



# QUALITÉ DE L'AIR EN VALAIS

■ RAPPORT 2022





# PRÉAMBULE

En observant le bleu du ciel de la page de couverture de ce rapport, tout porte à croire que nous n'avons pas vraiment à nous inquiéter pour la qualité de l'air de notre canton. Il est vrai que la situation s'est largement améliorée dès les années 1980, et en particulier ces vingt dernières années. Un immense travail a été mis en œuvre dans deux nombreux domaines pour réduire les causes provoquant de fortes pollutions atmosphériques, qui se voyaient à l'œil nu bien plus souvent par le passé qu'aujourd'hui. L'on oublierait alors, parce qu'on ne le voit plus, que l'atmosphère continue à subir des atteintes pouvant avoir des conséquences néfastes sur la santé publique et nos écosystèmes.

Constat rassurant de ce rapport 2022 : la tendance vers l'amélioration de la qualité de l'air, d'un point de vue global et sur le long terme, se poursuit. Concrètement et pour ne citer que ces exemples, la limitation des poussières fines PM10 est nettement respectée depuis 2014. En matière de dioxyde d'azote, un abaissement général de 47 % est constaté entre 2006 et 2022. Les valeurs de ce polluant à Sion et à Saxon sont même les plus basses depuis le début des mesures en 1990.

D'autres indicateurs, moins réjouissants, nous rappellent pourtant qu'il reste des défis à relever :

- La remontée du nombre de dépassements horaires des limites de l'ozone, provoquée par une année sèche et chaude.

L'augmentation des niveaux de poussières fines qui s'est poursuivie en 2022, en lien avec de fortes incursions de sables du Sahara. La valeur annuelle des PM2.5 a légèrement dépassé la limite fixée dans la loi en région rurale de plaine.

- Le niveau d'ammoniac dans la région de Sion qui a excédé la tolérance admise pour les écosystèmes. Cette situation ne s'était plus produite depuis 2016. La météo sèche pendant plusieurs mois est l'une des causes les plus probables de cette hausse.

Avez-vous repéré le point commun parmi ces trois cas de figure ? C'est bel et bien l'influence de la météo cadrée par l'évolution climatique. Cet enjeu est désormais bien connu. Et de toute évidence, il est également central du point de vue de la protection de l'air. Protéger ce bien vital qu'est l'air demeure donc une mission de taille pour mon service. Nous sommes en permanence amenés à considérer de nouveaux paramètres environnementaux, aussi majeurs que complexes.

Je mesure jour après jour l'engagement de mes équipes dans leur travail de surveillance, de contrôle, d'information et parfois même d'alerte. Je les remercie de se sentir à ce point investis dans ce rôle, qui nous appartient à tous, de transmettre aux générations suivantes les clés d'un environnement durablement sain.

Christine Genolet-Leubin  
Cheffe de service

## Table des matières

PRÉAMBULE .....	2
L'ESSENTIEL .....	6
1. PROTECTION DE L'AIR ET MESURES DE PRÉVENTION .....	7
2. FACTEURS MÉTÉOROLOGIQUES ET POLLUTION DE L'AIR.....	9
2.1. Le temps au fil de l'an 2022 .....	11
3. RESIVAL.....	14
4. OZONE – O <sub>3</sub> .....	15
4.1. Portrait .....	15
4.2. Résultats 2022 .....	16
4.3. Evolution des immissions.....	18
4.4. AOT 40.....	20
5. POUSSIÈRES FINES – PM10.....	21
5.1. Portrait .....	21
5.2. Résultats 2022 .....	22
5.3. Evolution des immissions.....	23
6. POUSSIÈRES FINES – PM2.5.....	28
6.1. Portrait.....	28
6.2. Résultats 2022.....	29
6.3. Evolutions des immissions.....	30
7. CARBONE ÉLÉMENTAIRE (SUIES).....	31
8. DIOXYDE D'AZOTE – NO <sub>2</sub> .....	33
8.1. Portrait .....	33
8.2. Résultats 2022 .....	34
8.3. Evolution des immissions.....	35
9. AMMONIAC – NH <sub>3</sub> .....	38
9.1. Portrait .....	38
9.2. Résultats 2022 .....	39
9.3. Evolution des immissions.....	40
9.4. Etat des immissions .....	41
10. RETOMBÉES DE POUSSIÈRES GROSSIÈRES.....	44
10.1. Portrait .....	44
10.2. Résultats 2022 .....	45
10.3. Evolution des immissions.....	45
11. COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS – COV .....	49
11.1. Portrait .....	49
11.2. Résultats 2022 et évolution des immissions .....	50
11.3. COV cancérigènes en Valais .....	55
LITTÉRATURE .....	57
ABRÉVIATIONS, UNITÉS ET SYMBOLES.....	58
ANNEXES .....	61

# FIGURES

Figure 1 - Stations de mesure du Resival	14
Figure 2 - O <sub>3</sub> , dépassements de la norme horaire par classes de concentrations	17
Figure 3 - O <sub>3</sub> , nombre d'heures > 120 µg/m <sup>3</sup>	17
Figure 4 - O <sub>3</sub> , percentiles 98 mensuels	17
Figure 5 - O <sub>3</sub> , nombre d'heures supérieures à 120 µg/m <sup>3</sup> , maximum régional	19
Figure 6 - O <sub>3</sub> , nombre de jours avec des heures >120 µg/m <sup>3</sup> , moyennes régionales	19
Figure 7 - O <sub>3</sub> , pointes horaires maximales annuelles	19
Figure 8 - AOT 40 pour les années 1990 à 2022, moyennes régionales	20
Figure 9 - Emissions de PM10 primaires en Valais en 2021	21
Figure 10 - PM10, moyennes annuelles et régionales de 1999 à 2022	24
Figure 11 - PM10, nombre maximal de jours > 50 µg/m <sup>3</sup> , maxima régionaux	25
Figure 12 - Plomb en ng/m <sup>3</sup> dans les PM10 de 2001 à 2022, moyennes régionales	26
Figure 13 - Cadmium en ng/m <sup>3</sup> dans les PM10 de 2001 à 2022, moyennes régionales	26
Figure 14 - Résultats 2014 - 2021 pour les HAP et le Benzo(A)Pyren à la station Nabel de Sion	27
Figure 15 - Emissions de PM2.5 primaires en Valais en 2021	28
Figure 16 - PM2.5 2018-2022, moyennes annuelles et régionales en µg/m <sup>3</sup>	30
Figure 17 - CE, moyennes annuelles de 2008 à 2022	31
Figure 18 - CE en 2022 à Massongex	32
Figure 19 - PM10 - PM2.5 en 2022 à Massongex	32
Figure 20 - NO <sub>x</sub> , émissions en 2021 en Valais	33
Figure 21 - NO <sub>2</sub> , moyennes journalières à Sion et Brigerbad en 2022	35
Figure 22 - NO <sub>2</sub> , moyennes annuelles et régionales de 1990 à 2022	36
Figure 23 - NO <sub>2</sub> , nombre maximum de dépassements de la norme journalière de 2000 à 2022	37
Figure 24 - NH <sub>3</sub> - émissions en 2021 en Valais	38
Figure 25 - Résultats de la campagne 2022 sur l'ammoniac gazeux dans le Bas-Valais	39
Figure 26 - Cartographie des niveaux critiques sur l'ammoniac gazeux en Suisse en 2020	41
Figure 27 - Cartographie des charges critiques dépassées sur les dépôts d'azote en Suisse en 2020	42
Figure 28 - Retombées de poussières de 1991 à 2022 moyennes régionales	46
Figure 29 - Plomb dans les retombées de poussières de 1991 à 2022, moyennes régionales	47
Figure 30 - Cadmium dans les retombées de poussières de 1991 à 2022, moyennes régionales	47
Figure 31 - Zinc en µg/(m <sup>2</sup> ×d) dans les retombées de poussières de 1991 à 2022, moyennes régionales	48
Figure 32 - Emissions de COVNM (COV excepté méthane) en Valais en 2021	49
Figure 33 - Benzène, moyennes annuelles	50
Figure 34 - Benzène, moyennes mensuelles 2022	50
Figure 35 - Valeurs journalières de benzène en 2022 auprès des 4 stations de plaine	52
Figure 36 - Immissions de benzène à la station de Brigerbad En 2022 (90° = Est, 270° Ouest)	52
Figure 37 - Immissions de benzène à la station de Massongex En 2022 (0° = Nord, 180° = Sud)	53
Figure 38 - Toluène, moyennes annuelles	54
Figure 39 - Toluène, moyennes mensuelles 2022	54
Figure 40 - Immissions de COV cancérigènes en plaine Du Haut-Valais en 2022	56

