Réseau national d’observation des polluants atmosphériques NABEL

Résultats 2023

Publié par l’Office fédéral de l’environnement (OFEV) et par le Laboratoire fédéral d’essai des matériaux et de recherche (Empa), Berne, 2024

Table des matières

1 Introduction 3

2 Le Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL) 4

3 Pollution de l'air 2023 et développement 7

4 Oxydes d'azote 10

5 Poussières fines 16

6 Ozone 24

7 Dioxyde de soufre 30

8 Monoxyde de carbone 32

9 Composés organiques volatils 34

10 Gaz à effet de serre 38

11 Retombées de poussières 40

12 Métaux lourds 41

13 Substances contenues dans les précipitations 47

14 Composés azotés 51

15 Valeurs mensuelles et annuelles des stations 55

16 Valeurs des COV 88

Annexe 91

Annexe A1: Valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air 92

Annexe A2: Description des emplacements des stations 93

Annexe A3: Programme de mesure NABEL 94

Annexe A4: Méthodes de mesure 95

Annexe A5: Facteurs de conversion des concentrations 96

Annexe A6: Homogénéisation des séries de mesures de la station de Berne 96

1 Introduction

Le rapport documente l'état de l'air en Suisse sur la base des mesures du Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL). Il montre le développement de la pollution atmosphérique depuis le début des années 1980 et présente en détail les valeurs mesurées de l'année 2023 pour toutes les stations de mesure NABEL.

Une présentation complète de la qualité de l'air en Suisse se trouve dans le rapport *UZ-2418-F*.

L'évolution des concentrations de polluants depuis le début des mesures montre une nette amélioration de la qualité de l'air en Suisse. La pollution atmosphérique de l'année 2023 peut être caractérisée comme suit: Les valeurs limites d'immission pour l'ozone ont été dépassées dans toutes les stations NABEL en 2023. Pour les poussières fines respirables (PM2.5) les valeurs limites ont été respectées pour la première fois dans toutes les stations NABEL. Les valeurs limites pour d'autres polluants atmosphériques ont également été respectées dans toutes les stations NABEL.

2 Le Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL)

Création du réseau de mesure

C'est au milieu des années 1960 que la Suisse a commencé à mesurer systématiquement les taux de polluants dans l'air, autrement dit à procéder à des mesures d'immissions. Au départ, cette surveillance se concentrait essentiellement sur le dioxyde de soufre et les poussières. Depuis 1968, la Suisse participe, avec trois stations de mesure, à des programmes d'observation internationaux. En 1978, cette activité devait déboucher sur la création du réseau NABEL (abréviation de «Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe»). Ce réseau est entré en fonction progressivement en 1979. Entre 1989 et 1991, le réseau NABEL a été modernisé et élargi, passant de 8 à 16 stations. L'exploitation et l'entretien des stations de mesure ainsi que le contrôle des données sont assurés par le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa) à Dübendorf. L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) est responsable de la conception du réseau, de la gestion et de l'évaluation des données réunies ainsi que de la publication des résultats.

Objet du réseau de mesure

En vertu de l'art. 39, al. 1, de l'ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air (OPair), l'Office fédéral de l'environnement procède à des relevés sur la pollution atmosphérique dans l'ensemble du pays. Le réseau NABEL est en particulier destiné à l'accomplissement de cette tâche légale. Instrument central pour l'exécution de l'OPair, il sert surtout à vérifier l'efficacité des mesures adoptées pour lutter contre la pollution de l'air (art. 44 de la loi sur la protection de l'environnement). L'Empa exploite le réseau NABEL sur mandat de l'OFEV (art. 39, al. 2, OPair).

Le réseau NABEL doit répondre en premier lieu à des besoins d'envergure nationale. En d'autres termes, il sert surtout à mesurer les concentrations des polluants affectant l'ensemble du territoire suisse. Il s'agit surtout de substances émises en quantités considérables par un grand nombre de sources réparties dans tout le pays. On parle de polluants principaux, d'indicateurs.

Tâches du réseau de mesure

- Mesure de la pollution de l'air actuelle et comparaison avec les valeurs limites de l'ordonnance sur la protection de l'air
- Observation de l'évolution à long terme de la pollution de l'air comme base pour les contrôles des résultats
- Information au public sur la pollution de l'air (par Internet, télétexte, rapports)
- Conseil aux cantons et aux villes pour leurs activités de mesure (NABEL comme réseau de mesure de référence)
- Appréciation du préjudice causé par les polluants atmosphériques dans les écosystèmes, en rapport avec la Convention internationale de 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CEE-ONU/CLRTAP)
- Collaboration avec des réseaux de mesure internationaux, transmission de données à des organisations internationales et collaboration bilatérale avec les pays voisins
- Mise à disposition de données de grande qualité pour des projets et des études menés par des hautes écoles et des bureaux privés spécialisés en environnement

Depuis le début des activités de mesure du réseau NABEL, différentes stations rurales font partie du «European Monitoring and Evaluation Programme» (EMEP-LRTAP). Par ailleurs, le réseau NABEL met des données provenant principalement des stations situées dans les villes et les zones suburbaines à la disposition de l'Agence européenne pour l'environnement pour le réseau EUROAIRNET. Enfin, les stations du Jungfraujoch et du Rigi-Seebodenalp font partie du «Global Atmosphere Watch» (GAW) de l'Organisation météorologique mondiale (OMM).

Emplacement des stations de mesure

La pollution de l'air en Suisse varie fortement d'un endroit à l'autre, un état de fait dû au type d'emplacement et aux sources d'émission se trouvant à proximité de l'endroit considéré. Il est dès lors indiqué de classer les stations de mesure en fonction du type d'emplacement où elles se situent. Le réseau NABEL mesure ainsi le niveau de pollution à ces endroits types. La classification des stations NABEL en fonction du type d'emplacement s'est faite sur la base d'une appréciation des environs et des concentrations de polluants mesurées à proximité Les 16 stations du réseau NABEL sont réparties sur l'ensemble du territoire suisse et représentent différents degrés de pollution (Tab. 1), de très élevé à très faible. Le réseau est ainsi représentatif des principaux types de pollution rencontrés en Suisse.

Pour une description des stations on se reportera au tableau de l'annexe A2 (Tab. 26). Pour plus d'informations sur les stations, consulter le site internet suivant: *https://www.bafu.admin.ch/air*.

Programme et méthodes de mesure

Le programme de mesure met en œuvre les principes et les objectifs énoncés dans le concept de mesure 2020 à 2030 (*Réseau national d'observation des polluants atmosphériques NABEL*).

La première tâche du réseau NABEL est de mesurer les concentrations des polluants suivants: dioxyde d'azote (NO_2), monoxyde d'azote (NO), poussières fines respirables (PM10), ozone (O_3), dioxyde de soufre (SO_2), monoxyde de carbone (CO) et retombées de poussières. En outre, il détermine les taux de certains métaux lourds dans les poussières fines et dans les retombées de poussières. Certaines stations

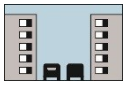
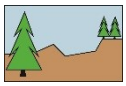
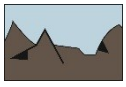
mesurent également les concentrations des composés organiques volatils (COV) et procèdent à des analyses chimiques des retombées et des composés azotés dans les aérosols.

Pour toutes les stations, on relève en plus les données météorologiques essentielles (vent, température, humidité de l'air, rayonnement, précipitations, pression). Huit stations NABEL sont situées à proximité de stations de MétéoSuisse. A ces endroits, NABEL reprend les valeurs mesurées par MétéoSuisse. Aux huit autres stations, les facteurs météorologiques sont déterminés directement par le réseau NABEL.

A Bern, Härkingen, Lausanne et Sion-Aéroport, les stations disposent en outre de compteurs enregistrant le nombre de véhicules qui passent sur les principaux axes routiers situés à proximité. Le compteur de véhicules de la station de Härkingen est exploité par l'Office fédéral des routes (OFROU).

Les procédés de mesure appliqués par le réseau NABEL sont conformes aux recommandations sur la mesure des immissions de polluants atmosphériques (OFEV 2021). Ils correspondent à l'état le plus récent de la technique. L'annexe A résume le programme de mesure et fournit des informations succinctes sur les procédés utilisés (Tab. 27 et Tab. 28).

Tab. 1: Classification des stations NABEL en fonction du type d'emplacement

	Type de site	Abréviation	Station	Coordonnées	Altitude
	Urbain, trafic	BER LAU	Bern-Bollwerk Lausanne-César-Roux	2'600'170 / 1'199'990 2'538'690 / 1'152'615	536 530
	Urbain	LUG ZUE	Lugano-Università Zürich-Kaserne	2'717'610 / 1'096'645 2'682'450 / 1'247'990	280 409
	Suburbain	BAS DUE	Basel-Binningen Dübendorf-Empa	2'610'890 / 1'265'605 2'688'675 / 1'250'900	316 432
	Rural, autoroute	HAE SIO	Härkingen-A1 Sion-Aéroport-A9	2'628'875 / 1'240'180 2'592'545 / 1'118'745	431 483
	Rural, altitude < 1000 m	MAG PAY TAE LAE BRM	Magadino-Cadenazzo Payerne Tänikon Lägeren* Beromünster	2'715'500 / 1'113'195 2'562'285 / 1'184'775 2'710'500 / 1'259'810 2'669'780 / 1'259'020 2'655'840 / 1'226'780	203 489 538 689 797
	Rural, altitude > 1000 m	CHA RIG DAV	Chaumont Rigi-Seebodenalp Davos-Seehornwald	2'565'085 / 1'211'040 2'677'835 / 1'213'440 2'784'455 / 1'187'735	1136 1031 1637
	Haute montagne	JUN	Jungfraujoch	2'641'910 / 1'155'280	3580

*mesure terminée le 31 décembre 2017.

Assurance de la qualité

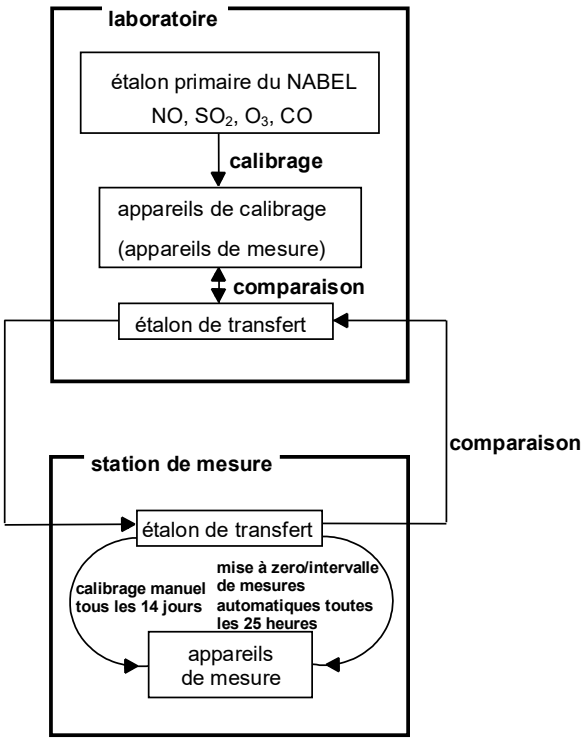
L'assurance de la qualité des données revêt une grande importance pour le réseau NABEL. Les mesures générales suivantes sont prises pour garantir la qualité:

- utilisation de principes de mesure reconnus (méthodes de référence)
- utilisation d'appareils de mesure recommandés et homologués
- ajustage des mesures à l'aide d'étalons nationaux et internationaux
- participation à des essais interlaboratoires

Chaque fois que cela est possible, les mesures sont ajustées à l'aide d'étalons primaires. Ceux-ci se trouvent dans un laboratoire de calibrage climatisé et ne sont déplacés que très rarement (pour des essais interlaboratoires d'étalons primaires). Les étalons primaires du NABEL, quant à eux, sont ajustés à l'aide d'étalons nationaux et internationaux. Le laboratoire abrite également un banc de calibrage pour quatre substances: SO_2, NO, O_3 et CO. C'est là que les étalons de transfert utilisés pour le calibrage des appareils dans les stations de mesure sont comparés à l'étalon primaire du NABEL au début et à la fin de leur utilisation. Les appareils de mesure pour les quatre substances citées ci-dessus sont calibrés manuellement toutes les deux semaines dans la station de mesure à l'aide des étalons de transfert. De plus, l'étalon de transfert est utilisé toutes les 25 heures pour un test automatique du point de calibrage. La traçabilité pour les quatre substances concernées est présentée dans la figure 1. L'application systématique des mesures d'assurance de la qualité permet de restreindre les incertitudes de mesure. Ces dernières sont indiquées dans le tableau 2 pour quelques-uns des polluants atmosphériques mesurés par le réseau NABEL.

Pour de plus amples informations concernant les procédés de mesure, l'assurance de la qualité ainsi que les incertitudes de mesure, se référer au rapport technique de mesure publié périodiquement par l'Empa (Technischer Bericht zum Nationalen Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe – NABEL), 2024 (*Rapports NABEL*).

Fig. 1: Traçabilité pour les substances SO_2, NO, O_3 et CO



Tab. 2: Incertitudes des procédés de mesure utilisés par le réseau NABEL aux environs des valeurs limites

cf. Rapport technique 2024, *(Rapports NABEL)*

Polluant	Valeur limite	Incertitude de mesure
NO_2	80 µg/m³ (Moyenne journalière)	6.2 µg/m³
	(appareil trace level)	11.6 µg/m³
	30 µg/m³ (Moyenne annuelle)	3.7 µg/m³
	(appareil trace level)	4.9 µg/m³
PM10 / TSP	50 µg/m³ (Moyenne journalière)	5.0 µg/m³
	20 µg/m³ (Moyenne annuelle)	1.0 µg/m³
PM2.5	10 µg/m³ (Moyenne annuelle)	0.5 µg/m³
O_3	120 µg/m³ (Moyenne horaire)	4.2 µg/m³
SO_2	100 µg/m³ (Moyenne journalière)	8.5 µg/m³
	30 µg/m³ (Moyenne annuelle)	2.7 µg/m³
CO	8 mg/m³ (Moyenne journalière)	0.5 mg/m³

3 Pollution de l'air 2023 et développement

Aperçu

Les charges polluantes en poussières fines (PM10), dioxyde d'azote et dioxyde de soufre ont continué à diminuer depuis le début des mesures, en raison de la baisse des émissions. Les pics d'ozone pendant les mois d'été ont également diminué. Néanmoins, en 2023, les valeurs limites d'immissions pour l'ozone ont été dépassées dans toutes les stations de mesure du réseau NABEL (Tab. 3 et Fig. 2). Les valeurs limites d'immissions pour les particules fines PM2.5 ont été respectées pour la première fois depuis le début des mesures dans toutes les stations NABEL, mais elles sont toujours dépassées dans certaines stations cantonales et communales. Ces dépassements s'expliquent par le fait que les émissions polluantes restent en quantités excessives en Suisse et dans les pays voisins.

L'année 2023 a commencé de manière extrêmement douce en Suisse. Le printemps a connu des records de pluviométrie au niveau local, tandis que le mois de juin a été très sec au niveau régional. En juillet et août, des vagues de chaleur et de fortes précipitations se sont produites dans le sud et l'est de la Suisse. Septembre et octobre ont présenté des schémas similaires: chaleur record dans la première moitié du mois, fortes précipitations dans le sud et l'ouest de la Suisse dans la seconde. Au nord des Alpes, les mois de novembre et décembre ont été très humides. Dans l'ensemble, la température annuelle de 2023 a été supérieure de 1,3 à 1,7 °C à la moyenne 1991-2020 dans de nombreuses régions de Suisse (source: MétéoSuisse).

Ozone

Comme ces dernières années, la valeur limite d'immission de 120 microgrammes par mètre cube ($\mu g/m^3$), pour la moyenne horaire, a été dépassée à toutes les stations (Tab. 3), à l'exception du Jungfraujoch. Les dépassements les plus fréquents de la valeur limite (670 heures) ont été enregistrés à Chaumont, suivi de près par le site de Lugano avec 564 heures. C'est également à Lugano que la moyenne horaire maximale du Sud des Alpes a été mesurée (199 $\mu g/m^3$). Au nord des Alpes, la moyenne horaire maximale est similaire avec 191 $\mu g/m^3$, mesurés sur le site de Dübendorf-Empa. Les charges importantes en ozone sont bien caractérisées par la moyenne mensuelle la plus élevée de 98% des valeurs semi-horaires. Cette valeur moyenne, qui ne devrait pas dépasser 100 $\mu g/m^3$, est largement dépassée sur l'ensemble de la Suisse bien que la pollution par l'ozone ait diminué au cours des dernières décennies.

Poussières fines

La charge en **PM10** a fortement diminué depuis 1990. Les concentrations très élevées en PM10 au cours de certaines années s'expliquent par une persistance de la phase d'inversion thermique hivernale ces années-là. Les moyennes annuelles de poussières fines de l'année 2023 sont restées en dessous de la valeur limite d'immission.

Dans les villes et les zones suburbaines, y compris dans la gorge routière près de la station Bern-Bollwerk, des valeurs moyennes annuelles comprises entre 11 et 16 $\mu g/m^3$ ont été mesurées en 2023. A la campagne, le long des autoroutes, des valeurs allant jusqu'à 16 $\mu g/m^3$ ont également été observées. En dehors des routes, les valeurs mesurées dans les stations rurales du nord des Alpes étaient nettement inférieures à la valeur limite, avec 9 à 10 $\mu g/m^3$. Dans les stations situées au-dessus de 1000 m d'altitude, les valeurs mesurées sont encore plus basses, avec 3 - 7 $\mu g/m^3$.

Pour la septième fois depuis le début des mesures, la valeur limite annuelle pour les poussières fines PM10 a été respectée dans toutes les stations NABEL. De même, la valeur limite journalière n'a jamais été dépassée plus de trois fois au Sud et au Nord des Alpes, comme l'autorise l'ordonnance sur la protection de l'air. La valeur maximale journalière de 66 $\mu g/m^3$ était supérieure à la valeur limite journalière de 50 $\mu g/m^3$, mais nettement inférieure à celle de l'année précédente.

Pour la fraction de taille fine des poussières fines **PM2.5**, la valeur limite moyenne annuelle a été respectée dans toutes les stations NABEL. Grâce aux mesures prises pour réduire les émissions de polluants atmosphériques, les concentrations de PM2.5 mesurées dans le réseau NABEL ont diminué de moitié au cours des 20 dernières années. La valeur limite d'immission de 10 $\mu g/m^3$ correspond aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé de 2005. Les nouvelles recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2021) et de la Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA, 2023) indiquent toutefois clairement qu'il convient de viser une valeur de 5 $\mu g/m^3$ pour protéger la santé humaine.

Oxydes d'azote

La somme des oxydes d'azote ($NO_x = NO + NO_2$) a continué à diminuer au cours des dernières années. Les concentrations de NOx mesurées actuellement ne représentent plus que la moitié de celles mesurées il y a 30 ans.

La pollution par le dioxyde d'azote (NO_2) a sensiblement diminué depuis l'année 1990. Les variations observées d'une année à l'autre s'expliquent en partie par les conditions météorologiques variables. Les valeurs limites d'immission en moyenne annuelle pour le dioxyde d'azote sont tout juste respectée le long des principaux axes de circulation. Dans les villes et les zones suburbaines ainsi qu'en zone rurale, à l'écart des routes, les valeurs de dioxyde d'azote sont restées nettement en dessous de la valeur limite. En 2023, la valeur limite moyenne journalière a été respectée dans toutes les stations NABEL. Comme pour les moyennes annuelles, les valeurs les plus élevées ont été mesurées dans les sites urbains et les sites exposés au trafic.

Autres polluants

La charge en dioxyde de soufre a diminué depuis l'année 2000. La moyenne annuelle maximale mesurée en 2023

s'est élevée à 0,57 µg/m³ (mesurée à la station de Magadino-Cadenazzo) et la moyenne journalière maximale à 2.5 µg/m³ (mesurée à la station de Lugano). Elles sont bien inférieures aux valeurs limites correspondantes.

La somme des composés organiques volatils (COV non méthaniques) a considérablement diminué depuis 1987.

Le niveau de pollution due au benzène reste à un niveau de l'ordre de 1 µg/m³ en moyenne annuelle. Les concentrations de plomb et de cadmium dans les poussières en suspension (PM10) sont semblables aux années précédentes et sont bien inférieures à la valeur limite. Toutes les valeurs de déposition des poussières se situent bien en dessous de la valeur limite, tout comme celles du plomb, du cadmium, du zinc et du thallium.

Tab. 3: Comparaison des valeurs de mesures NABEL 2023 avec les valeurs limite d'immission OPair

Gaz		SO_2	SO_2	SO_2	CO	NO_2	NO_2	NO_2	O_3	O_3
Type de site	Station	MA µg/m³	P95 µg/m³	j >VLI	j > VLI	MA µg/m³	P95 µg/m³	j > VLI	P98 µg/m³	h > VLI
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk				0	24	50	0	130	86
	Lausanne-César-Roux				0	23	48	0	127	71
Urbain	Lugano-Università	0.5	1.6	0	0	19	50	0	154	564
	Zürich-Kaserne	0.3	0.9	0	0	18	45	0	151	359
Suburbain	Basel-Binningen	0.6	2.0	0		12	35	0	150	321
	Dübendorf-Empa	0.3	0.7	0	0	17	45	0	149	345
Rural, autoroute	Härkingen-A1	0.4	1.1	0	0	24	51	0	146	241
	Sion-Aéroport-A9					24	60	0	131	80
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	0.6	1.4	0		12	34	0	146	323
	Payerne	0.2	0.5	0	0	9	22	0	141	275
	Tänikon					8	20	0	147	310
	Beromünster					5	12	0	151	497
Rural, altitude > 1000 m	Chaumont					3	9	0	145	670
	Rigi-Seebodenalp	0.3	0.5	0	0	4	9	0	149	499
	Davos-Seehornwald					2	6	0	118	5
Haute montagne	Jungfraujoch	<0.1	0.1	0		<1	<1	0	108	0
Valeur limite d'immission OPair		*30*	*100*	*1*	*1*	*30*	*100*	*1*	*100*	*1*

Particules	PM10	PM10	PM2.5	Pb_PM10	Cd_PM10	RP	Pb_RP	Cd_RP	Zn_RP	Tl_RP
Station	MA µg/m³	j > VLI	MA µg/m³	MA ng/m³	MA ng/m³	MA mg/(m²*d)	MA µg/(m²*d)	MA µg/(m²*d)	MA µg/(m²*d)	MA µg/(m²*d)
Bern-Bollwerk	16	1	9	1.5	<0.05	69	4.1	0.10	100	0.01
Lausanne-César-Roux	13	0	8	1.4	<0.05	64	6.6	0.04	69	0.01
Lugano-Università	14	1	9	1.9	<0.05					
Zürich-Kaserne	12	1	8	1.5	<0.05	48	3.0	0.37	29	0.01
Basel-Binningen	11	1	8	1.5	<0.05	36	1.3	0.03	10	0.01
Dübendorf-Empa	11	0	7	1.3	<0.05					
Härkingen-A1	12	0	8	2	<0.05	56	2.5	0.64	44	0.01
Sion-Aéroport-A9	16	1	7	2.4	<0.05					
Magadino-Cadenazzo	14	2	9	1.6	<0.05	57	3.3	0.50	21	0.02
Payerne	10	0	7	0.9	<0.05	43	1.1	0.34	10	0.01
Tänikon	10	0	6	1.4	<0.05					
Beromünster	9	0		1.6	<0.05					
Chaumont	7	0		0.6	<0.05					
Rigi-Seebodenalp	7	0	4	1.3	<0.05	25	1.6	0.37	11	0.01
Davos-Seehornwald	5	1			<0.05					
Jungfraujoch	3	2	2	0.1	<0.05					
Valeur limite d'immission OPair	*20*	*3***	*10***	*500*	*1.5*	*200*	*100*	*2*	*400*	*2*

MA = moyenne annuelle P95 = 95e percentile des moyennes semi-horaires
j > VLI = nombre de moyennes quotidiennes au-dessus de la valeur limite h > VLI= nombre d'heures au-dessus de la valeur limite
P98 = le plus grand 98e percentile mensuel des moyennes semi-horaires RP = Retombées de poussières)
**Valeur limite en vigeur depuis 1er juin 2018.

Fig. 2: Concentrations de polluants en 2023 mesurées dans les stations NABEL par rapport aux valeurs limites d'immissions de l'ordonnance sur la protection de l'air

Le graphique présente les valeurs mesurées à toutes les stations NABEL.

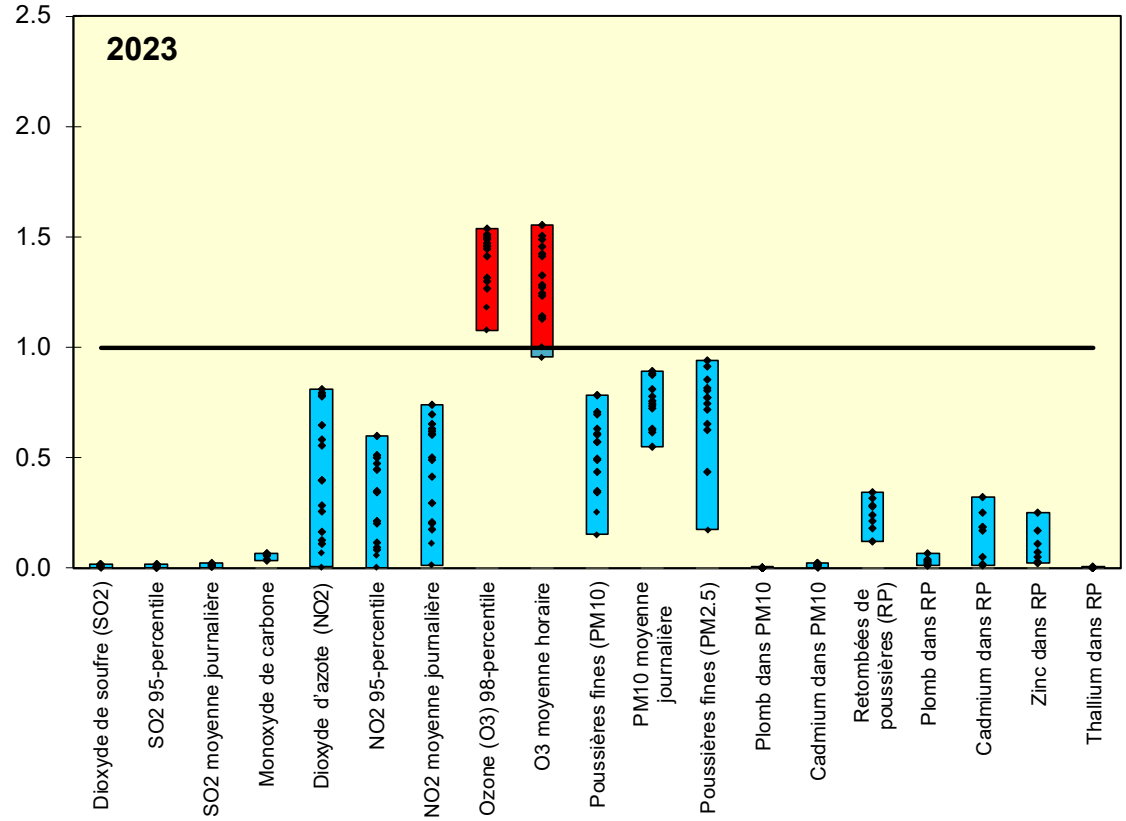
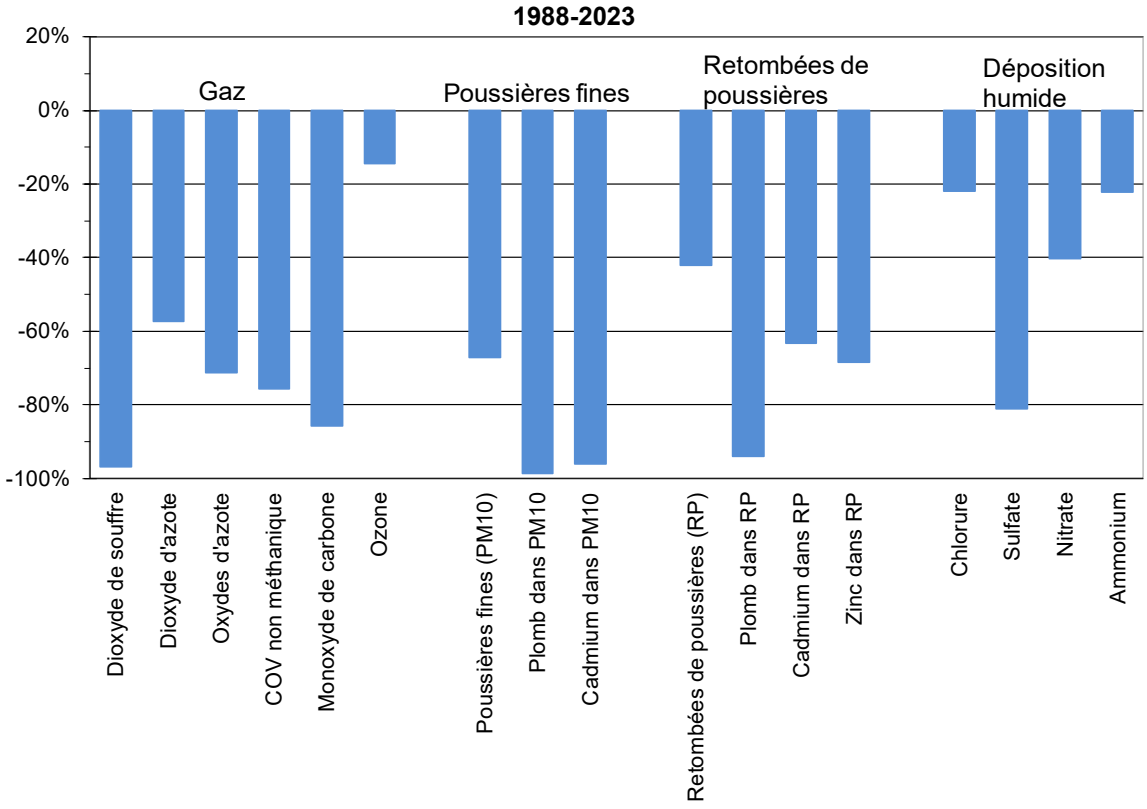


Fig. 3: Diminution de la pollution de l'air mesurée dans les stations NABEL en Suisse entre 1988 et 2023

Toutes les stations fonctionnant selon un système de série continue de mesures (à l'exception des stations alpines de Davos et du Jungfraujoch) ont été considérées.



4 Oxydes d'azote

Formation et propriétés

Le terme d'oxydes d'azote désigne toute une série de composés azote/oxygène du type N_xO_y. Le composé protoxyde d'azote N_2O, également connu sous le nom de gaz hilarant, est un gaz persistant présent à l'état de trace, qui influence le climat. Ce gaz, ainsi que d'autres gaz à effet de serre, sont mesurés au Jungfraujoch (voir chapitre 10 et *www.empa.ch/web/s503/climate-gases*, en anglais). Les principaux composés d'azote intéressants du point de vue de la protection de l'air sont le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). La somme de ces deux substances est désignée par NO_x. Le monoxyde d'azote est un gaz incolore et inodore, tandis que le dioxyde d'azote présente une teinte brun-rouge lorsqu'il est concentré; son odeur est piquante et il est irritant. En outre, les oxydes d'azote jouent également un rôle dans la formation du nitrate, qui représente une part importante de la charge en poussières fines.

Les émissions d'oxydes d'azote sont formées lors de la combustion de carburants ou de combustibles fossiles, surtout lorsque la température de combustion est élevée; les molécules sont synthétisées à partir de l'azote et de l'oxygène atmosphériques et lors de la combustion des composés azotés contenus dans la biomasse. En fait, la majeure partie des oxydes d'azote sont émis sous forme de monoxyde (NO), qui, une fois dans l'air, se transforme assez rapidement en dioxyde d'azote (NO_2), plus toxique.

C'est surtout le dioxyde d'azote qui produit des effets nuisibles pour l'homme et pour l'environnement. Il favorise, conjointement avec d'autres gaz irritants, les affections des voies respiratoires, surtout chez les enfants. En outre, les oxydes d'azote sont des précurseurs de l'ozone troposphérique et des pluies acides. Ils contribuent, avec l'ammoniac, à la surfertilisation des écosystèmes.

Evaluation

Les immissions de dioxyde d'azote restent élevées aux abords des principaux axes routiers. Dans les stations NABEL exposées au trafic, la valeur limite en moyenne annuelle est toutefois respectée. Dans les zones suburbaines et urbaines (à l'écart des routes très fréquentées), la situation se présente mieux: là, les taux de NO_2 sont en dessous de la valeur limite. Dans les zones rurales éloignées des grands axes routiers, les moyennes annuelles sont nettement inférieures à la concentration limite. Par contre, le long des routes très fréquentées, on remarque un corridor pollué: dans ces zones, même rurales, les valeurs mesurées de NO_2 sont élevées en hiver (figure 5).

Le problème des oxydes d'azote réside surtout dans le fait que les charges sont trop élevées en permanence. En revanche, les concentrations extrêmes de dioxyde d'azote sont rares. La pollution par les oxydes d'azote, en particulier le dioxyde d'azote, dépendant fortement de la proximité de routes à grand trafic, il arrive que même des petites localités accusent des charges supérieures à la valeur limite lorsqu'elles sont au bord d'un axe routier important.

A part la pollution que subissent l'homme et l'environnement à cause des concentrations trop élevées de NO_2, les oxydes d'azote portent eux aussi leur part de responsabilité dans les apports acides et dans l'eutrophisation des écosystèmes sensibles. L'apport de composés de l'azote dans les écosystèmes sensibles excède les valeurs tolérables.

Bien que la charge en NO_2 ait diminué au cours des dernières années, cette pollution reste un problème qui touche une grande partie de la population.

Fig. 4: Dioxyde d'azote (NO_2), moyennes annuelles de 1981 à 2023

Les valeurs de la station de Bern ont été homogénéisées (voir annexe A6).

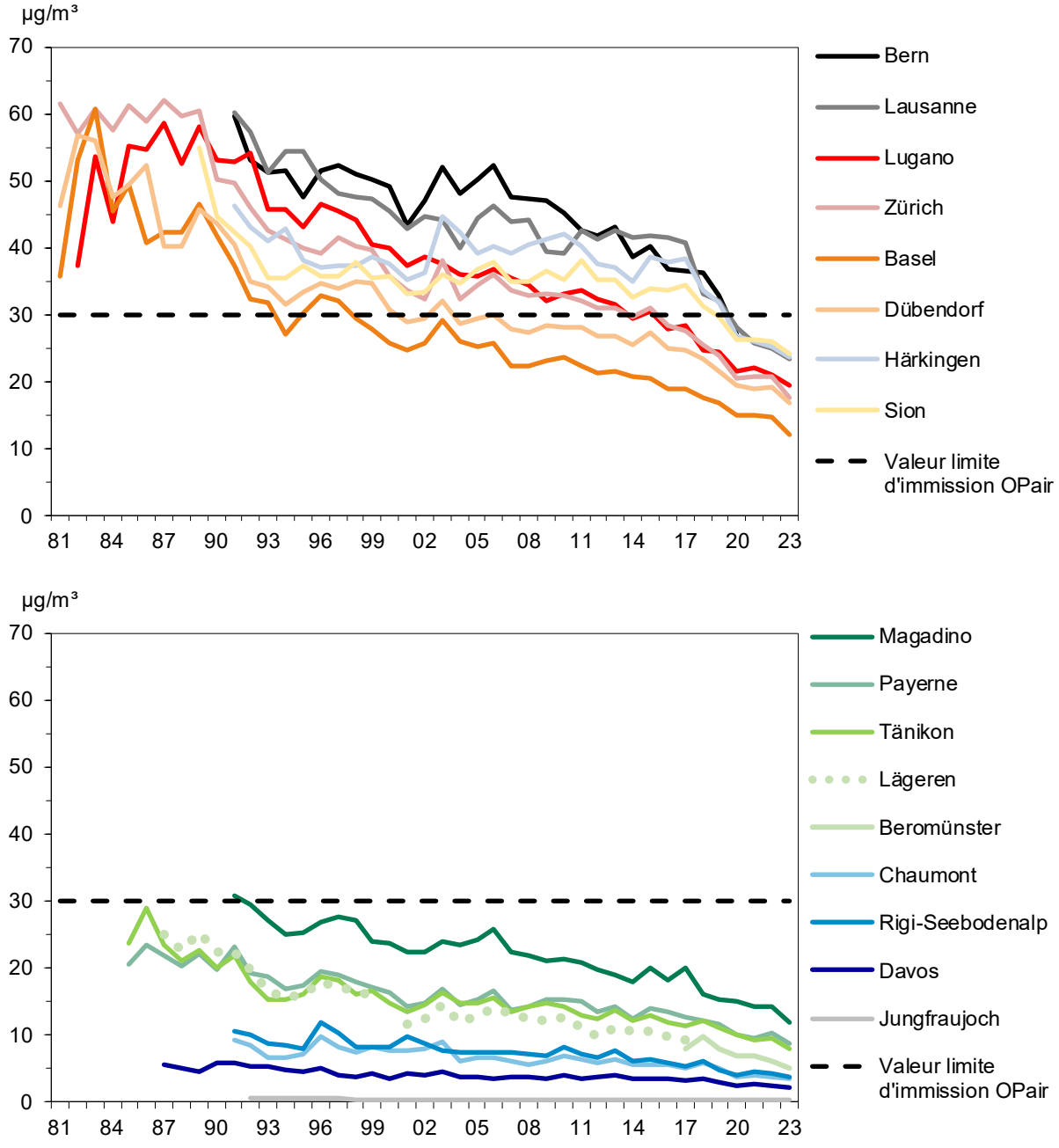


Fig. 5: Dioxyde d'azote (NO_2), moyennes mensuelles 2023

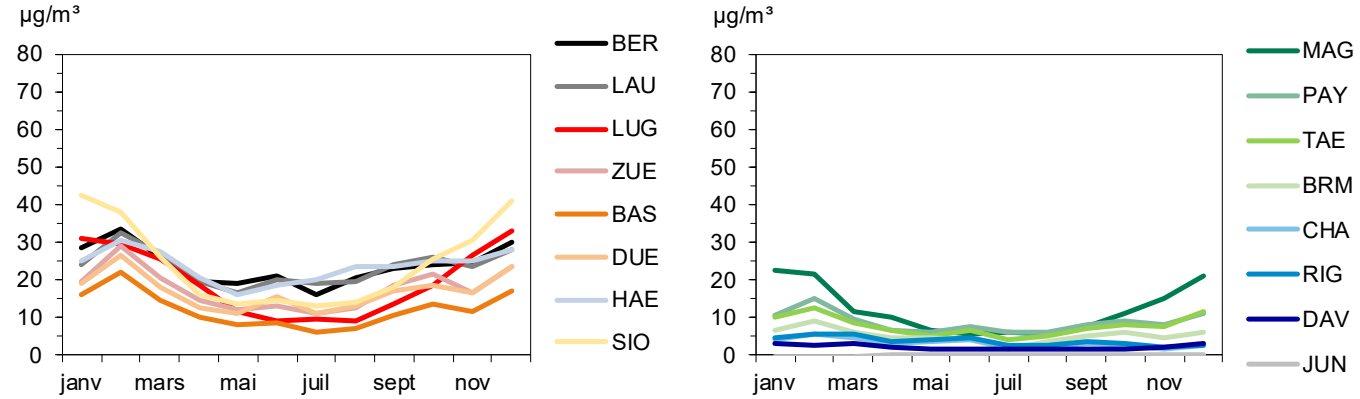


Fig. 6: Monoxyde d'azote (NO), moyennes annuelles de 1981 à 2023

Les valeurs de la station de Bern ont été homogénéisées (voir annexe A6).

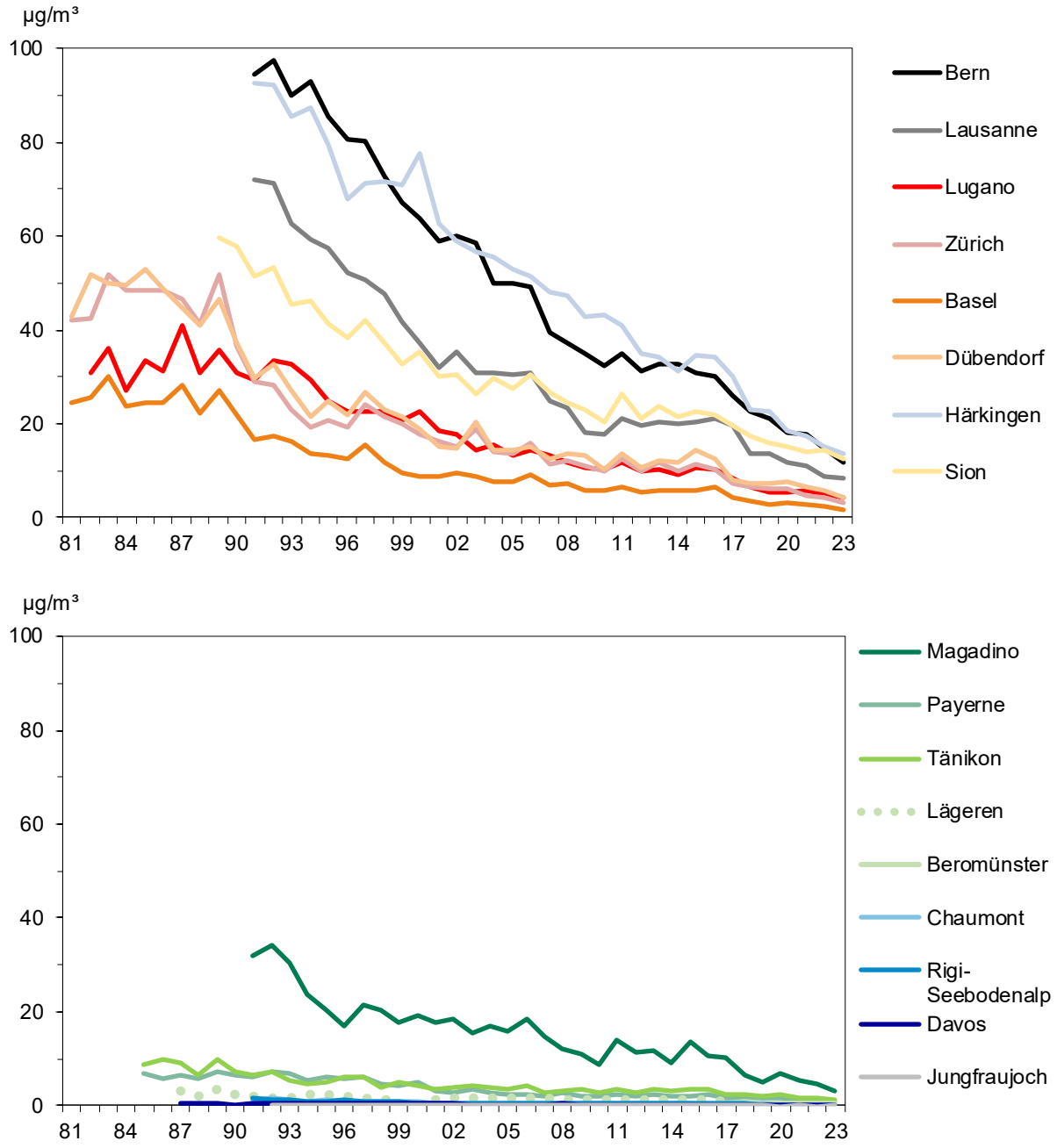


Fig. 7: Monoxyde d'azote (NO), moyennes mensuelles 2023

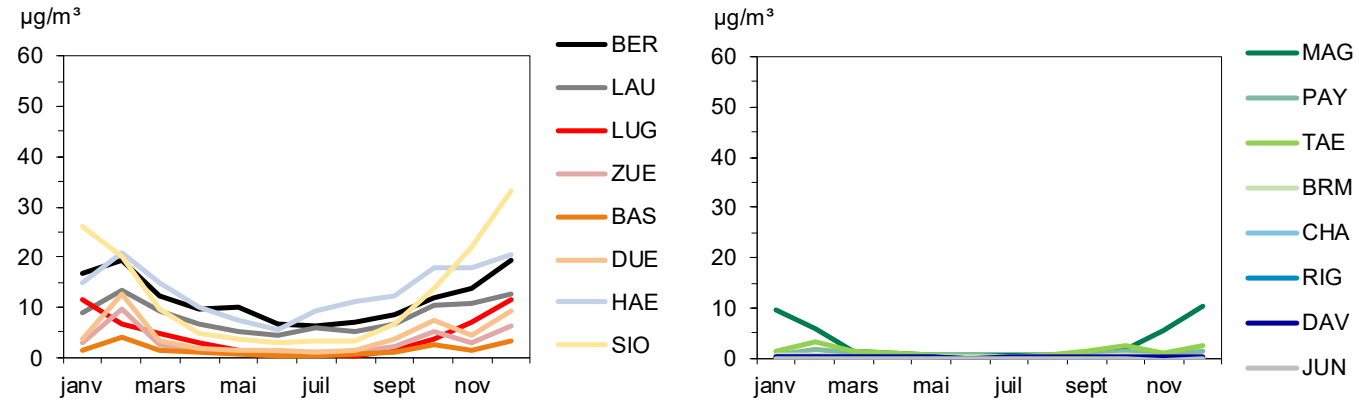


Fig. 8: Oxydes d'azote (NO_x), moyennes annuelles de 1981 à 2023

Les valeurs de la station de Bern ont été homogénéisées (voir annexe A6).

