



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 2022

Aude Bourin, Anna Font, Isabelle Fronval, Corentin Guillou, Benoît Herbin, Thierry Léonardis, 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 2022. LCSQA. 2022. hal-04252144

HAL Id: hal-04252144

<https://imt-nord-europe.hal.science/hal-04252144v1>

Submitted on 20 Oct 2023

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.



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES**

*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° 2 201 355 774 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**

décembre 2022

CONTENU DU RAPPORT

1. INTRODUCTION	3
2. PRESENTATION DU PROGRAMME MERA	4
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
3. COORDINATION DU PROGRAMME	10
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 »	12
4. ACTIONS SPECIFIQUES EN 2022	13
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 _x	15
4.3.2. ETUDE PROSPECTIVE POUR LA MESURE DES ESPECES GAZEUSES	17
4.3.3. DEVELOPPEMENT POUR LA MESURE AUTOMATIQUE DE COV EN LIGNE	18
4.4. COMMUNICATION ET VALORISATION	23
5. BILAN TECHNIQUE PROVISoire 2022	24
5.1. GESTION DES DONNEES	24
5.2. DELAIS DE TRANSPORT ET D'ANALYSE	25
5.3. RESULTATS DES COMPARAISONS INTER-LABORATOIRES	26
5.4. BILAN DE FONCTIONNEMENT	27
5.4.1. VISITES DES STATIONS	27
5.4.2. TAUX DE FONCTIONNEMENT ESTIMATIFS	28
6. SUIVI CHRONOLOGIQUE DES DONNEES 2022 (DONNEES PRELIMINAIRES)	30
6.1. METAUX LOURDS	30
6.1.1. DANS LES AEROSOLS	30
6.1.2. DANS LES PRECIPITATIONS	33
6.2. HAP	36
6.2.1. DANS LES AEROSOLS	36
6.2.2. DANS LES PRECIPITATIONS	39
6.3. SPECIATION DANS LES PM _{2,5}	41
7. CONCLUSION ET FAITS MARQUANTS	44
ANNEXE 1	47
PROGRAMME DE MESURE DE LA STRATEGIE EMEP DEFINIE POUR 2020-2029	47

1. Introduction

Depuis le 1^{er} janvier 2014, le Ministère de la Transition Ecologique et de la cohésion des territoires (MTECT) a confié à l'Ecole Nationale Supérieure Mines-Télécom Nord Europe (IMT NE) 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 (O₃, NO₂, COV), particulaires (métaux lourds, HAP, ions majeurs, EC/OC, et masse PM₁₀, PM_{2,5}, ...) et les paramètres météorologiques.

La convention MTECT/IMT NE n°22201355774 a pour objet le soutien financier de MERA sur l'année 2022. 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 établit un bilan des actions engagées en 2022. Il a pour but de présenter les activités en lien avec l'observatoire MERA et les résultats de mesure sur l'année concernée par la convention sur 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. Le suivi technique du dispositif sera également présenté par un bilan de fonctionnement. Les résultats sont reportés partiellement pour l'année 2022 car les mesures sont encore en cours de validation à la date de rédaction de ce rapport.

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^{er} janvier 2014 et suite à une restructuration harmonisée et cohérente du dispositif national demandée par le MTECT, 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).

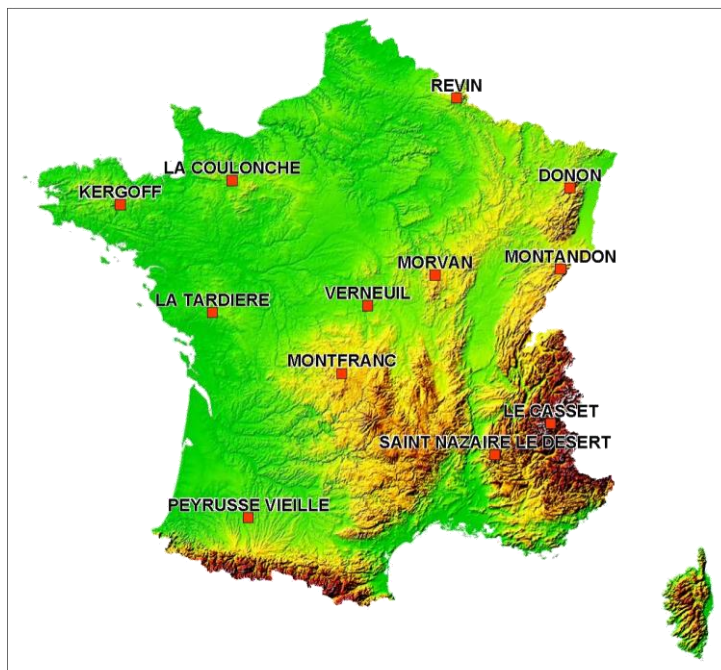


Figure 1 : Localisation des stations du dispositif MERA dans sa configuration actuelle

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 2020 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 2010-2021. 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 2021 a débuté en octobre 2022 mais ne sera finalisé qu'en mars 2023.

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 2022, 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_3 , NH_3 , NO_2 , COV) et particulaires (métaux lourds, HAP, PM_{10} , spéciation $PM_{2,5}$) et les paramètres météorologiques. Le déploiement des mesures de COV se poursuit sur les sites de Peyrusse-Vieille et du Donon.

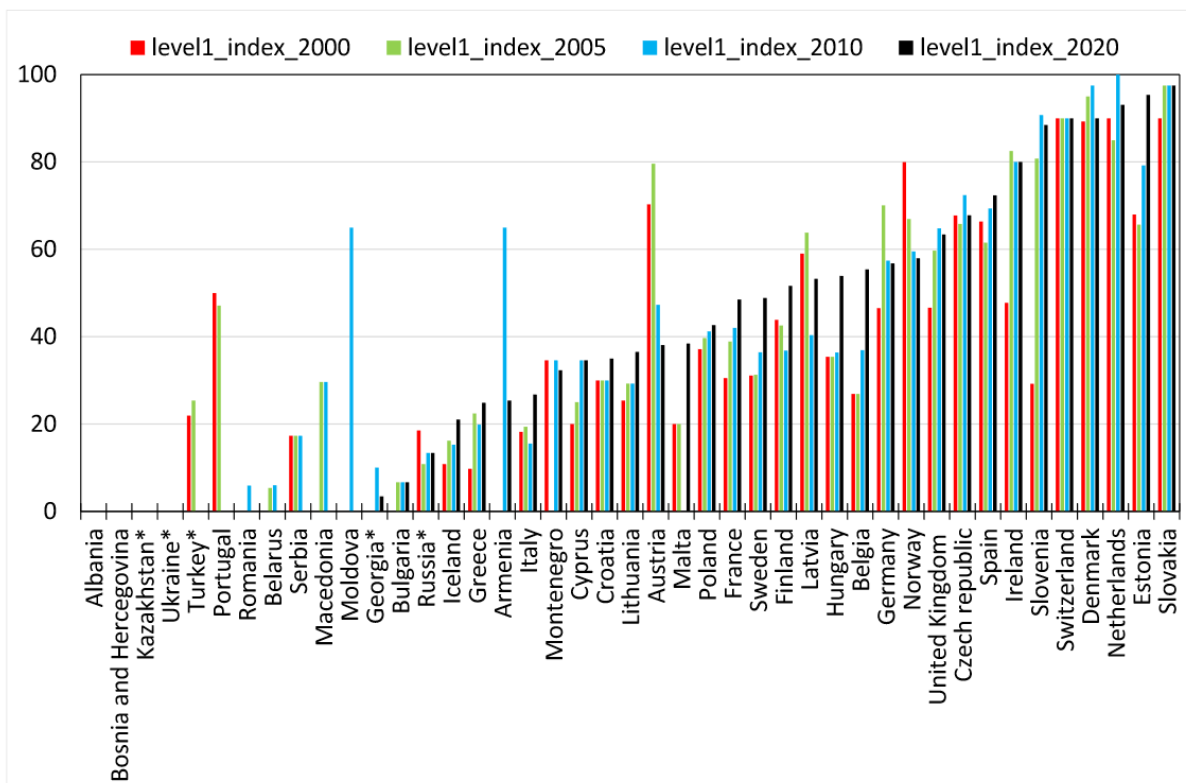


Figure 2 : Indices d'implémentation du programme de mesure relativement à la stratégie EMEP de niveau 1, calculés sur la base des données reportées en 2000, 2005, 2010 et 2020 (Source : EMEP Status Report 1/2022)

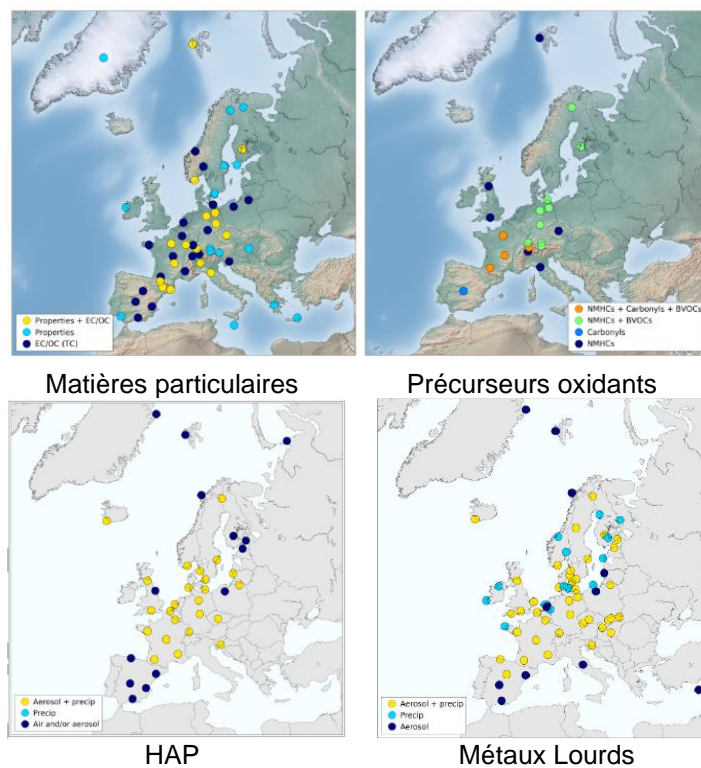


Figure 3 : Sites ayant reporté en 2020 certains paramètres de niveau 2 de la stratégie de mesure EMEP (Source : EMEP Status Report 1/2022 et EMEP Status Report 2/2022)

Tableau 2 : Caractéristiques des stations MERA en 2022 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 _{2.5}	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 ₂	x				x		x	x	x	x	x	x
	Météo	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
Niveau 2 EMEP	Métaux PM ₁₀	x							x	x	x	x	x
	HAP PM ₁₀	x							x	x	x	x	x
	HAP pluie	x							x	x	x	x	x
	EC/OC PM _{2.5}	x							x	x	x	x	x
	COV	x							x				
Niveau 3 EMEP	NH ₃									x	x		

2.3. Organisation

La coordination opérationnelle de l'observatoire est confiée à IMT NE 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 NE 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 français et 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 NE. L'IMT NE a été désignée responsable qualité du programme de mesure EMEP pour la France en accord avec le MTECT. 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 NE, 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 NE, 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 PM₁₀, les HAP dans les PM₁₀ et la spéciation des PM_{2,5}, 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 NE 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 NE 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^{er} janvier au 31 décembre 2022, a été reconduite au 1^{er} janvier 2022 pour une période de 12 mois conformément aux dispositions du cahier des clauses administratives particulières (CCAP). Le coût total du marché d'analyse a subi une évolution en raison de la révision des prix de certaines prestataires conformément à l'article 10.2 du CCAP.

Les laboratoires prestataires chargés des analyses en 2022 sont :

- Métaux dépôts et PM₁₀ : TERA Environnement
- HAP dépôts et PM₁₀ : IANESCO
- Spéciation des PM_{2,5} : CEA/LSCE
- Espèces inorganiques dans les pluies : SGS Multilabs
- COV (HCNM+carbonylés) : TERA Environnement

3.2. Conventions AASQA

Des conventions entre l'IMT NE 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 2022, 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. La phase de renouvellement (tous les 5 ans) de certaines conventions devrait débuter en 2023.

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.

En 2022, les demandes de subventions pour 2023 concernent le parc instrumental de six AASQA. Les équipements ciblés concernent la mesure des NO_x mais certains modèles demandés ne correspondaient pas à celui nécessaire pour répondre aux besoins d'un site rural national MERA (analyseur traces), il sera nécessaire de rediriger la demande vers un Teledyne API T200UP (BLC). Des équipements de prélèvement/mesure pour les particules ont également été sollicités pour subvention (Partisol Plus, Digitel DAH80 et FIDAS 200).

Les coûts de fonctionnement sont ceux associés aux interventions périodiques de suivi du dispositif, à la maintenance préventive et curative, incluant les pièces détachées de certains 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 NE et l'AASQA sur les charges définies dans les conventions. Ces demandes sont revues chaque année, pour réviser le programme de mesure et prévoir les évolutions potentielles. En 2022, les coûts de fonctionnement des AASQA pour les stations MERA n'ont pas été communiqué à l'IMT NE mais directement au MTECT et au LCSQA. Le coût global a été multiplié par 2 et les montants mis à jour reflètent des coûts des stations très hétérogènes entre les AASQA, parfois avec un facteur 2 à 4 par rapport aux années précédentes.