# TABLEAUX

Tableau 1 - Portée des mesures sur les principaux polluants atmosphériques	8
Tableau 2 - Valeurs météorologiques pour Sion*	11
Tableau 3 - O <sub>3</sub> , résultats 2022	16
Tableau 4 - PM <sub>10</sub> , résultats 2022	22
Tableau 5 - PM <sub>2.5</sub> , résultats 2022	29
Tableau 6 - Carbone élémentaire (CE), résultats 2021	31
Tableau 7 - NO <sub>2</sub> , résultats 2022	34
Tableau 8 - Retombées de poussières grossières et teneurs en métaux, en moyennes annuelles 2022	45
Tableau 9 - Benzène et toluène, résultats 2022	50

# L'ESSENTIEL

**Ozone (O<sub>3</sub>):** La pollution à l'ozone nuit aux organismes vivants et détériore les matières inertes. Elle s'exprime principalement en termes de nombre de dépassements de la limitation horaire. Toutes les valeurs limites sont dépassées et sont non-conformes à l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair). Depuis l'an 2000 des concentrations trop élevées stagnent avec quelques hausses marquées en 2003, 2015, 2018 et 2022. Ces années ont connu des vagues de chaleur et de forts ensoleillements. Ces conditions météorologiques favorisent une production soutenue de ce polluant secondaire formé dans l'air à partir de gaz précurseurs et à l'aide du rayonnement solaire. La station de Sion a connu le nombre le plus élevé de dépassements depuis 1990.

**Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>):** Les moyennes annuelles ont progressivement diminué de 2006 à 2022. Un abaissement général de 47 % en résulte. Les valeurs de 2022 à Sion et à Saxon sont les plus basses depuis le début des mesures en 1990. Après 2013 la valeur limite annuelle de 30 µg/m<sup>3</sup> est respectée aux stations Resival. À la station fédérale Nabel de Sion aéroport-A9 elle l'est depuis 2019. Le NO<sub>2</sub> est le précurseur direct de l'O<sub>3</sub> dans l'air que nous respirons. Les NO<sub>x</sub> (NO+NO<sub>2</sub>) participent aussi à l'acidification des pluies, à l'eutrophisation et à la formation de poussières fines.

**Particules fines (PM10, PM2.5):** Les PM10 et leur fraction plus fine les PM2.5 sont les polluants aux répercussions les plus importantes sur la santé publique. Pour les PM10 les moyennes annuelles ont régulièrement diminué de 2006 à 2019. Un abaissement général de 50 % en résulte. Depuis 2014 la limitation annuelle est nettement respectée. De 2020 à 2022 de fortes incursions de sables du Sahara favorisées par le réchauffement climatique ont provoqué une remontée des niveaux et des dépassements de la limitation journalière. Les valeurs annuelles de PM2.5 sont plus critiques. Elles franchissent la limitation OPair en région rurale et l'approchent de près à Sion.

**Retombées de poussières :** Après un dépassement annuel isolé en 2019 en région rurale de plaine les normes OPair de qualité de l'air sont à nouveau respectées.

Région type	Ozone (O <sub>3</sub> )	Poussières fines		Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Retombées de poussières
		PM10	PM2.5		
RÉGION RURALE D'ALTITUDE					
RÉGION RURALE DE PLAINE					
CENTRE URBAIN					
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE					

Le tableau ci-dessus (l'annexe 4 explique les pictogrammes) montre qu'hormis l'ozone dans tout le canton et les poussières fines PM2.5 en région rurale de plaine et en centre urbain, les limitations OPair à long terme en moyenne annuelle sont respectées. Elles sont fixées pour prévenir les effets d'expositions régulières à une pollution atmosphérique marquée. Leurs nuisances sanitaires et environnementales sont plus importantes que lors de plus rares et brèves expositions.

Depuis 2014 les immissions excessives sont évitées excepté sur l'O<sub>3</sub> et les PM2.5. D'autres nuisances locales et ponctuelles peuvent néanmoins survenir, par exemple sur les fumées de chauffages à bois dans certains quartiers. Les efforts engagés sont donc à poursuivre pour assurer en tout temps et durablement un air de qualité optimale à l'ensemble de la population valaisanne

# 1. PROTECTION DE L'AIR ET MESURES DE PRÉVENTION

La pollution de l'air est de portée locale ou générale selon qu'elle provienne d'installations isolées ou d'un regroupement de plusieurs installations et infrastructures destinées aux transports. Quand l'ensemble du canton ou une partie importante de sa population sont concernés par des immissions excessives l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair, RS 814.318.142.1) exige qu'un plan de mesures soit établi et mis en œuvre. L'intention est d'abaisser les niveaux de pollution en agissant aux sources de rejets dans l'air. Le plan reste en vigueur tant que les valeurs limites de l'annexe 7 OPair ne sont pas respectées. En 2009 le canton du Valais a adopté un tel acte. Les niveaux annuels de PM10 et du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en Valais dépassaient alors les maxima autorisés par l'Ordonnance. Des dépassements de limitation étaient aussi constatés sur l'ozone lors des pics de pollution allant de mars à septembre. Le tableau 1 en page suivante montre les effets visés par le plan valaisan de 2009. L'accent principal est mis sur la réduction de la pollution due aux oxydes d'azote NO<sub>x</sub> et surtout aux poussières fines PM10. Onze mesures visent principalement ce dernier type de polluant. En effet les PM10, comprenant la fraction de poussières plus fines PM2.5, sont le polluant avec les répercussions les plus importantes en termes de santé publique. En 2013 le Centre international de Recherche sur le cancer (IARC) a classé cancérigène la pollution de l'air majoritairement à cause de leur présence.

Les objectifs du plan cantonal sont atteints depuis 2014 concernant les niveaux annuels de NO<sub>2</sub> et de PM10. Par contre des dépassements des limitations OPair continuent d'avoir lieu sur l'ozone. Bien que cette pollution soit moins critique en termes d'impacts sur la santé publique et qu'elle survienne sporadiquement en fonction des conditions météorologiques, elle représente néanmoins une non-conformité à l'OPair.

Les nouvelles directives édictées en automne 2021 par l'organisation mondiale de la santé (OMS) remettent en question les objectifs de qualité de l'air. Elles tiennent compte du savoir acquis sur l'état des connaissances relatif aux effets de la pollution atmosphérique depuis les précédentes lignes directrices de 2005. Si les nouvelles limitations de l'OMS étaient reprises dans l'OPair les limitations annuelles sur les PM2.5 et le NO<sub>2</sub> seraient dépassées dans le canton en 2022, en sus des excès connus de longue date sur l'ozone. Pour les poussières fines PM10 et PM2.5 les non-conformités dépendraient moins d'épisodes météorologiques d'intensité rare ou exceptionnelle comme les fortes incursions de sables du Sahara ayant prévalu lors des premiers trimestres de 2020 à 2022.

**TABLEAU 1 - PORTÉE DES MESURES SUR LES PRINCIPAUX POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES**

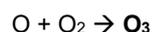
MESURE SELON PLAN CANTONAL OPAIR	POLLUANTS DE L'AIR				
	O <sub>3</sub>	PM10	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	COV
5.1.1. Sensibilisation et information générale		+	+	+	+
5.1.2. Sentiers thématiques, autres manifestations sur le thème de l'air	+	+	+	+	+
5.1.3. Information aux communes des mesures relevant de leur compétence	+	+	+	+	+
5.1.4. Commission cantonale sur l'hygiène de l'air	+	+	+	+	+
5.2.1. Lutte contre les feux de déchets en plein air		+++	+		
5.2.2. Mesures d'information et d'intervention en cas de smog hivernal		+++	+		
5.2.3. Mesures d'information en cas de smog estival	+		+		+
5.3.1. Renforcement des contrôles	+	+++	+++	+++	+++
5.3.2. Limitations plus sévères pour les grands émetteurs	+	+++	+++	+++	
5.3.3. Vérification de conformité environnementale d'une entreprise avant l'octroi d'un allègement fiscal	+	+	+	+	+
5.4.1. Nouveaux véhicules et autres engins Diesel de l'Etat équipés d'un filtre à particules et d'un système de réduction des émissions d'oxydes d'azote	+	+++	+++		
5.4.2. Impôt sur les véhicules à moteur	+	+++	+++		
5.4.3. Cours de conduite de type Eco-Drive	+	+++	+++		+
5.4.4. Subventionnement de filtres à particules pour les engins Diesel agricoles et sylvicoles		+++			
5.5.1. Assainissements des chauffages et isolation thermique des bâtiments		+	+++		
5.5.2. Subventions selon la loi sur l'énergie aux installations les moins polluantes		+++	+		
5.5.3. Raccourcissement des délais d'assainissement et renforcement des normes pour les chauffages à bois		+++			
5.5.4. Subventionnement de filtres à particules sur les chauffages à bois		+++			