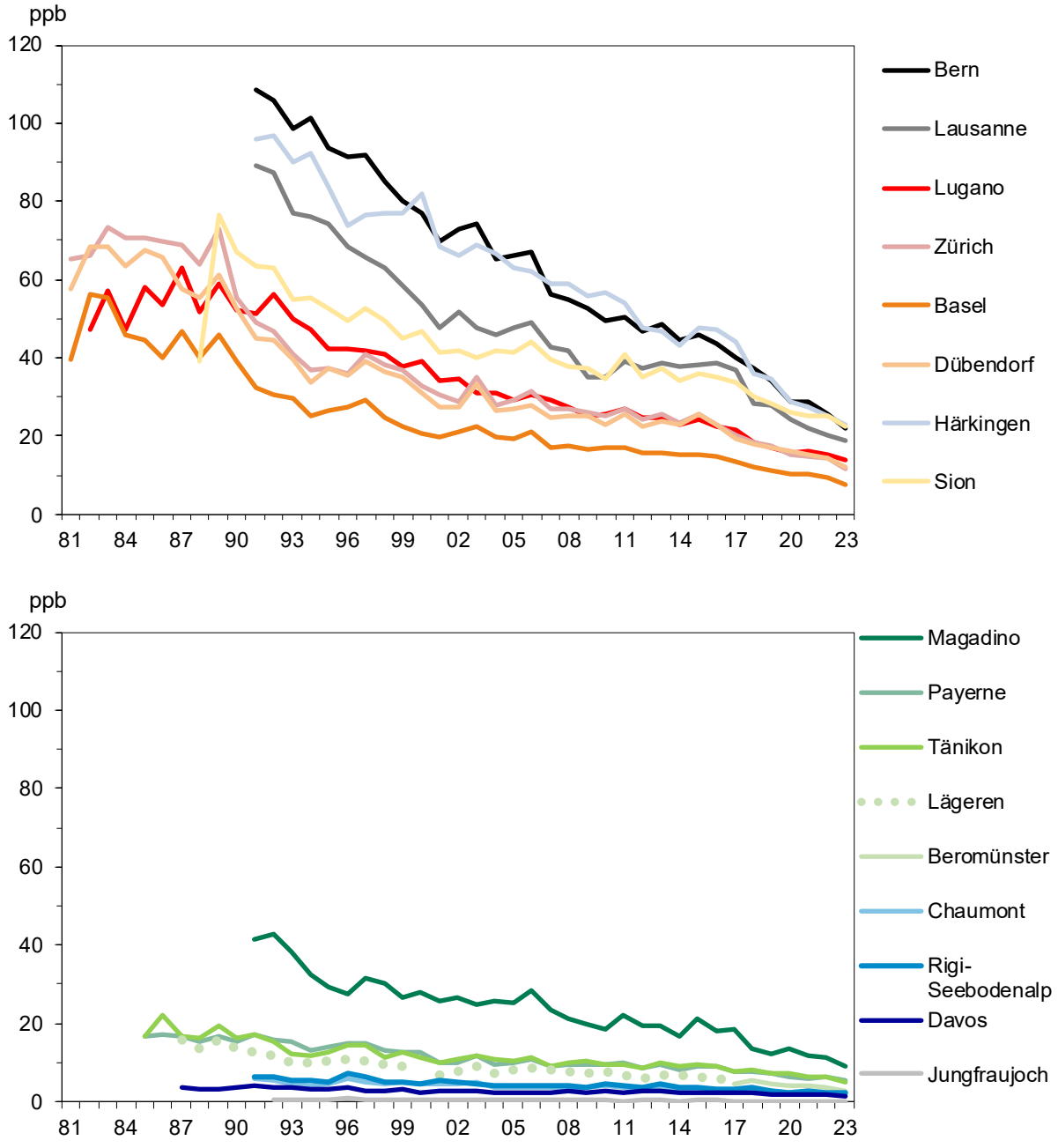


Fig. 9: Oxydes d'azote (NO_x), moyennes mensuelles 2023

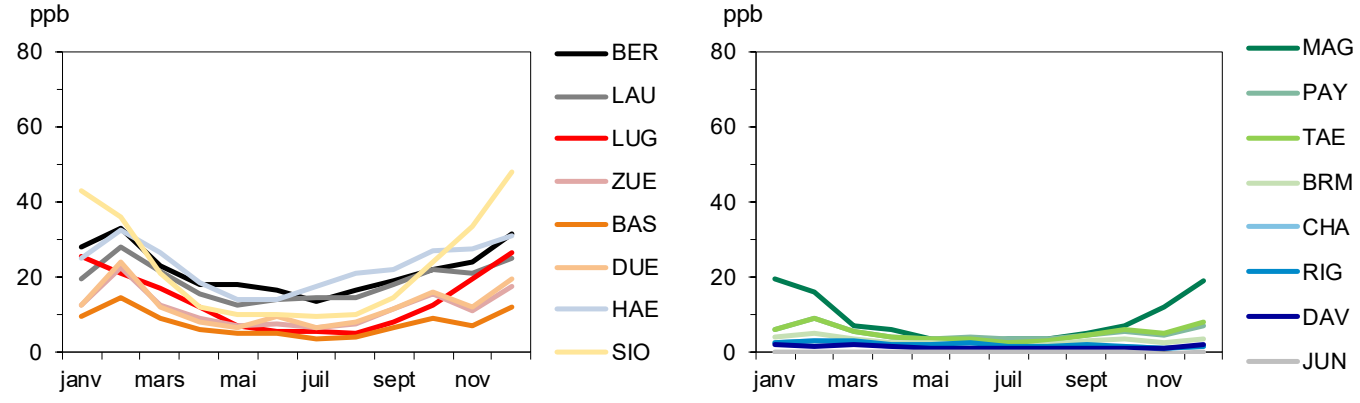


Fig. 10: Dioxyde d'azote (NO_2), Fluctuations hebdomadaires 2023

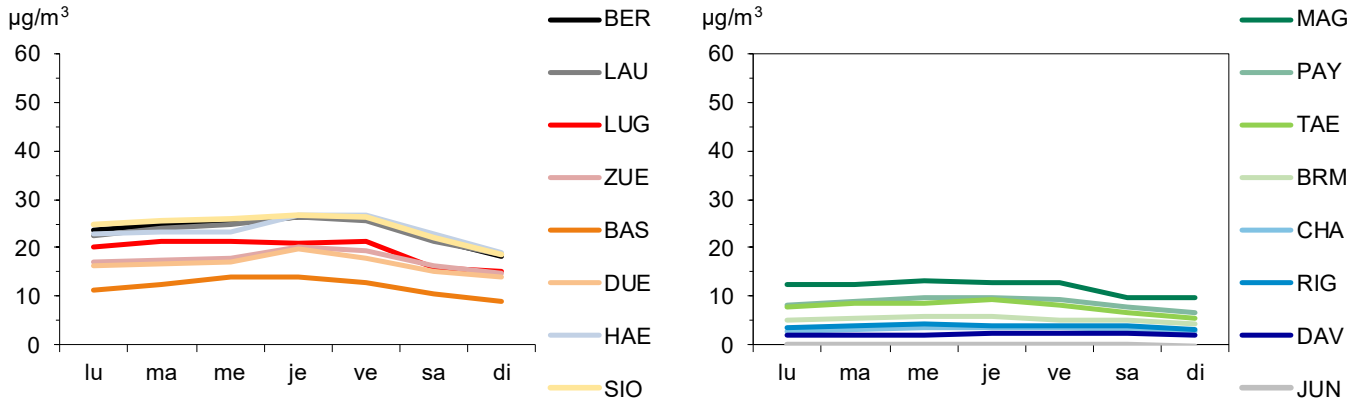
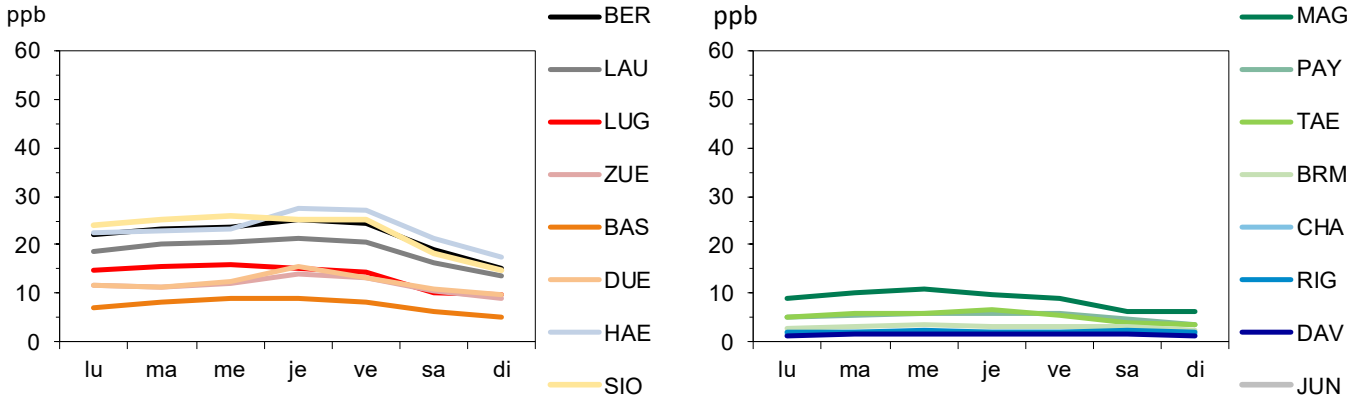


Fig. 11: Oxydes d'azote (NO_X), Fluctuations hebdomadaires 2023



Tab. 4: Dioxyde d'azote (NO_2), statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle µg/m³	Valeur 95 % µg/m³	Moyenne journalière max. µg/m³	Nombre de dépassements de la moyenne journalière
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	24	50	49	0
	Lausanne-César-Roux	23	48	53	0
Urbain	Lugano-Università	20	50	50	0
	Zürich-Kaserne	18	45	58	0
Suburbain	Basel-Binningen	12	35	42	0
	Dübendorf-Empa	17	45	55	0
Rural, autoroute	Härkingen-A1	24	51	52	0
	Sion-Aéroport-A9	24	60	61	0
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	12	34	42	0
	Payerne	9	22	28	0
	Tänikon	8	20	41	0
	Beromünster	5.2	12	19	0
Rural, altitude > 1000 m	Chaumont	3.3	8.6	14	0
	Rigi-Seebodenalp	3.8	9.3	18	0
	Davos-Seehornwald	2.1	5.7	11.9	0
Haute montagne	Jungfraujoch	0.16	0.43	3.41	0
	Valeur limite d'immission OPair	*30*	*100*	*80*	*1*

Tab. 5: Monoxyde d'azote (NO), statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle µg/m³	Valeur 95 % µg/m³	Moyenne journalière max. µg/m³
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	12	41	46
	Lausanne-César-Roux	8	25	30
Urbain	Lugano-Università	4.4	21	32
	Zürich-Kaserne	3.1	15	36
Suburbain	Basel-Binningen	1.5	9	17
	Dübendorf-Empa	4.2	23	51
Rural, autoroute	Härkingen-A1	14	48	53
	Sion-Aéroport-A9	12	54	82
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	3.2	17	59
	Payerne	0.8	3.8	7
	Tänikon	1.4	5	16
	Beromünster	0.2	1.3	1.1
Rural, altitude > 1000 m	Chaumont	0.2	0.7	1.1
	Rigi-Seebodenalp	0.2	0.7	1.7
	Davos-Seehornwald	0.1	0.6	1.8
Haute montagne	Jungfraujoch	<0.1	<0.1	1.6

Tab. 6: Oxydes d'azote (NO_x), statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle ppb	Valeur 95 % ppb	Moyenne journalière max. ppb
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	22	56	57
	Lausanne-César-Roux	19	42	52
Urbain	Lugano-Università	14	41	49
	Zürich-Kaserne	12	35	55
Suburbain	Basel-Binningen	8	24	36
	Dübendorf-Empa	12	40	69
Rural, autoroute	Härkingen-A1	23	62	68
	Sion-Aéroport-A9	23	74	97
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	9	29	68
	Payerne	5.2	14	18
	Tänikon	5.2	15	32
	Beromünster	3.0	7.3	13
Rural, altitude > 1000 m	Chaumont	1.9	5.0	8.2
	Rigi-Seebodenalp	2.1	5.3	11
	Davos-Seehornwald	1.4	3.9	8.8
Haute montagne	Jungfraujoch	0.15	0.39	4.33

5 Poussières fines

Formation et propriétés

Les polluants atmosphériques sous forme de particules existent dans des tailles très différentes. Du point de vue de l'hygiène de l'air, on s'intéresse plus particulièrement aux poussières fines respirables, mais on mesure également les particules de sédiment à gros grains, en tant que retombées de poussières. La composition des poussières est très variable. Elles peuvent contenir de nombreux composés inorganiques (p. ex. métaux lourds, sulfates, nitrates) ou organiques (p. ex. des hydrocarbures aromatiques polycycliques). On classe aussi parmi les poussières les particules de suie, composées essentiellement de carbone.

Les poussières présentes dans l'atmosphère sont émises par diverses sources: trafic motorisé, chauffages et industrie, mais aussi sources naturelles (p. ex. pollens, poussières au sol soulevées par le vent). Les particules les plus fines, y compris celles qui peuvent pénétrer dans les poumons, sont recensées comme poussières en suspension. Celles-ci peuvent être émises directement sous la forme de particules (émissions primaires), mais elles peuvent aussi être constituées d'éléments secondaires issus de la transformation physique ou chimique de gaz précurseurs dans l'atmosphère.

Lorsqu'on mesure des particules en suspension dont la vitesse de chute est inférieure à 10 cm/s et le diamètre aérodynamique inférieur à 50 µm, on parle de mesure des particules totales en suspension (TSP; total suspended particles). Par contre, si on ne mesure que les poussières fines respirables dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm, on parle alors de **mesure PM10** (PM10 = particulate matter < 10 µm, fraction thoracique des poussières en suspension). Si l'on ne saisit que la poussière fine d'un diamètre inférieur à 2,5 µm, on parle d'une **mesure PM2,5** (fraction alvéolaire de la poussière en suspension). Les émissions de PM10 comprennent les aérosols très fins résultant de la combustion, par exemple les suies provenant de moteurs diesels. Comme il s'agit de particules respirables très fines, leur contribution en poids n'est pas très élevée, mais elles jouent un rôle très important pour ce qui est des effets sur la santé. Les particules dites ultrafines (< 0,1 µm) sont les plus nombreuses. Le rapport de la Commission fédérale de l'hygiène de l'air «Poussières fines en Suisse 2013» donne davantage d'informations à ce sujet (Berne, 2013).

Depuis 2005, on mesure le **nombre de particules** par unité de volume sur plusieurs sites du réseau NABEL. Ces mesures sont réalisées à l'aide d'un compteur de particules de condensation, qui, grâce à une dilution appropriée, peut être utilisé la plupart du temps en mode de comptage un par un. L'appareil compte les particules dont la taille est comprise entre 4 nm et 3 µm. La plupart des particules présentes dans l'air ambiant mesurent moins de 200 nm, et même moins de 100 nm (particules ultrafines) près des sources d'émissions liées à des processus de combustion. Le nombre de particules mesuré est donc représentatif des particules les plus petites, qui peuvent non seulement entrer dans les poumons, mais aussi pénétrer dans le sang.

La **suie** nuit à la santé: elle est composée de particules microscopiques qui pénètrent dans les poumons en profondeur et qui peuvent engendrer des maladies des voies respiratoires, des perturbations du système cardiovasculaire ainsi qu'un risque accru de cancer. Afin de pouvoir évaluer précisément le risque pour la santé que présente la charge en suie (EBC, Equivalent Black Carbon), il est nécessaire d'en avoir une vue d'ensemble. Mesurer la teneur en suie des poussières fines dans des lieux représentatifs constitue un pas important dans cette direction.

Evaluation

La valeur limite journalière pour les PM10 n'a été dépassée plus de trois fois dans aucune station NABEL, comme l'autorise l'OPair, et les valeurs limites annuelles pour les PM2,5 ont également été respectées pour la première fois dans toutes les stations NABEL. Les nouvelles recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2021) et de la Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA, 2023) indiquent toutefois clairement qu'il convient de viser des valeurs indicatives plus basses pour protéger la santé humaine. Pour y arriver, il faut continuer d'une manière conséquente à appliquer la politique menée en Suisse en matière de protection de l'air. Grâce aux mesures déjà prises et mises en pratique, comme le renforcement des directives sur les gaz d'échappement des véhicules à moteur (en accord avec l'UE) ou des prescriptions plus sévères pour les émissions des installations stationnaires, la charge en poussières fines pourra être réduite.

Comme diverses sources et divers polluants (émissions primaires de polluants et précurseurs de particules secondaires) contribuent à la charge en PM10, celle-ci ne pourra être réduite que grâce à un ensemble de mesures. Il faudra agir tant à l'échelon local qu'à l'échelon international. Les mesures prises par l'UE (p. ex. réduction des émissions par de nouvelles prescriptions relatives aux gaz d'échappement) auront également des effets positifs en Suisse.

Des progrès doivent encore être faits concernant les petites particules de suie cancérogènes. Il n'y a pas de seuil en dessous duquel elles ne sont plus nocives. Conformément à la législation suisse, il faut limiter autant que possible les émissions de suies cancérogènes dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable.

Fig. 12: Poussières fines (PM10), moyennes annuelles 1991–2023

Les valeurs antérieures à 1997 ont été converties à partir de mesures de TSP.

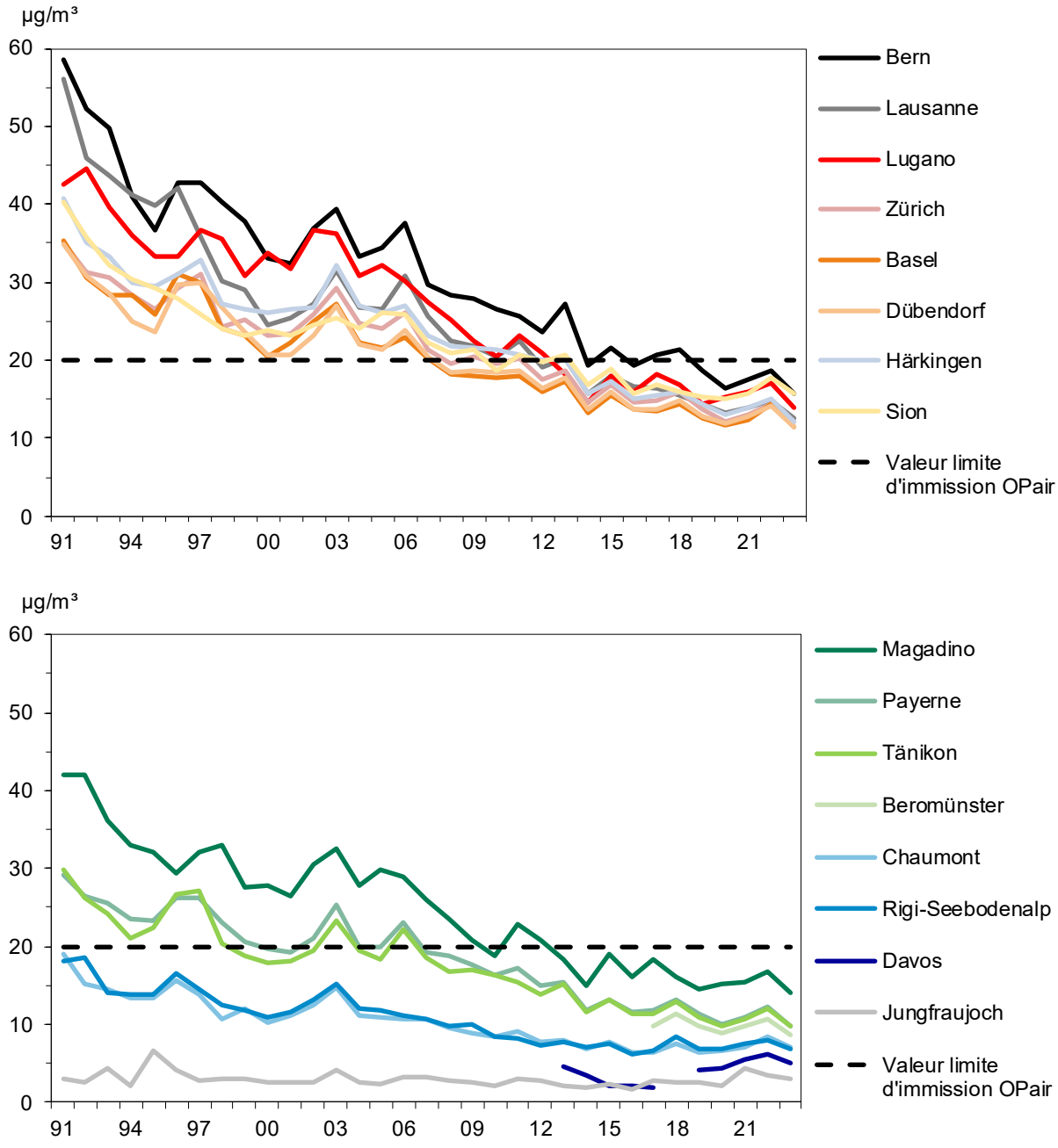
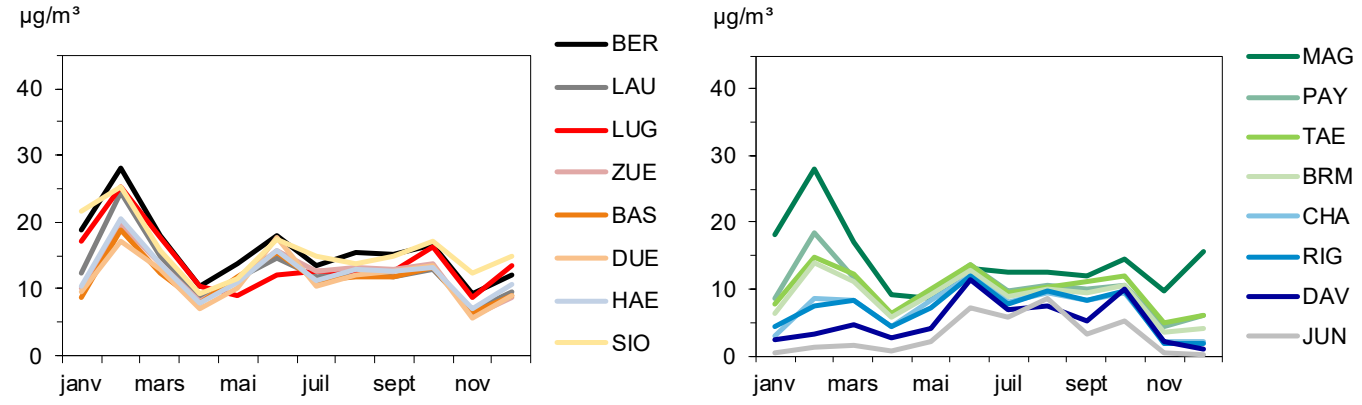


Fig. 13: Poussières fines (PM10), moyennes mensuelles 2023



Tab. 7: Poussières fines (PM10), statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle µg/m³	Moyenne journalière max. µg/m³	Nombre de dépassements de la valeur limite journalière
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	15.7	52	1
	Lausanne-César-Roux	12.6	48	0
Urbain	Lugano-Università	14.0	50	1
	Zürich-Kaserne	12.1	50	1
Suburbain	Basel-Binningen	11.5	51	1
	Dübendorf-Empa	11.4	48	0
Rural, autoroute	Härkingen-A1	12.2	48	0
	Sion-Aéroport-A9	15.7	50	1
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	14.2	58	2
	Payerne	9.9	44	0
	Tänikon	9.8	47	0
	Beromünster	8.8	44	0
Rural, altitude > 1000 m	Chaumont	7.0	37	0
	Rigi-Seebodenalp	6.9	40	0
	Davos-Seehornwald	5.1	66	1
Haute montagne	Jungfraujoch	3.1	53	2
Valeur limite d'immission OPair		*20*	*50*	*3*

Tab. 8: Poussières fines: PM10 et PM2.5, Mesures parallèles 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle PM2.5 µg/m³	Moyenne des rapports annuelle PM2.5/PM10 %
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	8.6	54%
	Lausanne-César-Roux	8.2	65%
Urbain	Lugano-Università	9.4	67%
	Zürich-Kaserne	8.0	66%
Suburbain	Basel-Binningen	7.7	67%
	Dübendorf-Empa	7.2	63%
Rural, autoroute	Härkingen-A1	7.8	63%
	Sion-Aéroport-A9	7.4	47%
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	9.1	65%
	Payerne	6.5	66%
	Tänikon	6.3	64%
Rural, altitude > 1000 m	Rigi-Seebodenalp	4.3	63%
Valeur limite d'immission OPair		*10**	

* Valeur limite en vigueur depuis le 1er juin 2018

Fig. 14: Poussières fines (PM2.5), moyennes annuelles 1998–2023

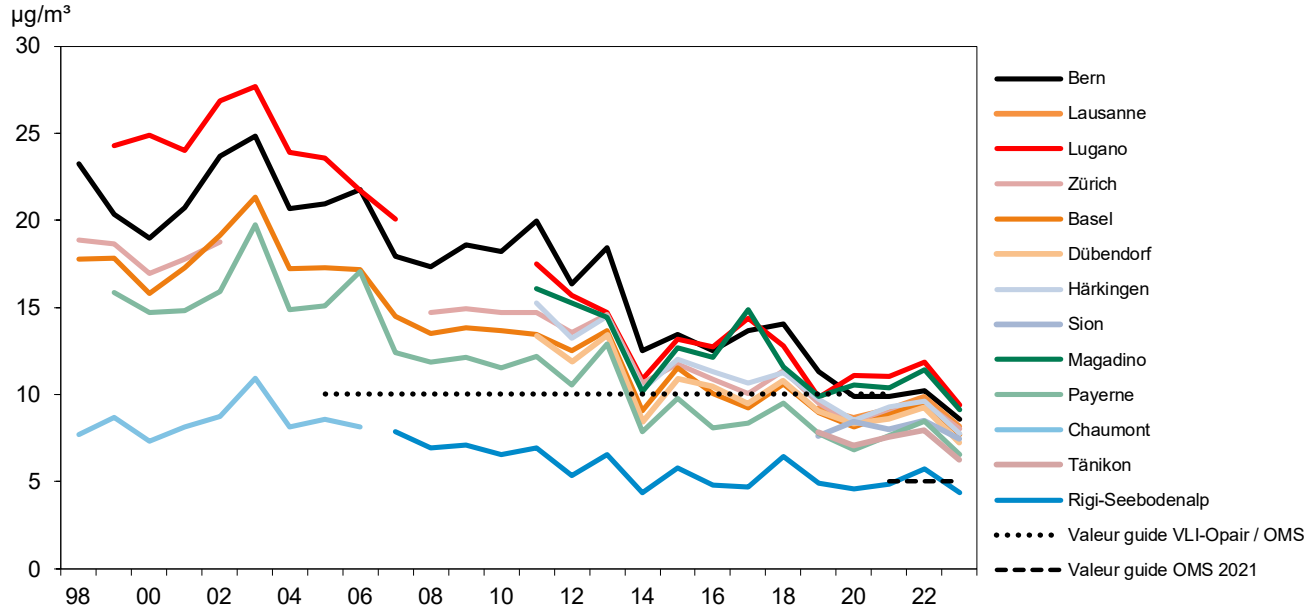


Fig. 15: Poussières fines (PM2.5), moyennes mensuelles 2023

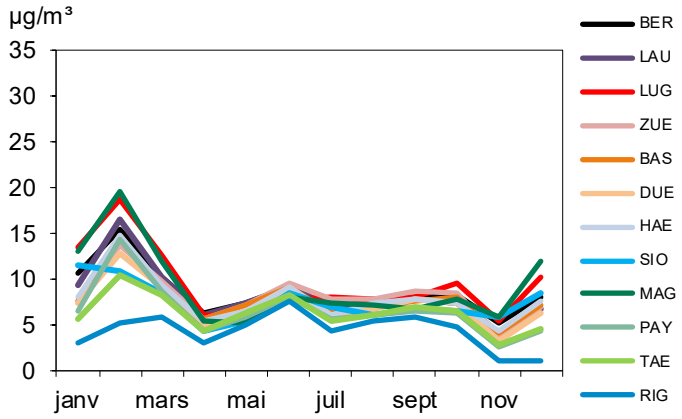


Fig. 16: Rapport PM2.5/PM10, moyennes annuelles de 1998–2023

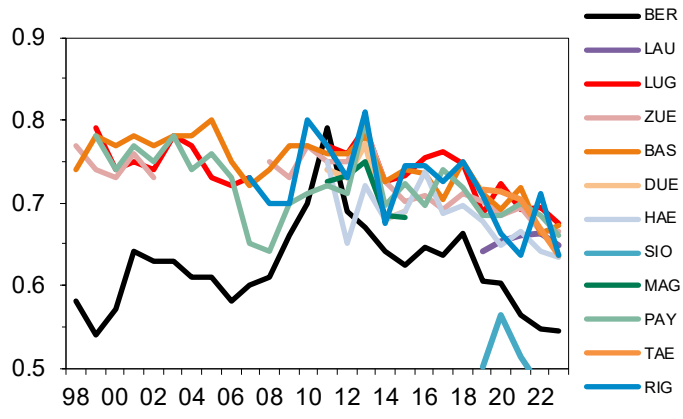


Fig. 17: Concentration en nombre de particules, moyennes annuelles 2005–2023

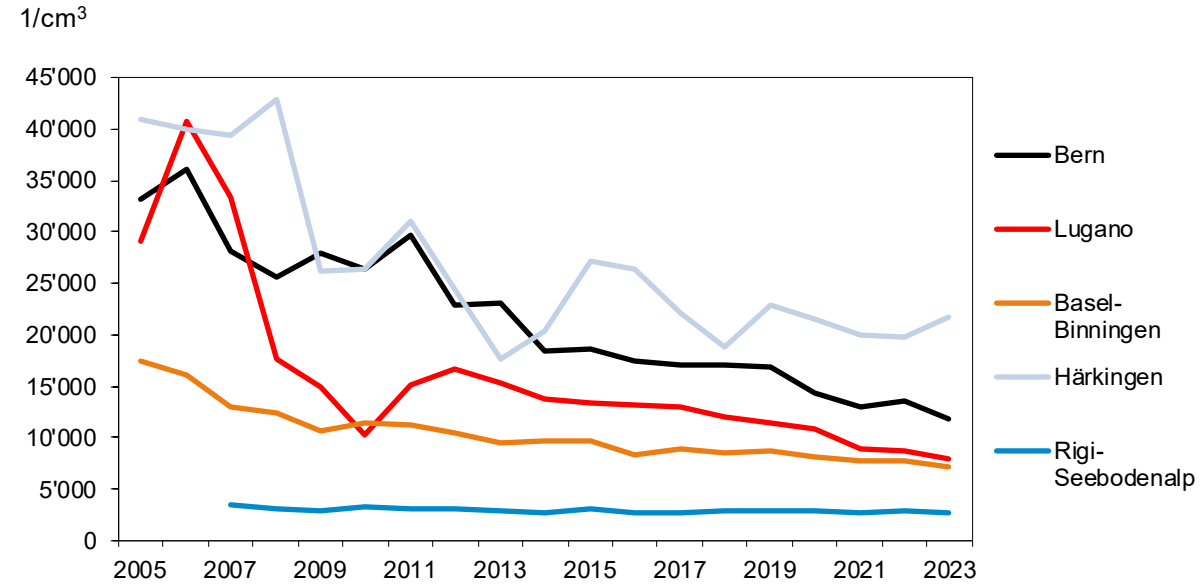
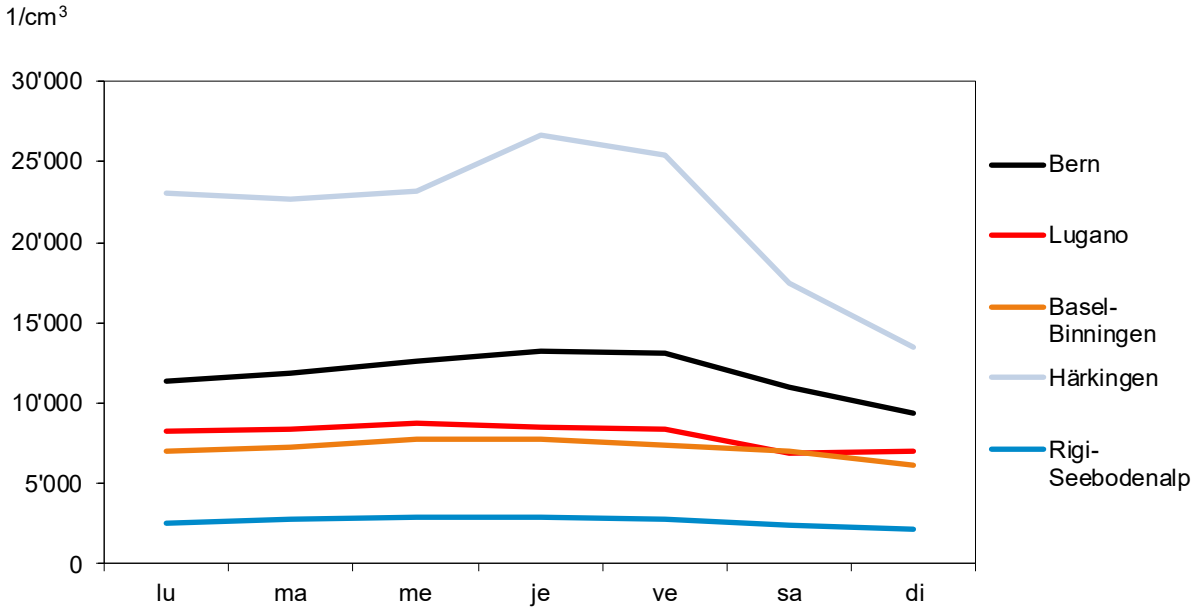


Fig. 18: Concentration en nombre de particules, fluctuations hebdomadaires moyennes 2023



Tab. 9: Nombre de particules, statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle Nombre particules 1/cm³	Moyenne journalière max. 1/cm³	Valeur 95 % des moyennes semihoraires 1/cm ³
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	11'819	20'942	25'902
Urbain	Lugano-Università	8'030	19'063	18'015
Suburbain	Basel-Binningen	7'176	13'827	15'621
Rural, autoroute	Härkingen-A1	21'641	52'345	58'469
Rural, altitude < 1000 m	Rigi-Seebodenalp	2'640	6'595	6'001

Tab. 10: Soufre et sulfate dans les PM10, statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Soufre dans les PM10		Sulfate dans les PM10	
		Moyennes annuelles µg/m³	Moyennes journalières max. µg/m³	Moyennes annuelles µg/m³	Part du soufre dans PM10 %
Urbain	Lugano-Università	0.35	0.52	1.05	7.5
Rural, altitude < 1000 m	Payerne	0.25	1.23	0.75	7.6
Rural, altitude <>1000 m m	Rigi-Seebodenalp	0.21	1.09	0.63	9.2
Haute montagne	Jungfraujoch	0.08	0.19	0.23	7.3

Fig. 19: Sulfate dans les PM10, moyennes annuelles 1981–2023

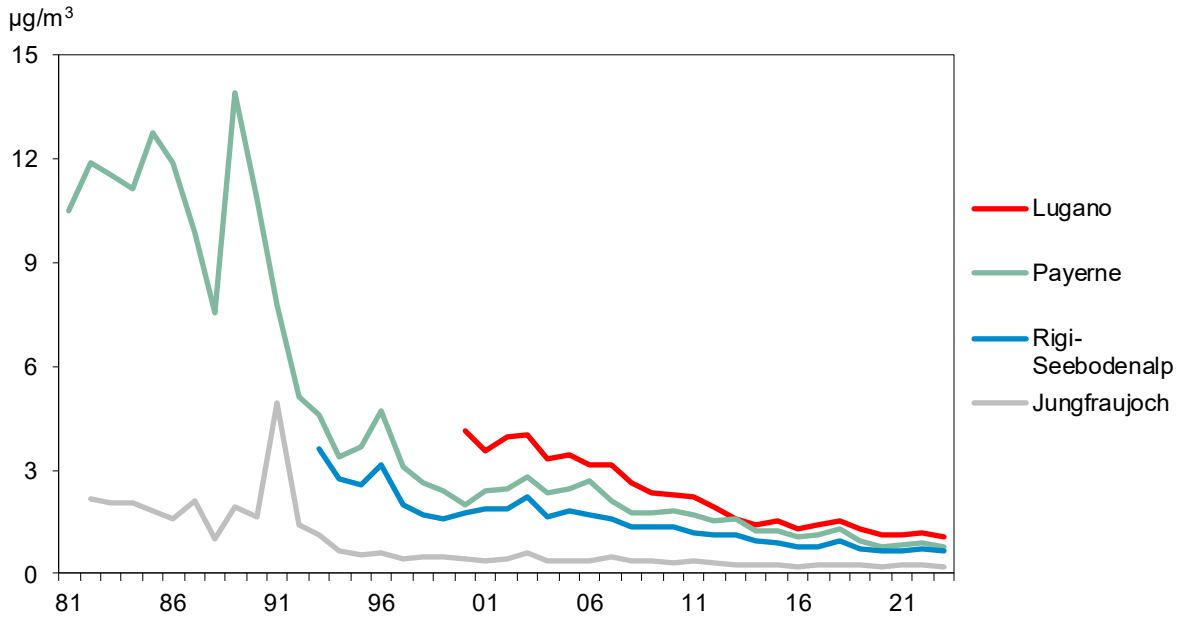


Fig. 20: Concentrations de benzo(a)pyrène dans les PM10, moyennes annuelles 2006–2023

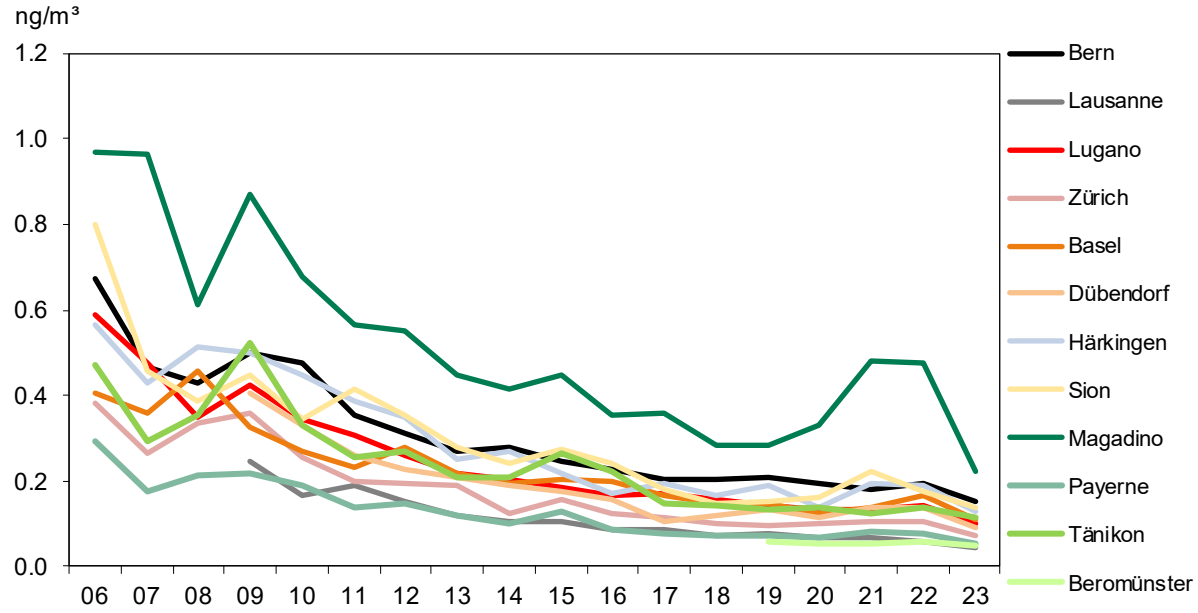
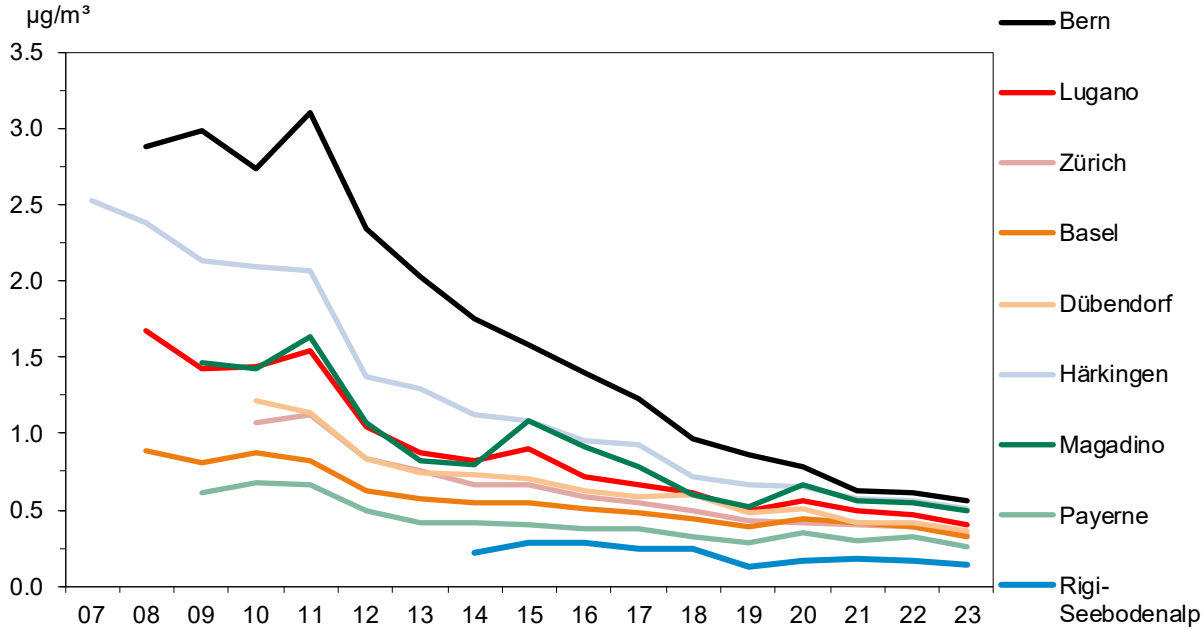


Fig. 21: Concentration de suie (EBC) dans les PM2.5, selon le protocole TOT/EUSAAR-2, moyennes annuelles 2007–2023



Tab. 11: Suie (EBC) dans les PM2.5, selon le protocole TOT/EUSAAR-2, statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle µg/m³	Moyenne journalière max. µg/m³	Part de suie (EBC) dans les PM 2,5 %
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	0.56	1.38	6%
Urbain	Lugano-Università	0.41	1.53	4%
	Zürich-Kaserne	0.34	1.22	4%
Suburbain	Basel-Binningen	0.33	1.20	4%
	Dübendorf-Empa	0.36	1.37	5%
Rural, autoroute	Härkingen-A1	0.51	1.51	7%
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	0.49	2.18	5%
	Payerne	0.26	1.03	4%
Rural, altitude > 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.14	0.80	3%

6 Ozone

Formation et propriétés

L'ozone est un gaz incolore, à l'odeur légèrement piquante et faiblement soluble dans l'eau. Il est l'un des principaux gaz présents à l'état de trace dans l'atmosphère terrestre. En rapport avec les atteintes à l'environnement dues à l'homme, cette substance joue un rôle triple:

- Il y a d'une part le «trou d'ozone», terme souvent employé pour parler de l'ensemble des phénomènes entraînant la destruction de la couche d'ozone située dans la stratosphère (10 à 50 km au-dessus de la surface de la Terre). Ce bouclier d'ozone indispensable protège l'espèce humaine ainsi que les divers écosystèmes d'un rayonnement UV trop intensif. La destruction de cette couche protectrice est provoquée par les émissions anthropiques de chlorofluorocarbones (CFC). Ces molécules très stables ne subissent aucune réaction chimique dans la troposphère (jusqu'à une altitude de 10 km); leur effet néfaste ne se produit que dans la stratosphère.
- Il y a d'autre part un problème très différent, celui des concentrations trop élevées d'ozone près du sol. Cet ozone-là est indésirable, car son agressivité et sa toxicité peuvent porter directement atteinte à la santé de l'homme et à l'environnement. Les taux excessifs d'ozone à proximité du sol sont la conséquence surtout des émissions anthropiques d'oxydes d'azote (NO_x) et de composés organiques volatils (COV).
- En plus des rayons UV, l'ozone absorbe également les rayons infrarouges; présent à l'état de traces dans la stratosphère et dans la troposphère, il fait ainsi partie des gaz qui influencent le climat mais sa durée de vie est relativement courte.

Au début du siècle passé, la charge en ozone au niveau du sol était de l'ordre de 15 ppb (30 µg/m³); à 1 ou 2 km d'altitude, elle était de l'ordre de 20 à 30 ppb (35 à 52 µg/m³). Ces valeurs résultent d'anciennes mesures dont on a vérifié la plausibilité. On admet qu'elles correspondent à la charge naturelle d'ozone qui s'établirait en l'absence d'émissions anthropiques. Cet ozone naturel provient principalement d'un transport depuis la stratosphère dans la troposphère, une autre source étant constituée par les émissions naturelles d'oxydes d'azote, de composés organiques volatils, de monoxyde de carbone et de méthane, précurseurs d'une formation photochimique. Aujourd'hui, les concentrations d'ozone dans la troposphère libre, souvent qualifiées de pollution, sont au moins 2 fois supérieures. Cette charge de fond ne doit pas être confondue avec la teneur en ozone naturelle de l'atmosphère.

L'ozone anthropique présent dans les couches d'air proches du sol n'est pas directement émis sous cette forme. Il est synthétisé dans l'atmosphère au cours de réactions photochimiques subies par des polluants dits précurseurs, en l'occurrence les oxydes d'azote (NO_2) et les composés organiques volatils (COV). L'ozone est la principale composante du smog photochimique, qui contient cependant de nombreux autres polluants (acides organiques, peroxydes, peroxoacétylnitrate [PAN], etc.). La formation d'ozone suppose un rayonnement solaire intense et les températures élevées favorisent encore les réactions chimiques. En conséquence, les plus fortes concentrations d'ozone se rencontrent durant les périodes estivales de haute pression barométrique (beau temps). La synthèse d'ozone dans un anticyclone est un processus géographiquement étendu, même si elle est particulièrement développée dans les environs des grandes agglomérations. En effet, on trouve dans ces régions un mélange très réactif de précurseurs (émis p. ex. par le trafic matinal). En plus des polluants précurseurs que sont le NO_2 et les COVNM, le monoxyde de carbone et le méthane jouent un rôle prépondérant dans la formation de l'ozone de fond à grande échelle (*www.empa.ch/web/s503/climate-gases*).

L'ozone est l'un des oxydants et des gaz irritants les plus puissants. Ces propriétés lui valent d'être particulièrement nocif pour les tissus humains, animaux et végétaux ainsi que pour les matériaux. Chez l'homme, l'ozone s'attaque surtout aux voies respiratoires et aux tissus pulmonaires.