3.4. Commission de suivi « Observatoires Nationaux »

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 2020, un groupe utilisateur « MERA » a été créé au sein de cette commission pour pouvoir échanger sur les aspects techniques opérationnels spécifique à l'observatoire. Une réunion s'est tenue en 2022 (en décembre).

Dans le cadre du redéploiement des mesures CARA-filtres, les filtres CARA pourrait être intercalés aux prélèvements MERA, sur les appareils pour le prélèvement des HAP dans les PM₁₀ (Digitel DHA-80), initialement réalisés à une fréquence de 1 jour sur 6. L'analyse chimique des filtres CARA serait alors réalisée principalement pour documenter d'éventuels épisodes de transport longue distance de polluants d'origines naturelles (non mesurés par le couple ACSM-AE33) ou pour d'autres études d'intérêt. En 2022, aucune AASQA n'a demandé de redéployer des mesures CARA-filtres sur l'observatoire MERA, en conséquence la procédure précisant les modalités de fonctionnement sur les sites MERA n'a pas été mise en place par le LCSQA.

Dans le cadre de la crise énergétique à laquelle fait face l'UE en 2022, l'impact de la modification de pratiques plus ou moins importantes sur la qualité l'air pourrait être évalué par le dispositif national de surveillance. Pour répondre à cet objectif, des actions ont été mises en œuvre pour renforcer le suivi de ces éventuels impacts. Sur les stations MERA, le LCSQA a demandé dans la mesure du possible aux AASQA d'y positionner des aéthalomètres multi longueur d'onde (AE33) qui ne seraient pas déjà utilisées actuellement dans des études en cours. Il a également orienté des actions sur le renforcement des programmes d'échantillonnages afin de disposer d'un jeu de filtres sans discontinuité temporelle pour le préleveur DHA-80/PM2.5 déjà en place sur

chacun des 6 sites MERA (Revin, Donon, Kergoff, Verneuil, St-Nazaire Le désert, Peyrusse Vieille), il a été demandé si possible d'augmenter la fréquence de prélèvement de 1/6 jours à 6/6 jours.

4. Actions spécifiques en 2022

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'IMT¹ et ainsi que dans le référentiel technique national du LCSQA². 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 NE, aux intervenants avant la date de mise en vigueur.

En 2022, la procédure MERA-PL-01 concernant le pluviomètre de référence à augets basculants a fait l'objet d'une révision en y intégrant l'acquisition de données via le module R64, faisant évoluer celle-ci en version 5.

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 des fiches navettes 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 les fiches navettes 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 NE pour la validation des données.

En 2020, une étude pour l'évolution de ces fiches a été menée et 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 (hebdomadaire

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

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

et mensuelle) 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.

Sur ces nouvelles fiches portant sur l'année 2021, un système de reconnaissance de marques a été mis en place. Ce dispositif permet, suite à un scan de fiche, l'extraction automatique des données de renseignement inscrites.

Le bilan a montré une identification correcte moyenne de 93,1 %, mais avec un délai de traitement retardé dû en partie par l'envoi tardif des fiches depuis les sites.

Pour 2022 il a été proposé une évolution 2.0, qui permettra à terme la dématérialisation des fiches navettes pour l'ensemble des stations. Après consultation de différents prestataires, la société NOSOFT qui propose une version low code pour le développement a été choisie pour cet outil numérique. L'application des fiches de suivi sera déployée sur tablette android fournies par l'IMT NE.

Ce développement fait l'objet depuis septembre 2022, avec la participation d'ATMO GE (site du Donon), de tests in-situ. La mise en œuvre pour tous les sites est prévue au 1er semestre 2023. Durant cette phase transitoire, une version papier des fiches sera maintenue.

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 NE 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 NE en assure la gestion depuis 1990. En ce sens, l'IMT NE s'appuyait 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 NE 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.

La base de données sera hébergée au sein d'un outil informatique qui permettra l'archivage des résultats bruts d'analyse et des paramètres de prélèvements. Elle contiendra les étapes de calculs et de validation, et permettra la structuration et l'archivage des mesures avant rapportage. Ces actions ont été prises en compte dans

un cahier des charges, dont la première version a été finalisée fin décembre 2022. Après révision, la version finale du cahier des charges sera transmise pour expertise dans le courant de l'année 2023 aux services informatiques de l'IMT NE. Ils étudieront la faisabilité de mise en œuvre des besoins. Le développement de l'application pourra s'appuyer sur un phasage temporel défini par la priorité et l'opérationnalité de certaines fonctionnalités.

4.2.2. Intégration dans Geod'Air

La liste des polluants à intégrer dans Géod'air est fixée par l'arrêté du 19 Avril 2017. En 2020, un document a été produit en collaboration avec le LCSQA dans le but de définir les codes polluants (code « ISO ») et les unités attendues pour la remontée des données MERA dans Geod'Air. Il s'agit de la configuration qui sera à appliquer dans les postes centraux des AASQA pour les données qui doivent remonter.

Pour les polluants qui ne remontent pas via les postes centraux, les travaux devraient se poursuivre pour permettre la remontée de toutes ces données au niveau national.

4.3. Développement de méthodes

4.3.1. Traçabilité métrologique pour les mesures de NO_x

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. Cette concentration n'est pas représentative des mesures NO_x réalisées sur les sites de l'observatoire MERA et ne permet pas de garantir les mesures effectuées dans la gamme de concentrations rencontrées sur ses stations de niveaux de fond. Afin de mieux qualifier les mesures de l'observatoire, des travaux sont en cours à l'IMT NE 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 (hors stations équipées d'un dispositif spécifique trace – cas en 2023 de Peyrusse-Vieille et du Donon).

Dans un premier temps, une méthodologie de réalisation d'étalon NO en matrice azote a été mise en œuvre. Les essais effectués ont montré une bonne stabilité des mélanges pour des concentrations inférieures à 30 ppb. Ces résultats préliminaires ont été dupliqués avec une moins bonne stabilité sur des cylindres neufs achetés chez Air Liquide en février 2022.

Une première phase pilote, sur cylindres neufs et selon un protocole spécifique, a été mise en place entre avril et juin 2022 avec la participation d'ATMO GE (Revin et Donon) et Air Breizh (Kergoff). Les tests ont été définis selon le Tableau 3.

Tableau 3 : Protocole de tests en station (Revin, Donon, Kergoff)

Station	Protocole
1	1 passage sur 3 moyens de mesures
2	3 passages en station / 15 jours d'intervalle (1 mois)
3	1 passage/sem sur la station (2,5 mois)

Les résultats montrent une forte hétérogénéité quant aux niveaux de concentration (Figure 4) et d'évolution des mélanges sur 15 jours d'intervalles (Figure 5) et sur le long-terme (Figure 6). Le niveau recherché de 50 ppb a été largement dépassé et il a nettement augmenté. Ces variations semblent indiquer une pollution interne provoquant une évolution dans le temps de la concentration de l'étalon et instabilité du mélange dans les bouteilles. Il y a donc un manque de répétabilité et de reproductibilité sur ces nouveaux cylindres.

Au deuxième semestre 2022, la recherche de pollution des cylindres a été mise en œuvre. Le protocole de fabrication, notamment sur la phase de nettoyage, a été revu et de nouveaux tests en laboratoire sont en cours. Selon les résultats obtenus, il est envisagé de réaliser de nouveaux des essais en station dans le courant de l'année 2023.

Il est à noter le côté chronophage de la mise en œuvre de ce dispositif. En effet, la fabrication d'un mélange nécessite 1 mois, répartis entre la préparation (2 semaines), le remplissage (1 jour), la stabilisation (2 semaines) et les mesures intermédiaires de concentration.

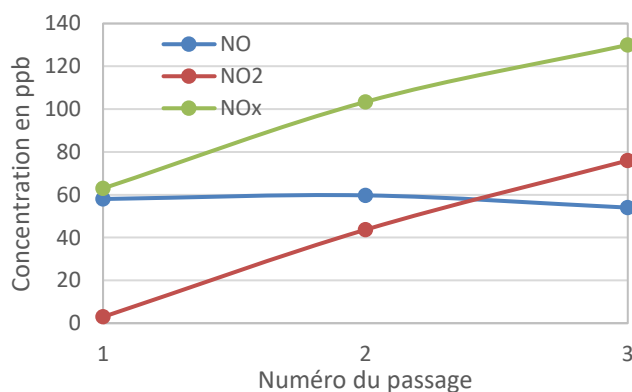


Figure 4 : Mesures NO_x, 1 passage sur 3 moyens de mesures (sta. DONON, REVIN et LIM)

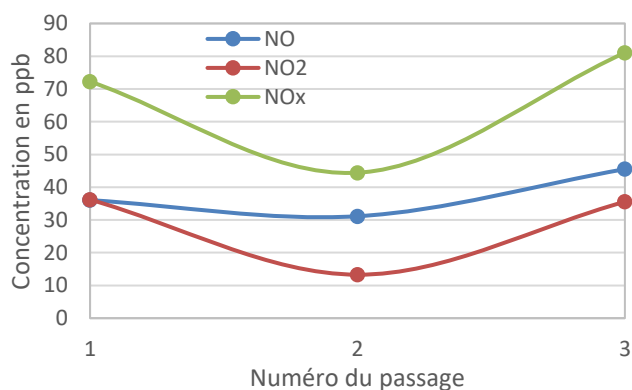


Figure 5 : Mesures NO_x, 3 passages station/15 jours d'intervalle (1 mois)

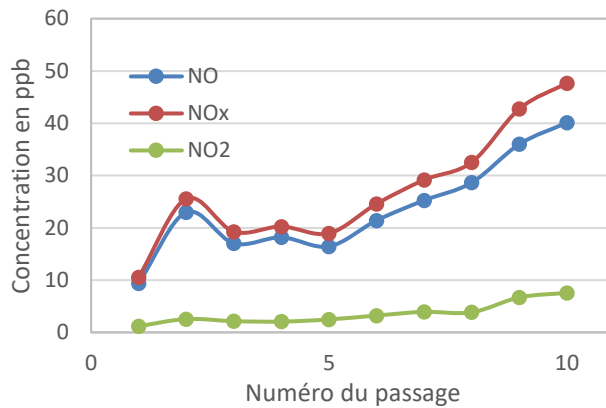


Figure 6 : Mesures NOx, 1 passage/sem - 1 station (2,5 mois)

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 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 a permis de déterminer les méthodes les plus efficaces en termes de résultats, de coûts opérationnels et d'exploitation des données.

A l'issue de cette étude prospective sur les différentes méthodes et leurs objectifs, un appareil de type DELTA a été acquis et livré à l'IMT NE en décembre 2022. Il est commercialisé par le Center for Ecology and Hydrology (CEH), Edinburg - Royaume Uni, et mis en œuvre dans le réseau national de surveillance de l'ammoniac (NAMN). Cet instrument permet de quantifier les changements temporels et spatiaux des concentrations atmosphériques de NH_3 et NH_4^+ à long terme.

Le CEH DELTA est un système de prélèvement qui permet de capturer les espèces cibles sur des tubes dénudés (gaz) et des filterpacks (particules). Grâce à la diffusion moléculaire dans un flux laminaire d'air ambiant prélevé, les gaz sont capturés sur les tubes imprégnés d'acide citrique. Les aérosols sont collectés en aval par des filtres imprégnés également d'acide citrique. La séparation des aérosols des composants gazeux est obtenue grâce à la diffusion beaucoup plus rapide des espèces gazeuses vers les parois du tube par rapport à celle des particules. Suite à l'exposition sur le terrain et l'extraction des supports de prélèvements (tubes et filtres), une analyse chimique en laboratoire permet de déterminer la concentration ambiante.

La poursuite de cette action sera menée en 2023 dans le but de développer et de qualifier cette méthode de mesure des gaz réactifs et aérosols inorganiques dans l'air ambiant par préleveur DELTA.

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 ont évolué ces dernières années :

- les mesures sur la station de la Tardière n'ont pas été renouvelés en 2019 (évolution de l'environnement proche du site et problème de représentativité de la station de mesure).
- Les mesures sur la station de Peyrusse-Vieille par méthode off-line seront à terme remplacées par une méthode de mesure automatique on-line – une chromatographie en phase gazeuse équipée d'un thermo-désorbeur et d'un système de traitement d'échantillons humides pour la mesure on-line des composés hydrocarbonés et carbonylés (extension de la liste des composés mesurés, fréquence de mesure accrue, augmentation du potentiel de suivi et de valorisation des données).
- De nouvelles mesures ont été initiées sur la station du Donon suite une réflexion nationale en lien avec des financements exceptionnels du plan de relance de l'Etat. Ces mesures ont débuté mais elles ne sont pas encore qualifiées, au niveau métrologique. A terme, elles pourront intégrer des études sur traceurs spécifiques.