+++ principaux polluants visés par la mesure

+ polluants dont la baisse est favorisée par la mesure

## 2. FACTEURS MÉTÉOROLOGIQUES ET POLLUTION DE L'AIR

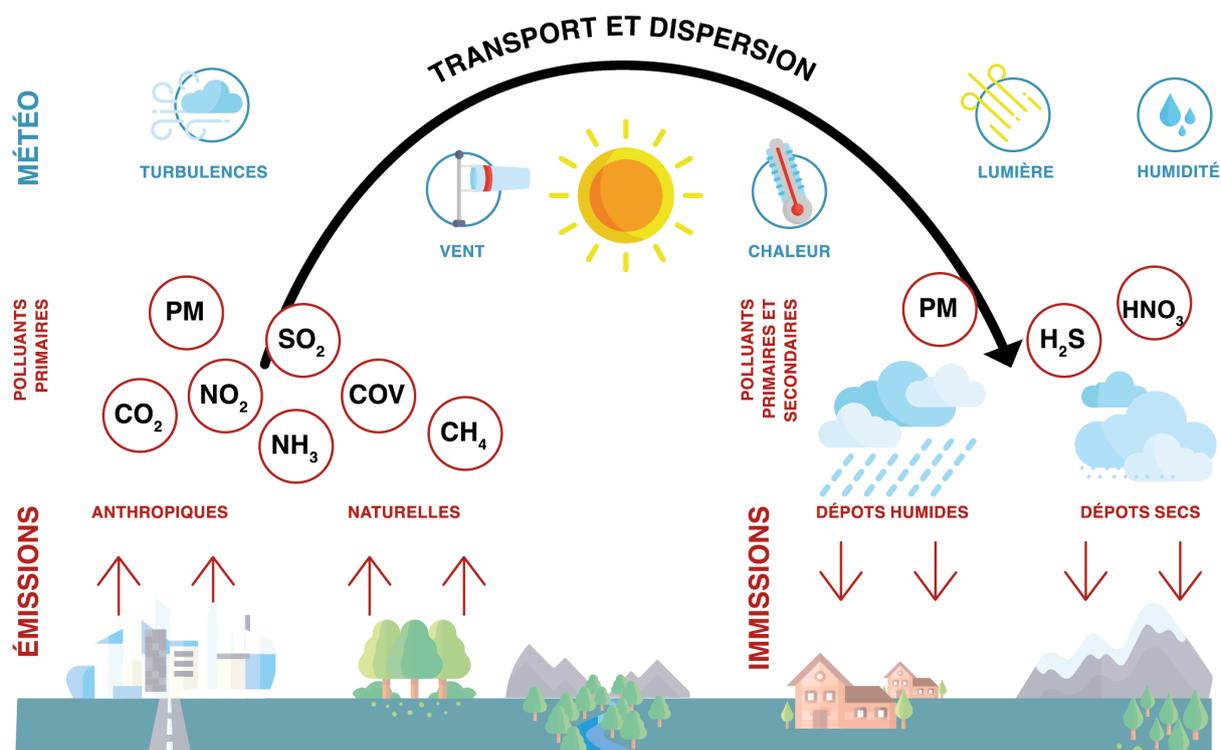
Les rejets anthropiques et naturels de polluants atmosphériques dans l'air sont soumis à de multiples facteurs influençant leurs concentrations aux endroits où ces polluants déploient leurs effets, c'est-à-dire aux immissions. Leur transport et leur dispersion dépendent des conditions météorologiques telles que le vent, son intensité et sa direction, l'humidité et les précipitations, la température de l'air et la stabilité atmosphérique. D'autres facteurs influencent directement la chimie de l'air et ses transformations. En particulier l'ensoleillement (symbolisé par  $h\nu$ ) est à l'origine de la production diurne d'ozone ( $O_3$ ) via la photolyse du dioxyde d'azote ( $NO_2$ ). Les réactions clés à cet effet sont :



La réaction globale  $NO_2 + O_2 \rightarrow NO + O_3$  résulte d'une première étape de photodissociation du  $NO_2$  sous l'effet du rayonnement solaire ultra-violet (UV) immédiatement suivie d'une seconde étape de liaison de l'oxygène atomique (O) libéré avec l'oxygène moléculaire ( $O_2$ ) de l'atmosphère pour

produire de l'ozone. Ces deux substances polluantes sont traitées par l'OPair. L'une respecte bien ses limitations ( $NO_2$ ), l'autre non ( $O_3$ ). Cela provient notamment de l'action catalytique des  $NO_x$  ( $NO + NO_2$ ) dans la formation d' $O_3$  en présence de composés organiques volatils (COV). Du moment que le  $NO_2$  est régénéré après avoir été dissocié et cela sans consommer d'ozone, de relativement faibles concentrations dans l'air suffisent à efficacement produire le polluant secondaire. Du fait de la photochimie à l'œuvre l'ensoleillement joue un rôle fondamental dans cette production. Par grand beau temps et lors d'épisodes prolongés de chaudes journées estivales les plus hauts niveaux d' $O_3$  sont favorisés. Ce processus explique les dépassements répétés depuis de nombreuses années des limitations de l'OPair. L'ozone est un polluant qualifié de secondaire car il n'est pas émis directement par des sources au sol ou en vol. Il est produit dans l'atmosphère à partir des gaz précurseurs, principalement les  $NO_x$  et les COV.

L'illustration ci-dessous montre les principales influences des conditions météorologiques sur la pollution de l'air.



Le Valais géographique se compose d'une grande vallée centrale coudée et cernée de hautes montagnes franchissant les 3'000 m d'altitude qu'entaillent des vallées latérales. Ces reliefs sont parcourus de vents aux dynamiques variables et parfois très locales. La météorologie distingue deux vallées à foehn dans le canton. La première va approximativement de Brig à Sierre, la seconde de Martigny au Bouveret. Quand les vents sont faibles le Valais est un creuset où la pollution de l'air est surtout gouvernée par les sources régionales des polluants et par la chimie atmosphérique. Lors de forts vents des apports importants de pollution continentale et transalpine surviennent. Dans les cas de très longue portée ils sont transcontinentaux. Les contributions de l'ozone et de ses précurseurs provenant d'outre Atlantique et les sables du Sahara véhiculés depuis l'Afrique du nord sous forme de poussières atmosphériques en hautes altitudes sont des phénomènes de ce type.

Les stations valaisannes du réseau Resival qualifient la qualité de l'air dans la couche limite atmosphérique (CLA). Elle s'étend typiquement du sol jusqu'à une

hauteur d'environ 1'500 m. Elle est surmontée par l'atmosphère libre (AL), plus précisément la troposphère libre, qui monte jusqu'à la tropopause située vers une altitude de 10'000 à 12'000 m.s.m. Dans la masse d'air d'une situation météorologique donnée la température est presque constante dans l'AL alors que dans la CLA elle varie sensiblement avec le cycle des jours et des nuits. C'est essentiellement la variation du flux turbulent de chaleur générée au niveau du sol qui provoque les larges changements journaliers de température dans la couche limite. Le jour les sols sont réchauffés par le rayonnement solaire et cette chaleur est renvoyée dans la CLA. La nuit le sol se refroidit en émettant du rayonnement infrarouge. Par le contact avec le relief plus froid la température de l'air en basse couche diminue. Le refroidissement nocturne est maximal lors de nuits sèches, dégagées et sans vent dissipant efficacement le rayonnement terrestre. La photo ci-après illustre la CLA dans laquelle le réseau Resival mesure la pollution de l'air dans la région du Valais central. Le manteau neigeux commence à environ 1'800 m.s.m. Les stations Resival mesurent la qualité de l'air en-dessous de ce niveau.



La stabilité de la CLA détermine fortement si l'accumulation de polluants atmosphériques sera favorisée ou au contraire si leur dispersion et leur dilution seront prédominantes. Les situations provoquant des inversions de température engendrent une couche limite très stable dès la base d'inversion. À partir de ce niveau la température augmente avec l'altitude. Puis elle s'infléchit à une certaine hauteur pour retrouver un gradient négatif ordinaire où elle décroît avec l'altitude. Les plus forts effets de stabilisation surviennent lors d'épisodes anticycloniques hivernaux accompagnés d'inversions de basse couche. Les polluants s'accumulent alors facilement dans les lacs d'air froid et c'est lors de ces journées que les plus hautes concentrations de polluants atmosphériques sont

d'ordinaire observées. Une exception notoire est l'ozone dont les concentrations sont gouvernées par les conditions estivales susmentionnées. Elles sont cependant aussi favorisées par des situations anticycloniques. Ces dernières sont relativement peu dynamiques, comme dans les centres de dépression, par rapport aux perturbations venteuses des fronts chauds et froids. Ceux-ci découlent des flux généraux de masses d'air allant des zones de hautes à celles de basses pressions et incurvés par les effets de la rotation terrestre.

