERAUX DE L'OBSERVATOIRE	4
2.2. DISPOSITIF ACTUEL	4
2.3. ORGANISATION	8
2.4. PROGRAMME D'ASSURANCE QUALITE	9
2.5. SUIVI TECHNIQUE	10
<b>3. COORDINATION DU PROGRAMME</b>	<b>10</b>
3.1. CONSULTATION ET SELECTION DES LABORATOIRES D'ANALYSE	10
3.2. CONVENTIONS AASQA	11
3.3. INVESTISSEMENT ET COUTS DE FONCTIONNEMENT AASQA	11
3.4. COMMISSION DE SUIVI « OBSERVATOIRES NATIONAUX » ET GROUPE UTILISATEUR « MERA »	12
<b>4. ACTIONS SPECIFIQUES EN 2021</b>	<b>13</b>
4.1. ASSURANCE ET CONTROLE QUALITE	13
4.1.1. REVISION DES PROCEDURES MERA ET MISE A DISPOSITION DES AASQA	13
4.1.2. REVISION DES FICHES DE SUIVI	13
4.2. BANCARISATION DES DONNEES	14
4.2.1. RENOUVELLEMENT DE LA BASE DE DONNEES DE TRAVAIL	14
4.2.2. INTEGRATION DANS GEOD'AIR	15
4.3. DEVELOPPEMENT DE METHODES	15
4.3.1. TRAÇABILITE METROLOGIQUE POUR LES MESURES DE NO <sub>x</sub>	15
4.3.2. ETUDE PROSPECTIVE POUR LA MESURE DES ESPECES GAZEUSES	15
4.3.3. DEVELOPPEMENT POUR LA MESURE AUTOMATIQUE DE COV EN LIGNE	16
4.4. COMMUNICATION ET VALORISATION	17
<b>5. BILAN TECHNIQUE 2021</b>	<b>18</b>
5.1. DELAIS DE TRANSPORT ET D'ANALYSE	18
5.2. RESULTATS DES COMPARAISONS INTER-LABORATOIRES	19
5.3. BILAN DE FONCTIONNEMENT	19
5.3.1. GESTION DES DONNEES	19
5.3.2. VISITES DES STATIONS	21
5.3.3. TAUX DE FONCTIONNEMENT SUR L'ANNEE 2021	22
<b>6. SUIVI CHRONOLOGIQUE DES DONNEES 2021</b>	<b>24</b>
6.1. METAUX LOURDS	24
6.1.1. DANS LES AEROSOLS	24
6.1.2. DANS LES PRECIPITATIONS	25
6.2. HAP	26
6.2.1. DANS LES AEROSOLS	26
6.2.2. DANS LES PRECIPITATIONS	27
6.3. SPECIATION DANS LES PM <sub>2,5</sub>	28
<b>7. CONCLUSION ET RESUME DES FAITS MARQUANTS</b>	<b>30</b>
<b>ANNEXE 1</b>	<b>32</b>
<b>PROGRAMME DE MESURE DE LA STRATEGIE EMEP DEFINIE POUR 2020-2029</b>	<b>32</b>

# 1. Introduction

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014, le Ministère de la Transition Ecologique (MTE) a confié à l'Ecole Nationale Supérieure Mines-Télécom Nord Europe (IMT) la coordination générale de l'observatoire national de Mesure et d'Evaluation en zone Rurale de la pollution Atmosphérique à longue distance (MERA). Ce programme vise à suivre sur le long terme la pollution atmosphérique longue distance dans le cadre de la Convention de Genève sur la pollution transfrontière à longue distance (CLRTAP). Il permet également de répondre au besoin du système de surveillance national s'agissant des directives européennes (2008/50/CE et 2004/107/CE). Le programme de mesure concerne à la fois les retombées humides (composés inorganiques, métaux lourds, HAP), les composés gazeux (O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, COV), particulaires (métaux lourds, HAP, ions majeurs, EC/OC, et masse PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, ...) et les paramètres météorologiques.

La convention MTE/IMT n°2 201 288 106 a pour objet le soutien financier de MERA sur l'année 2021. La coordination opérationnelle du programme MERA consiste à :

- coordonner et animer l'observatoire MERA en lien avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA)
- être le référent pour la mesure opérationnelle de la pollution de fond en France
- gérer et optimiser les marchés d'analyses physico-chimiques
- développer et harmoniser les méthodes de mesure des polluants spécifiquement pour les sites de fond
- être le garant de l'assurance qualité des mesures (harmonisation des méthodes, comparaisons inter-laboratoires, contrôles qualité in-situ,...)
- valider et structurer les données suivant les recommandations formulées par les instances européennes
- reporter les données aux instances européennes (Directives et EMEP)
- assurer la veille concernant la stratégie de mesure EMEP
- représenter le programme de mesure français au niveau de l'EMEP

Ce rapport final établit un bilan des actions engagées en 2021. Il a pour but de présenter les activités en lien avec l'observatoire MERA et les résultats de mesure sur l'année en cours pour les stations rurales nationales. Il fait état du suivi au long terme de la pollution atmosphérique longue distance, répondant aux exigences de surveillance de la qualité de l'air.

Après une présentation de l'observatoire MERA, de ses objectifs et des principaux faits marquants, le programme d'assurance qualité est décrit. Un focus est ensuite proposé sur la coordination du programme et les actions spécifiques en 2021. Le suivi opérationnel du dispositif sera également détaillé par un bilan technique de fonctionnement des appareils de mesure. Les résultats de mesures sont reportés pour l'année 2021 pour l'ensemble des polluants du programme de mesure.

## **2. Présentation du programme MERA**

### **2.1. Objectifs généraux de l'observatoire**

Le programme MERA, instauré depuis le début des années 80, comporte à ce jour deux composantes principales au niveau européen. Il est tout d'abord la composante française du dispositif européen EMEP de suivi sur le long terme de la pollution atmosphérique longue distance entrant dans le cadre de la Convention de Genève sur la pollution transfrontière à longue distance (CLRTAP) et le protocole de Göteborg. L'observatoire MERA applique à ce titre les recommandations de la stratégie de surveillance EMEP pour s'harmoniser avec les autres parties signataires de la Convention. Il permet ensuite de répondre au besoin du système de surveillance national en milieu rural s'agissant des Directives 2008/50/CE et 2004/107/CE.

Les objectifs de l'observatoire MERA sont de :

- fournir des données au système de surveillance national pour répondre aux Directives 2004/107/CE et 2008/50/CE s'agissant des sites ruraux nationaux ;
- fournir des données de qualité et à long terme de la composition chimique des particules en suspension, des gaz réactifs et des précipitations
- évaluer dans l'espace et le temps les échanges transfrontaliers de polluants atmosphériques ;
- contribuer à évaluer l'impact des contaminants atmosphériques sur les différents écosystèmes : dépôts acidifiants, dépôts eutrophisants, dépôts de métaux, effet de l'ozone ;
- évaluer les tendances des concentrations atmosphériques des principales substances toxiques pour la santé et l'environnement : ozone, oxydes d'azote, COV, métaux lourds, particules fines, etc...

### **2.2. Dispositif actuel**

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014 et suite à une restructuration harmonisée et cohérente du dispositif national demandée par le MTE, le dispositif comporte 12 stations rurales contribuant au dispositif européen EMEP, et dont 6 fournissent des données pour le report des données européennes dans le cadre des Directives 2004/107/CE et 2008/50/CE. Réparties sur l'ensemble du territoire français (Figure 1), les stations sont gérées localement par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).

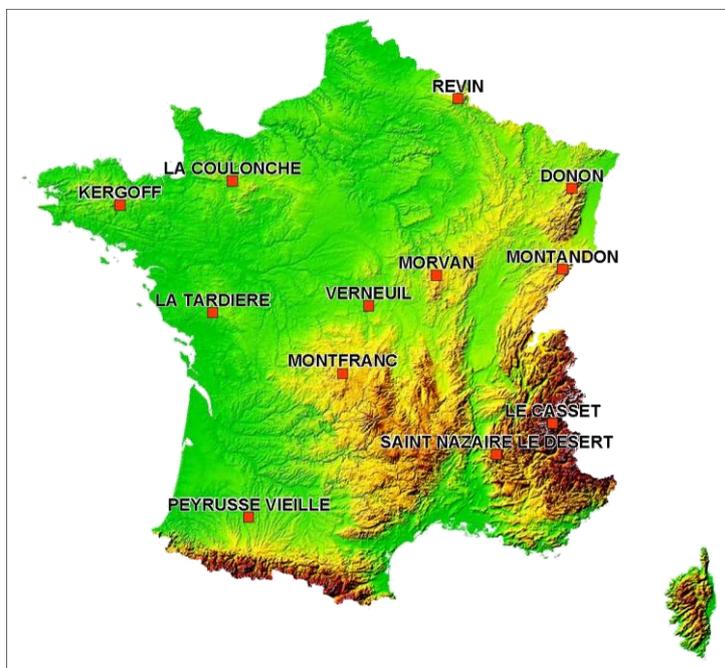


Figure 1 : Localisation des stations du dispositif MERA dans sa configuration actuelle

Tableau 1 : Liste des AASQA gestionnaires locaux des sites ruraux MERA

AASQA concernée	Nom de Station	Code GEOD'AIR
ATMO GRAND EST	Donon ( <i>Vosges Moyennes 2</i> )	FR16302
	Revin	FR14008
ATMO AUVERGNE RHÔNE-ALPES	Saint-Nazaire-Le-Désert ( <i>Drôme Rurale Sud</i> )	FR36021
	Le Casset	FR15031
ATMO NORMANDIE	La Coulonche MERA	FR21050
ATMO NOUVELLE-AQUITAINE	Le Montfranc ( <i>La Nouaille - MERA</i> )	FR35012
AIR PAYS DE LA LOIRE	La Tardière	FR23124
ATMO BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ	Montandon Baresans	FR82030
	Morvan	FR26012
ATMO OCCITANIE	Peyrusse-Vieille	FR12020
AIR BREIZH	Kergoff	FR19019
LIG'AIR	Verneuil	FR34038

Cet observatoire, dont les premières mesures datent de 1978, est constitué de sites ruraux non influencés localement pour une bonne représentativité régionale. Le programme de mesure est défini par la stratégie de mesure EMEP, qui prévoit trois qualifications de site en fonction de leur programme de mesure (annexe 1) :

- le niveau 1 pour les sites de base à mesures obligatoires
- le niveau 2 renseignant davantage de paramètres pour des problématiques ciblées (Polluants Organiques Persistants, métaux, gaz à effet de serre, eutrophisation, pollution photo-oxydante,...)
- le niveau 3 pour les sites à vocation recherche ou implémentés spécifiquement lors de campagnes intensives.

La mise en œuvre de cette stratégie est évaluée chaque année par le NILU, centre internationaux coopérant à EMEP. La Figure 2 résume les indices d'implémentation en 2019 comparés à ceux des années antérieures. Il existe de grande différence entre les différents membres de la convention au niveau de la mise en œuvre du programme de mesure. Des changements importants dans les activités des pays membres au cours de la période 2010-2019. Concernant l'exigence de surveillance de niveau 1, 35% des Parties ont eu une amélioration depuis 2010, tandis que 37% ont réduit le niveau de surveillance. Pour le niveau 2, il y a eu une évolution générale à la hausse mais seuls quelques sites ont un programme de mesure complet.

Actuellement, la création manuelle des fichiers de report est longue et des améliorations sur ces délais sont attendues par la mise en place de processus automatisés via l'application MERA en cours de définition. Le report des données 2020 a débuté en juillet 2021 et a été finalisé en novembre 2021.

Pour le programme de mesure des sites de niveau 2, l'indice étant difficilement calculable, la représentation est donnée sous forme de cartes de distribution des sites pour les aérosols, les polluants photo-oxydants ou les gaz traces (Figure 3). Le programme MERA français contribue significativement au programme européen.

En 2021, le programme de mesure, variable suivant les stations MERA, est présenté dans le Tableau 2. Il concerne à la fois les retombées humides (composés inorganiques, métaux lourds, HAP), les composés gazeux (O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, COV) et particulaires (métaux lourds, HAP, PM<sub>10</sub>, spéciation PM<sub>2,5</sub>) et les paramètres météorologiques.