4.3.3.1. Campagne de tests analytique sur Peyrusse-Vieille

➤ Objectif et méthodologie

Une campagne de test analytique a été réalisée en mai 2022 sur le site Peyrusse Vieille dans le but de valider la chaîne analytique GC-online par des échantillonnages off-line. L'objectif est de comparer les teneurs mesurées par les différents systèmes d'échantillonnage. Ces essais visent aussi à procéder au recouvrement des analyses du laboratoire TERA avec le laboratoire de l'IMT NE. Ces tests ont eu lieu sur une journée, le jeudi 12 mai, pendant 10 heures consécutives (9h -> 19h). Ils ont été faits en parallèle de l'échantillonnage MERA hebdomadaire, analysé par le laboratoire TERA (durée 4h entre 12h et 16h TU). Pour cela, des canisters (45min) et des cartouches DNPH (3h ou 4h) ont été prélevés sur la station et ensuite analysés par l'IMT NE. Les prélèvements on-line (45 min) ont été réalisés pendant toute la durée de la campagne.

Au total, 5 canisters IMT + 3 cartouches DNPH IMT ont été prélevés et 7 prélèvements avec la GC-online ont été réalisés sur la journée du 12 mai, en parallèle des échantillons MERA, 1 canister TERA + 1 cartouche DNPH TERA (Figure 7).

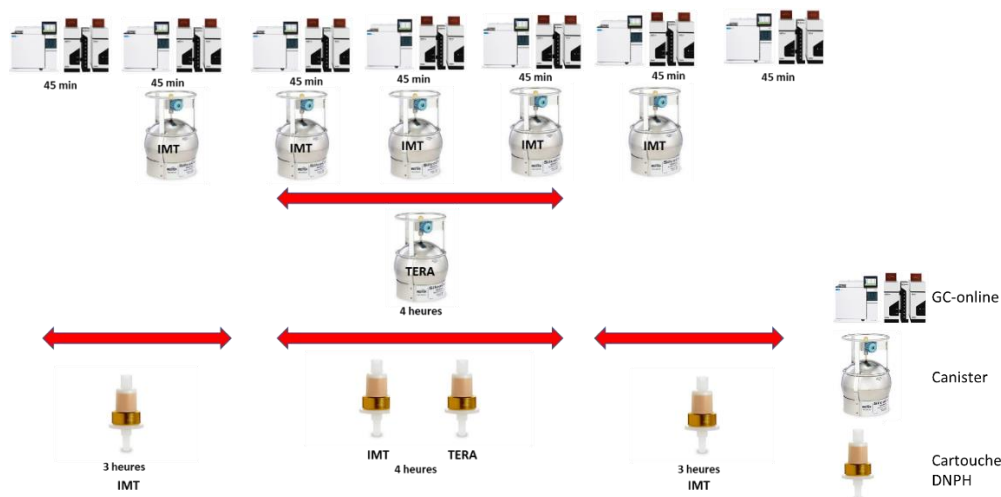


Figure 7 : Dispositif d'échantillonnage pendant la campagne test (IMT) et échantillonnage MERA (TERA) sur Peyrusse-Vieille le 12 mai 2022

Pendant la campagne test, un évènement indépendant a perturbé la représentativité des niveaux mesurés à la station. L'entretien de l'espace vert à proximité de la station a été réalisé avec une tondeuse thermique (Figure 8). C'est le prélèvement fait entre 12h et 12h45 qui a été le plus impacté. Cet évènement a donc impacté les échantillonnages MERA, ainsi que 1 canister et 1 cartouche DNPH de la campagne test.



Figure 8 : Vue satellite de la station de Peyrusse-Vieille entourée en rouge, la zone tondue s'étend de la station à la route

Au laboratoire TERA, les analyses des canisters MERA ont été réalisées à partir des méthodes US EPA TO-14 et TO-15. Les analyses des cartouches reposent sur les normes NF ISO 16000-3 et US EPA TO-11. Les échantillons ont été analysés avec un délai de 7 jours pour les canisters et de 11 jours pour les cartouches.

Au laboratoire IMT, les analyses des canisters ont été réalisées sur la chaîne P7200. En raison de la matrice complexe de ces échantillons d'air ambiant, la séparation chromatographique des espèces éthane et éthylène n'a pas été possible. Les résultats ont donc été présentés en utilisant la somme des deux espèces. Les analyses des cartouches DNPH ont été réalisées sur la chaîne HPLC ThermoFisher Ultimate 3000. Pour l'ensemble des prélèvements DNPH une cartouche de garde a été mise en place, les teneurs mesurées sur cette cartouche de garde ont été prises en compte dans le résultat final. Les échantillons ont été analysés avec un délai de 4 jours pour les canisters et les cartouches

➤ Résultats pour les hydrocarbonés

A l'exception de l'échantillon prélevé pendant le passage de la tondeuse, les composés hydrocarbonés ont été mesurés à de très faibles teneurs (de l'ordre de la dizaine de ppt) et certaines espèces n'ont pas pu être quantifiées dans tous les échantillons.

Globalement, les concentrations mesurées sont comparables entre la GC-online et les canisters IMT (5 canister de 45min, ex pour le butane Figure 9) et elles sont également homogènes avec le canister TERA sur certains composés notables et quantifiables (Figure 9). Des écarts de concentrations peuvent cependant être présents entre les canisters TERA et les mesures GC-online ou canisters IMT. En effet, les trois prélèvements GC-online ou canisters IMT ont duré 45 min chacun entre 12h et 16h alors que le canister TERA a prélevé pendant 4h en continu sur la même période.

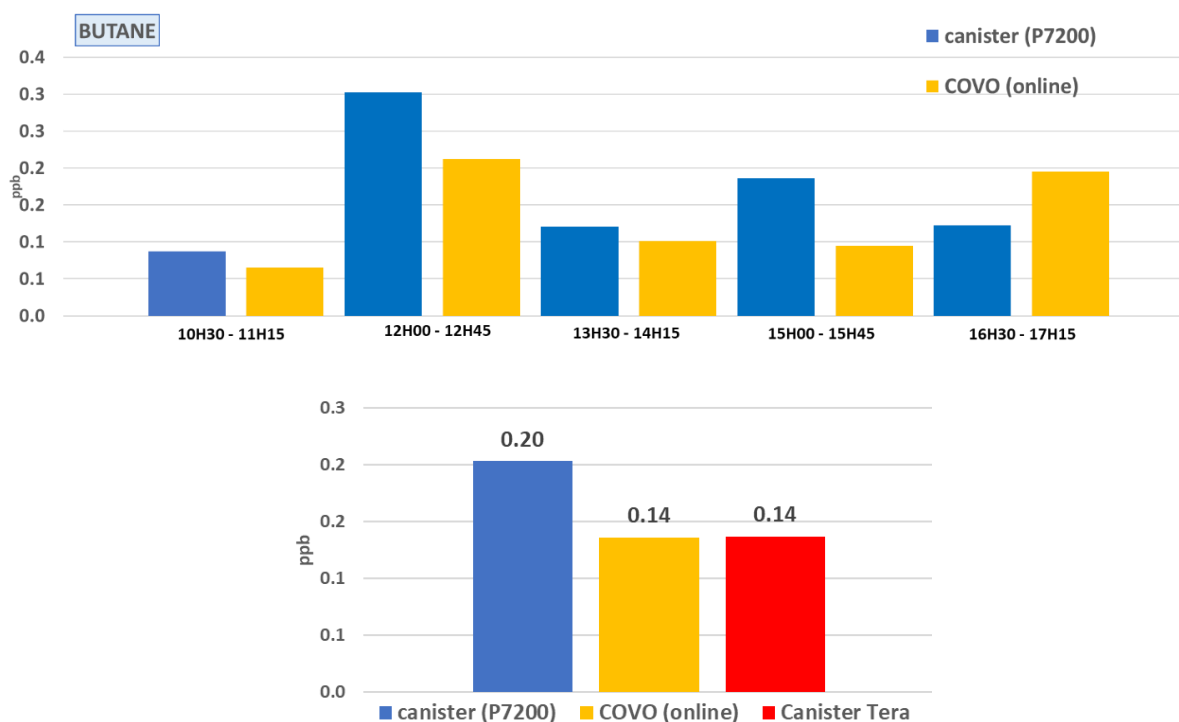


Figure 9 : Comparaison des concentrations en butane (ppb) des canisters IMT et des mesures du COVO online (haut) et du canister TERA avec les moyennes correspondantes des canisters IMT et des mesures du COVO online (bas).

Les concentrations mesurées dans le canister TERA sont parfois incohérentes avec celles mesurées par la GC-online ou le canister IMT. C'est le cas pour les espèces suivantes : somme éthane + éthylène, acétylène (éthyne), isoprène, 2-methylpentane (Figure 10). Ces disparités peuvent être dues à des difficultés analytiques telles que des co-élutions d'interférents analytiques, le calcul du coefficient de réponse, l'incertitude de mesure (dans le cas de faibles teneurs) mais également dues à des problèmes de supports d'échantillonnage telle que la conservation des espèces dans les canisters. Dans le cas du 1,3 butadiène et de l'heptane, les teneurs sont trop faibles pour signifier une incohérence.

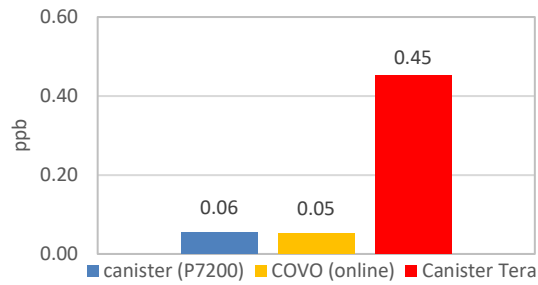


Figure 10 : Comparaison des concentrations en 2-méthylpentane (ppb) du canister TERA avec les moyennes correspondantes des canisters IMT et des mesures du COVO online.

Les teneurs de certaines espèces hydrocarbonées ont été fortement perturbées par le passage de la tondeuse. Les concentrations en somme éthane + éthylène, propène, acétylène, isopentane (Figure 11), pentane, 2-methylpentane, hexane, benzène, toluène, éthylbenzène, m+p-xylène et o-xylène sont plus élevées entre 12h et 12h45 sur le site de Peyrusse-Vieille. Les concentrations du prélèvement de 16h30-17h15 ne sont pas cohérentes avec les autres prélèvements de la journée pour les espèces suivantes : 1-butene, isoprène, benzene, heptane, octane. Pour ces espèces, les mesures faites avec le canister IMT sont nettement plus faibles que celles de la GC-online. Dans le cas de l'isoprène (Figure 12), le comportement des teneurs au cours d'une journée est régulé par un cycle diurne, avec un pic au cours de la journée, la concentration très basse du canister entre 16h30 et 17h15 semble donc ne pas être représentative de ce cycle. Dans le cas du benzène (Figure 13), sa quantification est parfois compliquée lors de l'intégration du pic chromatographique en raison d'un interférent. Les concentrations plus élevées de la GC-online entre 16h30 et 17h15 pourrait être surévaluées d'un facteur 2.

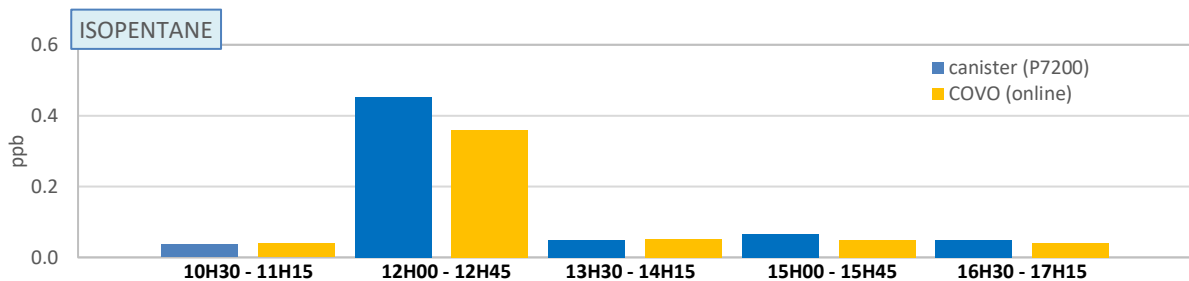


Figure 11 : Comparaison des concentrations en isopentane (ppb) des canisters IMT et des mesures du COVO online.

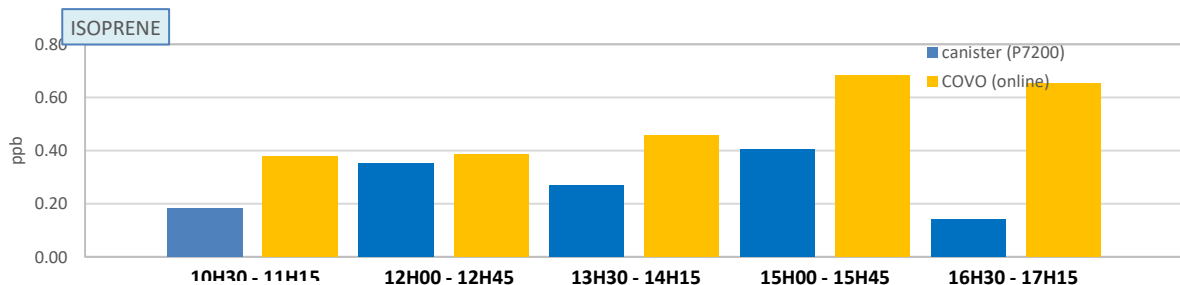


Figure 12 : Comparaison des concentrations en isoprène (ppb) des canisters IMT et des mesures du COVO online.