La turbulence tient un rôle de premier plan dans le brassage des polluants atmosphériques. L'air sec du Valais privilégie des atmosphères stables. Elles sont compromises par deux types de turbulence, la

turbulence thermique précédemment évoquée en termes de flux de chaleur à partir du sol et la turbulence dynamique associée aux régimes des vents. Leurs effets déterminent la hauteur de mélange, c'est-à-dire l'altitude plafonnant le volume dans lequel les polluants émis au sol sont efficacement brassés. Elle évolue au cours de la journée et peut aller d'un à deux cents mètres jusqu'à 2'000 m sur sol. Les stations Resival de plaine sont en permanence dans la hauteur de mélange tandis que celles d'altitude peuvent ne l'être qu'épisodiquement. Quand ce n'est pas le cas elles sont exposées principalement à la pollution véhiculée par le vent géostrophique. Il circule dans l'AL et n'est

perturbé ni par les effets de surface ni par la turbulence de la couche de mélange.

Pour quantifier les effets combinés des rejets de polluants dans l'air, des facteurs météorologiques et de la physico-chimie atmosphérique il faut des systèmes utilisant de très puissantes ressources informatiques et la modélisation des phénomènes complexes de l'atmosphère. L'examen ci-après relatif au temps qu'il a fait l'année passée se limite aux principaux paramètres météorologiques et commente qualitativement leurs incidences majeures sur la pollution atmosphérique.

**TABLEAU 2 - VALEURS MÉTÉOROLOGIQUES POUR SION\***

Paramètre météo	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Température moyenne [°C]	11.4	11.0	10.5	11.8	11.5	11.2	11.4	12.5	11.8	11.6	10.3	12.2
Durée d'ensoleillement [h]	2427	2212	2067	2022	2249	2086	2231	2271	2174	2279	2181	2400
Précipitations [mm]	485	615	568	530	500	587	567	633	608	545	696	486

\* Valeurs annuelles mesurées à la station MétéoSuisse de Sion (altitude: 482 m.s.m.), indicatives pour la plaine du Valais central (source: Bulletin climatologique annuel de MétéoSuisse).

## 2.1. Le temps au fil de l'an 2022

### 2.1.1. SUR TOUTE L'ANNÉE

Selon le bulletin climatologique de MétéoSuisse pour l'année 2022 la température annuelle moyenne de 7.4°C en Suisse a connu un écart positif de 1.6°C par rapport à la norme 1991-2020 (moyenne sur 30 ans). C'est la valeur la plus élevée depuis le début des mesures en 1864. Les sept années les plus chaudes ont été enregistrées après 2010. Suite à une trêve relative en 2021 le phénomène du réchauffement climatique a repris une ampleur inédite. C'est la deuxième du genre au cours des 30 dernières années. La Suisse a connu la première poussée de chaleur dans les années 1990. De la période préindustrielle 1871-1900 à la plus récente de 1993 à 2022 la température annuelle a augmenté de 2 °C en moyenne dans toute la Suisse. L'autre fait marquant de 2022 aura été la sécheresse ayant sévi d'abord en mars puis de mai à juillet, en particulier en

Valais. Elle n'a pas favorisé la réduction de la pollution atmosphérique par déposition humide ou effet de lessivage.

À Sion les précipitations en 2022 équivalent à 84 % de la moyenne depuis 2012 (moyenne sur 11 ans). Pour un recul moins étendu que le standard sur 30 ans de MétéoSuisse, la température dans la capitale valaisanne était cette année-là à 107 % et l'ensoleillement à 109 % de la moyenne 2012-2022. Ces niveaux annuels sont proches de l'ordinaire pour leur influence générale sur la pollution de l'air en relation avec la turbulence atmosphérique. La moyenne de température à Sion en année civile se situe entre 4 et 6°C au-dessus de la valeur nationale. Cette différence est dictée par sa situation géographique.

### 2.1.2. DE JANVIER À MARS

Le mois de février a été le mois le plus doux de l'hiver. Seul le mois de janvier fut légèrement au-dessous de la normale. En mars les précipitations ont été très largement en-dessous de celle-ci dans tout le Valais tandis que l'ensoleillement excédait

nettement la norme 1991-2020. Ce mois-là des poussières du Sahara ont été transportées vers la Suisse en 3 épisodes, du 15 au 20, les 25-26 et 29-30 mars. Ils ont provoqué des hausses journalières des concentrations de poussières fines excédant la

limitation OPair sur les PM10 les 16, 17, 18, 29 et 30 mars. Les valeurs ont localement dépassé la barre à 75 µg/m<sup>3</sup> les 17, 18 et 29 mars à Montana et dans le Haut-Valais tandis que celle à 100 µg/m<sup>3</sup> le fut les 17 et 18 mars aux stations de Brigerbad et d' Eggerberg. À la station fédérale de haute montagne du Jungfraujoch à 3'580 m d'altitude la moyenne journalière la plus élevée a été enregistrée le 16 mars avec 113 µg/m<sup>3</sup> de PM10. Elle est progressivement redescendue les jours d'après pour retrouver un niveau ordinaire sous les 5 µg/m<sup>3</sup> le 21 mars. Elle est remontée au-dessus de ce seuil les 25, 26, 29 et 30 mars avec un maximum à 30 µg/m<sup>3</sup> le mardi 29. En termes d'inversions thermiques modérées à fortes en Romandie y compris le Valais, les relevés de MétéoSuisse pour 2022 décomptent 15 jours en janvier (1, 2, 11-19, 24-28), 3 jours en février (3, 9, 10) puis 12 jours en mars (1-2, 4-5, 7-11, 16-17, 19). En janvier, février et lors de la première quinzaine de mars ces épisodes n'ont pas suscité d'excès de pollution sur la limitation journalière des PM10. Les trois jours d'inversions modérées du 16 au 19 mars coïncident avec les plus hautes valeurs mesurées ce

### 2.1.3. D'AVRIL À JUIN

Les mois de mai et de juin ont été plus chauds que la normale en Valais. Le site de Grächen a mesuré en mai une température de 3.1°C supérieure à la norme 1991-2020. En Suisse ce mois s'est révélé extrêmement doux et s'est avéré le deuxième plus chaud en moyenne nationale depuis le début des mesures en 1864. La première des trois vagues de chaleur estivale en Suisse a débuté à la mi-juin. Elle a été remarquablement précoce mais n'était pas exceptionnelle dans son ampleur. La région de Sion a été une des plus concernées avec plus de 36°C.

Concernant les précipitations le mois de mai a été largement déficitaire en plaine du Valais tandis que l'ensoleillement dépassait nettement la norme dans tout le canton. En mai comme en mars les sommes de précipitations étaient souvent inférieures de 30 % à la norme 1991-2020 en Suisse romande et en Valais.

Depuis le mois d'avril les fortes incursions de sables du Sahara ont pris fin sauf pour un bref épisode lors

### 2.1.4. DE JUILLET À SEPTEMBRE

En moyenne nationale la température estivale a été supérieure de 2.3°C à la norme 1991-2020. Seul l'historique été caniculaire 2003 s'est avéré encore plus chaud avec +3°C sur la normale. Par contre l'été caniculaire de 2022 a porté l'isotherme du zéro degré au-dessus de la Suisse à une altitude record de 5'184 m.s.m. atteinte le 25 juillet. Vers la mi-juillet la Suisse a été touchée par une deuxième vague de chaleur. Les températures maximales journalières

mois-là tant par Resival qu'à la station du Jungfraujoch. Elles sont associées au premier épisode de fortes incursions de sables du Sahara. Les conditions météorologiques anticycloniques et la subsidence ont favorisé leur persistance sur plusieurs jours. Lors de ces situations les mois de février et de mars sont généralement réputés provoquer les plus forts apports de poussières sahariennes quoiqu'elles surviennent parfois en d'autres périodes d'une année.

Suite à la sécheresse persistante depuis l'hiver des incendies de forêt se sont déclarés dans les cantons de Berne, du Tessin et du Valais. Dans son édition du 28 mars 2022 le Nouvelliste a commenté l'important feu de forêt du week-end précédent ayant détruit six hectares boisés entre Hochtenn près de Steg et la ligne ferroviaire du BLS. Quelque 90 pompiers ont été engagés appuyés par trois hélicoptères. Aucun dépassement de la limitation OPair sur les poussières fines n'a toutefois été constaté les 26 et 27 mars.

de la deuxième quinzaine de juin. La limitation journalière sur les PM10 a été franchie le 21 juin aux stations Resival de Saxon et de Brigerbad. La station fédérale du Jungfraujoch accusait alors 31 µg/m<sup>3</sup>.