Evaluation

Les immissions excessives d'ozone constituent un problème de pollution atmosphérique à grande échelle, avec des répercussions de même ampleur. A l'origine de ces charges excédentaires, on trouve la très forte pollution de l'air par les substances anthropiques dites précurseurs, à savoir le dioxyde d'azote (NO_2) et les composés organiques volatils (COV). Le problème du smog estival ne peut être résolu que par une diminution massive de ces précurseurs.

Le problème du smog estival doit être résolu grâce à des mesures qui agissent sur le long terme. Les mesures prises jusqu'à aujourd'hui aux plans national et international contribueront certes à faire diminuer les substances qui sont à l'origine de la formation de l'ozone, mais d'autres mesures ayant un impact à long terme s'avèrent encore nécessaires et sont prévues. La mise en œuvre de ces dernières devrait permettre de désamorcer, à moyen terme, le problème du smog estival.

Fig. 22: Ozone, statistique des moyennes horaires: stations urbaines, suburbaines et exposées au trafic

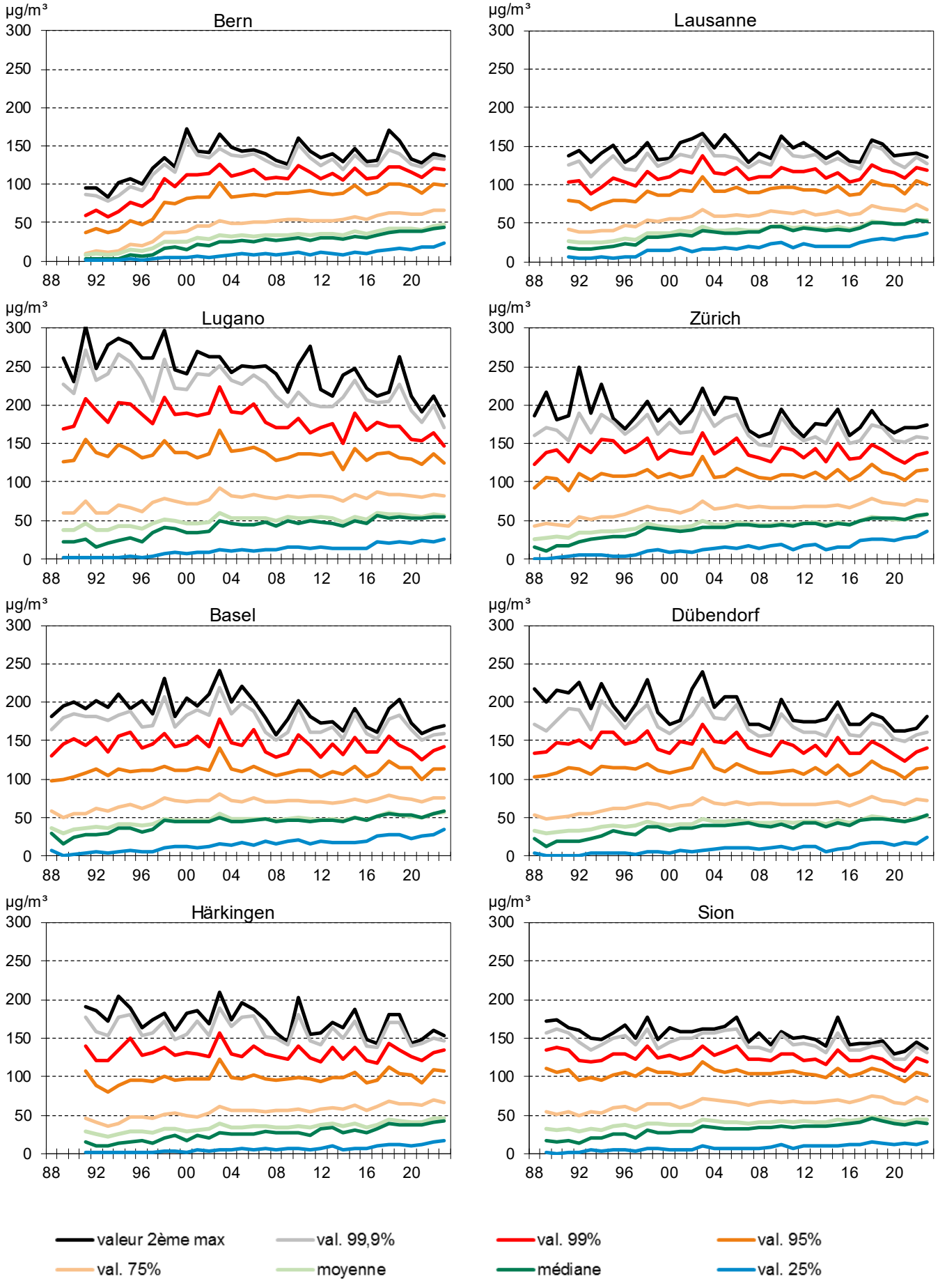
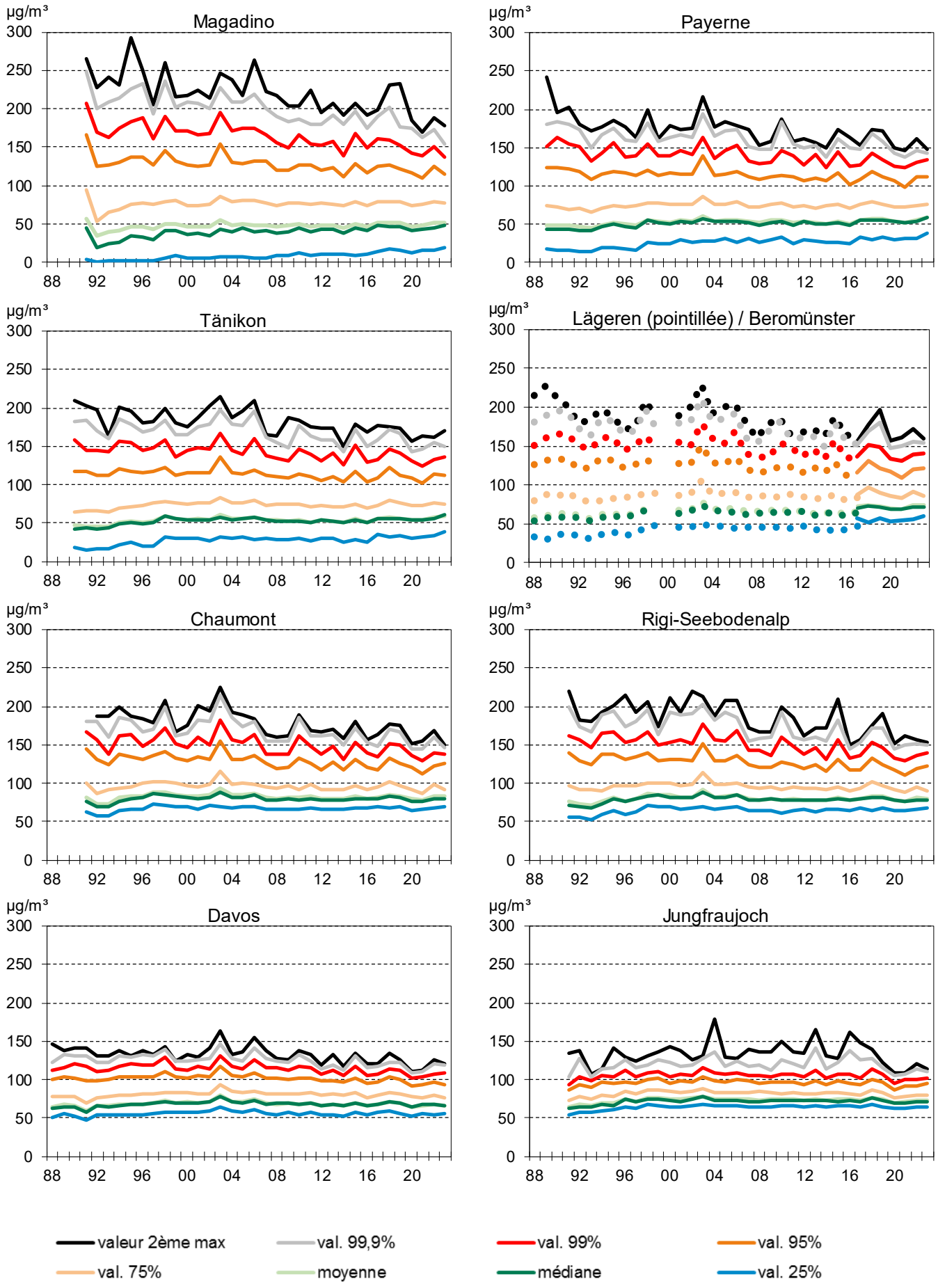


Fig. 23: Ozone, statistique des moyennes horaires: stations rurales et haute montagne



Tab. 12: Ozone (O_3), statistique annuelle 2023

Stations de Davos-Seehornwald et du Jungfraujoch: les mesures en ppb ont été converties en µg/m³ à l'aide de facteurs spécifiques qui figurent à l'annexe A5.

Type de site	Station	Moyenne annuelle µg/m³	Val. 98 %-max. µg/m³	Moyenne horaire max. µg/m³	Nombre de dépassements de la valeur limite (valeur horaire)	Nombre de jours avec moyenne horaire maximale			Moyenne 8h-max. µg/m³	Nombre de jours avec moyenne 8h max.	
						>120 µg/m³	>180 µg/m³	>240 µg/m³		>100 µg/m³	>120 µg/m³
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	46	130	136	86	20	0	0	132	44	9
	Lausanne-César-Roux	54	127	136	71	16	0	0	128	42	9
Urbain	Lugano-Università	57	154	199	564	94	1	0	178	122	65
	Zürich-Kaserne	58	151	182	359	59	1	0	158	67	42
Suburbain	Basel-Binningen	57	150	174	321	50	0	0	154	68	38
	Dübendorf-Empa	52	149	191	345	57	1	0	156	65	41
Rural, autoroute	Härkingen-A1	45	146	153	241	40	0	0	148	52	30
	Sion-Aéroport-A9	44	131	140	80	19	0	0	132	56	9
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	51	146	184	323	68	1	0	158	103	43
	Payerne	59	141	150	275	47	0	0	143	69	32
	Tänikon	59	147	172	310	59	0	0	157	68	33
	Beromünster	74	151	173	497	57	0	0	151	80	46
Rural, altitude > 1000 m	Chaumont	83	145	150	671	55	0	0	144	92	52
	Rigi-Seebodenalp	80	149	155	499	56	0	0	148	86	43
	Davos-Seehornwald	66	118	121	5	2	0	0	119	19	0
Haute montagne	Jungfraujoch	73	108	119	0	0	0	0	109	13	0
Valeur limite d'immission OPair			*100*	*120*	*1*						

Fig. 24: Ozone, valeur 98 % du mois d'été le plus chargé en ozone, de 1990 à 2023

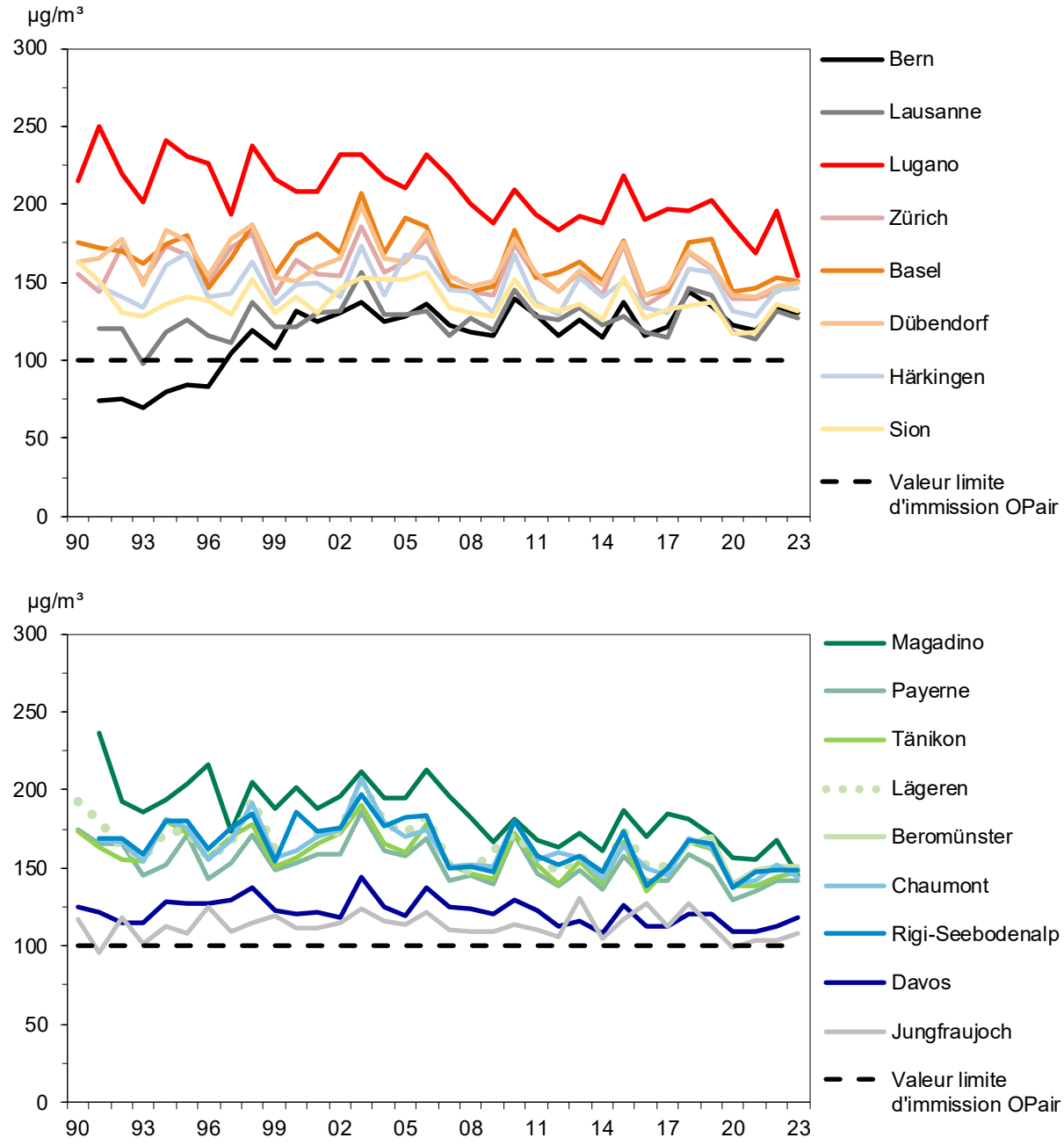


Fig. 25: Ozone, moyennes mensuelles 2023

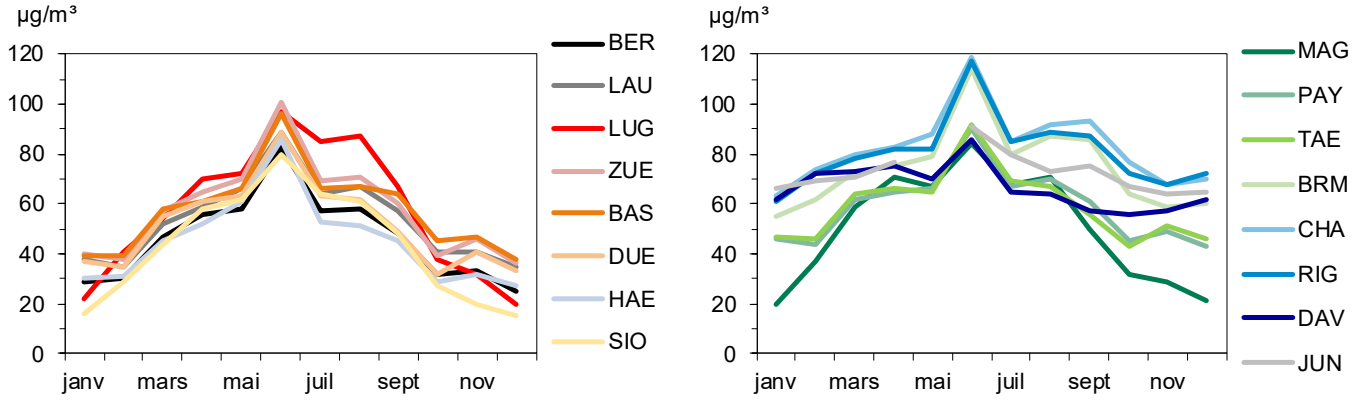


Fig. 26: Ozone, nombre de dépassements de la valeur limite horaire d'immission, de 1990 à 2023

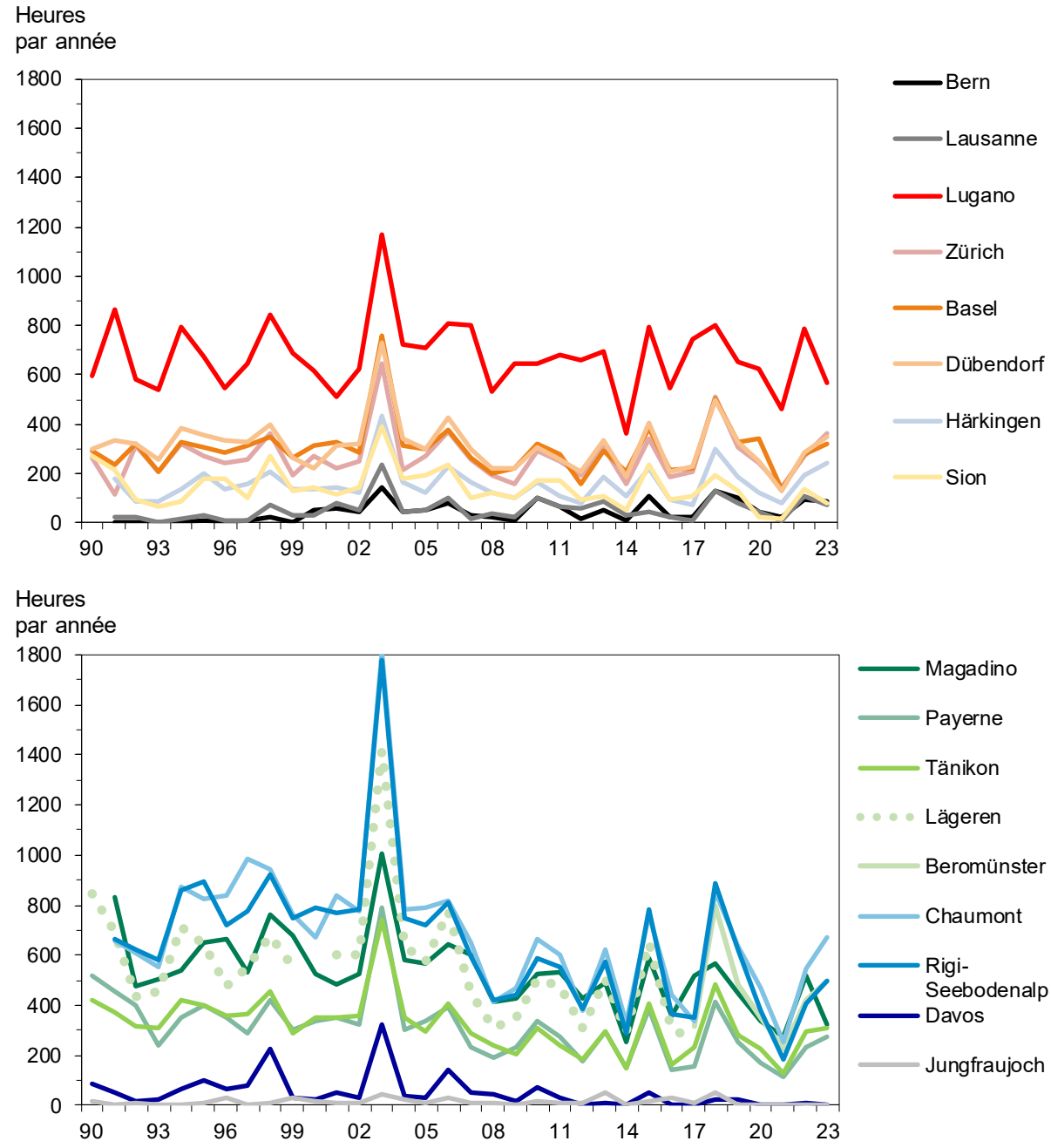
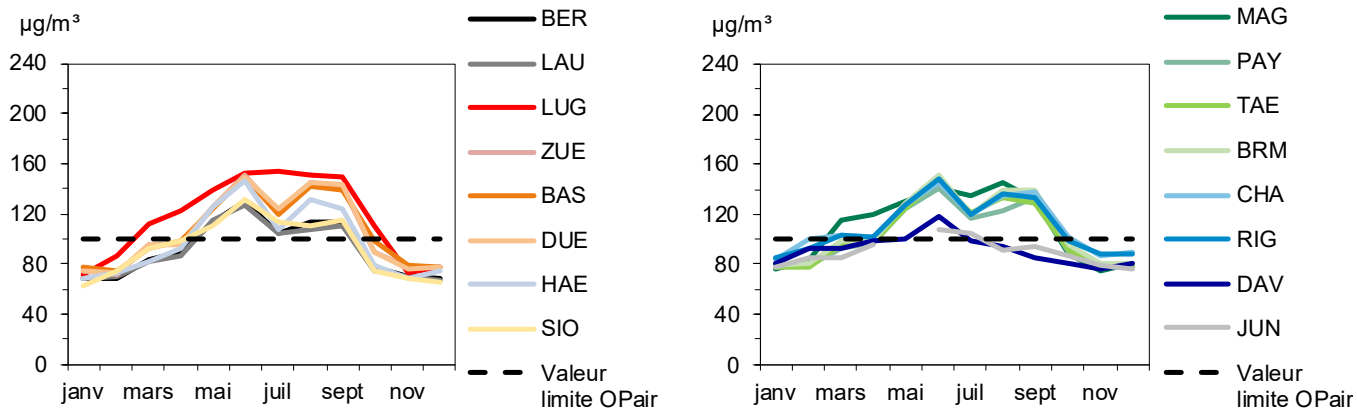


Fig. 27: Ozone, valeurs 98 % mensuelles 2023



7 Dioxyde de soufre

Formation et propriétés

Le dioxyde de soufre est un gaz incolore, irritant et très soluble dans l'eau; lorsqu'il est fortement concentré, son odeur est piquante. Il se forme principalement lors de la combustion de carburants ou de combustibles contenant du soufre. Les émissions de dioxyde de soufre ont atteint leur maximum en 1980; aujourd'hui, elles représentent moins d'un sixième des maxima relevés à l'époque.

Au plan de la santé, les charges élevées en dioxyde de soufre touchent surtout les voies respiratoires. Les personnes asthmatiques ou souffrant de maladies chroniques des voies respiratoires sont tout particulièrement affectées. En outre, le SO_2 est très phytotoxique. C'est aussi l'une des principales substances causant les pluies acides.

Evaluation

En 2023, aucune des stations NABEL n'a enregistré de dépassement des valeurs limites d'immission pour le dioxyde de soufre, ni à longue échéance, ni à brève échéance.

Cet état de fait réjouissant est la conséquence directe d'une diminution considérable des émissions de SO_2 depuis les années 1990. Les mesures adoptées à cet effet (notamment la réduction de la teneur en soufre des huiles de chauffage et l'utilisation accrue de gaz naturel en raison de l'introduction de valeurs limites d'émission plus sévères) ont été couronnées de succès, comme l'atteste la nette diminution des charges en dioxyde de soufre. Il est permis d'en conclure que la stratégie choisie par le Conseil fédéral est opportune: grâce à l'application stricte des mesures prônées, les valeurs limites d'immission sont respectées partout en Suisse, même aux emplacements précédemment très pollués.

Tab. 13: Dioxyde de soufre (SO_2), statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle µg/m³	Val. 95 %- µg/m³	Moyenne 24h max. µg/m³	Nombre de dépassements de la moyenne journalière
Urbain	Lugano-Università	0.53	1.6	2.5	0
	Zürich-Kaserne	0.34	0.9	1.7	0
Suburbain	Basel-Binningen	0.62	2.0	2.2	0
	Dübendorf-Empa	0.30	0.7	1.1	0
Rural, autoroute	Härkingen-A1	0.37	1.1	1.5	0
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	0.57	1.4	1.7	0
	Payerne	0.23	0.5	0.7	0
Rural, altitude > 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.25	0.50	0.8	0
Haute montagne	Jungfraujoch	<0.1	0.11	0.6	0
Valeur limite d'immission OPair		*30*	*100*	*100*	*1*

Fig. 28: Dioxyde de soufre (SO_2), moyennes annuelles de 1981 à 2023

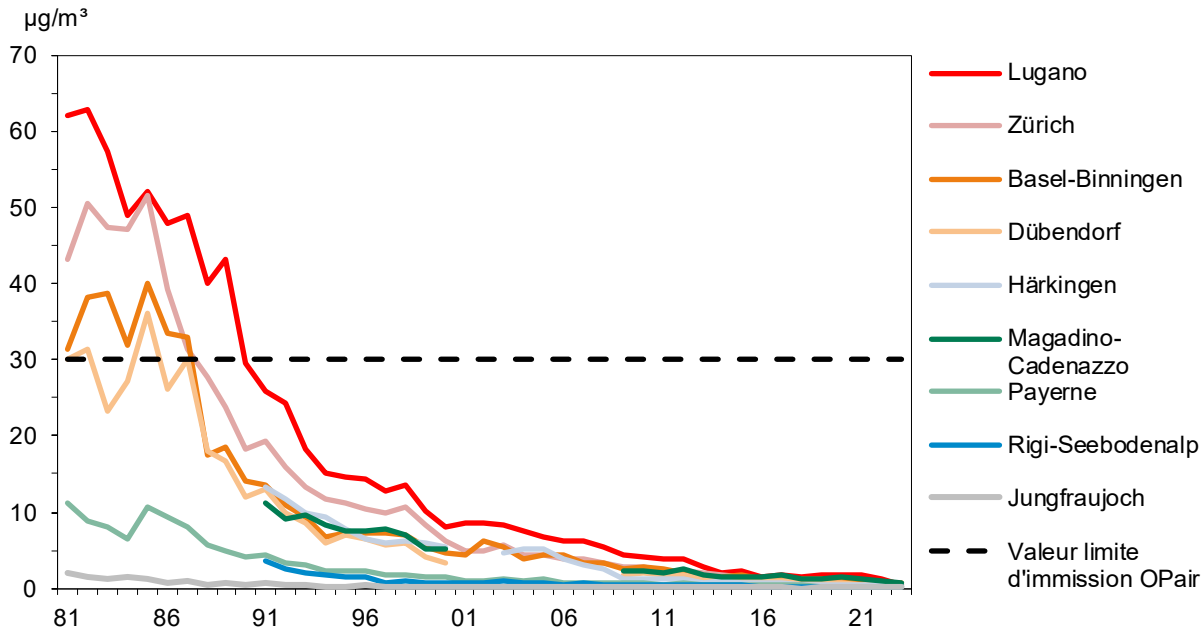
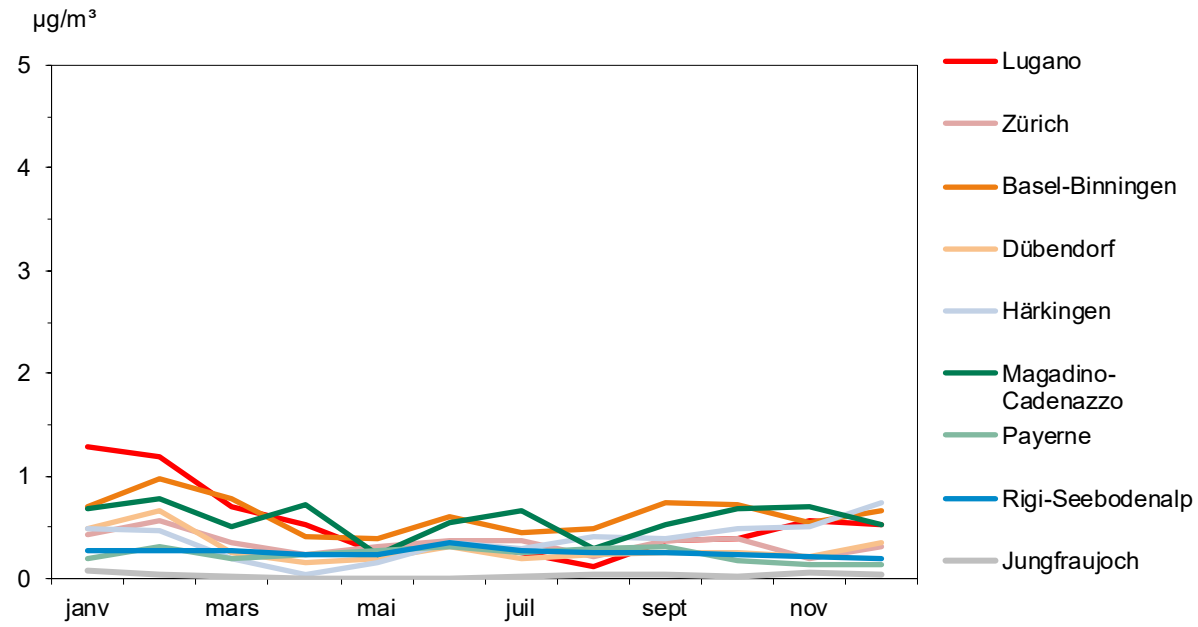


Fig. 29: Dioxyde de soufre (SO_2), moyennes mensuelles 2023



8 Monoxyde de carbone

Formation et propriétés

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore et inodore dégagé par presque tous les processus de combustion, en particulier lorsque celle-ci est incomplète. C'est au milieu des années 1970 que les émissions de monoxyde de carbone ont atteint leur plus haut niveau. Depuis lors, elles ont diminué jusqu'à moins d'un tiers de ces valeurs.

Contrairement au dioxyde de soufre, au dioxyde d'azote et à l'ozone, le monoxyde de carbone n'est pas un gaz irritant. Cependant, il empêche la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, réduisant ainsi la capacité de transport d'oxygène par le sang. Le monoxyde de carbone constitue en conséquence un toxique respiratoire pour l'homme et pour les animaux à sang chaud.

Evaluation

Aujourd'hui, la pollution par le monoxyde de carbone ne constitue plus un problème direct pour la santé en Suisse. La réduction massive des émissions depuis le milieu des années 1970 a permis de ramener les concentrations en dessous de la valeur limite d'immission fixée dans l'ordonnance sur la protection de l'air, et cela même dans les goulets routiers de centre-ville, où les immissions de CO sont les plus élevées en raison d'une circulation ralentie et d'échanges d'air très faibles.

Le monoxyde de carbone est un gaz persistant présent à l'état de traces. En tant que précurseur, il contribue à la formation d'ozone dans la troposphère supérieure.

Tab. 14: Monoxyde de carbone (CO), statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle mg/m³	Val. 95 %- mg/m³	Moyenne 24h max. mg/m³	Nombre de dépassements de la moyenne journalière
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	0.31	0.49	0.52	0
	Lausanne-César-Roux	0.28	0.45	0.57	0
Urbain	Lugano-Università	0.27	0.47	0.73	0
	Zürich-Kaserne	0.31	0.49	0.56	0
Suburbain	Dübendorf-Empa	0.21	0.39	0.50	0
Rural, autoroute	Härkingen-A1	0.25	0.42	0.48	0
Rural, altitude < 1000 m	Payerne	0.19	0.30	0.35	0
Rural, altitude > 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.16	0.22	0.30	0
Haute montagne	Jungfraujoch	0.09	0.12	0.23	0
Valeur limite d'immission OPair				*8*	*1*

Fig. 30: Monoxyde de carbone (CO), moyennes annuelles de 1981 à 2023

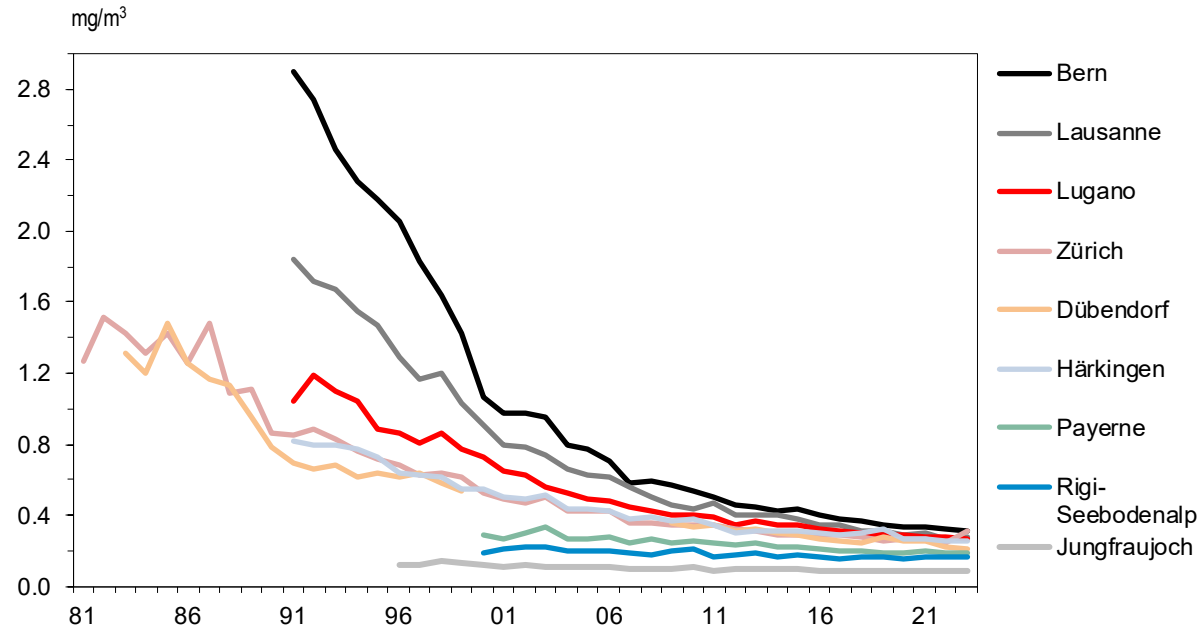


Fig. 31: Monoxyde de carbone (CO), moyennes mensuelles 2023

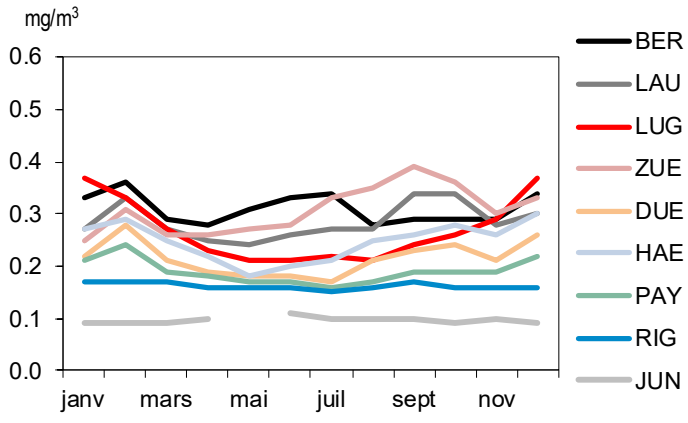
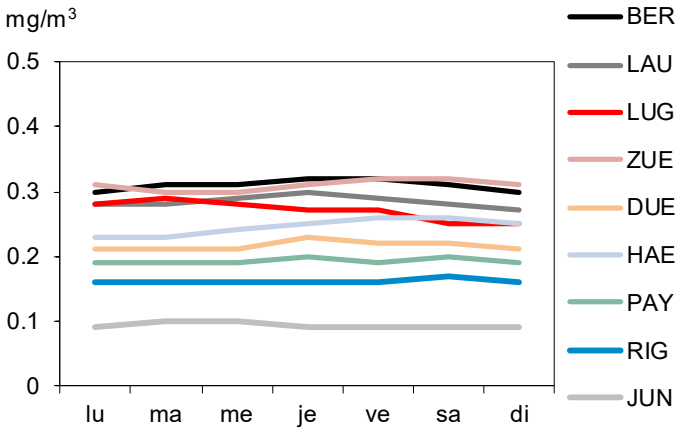


Fig. 32: Monoxyde de carbone (CO), Fluctuations hebdomadaires 2023



9 Composés organiques volatils

Formation et propriétés

Sont généralement qualifiés de COV les composés organiques dont le point d'ébullition est situé en dessous de 250 °C et qui présentent en conséquence une pression de vapeur suffisamment élevée à température ambiante pour se trouver à l'état gazeux.

L'hydrocarbure le plus simple est le méthane (CH_4). Il est présent en assez grande quantité dans l'atmosphère et y produit des effets différents des autres COV. Aussi est-il généralement traité à part des autres hydrocarbures, d'où la distinction «composés organiques volatils non méthaniques» (COVNM).

Conjointement aux oxydes d'azote, les composés organiques volatils sont des précurseurs de l'ozone. Cependant, la capacité à former de l'ozone varie fortement d'un COV à l'autre et l'échelle de temps considéré joue également un rôle déterminant. Ainsi, les COV dont la réactivité est très grande sont responsables de l'apparition de pics d'ozone à court terme, dans les environs immédiats des sources; les COV dont la réactivité est plus faible contribuent en revanche à l'élévation du taux d'ozone de fond sur de vastes étendues.

Trois stations mesurent en continu la somme des composés organiques volatils. Un détecteur à ionisation de flamme (FID) détermine d'une part la totalité des COV présents dans l'air et d'autre part la quantité de méthane. La concentration des **COV non méthaniques** est obtenue en faisant la différence entre les deux valeurs.

Les **composés aromatiques** (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) sont présents dans l'essence pour moteurs. En outre, l'industrie et l'artisanat utilisent le toluène et les xylènes comme solvants. La capacité du benzène à former de l'ozone est faible à moyenne. Si cette substance est indésirable dans l'air que nous respirons, c'est surtout en raison de ses propriétés cancérogènes. Le toluène, l'éthylbenzène et les trois isomères du xylène ont par contre un potentiel considérable pour la synthèse d'ozone. En grandes quantités, ces substances sont des précurseurs importants de l'ozone estival.

Les **COV saturés et insaturés** proviennent de sources diverses, par exemple du trafic, de l'évaporation des carburants ou de solvants ainsi que de fuites du réseau de distribution du gaz. L'isoprène, un COV d'origine naturelle émis en grandes quantités par les feuillus, est également relevé.

Du point de vue toxicologique, le 1,3-butadiène est important, car il est cancérogène. La Fig. 35 indique les concentrations mesurées par NABEL depuis 2001. En ville de Zürich, les concentrations ont été réduites pratiquement de moitié entre 2001 et 2015, probablement en raison des améliorations apportées aux moteurs et de la pose de filtres à particules sur les véhicules.

Les composés halogénés sont généralement peu actifs et ont une longue durée de vie; dans la chimie de la troposphère, ils ne jouent pas un rôle important dans la formation de l'ozone. Il en est de même de leurs effets sur la santé, au moins pour les concentrations présentes dans l'air extérieur. Cependant, ces composés sont importants sur le plan global, s'agissant par exemple de la destruction de l'ozone dans la stratosphère ou du réchauffement climatique. Les mesures sont effectuées dans le cadre d'un grand projet (HALCLIM) et font partie du réseau de mesures mondial sur les composés halogénés (AGAGE). Pour de plus amples informations: *www.empa.ch/web/s503/climate-gases*.

Evaluation

Le groupe des composés organiques volatils (COV) comprend un grand nombre de substances aux propriétés très diverses. Pour la santé humaine, les substances cancérogènes présentent le plus grand risque. Concernant les effets dans l'atmosphère, il convient de distinguer deux effets paradoxaux des COV. En effet, certains favorisent la formation d'ozone dans la troposphère alors que d'autres détruisent la couche d'ozone dans la stratosphère. Depuis le milieu des années 1980, la quantité de précurseurs de l'ozone dans la troposphère a été diminuée avec succès et cela grâce notamment à l'introduction du catalyseur automobile, au renforcement des valeurs limites de l'OPAir dans le domaine industriel et à la généralisation du système de récupération des gaz lors du transport et du transbordement d'essence. En 2000, la taxe d'incitation sur les COV a été mise en application et a permis un recul clair des émissions de COV. Cependant, les mesures prises jusqu'à aujourd'hui ne sont pas encore suffisantes pour atteindre les objectifs fixés en matière d'émissions et d'immissions.

La production et l'utilisation de F11 (CCl_3F), substance entrant dans la composition des mousses et aérosols, sont restreintes au niveau mondial par le Protocole de Montréal. Comme le F11 persiste des dizaines d'années dans l'atmosphère, les concentrations de fond n'ont guère évolué depuis 2000 (Fig. 37). On n'observe aucun pic de concentration particulier, ce qui laisse à supposer qu'il n'y a pas de source de F11 en Europe.