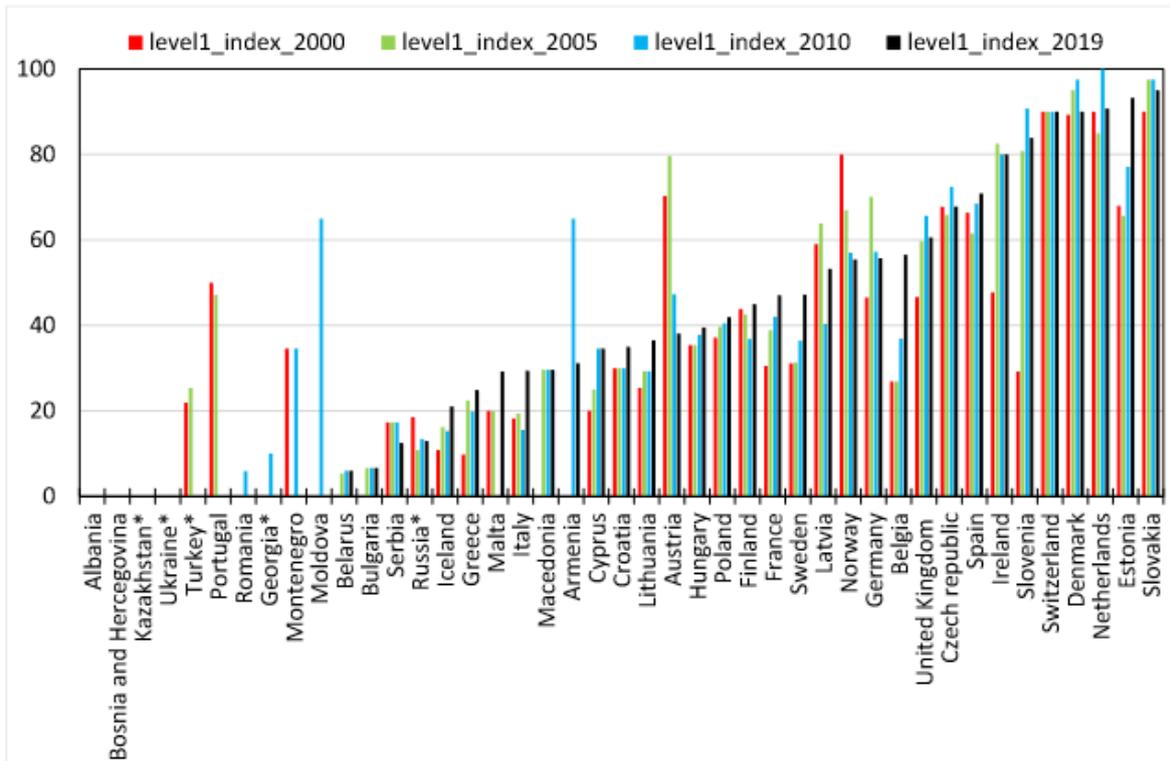


Figure 2 : Indices d'implémentation du programme de mesure relativement à la stratégie EMEP de niveau 1, calculés sur la base des données reportées en 2000, 2005, 2010 et 2019 (Source : EMEP Status Report 1/2021)

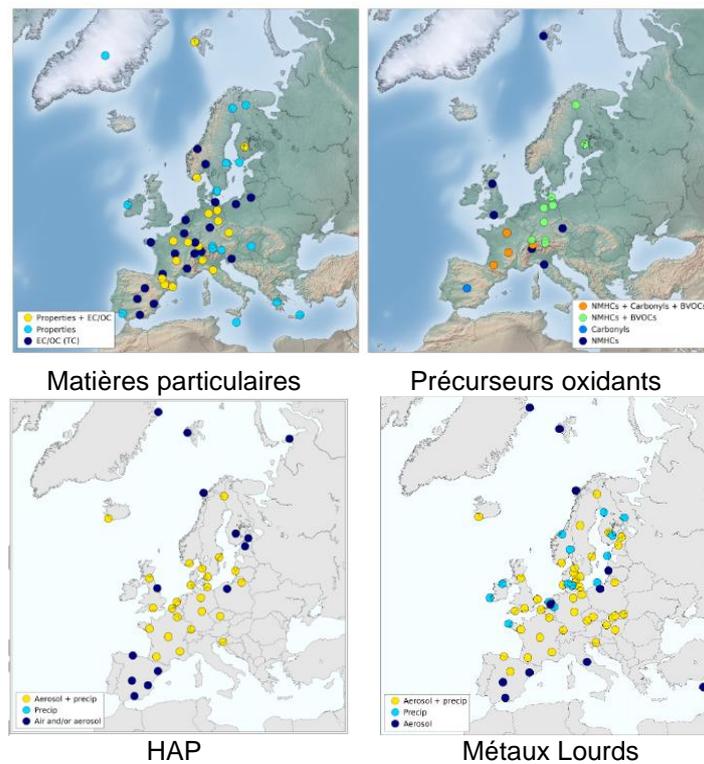


Figure 3 : Sites ayant reporté en 2019 certains paramètres de niveau 2 de la stratégie de mesure EMEP (Source : EMEP Status Report 1/2021 et EMEP Status Report 2/2021)

Tableau 2 : Caractéristiques des stations MERA en 2021 en fonction des niveaux de programme de la stratégie EMEP

		DON	CAS	COU	FRA	TAR	MON	MOR	PEY	REV	KER	SND	VER
Niveau 1 EMEP	Inorg pluie	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	Inorg PM <sub>2.5</sub>	x							x	x	x	x	x
	Métaux pluie	x							x	x	x	x	x
	Gravi PM	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x
	Ozone	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	NO <sub>2</sub>	x				x		x	x	x	x	x	x
	Météo	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
Niveau 2 EMEP	Métaux PM <sub>10</sub>	x							x	x	x	x	x
	HAP PM <sub>10</sub>	x							x	x	x	x	x
	HAP pluie	x							x	x	x	x	x
	EC/OC PM <sub>2.5</sub>	x							x	x	x	x	x
	COV								x				
Niveau 3 EMEP	NH <sub>3</sub>									x	x		

### 2.3. Organisation

La coordination opérationnelle de l'observatoire est confiée à l'IMT compte tenu de son savoir-faire s'agissant de la métrologie des polluants atmosphériques à l'état de traces. Son rôle est d'être le référent pour la mesure opérationnelle de la pollution de fond en France, de gérer et d'optimiser les marchés d'analyses physico-chimiques. L'IMT est le garant de l'assurance qualité des mesures (harmonisation des méthodes, inter-comparaison, contrôles qualité in-situ...), valide et structure les données suivant les recommandations EMEP et des Directives et les reporte aux différentes instances chargées des bases de données au niveau européen. Il assure également la veille concernant la stratégie de mesure EMEP et représente le programme français de mesure au niveau de l'EMEP.

La gestion des sites MERA est assurée localement par les AASQA. Elles se chargent notamment de la collecte des échantillons, de l'étalonnage des instruments, de la maintenance partielle du site et de certains équipements. Les analyses des échantillons prélevés sont confiées à des prestataires uniques spécialisés dans le domaine de l'analyse de polluants à l'état de traces et sélectionnés annuellement après mise en concurrence suivant la procédure des marchés publics. Il est indispensable pour l'observation des niveaux de fond d'appliquer des protocoles de mesure identiques, de recourir à un même laboratoire par types d'analyses et d'assurer une surveillance transverse du parc instrumental au niveau national. Les méthodes d'analyse découlent de normes ou de recommandations techniques d'EMEP, d'ACTRIS, de GAW et du LCSQA.

L'ensemble des données automatiques ou manuelles est intégré à la base de données de la qualité de l'air nationale (GEOD'AIR), au centre de coordination norvégien de l'EMEP pour un lien direct avec la base de données « EBAS » (<http://ebas.nilu.no>) et à la base de données de la qualité de l'air européenne « AQ e-Reporting » (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting-9>).

## 2.4. Programme d'assurance qualité

La Convention de Genève sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance a fixé, dans les travaux de la septième phase de l'EMEP, les priorités sur l'assurance qualité des mesures. Une des premières dispositions a consisté à nommer dans chaque pays signataire de la Convention un responsable de l'assurance qualité. Les missions de ces responsables nationaux ont été définies par l'EMEP et des formations spécifiques, co-organisées par l'EMEP et l'OMM, ont été suivies par les intervenants de l'IMT. L'IMT a été désignée responsable qualité du programme de mesure EMEP pour la France en accord avec le MTE. Des objectifs de qualité des données sont définis suivant les types de polluants, par l'EMEP, par GAW ou par ACTRIS. Dans le but d'atteindre ces objectifs, il est nécessaire de mettre en place un système d'assurance qualité qui définit expressément les responsabilités et les compétences des intervenants, les processus de mesure pour chaque catégorie de polluants, les processus de contrôle qualité et de validation des données. Ces processus ont été définis et améliorés sur la base des recommandations décrites dans le manuel d'assurance qualité de l'EMEP.

Les missions du responsable français de l'assurance qualité pour EMEP, concernent tous les maillons de la chaîne de mesure, de l'échantillonnage à la donnée transmise, en incluant le transport des échantillons, les analyses physicochimiques et la validation des données. Il doit ainsi contrôler, vérifier et archiver chaque étape du processus décrit dans les procédures. Dans ce but, il met en place des outils de contrôle pour garantir le respect des procédures et la traçabilité métrologique afin de garantir l'harmonisation des pratiques et la fiabilité des mesures. Ces outils concernent les opérations sur site, les laboratoires d'analyse ou encore la validation finale des données.

Toutes les données transmises par les différents fournisseurs (laboratoires, AASQA) sont contrôlées. Des tests de cohérence et une codification systématique des données sont réalisés par le prestataire responsable du suivi technique national. Compte tenu des impératifs de vérification et de transfert, il doit notamment veiller au respect des délais de livraison de l'ensemble des informations relatives aux données par les différents intervenants du dispositif. Parmi les activités de l'IMT, le suivi des prestations d'analyse est un volet important.

En tant que responsable national de l'assurance qualité, il a accès au serveur du NILU, coordinateur de la base EBAS. Il doit mettre à jour l'ensemble des informations afférentes aux sites français intégrant le réseau EMEP et doit veiller à la qualité des données diffusées officiellement une fois par an par la France (avant le 31 juillet de l'année N+1 pour les données de l'année N), au format préconisé (NASA/AMES).

Enfin, des exercices de comparaison sont régulièrement organisés entre les participants du programme EMEP, pour l'ensemble des polluants mesurés. Ils concernent soit la partie analytique ou l'ensemble d'une méthode de mesure. Les résultats permettent de valider une méthode par rapport à une méthode de référence, d'évaluer la qualité des mesures et de dégager des éléments d'amélioration.

## **2.5. Suivi technique**

Les polluants mesurés au sein du dispositif MERA se présentant à l'état de traces, il apparaît indispensable que toute la chaîne de mesure fasse l'objet d'un suivi régulier pour assurer que la base de données générée soit représentative des teneurs en polluants atmosphériques en zone rurale. L'entretien au quotidien par les opérateurs des stations ainsi que les visites réalisées par l'IMT, qu'elles soient dans un but de maintenance, de dépannage ou de contrôle qualité, visent à atteindre les objectifs de au moins 90% de taux de fonctionnement des équipements, selon les recommandations du réseau EMEP et une couverture temporelle supérieure à 14% fixée pour les métaux lourds dans les PM<sub>10</sub>, les HAP dans les PM<sub>10</sub> et la spéciation des PM<sub>2,5</sub>, selon les obligations de surveillance des directives européennes.

Les informations au quotidien sur l'état de fonctionnement des stations de mesure sont fournies grâce à des fiches de suivi qui sont envoyées chaque semaine par les opérateurs des stations. Ces fiches sont révisées chaque année pour tenir compte des évolutions techniques du réseau (nouveaux matériels, nouveaux critères d'assurance qualité, etc.). Elles permettent d'accroître la traçabilité des différentes opérations d'échantillonnage et d'analyse physico-chimique. Elles aident également à valider les résultats.

A partir de toutes ces informations, un bilan de fonctionnement est établi de manière annuelle ou provisoirement sur une période donnée, pour chaque type de matériel. Ce bilan permet d'une part, de veiller au respect des objectifs fixés et, d'autre part, d'adapter la maintenance préventive ou encore, d'envisager le remplacement ou l'optimisation d'une technique.