L'arrivée du printemps météorologique en mars a par ailleurs lancé la production saisonnière d'ozone. La limitation à 50 ppb (100 µg/m<sup>3</sup> normalisés) sur les percentiles mensuels à 98 % a été dépassée de mars à août dans toutes les régions valaisannes sauf en avril en centre urbain à Sion. La capitale a connu 7 jours pluvieux, des précipitations, un ensoleillement et des températures dans la norme ce mois-là. La limitation horaire à 60 ppb (120 µg/m<sup>3</sup> normalisés) a été localement franchie dès le mois de mars. En mai elle l'était dans toutes les régions valaisannes. Cette situation a persisté jusqu'en août. À partir de mi-juin des valeurs horaires supérieures à 140 µg/m<sup>3</sup> (70 ppb) sont apparues aux Giettes, à Massongex, à Saxon et à Eggerberg. Ces pics marqués sont localement réapparus lors des deux mois suivants.

ont atteint 33 à 35°C en Valais, voire plus localement. La troisième vague de chaleur s'est installée au début du mois d'août.

En relation avec ces épisodes la limitation horaire sur l'ozone a été localement dépassée du 13 au 25 juillet et du 1er au 17 août avec les plus hautes concentrations atteintes le 20 juillet, puis les 9, 11 et 12 août. Ces deux derniers jours toutes les stations Resival ont observé l'après-midi un très net

franchissement de la limitation à 120 µg/m<sup>3</sup> (60 ppb). La durée d'ensoleillement en juillet et août a été largement en-dessus de la normale, surtout en juillet, tandis que les précipitations étaient très en-dessous. Lors de ces longues journées au soleil brillant de tous ses feux la production photochimique d'ozone a été fort soutenue. En septembre en revanche les précipitations ont excédés la norme et l'ensoleillement était déficitaire en Valais. Ce mois n'a plus connu de dépassement de la limitation horaire sur l'ozone. Le percentile mensuel à 98 % n'a dépassé la limitation qu'en région rurale d'altitude et dans le Haut-Valais.

Un évènement du mois d'août a eu des répercussions inédites sur la qualité de l'air. Durant la journée

des 10 et 11 août de la fumée en provenance des feux de forêts du Jura a envahi le ciel du bassin lémanique. Le Valais était en marge et aucun dépassement de la limitation journalière sur les PM10 n'a été observé sur cet épisode. Par contre les niveaux de poussières fines PM2.5 de plusieurs stations Resival ont sensiblement augmenté du 11 au 17 août. À celle de Saxon la limitation journalière de l'OMS à 25 µg/m<sup>3</sup> a été dépassée pendant ces sept jours. Elle l'était aussi le 12 août à Montana. Les causes de ces hausses ne sont pas clairement attribuables à la dispersion des particules de combustion des forêts jurassiennes car un léger épisode de poussières sahariennes a été observé au Jungfrauoch du 10 au 12 août. Une combinaison des deux évènements est probable.

### 2.1.5. D'OCTOBRE À DÉCEMBRE

En Suisse la chaleur record en octobre et des températures largement supérieures à la moyenne en novembre ont conduit au troisième automne le plus chaud depuis le début des mesures en 1864. En moyenne nationale la température automnale a été de 1.7°C supérieure à la norme 1991-2020. Le mois de décembre, premier mois de l'hiver météorologique, a vu des précipitations supérieures à la normale dans tout le Valais avec un

ensoleillement déficitaire. La fin d'année fut cependant extrêmement douce.

Le dernier trimestre 2022 n'a pas témoigné de pollution atmosphérique non-conforme aux limitations OPair sauf le 26 octobre à l'Ouest de Viège. La station mobile du SEN a alors enregistré 76 µg/m<sup>3</sup> de PM10. Cette exception est discutée sous Résultats 2022 du chapitre ci-après sur ce polluant.

### 3. RESIVAL

Le réseau de mesure Resival (figure 1) doit permettre une appréciation objective du niveau des polluants sur l'ensemble du territoire cantonal. La station de Montana était originellement dédiée spécifiquement à l'étude nationale Sapaldia. D'entente avec la direction de ce programme le canton a décidé en 2015 de l'intégrer officiellement au réseau cantonal et de publier ses valeurs de mesure.

Afin de pouvoir les comparer sur une base commune à ceux d'autres cantons ou pays, les résultats exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans ce rapport sont normalisés au niveau de la mer à une pression d'air de 1013 mbar et à une température standard de 20°C. Par rapport aux conditions locales le calcul de normalisation augmente la concentration massique d'autant plus que l'altitude de la station est élevée en mètres sur mer (m.s.m.). Pour les valeurs de pression et de température existantes en Valais l'écart n'excède pas  $\pm 25\%$ .

Chacune des stations représente une situation valaisanne type : rurale d'altitude, rurale de plaine,

proximité industrielle et centre-ville. Le réseau veut caractériser le niveau de pollution de régions de référence. Cette surveillance sert la mission d'intérêt public et général de l'art. 27 OPair. Le plus grand défi dans ce sens revient à la station de Saxon qui représente, sur la base d'une analyse de redondances entre les précédentes stations rurales de plaine, l'ensemble de ces régions dans le canton. Elles sont très étendues en Valais et sujettes à des activités variées quoique principalement agricoles. Quand les résultats de mesure représentent surtout une situation locale dans la région de Saxon il faut les relativiser par rapport aux autres régions rurales de la plaine du Rhône. Le rapport en informe au besoin le lecteur.

Chaque année, les données du Valais, des cantons de Genève et de Vaud, sont compilées et analysées avec celles du Val d'Aoste et de la France voisine (Haute-Savoie, Savoie et Ain). Ces données sont disponibles sur le portail Transalpair (<http://www.transalpair.eu>).

FIGURE 1 - STATIONS DE MESURE DU RESIVAL



## 4. OZONE – O<sub>3</sub>

### 4.1. Portrait

La problématique de l'ozone dans notre environnement intervient de deux manières distinctes :

- Dans la stratosphère, à une altitude supérieure à 10-12 km, l'ozone se forme par absorption du rayonnement solaire. Cette couche qui nous protège des rayons ultraviolets les plus agressifs est appauvrie par les émissions de produits chimiques contenant du chlore ou du brome. Les «trous d'ozone» observés depuis 1979 sur les pôles et une diminution globale modérée en sont la conséquence.
- Dans l'air ambiant que nous respirons et à la lumière du jour l'ozone se forme à partir d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et de composés organiques volatiles (COV). Constituant principal du smog estival cet ozone troposphérique est nuisible et est traité dans ce chapitre.

De par ses fortes propriétés oxydantes l'ozone est nocif pour les tissus humains, animaux et végétaux. Il porte atteinte aux voies respiratoires et au système cardio-vasculaire. Ce gaz irritant parvient jusqu'au plus profond des poumons, les alvéoles, y déclenchant des réactions inflammatoires. Les symptômes les plus nets sur l'homme apparaissent au-dessus de 120 µg/m<sup>3</sup> avec pour conséquences notoires: toux, crises d'asthme, difficulté à soutenir un exercice physique. Les matériaux subissent également ses agressions, notamment par décoloration.

OZONE – QUALITÉ DE L'AIR EN UN CLIN D'ŒIL	
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	Mauvaise
RÉGION RURALE DE PLAINE	Mauvaise
CENTRE URBAIN	Mauvaise
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Mauvaise

Les COV précurseurs de l'ozone proviennent d'une part de l'activité humaine et d'autre part de sources naturelles. En Valais ces dernières sont prépondérantes (voir figure 32).

L'ozone est un polluant secondaire formé à partir de précurseurs émis en part importante par l'activité humaine, notamment les émissions anthropiques de NO<sub>x</sub> provenant des processus de combustion. Le lieu où il déploie ses effets peut se trouver à grande distance des sources des polluants atmosphériques à son origine. Les journées à fort ensoleillement atteignant des températures élevées connaissent les plus hautes concentrations d'O<sub>3</sub>. En Valais une diminution drastique des NO<sub>x</sub> pourrait assurer le respect des valeurs limites OPair.

La problématique de l'ozone est continentale et même transcontinentale. À cette échelle le monoxyde de carbone (CO) et le méthane (CH<sub>4</sub>) jouent aussi un rôle dans sa production déterminant principalement les concentrations de fond.

À proximité du sol l'ozone est détruit par sa déposition de surface et par la réaction de titration avec le NO émis par des sources locales. Elle forme du NO<sub>2</sub> (NO + O<sub>3</sub> → NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>). Sous l'effet des rayons solaires et par photolyse du NO<sub>2</sub> cette réaction est globalement réversible. L'équilibre alors établi entre NO, NO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub> pour une intensité de rayonnement donnée s'appelle l'état photo-stationnaire.