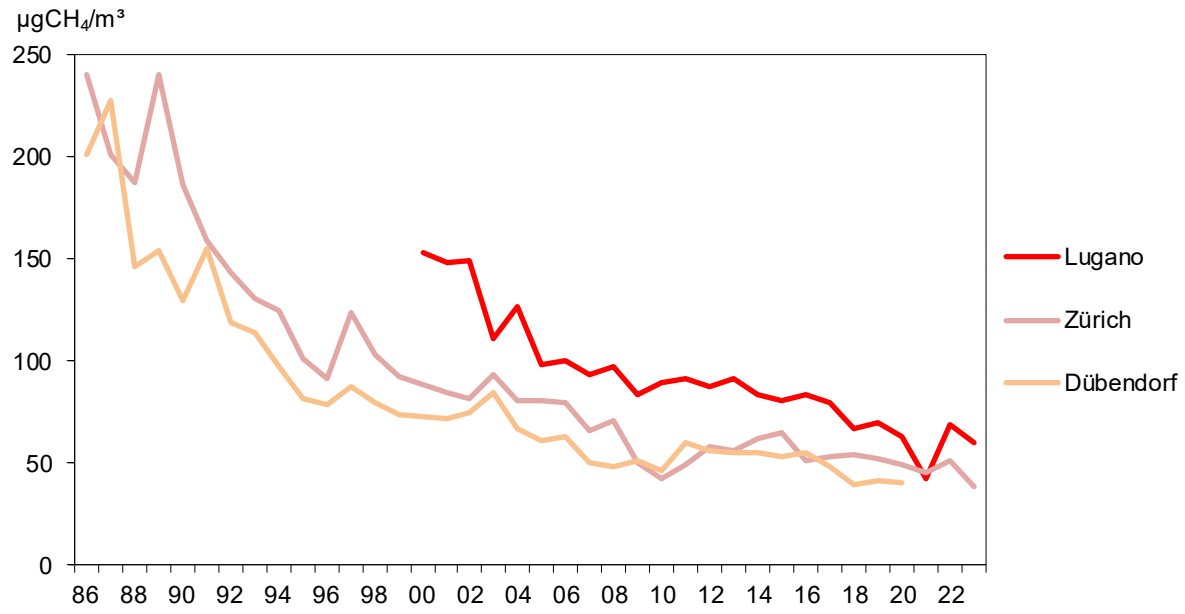
La production et l'utilisation de 1,1,1-Trichloroéthane (CH_3CCl_3), employé comme solvant, ont aussi été restreintes par le Protocole de Montréal. En raison de la durée de vie limitée de cette substance dans l'atmosphère, on observe déjà un net recul des concentrations mesurées depuis 2000 (Fig. 37)

Tab. 15: COV non méthaniques (exprimés en équivalent méthane), statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle µgCH4/m³	Valeur 95 %- µgCH4/m³	Moyenne 24h max. µgCH4/m³
Urbain	Lugano-Università	61	117	138
	Zürich-Kaserne	38	104	221
Suburbain	Dübendorf-Empa	-	-	-

. -) pas de mesures disponibles

Fig. 33: COV non méthaniques (exprimés en équivalent méthane), moyennes annuelles de 1986 à 2023



Tab. 16: Composés aromatiques, moyennes annuelles 2023

Type de site	Station	Benzène µg/m³	Toluène µg/m³	Ethylbenzène µg/m³	m/p-xylène µg/m³	o-xylène µg/m³
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	0.5	1.33	0.19	0.68	0.2
Suburbain	Dübendorf-Empa	0.39	1.13	-	-	-
Rural, altitude < 1000 m	Beromünster	0.27	0.37	0.03	0.11	0.04

- : pas de mesures disponibles

Fig. 34: Composés aromatiques, moyennes annuelles de 1994 à 2023, Dübendorf

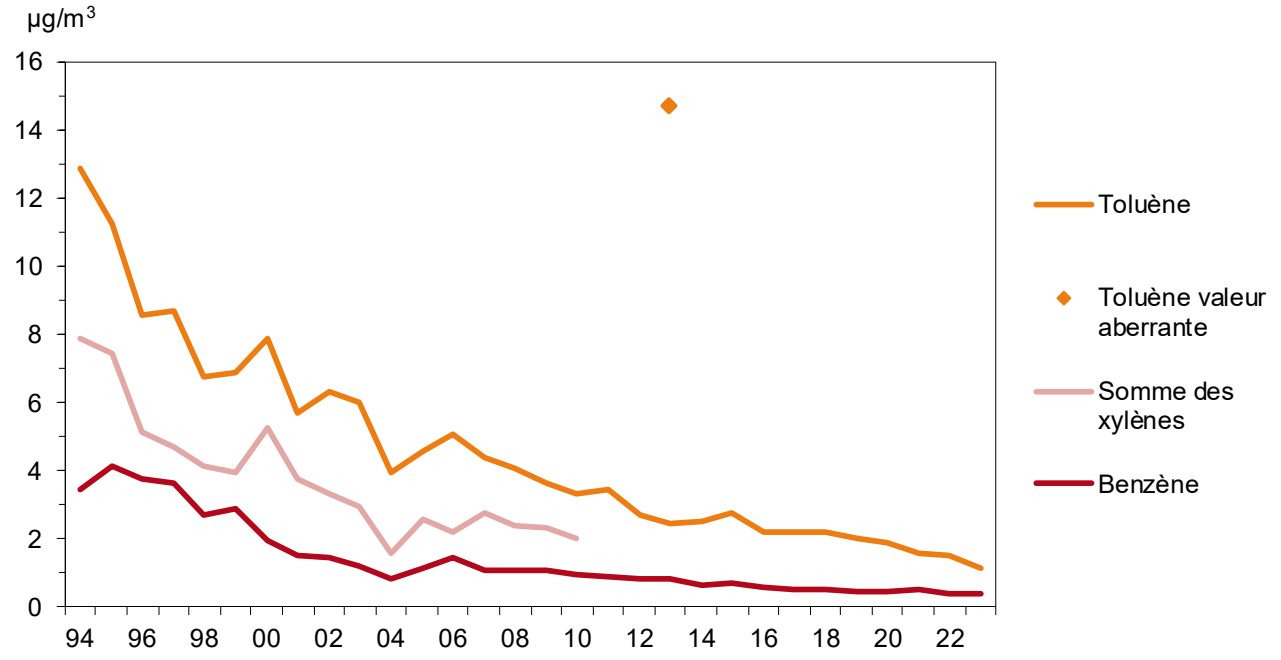


Fig. 35: 1,3-butadiène, moyennes annuelles de 2001 à 2023

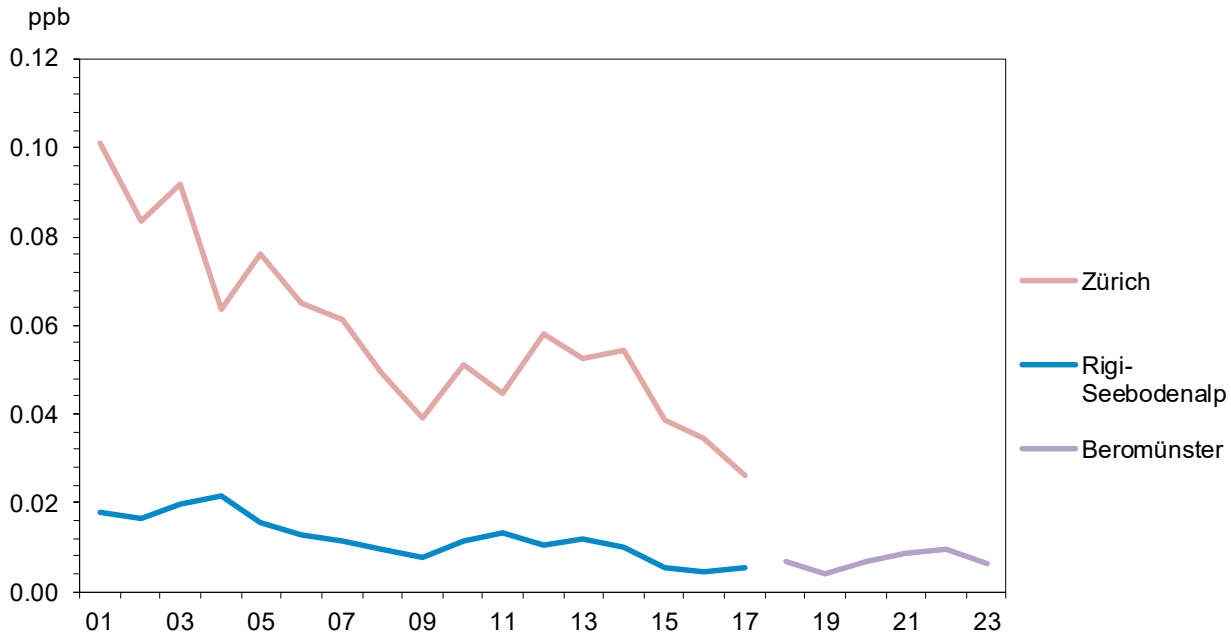


Fig. 36: F134a, moyennes journalières de 2000 à 2023 sur la Jungfraujoch

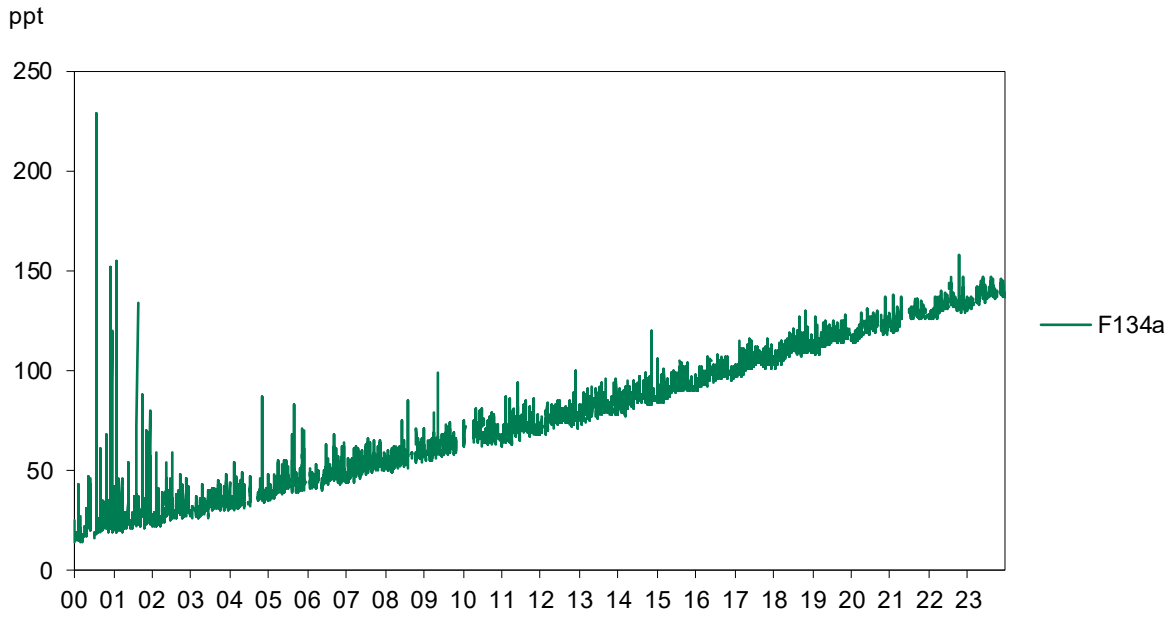
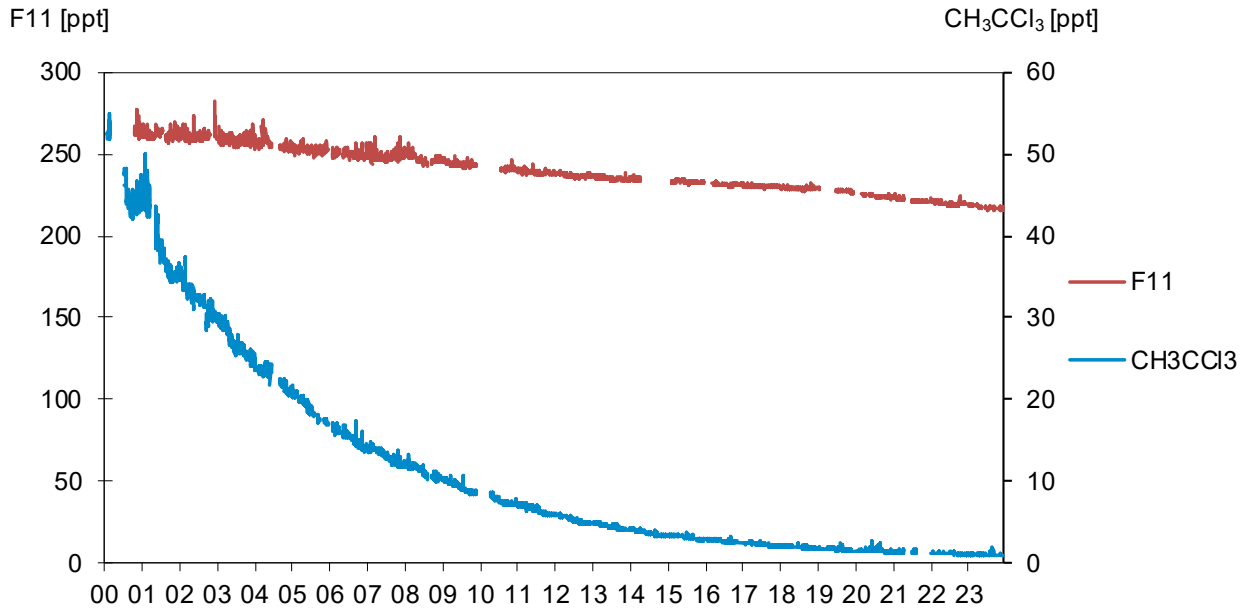


Fig. 37: 1,1,1-Trichloréthane et F11: moyennes journalières de 2000 à 2023 sur la Jungfraujoch



10 Gaz à effet de serre

Formation et propriétés

Outre les gaz à effet de serre halogénés (voir 6.5), on mesure à la Jungfraujoch les gaz à effet de serre qui contribuent le plus au changement climatique anthropique, soit le dioxyde de carbone, le méthane et le gaz hilarant (*www.empa.ch/web/s503/climate-gases*, en anglais). En raison de la longue durée de vie de ces gaz, la concentration mesurée à la Jungfraujoch est influencée par les émissions provenant de tout l'hémisphère nord. Comme le montre la figure 41, qui affiche les moyennes mensuelles depuis le début des mesures, les concentrations de ces trois gaz ont augmenté ces dernières années. D'autres composés mesurés par NABEL, tels que la suie, l'ozone et le sulfate, jouent également un rôle dans le changement climatique.

La concentration de **dioxyde de carbone (CO_2)** révèle de fortes variations saisonnières qui reflètent essentiellement l'absorption de ce gaz par la végétation au cours de l'été. La hausse observée correspond au comportement constaté dans d'autres stations de mesure de fond de l'hémisphère nord.

Le **méthane (CH_4)**, élément principal du gaz naturel, est libéré lors de l'exploitation de gisements d'agents énergétiques fossiles. Il provient aussi de l'agriculture, en particulier de l'élevage. La teneur en méthane dans l'atmosphère ne cesse d'augmenter. Or, en plus de favoriser l'effet de serre, le méthane contribue dans une large mesure à la formation d'ozone dans les couches supérieures de la troposphère.

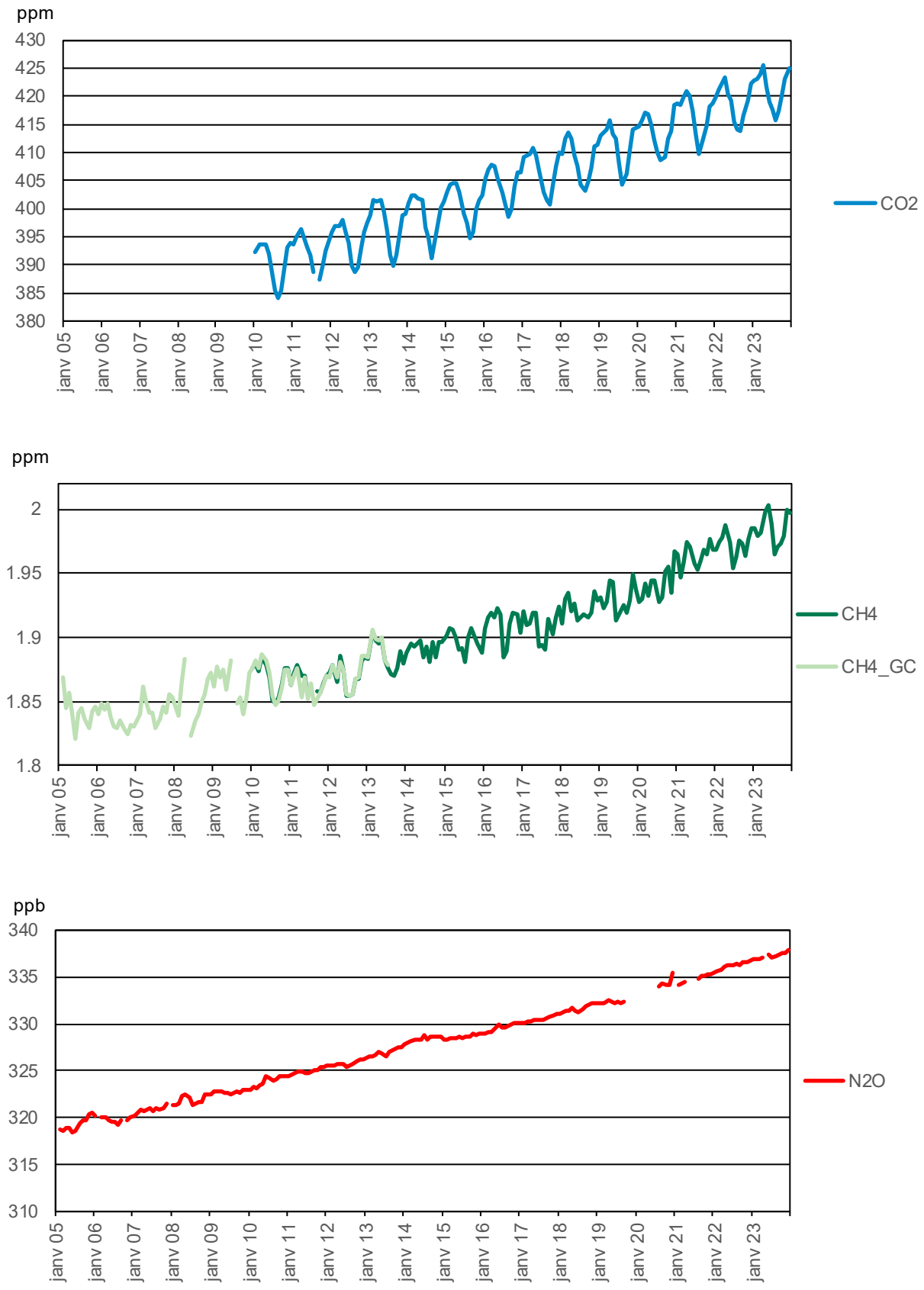
La concentration de gaz hilarant (protoxyde d'azote, N_2O) a augmenté de plus de 5 % depuis le début des mesures en 2005. Ce gaz provient des sols très fertilisés ou dérive de processus de combustion.

Evaluation

Les concentrations des gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitreux mesuré au Jungfraujoch ont augmenté depuis le début de la mesure.

Fig. 38: Evolution de la concentration des différents gaz à effet de serre, moyennes mensuelles de 2005 à 2023 au Jungfraujoch

Le méthane (CH_4) est mesuré à l'aide de deux instruments différents.



11 Retombées de poussières

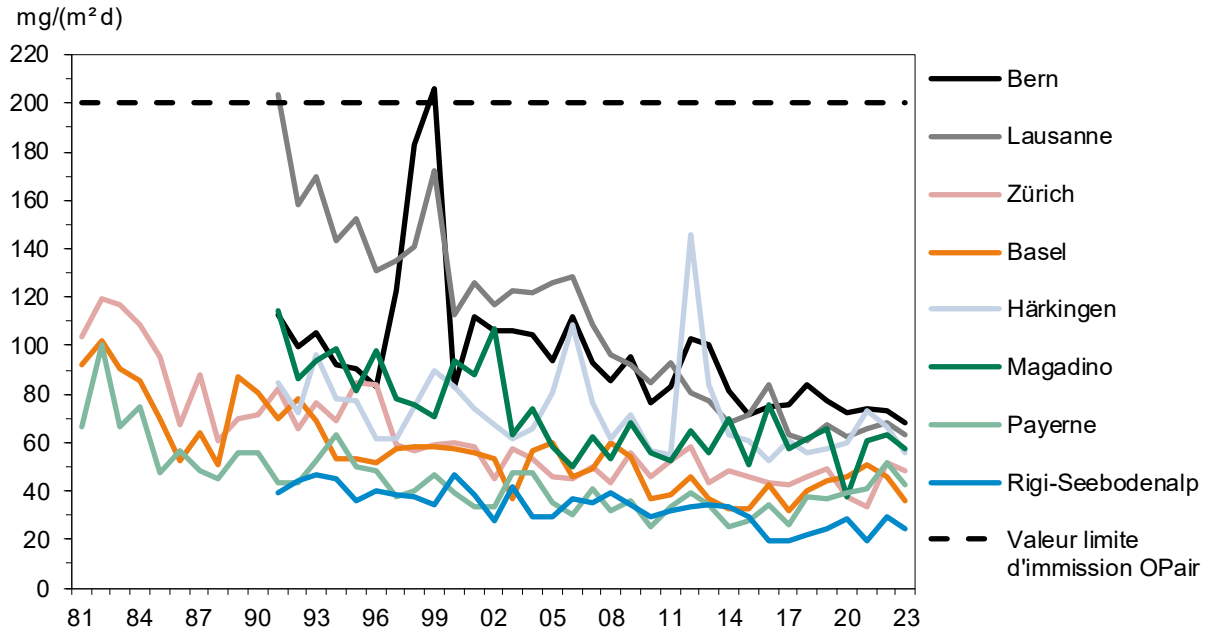
Formation et propriétés

La quantité totale de retombées de poussières, déterminée selon la méthode de Bergerhoff, ne joue aujourd'hui qu'un rôle secondaire dans la protection de l'air. Les dépôts de poussières mesurés ont diminué au cours des 20 dernières années (fig. 42).

Evaluation

Dans le réseau de mesure NABEL, aucun dépassement de la valeur limite d'immission pour les retombées de poussières n'a été mesuré au cours des dernières années.

Fig. 39: Retombées de poussières, moyennes annuelles de 1981 à 2023



Tab. 17: Retombées de poussières, statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle mg/(m² d)
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	69
	Lausanne-César-Roux	64
Urbain	Zürich-Kaserne	48
Suburbain	Basel-Binningen	36
Rural, autoroute	Härkingen-A1	56
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	57
	Payerne	43
Rural, altitude > 1000 m	Rigi-Seebodenalp	25
	Valeur limite d'immission Opair	*200*

12 Métaux lourds

Formation et propriétés

Dans l'atmosphère, les métaux lourds se rencontrent principalement liés à de fines particules de poussières, à l'exception du mercure, qui est volatil, et de quelques rares composés. Ces particules sont soumises à divers processus de dépôt; selon leur grosseur, elles parviennent dans les sols et les eaux de surface situés dans les environs immédiats de la source d'émission ou sont transportées sur de grandes distances.

De fortes concentrations de métaux lourds représentent un risque pour l'homme et pour l'environnement. En effet, nombre de ces éléments sont toxiques et certains d'entre eux sont cancérogènes (par ex. le cadmium). Les métaux lourds sont dangereux pour l'environnement à plusieurs égards: ils ne sont pas dégradables; ils se concentrent et s'accumulent dans l'environnement au cours de processus minéraux et biologiques; ils peuvent être absorbés, directement ou par le biais de la chaîne alimentaire, et entraîner des effets aigus ou chroniques.

Les émissions de **plomb (Pb)** les plus importantes provenaient par le passé du trafic motorisé. Depuis les années 1970, les émissions de plomb ont considérablement reculé, grâce à la diminution de la teneur en plomb des essences «super» et «normale». L'introduction en 1985 du carburant «normal» sans plomb a permis de réduire encore plus la pollution de l'environnement par ce métal lourd. Aujourd'hui, les émissions de plomb ne représentent plus que 5 % de ce qu'elles étaient au début des années 1970.

Le **cadmium (Cd)** pénètre dans l'atmosphère par divers biais: usines d'incinération des ordures ménagères, entreprises travaillant des métaux (traitement de la ferraille et du zinc), combustion de charbon, entreprises utilisant des produits contenant du cadmium (pigments de peintures, stabilisateurs, accumulateurs, alliages, protection contre la corrosion, etc.). Depuis le début des années 1970, les émissions de cadmium ont baissé grâce à la mise en place de dispositifs d'épuration des fumées et à l'élimination de ce métal de nombreux produits. Elles ne se montent plus qu'à environ un tiers du maximum atteint en 1970.

Si le **zinc (Zn)** est un oligo-élément essentiel pour les plantes, les animaux et l'homme, il devient toxique pour les plantes et les micro-organismes lorsqu'il est présent en concentrations trop élevées dans les sols. Le zinc est un métal lourd. Il est utilisé surtout par l'industrie, mais est aussi émis lors de la combustion de carburants fossiles, par les usines d'incinération des ordures ménagères et par le trafic motorisé (usure des pneus et du revêtement des chaussées). Alors que les mesures introduites par l'industrie depuis le début des années 1970 ont porté leurs fruits, les émissions de zinc dues au trafic ont, elles, augmenté.

Les immissions de **thallium (Tl)** proviennent principalement de l'industrie du ciment. Elément très persistant dans les sols, le thallium peut être absorbé par les plantes, les animaux et l'homme, par le biais de la chaîne alimentaire. Or, de très petites quantités suffisent déjà à entraîner des effets néfastes. Les concentrations de thallium mesurées dans les stations NABEL (valeur maximale de 0,010 µg/(m² d)) sont largement en dessous de la valeur limite (Tab. 19).

La directive 2004/107/CE de l'Union européenne définit des valeurs cibles pour la teneur en **arsenic (As)** et en **nickel (Ni)** dans les PM10. Les concentrations d'arsenic et de nickel mesurées sur les stations NABEL sont nettement inférieures aux valeurs cibles de 6 ng/m³ pour l'arsenic et de 20 ng/m³ pour le nickel en vigueur dans l'UE. On peut donc qualifier la pollution par ces deux éléments comme généralement faible en Suisse.

Depuis la révision de l'OPair du 1er mars 1998, les valeurs limites pour les métaux lourds s'appliquent également aux PM10. Depuis cette date, la valeur limite pour le plomb dans les PM10 est de 500 ng/m³ en moyenne annuelle. Les mesures comparatives effectuées entre les TSP et les PM10 montrent que pratiquement tout le plomb est contenu dans la fraction PM10 des poussières en suspension.

Evaluation

Les charges en métaux lourds parvenant dans l'environnement par l'intermédiaire des rejets de polluants dans l'air ont considérablement diminué au cours des dernières années. En général, les valeurs mesurées sont nettement inférieures aux valeurs limites fixées par l'ordonnance sur la protection de l'air. Les dépassements des valeurs limites observés sont le fait d'événements particuliers (p.ex. cadmium à Lausanne en 1995 et 2001).

Tab. 18: Métaux lourds dans les poussières fines (PM10), statistique annuelle 2023

*Seuil de mesure: *: 0.5 ng/m³; **: 0.05 ng/m³; ***: 0.1 ng/m³*

Type de site	Station	Moyennes annuelles				
		Plomb ng/m³	Cadmium ng/m³	Arsenic ng/m³	Nickel ng/m³	Cuivre ng/m³
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	1.5	<0.05**	0.34	0.80	25.0
	Lausanne-César-Roux	1.4	<0.05**	0.13	0.60	14.2
Urbain	Lugano-Università	1.9	<0.05**	0.17	0.60	5.6
	Zürich-Kaserne	1.5	<0.05**	0.15	0.60	9.8
Suburbain	Basel-Binningen	1.5	<0.05**	0.15	<0.5*	3.7
	Dübendorf-Empa	1.3	<0.05**	0.16	0.50	12.6
Rural, autoroute	Härkingen-A1	2.0	<0.05**	0.15	0.50	11.3
	Sion-Aéroport-A9	2.4	<0.05**	0.14	0.70	13.4
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	1.6	<0.05**	0.21	0.50	4.8
	Payerne	0.9	<0.05**	0.10	<0.5*	2.1
	Tänikon	1.4	<0.05**	<0.1***	<0.5*	2.4
	Beromünster	1.6	<0.05**	<0.1***	<0.5*	1.4
Rural altitude > 1000 m	Chaumont	0.6	<0.05**	<0.1***	<0.5*	0.8
	Rigi-Seebodenalp	1.3	<0.05**	<0.1***	<0.5*	1.0
Haute montagne	Jungfraujoch	<0.5*	<0.05**	<0.1***	<0.5*	<0.5*
Valeur limite d'immission OPair		*500*	*1.5*			

Tab. 19: Métaux lourds dans les retombées de poussières, statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyennes annuelles						
		Plomb µg/(m² d)	Cadmium µg/(m² d)	Zinc µg/(m² d)	Thallium µg/(m² d)	Arsenic µg/(m² d)	Nickel µg/(m² d)	Cuivre µg/(m² d)
Urbain, trafic	Bern-Bollwerk	4.1	0.10	100	0.011	0.90	2.60	55.0
	Lausanne-César-Roux	6.6	0.04	69	0.010	0.30	1.90	31.4
Urbain	Zürich-Kaserne	3.0	0.37	29	0.009	0.25	1.38	59.5
Suburbain	Basel-Binningen	1.3	0.03	10	0.005	0.17	0.65	4.2
Rural, autoroute	Härkingen-A1	2.5	0.64	44	0.008	0.24	1.38	12.1
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	3.3	0.50	21	0.019	0.48	1.98	7.0
	Payerne	1.1	0.34	10	0.008	0.19	0.75	3.1
Rural altitude > 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1.6	0.37	11	0.008	0.16	0.63	3.8
Valeur limite d'immission OPair		*100*	*2*	*400*	*2*			

Fig. 40: Plomb dans les poussières fines (PM10, avant 1997, TSP), moyennes annuelles de 1988 à 2023 (valeur limite d'immission OPair: 500 ng/m³)

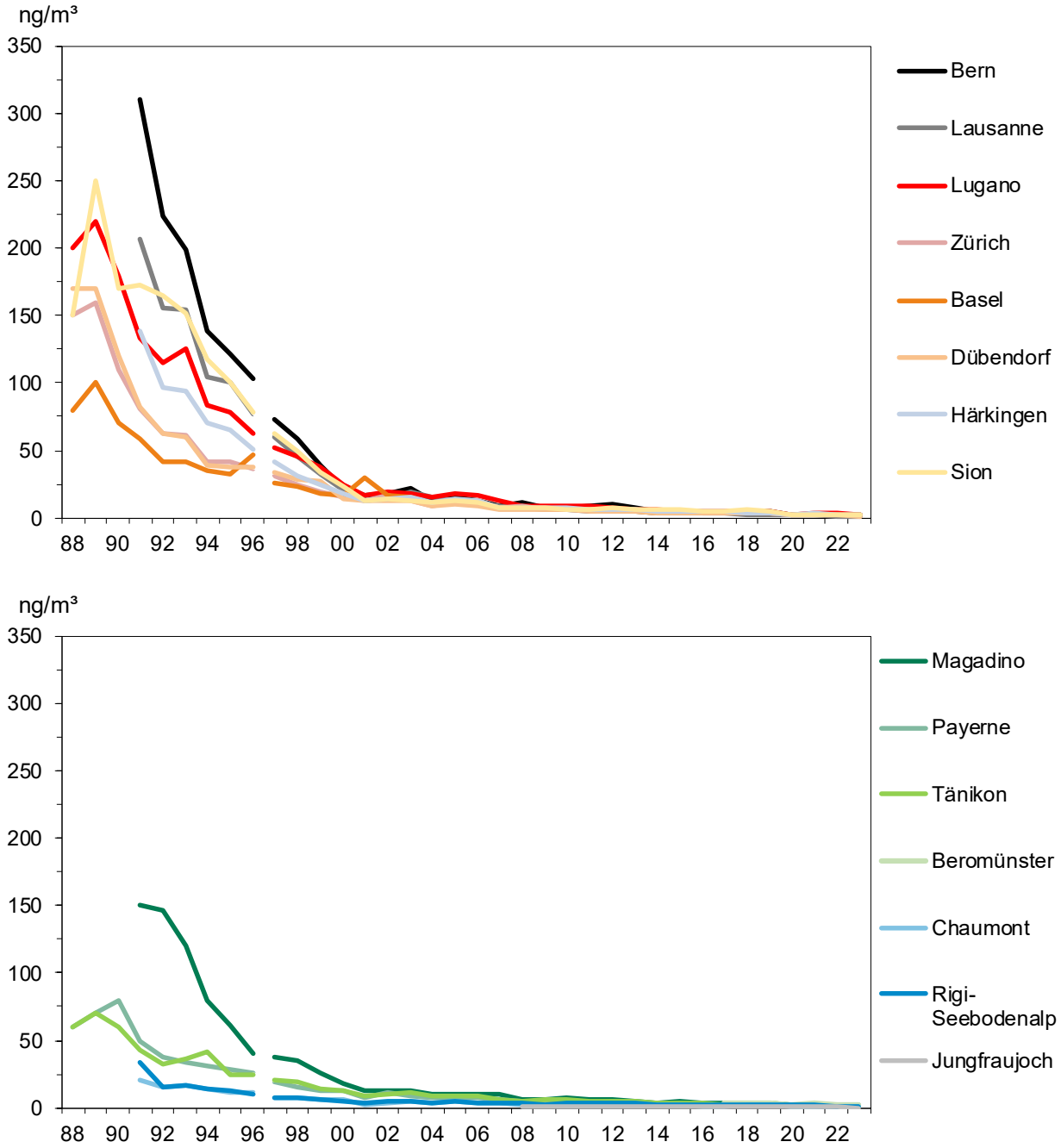


Fig. 41: Cadmium dans les poussières fines (PM10, avant 1997, TSP), moyennes annuelles de 1988 à 2023

Les valeurs mesurées à la station Bern ont été homogénéisées (voir annexe A6).

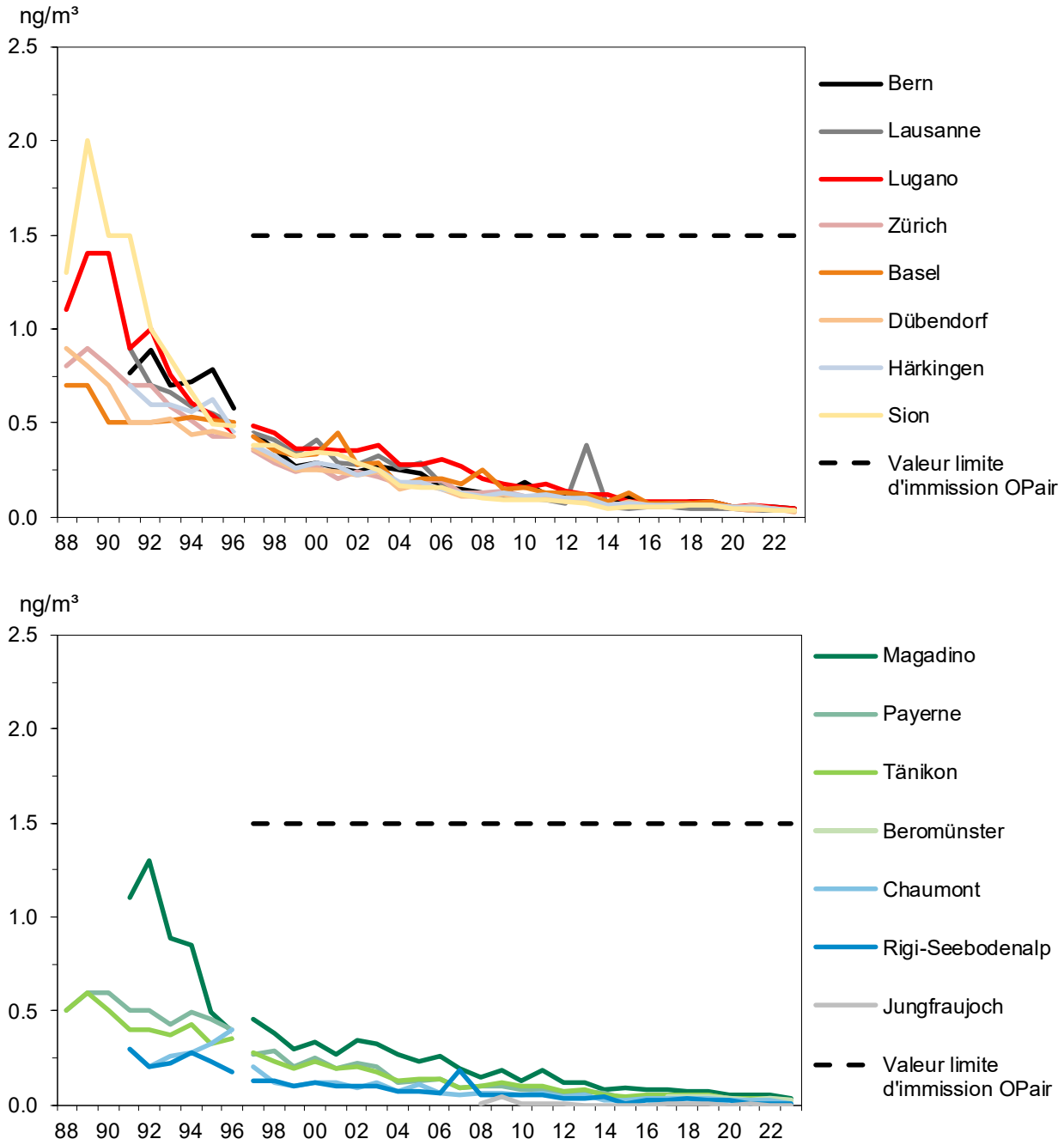


Fig. 42: Plomb dans les retombées de poussières, moyennes annuelles de 1988 à 2023

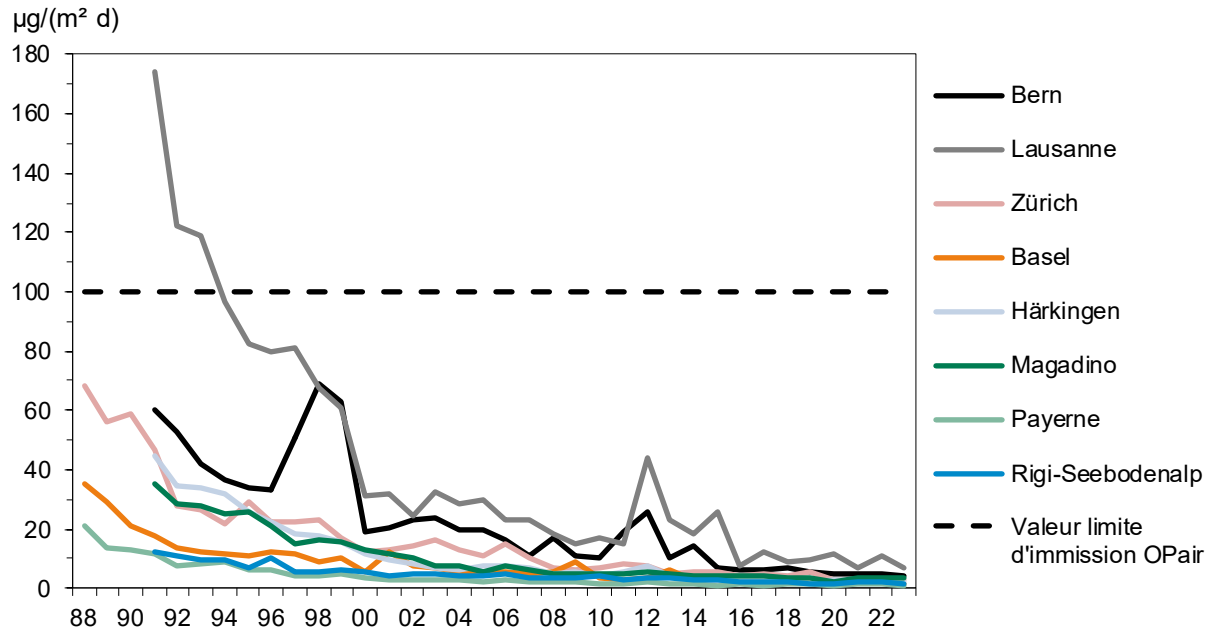


Fig. 43: Cadmium dans les retombées de poussières, moyennes annuelles de 1988 à 2023

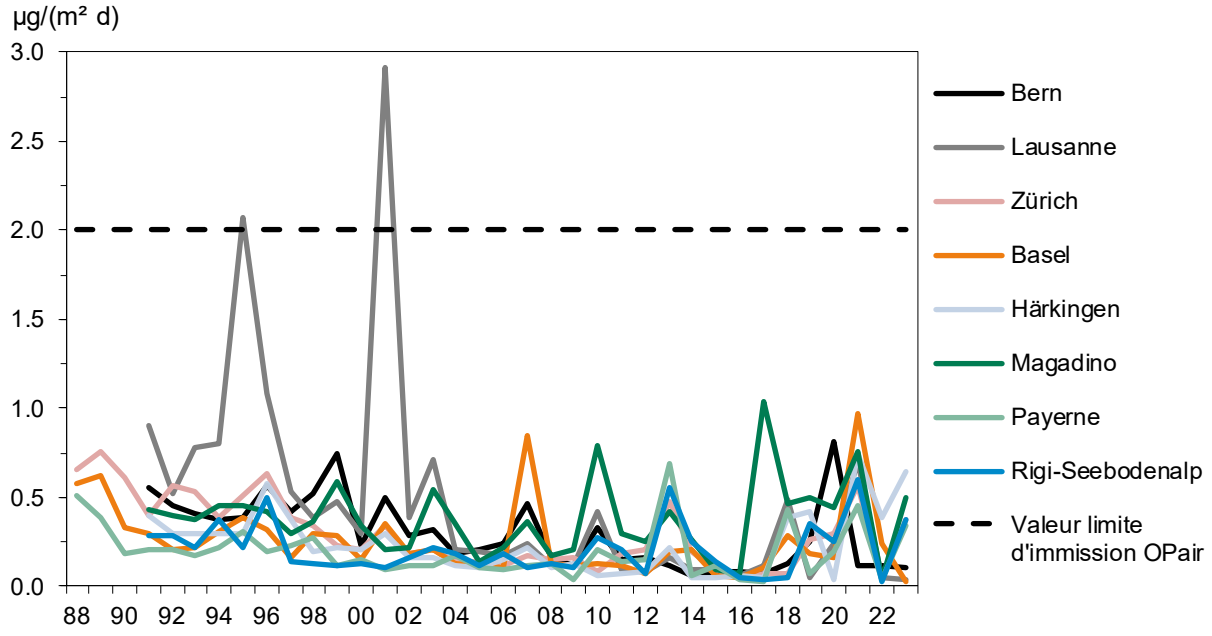
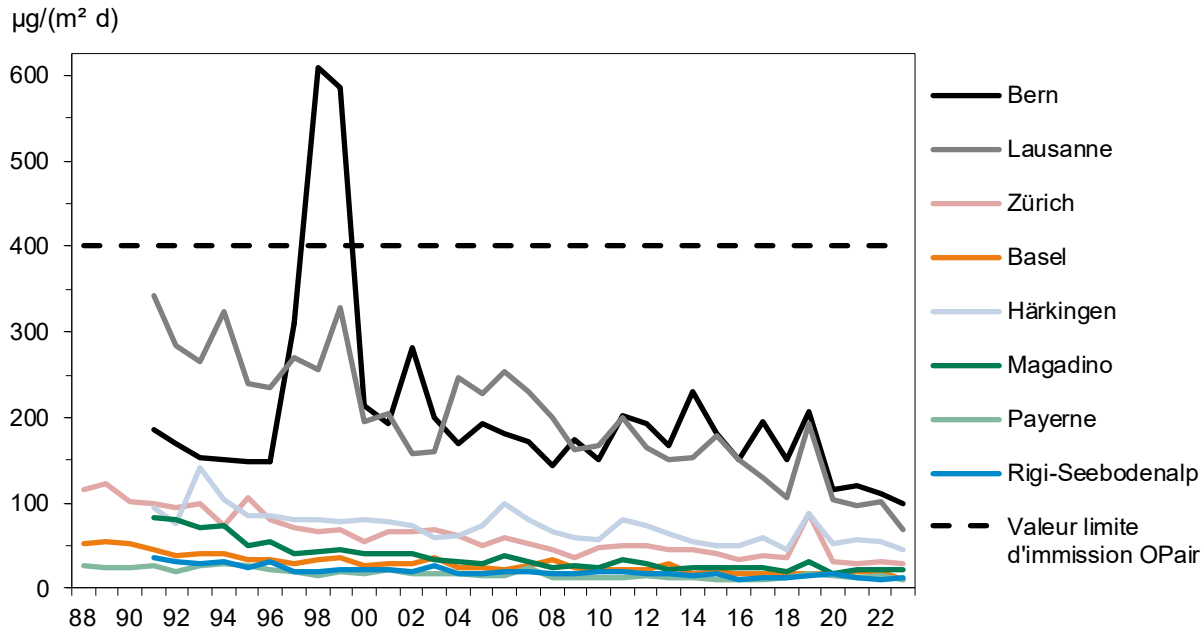


Fig. 44: Zinc dans les retombées de poussières, moyennes annuelles de 1988 à 2023



13 Substances contenues dans les précipitations

Formation et propriétés

Les polluants primaires émis dans l'air, de même que les polluants secondaires issus de la transformation de ces substances, sont ensuite éliminés de l'atmosphère par une série de processus. Les dépôts humides représentent un processus d'élimination important. Cependant, les polluants parviennent également dans le sol par un processus de dépôt sec (sédimentation de particules, dépôts de gaz) et d'interception (dépôt inerte de gouttelettes d'eau et de particules sur la surface de la végétation, appelé également «dépôt occulte»). L'importance relative des différents processus de dépôt dépend de plusieurs facteurs, des composants considérés, des facteurs météorologiques, chimio-atmosphériques et topographiques, ainsi que de la nature de la surface de dépôt (p. ex. la végétation).

L'analyse des eaux de pluie permet d'obtenir des informations sur une partie des polluants atmosphériques qui parviennent dans le sol et dans les eaux. A ce sujet, l'apport direct ou indirect d'acides, responsable de l'acidification, et l'apport de substances azotées, responsable de l'eutrophisation des écosystèmes sensibles, jouent un rôle particulièrement important.

Les mesures effectuées dans les stations du réseau NABEL sont intégrées au Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance de polluants atmosphériques en Europe (EMEP) dans le cadre de la convention CEE-ONU sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLRTAP). Les valeurs journalières ou hebdomadaires cumulées du **pH**, de la conductibilité (COND) et de divers ions sont évaluées.

L'ion **sulfate** (SO_4^{2-}), qui est l'anion de l'acide sulfurique, est issu en grande partie de la transformation du dioxyde de soufre. Le **nitrate** (NO_3^-) est l'anion de l'acide nitrique et se forme à partir d'oxydes d'azote. L'**ammonium** (NH_4^+) est un dérivé des émissions d'ammoniac, et le **chlorure** (Cl^-) est produit principalement par l'émission d'acide chlorhydrique et de suspension de sel de déneigement. Ces composants sont en grande partie d'origine anthropique. Le chlorure et, dans une moindre proportion, le sulfate, parviennent également dans l'atmosphère, par le biais de l'écume des mers.

Afin de compléter le bilan ionique, on évalue les substances cationiques: **sodium** (Na^+), **potassium** (K^+), **magnésium** (Mg^{2+}) et **calcium** (Ca^{2+}). On considère que la source principale de Ca et de Mg est constituée par les particules du sol. Ces composants sont donc en grande partie d'origine naturelle. Les principales sources de sodium sont la suspension de sel de déneigement, le sol et l'écume des mers. Le potassium provient en grande partie de la combustion de la biomasse (surtout du bois).

Le pH est une mesure de la concentration des ions hydrogène (H^+) et indique quelle est l'acidité de la pluie. Plus le pH est bas, plus la pluie est acide: un pH de 4 correspond à une concentration en H^+ de 0,1 mg/l, un pH de 5 à une concentration en H^+ de 0,01 mg/l. La valeur du pH résulte de la réaction des composés acides et basiques absorbés par la pluie.

Evaluation

Les polluants atmosphériques qui parviennent dans le sol prennent une importance particulière pour les écosystèmes sensibles. L'apport total de ces polluants comprend, outre les dépôts humides, également les dépôts secs et occultes qui donnent lieu à un apport important, notamment dans les forêts. Les **charges** en substances contenues dans les eaux de pluie décrites dans le présent chapitre ne représentent qu'une partie de l'apport total de polluants. Bien que les transports de polluants sur de grandes distances jouent un rôle considérable pour les **dépôts humides**, on constate – si l'on compare les stations de Dübendorf et de Payerne sur de grandes périodes – que les concentrations de NO_3^- et NH_4^+ mesurées dans la zone suburbaine sont un peu plus élevées que celles mesurées dans la zone rurale.

Une évaluation de l'apport en polluants atmosphériques est effectuée conformément au concept des limites de charges critiques (critical load). Celui-ci a été introduit dans le cadre des travaux mis en œuvre par la Convention de Genève de la CEE-ONU sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance. Les seuils d'exposition critiques ont été déterminés pour différents écosystèmes. Les seuils d'exposition critiques ont été établis pour l'apport d'acides, de substances soufrées et de substances azotées. En 1989, un programme de cartographie a été mis en place au niveau européen; régulièrement complété, il compare les apports actuels avec les apports critiques. Les résultats de ce programme révèlent qu'en Suisse, les niveaux critiques de l'apport de polluants sont toujours dépassés (et parfois largement) dans les écosystèmes sensibles (p. ex. les tourbières et les forêts). Cette constatation vaut pour une grande partie de l'Europe.

Cela signifie en particulier que davantage d'efforts doivent être faits en Europe afin de réduire encore les émissions de composés azotés et de composés soufrés. Les protocoles internationaux de la Convention CEE-ONU sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance en ont fixé le cadre.