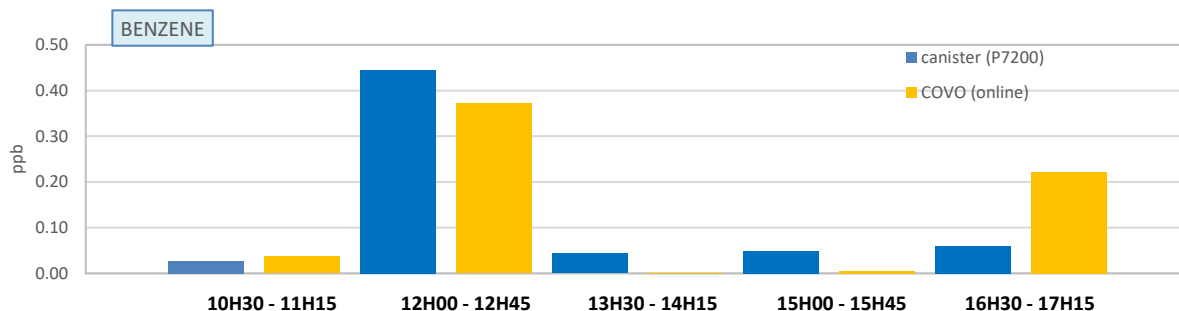


Figure 13 : Comparaison des concentrations en benzene (ppb) des canisters IMT et des mesures du COVO online.

➤ Résultats pour les oxygénés

Concernant les espèces testées, les résultats fournis par le GC-online sont généralement cohérents avec les mesures des cartouches analysées par l'IMT et TERA (

Figure 14 et Figure 15). Pour certaines espèces, notamment l'acétone, la MVK ou la MEK, les concentrations obtenues en GC-online sont supérieures aux concentrations obtenues avec les 3 cartouches prélevées entre 9h et 19h et analysées par l'IMT. Les concentrations de ces espèces mesurées par le GC-online sont plus élevées que celles obtenues par prélèvement sur cartouches, cela pourrait être dû à une perte de ces composés lors de la conservation des cartouches, ou à la présence de ces composés dans les blancs de cartouches utilisés par soustraction. Dans le cas de l'acétone, les concentrations plus élevées de la GC-online sont comparables aux concentrations de la cartouche TERA. Ce résultat met en évidence que la mesure de l'acétone sur cette cartouche TERA n'est pas fiable, et pourrait être dû à une mauvaise gestion des blancs de lot de cartouche au laboratoire.

Concernant le recouvrement des analyses IMT avec TERA sur le formaldéhyde (Figure 16), les concentrations mesurées sur la période de 12h-16h sont comparables.

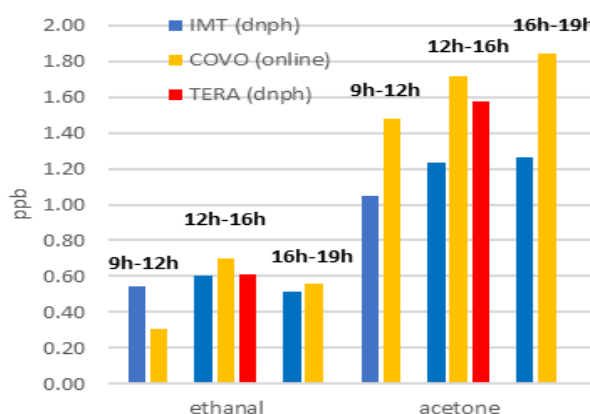


Figure 14 : Comparaison des concentrations en éthanal et acétone (ppb) des cartouches IMT, des mesures du COVO online et de la cartouche TERA.

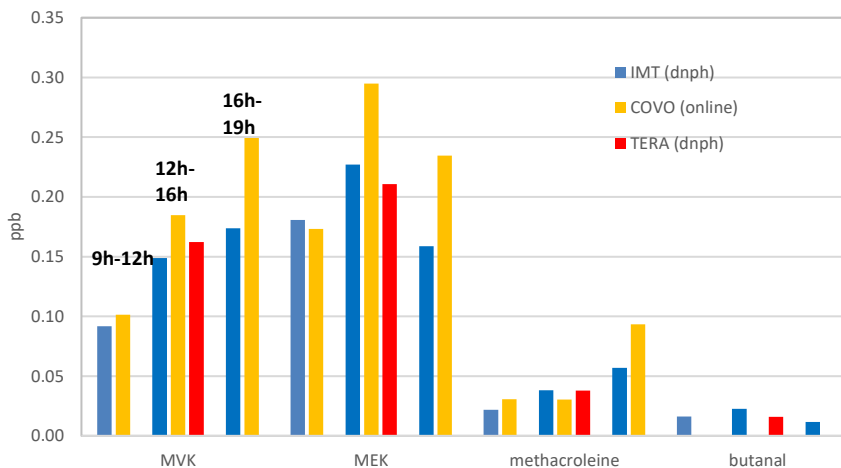


Figure 15 : Comparaison des concentrations en éthanal et acétone (ppb) des cartouches IMT, des mesures du COVO online et de la cartouche TERA.

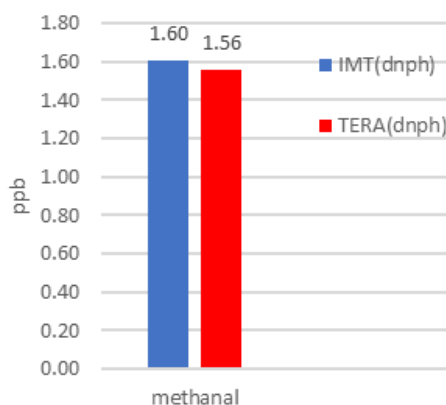


Figure 16 : Comparaison des concentrations en formaldéhyde (méthanal) (ppb) de la cartouche prélevée sur la période 12h-16h et analysée par l'IMT et par TERA.

➤ Conclusions

Cette campagne test d'une journée utilise différents types de supports de prélèvements et met en œuvre des techniques analytiques diverses pour déterminer la concentration en composés hydrocarbonés et oxygénés de l'air ambiant mesuré sur la station de Peyrusse-Vieille. Elle permet de mettre en évidence sur un jeu de données restreint que les mesures de ces composés par la GC-online sont comparables avec des mesures réalisées par des canisters et des cartouches DNPH. Par la suite, le recouvrement sur plusieurs mois d'ici fin décembre 2022 pourrait permettre de conforter cette hypothèse.

4.4. Communication et valorisation

Au cours de l'année 2022, des 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 NE et ses partenaires par le biais de différents supports scientifiques :

- En mai 2022, une **communication orale** a été présentée lors de congrès européen :
 - A. Font et al., Trends in PM2.5 and chemical components at the French EMEP sites - 23th Task Force on Measurement and Modelling Meeting, Online Meeting, May 03-05, 2022
- En automne 2022, un **rapport contractuel** a été publié dans le cadre des activités sur les COV :
 - S. Solberg et la., VOC measurements 2020, NILU: EMEP/CCC-Report 4/2022 - REFERENCE: O-7726 - ISBN: 978-82-425-3099-8 - ISSN: 2464-3920, septembre 2022

5. Bilan technique provisoire 2022

Un suivi régulier des préleveurs est réalisé par les opérateurs des stations et par l'IMT NE. 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.

5.1. 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.

Tableau 4 : Récapitulatif des fournisseurs de données du dispositif MERA en 2022

Station	Pluies	COV	Métaux lourds		HAP		Spéciation	Météo	O ₃ NO _x PM ₁₀ PM _{2,5}
			pluie	PM ₁₀	pluie	PM ₁₀	PM _{2,5}		
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				
Saint-Nazaire le Désert									Atmo Auvergne-Rhône-Alpes
Verneuil									LIG'AIR

Le tableau de bord relatif à la gestion des données de l'observatoire est présenté sur la Figure 17. Les mesures réglementaires (concernant ML pluie, ML PM₁₀, HAP pluie, HAP PM₁₀ et spéciation PM_{2,5}), 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.

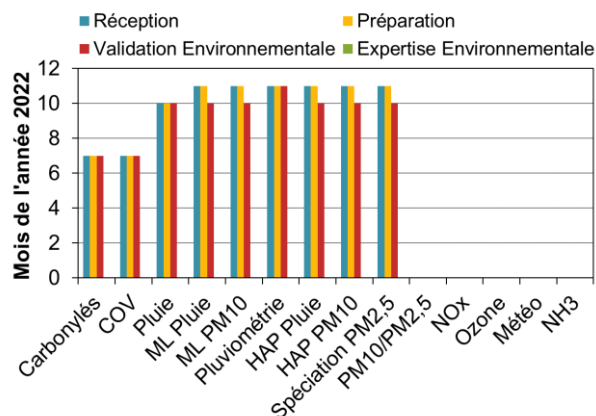


Figure 17 : Etat de la gestion des données 2022 du dispositif MERA au 31/12/2022

5.2. Délais de transport et d'analyse

Le Tableau 5 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.

Tableau 5 : Moyenne des délais (en jours) d'analyse des derniers échantillons de chaque série au cours de l'année 2022 (bilan fait au 31/12/2022 selon la disponibilité des données en Figure 17)

	mi-2022
pH, Cond	5
Anions / cations	5
Métaux lourds PM ₁₀	32
Métaux lourds Pluies	35
HAP PM ₁₀	16
HAP Pluie	16
Speciation PM _{2,5}	16
COV hydrocarbonés	6
Carbonylés	18

Calculé pour la période du 01 janvier au 31 octobre 2022, le délai pour l'analyse des anions et des cations, et de pH et de conductivité dans les précipitations est en moyenne de 5 jours en 2022, comparable à 2021.

Concernant les métaux lourds, le délai entre la fin du prélèvement et le jour d'analyse s'établit pour 2022, sur la période du 28 décembre 2021 au 01 novembre 2022, à 32 jours pour le traitement et l'analyse des filtres et à 35 jours pour les échantillons de pluie, tous deux comparables à 2021.

Les délais d'analyse des HAP sont également satisfaisants avec 16 jours pour le traitement et l'analyse des filtres, et pour les échantillons de pluie, en moyenne sur la période du 01 janvier au 31 octobre 2022. Une nette amélioration du délai pour les filtres est notée depuis 2 années, suite à la mise en œuvre d'une technique d'extraction par ASE, remplaçant la technique par soxhlet. 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.

Les délais d'analyse de la spéciation des PM_{2,5} sont équivalents à 16 jours pour la période du 01 janvier au 31 octobre 2022, avec un délai équivalent entre les analyses EC/OC et anions/cations.

Enfin, pour la période du 01 janvier au 31 octobre 2020, les délais pour les analyses de COV hydrocarbonés sont de 6 jours et pour les composés carbonylés de 18 jours. Depuis il y a eu une légère augmentation du délai d'analyse pour les carbonylés (+8 jours). En revanche en 2022, les délais pour l'analyse des canisters ont baissé par rapport à 2021 et 2020, pour revenir dans des gammes comparables à celle en 2019.

5.3. 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 2022, le laboratoire CEA/LSCE a participé à deux CIL, l'une sur les analyses d'EC/OC dans les PM_{2,5} (mars 2022 - ECAC 2022), et la seconde sur les analyses d'ions inorganiques majeurs dans une solution aqueuse (décembre 2022 - EMEP40). Les résultats à l'exercice sur EC/OC sont globalement satisfaisants, ceux sur les ions inorganiques majeurs ne sont pas encore connus à la date de rédaction de ce rapport. Les échantillons de la 39ème CIL EMEP, analysés par le laboratoire en fin d'année 2021, ont été publiés au premier trimestre 2022. Les résultats sont satisfaisants pour les ions SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, Na⁺, Cl⁻, K⁺. Des résultats questionnables ou non satisfaisants ont été reportés par le laboratoire pour les ions Ca²⁺ (Z score compris entre -1,839 et -2,504) et Mg²⁺ (Z score compris entre -2,198 et -2,429).

Le laboratoire SGS Multilabs a participé à la CIL EMEP40 sur les analyses d'ions inorganiques dans les dépôts en décembre 2022 dont les résultats complets seront connus courant 2023. Concernant la CIL EMEP39, les valeurs obtenues sur le pH sont questionnables avec un écart de -0.1 unité pH avec la valeur attendue.

Le laboratoire TERA Environnement a participé à la CIL EMEP40 sur les analyses de métaux lourds. Les résultats complets seront connus courant 2023. Lors de la CIL EMEP39, les résultats d'analyses d'As, de Cd, de Ni et de Pb indiquent que le processus est globalement maîtrisé au laboratoire.

5.4. Bilan de fonctionnement

5.4.1. Visites des stations

Dans le cadre du système qualité de l'observatoire MERA, l'IMT NE 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 comprennent une partie spécifique à MERA pour examiner les éléments et la 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 6 ci-dessous reprend les périodicités minimales d'intervention décidées suivant le programme de mesure de chaque station et le besoin d'intervention spécifique de l'IMT NE. Compte tenu de l'implémentation de nouveaux appareils, certaines stations peuvent faire l'objet de visites supplémentaires.