En Valais les COV naturels émis par la végétation sont des précurseurs majeurs de l'O<sub>3</sub>.

## 4.2. Résultats 2022

Les immissions d'[ozone](#) affectent l'ensemble du territoire cantonal et les valeurs limites sont dépassées aussi bien en ville qu'à la campagne, en plaine comme en altitude

Les valeurs limites de l'OPair exigent d'une part que les valeurs horaires ne dépassent pas le niveau de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (60 ppb) plus d'une fois par année et d'autre part que la fréquence cumulée à 98 % des moyennes semi-horaires d'un mois (P98) n'excède pas  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (50 ppb). Le P98 ou percentile mensuel à 98 % donne le seuil de concentration qui est dépassé pendant près de 15 heures, consécutives ou non, en l'espace d'un mois. Ce résultat est un indicateur des charges répétées d'ozone. Avec plus de 2 mois par an, soit de 5 à 7 mois en 2022, et plus de 10 heures par an, soit de 26 à 401 heures en 2022, en dépassement de ces limitations dans toutes les régions (tableau 3) **la qualité de l'air est nettement insuffisante concernant l'ozone.**

En termes de nombre de dépassements de la limite horaire la station d' Eggerberg en région rurale d'altitude connaît le plus haut niveau avec 401 en 2022. Fait rare celle de Montana en a le plus petit nombre avec 26 dépassements alors qu'elle est d'ordinaire en tête de classement. La différence concerne surtout les mois de juillet et d'août. Les

niveaux du gaz précurseur  $\text{NO}_2$  étant proches, l'ensoleillement est déterminant. De fait il était souvent au maximum possible dans la région de Viège alors qu'à Montana il ne l'était jamais selon les relevés de MétéoSuisse pour ces deux mois. La variation très prononcée entre les trois stations d'altitude s'explique notamment par la nébulosité variable affectant l'ensoleillement. Les stations de plaine et celle d'altitude des Giettes se situent entre Montana et Eggerberg avec un nombre allant de 107 à 253 dépassements horaires. L'air fortement influencé par les sources de NO, tels le trafic routier et de grands chauffages, contient des niveaux d'ozone diminués à cause de la réaction de titration. Parmi les stations de plaine celle de Sion est souvent la plus influencée par cet effet; en 2022 elle l'est le moins pour les dépassements. Le brassage éolien peut bouleverser les situations d'une année à l'autre. Les valeurs horaires en dépassement de la limitation se situent de  $120$  à  $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En 2022 seules les stations d'Eggerberg et de Sion en ont connu dans la plage de  $160$  à  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (figure 2), niveau qui n'avait plus été atteint depuis 2018. La plus haute valeur de  $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a été mesurée le 9 août de 19h à 20h à Sion et le 12 août de 13h à 14h à Eggerberg. Dès septembre, au vu du fort raccourcissement de la durée diurne des jours et de la météo pluvieuse ce mois-là, la limitation à  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est respectée (figure 3).

**TABLEAU 3 - O<sub>3</sub>, RÉSULTATS 2022**

RÉGIONS	STATIONS	O <sub>3</sub>				
		Nb heures > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nb jours avec heure >120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valeur horaire maximale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Nb mois avec P98 >100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P98 % mensuel maximal [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	Les Giettes	107	32	151	6	133
	Eggerberg	401	55	165	7	154
	Montana	26	8	124	6	119
RÉGION RURALE DE PLAINE	Saxon	223	37	158	6	141
CENTRE URBAIN	Sion	253	39	165	5	150
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	180	36	159	6	145
	Brigerbad	107	20	139	6	129
<b>NORME OPAIR</b>		<b>1</b>		<b>120</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

FIGURE 2 - O<sub>3</sub>, DÉPASSEMENTS DE LA NORME HORAIRE PAR CLASSES DE CONCENTRATIONS

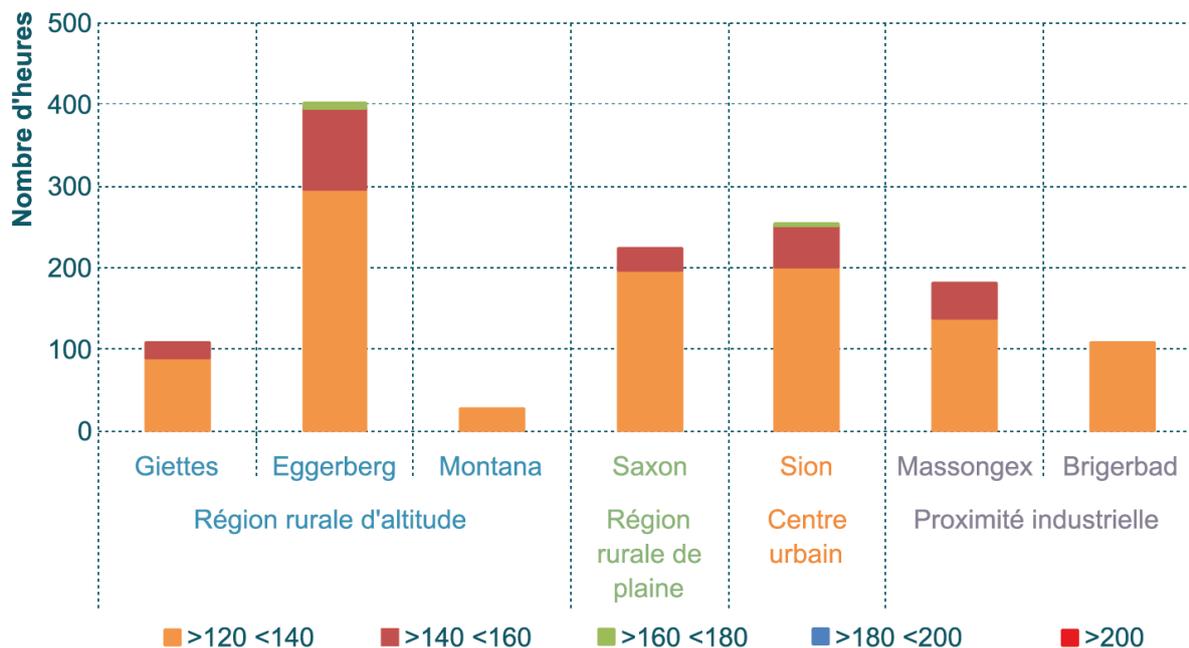


FIGURE 3 - O<sub>3</sub>, NOMBRE D'HEURES > 120 µg/m<sup>3</sup>

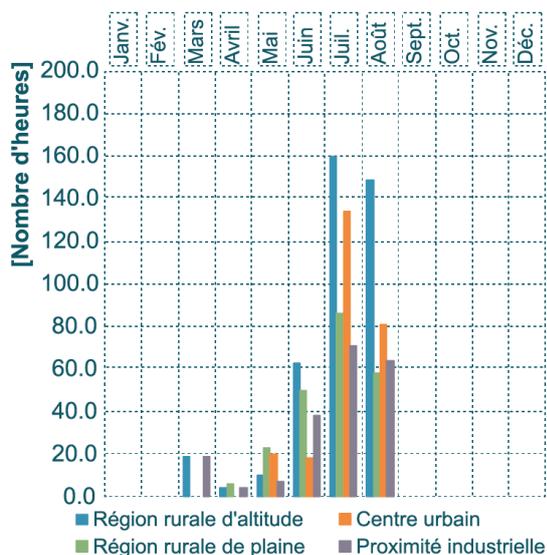
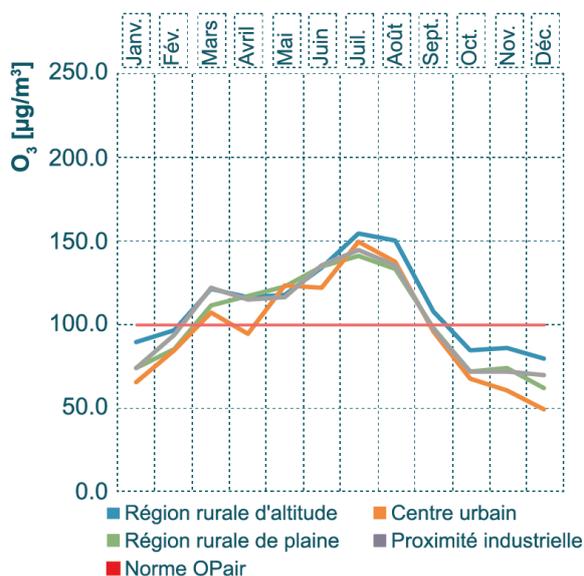


FIGURE 4 - O<sub>3</sub>, PERCENTILES 98 MENSUELS



Les percentiles mensuels à 98 % sont nettement supérieurs aux exigences législatives de mars à août (figure 4). En septembre seule la région rurale d'altitude montrait un niveau excessif avec Eggerberg. Les plus hautes valeurs sont enregistrées en juillet aux stations Resival. Montana se démarque de cette observation avec le plus haut percentile en mars. Les concentrations d'ozone ce mois-là à la station valaisanne perchée à 1'420 m.s.m. sont proches de celles du Jungfraujoch à 3'450 m.s.m. 15 jours de foehn ont soufflé en mars à Montana. L'air de haute altitude plus riche en ozone

a été brassé avec celui proche du sol. Cet effet est le plus marqué au sein des stations Resival d'altitude. Les valeurs P98 respectent la limitation OPAir pendant les deux premiers mois et lors du quatrième trimestre quand le rayonnement du soleil nécessaire à la formation photochimique du polluant est à sa plus faible intensité. L'ozone suit un parcours annuel opposé à celui des autres polluants de l'air dont les concentrations mesurées en hiver sont d'ordinaire plus élevées qu'en été.