## **3. Coordination du programme**

### **3.1. Consultation et sélection des laboratoires d'analyse**

Compte tenu de la complexité des mesures dans ce type de programme (concentrations au niveau traces, complexité des espèces mesurées), pour une bonne comparabilité des données et pour optimiser les coûts, il est préférable de centraliser les analyses d'un type de polluants sur un même laboratoire. Pour le choix de ces prestataires, l'IMT ouvre une consultation, garantissant ainsi l'obtention du meilleur rapport qualité/prix pour les prestations analytiques. Le cahier des charges associé à cette consultation, est révisé systématiquement selon les nouvelles normes et guides méthodologiques.

Le contrat avec les laboratoires prestataires détaille précisément les engagements et les coûts des prestations (du budget global aux prix unitaires). La somme forfaitaire regroupe les coûts liés aux consommables, transports et frais de rapports d'analyse. La somme variable dépend du nombre d'analyses réalisées. Une annexe technique jointe au contrat définit les exigences pour la réalisation des prestations ayant pour

objet l'analyse d'échantillons d'air ambiant. L'ensemble des protocoles et des spécifications techniques relatifs à la logistique des échantillons, aux prélèvements, à l'analyse, à la validation et la livraison des résultats a été élaboré et validé en concertation avec les laboratoires et les différents référents LCSQA.

A l'issue de la consultation, l'IMT sélectionne les laboratoires prestataires selon plusieurs critères : technique, prix, expérience et développement durable. L'offre de marché public pour des prestations analytiques concernant les prélèvements réalisés du 1<sup>er</sup> janvier au 31 décembre 2021, a été publiée en novembre 2020 pour une prise effective d'activité sur les échantillons collectés au 1<sup>er</sup> janvier 2021. Le coût total du marché d'analyses a subi une légère hausse en 2021, en raison de l'ajout de 10% de marge pour le nombre total analyse d'échantillons filtre et pluies.

A noter que certains marchés d'analyses ne présentent pas de concurrence, c'est le cas pour les ions inorganiques dans les pluies (technique d'analyse répandue mais logistique importante) et pour les composés organiques volatils (technique d'analyse moins courante et teneurs très faibles). Les laboratoires prestataires chargés des analyses en 2021 sont :

- Métaux dépôts et PM<sub>10</sub> : TERA Environnement
- HAP dépôts et PM<sub>10</sub> : IANESCO
- Spéciation des PM<sub>2,5</sub> : CEA/LSCE
- Espèces inorganiques dans les pluies : SGS Multilabs
- COV (HCNM+carbonylés) : TERA Environnement

### **3.2. Conventions AASQA**

Des conventions entre l'IMT et les AASQA ont pour but de préciser les conditions d'exploitation, de gestions financière et technique des stations rurales nationales de l'observatoire MERA. Elles sont établies pour une durée de 5 ans à compter de leur signature. Certaines conventions sont encore en cours d'écriture. En 2021, il n'y a pas eu de nouveau conventionnement. La convention avec Atmo Nouvelle-Aquitaine est toujours en attente et le nombre d'AASQA conventionnées à ce jour est de 3. Les conventions avec les 5 dernières AASQA devraient être initiée prochainement.

### **3.3. Investissement et coûts de fonctionnement AASQA**

En fonction de nombreux paramètres, tels que la vétusté des appareils, la fin de la commercialisation de pièces détachées et de consommables, et/ou des dysfonctionnements récurrents affectant les taux de fonctionnement, des renouvellements d'instruments peuvent être instruits en collaboration avec l'AASQA concernée. Les AASQA effectuent alors leurs demandes de remplacement d'appareils de mesure destinés aux stations MERA depuis la plateforme collaborative du logiciel de gestion des appareils GESTION'AIR mis en place par le LCSQA pour l'instruction et le suivi des subventions accordées par le ministère chargé de l'environnement aux AASQA. Les demandes de subventions pour 2022 concernent le parc instrumental de six AASQA. Des équipements de type Eigenbrodt ont été priorisées suite à la nécessité

de remplacer des collecteurs de pluie, instruments non réparables et vétustes dont les mesures contribuent à répondre à la stratégie de mesure EMEP de niveau 1. Les appareils choisis sont spécifiques avec un système de détection de pluie et d'ouverture automatique, une/un réfrigération/chauffage et un système de distribution des échantillons journaliers conçus dans des matériaux inertes pour la mesure des espèces ioniques traces dans les pluies. D'autres équipements concernent la mesure de l'ozone ou bien du matériel informatique (onduleur) et des équipements connexes (climatiseur).

Les coûts de fonctionnement sont ceux associés aux interventions périodiques de suivi du dispositif, à la maintenance préventive et curative, incluant les pièces détachées des instruments, la mise en conformité des installations et les coûts liés à la mise à disposition et l'entretien du site en lui-même. Ils sont partagés entre l'IMT et l'AASQA sur les charges définies dans les conventions. Les coûts de fonctionnement des AASQA sont réévalués chaque année compte tenu de l'évolution des sites et du programme, puis transmis au MTE pour une prise en compte dans la subvention de fonctionnement des AASQA. Il faut noter un décalage temporel entre la demande MTE et la finalisation de la comptabilité de l'année n-1 des AASQA. En 2021, les coûts de fonctionnement ont été mis à jour par les AASQA, ils sont globalement assez stables et reflètent des activités récurrentes similaires aux années précédentes pour la gestion des sites MERA.

### **3.4. Commission de suivi « Observatoires Nationaux » et groupe utilisateur « MERA »**

La commission de suivi « Observatoires nationaux » vise à définir l'organisation, les orientations stratégiques et les synergies des dispositifs CARA et MERA pour répondre à l'ensemble de leurs objectifs propres et communs. Il s'agit notamment d'harmoniser les choix méthodologiques et optimiser l'exploitation et la valorisation des résultats. En 2021, une réunion a été tenue en mars. Elle a eu pour objectifs de redéfinir la feuille de route 2021, de faire un bilan général sur les observatoires CARA et MERA, de discuter de documents à intégrer au référentiel technique national et d'échanger autour de points d'informations divers. Il a notamment été décidé en séance qu'un Groupe de Travail sur la Stratégie nationale de surveillance de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) se réunirait en 2021. Le redéploiement des mesures CARA-filtres a été demandé par aucune AASQA en 2021, en conséquence la procédure précisant les modalités de fonctionnement sur les sites MERA n'a pas été mise en place par le LCSQA.

Attaché à la CS, le groupe utilisateur « MERA » permet échanger sur les aspects techniques opérationnels spécifique à l'observatoire MERA. Une réunion s'est tenue le 16 décembre 2021. De nombreux aspects techniques ont été abordés avec les AASQA en présence, notamment sur les actions spécifiques détaillées ci-dessous (fiches navettes, étalon NO trace et mesures online Peyrusse).

## 4. Actions spécifiques en 2021

### 4.1. Assurance et contrôle qualité

#### 4.1.1. Révision des procédures MERA et mise à disposition des AASQA

Dans les conventions, les AASQA s'engagent à suivre les prescriptions décrites dans les supports documentaires fournis par l'IMT<sup>1</sup> et ainsi que dans le référentiel technique national du LCSQA<sup>2</sup>. Ces procédures peuvent être à destination des opérateurs sur site et des laboratoires d'analyse. Elles ont été écrites au regard de documents de référence (normes, guides d'échantillonnage et de mesure de l'EMEP ou d'ACTRIS, etc.). Les procédures de prélèvement et de transfert des données sont régulièrement mises à jour. Toute modification entraîne une évolution du numéro de version et est indiquée dans le tableau de suivi d'historique en première page du document et par une annotation dans le corps de texte. Afin de faciliter l'utilisation et de garantir que toutes les AASQA utilisent une même et unique version, toutes ces procédures avec la version en vigueur sont mises à disposition via un lien de partage électronique. Pour toute évolution et/ou modification, un email d'information est envoyé par l'IMT, aux intervenants avant la date de mise en vigueur.

En 2021, la procédure pour le transfert des données de spéciation PM<sub>2.5</sub> a été revue afin d'y intégrer les fractions carbonées.

#### 4.1.2. Révision des fiches de suivi

Les fiches de suivi remplies sur les stations par les AASQA contenant des informations sur l'état de fonctionnement ont été mises à jour et le format a été revu. En effet, bien que renouvelées annuellement sur leur contenu, il a été suggéré une évolution sur le format de ces fiches avec une dématérialisation. En revanche, suite à une enquête des opérateurs de stations, une dématérialisation et l'utilisation (le transport) d'un support numérique pour renseigner ces fiches in-situ seraient moins pratiques, et pourraient dégrader la qualité du suivi dans 25% des cas. Cependant, ces fiches ont une forte utilité au laboratoire pour le recoupement d'informations à la réception des échantillons et à l'IMT pour la validation des données.

Suite à l'étude pour l'évolution de ces fiches, des modifications et des optimisations ont été réalisées : moins d'informations à écrire manuellement, une nouvelle disposition et des cases à coloriser. Les deux fiches navettes portent désormais le nom de MERA-FR-03 et MERA-FR-04, elles sont accompagnées par une feuille de recommandation pour la prise en main et le remplissage par les opérateurs de site.

Les nouvelles versions des fiches MERA-FR-03 et MERA-FR-04 ont été mises en œuvre par les AASQA dès janvier 2021. Les données de ces nouvelles fiches sont récupérées avec un logiciel de reconnaissance optique FormScanner qui détecte les réponses au questionnaire en utilisant un seuil de couleur (noircissement des cases)

---

<sup>1</sup> <https://partage.imt.fr/index.php/s/4cRcza62jfp2WWZ>

<sup>2</sup> <https://www.lcsqa.org/referentiel-technique-national>

et la densité (taux de recouvrement des cases). Après un an d'utilisation, les premiers chiffres sur le fonctionnement du nouveau format des fiches sont encourageants. Plus de 90% des informations présentes dans les fiches ont été correctement identifiées, et il reste environ 10% d'erreur dus à de mauvaises identifications. Cependant, des problèmes persistent sur le nombre de formulaires reçus (inférieur au nombre attendu) et le délai de transmission n'est pas respecté (plusieurs jours à plusieurs semaines d'attente). Ce bilan sur une année fait ressortir également des problèmes sur le cadrage du document lors de la numérisation. Il a donc été proposé un passage à un outil entièrement numérisé sur tablette android (programmation lowcode). Le développement sera mené avec la participation des AASQA volontaires durant l'année 2022.

## **4.2. Bancarisation des données**

### **4.2.1. Renouvellement de la base de données de travail**

Outre la gestion scientifique et technique de l'observatoire, la gestion des données a été confiée à l'IMT qui doit s'assurer non seulement de leur qualité intrinsèque mais aussi de leur archivage et de leur diffusion auprès des partenaires de l'observatoire, des organismes scientifiques et des différentes instances nationales et internationales. Les premières mesures datent de 1978 mais l'IMT en assure la gestion depuis 1990. En ce sens, l'IMT s'appuie sur une application conçue en 1995, permettant d'assurer la gestion globale des informations fournies par les laboratoires d'analyse ou les AASQA locales en charge des stations MERA ainsi qu'un premier traitement calculatoire des données et leur mise en forme préliminaire en vue de leur remontée à la base de données européenne.

De nombreuses évolutions de l'observatoire MERA ont eu lieu depuis 1995 en matière de nombre de sites de mesures (23 sites différents), de polluants (~250 paramètres mesurés au total suivant 30 techniques de mesure différentes) et de caractéristiques multiples et variées comme la qualification, la codification, le format d'échange des données, la fréquence et la durée des mesures, etc. L'application actuelle étant non évolutive, il est désormais indispensable pour l'IMT de migrer sa base de données vers un autre système de gestion de base de données relationnelle permettant un suivi à long terme d'un volume plus conséquent de données.

En vue de cette migration vers une nouvelle application, des actions ont été menées par l'IMT en 2021 mais la finalisation du cahier des charges n'a pas pu être réalisée suite au départ de la personne contractuelle missionnée pour cette activité. Le recrutement d'un nouveau contractuel n'a été possible qu'au 1er octobre 2021, cependant lié à des contraintes de service, les activités de l'IMT sur le cahier des charges ne pourront reprendre qu'à partir du T3 2022. Les services informatiques de l'IMT devront ensuite analyser la conception et expertiser les choix techniques à partir du cahier des charges. Le développement de l'application devrait s'appuyer sur un phasage temporel défini par la priorité et l'opérationnalité de certaines fonctions.

#### **4.2.2. Intégration dans Geod'Air**

Cette action a été mise en attente en 2021 mais des travaux devront être menés en collaboration avec le LCSQA pour permettre la remontée de toutes ces données MERA dans la base de données Géod'Air.