Fig. 45: Valeur de pH des eaux de pluie, moyennes annuelles de 1985 à 2023

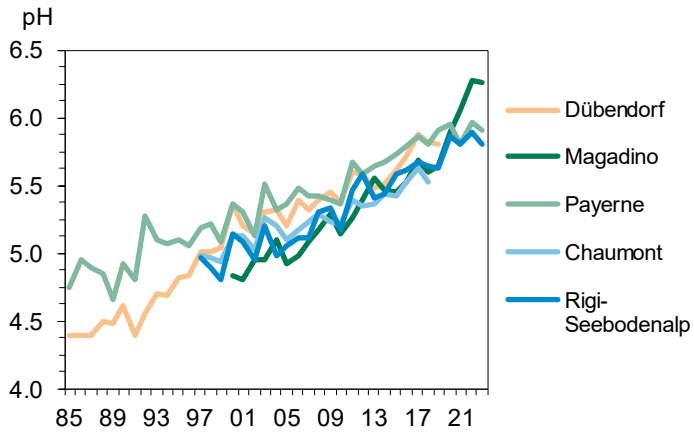


Fig. 46: Sulfate (SO_4^{2-}-S) des eaux de pluie, moyennes annuelles de 1985 à 2023

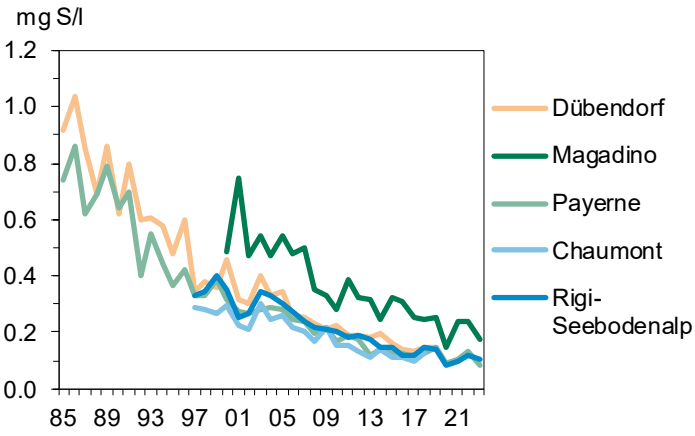


Fig. 47: Nitrate (NO_3^--N) des eaux de pluie, moyennes annuelles de 1985 à 2023

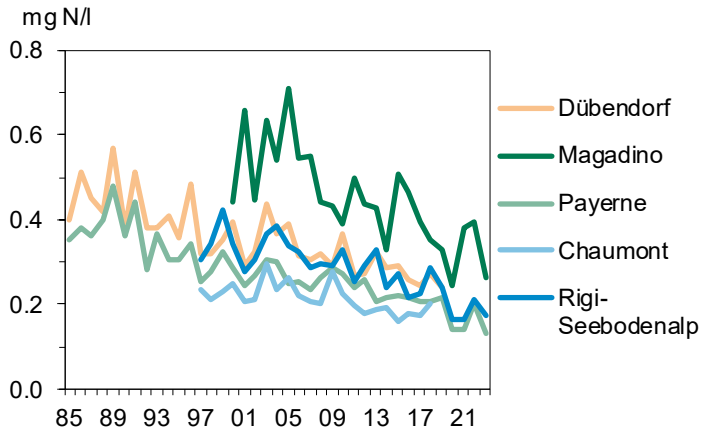


Fig. 48: Chlorure (Cl^-) des eaux de pluie, moyennes annuelles de 1985 à 2023

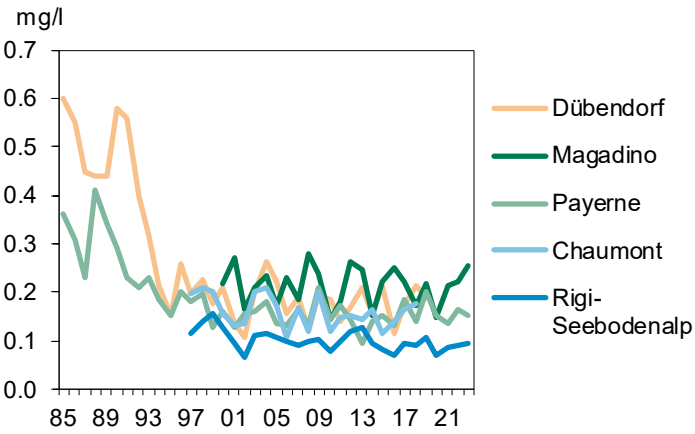


Fig. 49: Ammonium (NH_4^+-N) des eaux de pluie, moyennes annuelles de 1985 à 2023

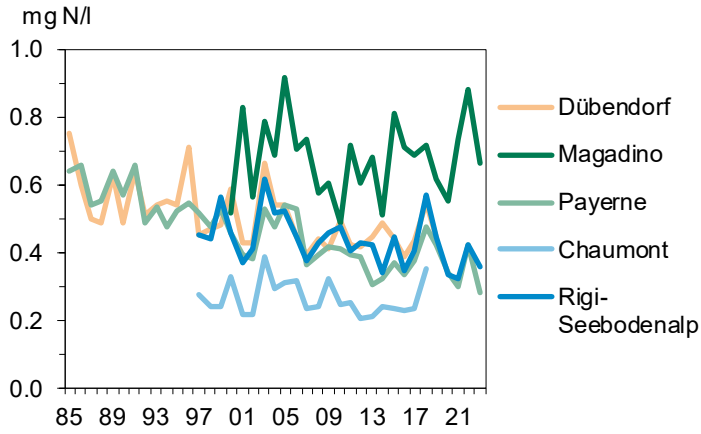


Fig. 50: Sodium (Na^+) des eaux de pluie, moyennes annuelles de 1985 à 2023

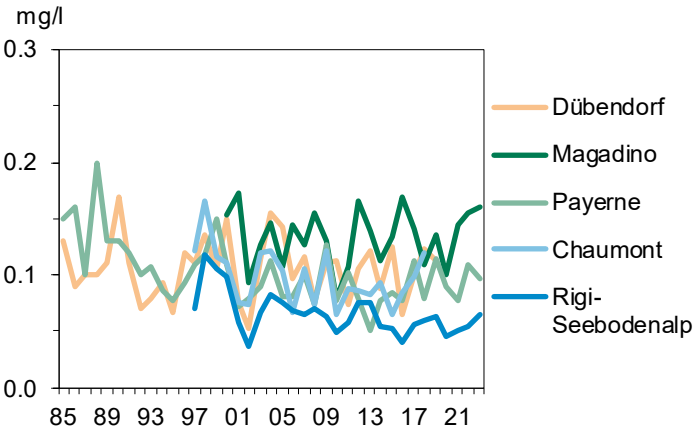


Fig. 51: Potassium (K^+) des eaux de pluie, moyennes annuelles de 1985 à 2023

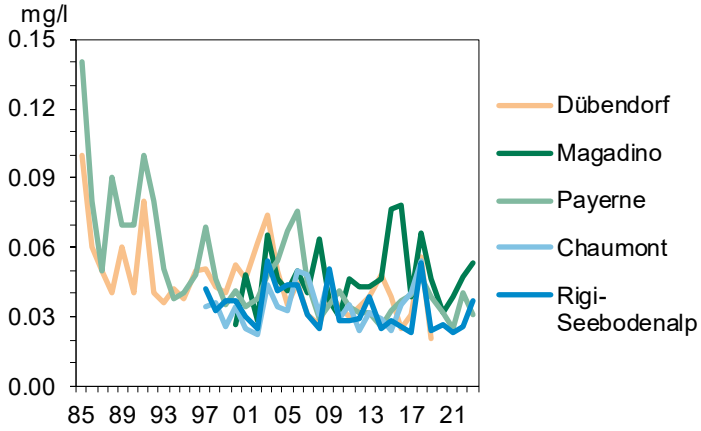


Fig. 52: Magnésium (Mg^{2+}) des eaux de pluie, moyennes annuelles de 1985 à 2023

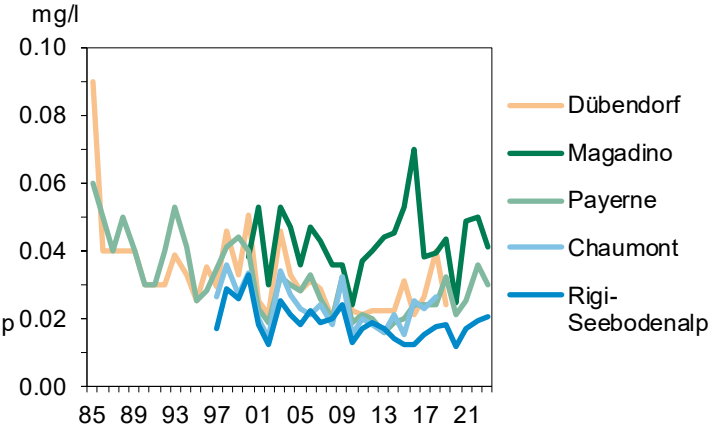
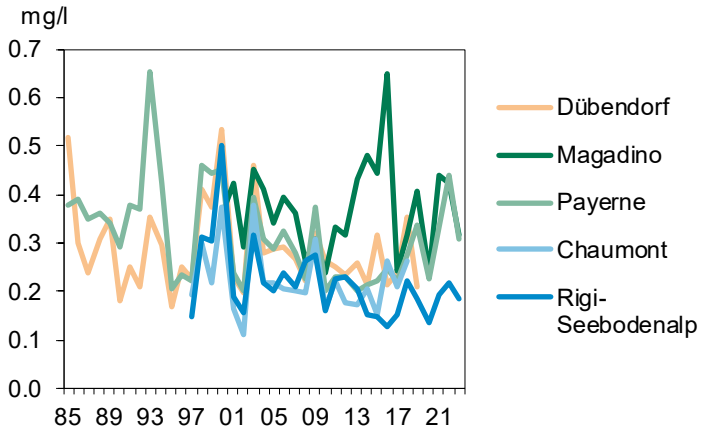


Fig. 53: Calcium (Ca^{2+}) des eaux de pluie, moyennes annuelles de 1985 à 2023



Tab. 20: Concentrations des substances contenues dans les eaux de pluie, statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyennes annuelles									
		pH	COND µS/cm	Cl mg/l	NO_3 mg N/l	SO_4 mg S/l	Na mg/l	NH_4 mg N/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	6.26	9.64	0.25	0.27	0.18	0.16	0.66	0.05	0.04	0.32
	Payerne	5.92	5.72	0.15	0.13	0.08	0.10	0.28	0.03	0.03	0.31
Rural, altitude >1000 m	Rigi-Seebodenalp	5.80	5.82	0.09	0.17	0.11	0.07	0.36	0.04	0.02	0.18

Fig. 54: Taux de précipitations, somme des années 1985 à 2023

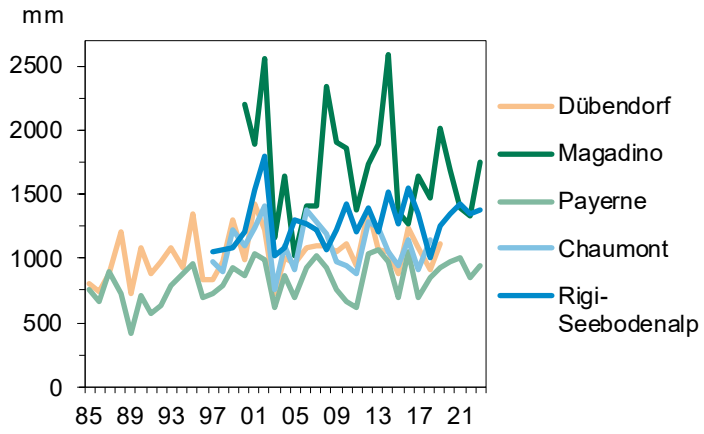


Fig. 55: Sulfate (SO_4^{2-}-S), moyennes annuelles des charges de 1985 à 2023

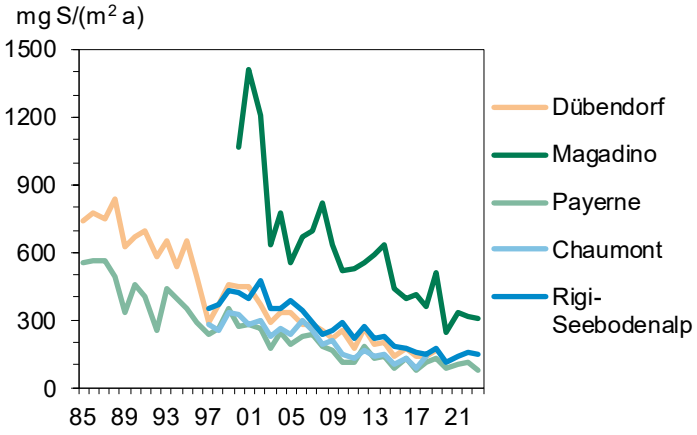


Fig. 56: Nitrate (NO_3^--N), moyennes annuelles des charges de 1985 à 2023

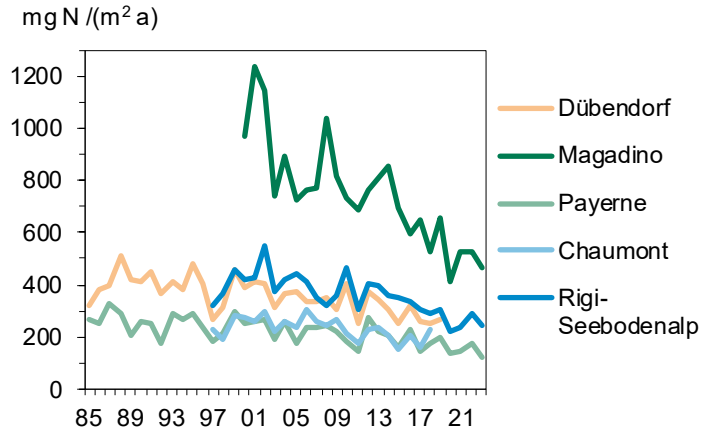
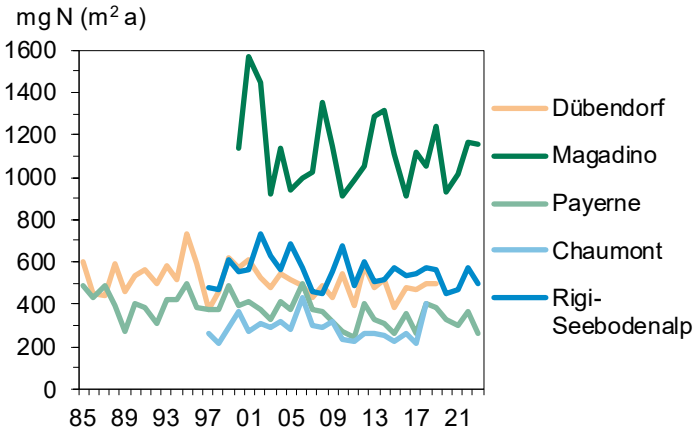


Fig. 57: Ammonium (NH_4^+-N), moyennes annuelles des charges de 1985 à 2023



Tab. 21: Charges en substances contenues dans les eaux de pluie, statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyennes annuelles								
		Précipitation mm	Cl mg/(m² a)	NO_3 mg N/(m² a)	SO_4 mg S/(m² a)	Na mg/(m² a)	NH_4 mg N/(m² a)	K mg/(m² a)	Mg mg/(m² a)	Ca mg/(m² a)
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	1747	444	463	309	281	1158	93	72	552
	Payerne	941	143	124	80	90	262	29	28	290
Rural, altitude >1000 m	Rigi-Seebodenalp	1374	129	240	148	90	494	51	28	253

14 Composés azotés

Formation et propriétés

Depuis avril 1993, dans le cadre du programme EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme), le réseau NABEL mesure des composés azotés (particules ou gaz). La mesure comprend la somme de l'ammoniac gazeux et de l'ammonium sous forme de particules (NH_3+NH_4^+) ainsi que la somme de l'acide nitrique gazeux et des nitrates sous forme de particules (HNO_3+NO_3^-). La méthode de mesure est prescrite par l'EMEP. Chaque jour, un échantillon est prélevé sur des filtres imprégnés de base et sur des filtres imprégnés d'acide. Ces mesures ont été effectuées à Payerne entre 1993 et 1999. Elles ont ensuite eu lieu à la station du Rigi-Seebodenalp, afin de mieux satisfaire la demande de l'EMEP concernant une station de mesure de base. Depuis mars 2004, la station de Payerne effectue à nouveau ces mesures. Elles sont utilisées pour les calculs de modèles européens de détermination de la pollution des écosystèmes par l'azote. Les composants azotés mesurés sont importants pour le calcul des retombées sèches d'azote.

Dans le cadre du programme de surveillance EMEP, il convient de mesurer non seulement **la teneur totale des composés azotés réduits et oxydés**, mais également les teneurs spécifiques **d'acide nitrique** (HNO_3), de **nitrate** (NO_3^-), d'a**mmoniac** (NH_3) et d'**ammonium** (NH_4^+) dans les phases gazeuse et particulaire. En 2007, ces concentrations ont donc été mesurées toutes les deux semaines aux stations de Payerne et de Rigi-Seebodenalp, conformément à la méthode utilisant des « minidenuder » proposée par le CEH Edinburgh et développée à l'Empa. Depuis 2010, des mesures correspondantes ont été effectuées sur le versant sud des Alpes, à Magadino-Cadenazzo, et, depuis 2013, également à Tänikon. En moyenne annuelle, les teneurs relevées à basse altitude (Tab. 23) pour les quatre composés azotés sont à peu près les mêmes sur les deux versants des Alpes. Par contre, la proportion d'azote en phase gazeuse est plus élevée au sud des Alpes qu'au nord. La concentration absolue diminue avec l'altitude tout comme la part relative de composés azotés en phase gazeuse.

En 2023, la quantité d'**ammoniac** a été mesurée en continu à Payerne, à Tänikon et à Beromünster. Les concentrations de NH_3 mesurées en continu sont généralement moins élevées que les valeurs obtenues avec des capteurs passifs ou des « denuder » sauf à Payerne, peut-être à cause de pertes d'ammoniac dans le conduit d'aspiration. La teneur en ammoniac mesurée dans les trois stations est élevée (Tab. 24) par rapport aux niveaux critiques recommandés par la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière (moyenne annuelle selon le type de végétation entre 1 et 3 µg/m³ d'ammoniac). Dans les régions à élevage intensif, comme à Tänikon, les valeurs d'ammoniac mesurées sont encore plus élevées (Rapport sur les mesures d'ammoniac avec capteurs passifs : *https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/air/publications-etudes/etudes.html*).

Evaluation

La quantité totale des composés azotés réduits à Rigi-Seebodenalp ne montre pas de diminution, les autres quantités mesurées ont diminué depuis le début de la mesure (Fig. 58).

Dans les trois stations, le profil annuel d'ammoniac (Fig. 60) montre une évolution parallèle sur de longues périodes, ce qui indique que les conditions météorologiques exercent une forte influence sur les concentrations d'ammoniac. Certaines valeurs très élevées s'expliquent par l'épandage de lisier à proximité directe des stations. Quelques heures plus tard, la charge en ammoniac retombe au niveau de pollution de fond habituelle pour le site en question, ce qui montre que l'épandage de lisier contribue à cette pollution, mais qu'il faut également tenir compte des sources d'émission continue.

Fig. 58: Quantité totale de composés azotés, moyennes annuelles de 1994 à 1999 et de 2004 à 2023 (Payerne) et de 2000 à 2023 (Rigi-Seebodenalp)

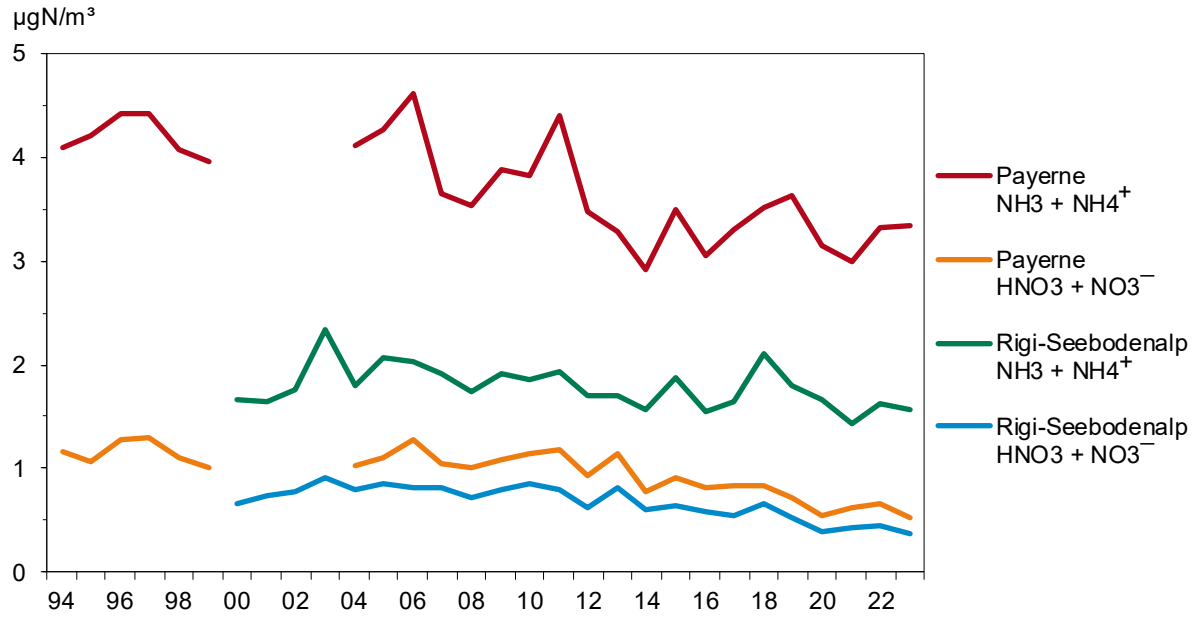
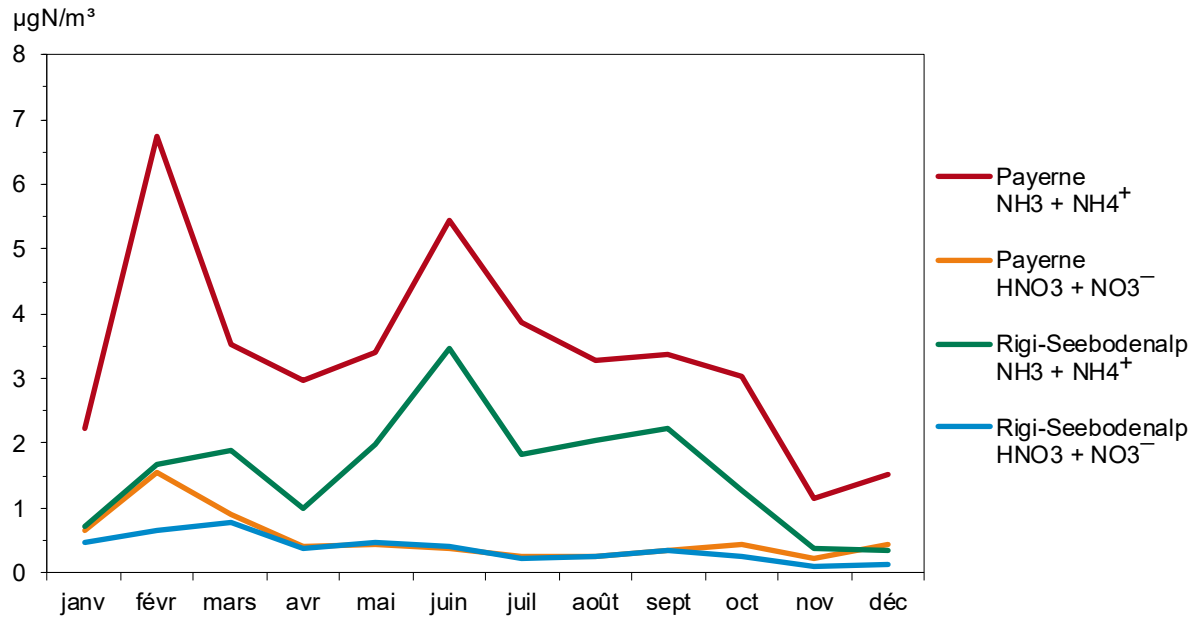


Fig. 59: Quantité totale de composés azotés, moyennes mensuelles 2023 (Payerne et Rigi-Seebodenalp)



Tab. 22: Quantité totale de composés azotés, statistique annuelle 2023

Type de site	Station	$NH_3 + NH_4^+$		$HNO_3 + NO_3^-$	
		Moyenne annuelle µg N/m³	Moyennes journ. maximales µg N/m³	Moyenne annuelle µg N/m³	Moyennes journ. maximales µg N/m³
Rural, altitude < 1000 m	Payerne	3.35	11.34	0.52	4.06
Rural, altitude > 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1.56	5.72	0.37	3.48

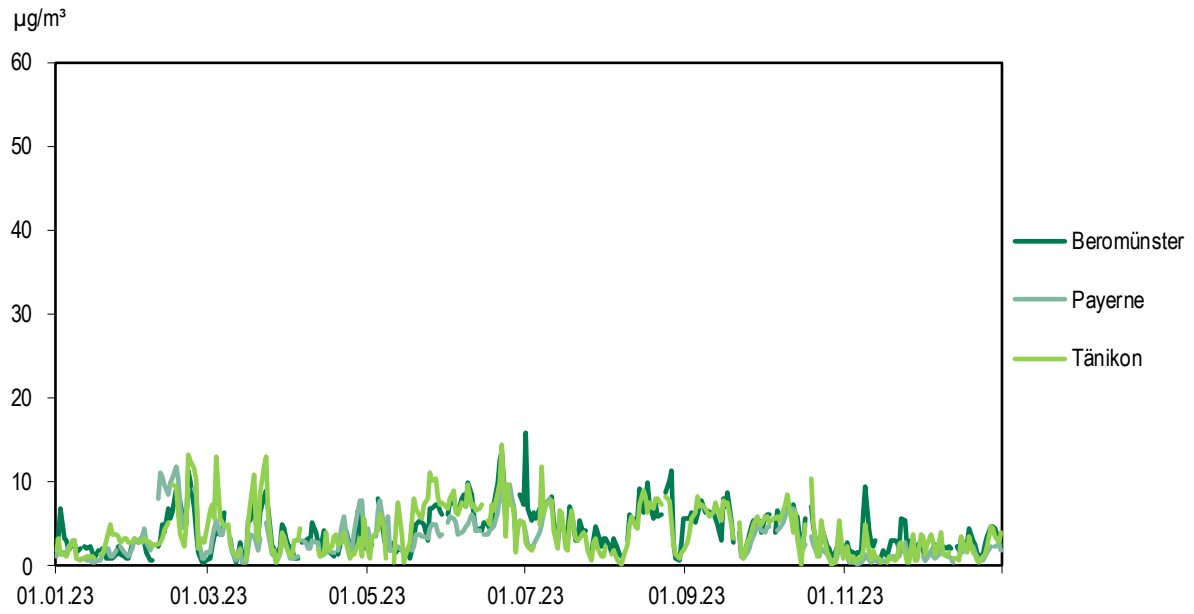
Tab. 23: Composés azotés réactifs, moyennes annuelles 2023

Type de site	Station	NH_3 Moyenne annuelle µg N/m³	NH_4^+ Moyenne annuelle µg N/m³	HNO_3 Moyenne annuelle µg N/m³	NO_3^- Moyenne annuelle µg N/m³	Total	% de N dans la phase gazeuse	% de N dans la phase particulaire
Rural, altitude < 1000 m	Magadino-Cadenazzo	4.54	0.58	0.00	0.43	5.55	82%	18%
	Payerne	2.68	0.54	0.00	0.40	3.62	74%	26%
	Beromünster	4.26	0.00	0.00	0.42	4.68	91%	9%
Rural, altitude > 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1.12	0.38	0.00	0.29	1.79	63%	37%

Tab. 24: Ammoniac (NH_3), statistique annuelle 2023

Type de site	Station	Moyenne annuelle µg/m³	Moyenne 24h max. µg/m³	Moyenne horaire max. µg/m³
Rural, altitude < 1000 m	Beromünster	4.2	15.9	42.0
	Payerne	3.2	12.0	23.7
	Tänikon	4.1	14.5	56.3

Fig. 60: Valeurs moyennes journalières des concentrations d'ammoniac, 2023



15 Valeurs mensuelles et annuelles des stations

Basel-Binningen (Suburbain) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
SO_2	Moyennes	µg/m³	0.70	0.97	0.77	0.40	0.39	0.60	0.45	0.49	0.73	0.71	0.54	0.66	0.62
	Moyenne journal. max.	µg/m³	1.81	2.16	2.00	1.03	1.16	1.34	1.76	1.38	1.51	1.33	1.45	1.88	2.16
	Moy. jour. > 100 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_2	Moyennes	µg/m³	15.8	21.9	14.5	10.2	8.2	8.7	6.1	7.0	10.4	13.7	11.7	17.2	12.0
	Moyenne journal. max.	µg/m³	27.0	41.5	34.1	18.7	14.4	12.2	13.4	12.1	17.8	26.4	33.3	38.9	41.5
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	1.6	3.9	1.6	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	1.1	2.6	1.4	3.4	1.5
	Moyenne journal. max.	µg/m³	7.1	17.3	4.1	2.9	3.1	1.6	1.5	1.7	2.5	14.2	6.9	13.5	17.3
NO_x	Moyennes	ppb	9.5	14.6	8.8	6.1	4.8	4.9	3.6	4.2	6.3	9.2	7.2	11.8	7.5
	Moyenne journal. max.	ppb	18.5	35.6	20.9	11.0	9.2	7.3	7.9	7.7	11.3	21.6	21.8	28.6	35.6
O_3	Moyennes	µg/m³	39	39	58	61	66	96	66	67	64	45	47	38	57
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	78	75	92	98	124	150	119	142	139	98	79	78	150
	Moyenne horaire max.	µg/m³	81	85	105	108	129	167	142	174	153	118	86	87	174
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	30	185	14	44	48	0	0	0	321
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Moyennes	µg/m³	8.7	18.9	12.4	7.9	11.7	15.3	11.1	11.8	11.8	13.3	6.5	9.0	11.5
	Moyenne journal. max.	µg/m³	21.5	41.6	50.7	15.3	19.6	21.8	21.2	29.9	20.0	34.3	12.9	17.6	50.7
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Moyennes	µg/m³	7.5	14.8	8.9	5.6	7.2	9.0	6.4	7.0	7.6	7.9	4.1	7.1	7.7
	Moyenne journal. max.	µg/m³	17.0	35.6	41.7	11.2	15.2	13.8	13.5	13.5	12.8	18.6	10.3	16.5	41.7
Suie (EBC) PM2.5	Moyennes	µg/m³	0.36	0.58	0.35	0.24	0.26	0.30	0.21	0.25	0.35	0.39	0.25	0.39	0.32
Particules	Moyennes	1/cm³	6266	7864	7076	6158	7108	7951	7099	7228	9003	8520	5583	6327	7175
RP	Moyennes	mg/(m² d)	11	20	26	-	-	41	-	26	76	55	60	9	36

Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	4.3	4.7	8.4	9.5	15.2	21.1	21.2	21.0	19.4	14.0	7.3	5.2	12.7
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	453	420	308	278	35	0	0	0	0	94	375	458	2420
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	33	84	120	160	221	301	251	196	194	102	38	34	145
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	80	74	66	72	71	57	65	70	71	74	80	81	72
Précipitation	Total	mm	37	10	69	65	61	75	70	108	38	67	117	58	774
Pression	Moyennes	hPa	982	990	976	978	980	979	979	979	981	976	974	981	979

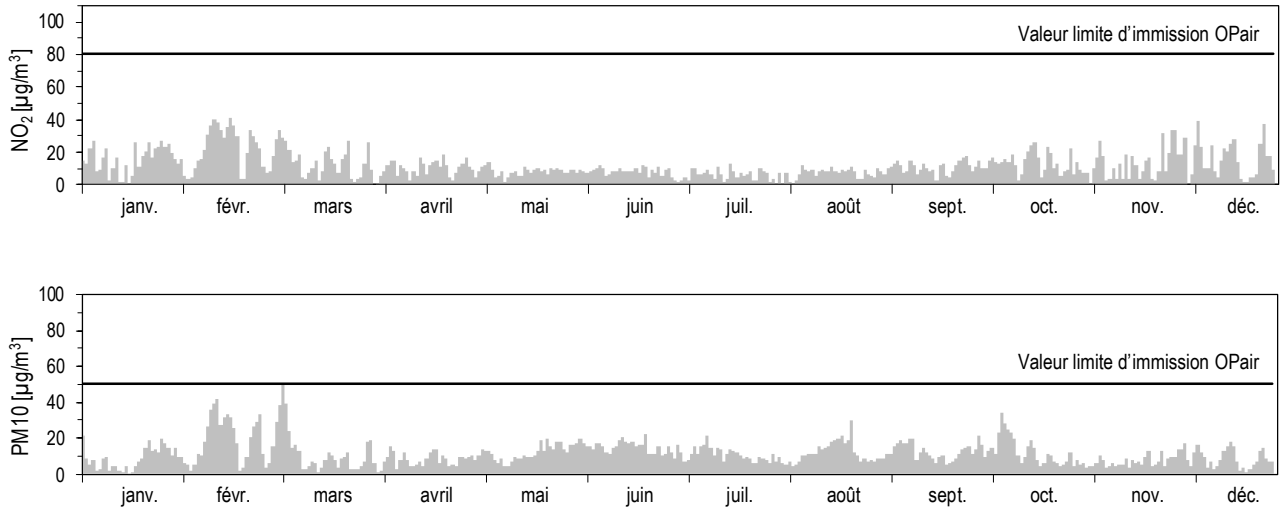
-) pas de mesures disponibles,

1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

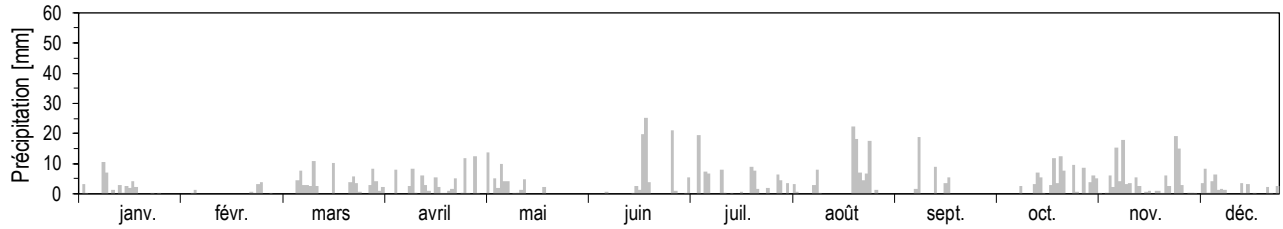
Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

Basel-Binningen (Suburbain) L'année 2023 en chiffres

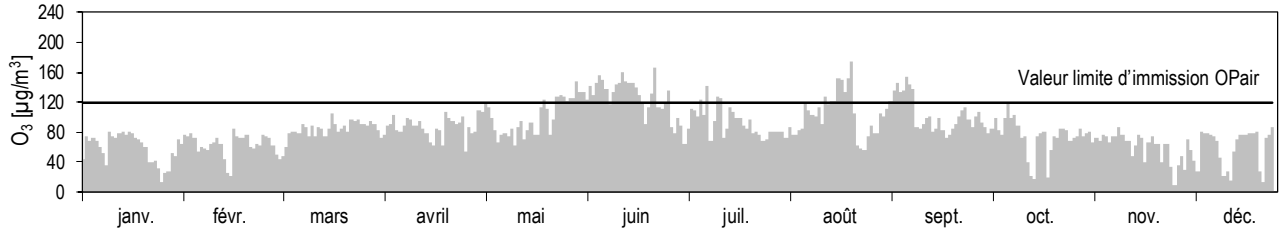
Moyennes journalières pour NO_2 et PM10



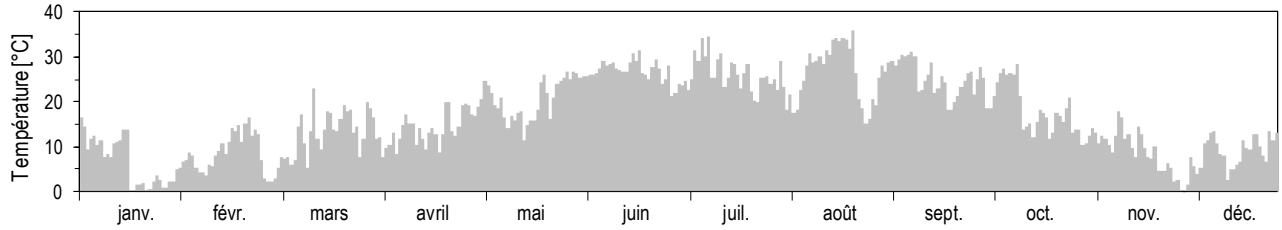
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Bern-Bollwerk (Urbain, trafic) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
NO_2	Moyennes	µg/m³	28.5	33.3	25.9	19.4	18.8	21.1	16.2	20.5	23.2	24.2	24.7	30.1	23.8
	Moyenne journal. max.	µg/m³	44.9	48.8	38.4	30.9	26.9	30.0	25.1	33.4	34.5	34.3	43.6	48.3	48.8
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	16.6	19.3	12.1	9.7	9.9	6.6	6.4	6.9	8.6	11.9	13.8	19.5	11.7
	Moyenne journal. max.	µg/m³	27.3	41.3	23.0	20.1	15.9	11.1	11.5	11.9	20.4	21.8	27.9	45.7	45.7
NO_x	Moyennes	ppb	28.2	32.9	23.2	17.9	17.8	16.4	13.6	16.3	19.1	22.2	23.9	31.3	21.8
	Moyenne journal. max.	ppb	44.4	57.2	38.5	32.2	25.7	22.4	22.4	26.2	29.5	33.0	45.1	56.0	57.2
O_3	Moyennes	µg/m³	29	30	47	56	58	83	57	58	48	32	33	25	46
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	69	68	84	90	114	130	104	114	114	77	70	69	130
	Moyenne horaire max.	µg/m³	80	74	97	94	122	136	114	124	121	88	77	75	136
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	4	76	0	2	4	0	0	0	86
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Moyennes	mg/m³	0.33	0.36	0.29	0.28	0.31	0.33	0.34	0.28	0.29	0.29	0.29	0.34	0.31
	Moyenne journal. max.	mg/m³	0.42	0.52	0.45	0.39	0.36	0.41	0.43	0.35	0.38	0.40	0.42	0.47	0.52
	Moy. jour. > 8 mg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzène	Moyennes	µg/m³	0.54	0.57	0.4	0.31	0.36	0.35	0.25	0.44	0.63	0.95	0.55	0.66	0.51
Toluène	Moyennes	µg/m³	0.87	1.12	0.76	0.59	1.04	1.37	1.14	1.77	2.11	2.1	1.45	1.66	1.33
PM10	Moyennes	µg/m³	18.9	28.1	17.9	10.5	13.6	18.1	13.5	15.4	15.1	16.7	9.4	12.2	15.7
	Moyenne journal. max.	µg/m³	39.5	45.6	51.6	18.1	29.4	25.3	24.4	34.6	26.2	46.5	17.3	19.0	51.6
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Moyennes	µg/m³	10.6	15.5	10.2	6.3	7.4	9.1	6.9	7.7	8.0	8.3	5.1	8.1	8.6
	Moyenne journal. max.	µg/m³	21.7	31.7	35.5	13.1	12.7	11.2	12.7	13.5	14.4	16.9	11.0	14.5	35.5
Suie (EBC) PM2.5	Moyennes	µg/m³	0.60	0.81	0.55	0.38	0.42	0.50	0.44	0.47	0.60	0.65	0.55	0.72	0.55
Particules	Moyennes	1/cm³	14073	12929	11619	10413	11455	10767	11723	10698	11695	11983	11345	13110	11819
RP	Moyennes	mg/(m² d)	34	44	64	73	93	59	86	122	75	69	73	30	69

Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	2.6	4.1	7.6	8.8	14.5	20.8	21.5	21.3	19.3	13.6	6.2	3.9	12.1
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	540	446	342	306	65	0	0	0	0	125	407	499	2730
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	35	100	120	164	212	299	251	209	190	114	42	37	148
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	80	73	71	72	72	56	63	65	71	78	86	85	73
Précipitation	Total	mm	68	8	101	79	97	24	142	88	49	104	206	174	1139
Pression	Moyennes	hPa	956	964	952	953	955	954	955	955	957	952	950	956	955

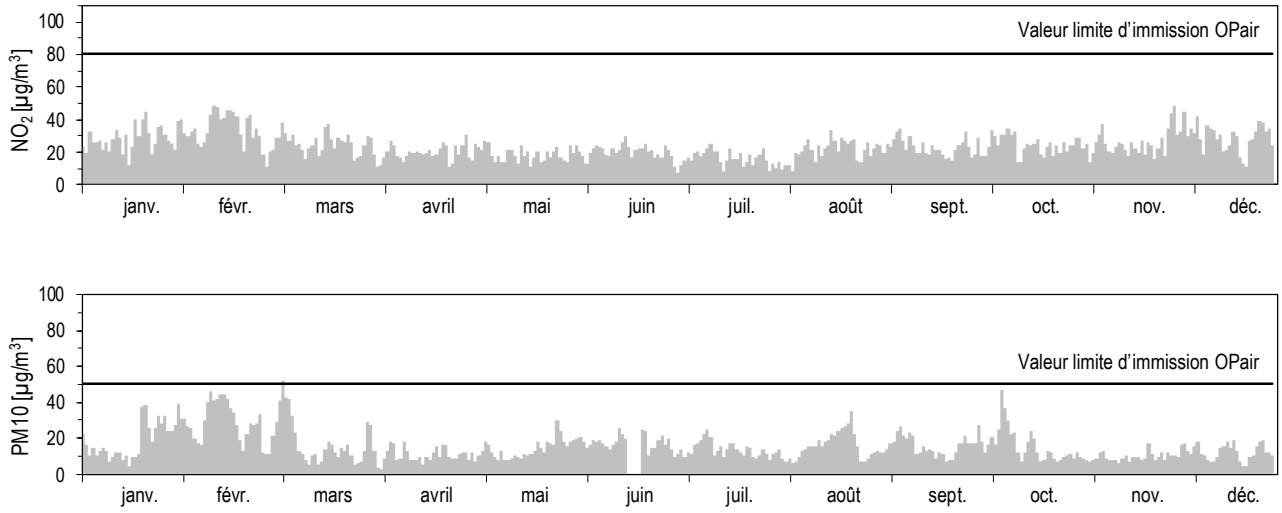
1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

Trafic		janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Compteur de trafic	Nb vehicules par jour	14540	15276	15926	15003	13874	14410	14678	14887	14634	14569	16327	15418	14962

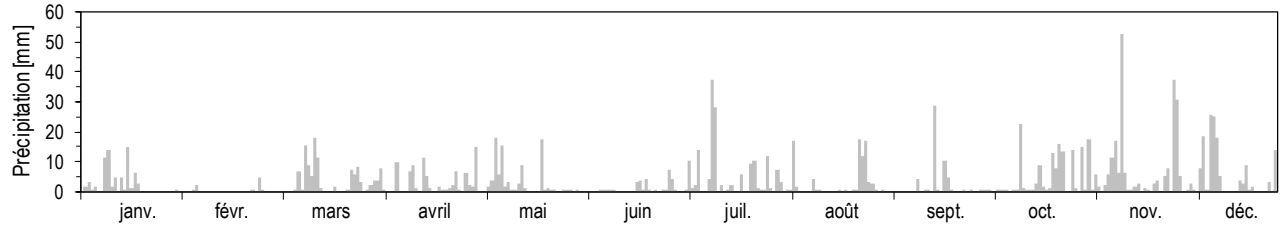
Les données de comptage de trafic ont été relevées par l'Office fédéral des routes (OFROU).

Bern-Bollwerk (Urbain, trafic) L'année 2023 en chiffres

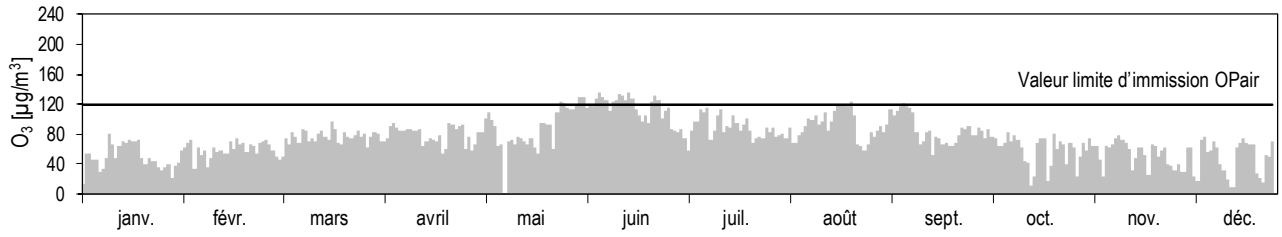
Moyennes journalières pour NO_2 et PM10



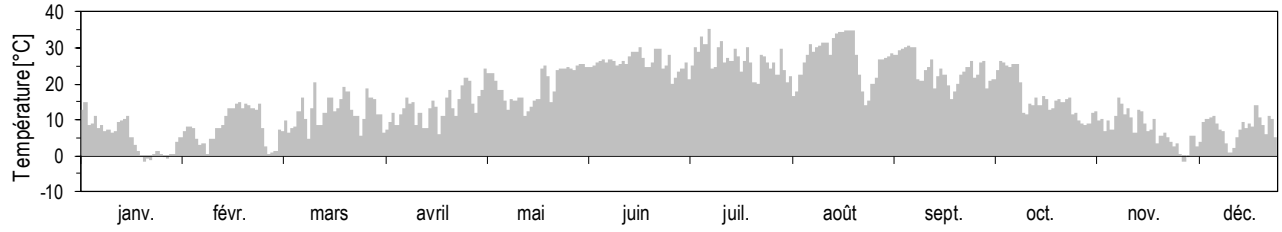
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Beromünster (Rural, altitude < 1000 m) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
NO_2	Moyennes	µg/m³	6.7	9.3	6.2	4.7	4.8	4.1	1.8	3.8	5.0	6.1	4.4	6.2	5.2
	Moyenne journal. max.	µg/m³	14.4	17.1	15.8	7.7	6.6	5.4	3.2	6.1	7.8	18.9	10.5	17.1	18.9
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	0.5	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.3	0.4	0.4
	Moyenne journal. max.	µg/m³	1.3	1.7	1.0	0.8	0.5	0.3	0.4	0.4	0.5	3.9	1.0	2.7	3.9
NO_x	Moyennes	ppb	3.9	5.3	3.6	2.7	2.8	2.3	1.1	2.2	2.9	3.6	2.6	3.6	3.0
	Moyenne journal. max.	ppb	8.6	9.3	8.9	4.4	3.8	3.0	2.0	3.4	4.5	13.0	6.2	11.1	13.0
O_3	Moyennes	µg/m³	55	62	73	75	79	114	80	87	86	64	59	60	74
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	79	80	98	98	129	151	120	139	140	96	81	81	151
	Moyenne horaire max.	µg/m³	83	86	107	108	139	159	124	173	151	108	85	88	173
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	40	279	15	83	80	0	0	0	497
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzol	Moyennes	µg/m³	0.46	0.47	0.35	0.26	0.15	0.11	0.11	0.13	0.20	0.29	0.29	0.37	0.26
Toluol	Moyennes	µg/m³	0.36	0.45	0.30	0.20	0.20	0.28	0.25	0.40	0.50	0.58	0.42	0.45	0.36
PM10	Moyennes	µg/m³	6.4	13.9	11.0	5.7	9.0	12.9	8.9	10.0	9.5	10.5	3.5	4.1	8.8
	Moyenne journal. max.	µg/m³	15.8	29.0	44.3	13.2	18.6	16.3	19.1	24.7	16.8	31.5	10.7	9.0	44.3
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

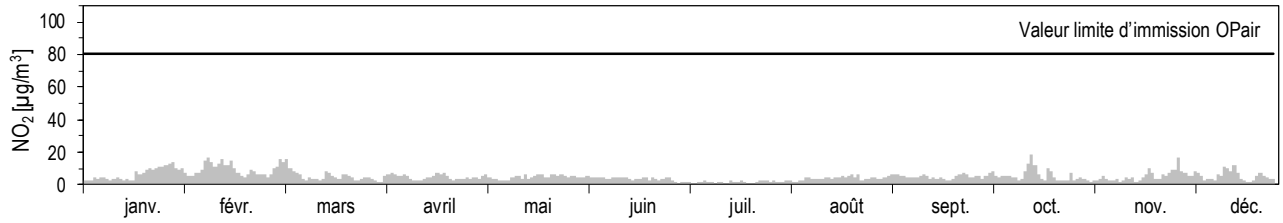
Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	1.0	2.8	5.4	6.4	12.2	18.9	19.1	18.9	17.8	12.6	4.1	2.7	10.2
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	590	482	444	393	173	0	8	37	18	165	476	537	3323
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	39	94	118	150	195	308	247	210	185	111	42	37	144
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	95	89	87	91	91	68	83	85	92	89	89	87	87
Précipitation	Total	mm	38	15	82	113	128	32	104	114	76	55	168	139	1064
Pression	Moyennes	hPa	925	933	921	923	926	926	926	926	928	923	919	925	925

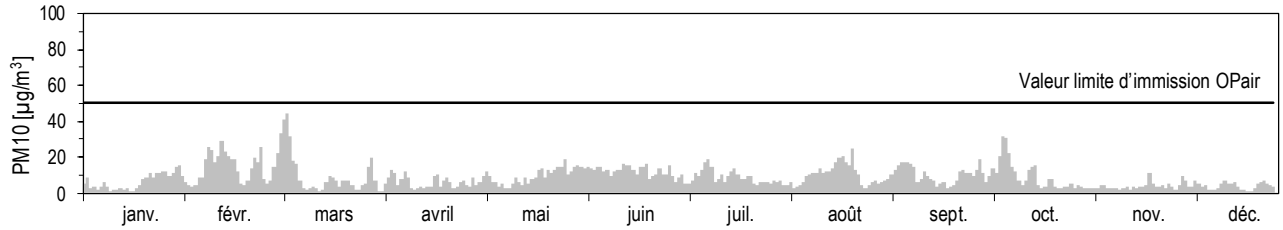
-) pas de mesures disponibles,

1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C), *) série incomplète, plus de 80% des mesures disponibles, **) série incomplète, 80% des mesures disponibles.