### 4.3. Evolution des immissions

Au vu des conditions météorologiques en 2022 les résultats repartent à la hausse par rapport aux deux années précédentes. Ils sont de plus du double en termes de décompte des franchissements de la limitation horaire. À la station urbaine de Sion ils présentent le nombre le plus élevé de dépassements depuis le début des mesures en 1990. La station de centre-ville enregistre aussi les concentrations les plus élevées de NO<sub>2</sub> (figure 22) principalement formé par la réaction entre O<sub>3</sub> et NO. Autrefois le trafic et les chauffages émettaient encore plus d'oxydes d'azote. L'abaissement des niveaux d'ozone par le NO était plus marqué. Puis elles ont progressivement rejoint les niveaux des autres stations qui ont pour leur part diminué jusqu'en 2008. Les résultats de Sion comptent parmi les plus élevés en 2022. Excepté à cette station, les niveaux atteints en 2003 avec son épisode estival caniculaire exceptionnellement long et historique demeurent les plus élevés ces vingt dernières années pour les nombres de jours et d'heures avec des dépassements de la limitation horaire.

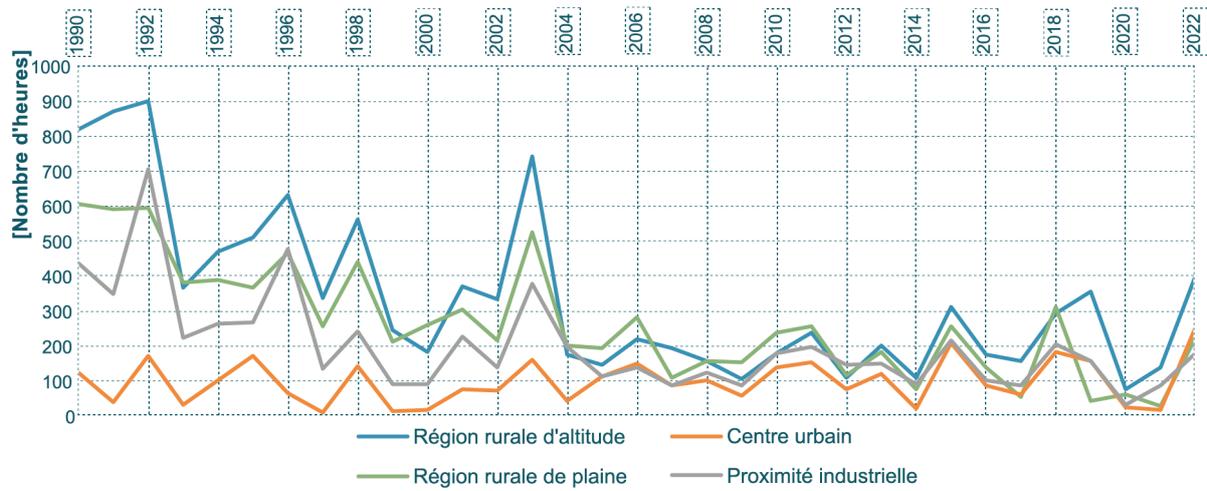
Les nombres d'heures supérieures à 120 µg/m<sup>3</sup> se situent très fortement en dessus de ceux sur 2020 et 2021 qui avaient montré une chute marquée par rapport aux années 2018 et 2019 (figure 5). L'écart à ces dernières est modérément supérieur en 2022. Il va jusqu'à 50 % pour le centre urbain. La région rurale d'altitude poursuit une tendance à la hausse sur une durée glissante de 11 ans. La station de Sion rejoint cette évolution pour la période de 2012 à 2022. Mais en 2020 et 2021 elle était à la baisse. Les concentrations d'ozone variables d'une année à l'autre provoquent ces variations interannuelles sur les tendances. Les niveaux de la période de 2004 à 2014 apparaissent plus stables que ceux depuis 2015. Une atmosphère plus chahutée et turbulente par les effets de la seconde poussée de réchauffement climatique lors de la dernière décennie et les épisodes météorologiques plus extrêmes jouent un rôle dans ce constat.

Une évolution similaire est observée pour le nombre de jours avec des valeurs horaires supérieures à 120 µg/m<sup>3</sup> (figure 6). Cette vision est dérivée de la précédente. Quand les deux valeurs annuelles sont proches c'est dire qu'il n'y avait que peu d'heures par jour en excès sur la limitation. Plus le nombre de jours s'éloigne en-dessous du nombre d'heures, plus l'année a connu d'assez longues plages d'excès journaliers. En 2022 à Sion l'écart sur ces nombres était le plus grand depuis 2005. Il était le plus faible en 2021. Les 39 journées ayant connu en 2022 un dépassement de la limitation horaire ont connu en moyenne 6.5 h d'excès par jour en centre urbain. Elle était de 4 h d'excès sur 24 h pour les 4 jours en dépassement de 2021. En termes de tendances les mêmes évolutions s'appliquent aux nombres de jours et d'heures ayant contenu un franchissement de la limitation horaire.

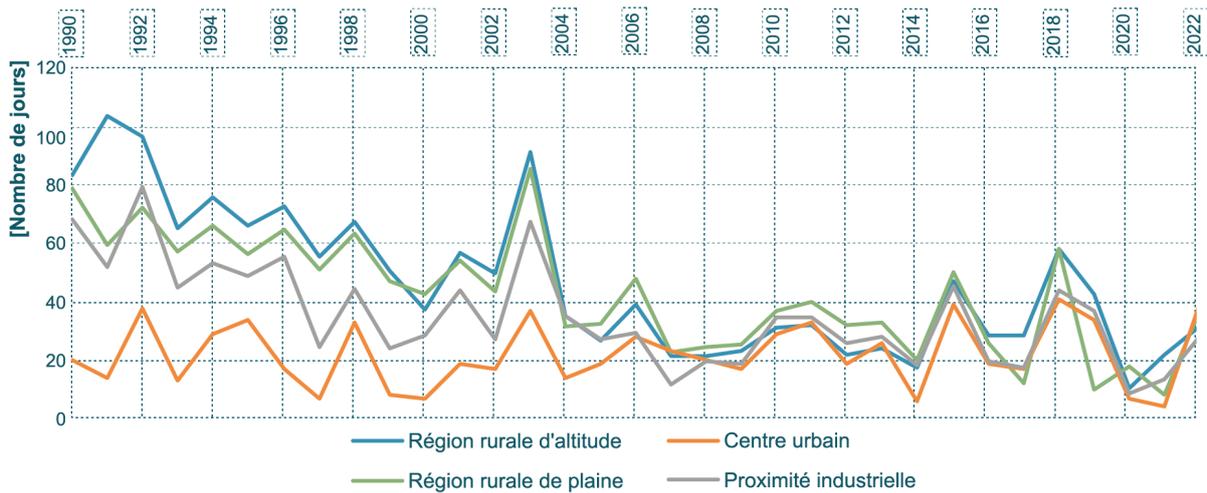
Concernant les valeurs horaires maximales d'ozone (figure 7) l'année 2022 remonte modérément la pente. 2021 avait apporté des minima historiques en régions de proximité industrielle et rurale de plaine. En centre urbain le résultat de 2022 est proche de celui de 2015, le plus élevé ces vingt dernières années. La tendance à la baisse observée depuis 2019 sur toutes les régions en moyenne glissante sur 11 ans se maintient néanmoins pour la période 2012-2022, quoique de peu en région rurale d'altitude et en centre urbain.

La présence de concentrations élevées d'ozone et de gaz précurseurs dans la haute troposphère lié à leur transport depuis l'Amérique du Nord ou même d'Asie du Sud-Est demeure susceptible d'aggraver la pollution de l'air à proximité du sol à cause de l'échange de polluants entre les couches d'air basses et élevées favorisé par les montagnes de l'arc alpin et le brassage éolien.