Tableau 6 : Périodicité des visites de l'IMT NE 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.

Pour 2022, les visites de stations n'ont pas révélé de dysfonctionnements importants. Pour les stations de Coulonche, Montfranc, Revin et Morvan, le collecteur de pluie a

été renouvelé conformément à la première phase de commande décidée en 2021. Une action identique pour les stations de Tardière, Montandon, Donon et Peyrusse avec les commandes passées en 2022 sera prévue en 2023.

La station de Montandon a fait l'objet d'un changement des capteurs météorologiques (T, P, et HR) et de vitesse et direction de vent. Ils ont été remplacés par des capteurs VAISALA type WXT500 pour la pression, température et l'humidité relative et VAISALA WMT700 pour les paramètres de vent. Un appareil FIDAS 200 a aussi été installé sur cette station courant 2022 afin de réaliser une comparaison des données FIDAS vs TEOM-FDMS pour un remplacement en 2023 de ce dernier.

Un DAH80 réfrigéré (investissement 2021 IMT NE) a été installé en extérieur à la station de Peyrusse dans le but de gagner de la place à l'intérieur de la station et installer le GC-online pour la mesure des COV (cf. 4.3.3). A terme ce DAH80 sera remplacé par ATMO Occitanie dans le cadre des demandes de subventions faites au ministère chargé de l'environnement par l'AASQA.

5.4.2. Taux de fonctionnement estimatifs

Les taux de fonctionnement sur l'année 2022 (arrêtés au 31/08/2022) sont présentés Tableau 7. Il s'agit cependant de taux estimés (à partir de fiches de suivi) et à consolider après réception de l'ensemble des données. Pour la plupart des stations et des polluants, les taux de fonctionnement sont satisfaisants puisque supérieurs à 90%.

Ces stations ont bénéficié du renouvellement du collecteur de pluie conformément à la première phase de commande décidée en 2021. Ces remplacements ont été effectués au cours du 1^{er} trimestre 2022, ce qui devrait en améliorer le bilan de fonctionnement qui sera présenté dans le rapport final 2022. A noter que doit s'en suivre une action identique pour les stations de Tardière, Montandon, Donon et Peyrusse pour 2023 avec les commandes passées en 2022.

Les données pluviométriques de la station de Peyrusse posent problèmes. L'origine de ce dysfonctionnement semble multiple. La végétation autour de la station pourrait être à la cause du problème par un encrassement accéléré du pluviomètre. Il a donc été demandé aux intervenants de site de vérifier régulièrement la non-obstruction du capteur. La seconde hypothèse serait le non comptage d'impulsion par la SAM non détectable lors de l'étalonnage. De fait un pluviomètre de référence bis, équipé d'un module R64, sera mis en place au cours du 1^{er} trimestre 2023.

Concernant les mesures météorologiques on constate une nette amélioration du fonctionnement comparé à 2021 notamment sur les stations de Montandon, Coulonche et Tardière.

La station de Montandon a fait l'objet d'un changement de l'intégralité des capteurs météorologiques. Ils ont été remplacés par des capteurs VAISALA type WXT500 pour la pression, température et l'humidité relative et VAISALA WMT700 pour les paramètres de vent. Le site de la Coulonche a bénéficié du changement de ses capteurs de vent (remplacés par un VAISALA WMT700). Quant à la Tardière la communication entre la SAM et les paramètres température, pression et humidité sont de nouveau opérationnels rendant le fonctionnement à 100,0%.

Le taux de fonctionnement pour les mesures des carbonylés sur la station de Peyrusse-Vieille est faible avec 41,0% suite à un dysfonctionnement de la deuxième voie de prélèvement. Par conséquent, les prélèvements de carbonylés ont continué sur le deuxième semestre 2022 afin d'obtenir suffisamment de données pour la campagne de recouvrement avec la mesure on-line qui est en cours d'implémentation.

Pour la station de Saint Nazaire le Désert depuis avril 2022 un préleveur LECKEL a été installé pour la mesure des métaux lourds dans les PM₁₀. Une procédure spécifique est en cours de rédaction.

Tableau 7 : Bilan de fonctionnement du programme de mesure 2022 (01/01/2022 au 31/08/2022). Les taux de fonctionnement affichés (en %) sont estimés (à partir des fiches de suivi remplies par les gestionnaires de site) et à consolider après réception de l'ensemble des données.

Station	DON	CAS	COU	FRA	TAR	MON	MOR	PEY	REV	KER	SND	VER
Collecteur	93,0	97,4	88,6	87,8	100,0	100,0	84,0	89,2	93,4			
Pluviomètre	96,5	94,9	100,0	100,0	98,3	100,0	91,4	86,3	100,0	100,0	100,0	100,0
Gravi PM _{2.5}	100,0		98,0		90,2		100,0	100,0	98,0	95,7	100,0	95,7
Gravi PM ₁₀	100,0		98,0		96,0	100,0	95,0	100,0	100,0	95,7		
Ozone	96,0	100,0	98,0	92,3	93,3	96,1	100,0	97,7	98,0	100,0	100,0	100,0
NO - NO ₂	100,0				91,4		100,0	100,0	97,1	97,1	97,1	100,0
Météo	DV-VV		100,0	100,0	94,2	100,0	100,0	100,0	98,0	100,0	100,0	
	T	96,1	100,0	100,0	94,2	100,0	100,0	100,0	98,0	100	100,0	
	P	96,1	100,0	100,0	94,2	100,0	100,0	100,0	98,0	100	100,0	
	Hr	96,1	100,0	100,0	94,2	100,0	40,0	100,0	98,0	100	100,0	
COV								96,6				
Carbonylés								41,0				
ML PM ₁₀	100,0							100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
ML dépôts	100,0							100,0	100,0	100,0	87,5	100,0
HAP PM ₁₀	100,0							100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
HAP dépôts	100,0							100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Spéciation PM _{2.5}	100,0							100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

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.

6. Suivi chronologique des données 2022 (données préliminaires)

6.1. Métaux lourds

6.1.1. Dans les aérosols

Au 31 décembre 2022, l'IMT NE dispose des résultats d'analyse des métaux lourds dans les aérosols jusqu'au mois d'octobre 2022. Les moyennes des concentrations en métaux lourds mesurées sur les sites de l'observatoire MERA sur cette période de l'année sont reportées Tableau 8.

Le plomb est en moyenne l'élément trace métallique majoritaire parmi les 4 éléments analysés dans les aérosols pour toutes les stations. Les concentrations moyennes en plomb dans les PM₁₀ varient de 1,131 à 4,28 ng.m⁻³ sur la période étudiée. Les concentrations en nickel sont en moyenne de 0,434 à 4,11 ng.m⁻³. En arsenic, les concentrations moyennes sont proches de 0,182 ng.m⁻³. La station de Revin se distingue des autres stations car les concentrations moyennes en plomb sont les plus élevées, d'un facteur 2 environ. Pour le nickel, les plus fortes concentrations moyennes sont identifiées à la station Saint-Nazaire, de plus d'un facteur 3.

Tableau 8 : Moyennes des mesures de métaux lourds (ng/m³) dans les aérosols de l'observatoire MERA pour la période du 28 décembre 2021 9h TU au 04 octobre 2022 9h TU (données préliminaires)

Stations	n	Arsenic (ng/m3)	Cadmium (ng/m3)	Plomb (ng/m3)	Nickel (ng/m3)
Kergoff	17	0,158	0,034	1,131	0,770
Donon	19	0,189	0,034	1,541	0,445
Peyrusse	19	0,183	0,035	1,294	0,434
Revin	19	0,242	0,073	4,282	0,562
Saint-Nazaire	19	0,139	0,027	1,211	1,387
Verneuil	18	0,183	0,044	1,457	0,512

Au 04 octobre 2022, les gammes de variations des concentrations mesurées des métaux lourds dans les aérosols des stations sont :

- pour Pb entre 0,404 ng.m⁻³ (SND) et 8,65 ng.m⁻³ (REV) ;
- pour Cd entre 0,010 ng.m⁻³ (PEY, SND) et 0,247 ng.m⁻³ (REV) ;
- pour As entre 0,046 ng.m⁻³ (SND) et 0,468 ng.m⁻³ (REV) ;
- pour Ni entre 0,095 ng.m⁻³ (VER, SND) et 16,13 ng.m⁻³ (SND).

Le plomb a une gamme étendue de concentrations par rapport à l'arsenic et au cadmium. Pour ce bilan provisoire, la station de Saint-Nazaire est caractérisée par une teneur maximale très élevée en nickel de 16,13 ng.m⁻³ (09 au 23 août 2022). Cette valeur est élevée au regard de l'historique du site et des niveaux rencontrés sur les autres stations MERA (à l'exception des niveaux mesurés sur Kergoff). La période du 14 au 28 juin 2022 a également enregistré des niveaux de nickel élevés sur la station

de Saint-Nazaire, avec une concentration égale à $3,47 \text{ ng.m}^{-3}$. Une influence potentiellement locale peut-être suspectée sur ces niveaux inhabituels. 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 (Figure 18) et plus élevée en début d'année.

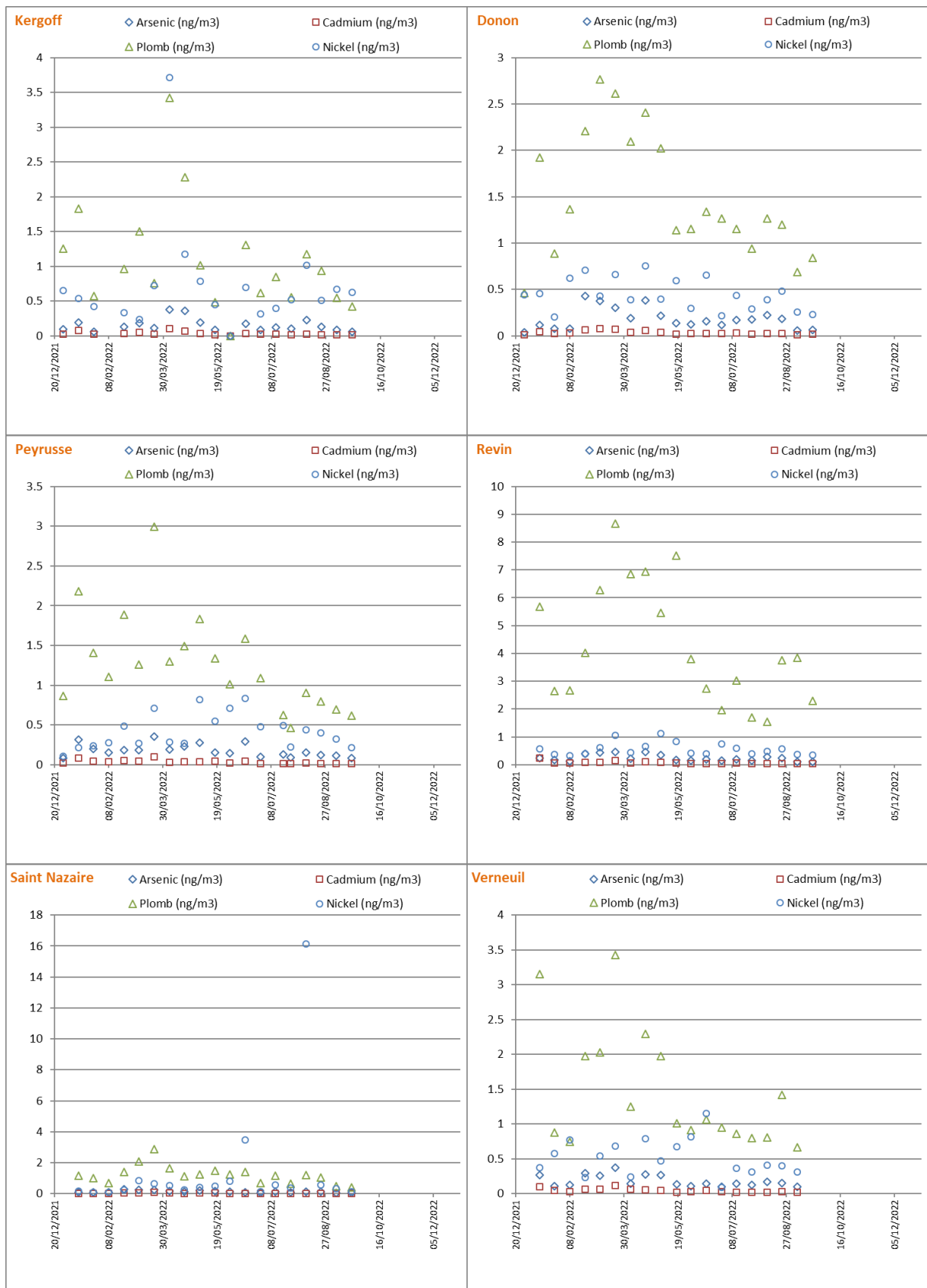


Figure 18 : Evolution temporelle des concentrations en métaux lourds (ng.m⁻³) dans les aérosols mesurées sur les sites de l'observatoire MERA en 2022 (données préliminaires)

6.1.2. Dans les précipitations

Les métaux lourds dans des eaux de précipitations collectées sont analysés toutes les 4 semaines suivant un calendrier établi et commun à tous les sites. Les résultats d'analyse sont transmis à l'IMT NE 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.