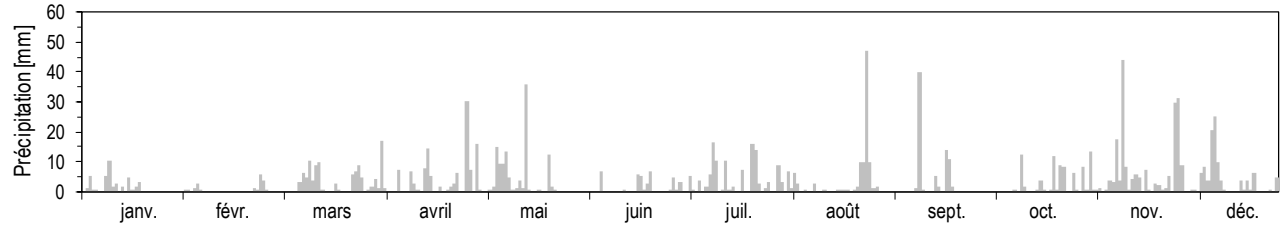
Beromünster (Rural, altitude < 1000 m) L'année 2023 en chiffres

Moyenne journalières pour NO_2 et PM10

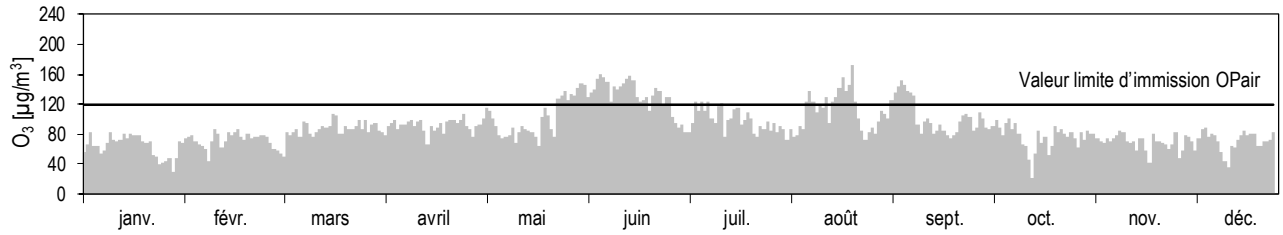




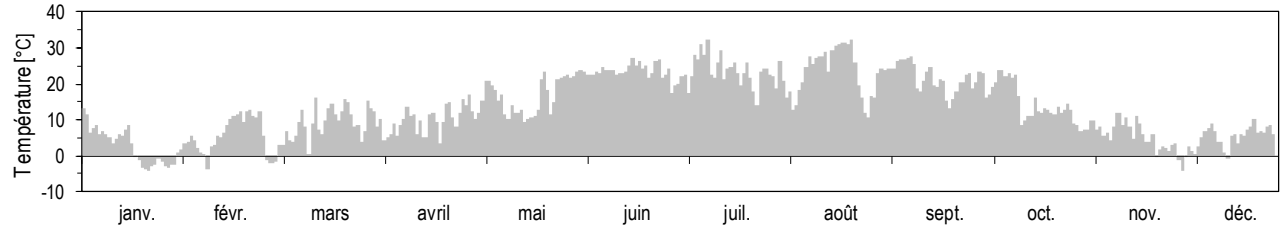
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Chaumont (Rural, altitude > 1000 m) L'année 2023 en chiffres

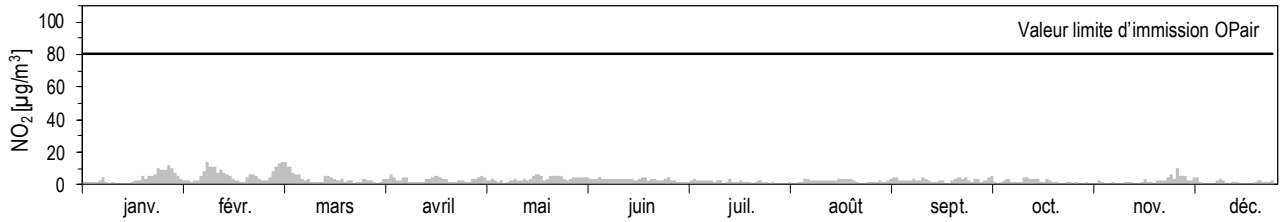
Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
NO_2	Moyennes	µg/m³	4.1	5.5	4.8	3.1	3.8	3.9	2.2	2.3	3.0	2.6	1.8	2.5	3.3
	Moyenne journal. max.	µg/m³	12.5	14.1	14.1	6.3	6.2	5.0	3.8	3.9	4.9	5.8	6.6	9.9	14.1
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
	Moyenne journal. max.	µg/m³	0.9	1.1	0.9	0.8	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.3	0.5	1.1
NO_x	Moyennes	ppb	2.4	3.1	2.7	1.8	2.1	2.1	1.3	1.3	1.7	1.5	1.0	1.4	1.90
	Moyenne journal. max.	ppb	7.3	8.2	8.0	3.9	3.4	2.8	2.1	2.2	2.8	3.4	3.6	5.6	8.20
O_3	Moyennes	µg/m³	63	74	80	83	88	119	85	92	93	77	68	70	83
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	83	100	103	102	127	145	120	135	138	102	87	89	145
	Moyenne horaire max.	µg/m³	87	109	108	109	132	150	134	145	149	107	96	98	150
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	71	368	20	75	137	0	0	0	671
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Moyennes	µg/m³	2.9	8.7	8.2	4.3	8.2	12.0	8.1	9.3	8.4	9.5	2.2	2.0	7.0
	Moyenne journal. max.	µg/m³	8.2	25.0	37.2	11.2	14.8	18.7	17.8	20.6	15.0	31.1	3.8	5.9	37.2
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

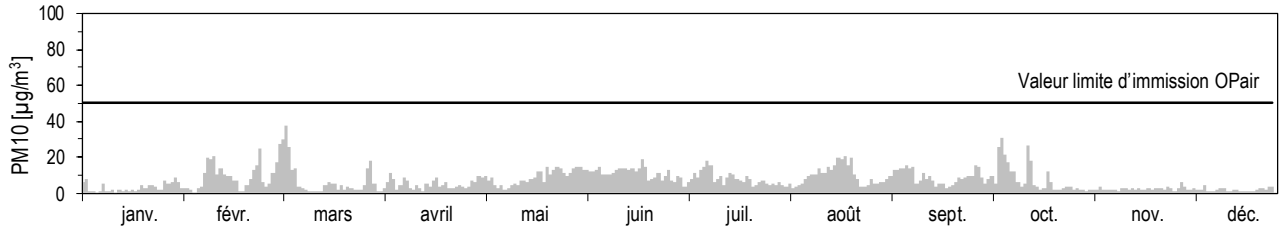
Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	-1.0	1.3	3.4	4.3	10.2	16.6	16.8	16.8	15.8	11.2	2.2	2.1	8.3
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	652	523	516	462	232	0	18	82	43	234	533	556	3851
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	35	102	120	162	211	301	246	185	193	113	40	40	146
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	88	74	76	79	79	59	67	70	72	72	90	78	76
Précipitation	Total	mm	86	11	90	68	64	47	41	129	69	133	260	155	1153
Pression	Moyennes	hPa	887	894	883	885	889	889	890	890	891	886	881	887	888

1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)
Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

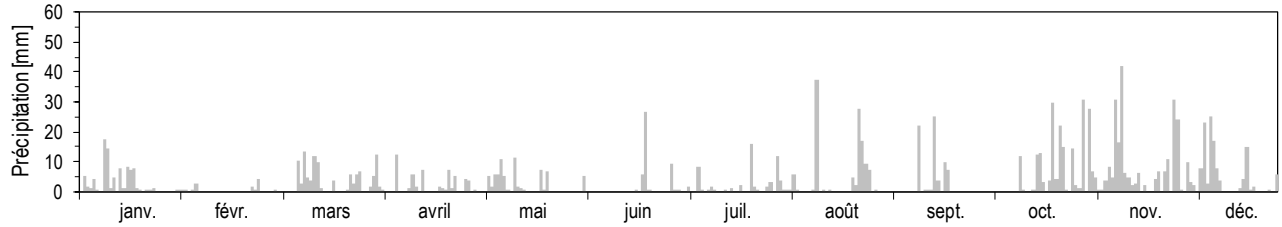
Chaumont (Rural, altitude > 1000 m) L'année 2023 en chiffres

Moyenne journalières pour NO_2 et PM10

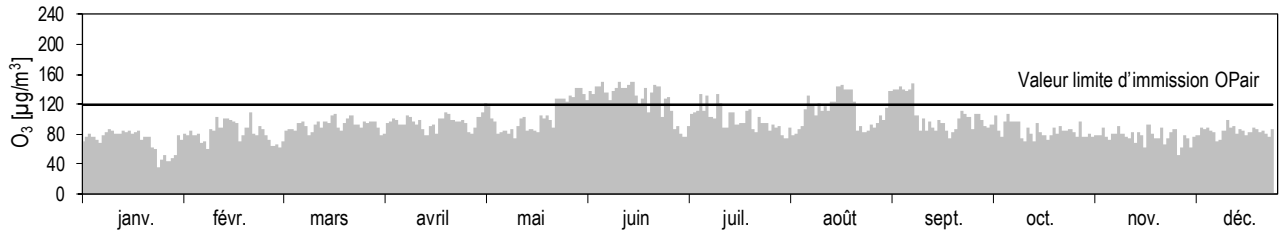




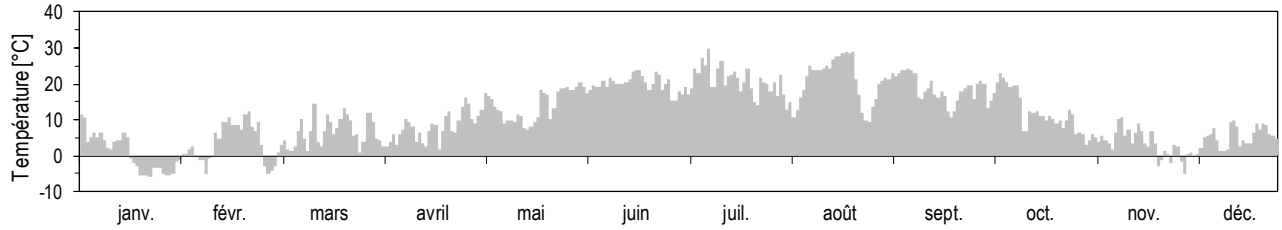
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Davos-Seehornwald (Rural, altitude > 1000 m) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
NO_2	Moyennes	µg/m³	3.3	2.5	3.1	2.1	1.4	1.7	1.6	1.5	1.8	1.8	2.0	2.9	2.1
	Moyenne journal. max.	µg/m³	9.0	4.7	7.4	4.3	2.2	2.9	2.0	2.8	2.6	3.2	5.1	11.9	11.9
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
	Moyenne journal. max.	µg/m³	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	1.8	1.8
NO_x	Moyennes	ppb	2.3	1.7	2.0	1.4	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.3	2.0	1.4
	Moyenne journal. max.	ppb	5.8	3.2	4.6	2.9	1.4	1.8	1.3	1.8	1.7	2.1	3.5	8.8	8.8
O_3	Moyennes	µg/m³	62	72	73	75	70	86	65	64	57	56	57	62	66
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	81	93	92	98	100	118	99	94	85	81	76	80	118
	Moyenne horaire max.	µg/m³	87	96	99	105	103	121	108	105	92	105	81	89	121
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Moyennes	µg/m³	2.5	3.3	4.6	2.8	4.1	11.3	7.0	7.6	5.2	9.9	2.2	0.9	5.1
	Moyenne journal. max.	µg/m³	10.3	13.6	13.7	6.8	9.6	37.3	15.9	41.2	23.5	66.4	21.4	2.6	66.4
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Station de Davos-Seehornwald: les mesures en ppb et ppm ont été converties en µg/m³ et en mg/m³ à l'aide de facteurs spécifiques qui figurent à l'annexe A5

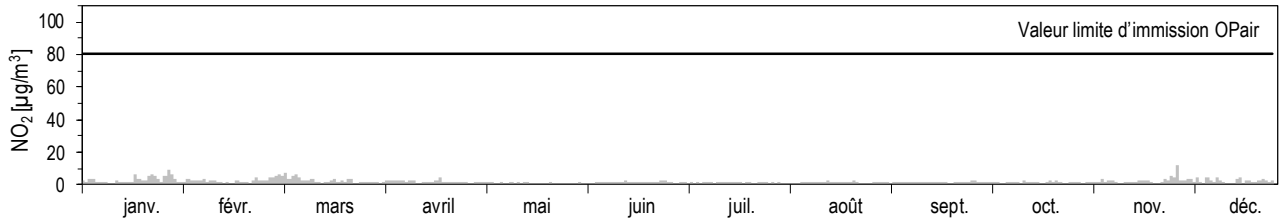
Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	-3.7	-1.3	0.8	1.4	7.3	12.8	13.7	13.4	12.0	8.5	-0.9	-1.2	5.2
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	735	596	596	558	392	131	97	158	135	316	628	656	4990
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	66	116	153	201	208	258	232	190	178	113	59	47	152
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	73	63	72	78	80	68	76	75	74	68	85	80	74
Précipitation	Total	mm	13	19	60	67	100	72	100	184	57	91	114	154	1031
Pression	Moyennes	hPa	833	841	831	832	836	838	839	839	841	835	829	834	836

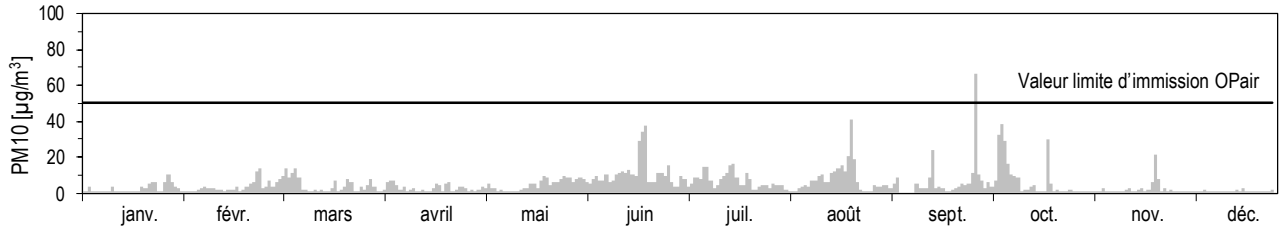
1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

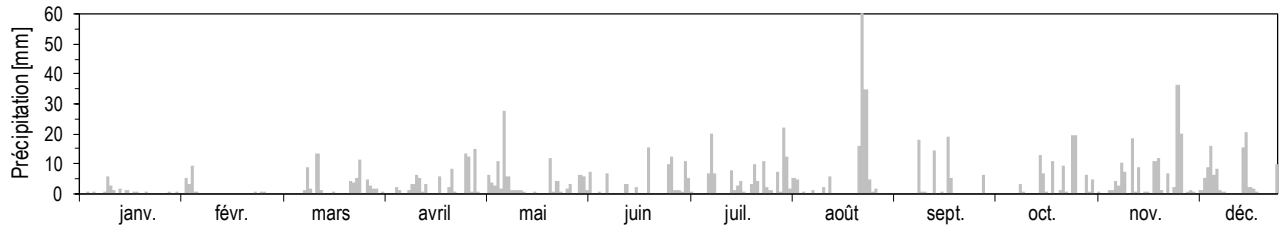
Davos-Seehornwald (Rural, altitude > 1000 m) L'année 2023 en chiffres

Moyennes journalières pour NO_2 et PM10

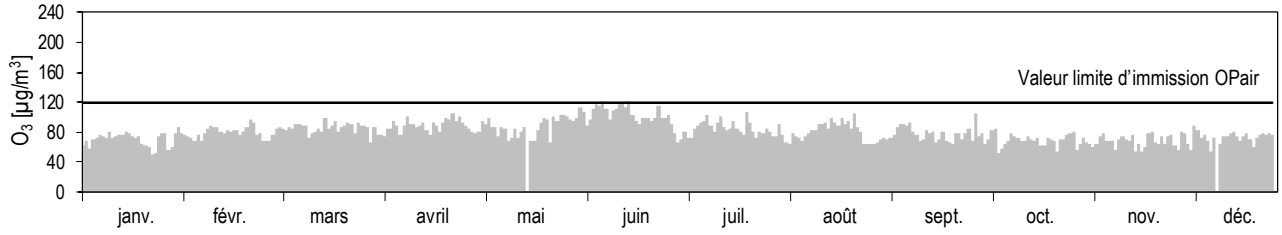




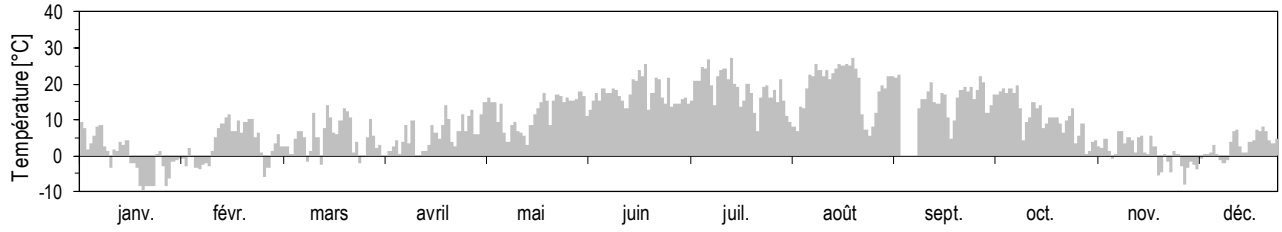
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Dübendorf-Empa (Suburbain) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
SO_2	Moyennes	µg/m³	0.48	0.66	0.26	0.16	0.20	0.31	0.20	0.24	0.25	0.26	0.21	0.34	0.30
	Moyenne journal. max.	µg/m³	1.10	1.13	0.86	0.46	0.44	0.48	0.36	0.45	0.48	0.58	0.43	0.72	1.13
	Moy. jour. > 100 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_2	Moyennes	µg/m³	18.9	26.4	18.2	12.6	10.9	15.7	10.8	12.9	16.8	18.6	16.3	23.7	16.7
	Moyenne journal. max.	µg/m³	36.1	52.5	37.4	25.2	19.3	26.7	19.9	22.5	28.1	29.3	46.4	55.1	55.1
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	3.5	12.8	3.4	1.8	1.3	1.4	1.2	1.3	3.6	7.5	4.3	9.1	4.2
	Moyenne journal. max.	µg/m³	18.0	45.1	14.2	10.9	4.5	3.6	3.2	3.4	12.5	20.6	20.9	50.6	50.6
NO_x	Moyennes	ppb	12.7	24.0	12.2	8.0	6.7	9.3	6.6	7.8	11.6	15.8	11.9	19.7	12.1
	Moyenne journal. max.	ppb	27.3	59.9	30.3	21.1	13.7	15.9	12.0	13.1	24.7	31.9	41.1	69.3	69.3
O_3	Moyennes	µg/m³	37	35	55	61	63	89	63	62	49	32	41	33	52
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	74	73	96	96	125	149	124	145	144	89	76	77	149
	Moyenne horaire max.	µg/m³	82	76	105	106	129	161	148	191	157	103	80	84	191
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	38	200	19	57	31	0	0	0	345
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Moyennes	mg/m³	0.22	0.28	0.21	0.19	0.18	0.18	0.17	0.21	0.23	0.24	0.21	0.26	0.21
	Moyenne journal. max.	mg/m³	0.32	0.50	0.37	0.29	0.26	0.22	0.22	0.28	0.33	0.37	0.34	0.48	0.50
	Moy. jour. > 8 mg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH_4	Moyennes	mg/m³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NMVOC	Moyennes	µg/m³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne journal. max.	µg/m³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzène	Moyennes	µg/m³	0.40	-	0.30	0.30	0.24	0.29	0.23	0.32	0.51	0.60	0.41	0.64	0.39
Toluène	Moyennes	µg/m³	1.03	-	1.18	0.61	0.70	0.87	0.96	1.24	1.75	1.74	1.05	1.29	1.13
PM10	Moyennes	µg/m³	9.5	17.2	12.9	6.9	10.1	17.8	10.5	12.0	12.7	13.4	5.7	8.9	11.4
	Moyenne journal. max.	µg/m³	22.4	31.0	48.3	14.7	15.7	44.0	20.8	28.4	23.3	31.0	15.9	25.0	48.3
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Moyennes	µg/m³	7.4	12.8	9.2	4.8	6.3	9.0	5.8	6.7	7.9	7.4	3.2	6.3	7.2
	Moyenne journal. max.	µg/m³	18.6	25.5	38.9	11.1	10.9	13.1	11.9	12.2	16.0	21.6	11.4	20.7	38.9
Suie (EBC) PM2.5	Moyennes	µg/m³	0.36	0.61	0.36	0.21	0.25	0.30	0.24	0.31	0.48	0.52	0.24	0.41	0.36

Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	3.5	3.7	7.8	9.1	14.8	21.2	21.1	20.6	18.7	13.0	6.5	4.1	12.1
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	513	457	335	289	61	0	0	0	0	128	398	493	2674
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	32	87	112	152	205	307	241	201	189	107	40	31	142
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	81	77	70	72	73	55	66	71	75	80	83	87	74
Précipitation	Total	mm	50	18	90	92	98	35	149	136	67	56	187	142	1118
Pression	Moyennes	hPa	968	976	963	965	967	966	966	966	968	964	961	968	966

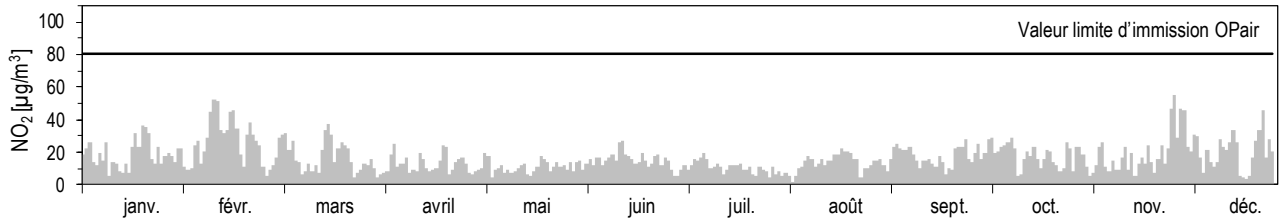
-) pas de mesures disponibles, *) série incomplète, moins de 50% des mesures disponibles,

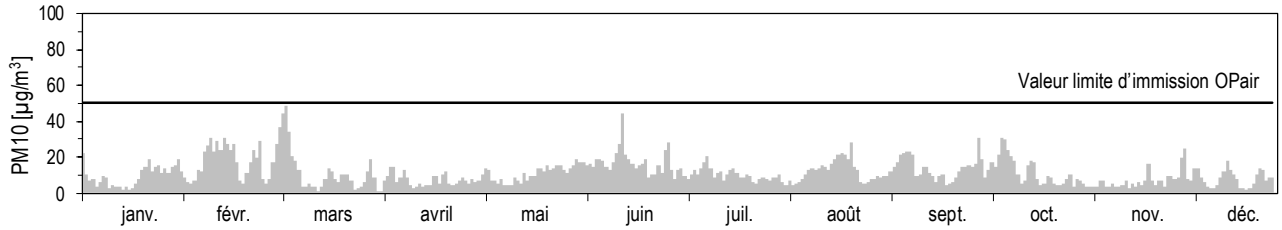
1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

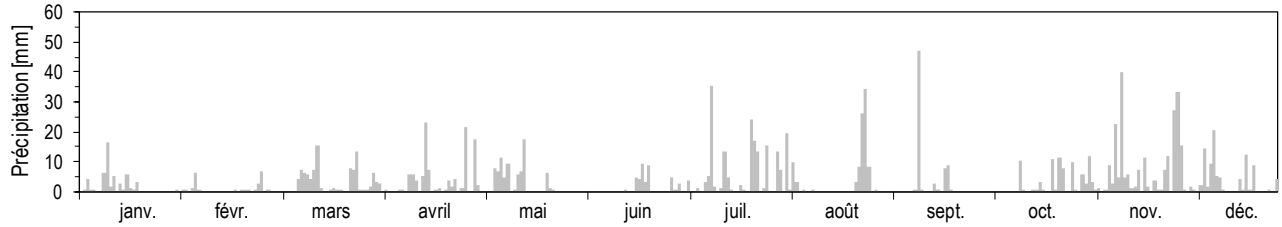
Dübendorf-Empa (Suburbain) L'année 2023 en chiffres

Moyennes journalières pour NO_2 et PM10

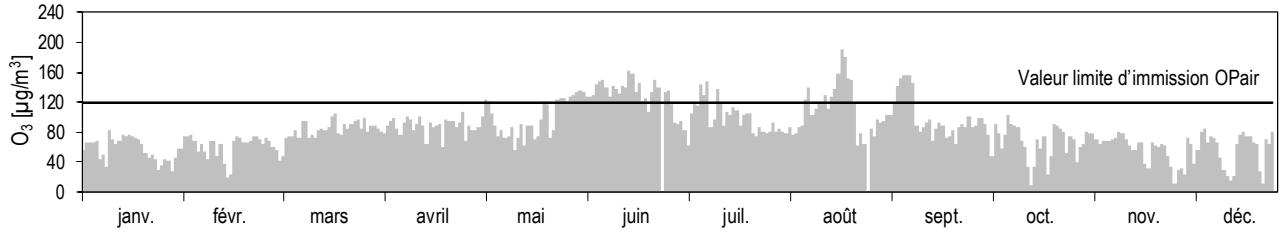




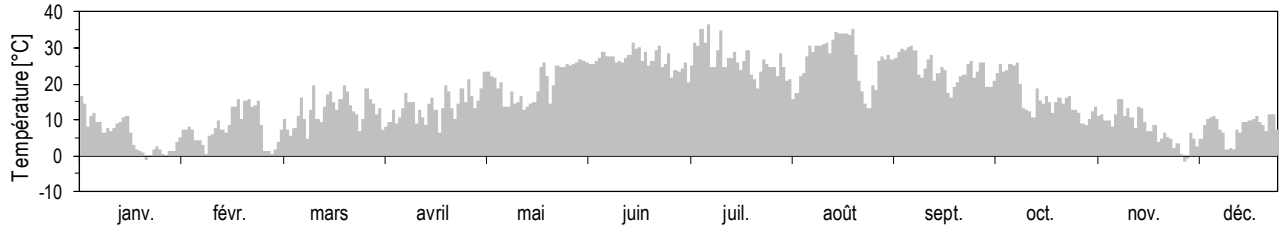
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Härkingen-A1 (Rural, autoroute) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
SO_2	Moyennes	µg/m³	0.48	0.47	0.20	0.03	0.15	0.35	0.28	0.40	0.39	0.48	0.51	0.73	0.37
	Moyenne journal. max.	µg/m³	0.93	1.16	0.72	0.63	0.62	0.66	0.57	0.61	0.62	0.86	0.93	1.52	1.52
	Moy. jour. > 100 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_2	Moyennes	µg/m³	25.0	30.3	27.7	20.3	15.8	18.4	19.8	23.4	23.4	24.9	25.1	28.2	23.5
	Moyenne journal. max.	µg/m³	49.6	51.5	41.5	37.2	31.8	29.3	32.4	37.3	32.8	34.2	42.1	49.2	51.5
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	14.8	20.7	14.8	10.0	7.4	5.6	9.1	11.1	12.4	17.7	17.7	20.3	13.5
	Moyenne journal. max.	µg/m³	42.7	48.5	30.9	25.2	17.9	10.8	16.2	19.2	22.0	37.0	36.0	53.1	53.1
NO_x	Moyennes	ppb	25.0	32.5	26.4	18.7	14.2	14.1	17.7	21.1	22.2	27.2	27.3	31.0	23.1
	Moyenne journal. max.	ppb	60.2	65.8	46.5	39.6	30.9	22.1	27.1	31.3	34.0	42.5	50.4	68.3	68.3
O_3	Moyennes	µg/m³	30	31	45	52	61	86	53	51	45	29	32	27	45
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	69	73	82	92	126	146	108	131	124	79	68	74	146
	Moyenne horaire max.	µg/m³	79	76	90	99	131	153	121	145	132	102	78	82	153
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	34	162	1	27	17	0	0	0	241
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Moyennes	mg/m³	0.27	0.29	0.25	0.22	0.18	0.20	0.21	0.25	0.26	0.28	0.26	0.30	0.25
	Moyenne journal. max.	mg/m³	0.43	0.48	0.39	0.37	0.25	0.29	0.29	0.32	0.35	0.39	0.38	0.47	0.48
	Moy. jour. > 8 mg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO_2	Moyennes	ppm	454	466	457	451	448	452	455	468	478	473	455	464	460
PM10	Moyennes	µg/m³	10.4	20.5	13.8	7.9	10.9	15.8	11.3	13.0	12.7	13.3	6.9	10.6	12.2
	Moyenne journal. max.	µg/m³	28.3	39.2	47.5	14.0	19.3	21.4	22.6	24.7	23.4	29.7	15.8	24.3	47.5
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Moyennes	µg/m³	8.0	14.9	9.3	5.3	6.5	9.1	6.1	7.4	7.7	7.5	4.3	7.6	7.8
	Moyenne journal. max.	µg/m³	18.9	31.9	37.0	11.3	12.5	12.5	12.2	13.6	13.9	15.3	11.4	19.8	37.0
Suie (EBC) PM2.5	Moyennes	µg/m³	0.54	0.79	0.57	0.39	0.25	0.34	0.44	0.56	0.59	0.59	0.45	0.59	0.51
Particules	Moyennes	1/cm³	22249	26316	23711	16769	16267	16523	20900	24797	24502	24157	22399	21474	21641
RP	Moyennes	mg/(m² d)	38	35	67	47	67	36	101	65	56	61	66	34	56

Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	2.8	3.3	7.2	8.6	14.9	20.8	21.0	20.5	18.5	12.6	5.9	3.8	11.7
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	534	469	383	310	61	0	0	0	0	134	423	504	2818
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	33	88	119	151	211	306	246	196	187	108	38	29	143
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	88	81	77	80	75	60	71	78	82	89	89	91	80
Précipitation	Total	mm	58	8	113	85	71	36	102	87	51	85	242	163	1102
Pression	Moyennes	hPa	968	976	963	965	967	966	966	966	968	964	961	968	966

-) pas de mesures disponibles,

1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

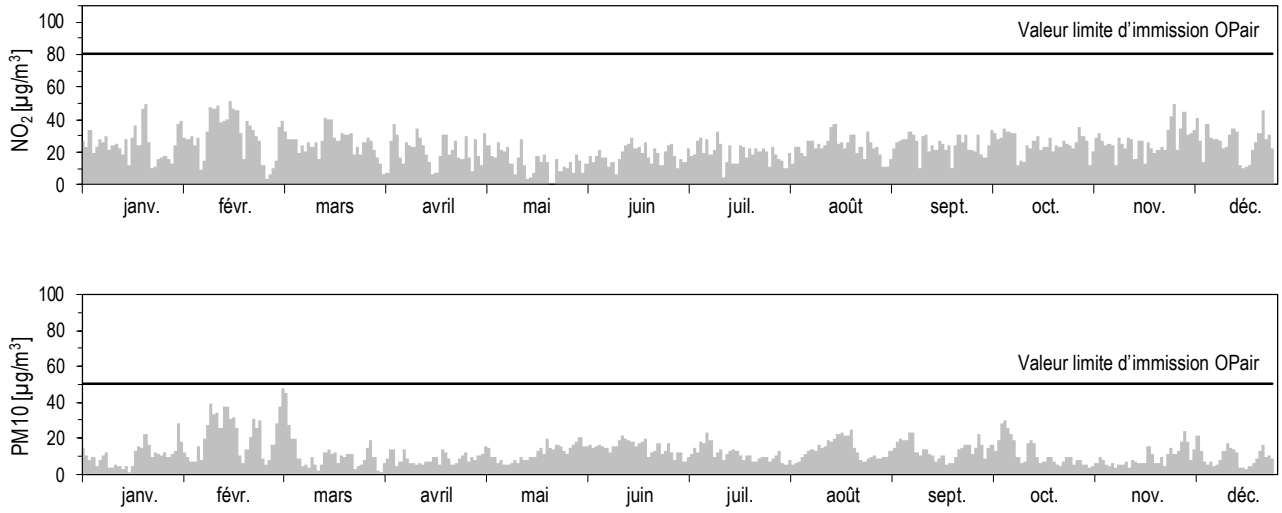
Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

Trafic		janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Compteur de trafic	Nb vehicules par jour	84831	89782	93705	97569	99546	104250	104042	107008	104135	98044	92390	87606	96909

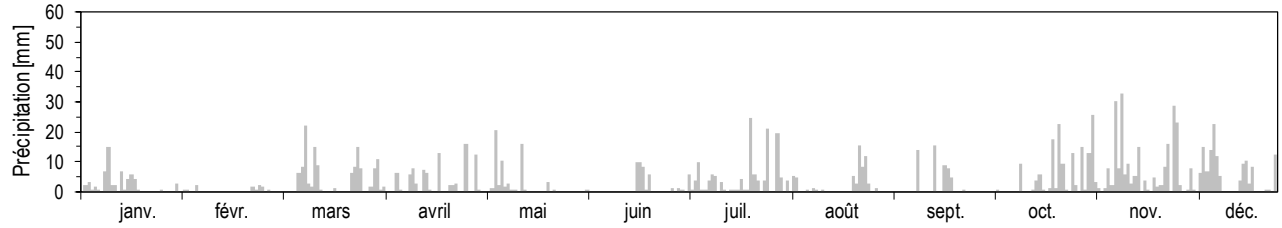
Les données de comptage de trafic ont été relevées par l'Office fédéral des routes (OFROU).

Härkingen-A1 (Rural, autoroute) L'année 2023 en chiffres

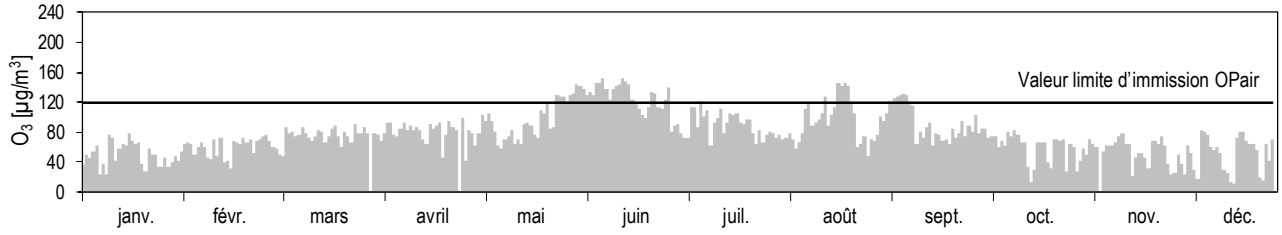
Moyennes journalières pour NO_2 et PM10



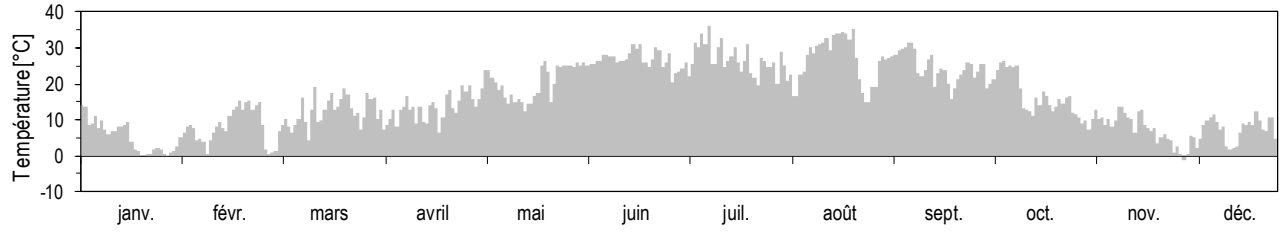
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Jungfraujoch (Haute montagne) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
SO_2	Moyennes	µg/m³	0.07	0.03	0.02	0.00	-0.01	0.00	0.02	0.04	0.04	0.02	0.05	0.04	0.03
	Moyenne journal. max.	µg/m³	0.36	0.56	0.08	0.08	0.06	0.02	0.12	0.10	0.17	0.13	0.09	0.08	0.56
	Moy. jour. > 100 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_2	Moyennes	µg/m³	0.13	0.13	0.13	0.17	0.17	0.16	0.15	0.14	0.17	0.16	0.20	0.24	0.16
	Moyenne journal. max.	µg/m³	0.79	0.64	0.48	0.40	0.71	0.30	0.32	0.37	0.44	1.18	0.72	3.41	3.41
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	-	0.07	0.03
	Moyenne journal. max.	µg/m³	0.06	0.07	0.10	0.11	0.23	0.04	0.08	0.06	0.05	0.26	0.12	1.63	1.63
NO_x	Moyennes	ppb	0.12	0.12	0.12	0.17	0.17	0.15	0.13	0.12	0.15	0.15	-	0.25	0.15
	Moyenne journal. max.	ppb	0.64	0.49	0.46	0.38	0.78	0.27	0.29	0.34	0.36	1.16	-	4.33	4.33
O_3	Moyennes	µg/m³	66	69	71	77	79	91	80	73	75	67	64	65	73
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	77	85	85	95	94	108	105	91	94	86	79	76	108
	Moyenne horaire max.	µg/m³	82	104	92	100	99	111	119	98	99	94	111	83	119
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Moyennes	mg/m³	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09	0.09
	Moyenne journal. max.	mg/m³	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.23	0.15	0.13	0.13	0.12	0.11	0.15	0.23
	Moy. jour. > 8 mg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO_2	Moyennes	ppm	423	423	424	425	422	419	418	416	417	420	423	425	421
CH_4	Moyennes	mg/m³	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94
Benzène	Moyennes	µg/m³	0.13	0.13	0.13	0.11	0.09	0.09	0.06	0.06	0.07	0.06	0.13	0.12	0.10
Toluène	Moyennes	µg/m³	0.08	0.07	0.04	0.06	0.07	0.06	0.03	0.04	0.04	0.03	0.08	0.06	0.06
PM10	Moyennes	µg/m³	0.3	1.4	1.4	0.8	2.1	7.3	5.9	8.6	3.1	5.3	0.3	0.2	3.1
	Moyenne journal. max.	µg/m³	0.8	12.0	9.4	3.9	7.6	27.3	24.8	53.2	16.3	38.3	1.9	0.6	53.2
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2

-) pas de mesures disponibles,

*) série incomplète, moins de 50% des mesures disponibles, **) série incomplète, moins de 80% des mesures disponibles.

Station de Jungfraujoch: les mesures en ppb et ppm ont été converties en µg/m³ et en mg/m³ à l'aide de facteurs spécifiques qui figurent à l'annexe A5

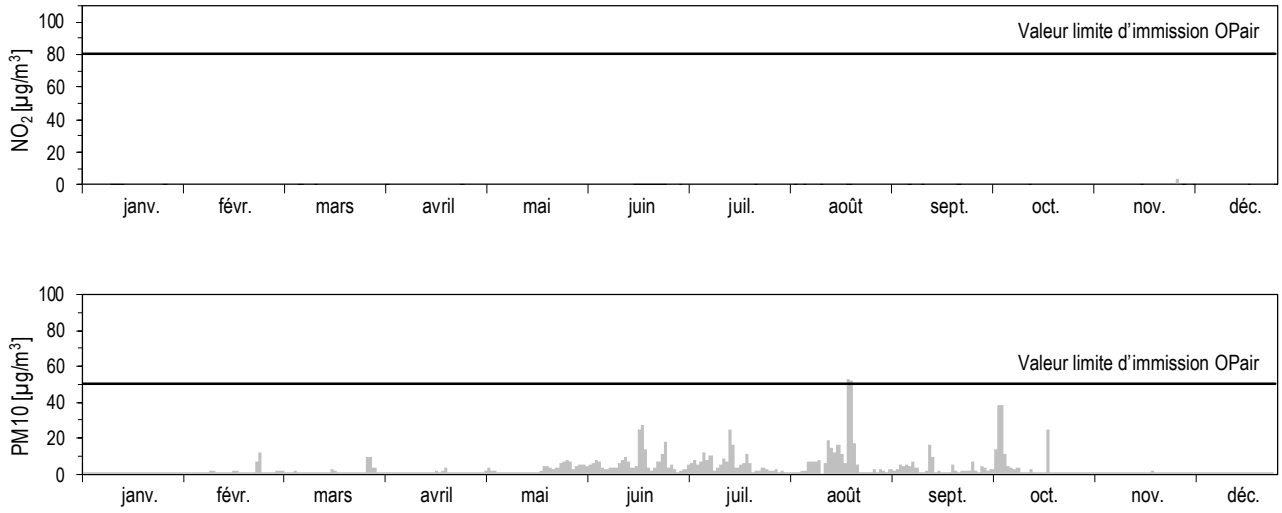
Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	-13.3	-10.6	-10.7	-11.0	-4.7	-0.3	1.4	1.0	2.1	-2.6	-11.2	-10.2	-5.8
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	1031	857	951	930	766	609	578	589	537	719	935	936	9418
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	74	141	158	245	299	300	250	225	214	127	59	58	179
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	62	57	74	79	86	81	74	81	60	63	82	73	73
Pression	Moyennes	hPa	650	657	650	651	657	662	664	663	665	658	648	653	656

1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

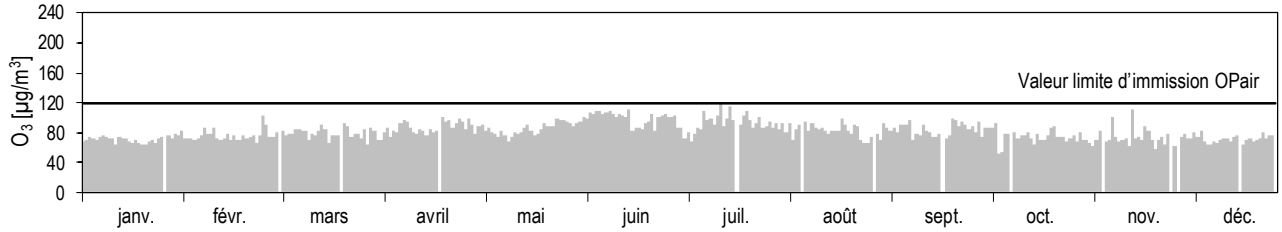
Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

Jungfraujoch (Haute montagne) L'année 2023 en chiffres

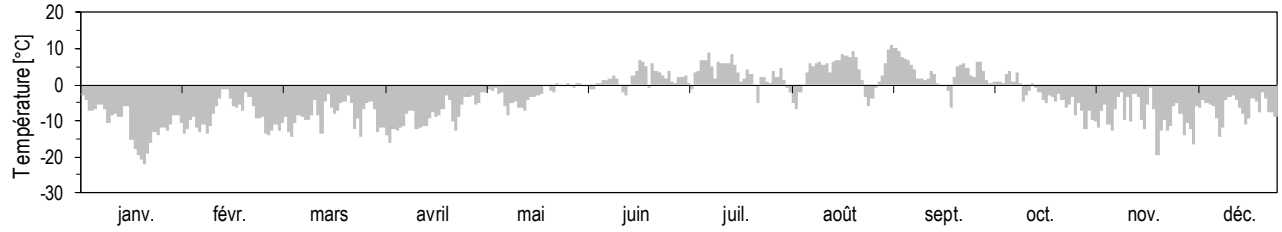
Moyennes journalières pour NO_2 et PM10



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Lausanne-César-Roux (Urbain, trafic) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
NO_2	Moyennes	µg/m³	24.1	32.6	27.0	19.7	16.6	20.2	18.8	19.6	24.2	26.1	23.6	27.8	23.3
	Moyenne journal. max.	µg/m³	37.6	53.4	38.8	33.1	29.6	29.7	30.4	29.4	36.4	41.2	32.1	42.1	53.4
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	8.8	13.5	9.4	6.5	5.0	4.5	5.9	5.1	6.5	10.3	10.8	12.8	8.2
	Moyenne journal. max.	µg/m³	15.0	29.8	17.8	12.4	10.0	7.2	10.7	9.0	13.0	19.4	19.4	25.8	29.8
NO_x	Moyennes	ppb	19.6	27.9	21.7	15.6	12.7	14.2	14.6	14.3	17.8	22.0	21.0	24.8	18.8
	Moyenne journal. max.	ppb	30.9	51.7	32.8	27.2	21.3	20.2	22.6	21.0	27.7	35.9	27.5	42.7	51.7
O_3	Moyennes	µg/m³	38	35	52	59	66	89	64	67	57	41	41	35	54
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	68	70	82	87	115	127	105	107	111	75	70	67	127
	Moyenne horaire max.	µg/m³	81	73	94	91	126	136	119	127	122	84	76	79	136
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	4	62	0	4	1	0	0	0	71
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Moyennes	mg/m³	0.27	0.33	0.27	0.25	0.24	0.26	0.27	0.27	0.34	0.34	0.28	0.30	0.28
	Moyenne journal. max.	mg/m³	0.37	0.50	0.39	0.34	0.30	0.32	0.57	0.35	0.42	0.46	0.35	0.41	0.57
	Moy. jour. > 8 mg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Moyennes	µg/m³	12.2	24.4	14.9	8.8	11.5	14.7	11.9	12.4	11.9	12.9	6.8	9.5	12.6
	Moyenne journal. max.	µg/m³	28.3	46.0	47.9	19.0	17.3	24.1	25.0	29.3	19.3	31.3	15.0	22.4	47.9
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Moyennes	µg/m	9.3	16.5	10.1	6.0	7.3	9.1	7.0	7.2	7.7	7.3	4.1	6.7	8.2
	Moyenne journal. max.	µg/m	20.8	34.8	38.1	14.6	11.7	12.7	13.1	13.5	13.6	17.4	11.1	17.6	38.1
RP	Moyennes	mg/(m² d)	51	65	51	60	-	75	99	44	72	85	69	29	64

Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	3.6	5.2	8.3	9.8	15.7	21.9	22.7	22.5	20.2	15.0	7.3	5.4	13.2
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	510	413	327	280	18	0	0	0	0	45	372	452	2417
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	46	117	117	177	229	296	262	211	174	101	43	37	151
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	81	70	69	70	67	55	59	59	69	74	84	85	70
Précipitation	Total	mm	75	3	74	81	38	34	65	78	122	172	207	174	1124
Pression	Moyennes	hPa	957	964	953	954	955	955	955	955	957	953	951	957	955

-) pas de mesures disponibles,

1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

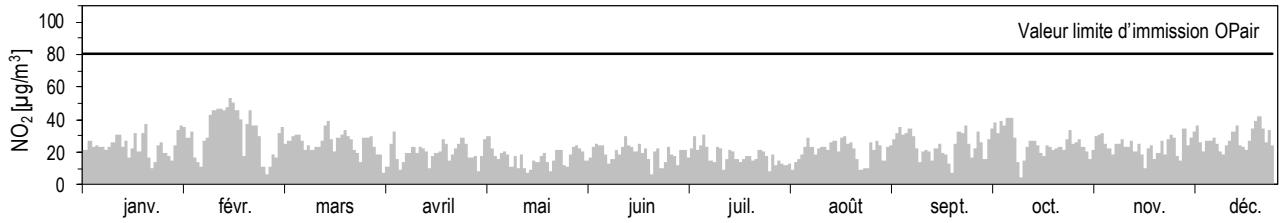
Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

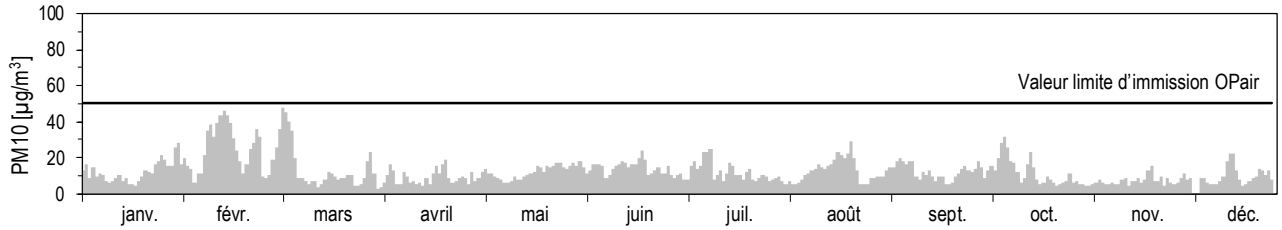
Trafic		janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Compteur de trafic	Nb vehicules par jour	23700	25103	25785	23618	24511	25131	21677	22461	24721	24833	26544	24880	24414

Les données de comptage de trafic ont été relevées par l'Office fédéral des routes (OFROU).