### **4.3. Développement de méthodes**

#### **4.3.1. Traçabilité métrologique pour les mesures de NO<sub>x</sub>**

La chaîne nationale de traçabilité métrologique permet de garantir sur le long-terme la cohérence des mesures effectuées par le dispositif de surveillance de la qualité de l'air. Dans ce cadre, les concentrations des étalons en oxydes d'azote raccordés sont de l'ordre de 200 ppb voire 800ppb. Cette concentration n'est pas représentative des mesures NO<sub>x</sub> réalisées sur les sites de l'observatoire MERA. Afin de mieux qualifier les mesures de l'observatoire, des travaux sont en cours à l'IMT pour la réalisation d'un étalon de travail en NO de faible teneur afin de concevoir une référence unique pour les stations MERA et de garantir une mesure harmonisée par un étalon commun.

L'étalon NO basse concentration peut être réalisé à partir d'une dilution ou directement par un étalon de travail. Les derniers résultats par étalon de travail montrent une amélioration de la stabilité du mélange en matrice diazote sur le long terme (à minima 3 semaines) et la procédure de fabrication a été optimisée en 2021.

Une campagne de mesure a été organisée à l'été 2021 sur le site de Revin. L'objectif de cette étude était, en partenariat avec ATMO GE et ADDAIR, la mise en place d'un étalon cylindre NO/NO<sub>2</sub> basse concentration (<50ppb) dans le cadre du dispositif MERA et la comparaison d'analyseurs N500 (Teledyne), LGR vs T200UP (+ T700 en complément). Cette campagne s'est déroulée du 02 juin au 20 juillet 2021. Pendant la période, des interventions de l'IMT ont consisté à collecter les données, contrôler le fonctionnement des analyseurs et contrôler le mélange étalon. Les résultats présentés montrent une stabilité du mélange sur une période de plus de 63 jours avec une valeur moyenne de 11,4 ppb et un coefficient de variation de 2,6%. Ces résultats permettent donc de valider le processus et d'entamer une diffusion sur les sites du dispositif équipés de mesures NO-NO<sub>x</sub>. Pour cela des cylindres spécifiques ont été achetés par l'IMT et des tests seront effectués en 2022 avec la participation des AASQA volontaires.

#### **4.3.2. Etude prospective pour la mesure des espèces gazeuses**

Suite à l'adoption de la stratégie EMEP 2020-2029 par l'Organe exécutif de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance en décembre 2019, une réflexion a été envisagée sur l'évolution du programme de mesure en cohérence avec la nouvelle stratégie. En particulier, une étude de l'état de l'art et des besoins d'implémentation pour le suivi long terme de la répartition gaz-particules des espèces inorganiques a été initiée en 2020 et se poursuivra sur 2021 dans le but d'améliorer les mesures des espèces réactives d'azote inorganiques dans l'observatoire MERA.

Jusqu'à aujourd'hui, les mesures sans artefacts du rapport gaz/particules des espèces azotées ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HNO}_3/\text{NO}_3^-$ ) ne sont pas mises en œuvre sur l'observatoire MERA, il y a donc un manque d'information sur les niveaux environnementaux réels et la variabilité temporelle de ces espèces sur le territoire français.

Afin de se conformer aux objectifs du réseau EMEP et de combler les lacunes en matière de connaissances sur ces espèces clés, une étude comparative sur les différentes méthodologies utilisées dans le domaine de l'EMEP, aux Etats-Unis et en Asie est actuellement en cours. Cette étude permettra de déterminer quels sont les méthodes les plus efficaces en termes de résultats, de coûts opérationnels et d'exploitation des données.

L'avancement de cette étude prospective a permis de décrire dans un premier temps les principaux enjeux de la mesure des espèces ciblées sur la base de différentes campagnes de mesure issues de la littérature scientifique. L'inventaire des méthodes utilisées dans le domaine EMEP pour la mesure de l'azote réactif a également été dressé. La collecte des informations sur le fonctionnement, les principes de mesure, les caractéristiques, la rentabilité des méthodes les plus intéressantes et le potentiel de valorisation pour l'observatoire MERA est toujours en cours.

#### **4.3.3. Développement pour la mesure automatique de COV en ligne**

Dans le cadre du programme de mesure répondant au niveau 2 de la stratégie 2020-2029 d'EMEP, les prélèvements de COV réalisés sur la station de la Tardière n'ont pas été renouvelés en 2019. La décision de l'arrêt de ces prélèvements a été motivée par l'évolution de l'environnement proche du site. En effet, une installation agricole d'élevage de volailles, localisée à quelques kilomètres, pénalisait fortement la représentativité de la station de mesure pour ce type de polluants avec une invalidation quasiment systématique de certains COV.

En parallèle, il a été mené une réflexion sur l'implantation de mesure automatique on-line sur l'observatoire MERA. Cela permettrait l'extension de la liste des composés mesurés, une augmentation du potentiel de suivi et de valorisation des données compte tenu d'une fréquence de mesure accru. Il en résulte que les méthodes off-line de mesure des COV à Peyrusse-Vieille seront à terme remplacées par une méthode de mesure automatique on-line.

L'achat d'un chromatographe en phase gazeuse équipé d'un thermo-désorbiteur et d'un système de traitement d'échantillons humides pour la mesure on-line des composés hydrocarbonés et carbonylés ayant été réalisé à la fin du trimestre 2019, sa réception du candidat retenu « Agilent Technologies France » a été effective au mois de février 2020. Compte tenu de la crise sanitaire liée au COVID-19, le développement analytique de la méthode ainsi que l'évaluation des performances métrologiques initialement prévus en 2020, a été initié en 2021. Les tests métrologiques (linéarité, répétabilité...) ont été réalisés et une liste préliminaire de COVs pouvant être identifiés, a été développée. Sur la base d'un pas de temps de 90 min avec un échantillonnage de 45 min, une comparaison au laboratoire de l'IMT a été réalisée sur d'une part, la mesure des HCNM avec 2 analyseurs en ligne (TD-GC-FID) en parallèle (Agilent Markes et Perkin Elmer), et de COVs oxygénés d'autre part, en ligne avec le système Agilent Markes et hors ligne à l'aide d'un préleveur automatique avec des cartouches DNPH/analyse par HPLC-UV. Les résultats montrent une très bonne corrélation pour

les HCNM notamment pour l'éthane et le toluène ; et des résultats comparables pour les COVOs. Des tests complémentaires avec de l'air ambiant de Douai en plus d'un dopage d'étalon pour HCNM et COVOs ont été réalisés en laboratoire en 2021. Les deux méthodes hors ligne, existante, et en ligne seront ensuite comparées lors de la campagne de recouvrement sur le site de Peyrusse-Vieille en 2022.

#### 4.4. Communication et valorisation

Au cours de l'année 2021, de nombreuses actions de communication et de valorisation des données de surveillance de la qualité de l'air sur les stations rurales nationales réglementaires ont été réalisées par l'IMT et ses partenaires par le biais de différents supports scientifiques :

- En janvier 2021, une **communication orale** a été présentée lors d'un congrès français : P. Espina, L. Alleman, A. Bourin, P. Coddeville, C. Debevec, E. Perdrix, S. Sauvage, Origin of Secondary Inorganic aerosols in the north of France and how they may evolve in the future, 34ème Congrès Français des Aérosols (CFA 2021), visioconférence, 26 au 28 janvier 2021
- En février 2021, une **communication orale** a été présentée lors d'un congrès de restitution de projet national : K. Desboeufs, A. Bourin, B. Laurent, A. Feron, I. Fronval, V. Riffault, M. Fornier, C. Guigue, M. Abdennadher, M. Belhassen, M. Tedetti, Caractérisation des flux de dépôt humides en HAP et métaux pendant la campagne HIPPOCAMPE, Workshop virtuel du projet MERITE-HIPPOCAMPE, 9-10 février 2021
- En mai 2021, une communication orale a été présentée lors d'une réunion du groupe de travail ACTRIS-FR : A. Bourin, I. Fronval, B. Herbin, E. Tison, Bilan des activités de l'observatoire MERA, mesure et d'Evaluation en zone Rurale de la pollution Atmosphérique à longue distance
- En septembre 2021, deux **communications orales** ont été présentées lors d'un congrès international :
  - J. Brito, H. Chebaicheb, E. Stratigou, A. Bourin, S. Dusanter, V. Riffault, Studying regional SOA formation using source apportionment, organic tracers and box modelling during the COBIACC field campaign, EAC 2021 European Aerosol Conference, 30 August - 3 September 2021
  - P. Espina, E. Perdrix, L. Alleman, P. Coddeville, Assessment of the annual variation of aerosol pH at a rural site in Northern France, EAC 2021 European Aerosol Conference, , 30 August - 3 September 2021
- En octobre 2021, deux **panneaux d'affichage** pour le site du Montfranc et de Peyrusse-Vieille ont été réalisés en collaboration avec les services communications d'Atmo Nouvelle Aquitaine et d'Atmo Occitanie respectivement.

## 5. Bilan technique 2021

Un suivi régulier des préleveurs est réalisé par les opérateurs des stations et par l'IMT. Les actions de maintenance, dépannage ou contrôle de l'état des appareils ont pour but d'atteindre au moins 90% de taux de fonctionnement des équipements, fixés pour l'observatoire MERA selon les recommandations du réseau EMEP.

Dans ce rapport de synthèse, le bilan technique a été réalisé au 31/12/2021 et la disponibilité des données est variable selon les polluants.

### 5.1. Délais de transport et d'analyse

Le Tableau 3 précise le délai entre la date de fin de l'échantillonnage (date du dernier échantillon collecté) et la date d'analyse des échantillons fournis par les laboratoires prestataires.

Calculé pour l'année 2021, le délai pour l'analyse des anions et des cations dans les précipitations est en moyenne de 6 jours. Les analyses de pH et de conductivité sont réalisées en moyenne sous 5 jours.

Concernant les métaux lourds, le délai entre la fin du prélèvement et le jour d'analyse s'établit pour 2021, à 37 jours pour le traitement et l'analyse des filtres (-14 jours par rapport à 2020 qui était exceptionnellement élevé) et à 28 jours pour les échantillons de pluie (-3 jours par rapport à 2020).

Sur l'année 2021, les délais d'analyse des HAP sont satisfaisants avec 21 jours pour le traitement et l'analyse des filtres. Une vigilance est néanmoins apportée sur le délai des analyses des filtres qui arrivent par lot de 4 ou 5 filtres au laboratoire, et qui sont analysés sous 1 mois mais uniquement pour le dernier filtre de la série de 28 jours. En revanche, les échantillons de pluie sont analysés en moyenne en 17 jours.

Les délais d'analyse de la spéciation des PM<sub>2,5</sub> sont courts, de l'ordre de 11 jours pour l'année 2021, avec un délai légèrement supérieur pour les analyses EC/OC (16 jours) par rapport aux analyses de anions/cations (9 jours pour les deux).

Enfin, pour 2021, les délais pour les analyses de COV hydrocarbonés sont de 7 jours (-10 jours par rapport à 2020) et pour les composés carbonylés de 17 jours pour l'année 2021.

Tableau 3 : Moyenne des délais (en jours) d'analyse des derniers échantillons de chaque série pour l'année 2021 (bilan fait au 31/12/2021)

	2021
pH, Cond	5
Anions / cations	6
Métaux lourds PM <sub>10</sub>	37
Métaux lourds Pluies	28
HAP PM <sub>10</sub>	21
HAP Pluie	17
Speciation PM <sub>2,5</sub>	11
COV hydrocarbonés	7
Carbonylés	17

## 5.2. Résultats des comparaisons inter-laboratoires

Les laboratoires impliqués dans les mesures analytiques de l'observatoire se doivent de participer régulièrement à des comparaisons inter-laboratoires (CIL), organisées entre les participants des programmes EMEP, ACTRIS et GAW ainsi qu'au sein du LCSQA. Ces exercices de comparaison peuvent concerner différents types de paramètres ou l'ensemble d'une méthode de mesure.