Au 31 décembre 2022, l'IMT NE dispose des résultats d'analyse des métaux lourds dans les précipitations jusqu'au mois d'octobre 2022. Les moyennes des concentrations en métaux lourds mesurées sur les sites de l'observatoire MERA sur la période validée sont reportées Tableau 9.

Comme pour les aérosols, l'élément trace métallique analysé prépondérant dans les pluies est le plomb. Les concentrations en métaux lourds dans les pluies sont globalement les plus élevées sur la station du Donon (sauf pour le plomb) en raison d'un épisode de sécheresse estivale, impliquant des volumes faibles d'échantillons avec de très fortes concentrations (Figure 19). Suite à une chute du trépied supportant la jauge d'échantillonnage sur la station, il manque un échantillon sur la station de Saint-Nazaire (du 14 juin au 12 juillet 2022).

Tableau 9 : Moyennes des mesures de métaux lourds ($\mu\text{g l}^{-1}$) dans les pluies sur l'observatoire MERA pour la période 28 décembre 2021 9h TU au 04 octobre 2022 9h TU (données préliminaires)

Stations	n	Arsenic ($\mu\text{g/l}$)	Cadmium ($\mu\text{g/l}$)	Plomb ($\mu\text{g/l}$)	Nickel ($\mu\text{g/l}$)
Kergoff	10	0,226	0,042	1,107	0,680
Donon	10	0,343	0,323	1,362	0,909
Peyrusse	10	0,186	0,034	1,223	0,787
Revin	10	0,191	0,080	3,002	0,805
Saint-Nazaire	9	0,135	0,037	0,929	0,740
Verneuil	10	0,143	0,043	0,931	0,533

Jusqu'au 04 octobre 2022, les gammes de variations des concentrations pour les métaux lourds dans les dépôts totaux des stations sont :

- pour Pb entre $0,071 \mu\text{g l}^{-1}$ (PEY) et $16,08 \mu\text{g l}^{-1}$ (REV) ;
- pour Cd entre $0,004 \mu\text{g l}^{-1}$ (SND) et $2,53 \mu\text{g l}^{-1}$ (DON) ;
- pour As $0,024 \mu\text{g l}^{-1}$ (DON) et $2,21 \mu\text{g l}^{-1}$ (DON) ;
- pour Ni entre $0,071 \mu\text{g l}^{-1}$ (DON) et $3,66 \mu\text{g l}^{-1}$ (REV).

Les basses valeurs coïncident avec les limites de quantification (valeurs exprimées en LQ/2) pour tous les éléments. Pour ce bilan provisoire, Les stations de Revin et Donon enregistrent les valeurs maximales de concentrations pour tous les métaux respectivement, plomb et nickel, et cadmium et arsenic. Comme expliqué précédemment, l'échantillon de juillet sur le site du Donon a récolté des pluies les plus concentrées sur un événement pluvieux de très faible intensité, contribuant à des valeurs élevées en concentrations. Concernant les concentrations élevées sur la station de Revin, elles sont associées à l'échantillon du 19 avril au 17 mai 2022, période pendant laquelle il y a eu peu de précipitation (3,6 mm), expliquant également les niveaux de concentrations élevés rencontrés.

L'évolution temporelle des concentrations en métaux lourds dans les pluies collectées en 2022 sur les sites de l'observatoire MERA est présentée Figure 19. Les concentrations en métaux lourds dans les pluies sont marquées par plusieurs pics de concentrations pouvant être partagés par les stations en période estivale notamment (prélèvement du 12/07 au 09/08) et d'autres non communs comme celui de la période d'avril sur Revin. Comme précisé précédemment, ces pics sont déterminés par des hauteurs de pluies très faibles associées à des pluies relativement concentrées.

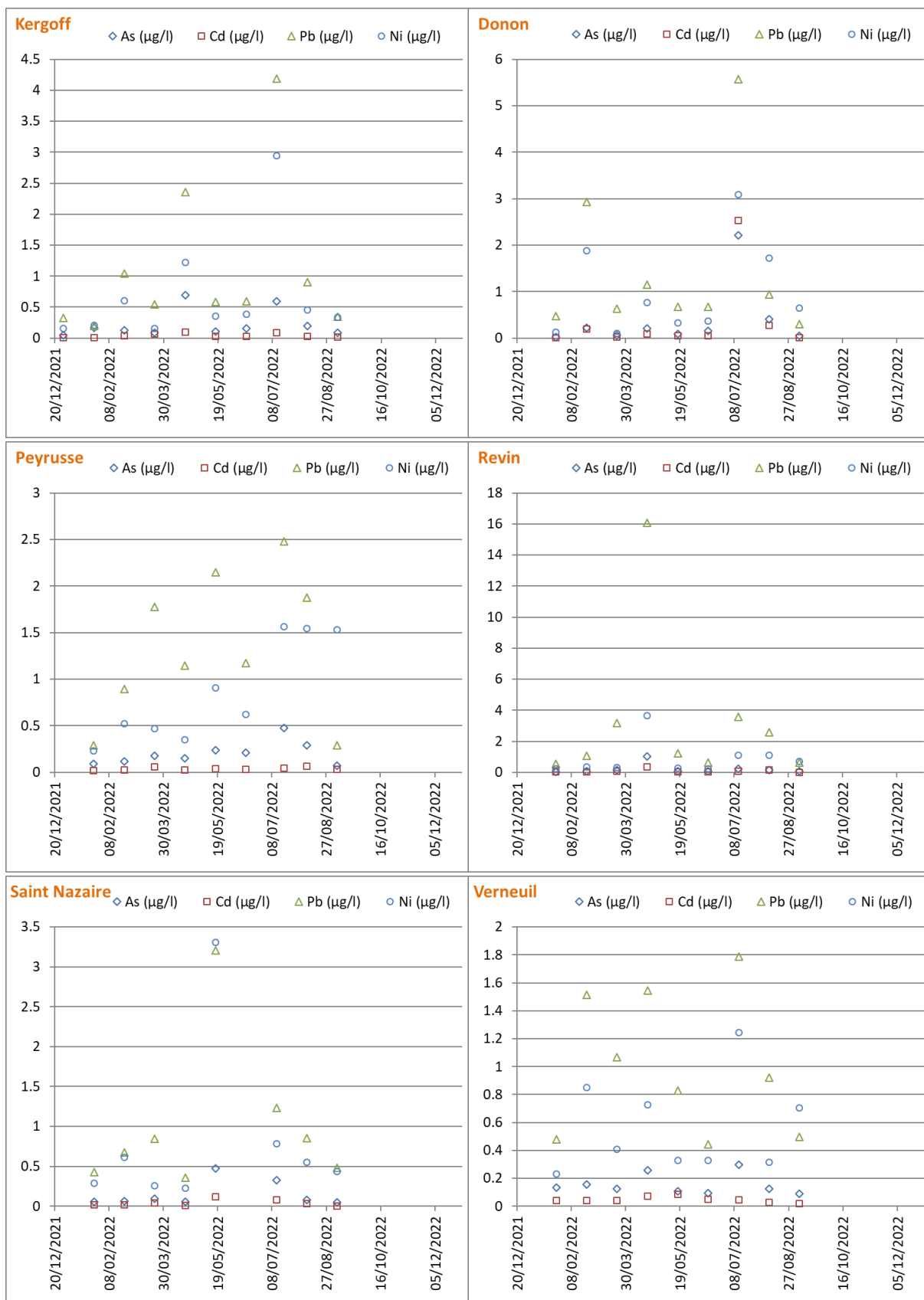


Figure 19 : Evolution temporelle des concentrations en métaux lourds ($\mu\text{g/l}$) dans les pluies mesurées sur les sites de l'observatoire MERA en 2022 (données préliminaires)

6.2. HAP

6.2.1. Dans les aérosols

Les stations sont équipées de préleveurs automatiques pour le prélèvement sur 24 heures dans l'air ambiant des particules de taille inférieure à 10 µm. Le filtre à échantillonner est placé pour un prélèvement programmé (1j/6j) suivant un calendrier établi et commun à tous les sites. Les résultats d'analyse sont transmis à l'IMT NE dans un délai de deux mois après la date de fin de prélèvement des échantillons. La validation définitive des analyses est réalisée après contrôle de l'ensemble des résultats.

Au 31 décembre 2022, l'IMT NE dispose des résultats d'analyse des HAP dans les aérosols jusqu'au mois d'octobre 202. Les moyennes des concentrations en HAP mesurées sur les sites de l'observatoire MERA sur la période validée sont reportées Tableau 10.

Le composé majoritaire de la famille des HAP analysés dans les aérosols est, en moyenne, le BbF pour toutes les stations. La station de Verneuil est caractérisée par les aérosols les plus fortement concentrées en HAP en moyenne alors que les aérosols mesurés à la station Kergoff sont les moins concentrés en HAP en moyenne par rapport aux autres stations.

Tableau 10 : Concentrations moyennes des HAP (ng/m³) dans les aérosols PM₁₀ sur l'observatoire MERA pour la période du 28 décembre 2021 9h TU au 04 octobre 2022 9h TU (données préliminaires)

Stations	n	BaP	BaA	BbF	BjF	BkF	DBahA	IcdP
Kergoff	34	0,013	0,006	0,031	0,014	0,012	0,006	0,022
Donon	40	0,025	0,013	0,060	0,028	0,023	0,008	0,039
Peyrusse	35	0,017	0,007	0,037	0,018	0,013	0,007	0,027
Revin	38	0,035	0,018	0,064	0,028	0,024	0,009	0,041
Saint-Nazaire	36	0,050	0,028	0,083	0,045	0,035	0,012	0,061
Verneuil	34	0,067	0,042	0,124	0,064	0,048	0,020	0,087

Les gammes de variations des concentrations pour les HAP dans les aérosols mesurés sur les stations sont :

- pour le BaP entre 0,004 ng.m⁻³ (tous) et 0,749 ng.m⁻³ (VER);
- pour le BaA entre 0,002 ng.m⁻³ (tous) et 0,735 ng.m⁻³ (VER);
- pour le BbF entre 0,004 ng.m⁻³ (tous) et 1,24 ng.m⁻³ (VER);
- pour le BjF entre 0,004 ng.m⁻³ (tous) et 0,704 ng.m⁻³ (VER);
- pour le BkF entre 0,004 ng.m⁻³ (tous) et 0,521 ng.m⁻³ (VER);
- pour le DBahA entre 0,004 ng.m⁻³ (tous) et 0,194 ng.m⁻³ (VER);
- pour l'IcdP entre 0,004 ng.m⁻³ (tous) et 0,794 ng.m⁻³ (VER).

Les basses valeurs coïncident toutes avec des concentrations inférieures aux limites de quantification pour les éléments (valeur exprimée en LQ/2). Toutes les valeurs maximales des concentrations en HAP sont associées à des échantillons prélevés sur

la station de Verneuil, notamment ceux du 13/01 (BaP = 0,587 ng.m⁻³) et du 01/04 (BaP = 0,749 ng.m⁻³).

L'évolution temporelle des concentrations en HAP dans les aérosols mesurés sur les sites de l'observatoire MERA est présentée Figure 20. Une forte variabilité saisonnière est observée, les concentrations hivernales sont généralement plus élevées que les concentrations printanières. En été, les concentrations sont les plus faibles (inférieures aux limites de quantification) sauf pour l'échantillon du 24/07 sur la station du Donon. Les concentrations en HAP du 24/07 sur cette station sont comparables aux pics mesurés pendant la période hivernale. Ce pic estival est possiblement dû aux feux de forêt en Gironde du 19 juillet 2022. Les masses d'air impactées par les feux ont traversées la France et les mesures de PM₁₀ indique une nette augmentation des concentrations sur la région (concentration ~30 à 40 µg.m⁻³). Les évolutions temporelles des concentrations en HAP sont comparables entre les stations, notamment, en janvier des niveaux moyens élevés en HAP ont été observés sur Kergoff, Peyrusse, Saint-Nazaire et Verneuil.