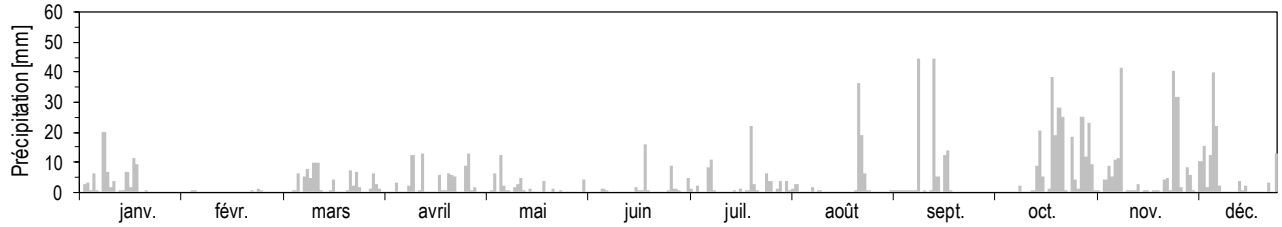
Lausanne-César-Roux (Urbain, trafic) L'année 2023 en chiffres

Moyennes journalières pour NO_2 et PM10

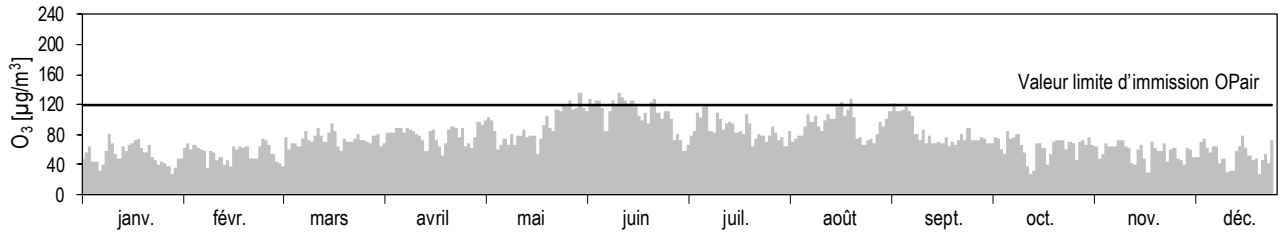




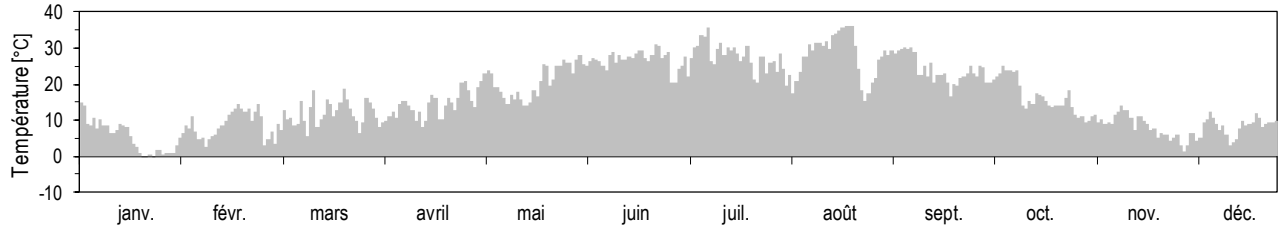
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Lugano-Universitá (Urbain) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
SO_2	Moyennes	µg/m³	1.28	1.18	0.69	0.52	0.25	0.34	0.25	0.11	0.36	0.39	0.56	0.53	0.53
	Moyenne journal. max.	µg/m³	2.54	2.23	1.24	1.06	0.50	0.79	0.81	0.34	0.72	0.80	1.06	1.18	2.54
	Moy. jour. > 100 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_2	Moyennes	µg/m³	31.2	29.7	25.3	18.7	11.6	8.9	9.6	9.1	13.4	18.4	26.6	32.8	19.5
	Moyenne journal. max.	µg/m³	45.5	50.1	34.2	28.9	16.0	13.5	16.3	15.4	20.2	27.2	38.8	44.6	50.1
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	11.5	6.8	4.8	2.9	1.4	1.0	0.8	0.4	1.4	3.6	7.0	11.7	4.4
	Moyenne journal. max.	µg/m³	25.9	25.5	9.7	5.5	3.0	1.8	1.8	1.9	4.1	10.6	16.6	31.5	31.5
NO_x	Moyennes	ppb	25.6	21.0	17.1	12.1	7.2	5.5	5.6	5.1	8.1	12.5	19.5	26.5	13.7
	Moyenne journal. max.	ppb	42.2	46.0	23.5	18.6	9.9	8.0	9.8	9.0	12.8	21.9	32.9	48.5	48.5
O_3	Moyennes	µg/m³	22	41	54	70	72	97	85	87	67	38	32	20	57
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	72	87	112	122	139	152	154	151	150	111	73	77	154
	Moyenne horaire max.	µg/m³	86	96	131	134	148	163	199	177	172	137	81	82	199
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	4	16	55	170	122	128	61	8	0	0	564
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Moyennes	mg/m³	0.37	0.33	0.27	0.23	0.21	0.21	0.22	0.21	0.24	0.26	0.29	0.37	0.27
	Moyenne journal. max.	mg/m³	0.73	0.43	0.35	0.29	0.24	0.29	0.26	0.26	0.29	0.33	0.40	0.52	0.73
	Moy. jour. > 8 mg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH_4	Moyennes	mg/m³	1.38	1.39	1.38	1.35	1.35	1.33	1.33	1.36	1.35	1.35	1.36	1.37	1.36
NMVOC	Moyennes	µg/m³	83	79	67	47	46	49	48	47	58	66	61	78	61
	Moyenne journal. max.	µg/m³	132	138	88	66	79	76	66	78	92	106	89	118	138
PM10	Moyennes	µg/m³	17.0	25.4	17.8	10.5	9.0	12.2	12.7	12.6	12.7	16.3	8.7	13.5	14.0
	Moyenne journal. max.	µg/m³	34.4	50.3	40.6	24.8	16.2	28.0	27.1	28.6	21.2	33.3	21.0	33.0	50.3
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Moyennes	µg/m³	13.4	18.6	12.7	6.2	5.8	7.9	8.0	7.9	8.0	9.6	5.3	10.1	9.4
	Moyenne journal. max.	µg/m³	27.5	41.9	31.5	16.0	12.7	13.5	16.4	14.9	14.4	19.3	16.3	29.4	41.9
Suie (EBC) PM2.5	Moyennes	µg/m³	0.76	0.73	0.46	0.26	0.21	0.23	0.27	0.27	0.40	0.42	0.34	0.55	0.41
Particules	Moyennes	1/cm³	11876	9998	8141	7300	5936	5667	6200	5317	6729	7792	10452	11303	8030

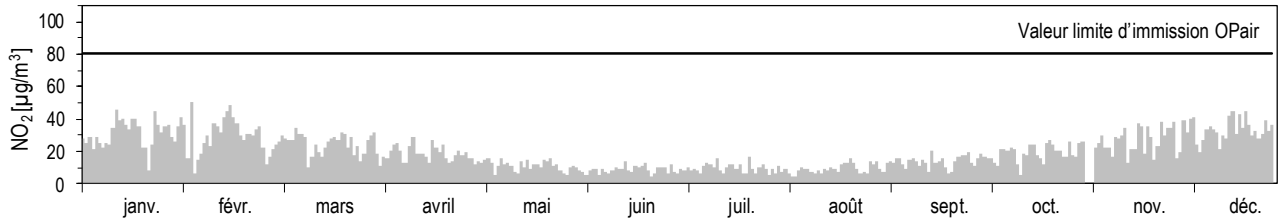
Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	5.4	6.8	10.1	12.4	16.5	21.6	23.4	23.3	19.8	16.0	8.5	7.0	14.3
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	451	357	272	108	0	0	0	0	0	0	336	396	1921
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	60	108	155	209	215	282	275	244	178	105	80	55	164
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	70	64	64	59	77	70	71	66	78	81	65	70	70
Précipitation	Total	mm	25	2	57	100	174	161	190	196	185	217	74	82	1462
Pression	Moyennes	hPa	982	990	978	978	980	980	980	979	984	980	975	982	981

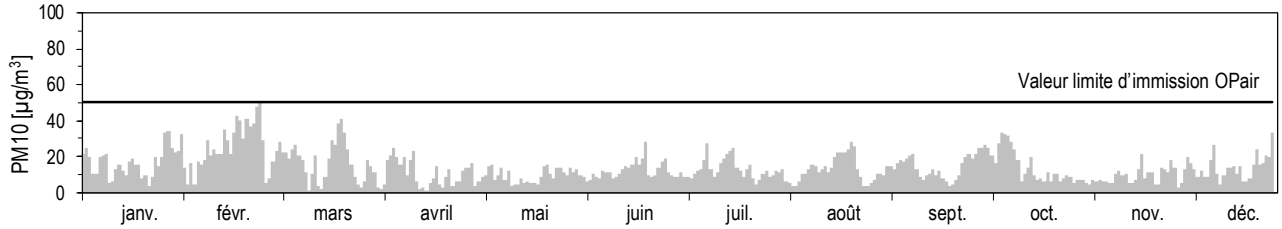
1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

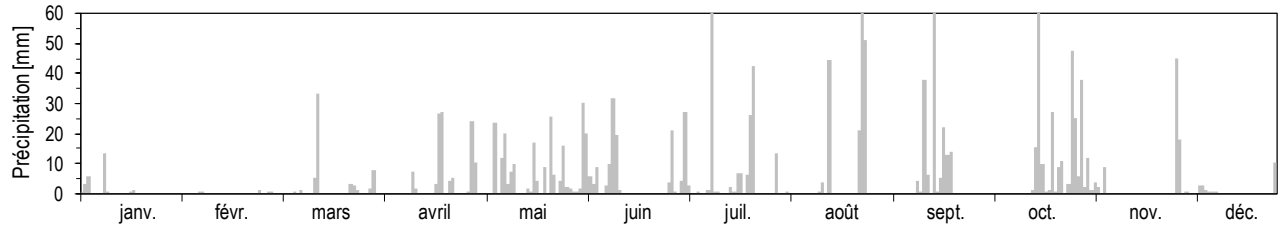
Lugano-Universitá (Urbain) L'année 2023 en chiffres

Moyennes journalières pour NO_2 et PM10

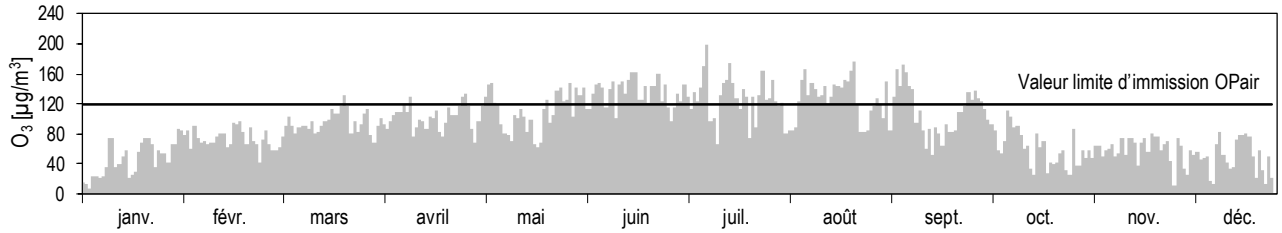




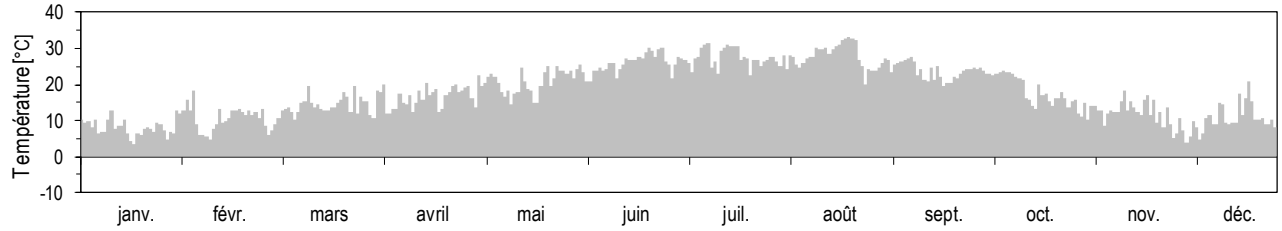
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Magadino-Cadenazzo (Rural, altitude < 1000 m) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
SO_2	Moyennes	µg/m³	0.68	0.77	0.50	0.72	0.24	0.54	0.66	0.28	0.53	0.67	0.70	0.53	0.57
	Moyenne journal. max.	µg/m³	1.73	1.61	0.83	1.74	0.62	0.94	0.98	0.83	1.29	1.32	1.48	1.59	1.74
	Moy. jour. > 100 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_2	Moyennes	µg/m³	22.8	21.6	11.4	10.1	6.4	5.4	6.0	5.8	7.5	11.2	15.0	21.0	11.9
	Moyenne journal. max.	µg/m³	34.0	41.9	18.1	20.9	10.4	8.7	9.8	8.5	11.4	16.1	29.1	39.2	41.9
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	9.7	5.8	1.5	1.0	0.5	0.5	0.7	0.6	1.2	1.8	5.4	10.4	3.2
	Moyenne journal. max.	µg/m³	27.1	17.9	5.1	4.2	1.3	1.1	1.2	1.0	3.6	4.5	25.5	58.9	58.9
NO_x	Moyennes	ppb	19.7	15.9	7.2	6.0	3.8	3.2	3.7	3.5	4.9	7.3	12.2	19.3	8.8
	Moyenne journal. max.	ppb	39.4	34.9	11.8	13.9	6.5	5.4	5.7	5.1	8.9	11.0	33.7	67.8	67.8
O_3	Moyennes	µg/m³	20	37	59	71	67	84	68	71	50	32	29	21	51
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	76	84	115	120	131	141	135	146	132	88	75	80	146
	Moyenne horaire max.	µg/m³	85	97	128	134	142	154	184	179	144	111	85	85	184
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	6	15	36	116	42	79	29	0	0	0	323
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Moyennes	µg/m³	18.1	27.9	17.0	9.3	8.5	13.1	12.5	12.6	12.0	14.5	9.8	15.6	14.2
	Moyenne journal. max.	µg/m³	33.3	58.0	32.1	25.5	14.7	29.5	26.0	33.6	22.5	30.7	18.9	30.4	58.0
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
PM2.5	Moyennes	µg/m³	13.1	19.6	12.0	5.4	5.3	8.0	7.5	7.2	6.8	7.7	5.8	12.0	9.1
	Moyenne journal. max.	µg/m³	25.3	47.3	25.2	14.8	11.0	13.8	15.6	15.7	13.2	14.5	11.9	25.3	47.3
Suie (EBC) PM2.5	Moyennes	µg/m³	0.96	0.94	0.47	0.26	0.20	0.26	0.21	0.21	0.36	0.45	0.57	0.96	0.48
RP	Moyennes	mg/(m² d)	11	23	56	29	44	78	80	82	57	102	106	17	57

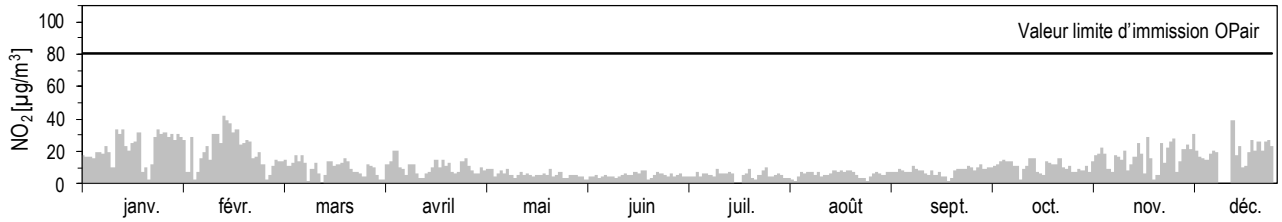
Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	3.3	5.3	9.6	12.2	16.8	21.5	23.2	22.5	18.9	14.9	6.4	4.4	13.3
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	518	407	294	106	0	0	0	0	0	59	407	482	2274
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	59	106	155	205	209	281	268	230	166	102	74	45	159
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	75	66	65	59	75	71	71	69	80	83	73	78	72
Précipitation	Total	mm	24	2	62	143	218	108	97	323	306	339	82	82	1784
Pression	Moyennes	hPa	993	1001	989	989	992	991	991	990	995	991	987	993	992

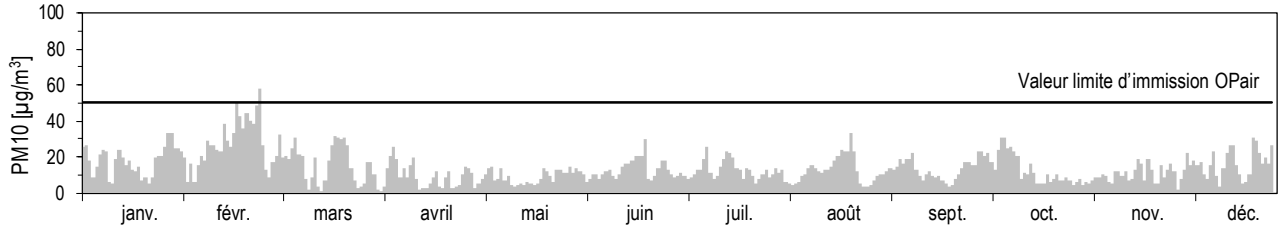
1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

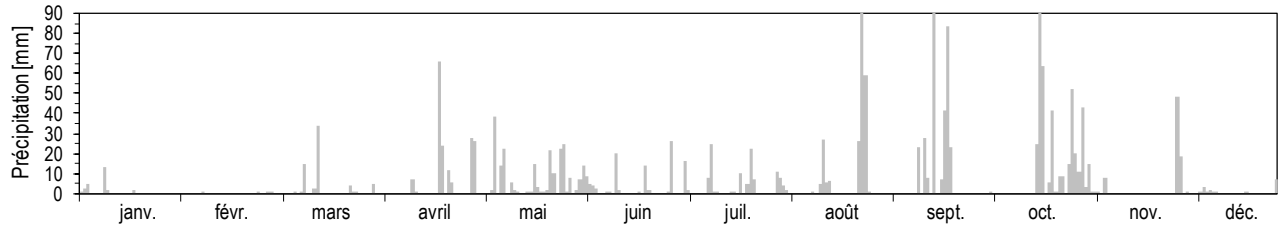
Magadino-Cadenazzo (Rural, altitude < 1000 m) L'année 2023 en chiffres

Moyennes journalières pour NO_2 et PM10

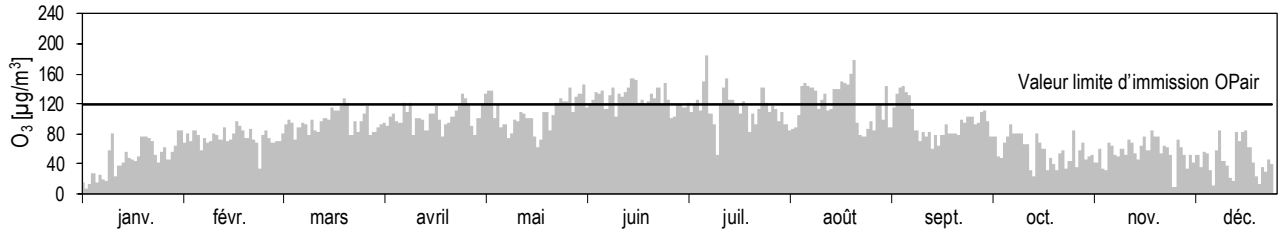




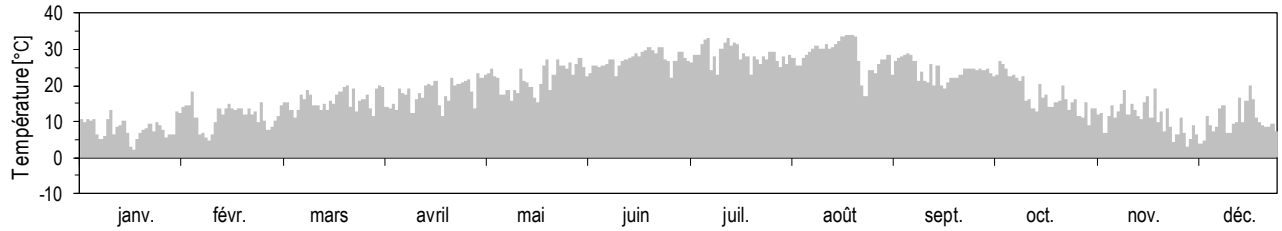
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Payerne (Rural, altitude < 1000 m) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
SO_2	Moyennes	µg/m³	0.19	0.30	0.19	0.23	0.27	0.30	0.25	0.29	0.31	0.18	0.13	0.13	0.23
	Moyenne journal. max.	µg/m³	0.42	0.52	0.35	0.44	0.66	0.51	0.46	0.59	0.61	0.31	0.24	0.31	0.66
	Moy. jour. > 100 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_2	Moyennes	µg/m³	10.8	15.1	9.5	6.7	6.3	7.4	5.9	5.9	8.0	8.9	8.0	11.3	8.6
	Moyenne journal. max.	µg/m³	27.7	23.6	22.9	11.8	9.1	9.7	13.4	10.7	12.2	18.6	23.6	23.6	27.7
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	0.8	1.8	0.9	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.8	1.5	0.7	1.4	0.8
	Moyenne journal. max.	µg/m³	3.7	6.8	5.0	2.8	1.3	1.1	1.0	0.8	2.4	4.5	2.7	5.6	6.8
NO_x	Moyennes	ppb	6.3	9.3	5.7	4.0	3.7	4.2	3.4	3.4	4.8	5.8	4.7	7.1	5.2
	Moyenne journal. max.	ppb	16.9	17.8	16.0	7.7	5.7	5.9	7.8	6.1	7.6	13.3	13.6	15.6	17.8
O_3	Moyennes	µg/m³	46	44	62	65	66	90	67	70	61	45	49	43	59
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	77	79	93	97	124	141	116	123	134	90	77	78	141
	Moyenne horaire max.	µg/m³	85	87	105	101	131	150	137	146	145	103	86	85	150
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	22	172	7	28	46	0	0	0	275
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Moyennes	mg/m³	0.21	0.24	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.17	0.19	0.19	0.19	0.22	0.19
	Moyenne journal. max.	mg/m³	0.33	0.33	0.35	0.29	0.21	0.23	0.23	0.21	0.27	0.29	0.30	0.33	0.35
	Moy. jour. > 8 mg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Moyennes	µg/m³	8.5	18.5	11.6	6.1	9.4	13.7	9.7	10.6	10.1	10.6	4.3	6.0	9.9
	Moyenne journal. max.	µg/m³	20.0	39.1	43.8	14.2	15.6	22.9	20.6	25.8	17.6	28.6	10.7	12.6	43.8
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Moyennes	µg/m³	6.4	14.4	8.6	4.3	5.8	8.0	5.5	6.1	6.5	6.3	2.6	4.3	6.5
	Moyenne journal. max.	µg/m³	16.9	33.2	36.9	11.1	10.2	11.3	11.4	11.6	11.6	16.8	8.1	11.2	36.9
Suie (EBC) PM2.5	Moyennes	µg/m³	0.28	0.46	0.28	0.17	0.20	0.26	0.18	0.20	0.30	0.31	0.17	0.27	0.26
RP	Moyennes	mg/(m² d)	15	7	20	33	39	46	106	50	70	65	56	8	43

Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	2.7	3.0	7.0	8.5	14.0	19.6	20.9	20.6	18.1	12.7	6.2	4.1	11.5
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	537	477	374	315	63	0	0	0	16	130	415	492	2819
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	40	105	126	168	233	300	264	213	198	115	48	39	154
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	79	77	72	74	74	62	64	66	75	79	82	84	74
Précipitation	Total	mm	52	2	64	57	36	22	91	69	55	131	195	144	916
Pression	Moyennes	hPa	961	969	956	958	960	959	959	959	961	957	955	961	960

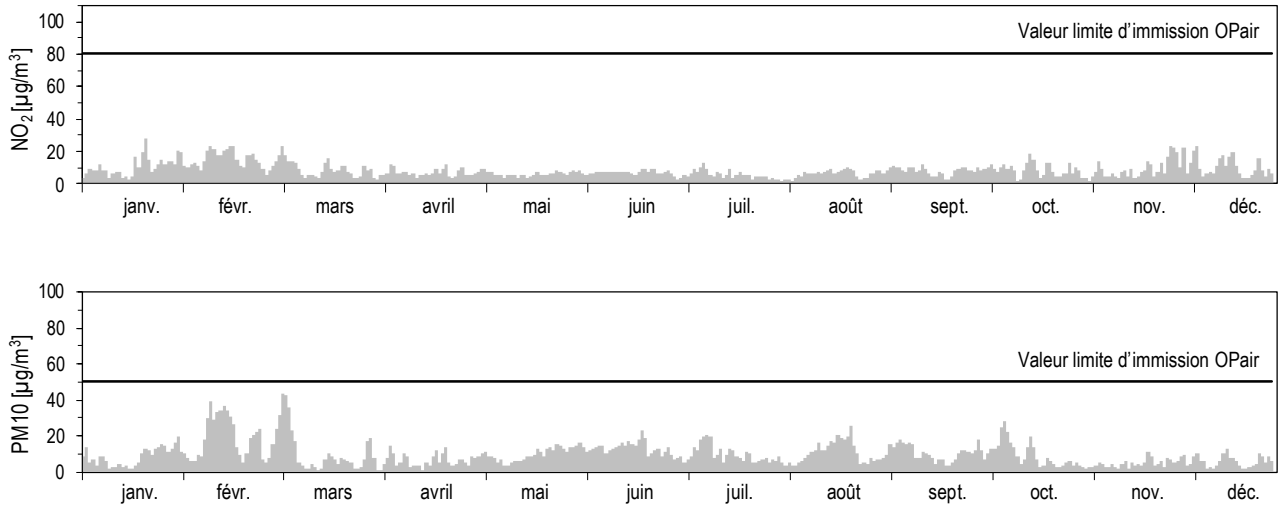
-) pas de mesures disponibles,

1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

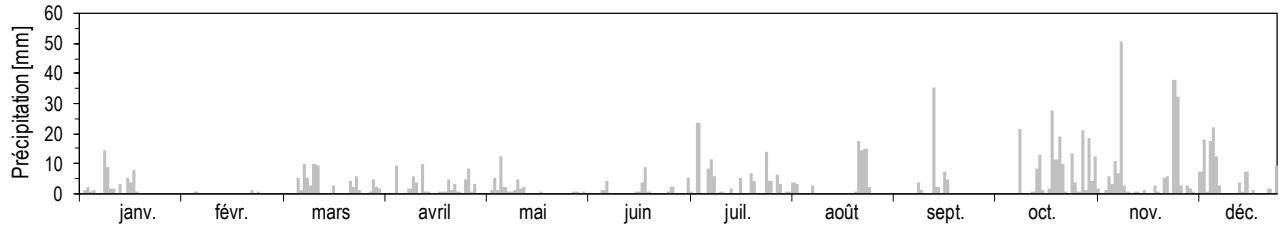
Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

Payerne (Rural, altitude < 1000 m) L'année 2023 en chiffres

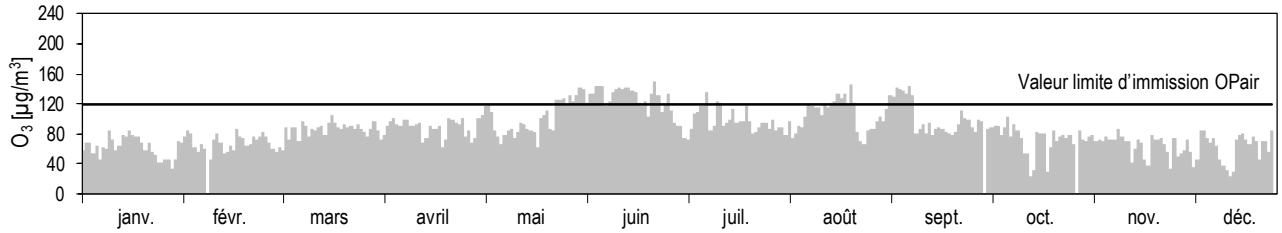
Moyennes journalières pour NO_2 et PM10



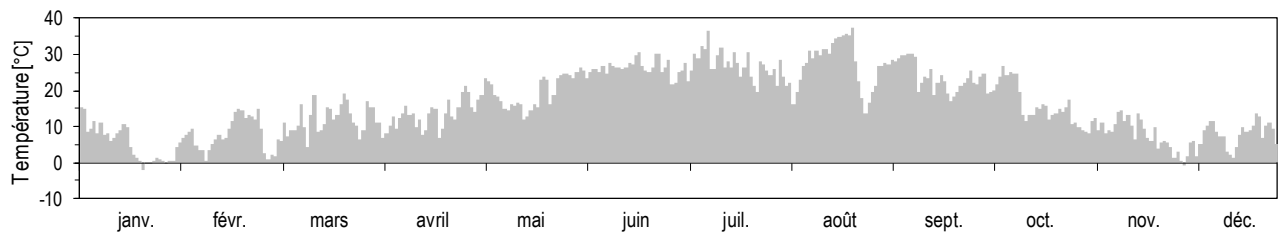
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Rigi-Seebodenalp (Rural, altitude < 1000 m) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
SO_2	Moyennes	µg/m³	0.27	0.27	0.27	0.24	0.24	0.34	0.27	0.26	0.26	0.24	0.22	0.20	0.25
	Moyenne journal. max.	µg/m³	0.80	0.52	0.62	0.48	0.67	0.48	0.38	0.48	0.48	0.39	0.40	0.34	0.80
	Moy. jour. > 100 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_2	Moyennes	µg/m³	4.8	5.7	5.6	3.6	4.2	4.7	2.7	2.8	3.4	3.1	2.3	2.7	3.8
	Moyenne journal. max.	µg/m³	15.3	16.9	15.5	7.5	6.9	6.0	3.8	4.7	5.0	6.5	6.9	18.2	18.2
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
	Moyenne journal. max.	µg/m³	1.0	1.3	1.0	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	0.4	1.7	1.7
NO_x	Moyennes	ppb	2.7	3.2	3.1	2.0	2.3	2.6	1.5	1.5	1.9	1.7	1.3	1.5	2.1
	Moyenne journal. max.	ppb	8.8	9.9	8.9	4.4	3.9	3.3	2.1	2.5	2.8	3.6	3.9	10.9	10.9
O_3	Moyennes	µg/m³	61	72	78	82	82	117	85	89	87	72	68	72	80
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	85	93	103	102	127	149	120	136	134	98	88	88	149
	Moyenne horaire max.	µg/m³	88	99	107	119	133	155	141	144	142	105	92	96	155
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	48	318	15	60	58	0	0	0	499
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Moyennes	mg/m³	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16
	Moyenne journal. max.	mg/m³	0.29	0.24	0.26	0.2	0.18	0.22	0.22	0.19	0.22	0.24	0.22	0.3	0.3
	Moy. jour. > 8 mg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Moyennes	µg/m³	4.3	7.5	8.3	4.4	7.2	12.1	7.9	9.7	8.4	9.6	1.8	1.7	6.9
	Moyenne journal. max.	µg/m³	13.8	19.9	31.2	12.6	14.6	16.6	20.0	33.1	16.2	40.1	3.9	3.3	40.1
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Moyennes	µg/m³	3.0	5.3	5.8	3.1	5.0	7.6	4.4	5.3	5.8	4.8	1.0	1.1	4.3
	Moyenne journal. max.	µg/m³	11.0	18.1	26.2	10.3	11.2	9.8	10.7	12.1	12.7	15.8	3.5	2.9	26.2
Suie (EBC) PM2.5	Moyennes	µg/m³	0.18	0.25	0.17	0.11	0.16	0.19	0.12	0.13	0.18	0.11	0.03	0.05	0.14
Particules	Moyennes	1/cm³	1539	2350	2686	2535	2936	3908	3595	3097	3201	2696	1623	1505	2640
RP	Moyennes	mg/(m² d)	2	3	17	33	36	21	48	71	28	14	22	3	25

Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	0.0	2.1	4.5	5.3	10.8	17.6	17.9	17.8	16.8	12.5	3.7	3.2	9.4
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	619	502	481	434	214	0	10	52	39	176	490	521	3538
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	30	80	103	143	179	308	229	192	188	107	34	33	136
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	83	74	78	86	90	68	79	79	84	75	86	74	80
Précipitation	Total	mm	32	31	79	133	191	55	151	179	68	76	205	156	1357
Pression	Moyennes	hPa	899	906	895	897	900	901	901	901	903	898	893	899	899

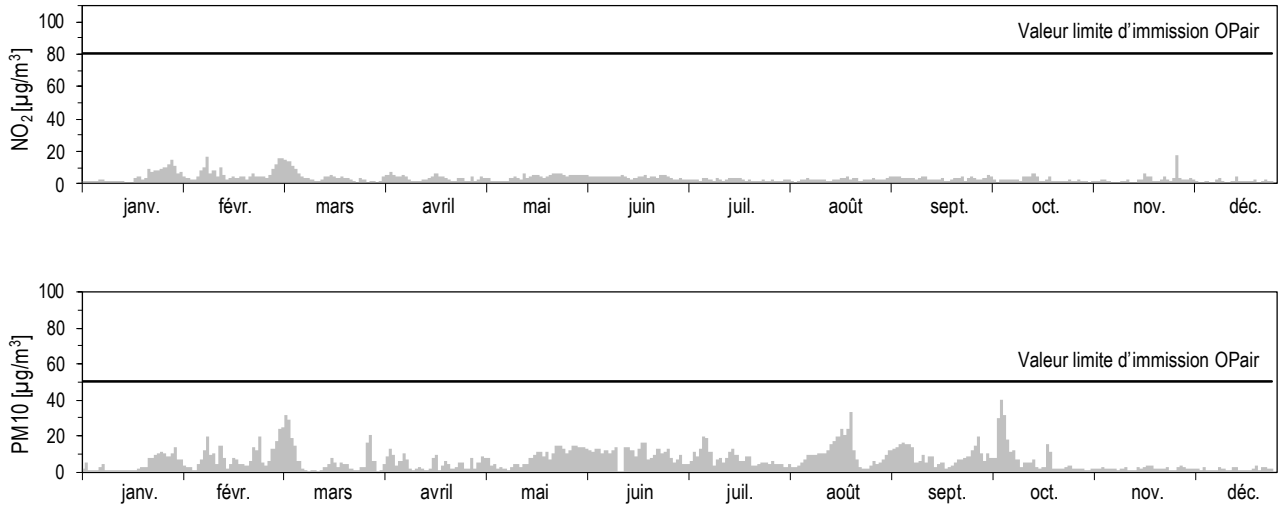
-) pas de mesures disponibles,

1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

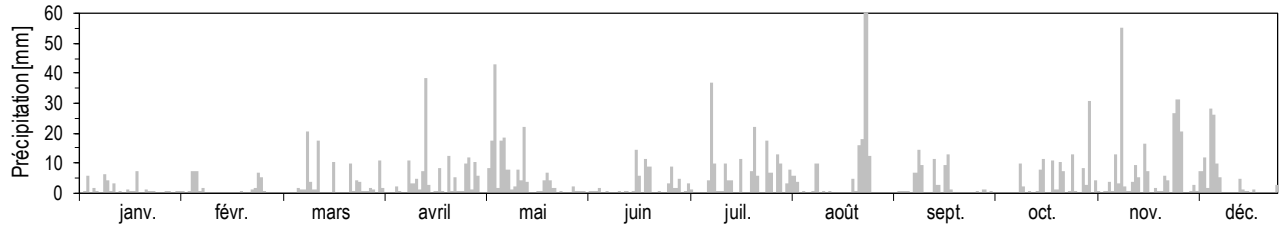
Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

Rigi-Seebodenalp (Ländlich, oberhalb 1000 m) L'année 2023 en chiffres

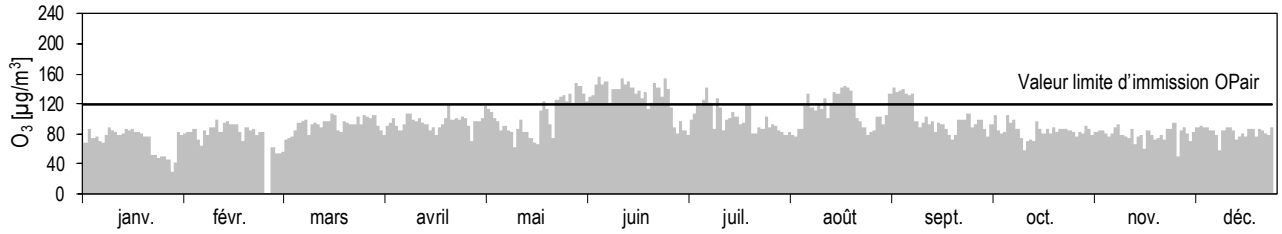
Moyennes journalières pour NO_2 et PM10



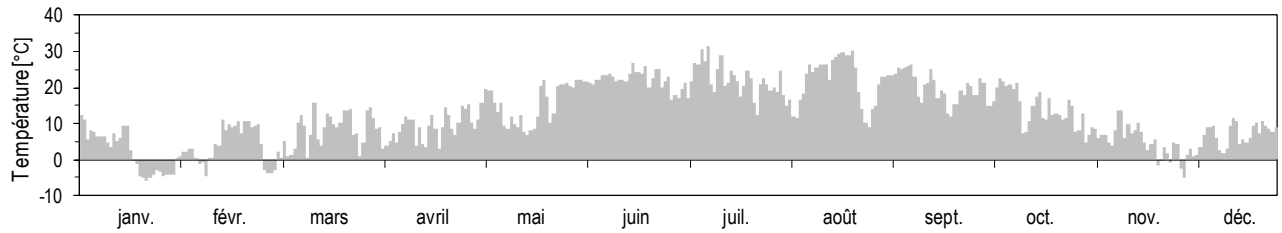
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Sion-Aéroport-A9 (Rural, autoroute) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
NO_2	Moyennes	µg/m³	42.6	38.2	25.9	16.1	13.4	14.3	12.9	13.8	17.9	25.4	30.4	40.8	24.3
	Moyenne journal. max.	µg/m³	59.3	53.5	38.9	24.3	22.9	21.1	19.2	24.1	26.5	39.3	56.9	61.2	61.2
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	26.1	20.2	9.5	4.7	3.8	2.9	3.2	3.3	6.5	13.7	22.1	33.3	12.4
	Moyenne journal. max.	µg/m³	58.9	36.4	22.3	8.8	8.0	5.9	5.6	6.9	14.1	29.3	49.4	81.5	81.5
NO_x	Moyennes	ppb	43.2	36.2	21.1	12.2	10.0	9.9	9.4	9.9	14.6	24.2	33.6	48.1	22.6
	Moyenne journal. max.	ppb	78.2	55.4	36.4	18.8	17.2	15.7	14.0	16.9	24.6	40.4	69.3	97.4	97.4
O_3	Moyennes	µg/m³	16	29	44	58	62	80	64	61	48	27	20	15	44
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	63	75	93	99	111	131	113	111	115	75	69	65	131
	Moyenne horaire max.	µg/m³	73	85	103	111	121	140	136	118	124	90	83	82	140
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	1	72	4	0	3	0	0	0	80
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Moyennes	µg/m³	21.7	25.4	15.8	9.2	11.4	17.4	14.8	13.6	15.0	17.3	12.4	14.9	15.7
	Moyenne journal. max.	µg/m³	44.1	50.0	40.1	19.3	20.4	35.8	32.2	44.8	24.9	36.6	26.3	23.1	50.0
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Moyennes	µg/m³	11.5	10.8	8.5	4.3	5.4	8.4	7.0	6.1	6.7	6.4	5.9	8.5	7.4
	Moyenne journal. max.	µg/m³	25.4	17.1	28.2	9.0	9.4	13.0	13.8	14.2	12.6	12.0	10.2	13.6	28.2

Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	0.2	3.7	7.6	10.3	15.9	21.0	22.0	21.4	19.0	13.0	4.9	2.6	11.8
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	614	455	369	256	26	0	0	0	0	125	452	538	2835
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	57	126	140	201	267	296	285	239	202	121	50	42	169
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	80	65	67	63	65	58	60	60	68	74	82	82	69
Précipitation	Total	mm	46	0	123	53	39	36	78	58	36	48	178	127	822
Pression	Moyennes	hPa	963	969	958	958	959	959	960	960	962	958	956	963	960

1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

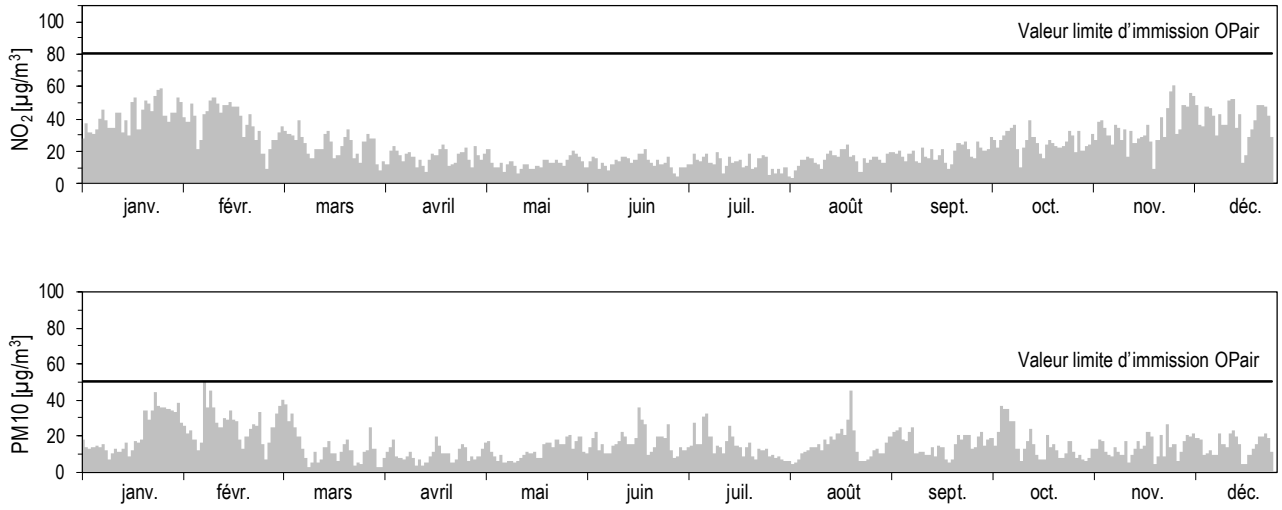
Trafic		janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Compteur de trafic	Nb vehicules par jour	43687	-	-	46250	46854	46955	46837	47410	49953	48199	45196	45438	46678

-) erreur instrumentale: pas de mesures disponibles, *) série incomplète, moins de 80% des mesures disponibles.