En 2021, le laboratoire CEA/LSCE a participé à deux CILs, l'une sur les analyses d'EC/OC dans les PM<sub>2,5</sub> (ECAC 2021-1, juin 2021), et la seconde sur les analyses d'ions inorganiques majeurs dans une solution aqueuse (EMEP39, décembre 2021). Les résultats à l'exercice sur EC/OC sont globalement satisfaisants, le biais est estimé à 7,4% et la variabilité à 3.4%. Les résultats EMEP 39 pour les ions inorganiques majeurs ne sont pas encore connus à la date de rédaction de ce rapport. Concernant la CIL EMEP38 (décembre 2020), les résultats sur les anions et cations sont globalement satisfaisants. Il faut noter néanmoins deux résultats avec des déviations >15% par rapport à la valeur attendue sur des faibles valeurs de Ca<sup>2+</sup>, et de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

Le laboratoire SGS Multilabs participera à la CIL EMEP39 sur les analyses d'ions inorganiques dans les dépôts en décembre 2021 dont les résultats complets seront connus courant 2022. Concernant la CIL EMEP38 (décembre 2020), les résultats sur le pH, la conductivité, les anions et cations sont globalement satisfaisants. Il faut noter néanmoins un résultat questionnable sur une faible valeur de Ca<sup>2+</sup> : 0,077 mg/l reportée par le laboratoire pour une valeur attendue de 0,102 mg/l. Plus problématique, un résultat non satisfaisant a été reporté par le laboratoire sur la conductivité : 12,59 µS/cm reporté pour une valeur attendue de 7,9 µS/cm. Cette déviation de près de 60% de la valeur attendue a déclenché l'ouverture d'une non-conformité via une fiche qualité en interne. D'après l'expertise faite au laboratoire, cet écart est dû à une pollution accidentelle d'un aliquote de l'échantillon.

Le laboratoire TERA Environnement participera à la CIL EMEP39 sur les analyses de métaux lourds dans les dépôts en décembre 2021 dont les résultats complets seront connus courant 2022. Concernant la CIL EMEP38 (décembre 2020), les résultats sont satisfaisants et aucune non-conformité n'a été décelée.

Le laboratoire IANESCO a participé à une CIL sur les HAP organisée par le LCSQA en 2020. Les résultats sont satisfaisants sur la matrice filtre air ambiant. Cependant, les niveaux évalués sont élevés en comparaison aux valeurs usuellement analysées dans les échantillons de l'observatoire MERA. De plus, aucun test n'est réalisé en solution ne permettant pas de conclure sur la qualité des résultats de dépôts atmosphériques en prenant en compte l'extraction liquide-liquide.

## 5.3. Bilan de fonctionnement

### 5.3.1. Gestion des données

Les données, issues des mesures réalisées dans le cadre du dispositif MERA, sont fournies par les laboratoires d'analyse, par les AASQA ou par la banque de données de la qualité de l'air (GEOD'AIR). Le Tableau 4 présente les différents fournisseurs de données par type de mesure.

Le tableau de bord relatif à la gestion des données de l'observatoire est présenté sur la Figure 4. Les mesures réglementaires (concernant ML pluie, ML PM<sub>10</sub>, HAP pluie, HAP PM<sub>10</sub> et spéciation PM<sub>2,5</sub>), réalisées dans le cadre des directives européennes, sont reportées aux AASQA mensuellement après une première validation environnementale des données. Une expertise environnementale annuelle est faite à l'issue de l'année de mesure avec l'ensemble du jeu de données afin de pouvoir valider définitivement les mesures au regard de leurs évolutions saisonnières notamment. Avant d'être reportées à l'EMEP, les données sont toutes affectées d'un code qualité suivant la liste (<https://www.nilu.no/projects/ccc/flags/index.html>) des 145 codes EMEP possibles.

Tableau 4 : Récapitulatif des fournisseurs de données du dispositif MERA en 2021

Station	Pluies	COV	Métaux lourds		HAP		Spéciation PM <sub>2,5</sub>	Météo	O <sub>3</sub> NO <sub>x</sub> -NH <sub>3</sub> PM <sub>10</sub> PM <sub>2,5</sub>
			pluie	PM <sub>10</sub>	pluie	PM <sub>10</sub>			
Le Casset	SGS							Atmo Auvergne-Rhône-Alpes	GEOD'AIR
Morvan								Atmo Bourgogne Franche-Comté	
Montandon								Atmo Normandie	
La Coulonche								Atmo Bourgogne Franche-Comté	
Montandon								Atmo Nouvelle-Aquitaine	
Le Montfranc								Air Pays de la Loire	
La Tardière								Atmo Occitanie	
Peyrusse-Vieille								Atmo Grand Est	
Revin								AIR BREIZH	
Donon								Atmo Auvergne-Rhône-Alpes	
Kergoff	TERA				IANESCO	LSCE		LIG'AIR	
Saint-Nazaire									
le Désert									
Verneuil									

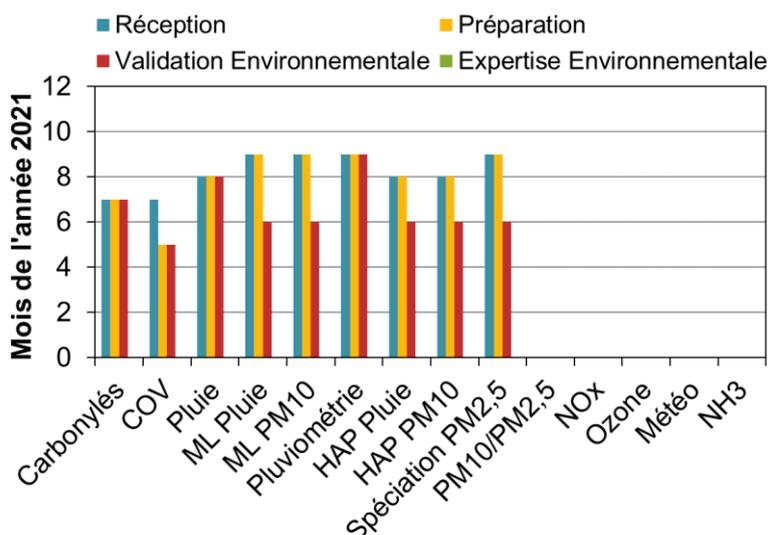


Figure 4 : Etat de la gestion des données 2021 du dispositif MERA au 31/12/2021

### 5.3.2. Visites des stations

Dans le cadre du système qualité de l'observatoire MERA, l'IMT réalise des visites de sites. L'organisation et le contenu des visites sont comme suit :

- un planning annuel est mis en place afin que chaque intervenant puisse anticiper les visites de site ;
- afin de rendre les visites plus ciblées, avant toute intervention, un contact est pris avec le ou les interlocuteurs principaux de site afin d'en tirer les éléments forts nécessaires au fonctionnement du site (défaut récurrent d'appareil, installation de nouveaux préleveurs,...) et de discuter des solutions pouvant être mises en place. Tous ces éléments sont repris dans un tableau de suivi et la visite fait l'objet d'un rapport ;
- Les fréquences d'intervention sont ajustées en fonction du programme de mesure propre au site et afin de répondre au mieux aux différentes attentes ;
- afin d'éviter toute redondance, sauf en cas de problème identifié, il n'y a pas de contrôle des instruments de mesure déjà contrôlés systématiquement par les AASQA (température, pression, humidité, etc...). Les audits du LCSQA permettent d'examiner ces éléments et leur traçabilité. Par ailleurs, les résultats des étalonnages réalisés par les AASQA peuvent être demandés annuellement pour le processus de validation finale des données.

Le Tableau 5 ci-dessous reprend les périodicités minimales (hors contexte sanitaire) d'intervention décidées suivant le programme de mesure de chaque station et le besoin d'intervention spécifique de l'IMT Nord Europe. Compte tenu de l'implémentation de nouveaux appareils, certaines stations peuvent faire l'objet de visites supplémentaires.

Tableau 5 : Périodicité des visites de l'IMT sur les stations de mesure.

STATION	Périodicité d'intervention/ équipements (nombre/an)
CASSET	1
COULONCHE	1
DONON	2
MONTANDON	1
MONTFRANC	1
MORVAN	1
PEYRUSSE	2
REVIN	2
ST NAZAIRE	0.5
TARDIERE	2
VERNEUIL	0.5
KERGOFF	0.5

Ce tableau ne prend pas en compte les interventions exceptionnelles pour dysfonctionnement d'un appareil qui potentiellement viennent s'ajouter aux visites annuelles. En 2021 toutes les stations ont fait l'objet d'une visite.

Des actions curatives/préventives ont été réalisées sur les stations de l'observatoire pour Kergoff, Tardièrre et Saint Nazaire le Désert : i) à Kergoff, la station a fait l'objet

d'une mise en fonction d'un nouveau mat météo doté de capteurs météorologiques type VAISALA WXT500 (T, P, Hr%) et VAISALA WMT700 pour la vitesse et direction du vent ; ii) à la Tardière les mesures de température, d'humidité relative et de pression ont été remplacées par un capteur VAISALA PTU300 afin de rendre compatible la transmission de données avec la station d'acquisition des données environnementales ; iii) à Saint Nazaire le Désert, le pluviomètre de référence initialement à lecture directe, a été remplacé par un pluviomètre à auget équipé d'un module de comptage impulsif type Précis Mécanique R64 avec décharge des données en différé.

Le site du Donon a été équipé au premier semestre 2021 de mesures météorologiques supplémentaires notamment en direction et vitesse de vent. Avant une installation définitive et compte tenu de l'emplacement en clairière contraignant pour l'obtention de mesures météorologiques représentatives, des capteurs tests seront installés sur le site dans un premier temps et les mesures ne seront donc pas directement reportées à l'EMEP. Un bilan sera effectué en 2022 sur une possible implémentation.

Il est à souligner que les collecteurs de pluie Eigenbrodt ont pour l'ensemble plus de 15 ans de fonctionnement et il est actuellement difficile de trouver des pièces pour la maintenance de ces appareils. Il a donc été décidé leur remplacement sur les prochaines années. C'est pourquoi en 2021 une première phase de commande pour le remplacement des collecteurs a été déclenchée. Les stations de Morvan, Montfranc, Coulonche et Revin devraient donc être équipées en 2022 de nouveau collecteur. Il devrait s'en suivre une action identique pour les stations de Tardière, Montandon, Donon et Peyrusse.

Lors de la visite de la station de la Tardière, un affaissement de la dalle supportant le collecteur de pluie Eigenbrodt a été constaté. Cela est sans impact sur la planéité du collecteur néanmoins si le phénomène évolue, il pourra être envisagé son remplacement. Le même phénomène a été constaté au niveau de la dalle de support du mâât météo pour la station de Peyrusse-Vieille.

### **5.3.3. Taux de fonctionnement sur l'année 2021**

Les taux de fonctionnement sur l'année 2021 (arrêtés au 31/12/2021) sont présentés Tableau 6. Pour la plupart des stations et des polluants, les taux de fonctionnement sont satisfaisants puisque supérieurs à 90%.

Les taux de fonctionnement des collecteurs Eigenbrodt pour l'ensemble des stations sont satisfaisants hormis pour la station du Morvan légèrement inférieur à 90%. Il est à souligner que les collecteurs de pluie Eigenbrodt ont pour l'ensemble plus de 15 ans de fonctionnement et il est actuellement difficile de trouver des pièces pour la maintenance de ces appareils. Il a donc été décidé leur remplacement sur les prochaines années. C'est pourquoi en 2021 une première phase de commande pour le remplacement des collecteurs a été déclenchée. Les stations de Morvan, Montfranc, Coulonche et Revin devraient donc être équipées en 2022 de nouveau collecteur. Devrait s'en suivre une action identique pour les stations de Tardière, Montandon, Donon et Peyrusse. A noter que le collecteur de pluie du Casset bien que présentant un taux satisfaisant de 98,5% a fonctionné en 100% en mode bulk. Celui-ci ne présente aucun défaut mécanique mais le couvercle se bloque en période hivernale en raison

des conditions climatiques extrêmes sur la station. Après concertation, il semblerait que par sa conception, l'ouverture du couvercle entraîne un carottage de neige qui une fois fondue, va par des températures négatives bloquer le système d'ouverture. Cette hypothèse pourrait être confirmée durant la saison hivernale 2021-2022 par le démontage rapide de la partie haute du couvercle collecteur par le personnel du parc des Ecrins et ce dès le premier blocage d'ouverture constaté. Celui-ci ayant été remis en fonctionnement normal lors de la dernière maintenance d'octobre 2021.

Tableau 6 : Bilan de fonctionnement du programme de mesure 2021 (01/01/2021 au 31/12/2021).