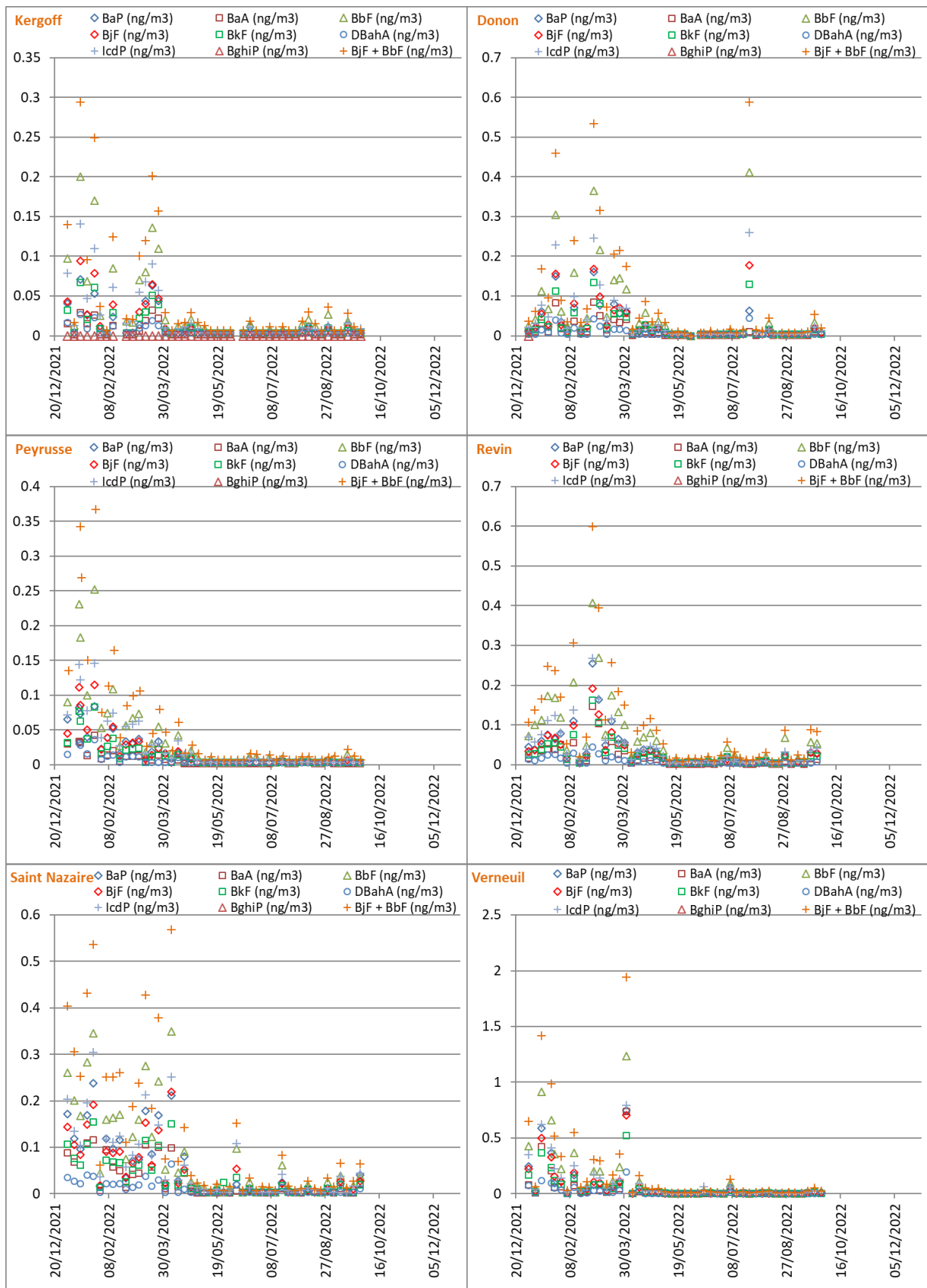


Figure 20 : Evolution temporelle des concentrations en HAP (ng/m³) dans les aérosols mesurés sur les sites de l'observatoire MERA en 2022 (données préliminaires)

6.2.2. Dans les précipitations

Les HAP sont mesurés dans les eaux de précipitations pour une durée d'échantillonnage de 4 semaines suivant un calendrier établi et commun à tous les sites. Les résultats d'analyse sont transmis à l'IMT NE dans un délai maximum de deux mois après la date de fin de prélèvement des échantillons. La validation définitive des analyses est réalisée après contrôle de l'ensemble des résultats.

Au 31 décembre 2022, l'IMT NE dispose des résultats d'analyse des HAP dans les pluies jusqu'au mois d'octobre 2022. Les moyennes des concentrations en HAP mesurées sur les sites de l'observatoire MERA sur la période validée sont reportées Tableau 11.

L'élément HAP analysé majoritaire dans les pluies est en moyenne le BbF pour toutes les stations. Les stations de Peyrusse et Verneuil enregistrent des concentrations en HAP plus basses que les autres stations de l'observatoire.

Tableau 11 : Moyennes des mesures des HAP ($\mu\text{g/l}$) dans les pluies sur l'observatoire MERA pour la période du 28 décembre 2021 9h TU au 04 octobre 2022 9h TU (données préliminaires)

Stations	n	BaP	BaA	BbF	BjF	BkF	DBahA	IcdP
Kergoff	10	18,9	10,9	31,2	7,8	7,9	7,8	27,9
Donon	10	8,7	4,0	10,1	4,8	5,2	1,1	10,7
Peyrusse	10	1,3	0,6	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3
Revin	10	38,3	21,9	58,1	23,5	25,4	6,6	43,0
Saint-Nazaire	10	10,1	4,9	14,5	4,2	4,2	4,4	9,4
Verneuil	10	1,2	0,7	2,7	1,2	1,1	0,2	2,2

Les gammes de variations des concentrations pour les HAP dans les dépôts totaux des stations sont :

- pour le BaP entre $4,69 \mu\text{g.l}^{-1}$ (VER) et $132 \mu\text{g.l}^{-1}$ (REV) ;
- pour le BaA entre $2,49 \mu\text{g.l}^{-1}$ (PEY) et $76,0 \mu\text{g.l}^{-1}$ (REV) ;
- pour le BbF entre $4,97 \mu\text{g.l}^{-1}$ (PEY) et $203 \mu\text{g.l}^{-1}$ (REV) ;
- pour le BjF entre $4,19 \mu\text{g.l}^{-1}$ (VER) et $82,2 \mu\text{g.l}^{-1}$ (REV) ;
- pour le BkF entre $4,02 \mu\text{g.l}^{-1}$ (VER) et $88,4 \mu\text{g.l}^{-1}$ (REV) ;
- pour le DBahA entre $0,838 \mu\text{g.l}^{-1}$ (VER) et $26,5 \mu\text{g.l}^{-1}$ (KER) ;
- pour l'IcdP entre $4,97 \mu\text{g.l}^{-1}$ (PEY) et $150 \mu\text{g.l}^{-1}$ (PEY).

Les basses valeurs coïncident avec les valeurs de limites de quantification pour les éléments (valeur exprimée en LQ/2). Les concentrations maximales dans les retombées atmosphériques sont mesurées sur la station de Revin en raison d'un échantillon très fortement chargé en HAP, celui du 19/04 ($\text{BaP} = 132 \mu\text{g.l}^{-1}$).

L'évolution temporelle des concentrations en HAP dans les pluies mesurées sur les sites de l'observatoire MERA est présentée Figure 21. Les concentrations en HAP dans les pluies sont généralement plus élevées en hiver et au printemps par rapport aux concentrations estivales. En revanche des pics de concentration ont été mesurés lors de la période estivale sur plusieurs stations dans les pluies de faibles volumes (quelques millimètres).

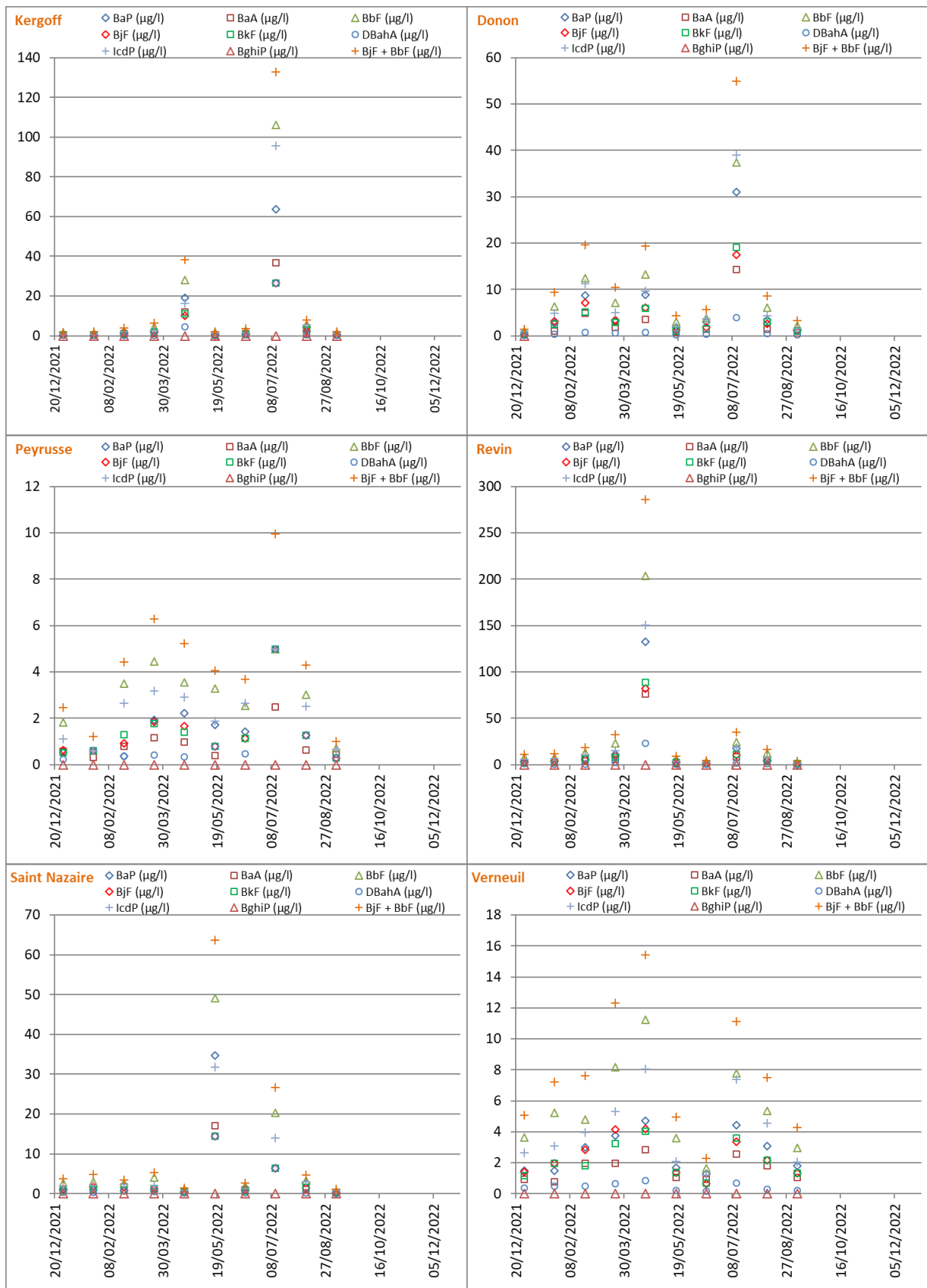


Figure 21 : Evolution temporelle des concentrations en HAP (µg/l) dans les pluies mesurées sur les sites de l'observatoire MERA en 2022 (données préliminaires)

6.3. Spéciation dans les PM_{2,5}

La spéciation des PM_{2,5} est mesurée dans les particules PM_{2,5} pour une durée d'échantillonnage de 24 heures suivant un calendrier établi et commun à tous les sites (1j/6j). Les résultats d'analyse sont transmis dans un délai de deux mois après la date de fin de prélèvement des échantillons. La validation définitive des analyses est réalisée après contrôle de l'ensemble des résultats.

Au 31 décembre 2022, l'IMT NE dispose des résultats d'analyse de la spéciation des PM_{2,5} prélevés jusqu'au mois d'octobre 2022. Les moyennes des concentrations en carbone organique, en carbone élémentaire et en espèces ioniques majeures inorganiques mesurées sur les sites de l'observatoire MERA sur la période validée sont reportées Tableau 12 à Tableau 13.

Les concentrations moyennes en carbone total et organique sont comparables entre les stations. Les concentrations en carbone élémentaire sont en moyenne plus élevées sur Verneuil et plus faible sur Donon. En moyenne, le carbone total est constitué à 92% de carbone organique. Les concentrations de carbone élémentaire mesurées à Kergoff ont une contribution plus élevée au carbone total (11%) que sur les autres stations (entre 7 et 9%).

Globalement les concentrations moyennes parmi les plus faibles en ions inorganiques sont mesurées sur les stations de Peyrusse-Vieille et de Saint-Nazaire-le-Désert. Les concentrations moyennes en sulfate, en nitrate et en ammonium sont plus élevées sur Revin et Kergoff. Les concentrations moyennes les plus élevées en calcium sont mesurées sur Saint-Nazaire-le-Désert. Les concentrations en magnésium, sodium et en chlorure élevées dans les PM_{2,5} prélevées sur la station Kergoff sont dues à la proximité de cette station avec la façade maritime atlantique.