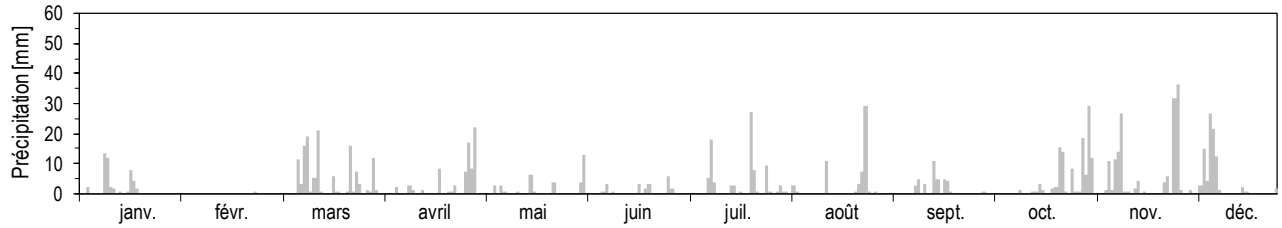
Les données de comptage de trafic ont été relevées par l'Office fédéral des routes (OFROU).

Sion-Aéroport-A9 (Rural, autoroute) L'année 2023 en chiffres

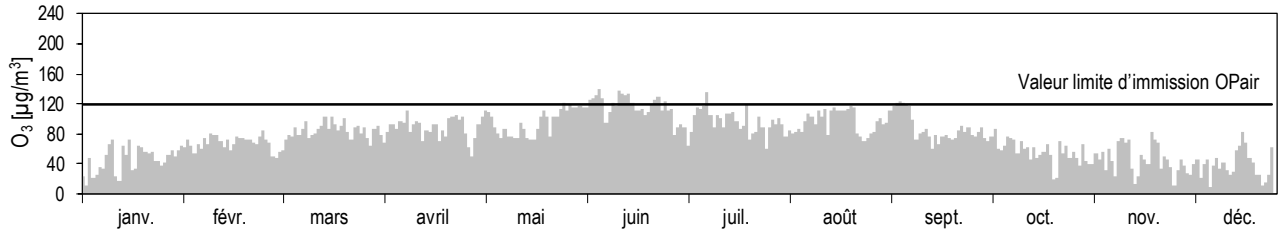
Moyennes journalières pour NO_2 et PM10



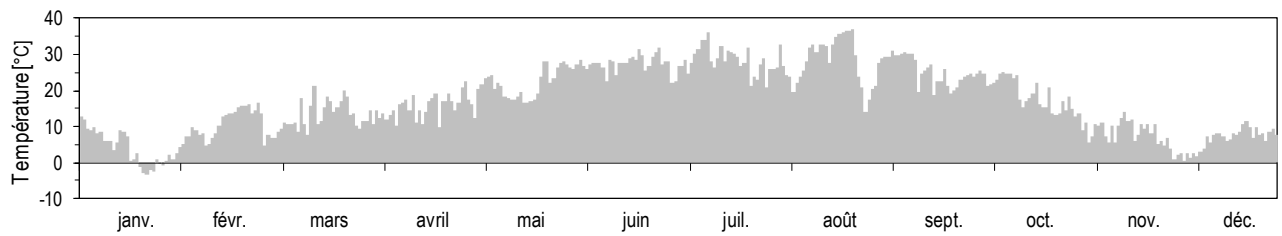
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Tänikon (Rural, altitude < 1000 m) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
NO_2	Moyennes	µg/m³	10.1	12.6	8.5	6.4	5.3	6.6	4.2	5.3	6.9	8.1	7.7	11.8	7.8
	Moyenne journal. max.	µg/m³	18.6	24.4	17.7	11.9	7.7	10.3	7.5	9.8	13.0	16.5	33.4	41.1	41.1
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	1.3	3.2	1.4	1.0	0.8	0.4	0.3	0.6	1.3	2.5	1.2	2.4	1.4
	Moyenne journal. max.	µg/m³	3.1	16.1	5.1	3.7	2.0	1.2	1.1	1.8	4.8	10.3	7.8	13.9	16.1
NO_x	Moyennes	ppb	6.3	9.2	5.5	4.1	3.4	3.8	2.5	3.2	4.7	6.3	5.1	8.1	5.2
	Moyenne journal. max.	ppb	12.2	25.7	12.4	9.2	5.4	6.3	4.6	6.5	10.6	16.8	23.7	32.4	32.4
O_3	Moyennes	µg/m³	47	46	64	66	65	92	69	67	56	43	51	46	59
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	77	78	96	97	124	147	122	134	129	91	80	79	147
	Moyenne horaire max.	µg/m³	84	88	107	104	130	172	151	153	144	108	87	88	172
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	30	198	17	45	20	0	0	0	310
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Moyennes	µg/m³	7.6	14.9	12.3	6.4	10.0	13.5	9.3	10.4	11.0	12.0	4.9	6.1	9.8
	Moyenne journal. max.	µg/m³	16.0	28.3	46.6	15.9	17.0	18.8	19.4	24.5	18.7	30.9	12.4	17.5	46.6
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Moyennes	µg/m³	5.6	10.5	8.3	4.4	6.2	8.2	5.4	6.2	7.0	6.4	2.8	4.6	6.3
	Moyenne journal. max.	µg/m³	14.4	24.0	39.2	11.2	12.1	11.2	10.9	11.5	12.9	14.8	9.2	15.5	39.2

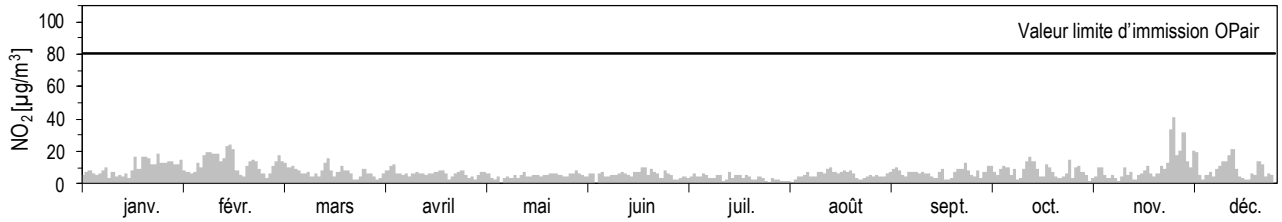
Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	2.7	2.7	6.8	7.9	13.3	19.0	19.5	19.1	17.2	12.1	5.7	3.4	10.8
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	536	486	381	345	122	0	0	9	26	176	429	514	3023
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	35	84	113	153	194	307	241	195	185	101	41	34	140
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	80	78	71	76	77	62	70	75	79	80	82	83	76
Précipitation	Total	mm	59	18	142	133	123	48	141	157	41	72	216	151	1299
Pression	Moyennes	hPa	955	963	950	953	955	954	954	954	956	951	948	954	954

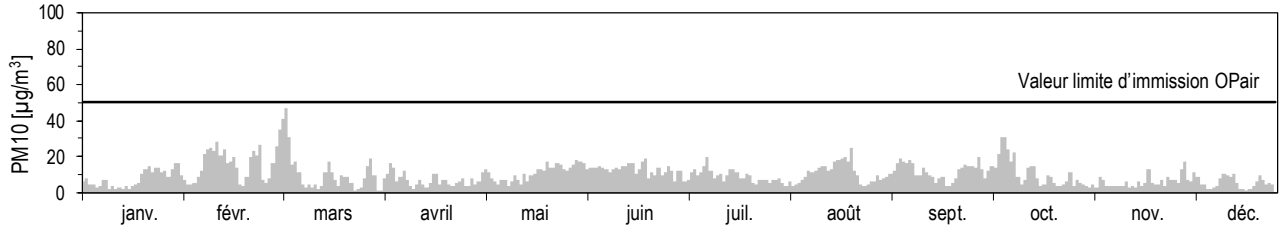
1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

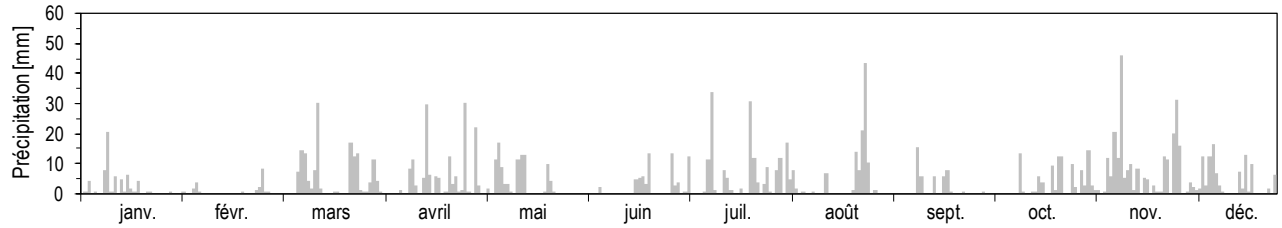
Tänikon (Rural, altitude < 1000 m) L'année 2023 en chiffres

Moyennes journalières pour NO_2 et PM10

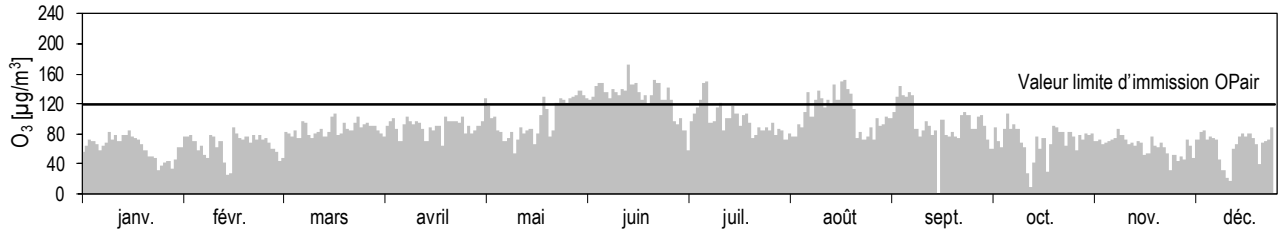




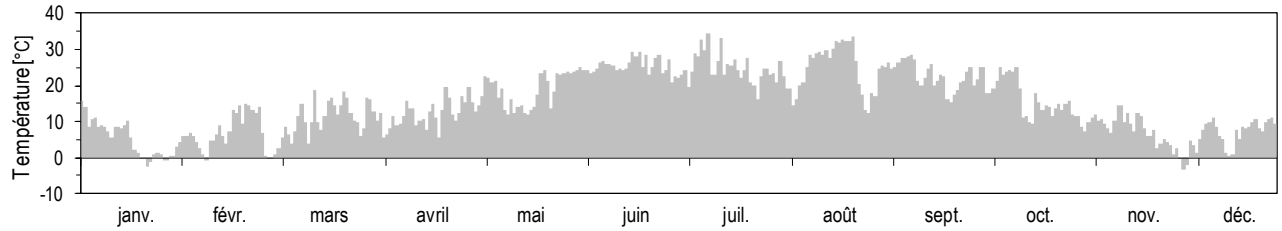
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



Zürich-Kaserne (Urbain) L'année 2023 en chiffres

Polluants			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
SO_2	Moyennes	µg/m³	0.42	0.56	0.35	0.24	0.31	0.37	0.36	0.21	0.36	0.38	0.19	0.30	0.34
	Moyenne journal. max.	µg/m³	1.74	1.19	0.83	0.69	0.65	0.64	1.73	0.42	0.78	0.93	0.61	0.73	1.74
	Moy. jour. > 100 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_2	Moyennes	µg/m³	19.7	28.8	20.3	14.4	12.1	12.8	10.9	12.4	18.7	21.3	16.4	23.7	17.6
	Moyenne journal. max.	µg/m³	43.7	57.9	44.7	30.6	19.7	19.4	20.7	19.7	34.0	35.6	49.8	52.7	57.9
	Moy. jour. > 80 µg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Moyennes	µg/m³	2.9	9.5	2.5	1.6	1.2	0.9	1.1	1.0	2.3	5.3	3.1	6.4	3.1
	Moyenne journal. max.	µg/m³	17.7	36.0	12.7	6.0	3.3	1.5	2.2	2.0	10.1	26.6	24.5	35.1	36.0
NO_x	Moyennes	ppb	12.6	22.6	12.6	8.8	7.2	7.4	6.6	7.3	11.6	15.4	11.1	17.5	11.7
	Moyenne journal. max.	ppb	29.6	55.1	32.3	19.3	12.3	11.4	11.8	11.5	25.9	37.1	45.7	53.6	55.1
O_3	Moyennes	µg/m³	40	38	57	65	70	101	69	71	60	39	46	36	58
	Val. 98 % moy. semi-hor.	µg/m³	75	72	95	96	126	151	121	145	142	89	77	77	151
	Moyenne horaire max.	µg/m³	82	75	102	107	132	158	140	182	153	101	84	84	182
	Moy. hor. > 120 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	45	205	17	55	37	0	0	0	359
	Moy. hor. > 180 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Moy. hor. > 240 µg/m³	Nb heures	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Moyennes	mg/m³	0.25	0.31	0.26	0.26	0.27	0.28	0.33	0.35	0.39	0.36	0.30	0.33	0.31
	Moyenne journal. max.	mg/m³	0.34	0.48	0.39	0.37	0.36	0.47	0.47	0.50	0.56	0.56	0.45	0.51	0.56
	Moy. jour. > 8 mg/m³	Nb jours	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH4	Moyennes	mg/m³	1.37	1.42	1.37	1.37	1.37	1.36	1.34	1.35	1.41	1.41	1.37	1.42	1.38
NMVOC	Moyennes	µg/m³	43	49	35	29	22	38	41	35	49	53	27	37	38
	Moyenne journal. max.	µg/m³	79	103	84	68	50	141	221	92	93	157	87	92	221
PM10	Moyennes	µg/m³	10.1	19.6	13.8	8.1	11.2	15.7	12.7	13.2	12.9	13.9	5.8	8.7	12.1
	Moyenne journal. max.	µg/m³	20.7	37.4	50.1	17.6	20.6	33.1	24.2	29.5	23.4	34.4	14.8	22.8	50.1
	Moy. jour. > 50 µg/m³	Nb jours	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Moyennes	µg/m³	7.6	13.8	9.7	5.6	7.2	9.6	7.8	7.8	8.7	8.5	3.6	7.0	8.0
	Moyenne journal. max.	µg/m³	17.0	26.5	40.8	12.5	17.4	21.0	17.2	17.1	18.1	24.9	11.7	21.8	40.8
Suie (EBC) PM2.5	Moyennes	µg/m³	0.34	0.60	0.34	0.22	0.26	0.31	0.27	0.30	0.44	0.47	0.21	0.35	0.34
RP	Moyennes	mg/(m² d)	14	30	37	51	72	40	126	64	52	30	42	20	48

Météorologie			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Température	Moyennes	°C	4.3	4.8	8.4	9.8	15.7	22.5	22.4	21.9	20.3	14.4	7.5	5.1	13.1
	Degrés-jours chauf.[1)]	(°C*d)	487	425	319	270	34	0	0	0	0	68	361	462	2425
Rayonnement global	Moyennes	W/m²	34	89	112	157	205	304	243	205	189	108	-	-	-
Humidité relative	Moyennes	% r.F.	78	73	67	70	70	50	62	67	70	76	80	84	71
Précipitation	Total	mm	49	19	94	92	98	37	129	146	46	55	195	147	1106
Pression	Moyennes	hPa	971	979	966	968	970	968	969	968	971	966	964	971	969

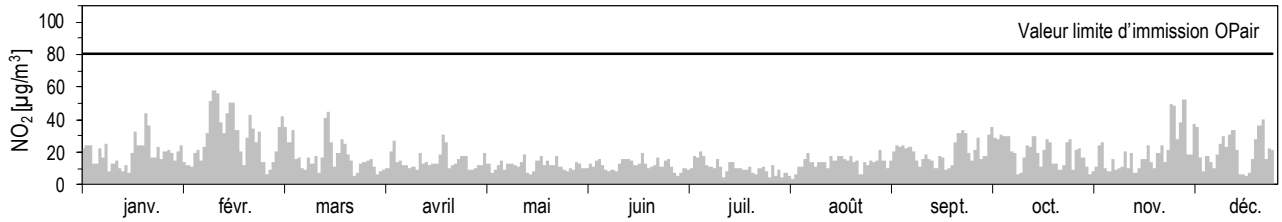
-) pas de mesures disponibles,

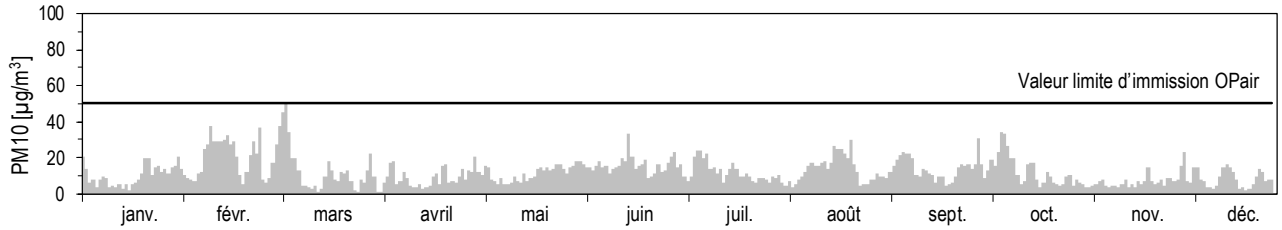
1) Degrés-jours de chauffage: somme mensuelle des différences journalières entre la température ambiante (20 °C) et la température moyenne de tous les jours de chauffage (jour de chauffage: journée dont la température moyenne est inférieure ou égale à 12 °C)

Les données météorologiques ont été relevées par MétéoSuisse.

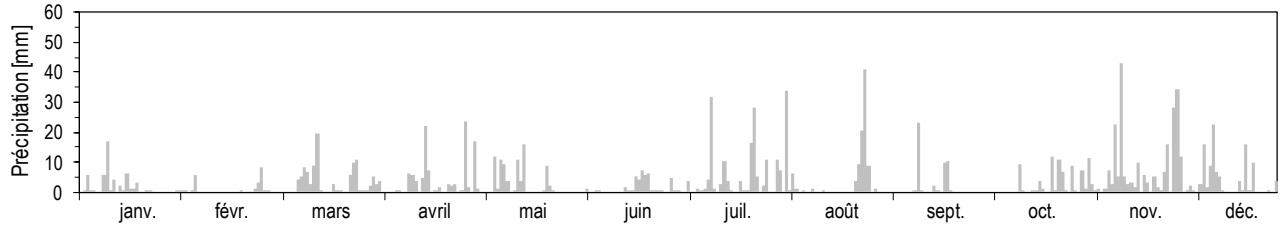
Zürich-Kaserne (Urbain) L'année 2023 en chiffres

Moyennes journalières pour NO_2 et PM10

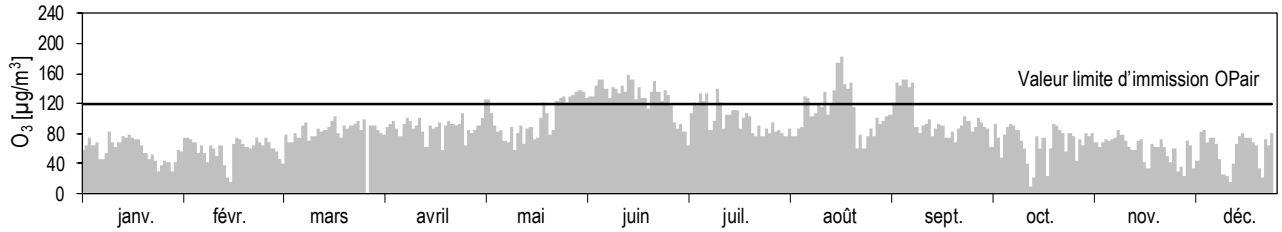




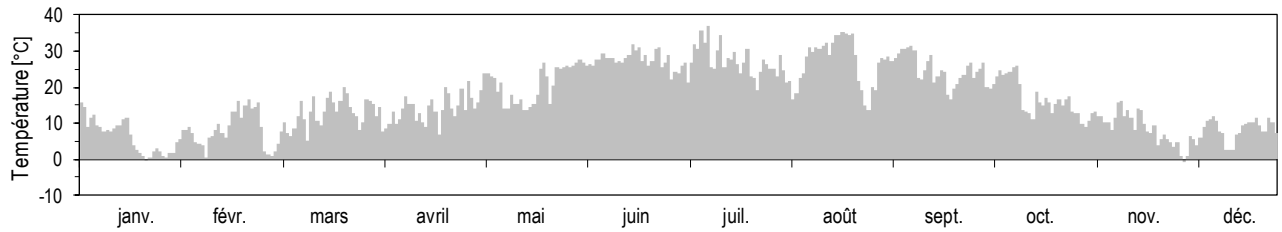
Sommes journalières des précipitations



Moyennes horaires maximales par jour pour O_3



Moyennes horaires maximales par jour de la température



16 Valeurs des COV

Bern-Bollwerk (Urbain, trafic) L'année 2023 en chiffres

COV composés aromatique			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Benzène	Moyennes	µg/m³	0.54	0.57	0.40	0.31	0.36	0.35	0.25	0.44	0.63	0.95	0.55	0.66	0.51
Toluène	Moyennes	µg/m³	0.87	1.12	0.76	0.59	1.04	1.37	1.14	1.77	2.11	2.10	1.45	1.66	1.33
Ethylbenzène	Moyennes	µg/m³	0.10	0.12	0.09	0.06	0.12	0.16	0.13	0.32	0.36	0.34	0.21	0.23	0.19
m/p-xylène	Moyennes	µg/m³	0.35	0.44	0.30	0.22	0.44	0.57	0.45	1.13	1.27	1.23	0.86	0.95	0.69
o-xylène	Moyennes	µg/m³	0.10	0.13	0.09	0.06	0.12	0.17	0.13	0.36	0.39	0.37	0.24	0.25	0.21

Facteurs de transformation (F): [ppb] * F = [µg/m³]
F_Benzène = 3,25 F_Toluène = 3,83 F_Ethylbenzène = 4,41 F_m/p-Xylène = 4,41 F_o-Xylène = 4,41

Beromünster (Rural, altitude < 1000 m) L'année 2023 en chiffres

COV composés aromatique			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Benzène	Moyennes	µg/m³	0.46	0.47	0.35	0.26	0.15	0.11	0.11	0.13	0.20	0.29	0.29	0.37	0.26
Toluène	Moyennes	µg/m³	0.36	0.45	0.30	0.20	0.20	0.28	0.25	0.40	0.50	0.58	0.42	0.45	0.36
Ethylbenzène	Moyennes	µg/m³	0.03	0.04	0.03	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.01	0.01	0.03
m/p-xylène	Moyennes	µg/m³	0.10	0.13	0.08	0.05	0.05	0.10	0.10	0.12	0.15	0.20	0.11	0.14	0.11
o-xylène	Moyennes	µg/m³	0.04	0.05	0.03	0.01	0.01	0.04	0.04	0.04	0.06	0.09	0.05	0.05	0.04

Facteurs de transformation (F): [ppb] * F = [µg/m³]
F_Benzène = 3,25 F_Toluène = 3,83 F_Ethylbenzène = 4,41 F_m/p-Xylène = 4,41 F_o-Xylène = 4,41

-) pas de mesures disponibles, *) série incomplète, plus de 80% des mesures disponibles.

Hydrocarbures saturés			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Ethane	Moyennes	µg/m³	2.62	2.76	2.64	2.48	1.90	1.41	1.02	1.04	1.33	1.60	1.94	2.24	1.92
Propane	Moyennes	µg/m³	1.63	1.73	1.44	1.07	0.71	0.55	0.38	0.51	0.71	0.85	1.10	1.39	1.00
n-Butane	Moyennes	µg/m³	0.87	0.97	0.70	0.48	0.41	0.39	0.26	0.36	0.52	0.58	0.53	0.79	0.57
n-Pentane	Moyennes	µg/m³	0.31	0.38	0.28	0.21	0.23	0.25	0.14	0.16	0.25	0.28	0.20	0.29	0.25
n-Hexane	Moyennes	µg/m³	0.09	0.09	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.09	0.06
Isobutane	Moyennes	µg/m³	0.44	0.48	0.37	0.25	0.20	0.18	0.12	0.17	0.26	0.29	0.27	0.41	0.29
Isopentane	Moyennes	µg/m³	0.44	0.56	0.39	0.31	0.37	0.45	0.34	0.44	0.65	0.63	0.35	0.49	0.45
Σ Isohexane	Moyennes	µg/m³	0.38	0.44	0.34	0.29	0.29	0.28	0.24	0.30	0.39	0.44	0.34	0.38	0.34
Σ Isoheptane	Moyennes	µg/m³	0.26	0.34	0.22	0.16	0.18	0.17	0.14	0.17	0.25	0.32	0.22	0.26	0.22

Facteurs de transformation (F): [ppb] * F = [µg/m³]
F_Ethane = 1,25 F_Propane = 1,83 F_n-Butane = 2,42 F_n-Pentane = 3,00 F_n-Hexane = 3,58
F_Isobutane = 2,42 F_Isopentane = 3,00 F_total Isohexane = 3,58 F_total Isoheptane = 4,17

Hydrocarbures non saturés			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Ethène	Moyennes	µg/m³	0.86	0.80	0.54	0.41	0.33	0.22	0.19	0.21	0.27	0.42	0.48	0.71	0.45
Propène	Moyennes	µg/m³	0.16	0.13	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.08	0.10	0.11	0.08
Σ Butène	Moyennes	µg/m³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ Pentène	Moyennes	µg/m³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethyne	Moyennes	µg/m³	0.55	0.58	0.46	0.37	0.24	0.17	0.14	0.16	0.22	0.28	0.33	0.48	0.33
Isoprène	Moyennes	µg/m³	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.10	0.33	0.23	0.13	0.10	0.03	0.02	0.08
1,3-Butadiène	Moyennes	µg/m³	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01

-) pas de mesures disponibles
Facteurs de transformation (F): [ppb] * F = [µg/m³]
F_Ethène = 1,17 F_Propène= 1,75 F_total Butène = 2,33 F_total Pentène = 2,92 F_Ethyne = 1,08
F_Isoprène = 2,83 F_1,3-Butadiène = 2,25

Dübendorf-Empa (Suburbain) L'année 2023 en chiffres

COV composés aromatique			janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
Benzène	Moyennes	µg/m³	0.40	-	0.30	0.30	0.24	0.29	0.23	0.32	0.51	0.60	0.41	0.64	0.39
Toluène	Moyennes	µg/m³	1.03	-	1.18	0.61	0.70	0.87	0.96	1.24	1.75	1.74	1.05	1.29	1.13

Facteurs de transformation (F): [ppb] * F = [µg/m³]
F_Benzène = 3,25 F_Toluène = 3,83

Annexe

Annexe A1: valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air

Annexe A2: description des emplacements

Annexe A3: programme de mesure

Annexe A4: méthodes de mesure

Annexe A5: Facteurs de conversion des concentrations

Annexe A6: homogénéisation des séries de mesures de la station de Berne

Annexe A1: Valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air

L'appréciation de la pollution de l'air requiert une comparaison des concentrations de polluants mesurées avec les valeurs limites d'immission arrêtées dans l'ordonnance sur la protection de l'air (tab. A1). Fixées en fonction des exigences énoncées dans la loi sur la protection de l'environnement, ces valeurs indiquent quelles charges ne doivent pas être dépassées si l'on veut éviter des effets nuisibles. Ce faisant, on distingue deux types de valeurs limites d'immission: les valeurs limites à brève échéance (p. ex. moyennes horaires, moyennes journalières ou valeur 95 % des moyennes semi-horaires), qui reflètent les fortes fluctuations des concentrations de polluants dans l'air, ainsi que les pics momentanés de pollution, et les valeurs limites à longue échéance (p. ex. les moyennes annuelles), qui, elles, servent à évaluer des charges constantes de polluants. Dans le présent rapport, la gravité de la pollution de l'air est toujours considérée en fonction de ces valeurs limites d'immission.

Tab. 25: Valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air

Polluant	Valeur limite d'immission	Définition statistique
Dioxyde d'azote (NO_2)	30 µg/m³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	100 µg/m³	95 % des moyennes semi-horaires d'une année ≤ 100 µg/m³
	80 µg/m³	Moyenne par 24h; ne doit en aucun cas être dépassé plus d'une fois par année
Poussières fines PM10	20 µg/m³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	50 µg/m³	Moyenne par 24h; ne doit en aucun cas être dépassé plus de trois fois par année
Poussières fines PM2.5	10 µg/m³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Ozone (O_3)	100 µg/m³	98 % des moyennes semi-horaires d'un mois ≤ 100 µg/m³
	120 µg/m³	Moyenne horaire; ne doit en aucun cas être dépassé plus d'une fois par année
Dioxyde de soufre (SO_2)	30 µg/m³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	100 µg/m³	95 % des moyennes semi-horaires d'une année ≤ 100 µg/m³
	100 µg/m³	Moyenne par 24h; ne doit en aucun cas être dépassé plus d'une fois par année
Monoxyde de carbone (CO)	8 mg/m³	Moyenne par 24h; ne doit en aucun cas être dépassé plus d'une fois par année
Plomb (Pb) dans les poussières fines (PM10)	500 ng/m³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Cadmium (Cd) dans les poussières fines (PM10)	1,5 ng/m³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Retombées de poussières totales	200 mg/(m² d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Plomb (Pb) dans les retombées de poussières	100 µg/(m² d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Cadmium (Cd) dans les retombées de poussières	2 µg/(m² d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Zinc (Zn) dans les retombées de poussières	400 µg/(m² d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Thallium (Tl) dans les retombées de poussières	2 µg/(m² d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)

Remarque: mg = milligramme, 1 mg = 0,001 g; µg = microgramme, 1 µg = 0,001 mg; ng = nanogramme, 1 ng = 0,001 µg
Le symbole «≤» signifie «inférieur ou égal»

Annexe A2: Description des emplacements des stations

Les coordonnées et l'altitude des stations correspondent aux emplacements actuels. Au cours des dernières années, l'emplacement de certaines stations comme celles de Bern, Lugano ou Zürich a été légèrement modifié. Ces changements sont documentés dans le rapport technique 2023 sur le réseau NABEL : (*Rapports NABEL*).

Tab. 26: Emplacements des stations NABEL

Lieu; altitude; coordonnées	Type de site	Description détaillée
Basel-Binningen 316 m 2'610'890/1'265'605; 47°32'28''/7°35'00''	Suburbain	Terrain de l'ancien Institut astronomique de l'université; jardin public, peu de constructions et de trafic à proximité, centre-ville à 2 km, centre industriel à 4–6 km.
Bern-Bollwerk 536 m 2'600'170/1'199'990; 46°57'04''/7°26'27''	Urbain, trafic	Secteur de la gare; mesures dans une rue bordée de bâtiments d'un côté avec un trafic intense. Quartier où la proportion de bureaux est élevée. Les appareils de mesure des poussières fines sont situés à environ 80 m des appareils mesurant les polluants gazeux, de l'autre côté de la rue (coordonnées: 600 135/199 910)
Beromünster 797 m 2'655'840/1'226'780; 47°11'23''/8°10'32''	Rural, altitude < 1000 m	La station se trouve à la base d'une antenne désaffectée de 217 mètre de haut (antenne de l'ancien émetteur radio national), au sommet du Blosenberg, dans un environnement agricole du canton de Lucerne.
Chaumont 1136 m 2'565'085/1'211'040; 47°02'58''/6°58'45''	Rural, altitude > 1000 m	Zone à agriculture extensive, terrain ouvert, à 700 m au-dessus des lacs de Neuchâtel et de Bienne; à 4,5 km de Cressier et à 7 km de Neuchâtel.
Davos-Seehornwald 1637 m 2'784'455/1'187'735; 46°48'55''/9°51'21''	Rural, altitude > 1000 m	Au sud-est du lac et à 70 m au-dessus de son niveau; sonde de prélèvement sur une tour de 35 m; dans la forêt à 3 km de Davos.
Dübendorf-Empa 432 m 2'688'675/1'250'900; 47°24'11''/8°36'48''	Suburbain	Terrain ouvert de l'Empa, région très habitée, avec industrie, réseau routier important et autoroute, distance par rapport à la route la plus proche: 150 m.
Härkingen-A1 431 m 2'628'875/1'240'180; 47°18'43''/7°49'14''	Rural, autoroute	Zone agricole, terrain ouvert, à 10 m du bord de l'autoroute A1, côté nord, et à env. 1 km à l'est de l'échangeur A1/A2.
Jungfraujoch 3580 2'641'910/1'155'280; 46°32'51''/7°59'06''	Haute montagne	Dans le bâtiment du Sphinx, observatoire de la Station de recherches de haute montagne du Jungfraujoch (recensement de la pollution de fond dans la troposphère).
Lägeren 689 m 2'669'780/1'259'020; 47°28'42''/8°21'52''	Rural, altitude < 1000 m	Sur le flanc sud du Lägeren, à 300 m au-dessus de la vallée de la Limmat, une zone très peuplée et avec beaucoup de trafic; 3–4 km jusqu'à l'A1; sonde de prélèvement sur une tour de 45 m. Arrêt prolongé en 2000 pour cause de dégâts de tempête. Mesure terminée le 31 décembre 2017.
Lausanne-César-Roux 530 m 2'538'690/1'152'615; 46°31'19''/6°38'23''	Urbain, trafic	Près de la bibliothèque Pour Tous, rue César-Roux. Bâtiments dispersés des deux côtés de la rue. Quartier d'immeubles, école, entreprises de services et beaucoup de trafic.
Lugano-Università 280 m 2'717'610/1'096'645; 46°00'40''/8°57'26''	Urbain	Sur le campus de l'Université de la Suisse italienne / USI, au centre-ville; quartier d'habitations et de commerces; pas directement au bord de la route mais avec un trafic important sur les routes environnantes.
Magadino-Cadenazzo 203 m 2'715'500/1'113'195; 46°09'37''/8°56'02''	Rural, altitude < 1000 m	Sur le territoire de l'Institut de recherches agricoles de Cadenazzo, zone à agriculture intensive, terrain ouvert; la route la plus proche est à 1 km environ.
Payerne 489 m 2'562'285/1'184'775; 46°48'47''/6°56'40''	Rural, altitude < 1000 m	Station aérologique de MétéoSuisse; terrain ouvert, région rurale, à 1 km de Payerne.
Rigi-Seebodenalp 1031 m 2'677'835/1'213'440;47°04'03''/8°27'48''	Rural, altitude > 1000 m	Flanc nord du Rigi, zone à agriculture extensive, terrain ouvert, à 600 m au-dessus du lac des Quatre-Cantons; à 12 km de Lucerne et de Zoug.
Sion-Aéroport-A9 483 m 2'592'545/1'118'745; 46°13'13''/7°20'31''	Rural, autoroute	Terrain d'aviation, large plaine alpine; bâtiments de faible hauteur et cultures fruitières; centre de Sion à 2 km; autoroute à 30 m depuis 1989.
Tänikon 538 m 2'710'500/1'259'810; 47°28'47''/8°54'17''	Rural, altitude < 1000 m	Station de recherches agricoles, terrain ouvert; région rurale, peu urbanisée. A 1 km d'Aadorf.
Zürich-Kaserne 409 m 2'682'450/1'247'990; 47°22'39''/8°31'50''	Urbain	Cour de l'arsenal de la caserne, arrière-cour au centre-ville; quartier d'habitation important, petits commerces et magasins, pas d'artère à grand trafic à proximité.

Annexe A3: Programme de mesure NABEL

Tab. 27: Programme de mesure NABEL (état au 1er janvier 2024)

			EMEP GAW	EMEP				EMEP GAW				EMEP	EMEP GAW		EMEP	
Mesurage	**BAS**	**BER**	**BRM**	**CHA**	**DAV**	**DUE**	**HAE**	**JUN**	**LAU**	**LUG**	**MAG**	**PAY**	**RIG**	**SIO**	**TAE**	**ZUE**
Dioxyde de soufre (SO_2)	X					X	X	X		X	X	X	X			X
Oxydes d'azote (NO_x, NO_2, NO)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NO_2 méthodes sélectives			X					X				X	X			
Protoxyde d'azote (N_2O)			X					X								
Ozone (O_3)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Monoxyde de carbone (CO)		X	X			X	X	X	X	X		X	X			X
Dioxyde de carbone (CO_2)			XB				X	X				X	X			
Méthane (CH_4)			XB			X	X	X		X						X
Composés organiques volatils non méthanique (COVNM)						X				X						X
BTX (Benzène, Toluène, Xylène)		S	S			S										
Composés organiques volatils[1)]			S					S								
Composés halogénés[1)]								S								
Hexafluorure de soufre (SF_6)								S								
Ammoniac (NH_3)			X									X			X	
Poussières fines PM10, HiVol	T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Poussières fines PM10, cont.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Poussières fines PM2.5, HiVol	T	T				T	T		T	T	T	T	T	T	T	T
Poussières fines PM2.5, cont.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Nombre de particules	X	X					X			X			X			
Aérosol, distribution de grandeur																X
EBC dans les PM2.5	X	X				X	X			X	X	X	X			X
TC dans les PM2.5, cont.												S				
EC/OC dans les PM2.5	T	T				T	T			T	T	T	T			T
PAH dans les PM10	3M	3M	3M			3M	3M		3M	3M	3M	3M		3M	3M	3M
Pb, Cd, As, Ni, Cu dans les PM10	J	J	J	J		J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-} dans les PM10								M		M		T	T			
Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} dans les TSP												T	T			
Retombées de poussières (RP)	J	J					J		J		J	J	J			J
Pb, Cd, Zn, Tl, As, Cu, Ni dans RP	J	J					J		J		J	J	J			J
Valeur pH, Conductibilité (Pluie)											W	T	W			
Na^+, NH_4^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} (Pluie)											W	T	W			
Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-} (Pluie)											W	T	W			
$\sum(NH_3 + NH_4^+)$; $\sum(HNO_3 + NO_3^-)$												T	T			
NH_3, NH_4^+, HNO_3, NO_3^-			2W								2W	2W	2W			
Pression	XA	X	X	XA	X	X	X	XA	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Température	XA	X	X	XA	X	X	X	XA	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Humidité	XA	X	X	XA	X	X	X	XA	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Vent	XA	X	XB	XA	X	X	X	XA	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Rayonnement global	XA	X	X	XA	X	X	X	XA	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Précipitation (automatique)	XA	X	X	XA	X	X	X		X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Charges de trafic		S					SA		S					SA		

X= Moyennes de 10 minutes S= Moyennes horaires T= Moyennes journalières W= Moyennes hebdomadaires
2W= Moyennes sur 2 sem. M= Moyennes mensuelles 3M= Moyennes sur trois mois J= Moyennes annuelles
XA= Moyennes de 10 minutes (relevées par MétéoSuisse) SA= Moyennes horaires (relevées par OFROU)
XB= Moyennes de 10 minutes (relevées par Université de Berne)

EMEP=European Monitoring and Evaluation Programme GAW=Global Atmosphere Watch Programme
[1)] composés individuels cf. Technischer Bericht des NABEL (Empa und BAFU)

Gaz | Particules | Dépôts | Composés azotés | Météo

Annexe A4: Méthodes de mesure

Tab. 28: Méthodes et appareils de mesure (état au 1er janvier 2024)

Polluant	Prélèvements	Méthode*	Remarques
Oxydes d'azote (NO et NO_2)	Moyennes sur 10 minutes	Chimioluminescence	selon la norme CEN EN 14211 degré d'efficacité du converteur: titrage en phase gazeuse
Dioxyde d'azote (NO_2)	Moyennes sur 10 minutes	Cavity Attenuated Phase Shift Spectroscopy (CAPS)	
Ozone (O_3)	Moyennes sur 10 minutes	Absorption UV	selon le norme CEN EN 14625 Contrôle de fonctionnement avec générateur de O_3
Composés organiques volatils (non méthaniques)	Moyennes sur 10 minutes	Détecteur FID	vérification du cutter avec du propane
Méthane (CH_4)	Moyennes sur 10 minutes	Détecteur FID ou CRDS	
Composés organiques volatils (Composantes uniques)	Selon le lieu	Détecteur FID ou PID	
Dioxyde de soufre (SO_2)	Moyennes sur 10 minutes	Fluorescence UV	Selon la norme CEN EN 14212
Monoxyde de carbone (CO)	Moyennes sur 10 minutes	Absorption NDIR ou Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS)	Selon la norme CEN EN 14626
Dioxyde de carbone (CO_2)	Moyennes sur 10 minutes	Absorption NDIR ou CRDS	
Poussière fines (PM10, PM2.5, PM1)	Moyennes journalières	Évaluation gravimétrique	Avec des filtres en fibre de quartz ; Résultats comparables avec le procédé de référence selon la norme CEN 12341
	Moyennes sur 10 minutes	systèmes optiques (difussion de la lumière)	Selon la norme CEN EN 16450
Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-} (Poussière fines, PM10)	Moyennes mensuelles/ journalières	Chromatographie à ions	
Pb, Cd, Ni, As, Cu dans PM10	moyenne annuelle	ICP-MS	désagrégation chimique à l'acide nitrique dans le micro-ondes, EN 14902
Retombées de poussières	Echantillon trimestriel / moyenne annuelle	Retombées de poussières d'après la méthode Bergerhoff	Selon la norme VDI 2119/2
Pb, Cd, Zn, Cu, As, Tl, Ni dans les retombées de poussière	Echantillon trimestriel / moyenne annuelle	ICP-MS	désagrégation chimique à l'acide nitrique ouverte
Substances dans les précipitations	Moyennes heb-domadaires/ journalières	chromatographie à ions	
$\sum (NH_3 + NH_4)$; $\sum (HNO_3 + NO_3)$	Moyennes journalières	chromatographie à ions	Méthode des filtres
Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} (les particules en suspension, TSP)	Moyennes journalières	chromatographie à ions	Méthode des filtres
NH_3, NH_4; HNO_3, NO_3	Moyennes sur 2 semaines	chromatographie à ions	Sytème avec des minidenuder
Ammoniac (NH_3)	Moyennes sur 10 minutes	CRDS	
N_2O	Moyennes sur 10 minutes	Off-axis integrated Cavity output spectroscopy (OA-ICOS) CRDS	
Nombre de particules	Moyennes sur 10 minutes	Compteur de particules de condensation (CPC)	CEN/TS 16976:2016/17434:2020
distribution de tailles de particules	Moyennes sur 10 minutes	Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS)	
OC/EC	Moyennes journalières	Méthode thermique et optique (TOT)	DIN EN 16909
BC	Moyennes sur 10 minutes	Éthalomètre	
PAK	trimestriel	GC/MS	Selon la norme CEN EN 15549

*) les modèles d'appareils utilisés sont décrits dans l'annexe C du rapport technique sur NABEL.

Annexe A5: Facteurs de conversion des concentrations

Le passage d'une unité de mesure à l'autre se fait à l'aide de constantes, en se rapportant à une pression de l'air de 1013,25 hPa et à une température de 20 °C. Seules exceptions, les stations de Jungfraujoch (653 hPa, –8 °C) et de Davos (831 hPa, 3 °C).

Tab. 29: Facteurs de conversion pour transformer en µg/m³ les concentrations exprimées en ppb

Polluant de l'air	Facteurs de conversion		
	Stations au-dessous de 1500 m	Davos (altitude 1650 m)	Jungfraujoch (altitude 3580 m)
Monoxyde d'azote	1,25	1,09	0,89
Dioxyde d'azote	1,91	1,67	1,36
Ozone	2,00	1,74	1,42
Hydrocarbures (sans le méthane)	0,67	0,58	0,48
Dioxyde de soufre	2,66	2,32	1,90
Monoxyde de carbone	1,16	1,01	0,83

Annexe A6: Homogénéisation des séries de mesures de la station de Berne

La station de Bern-Bollwerk est en fonction depuis le 1er février 1991. Elle a été déplacée le 22 juillet 1997 sur un site provisoire environ 100 m plus au nord, du même côté de la route. A partir du 6 décembre 1999, les mesures ont été effectuées depuis la nouvelle station (côté opposé de la route par rapport à la station provisoire; de plus amples informations sont disponibles dans le rapport technique publié par l'Empa («*Technischer Bericht zum Nationalen Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe*», en allemand uniquement). Depuis le 9 avril 1991, les mesures de poussières fines (PM10) ont toujours été effectuées sur le même site.

Le second changement de site en décembre 1999 n'a pas engendré de discontinuités notables dans les séries de mesures, alors que le premier changement en juillet 1997 avait provoqué des écarts importants. Ces irrégularités ont été corrigées de la manière suivante: on a ajusté aux moyennes journalières une fonction exponentielle décrivant la diminution des valeurs sur plusieurs années, ce avant et après le déplacement de la station de mesures du 22 juillet 1997. Le rapport des deux fonctions le jour du changement de site a été utilisé comme facteur de correction pour homogénéiser les anciennes données avec celles du nouveau site. Les facteurs suivants ont été obtenus:

- NO_x: 0,71 (période considérée: du 23.07.1991 au 22.07.2003)
- NO_2: 0,87 (période considérée: du 23.07.1991 au 22.07.2003)
- O_3: 1,2 (période considérée: du 23.07.1992 au 22.07.2002)

Le monoxyde d'azote (NO) a été calculé comme différence entre les valeurs corrigées pour les oxydes d'azote NO_x et NO_2. Pour le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde de soufre (SO_2), le facteur était très proche de 1, c'est pourquoi aucune correction n'a été effectuée pour ces deux valeurs.