Station	DON	CAS	COU	FRA	TAR	MON	MOR	PEY	REV	KER	SND	VER
Collecteur	98,5	98,5	95,7	94,7	98,0	100,0	89,2	96,9	93,6			
Pluviomètre	95,0	97,8	96,3	100,0	99,3	98,3	97,6	78,1	97,7			
Gravi PM <sub>2.5</sub>	98,4		99,4				93,0	97,6	96,1	96,6	95,8	98,7
Gravi PM <sub>10</sub>	98,4		99,4		95,5	94,5	98,0	97,6	97,1	96,6	95,8	
Ozone	96,1	99,1	99,2	98,1	98,3	92,6	97,7	95,6	98,8	97,4	97,3	98,9
NO - NO <sub>2</sub>	85,3				98,1		99,1	91,7	94,9	97,3	97,7	99,6
Météo	DV-VV		99,2	5,2	95,7	96,4	97,5	99,3	97,9	95,4		98,0
	T	98,8	99,2	68,2	98,8	20,1	97,7	99,6	97,8	95,4		76,3
	P	98,8	99,2	68,1	98,8	20,1	97,7	99,6	97,9	95,4		
	Hr	98,8	99,2	68,2	98,8	19,9	0,0	99,6	97,9	95,4		59,8
COV								71,2				
Carbonyles								77,9				
ML PM <sub>10</sub>	100,0							96,2	100,0	96,2	92,3	100,0
ML dépôts	92,3							100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
HAP PM <sub>10</sub>	100,0							100,0	100,0	98,4	100,0	100,0
HAP dépôts	100,0							100,0	100,0	100,0	100,0	92,3
Spéciation PM <sub>2.5</sub>	100,0							100,0	98,3	100,0	100,0	96,5

Concernant les mesures météorologiques, il faut noter l'absence de mesure d'humidité relative à Montandon. Cette mesure effectuée par une sonde (température + humidité) de dernière génération n'est pas complètement compatible avec le module de conversion de données installé initialement (DAT12). En effet, seule la température peut être suivie. Le type de sonde utilisée auparavant sur l'observatoire n'est plus réparable, ni vendu par le fabricant VAISALA.

Pour pallier à ce problème de vétusté, des investissements sur de nouveaux capteurs météo (DV, VV, T, P, HR) ont été opérés. Les stations de Peyrusse-Vieille, La Tardière, Revin et La Coulonche ont été équipées sur la période 2018-2021 de nouveaux capteurs de chez VAISALA : weather transmitter WXT530 et/ou WINDCAP® Ultrasonic Wind Sensor WMT700. Les éléments récupérés suite à ces changements d'équipement et encore en état de fonctionnement permettent dans la mesure du possible de pallier aux manques éventuels sur d'autres sites. Ce fut d'ailleurs le cas pour la station de La Coulonche, dont la sonde de température et d'humidité relative a été remplacée par celle en provenance de Peyrusse-Vieille.

A noter que depuis novembre 2020 pour la station de la Coulonche un WXT 530 équipe la station. Fin 2021 a été installé un WMT 700 pour la mesure de la vitesse et direction

du vent. Le taux de fonction pour ce paramètre sur la station devrait être amélioré pour 2022. Il est à noter que pour la station de La Tardière, les capteurs météorologiques, nouvellement installés, semblaient présenter un défaut de communication entre les centrales d'acquisition notamment pour le WXT530 (T, P, Hr%).

Une solution a été trouvée par le remplacement du WXT 530 par un système analogique équivalent PTU 300 et qui a été installé au cours du premier semestre 2021.

Concernant la mesure radiométrique, le vieillissement des capteurs entraîne un défaut d'étanchéité et par conséquent une forte condensation sur le dôme du radiomètre. Le problème est connu puisque déjà constaté sur plusieurs stations de l'observatoire. Les réparations ne sont pas possibles. Ces données de rayonnement, jugées non prioritaires, ne seront plus reportées à l'EMEP.

Le taux de fonctionnement pour la mesure des COV carbonylées sont faibles à respectivement 71,2 et 77,9%. Il est à noter que plusieurs canisters présentant des fuites n'ont pas pu être analysés, et une fuite sur une voie de prélèvement a nécessité le retour du préleveur à IMT NE. Comme indiqué précédemment, une réflexion est en cours sur l'observatoire MERA pour un remplacement des mesures off-line de COV hydrocarbonés et composés carbonylés par des mesures on-line. Ce changement nécessite un aménagement de la station, notamment par le redimensionnement de la puissance électrique et thermique induisant d'importants travaux spécifiques. Un déplacement des mesures faites par DA80 est envisagé en collaboration avec ATMO Occitanie afin de respecter les exigences de température de stockage de filtre.

## **6. Suivi chronologique des données 2021**

Cette partie présente des données de l'année 2021 issues de l'observatoire MERA, dont certaines sont envoyées régulièrement aux AASQA pour leur besoin de mise à jour de l'information pour les polluants plomb, arsenic, cadmium, nickel et benzo(a)pyrène dans les PM<sub>10</sub>. Ces prélèvements sont coordonnés suivant un calendrier commun à tous les sites puis analysés toutes les 4 semaines. Les résultats d'analyse sont transmis à l'IMT dans un délai de deux mois après la date de fin de prélèvement des échantillons. La validation définitive des analyses est réalisée de manière annuelle après contrôle de l'ensemble des résultats.

### **6.1. Métaux lourds**

#### **6.1.1. Dans les aérosols**

L'évolution temporelle des métaux lourds dans les PM<sub>10</sub> est présentée Figure 5. Le plomb a une gamme étendue de concentrations par rapport à l'arsenic et au cadmium. La station de Kergoff est caractérisée par des teneurs très élevées en nickel mesurées de manière aléatoire dans le courant de l'année (max 27,6 ng/m<sup>3</sup>). Depuis le début de ces mesures sur la station (janvier 2020) des valeurs extrêmes sont enregistrées, elles

sont peu représentatives au regard de la gamme historique d'évolution du nickel sur les autres stations de l'observatoire. Cette particularité n'avait pas été détectée lors de la campagne de recouvrement avec Guipry.

Une saisonnalité sur l'évolution temporelle des concentrations en métaux lourds dans les aérosols mesurés sur les sites de l'observatoire MERA est faiblement marquée, mais les concentrations semblent être plus élevées en début d'année (visible notamment sur l'arsenic).

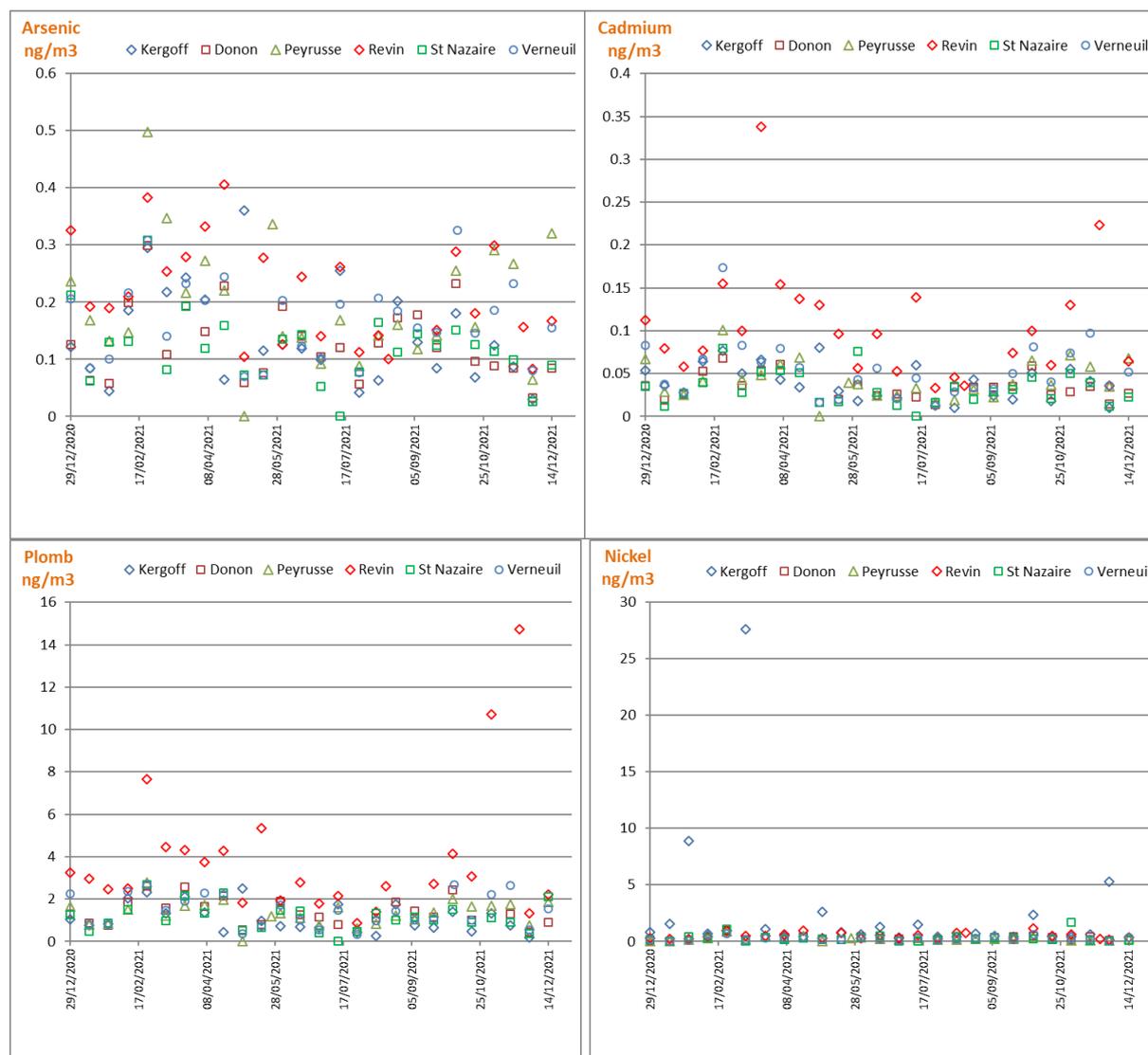


Figure 5 : Evolution temporelle des concentrations en métaux lourds ( $\text{ng.m}^{-3}$ ) dans les aérosols mesurées sur les sites de l'observatoire MERA en 2021

### 6.1.2. Dans les précipitations

L'évolution temporelle des concentrations en métaux lourds dans les pluies collectées en 2021 sur les sites de l'observatoire MERA montre des concentrations en métaux lourds dans les pluies marquées par plusieurs pics de concentrations pouvant être partagés par les stations en période estivale notamment (Figure 6). Ces pics sont déterminés par des hauteurs de pluies très faibles associées à des pluies relativement concentrées. Suite à des casses de jauge pendant le transport, certains échantillons

peuvent manquer sur la série temporelle 2021. Comme pour les aérosols, l'élément trace métallique analysé prépondérant dans les pluies est le plomb.