Tableau 12 : Moyennes des mesures par transmittance de carbones total, organique et élémentaire ($\mu\text{gC}/\text{m}^3$) dans les PM_{2,5} sur l'observatoire MERA pour la période du 28 décembre 2021 9h TU au 04 octobre 2021 9h TU (données préliminaires)

Stations	n	TC	OC	EC
Kergoff	43	1.508	1.343	0.165
Donon	45	2.126	1.981	0.144
Peyrusse	46	2.040	1.889	0.151
Revin	46	1.786	1.634	0.152
Saint-Nazaire	46	2.586	2.409	0.177
Verneuil	46	2.577	2.364	0.212

Tableau 13 : Moyennes des mesures des ions majeurs inorganiques ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans les PM_{2,5} sur l'observatoire MERA pour la période du 28 décembre 2021 9h TU au 04 octobre 2021 9h TU (données préliminaires)

Stations	n	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
Kergoff	43	0.266	1.584	0.722	0.184	0.727	0.030	0.024	0.022
Donon	45	0.023	0.741	0.819	0.055	0.531	0.035	0.010	0.026
Peyrusse-Vieille	46	0.027	0.259	0.935	0.074	0.388	0.034	0.014	0.035
Revin	46	0.093	1.240	0.887	0.111	0.656	0.041	0.017	0.036
Saint-Nazaire	46	0.016	0.245	0.830	0.058	0.345	0.041	0.011	0.056
Verneuil	46	0.060	0.945	0.853	0.088	0.544	0.061	0.014	0.036

Les gammes de variations des concentrations spéciées dans les PM_{2,5} mesurées sur les stations sont :

- pour le carbone organique entre 0,345 µgC.m⁻³ (KER) et 7,73 µgC.m⁻³ (SND) ;
- pour le carbone élémentaire entre 0,022 µgC.m⁻³ (5/6 stations) et 0,672 µgC.m⁻³ (SND) ;
- pour le chlorure entre 0,003 µg.m⁻³ (5/6 stations) et 2,87 µg.m⁻³ (KER) ;
- pour le nitrate entre 0,003 µg.m⁻³ (2/6 stations) et 17,2 µg.m⁻³ (KER) ;
- pour le sulfate entre 0,091 µg.m⁻³ (SND) et 3,03 µg.m⁻³ (PEY) ;
- pour le sodium entre 0,001 µg.m⁻³ (SND) et 1,65 µg.m⁻³ (KER) ;
- pour l'ammonium entre 0,016 µg.m⁻³ (VER) et 5,67 µg.m⁻³ (KER) ;
- pour le potassium entre 0,001 µg.m⁻³ (PEY) et 0,432 µg.m⁻³ (VER) ;
- pour le magnésium entre 0,001 µg.m⁻³ (tous) et 0,178 µg.m⁻³ (KER) ;
- pour le calcium entre 0,001 µg.m⁻³ (3/6 stations) et 0,280 µg.m⁻³ (SND).

De nombreuses valeurs basses coïncident à des concentrations inférieures aux limites de quantification (valeur exprimée en LQ/2). Les valeurs maximales des concentrations en carbones organique et élémentaire sont associées à la station de Saint-Nazaire (échantillon du 18/07) sous influence potentiellement de feu de biomasse. Pour les ions tels que le nitrate et l'ammonium, les valeurs maximales ont été observées sur la station de Kergoff et des concentrations plus élevées ont été mesurées sur les stations de Verneuil et Revin que sur les autres stations. Les concentrations les plus élevées en calcium sont mesurées sur la station de Saint-Nazaire (échantillon du 17/08). Les maximas des concentrations en magnésium, sodium et chlorure sont mesurés sur la station de Kergoff.

L'évolution temporelle des concentrations mesurées dans les PM_{2,5} sur les sites de l'observatoire MERA est présentée Figure 22. Les concentrations en carbones organique et élémentaire dans les PM_{2,5} sont faiblement marquées par une variabilité saisonnière avec des valeurs plus élevées en période hivernale, sauf dans le cas de pics estivaux liés à des feux de biomasse. Les concentrations en carbones organique et élémentaire mesurées lors de la journée du 02/03 sont globalement plus élevées sur Donon et Revin. Des niveaux élevés en carbone organique ont également été observés à Peyrusse lors de la journée hivernale du 26/01 ou en été le 11/08.

Des concentrations plus élevées en nitrate et en ammonium, sont épisodiques et ont été observées sur les stations du nord/centre/ouest France, en janvier à Verneuil et Kergoff (13, 19 et 26) puis en mars-avril à Revin et Kergoff (20, 26/03 et 19/04). Les concentrations en calcium et potassium mesurées dans les PM_{2,5} présentent des pics épisodiques mesurés sur Verneuil (13/01) et Saint-Nazaire (17/08). Les concentrations maximales en sodium, magnésium et chlorure ont été mesurées à Kergoff en janvier et avril (07/01 et 07/04).



Figure 22 : Evolution temporelle des concentrations en carbone total, carbone organique, carbone élémentaire, chlorure, nitrate, sulfate, sodium, ammonium, potassium, magnésium et calcium dans les $\text{PM}_{2.5}$ mesurées sur les sites de l'observatoire MERA en 2022 (données préliminaires)

7. Conclusion et faits marquants

Ce rapport constitue un bilan de la coordination générale du programme MERA réalisé par l'IMT NE suivant la convention MTECT/IMT NE n°2 201 355 774, notifiée le 25 juillet 2022. Il fait état 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. Les résultats présentés à la date de rédaction du rapport sont partiels puisque des analyses et des mesures de l'année 2022 sont encore en cours la date de finalisation de ce rapport.

Cinq laboratoires d'analyse ont été prolongés sur 2022 suite à un renouvellement des contrats établis en 2019 avec chacun d'entre eux. Cette reconduction a été possible car leurs performances sur l'année 2021 ont été jugées satisfaisantes. Le coût total du marché d'analyse a subi une évolution en raison de la révision des prix de certaines prestataires conformément à l'article 10.2 du CCAP. L'ensemble des laboratoires a participé à des exercices de comparaison inter-laboratoires organisés au niveau national par le LCSQA ou au niveau européen avec des résultats globalement satisfaisants.

Les conventions IMT NE/AASQA ont pour but de préciser les conditions d'exploitation et de gestions financière et technique des stations rurales nationales de l'observatoire MERA. En 2022, il n'y a pas eu de nouveau conventionnement.

En 2022, les demandes de subventions MTECT pour les investissements 2023 concernent le parc instrumental de 6 AASQA et concernent à la fois des mesures de gaz (NOx) ou de particules (FIDAS 200, préleveurs Partisol Plus ou DAH80).

Par ailleurs, les coûts de fonctionnement des sites MERA sont réévalués chaque année compte tenu de l'évolution des sites et du programme. En 2022, le coût global de fonctionnement des AASQA été multiplié par 2 et les montants mis à jour reflètent des coûts des stations très hétérogènes entre les AASQA, parfois avec un facteur 2 à 4 par rapport aux années précédentes.

Dans le cadre de la Commission de Suivi (CS) « Observatoires Nationaux », un groupe utilisateur « MERA » a été créé au sein de cette CS pour pouvoir échanger sur les aspects techniques opérationnels spécifique à l'observatoire. Une réunion annuelle s'est tenue en 2022 (décembre). Le redéploiement des mesures CARA-filtres a été demandé par aucune AASQA en 2022. En revanche, dans le cadre de la crise énergétique, une action de renforcement des prélèvements sur filtre dans les stations MERA (et une installation de mesures en temps réels si possible) a été demandée par le LCSQA.

Certains documents relatifs aux procédures de prélèvement ont nécessité une mise à jour. L'évolution des fiches de suivi vers un outil entièrement numérisé a été initié avec la société NOSOFT sur la base d'une solution low code pour le développement. La mise en œuvre est prévue au 1er semestre 2023 après avoir réalisé des tests in situ.

La base de données de l'IMT NE nécessite un renouvellement pour intégrer les évolutions du programme de mesure de ces dernières années. La première version du cahier des charges a été finalisée fin décembre 2022. Après révision, la version

finale du cahier des charges sera transmise pour expertise dans le courant de l'année 2023 aux services informatiques de l'IMT NE. Ils étudieront la faisabilité de mise en œuvre des besoins. Le développement de l'application pourra s'appuyer sur un phasage temporel défini par la priorité et l'opérationnalité de certaines fonctionnalités.

L'intégration des données MERA dans GEOD'AIR est désormais encadrée par un référentiel de codes constituants. Des travaux doivent se poursuivre que toutes les données MERA soient remontées au niveau national.

Les travaux en cours à l'IMT NE sur la traçabilité métrologique pour les mesures de NOx ont permis de mettre en évidence que la stabilité est encore à améliorer pour la réalisation d'un étalon de travail en NO de faible concentration. L'utilisation de cylindres neufs n'a pas montré des résultats satisfaisants impliquant une révision du protocole de fabrication notamment sur la phase de nettoyage. Selon les résultats obtenus, il est envisagé de réaliser de nouveaux des essais en station dans le courant de l'année 2023.

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 a permis de déterminer les méthodes les plus efficaces en termes de résultats, de coûts opérationnels et d'exploitation des données. A l'issue de cette étude prospective sur les différentes méthodes et leurs objectifs, un appareil de type DELTA a été acquis et livré à l'IMT NE en décembre 2022. Cette action devrait se poursuivre en 2023 dans le but de développer et de qualifier cette méthode de mesure des gaz réactifs et aérosols inorganiques dans l'air ambiant par préleveur DELTA.

Le développement analytique de la méthode on-line pour la mesure de COV ainsi que l'évaluation des performances métrologiques s'est poursuivi en 2022. Les mesures ont été mises en œuvre sur 2 stations MERA. Une campagne de tests analytique ainsi qu'une campagne longue de comparaison des méthodes off-line et on-line ont été menées sur 1 station. La campagne de tests analytique a mis en évidence sur un jeu de données restreint que les mesures des composés COV par la GC-online sont comparables avec des mesures réalisées par des canisters et des cartouches DNPH. Par la suite, le recouvrement sur plusieurs mois d'ici fin décembre 2022 pourrait permettre de conforter cette hypothèse.

Des actions de communication et de valorisation du programme MERA se sont poursuivies en 2022 via des communications orales et écrites ont permis de valoriser les données de l'observatoire MERA.

Le suivi et le bilan technique 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 capteurs météorologiques dont le renouvellement est en cours.

Une partie des résultats de mesure, a été présentée pour l'année 2022, des analyses étant encore en cours à la date d'édition du rapport (décembre 2022). Pour les métaux lourds, les HAP et la spéciation des PM_{2,5}, 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. Les données directives ont toutes été reportées au niveau national, de manière trimestrielle, jusqu'au 3^{ème} trimestre 2022. Le dernier trimestre 2022 sera rapporté prochainement. Le rapportage à l'EMEP des données 2021 est en cours de finalisation.

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 ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , H ⁺ (pH), Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Cl ⁻ , precipitation amount	24 hours
Inorganic compounds in air	SO ₂ , SO ₄ ²⁻ , NO ₂ , HNO ₃ , NH ₄ ⁺ , NH ₃ , (sNO ₂ , sNH ₃), HCl, Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺	24 hours
Elemental and Organic Carbon	EC and OC in PM _{2.5}	24 hours / 7 days
Nitrogen dioxide	NO ₂	1 hour/24 hours
Ozone	O ₃	1 hour
PM mass concentration	PM _{2.5} , PM ₁₀	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>
Oxidant precursors and gaseous short-lived climate pollutants		
Nitrogen oxide	NO	1 hour
Light hydrocarbons	C ₂ -C ₅ , 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 ₆ -C ₁₂	1 hour/ABS tube, once or twice per week
Methane	CH ₄	1 hour
Carbon Monoxide	CO	1 hour
Particulate matter (PM) observations contribute to the assessment of particulate matter and its source apportionment		
PM mass	PM ₁	1 hour
Elemental and Organic Carbon in air	EC and OC in PM ₁₀	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 ₁₀	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/supernumerometer)	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
Acidification and eutrophication observations contribute to the assessment of nitrogen chemistry, influence by local emissions and dry deposition fluxes		
Gas particle ratio of N-species	NH ₃ /NH ₄ ⁺ , HNO ₃ /NO ₃ - (artefact-free methods)	1 hour/24 hours
Gas particle ratios of N-species	NH ₃ , NH ₄ ⁺ , HNO ₃ , NO ₃ - (HCl) (complementing the filter pack sampling)	1 month
Heavy metals observations contribute to the assessment of mercury and heavy metals fluxes		
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
Persistent organic pollutants (POPs) observations contribute to the assessment of persistent organic pollutants		
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)
Tracers observations contributes to the assessment of individual long-range transport events and their source apportionment		
Halocarbons	CFCs, HCFCs, HFCs, PFCs, SF ₆	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 _y chemistry	HNO ₂ , NO ₃ , N ₂ O ₅ , PAN, organic nitrates	1 hour
Ammonia in emission areas (optional)	NH ₃	1 month
Vertical profiles	O ₃ 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 ₄ , CO ₂ , Hg	24 hours/7 days
Greenhouse gases	CO ₂ , N ₂ O	1 hour
Hydrogen	H ₂	1 hour
Hydroxyl radical	OH-	1 hour
Hydroperoxide	H ₂ O ₂	1 hour
OVOC Alcohols	Methanol, Ethanol	ABS tube, once or twice per week
Major inorganics in PM _{2.5} and PM ₁₀	SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Ca ₂ ⁺ , Mg ⁺ (Cl ⁻)	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 ₃ , VOCs, particles, other	1 hour