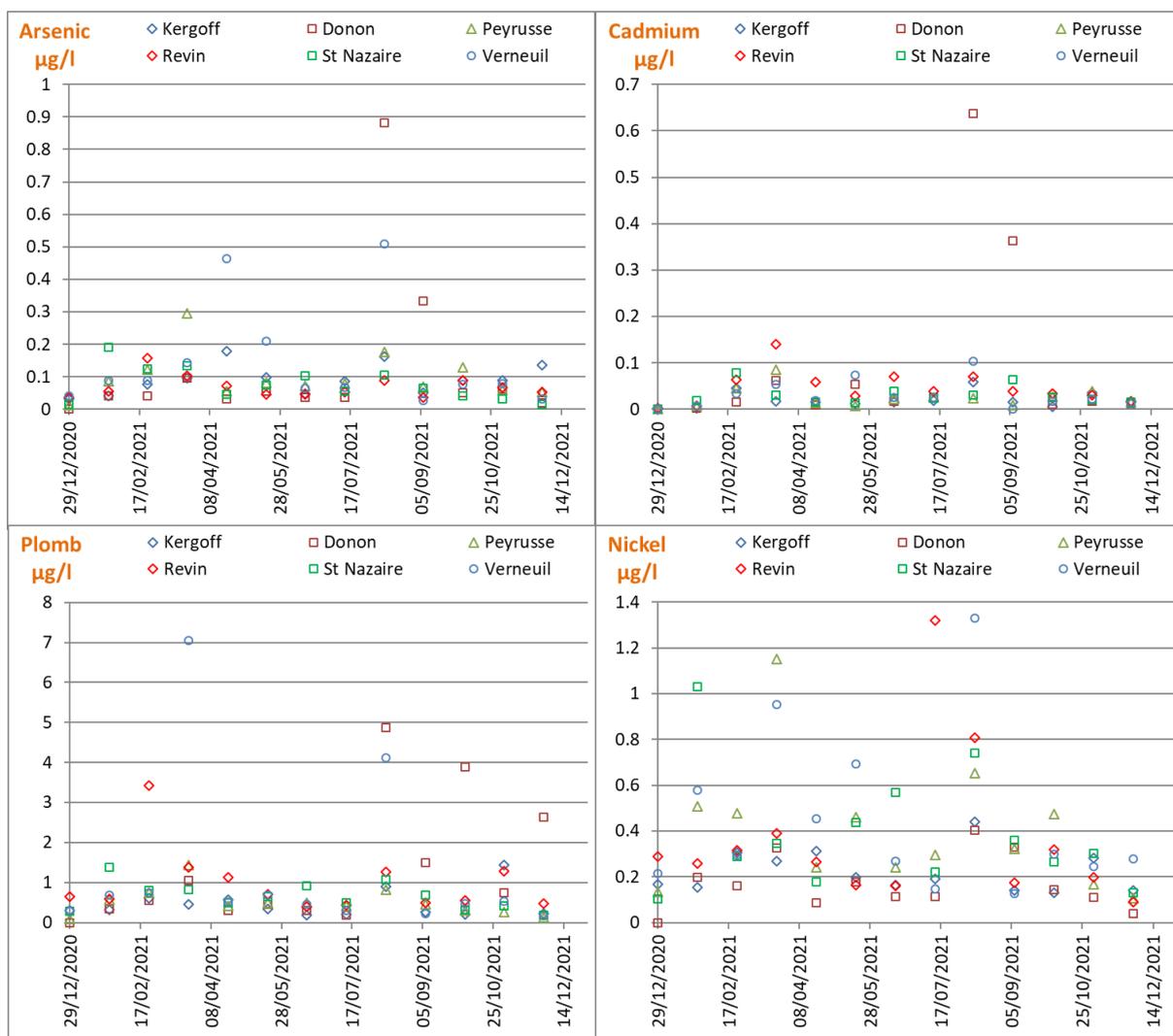


Figure 6 : Evolution temporelle des concentrations en métaux lourds ( $\mu\text{g/l}$ ) dans les pluies mesurées sur les sites de l'observatoire MERA en 2021

## 6.2. HAP

### 6.2.1. Dans les aérosols

L'évolution temporelle des concentrations en BaP dans les aérosols mesurés sur les sites de l'observatoire MERA est présentée Figure 7. Une forte variabilité saisonnière est observée, les concentrations hivernales sont généralement plus élevées. En été, les concentrations sont les plus faibles (inférieures aux limites de quantification). Ces évolutions temporelles des concentrations en BaP sont comparables entre les stations. Il est cependant observé des concentrations plus élevées sur Verneuil, et les niveaux mesurés sur la station de Saint-Nazaire-le-Désert pendant la période hivernale sont légèrement plus importants que sur les autres stations.

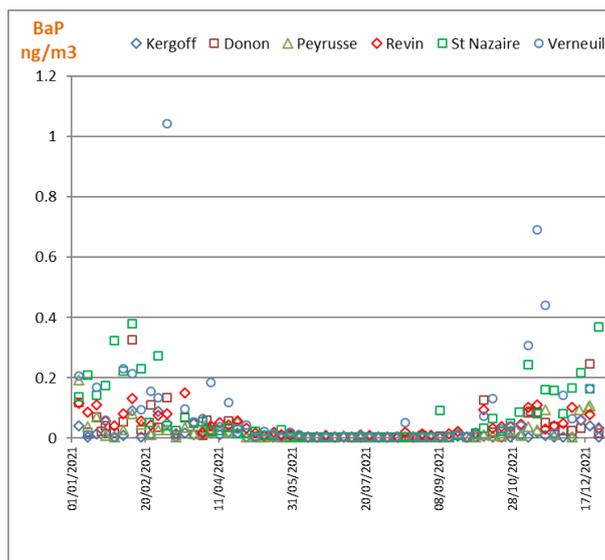


Figure 7 : Evolution temporelle des concentrations en BaP (ng/m3) dans les aérosols mesurés sur les sites de l'observatoire MERA en 2021

### 6.2.2. Dans les précipitations

L'évolution temporelle des concentrations en BaP dans les pluies mesurées sur les sites de l'observatoire MERA est présentée Figure 8. Les concentrations en BaP dans les pluies sont généralement plus élevées en hiver et au printemps par rapport aux concentrations estivales. Pendant la période du 23/03 au 20/04, des concentrations plus importantes ont été enregistrées sur Revin, Verneuil et Donon. Ces stations ont enregistré peu de précipitation (15 à 31 mm) pendant cette période. Pour la période estivale, les échantillons ont des concentrations assez faibles associées à des hauteurs de pluie récoltées faibles également.

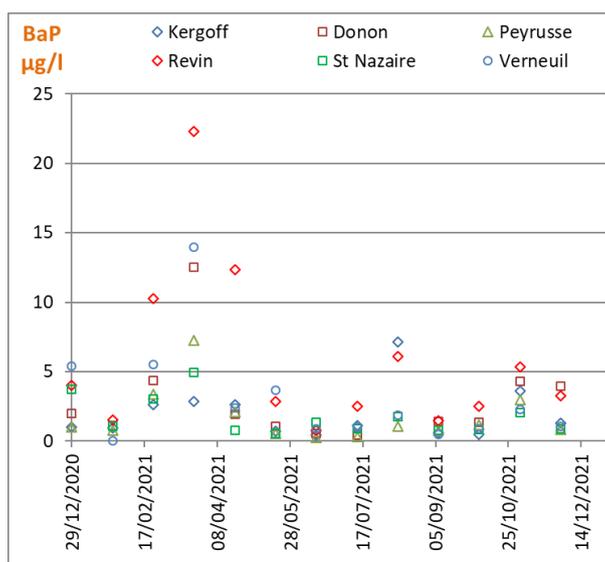


Figure 8 : Evolution temporelle des concentrations en BaP (µg/l) dans les pluies mesurées sur les sites de l'observatoire MERA en 2021

### 6.3. Spéciation dans les PM<sub>2,5</sub>

Les évolutions temporelles des concentrations carbonées et en ions inorganiques majeurs mesurées dans les PM<sub>2,5</sub> sur les sites de l'observatoire MERA sont présentées Figure 9. Les concentrations moyennes en carbone organique et élémentaire sont comparables pour la majorité des stations. Le carbone total est constitué majoritairement de carbone organique. Les concentrations de carbone élémentaire mesurées à Kergoff ont une contribution plus élevée au carbone total que sur les autres stations potentiellement due à une source de combustion de biomasse à proximité. Les concentrations en carbone élémentaire dans les PM<sub>2,5</sub> sont marquées par une variabilité saisonnière avec des maximums atteints en hiver, en raison de la variabilité saisonnière des sources d'émission. Les concentrations en carbone organique mesurées sur Peyrusse sont plus élevées que sur les autres stations en particulier pendant la période printanière de l'année 2021.

Concernant les ions inorganiques, globalement, les concentrations en nitrate sont plus élevées sur Revin, Kergoff et Verneuil en particulier pendant la période printanière de l'année 2021 en raison des épisodes de pollution particulaire secondaire affectant le nord du territoire national et à proximité des sources d'émission (pour Kergoff et Verneuil). En fin d'été, des concentrations en nitrate plus élevées ont été mesurées à Kergoff par rapport aux autres stations MERA, indiquant une influence agricole cette sur cette station. Les concentrations de sulfate dans les PM<sub>2,5</sub> diminuent en cohérence sur toutes les stations MERA à la fin de l'année 2021 (à partir de fin octobre). Bien que ni les blancs filtres du laboratoire, ni les blancs filtres de terrain ne confirment cette hypothèse, cette baisse intervient au même moment où un changement de lot de filtre a été réalisé au laboratoire d'analyse. Les évolutions temporelles saisonnières des concentrations de chlorure et les niveaux plus élevés mesurés sur Kergoff sont en lien avec la répartition saisonnière des tempêtes et la distance à la mer de cette station. Les concentrations moyennes les plus élevées en calcium sont mesurées sur Revin, Donon et Saint-Nazaire-le-Désert tout au long de l'année, dues à la mesure d'épisodes de poussières, qu'ils soient liés à des phénomènes météorologiques charriant des poussières sur de longues distances (sable du Sahara) ou qu'ils proviennent d'envol de poussières potentiellement en provenance de zones plus régionales.

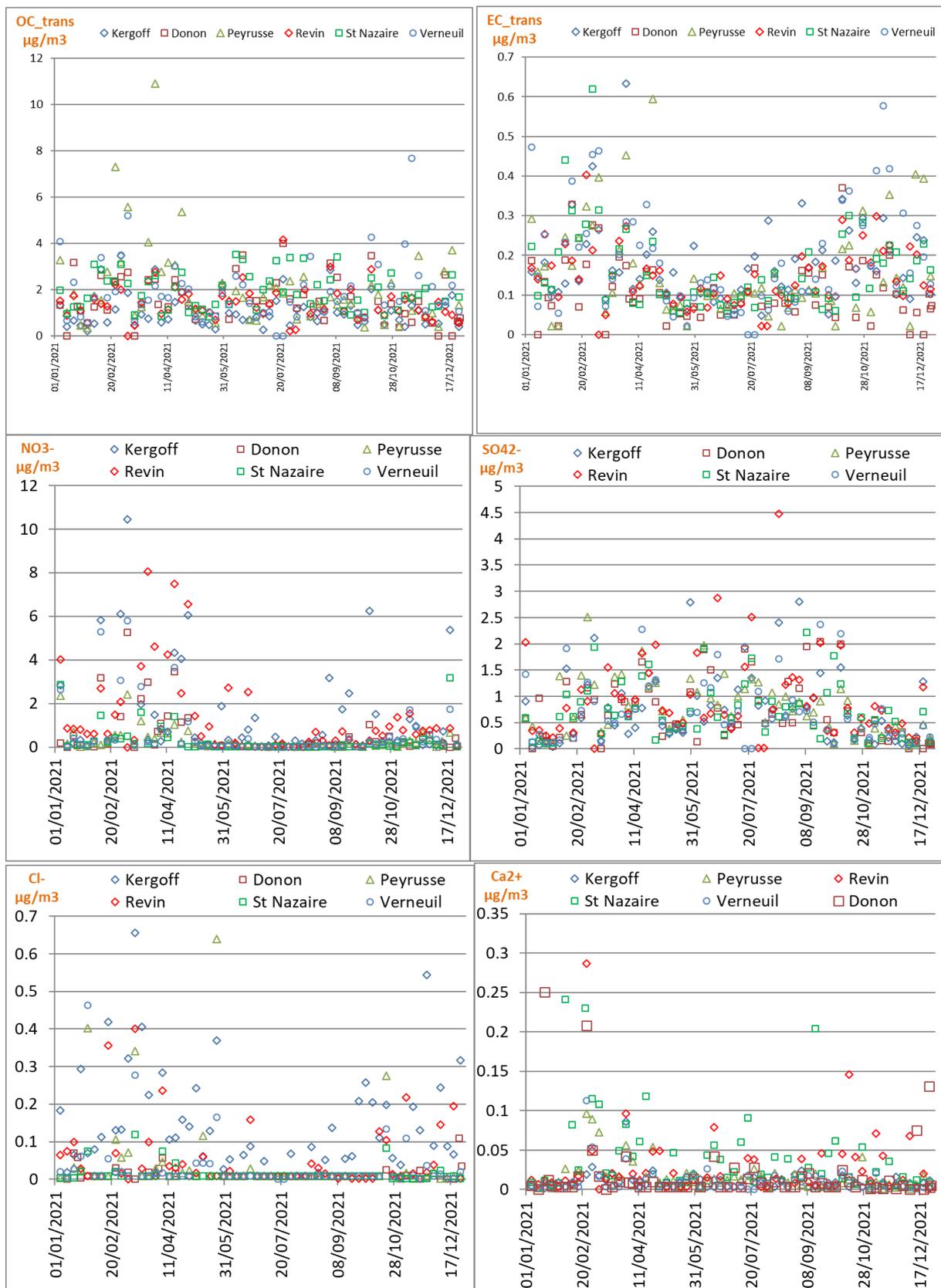


Figure 9 : Evolution temporelle des concentrations en carbone organique, carbone élémentaire, nitrate, sulfate, calcium et chlorure dans les PM<sub>2.5</sub> mesurées sur les sites de l'observatoire MERA en 2021

## 7. Conclusion et résumé des faits marquants

Ce rapport final constitue le bilan annuel de la coordination générale du programme MERA réalisé par l'IMT suivant la convention MTE/IMT n°2 201 288 106. Il fait état au 31 décembre 2021 des différentes actions engagées en termes d'harmonisation du dispositif, d'organisation de la chaîne de mesure, de suivi des prestataires d'analyse, de validation, de rapportage et de valorisation des données du dispositif.

Cinq laboratoires d'analyse ont été choisis en 2021 suite à une consultation via une procédure de marché public. Le coût total du marché d'analyses a subi une légère hausse en 2021, en raison de l'ajout de 10% de marge pour le nombre total d'échantillons filtre et pluies. L'ensemble des laboratoires a participé à des exercices de comparaison inter-laboratoires organisés au niveau national par le LCSQA, au niveau européen (EMEP et ACTRIS) avec des résultats globalement satisfaisants.

Les conventions IMT/AASQA ont pour but de préciser les conditions d'exploitation et de gestion financière et technique des stations rurales nationales de l'observatoire MERA. La convention avec Atmo Nouvelle-Aquitaine est toujours en attente et le nombre d'AASQA conventionnées à ce jour est de 3. Les conventions avec les 5 dernières AASQA devraient être initiées en 2022.

En 2021, les demandes de subventions MTE pour les investissements 2022 concernant le parc instrumental de 6 AASQA et suivant les orientations ont été proposées lors de la CS « Observatoires Nationaux ».

Par ailleurs, les coûts de fonctionnement des sites MERA sont réévalués chaque année compte tenu de l'évolution des sites et du programme. En 2021, les coûts de fonctionnement ont été mis à jour par les AASQA, ils sont globalement assez stables et reflètent des activités récurrentes similaires aux années précédentes pour la gestion des sites MERA. Ces informations sont transmises annuellement au MTE pour une prise en compte dans la subvention de fonctionnement des AASQA.

Dans le cadre de la Commission de Suivi (CS) « Observatoires Nationaux », un groupe utilisateur « MERA » a eu lieu en fin d'année 2021 pour pouvoir échanger sur les aspects techniques opérationnels spécifiques à l'observatoire. Une réunion de la CS s'est tenue en mars 2021, elle a eu pour objectifs de redéfinir la feuille de route 2021 et de faire un bilan général sur les observatoires CARA et MERA.

En 2021, la procédure pour le transfert des données de spéciation PM<sub>2.5</sub> a été revue afin d'y intégrer les fractions carbonées et des nouvelles versions des fiches MERA-FR-03 et MERA-FR-04 ont été mises en œuvre par les AASQA dès janvier 2021. Un bilan sera présenté en groupe utilisateur « MERA ». Les fiches de suivi ont été récupérées avec un logiciel de reconnaissance optique pendant l'année 2021. Le bilan fait état de nombreux problèmes et oriente la poursuite du renouvellement des fiches de suivi vers un outil entièrement numérisé.

La base de données de l'IMT nécessite un renouvellement pour intégrer les évolutions du programme de mesure de ces dernières années. Pour des raisons liées à des contraintes de service, la version finale du cahier des charges n'a pas pu être transmise dans le courant de l'année 2021 aux services informatiques de l'IMT pour

expertise. Les activités de l'IMT sur le cahier des charges ne reprendront qu'à partir du T3 2022.

L'intégration des données MERA dans GEOD'AIR a été mise en attente en 2021 mais des travaux devront être menés en collaboration avec le LCSQA pour permettre la remontée de toutes ces données MERA dans la base de données Géod'Air.

Les travaux en cours à l'IMT sur la traçabilité métrologique pour les mesures de NOx ont permis une première réalisation d'un étalon de travail en NO de faible concentration dont la stabilité a été améliorée. Un test d'étalon NO a également été réalisé sur la station Revin en 2021. Les résultats encourageants ont orienté l'achat de cylindre spécifiques qui seront testés en 2022 avant de prévoir une diffusion des étalons basses concentrations sur les sites du dispositif.

Suite à l'adoption de la stratégie EMEP 2020-2029 par l'Organe exécutif de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance en décembre 2019, une réflexion a été engagée sur l'évolution du programme de mesure en cohérence avec la nouvelle stratégie. En particulier, une étude de l'état de l'art et des besoins d'implémentation pour le suivi long terme de la répartition gaz-particules des espèces inorganiques s'est poursuivi sur 2021 et sera finalisée en 2022.

Compte tenu de la crise sanitaire liée au COVID-19, le développement analytique de la méthode on-line pour la mesure de COV a été finalisé en 2021. Les résultats montrent une très bonne corrélation pour les HCNM notamment pour l'éthane et le toluène ; et des résultats comparables pour les COVOs. Des tests complémentaires avec de l'air ambiant de Douai en plus d'un dopage d'étalon pour HCNM et COVOs ont été réalisés en laboratoire en 2021. Le recouvrement entre les deux méthodes off-line, existante, et on-line sur le site de Peyrusse-Vieille sera initié en 2022.

Le suivi et le bilan technique 2021 sont présentés dans ce rapport. Plusieurs modes de suivi technique (visite de maintenance, fiches d'information, contrôle qualité, etc.) se complètent et ont pour but d'assurer un taux de représentativité suffisant des mesures et une bonne qualité des données. En ce qui concerne le bilan technique, la plupart des instruments présentent des taux de fonctionnement satisfaisants. A noter toutefois des problèmes de vétusté de matériel pour les collecteurs Eigenbrodt pour lesquels un plan de renouvellement s'est poursuivi en 2021 et devra faire l'objet de subvention en 2022 également. De même, un renouvellement des capteurs météorologiques est en cours.

Une partie des résultats de mesure, a été présentée pour l'année 2021. Pour les métaux lourds, les HAP et la spéciation des PM<sub>2,5</sub>, les résultats montrent une bonne cohérence entre les sites. Les résultats fournissent des informations intéressantes sur la saisonnalité des polluants et sur les niveaux de fond rencontrés à comparer avec les niveaux observés en zone urbaine.

Au 31 décembre 2021, les données directives 2021 ont toutes été reportées au niveau national, de manière trimestrielle, jusqu'au 2<sup>ème</sup> trimestre 2021. Le rapportage à l'EMEP des données 2020 a été anticipé cette année, il a été finaliser fin octobre 2021.

## **ANNEXE 1**

**Programme de mesure de la stratégie EMEP définie  
pour 2020-2029**

## MONITORING REQUIREMENTS FOR THE VARIOUS LEVELS SPECIFIED BY THE MONITORING STRATEGY

<i>Level 1 - "variables to be measured at all basic EMEP sites"</i>		<i>Recommended temporal resolution</i>
Inorganic compounds in precipitation	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , H <sup>+</sup> (pH), Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Cl <sup>-</sup> , precipitation amount	24 hours
Inorganic compounds in air	SO <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>2</sub> , HNO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NH <sub>3</sub> , (sNO <sub>2</sub> , sNH <sub>4</sub> ), HCl, Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	24 hours
Elemental and Organic Carbon	EC and OC in PM <sub>2.5</sub>	24 hours / 7 days
Nitrogen dioxide	NO <sub>2</sub>	1 hour/24 hours
Ozone	O <sub>3</sub>	1 hour
PM mass concentration	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub>	24 hours
Heavy metals in precipitation	Cd, Pb (1st priority), Cu, Zn, As, Cr, Ni (2nd priority)	7 days
Meteorology	Precipitation amount (RR), temperature (T), wind direction (dd), wind speed (ff), relative humidity (rh), atmospheric pressure (pr)	24 hours (RR), others 1 hour
<i>Level 2 - "additional variables to be measured at a subset of sites - EMEP level 2 sites"</i>		<i>Recommended temporal resolution</i>
<b>Oxidant precursors and gaseous short-lived climate pollutants</b>		
Nitrogen oxide	NO	1 hour
Light hydrocarbons	C <sub>2</sub> -C <sub>5</sub> , BTEX (Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylene)	1 hour/grab sample once or twice per week
OVOCs	Aldehydes and ketones	Absorbing Solution tube, once or twice per week
Hydrocarbons	C <sub>6</sub> -C <sub>12</sub>	1 hour/ABS tube, once or twice per week
Methane	CH <sub>4</sub>	1 hour
Carbon Monoxide	CO	1 hour
<b>Particulate matter (PM) observations contribute to the assessment of particulate matter and its source apportionment</b>		
PM mass	PM <sub>1</sub>	1 hour
Elemental and Organic Carbon in air	EC and OC in PM <sub>10</sub>	24 hours/7 days

<i>Level 2 - "additional variables to be measured at a subset of sites - EMEP level 2 sites"</i>		<i>Recommended temporal resolution</i>
Mineral dust in PM <sub>10</sub>	Si, Al, Fe, Ca	24 hours/7 days
Particle light absorption/equivalent black carbon	Light absorption coefficient, eBC	1 hour
Particle number concentration	dp >10nm	1 hour
Particle number size distribution	dN/dlogDp, (sub/supermicrometer)	1 hour
Particle light-scattering coefficients	Light-scattering coefficient, Light backscatter coefficients (multi-wavelengths)	1 hour
Particle chemistry speciation	Non-refractory organic and inorganic composition (ACSM, AMS)	1 hour
Aerosol Optical Depth	AOD at 550 nm	1 hour
<b>Acidification and eutrophication observations contribute to the assessment of nitrogen chemistry, influence by local emissions and dry deposition fluxes</b>		
Gas particle ratio of N-species	NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , HNO <sub>3</sub> /NO <sub>3</sub> - (artefact-free methods)	1 hour/24 hours
Gas particle ratios of N-species	NH <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , HNO <sub>3</sub> , NO <sub>3</sub> - (HCl) (complementing the filter pack sampling)	1 month
<b>Heavy metals observations contribute to the assessment of mercury and heavy metals fluxes</b>		
Mercury in precipitation	Hg	7 days
Mercury in air	Hg (TGM)	1 hour/24 hours/7 days
Heavy metals in air	Cd, Pb (1st priority), Cu, Zn, As, Cr, Ni (2nd priority)	7 days
<b>Persistent organic pollutants (POPs) observations contribute to the assessment of persistent organic pollutants</b>		
POPs in precipitation	PAHs, PCBs, HCB, chlordanes, HCHs, DDT/DDE	7 days
POPs in air	PAHs, PCBs, HCB, chlordanes, HCHs, DDT/DDE	24 hours/7 days/24 hours or 48 hours once or twice per week (depending on sampling with respect to artefact problems)
<b>Tracers observations contributes to the assessment of individual long-range transport events and their source apportionment</b>		
Halocarbons	CFCs, HCFCs, HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub>	1 hour

<i>Level 3 – Research-based and voluntary measurements, preferably, but not limited to, EMEP level 1/2 sites. May also include both campaign and long-term observations. Observations contribute to the understanding of processes relevant to long-range transport of air pollutants and support model development and validation</i>		
		<i>Recommended temporal resolution</i>
NO <sub>y</sub> chemistry	HNO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , PAN, organic nitrates	1 hour
Ammonia in emission areas (optional)	NH <sub>3</sub>	1 month
Vertical profiles	O <sub>3</sub> soundings, aerosol LiDAR	1 hour
Organic tracers, OC fractionation	Levoglucosan, others, Water soluble and water insoluble OC (WSOC/WINSOC)	24 hours/7 days
Organic tracers	Levoglucosan, others	24 hours/7 days
Isotopic information	OC, EC, VOCs, CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , Hg	24 hours/7 days
Greenhouse gases	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	1 hour
Hydrogen	H <sub>2</sub>	1 hour
Hydroxyl radical	OH-	1 hour
Hydroperoxide	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1 hour
OVOC Alcohols	Methanol, Ethanol	ABS tube, once or twice per week
Major inorganics in PM <sub>2.5</sub> and PM <sub>10</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Mg <sup>+</sup> (Cl <sup>-</sup> )	7 days
Mercury speciation	RGM and TPM	1 hour/24 hours/7 days
POPs passive sampling at higher spatial resolution	For example, PAHs, PCBs, HCB, chlordane, HCHs, DDT/DDE	1 month
POPs other than those listed above, as well as organic contaminants of emerging concern	For example, PBDEs, PFAS, SCCPs	As considered appropriate
Dry deposition flux	nitrogen species, O <sub>3</sub> , VOCs, particles, other	1 hour