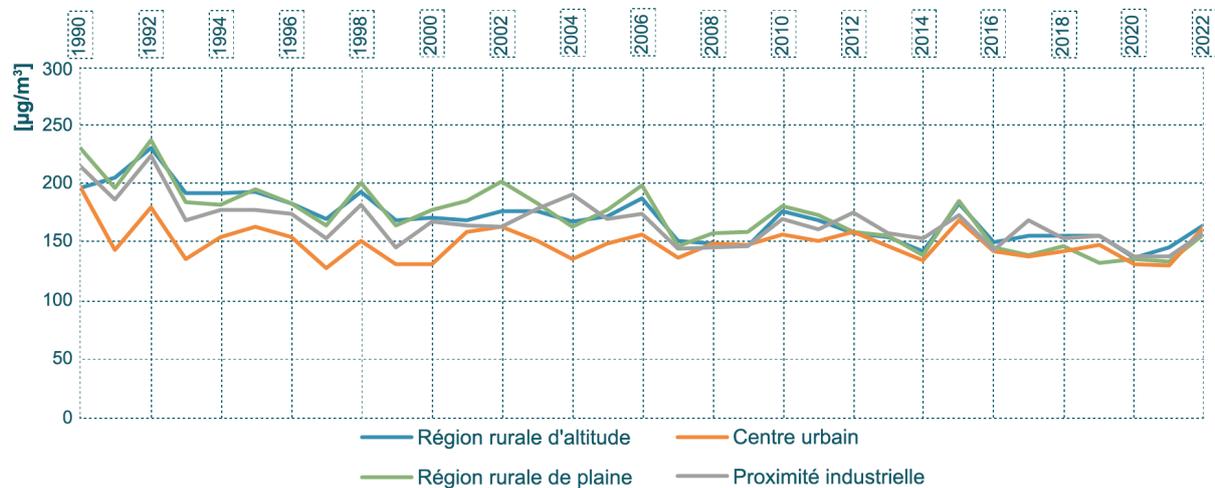
**FIGURE 5 - O<sub>3</sub>, NOMBRE D'HEURES SUPÉRIEURES À 120 µg/m<sup>3</sup>, MAXIMUM RÉGIONAL**



**FIGURE 6 - O<sub>3</sub>, NOMBRE DE JOURS AVEC DES HEURES >120 µg/m<sup>3</sup>, MOYENNES RÉGIONALES**



**FIGURE 7 - O<sub>3</sub>, POINTES HORAIRES MAXIMALES ANNUELLES**



L'ozone est également un gaz à effet de serre. Sa capacité à absorber les rayons infrarouges dans la troposphère contribue à ce phénomène. À cause de sa relativement courte durée de vie il n'influence le climat qu'épisodiquement et quand ses concentrations sont élevées dans l'air.

#### 4.4. AOT 40

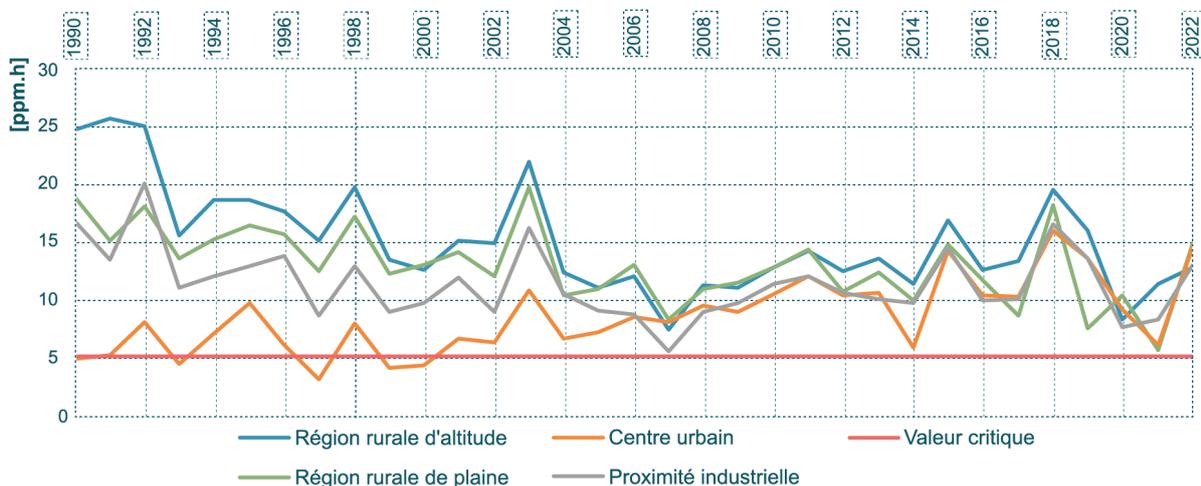
L'effet de l'ozone sur la végétation dépend de la concentration de ce polluant durant la période de croissance allant du début du printemps à la fin de l'été. Il est estimé à l'aide de l'AOT 40 correspondant à l'exposition cumulée au-dessus du seuil de 40 ppb sur la période d'avril à septembre.

La valeur critique pour la protection des forêts, et par extension des cultures, se situe à 5 ppm×h. Au-delà la végétation souffre: nécrose sur les feuilles, réduction des rendements des récoltes, fragilisation des forêts. Avec l'ammoniaque et les oxydes d'azote l'ozone est le polluant atmosphérique le plus néfaste pour les écosystèmes. La pollution par l'ozone entraîne des baisses de rendement pour l'agriculture. Selon une étude de l'Agroscope les pertes de récolte moyennes se situent aux environs de 3 % pour le blé

en Suisse. Elles peuvent aussi dépasser 10 % en fonction de la région et de l'année a rapporté l'OFEV en 2022 [1]. De hauts niveaux d'ozone affectent également la biodiversité. Ils impactent la composition des communautés végétales et modifient la floraison et la production de graines.

En 2022 les niveaux s'échelonnent de 7.7 à 21 ppm×h (figure 8). Ils se situent de 30 à 93 % au-dessus de ceux sur les années 2020 et 2021 qui avaient présenté un minimum historique en région rurale de plaine. Le seuil critique est à nouveau nettement dépassé dans toutes les typologies de site comme chaque année depuis 2001. Après avoir connu une accalmie en 2020 et 2021 les cultures de plaine ont sensiblement pâti de l'ozone en 2022.

FIGURE 8 - AOT 40 POUR LES ANNÉES 1990 À 2022, MOYENNES RÉGIONALES



Les résultats les plus élevés découlent des épisodes de pollution marquée à l'ozone rencontrés lors des saisons estivales très ensoleillées et chaudes ou avec de fortes vagues de chaleur assez prolongées, soit 2003, 2015, 2018, 2019 et 2022.

# 5. POUSSIÈRES FINES – PM10

## 5.1. Portrait

Les poussières fines restent durablement en suspension dans l'air et représentent un enjeu principal de la protection de l'air. Le terme PM10 désigne les particules fines dont le diamètre est inférieur à dix micromètres (< 10 µm). La vision humaine perçoit les poussières dès 10 à 40 µm. La pollution aux poussières fines est donc invisible à l'œil nu. Aux émissions elle est cependant souvent accompagnée de poussières plus grossières qui la rendent manifeste. Il y a les particules primaires issues directement de sources comme la combustion ou l'abrasion, et les particules secondaires formées dans l'air à partir de gaz précurseurs par des processus de nucléation, condensation et coagulation. Ces poussières de petite taille pénètrent jusqu'aux bronches et plus profondément dans les voies respiratoires pour la fraction en-dessous de 2.5 µm.

Les principales nuisances sanitaires de cette pollution comprennent bronchites, toux, dyspnées et asthme. Elles augmentent le taux de mortalité par des cancers et des maladies cardiaques. Une étude de 2013 a montré qu'une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> en moins de 4 jours entraîne des hospitalisations d'urgence.

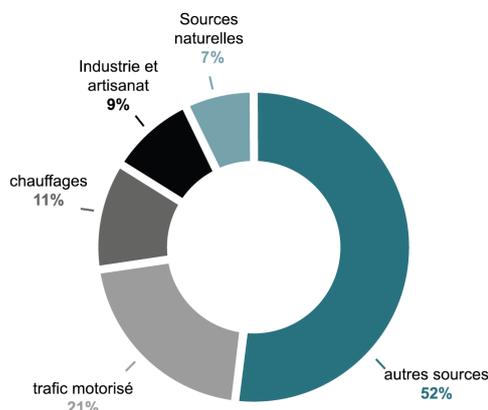
En Valais les émissions de particules primaires de PM10 représentent 454 tonnes en 2021. Le trafic motorisé contribue avec 21 % des émissions, les chauffages avec 11 %, l'industrie et l'artisanat avec 9 %, la nature et les cheptels avec 7 %. Les autres sources principalement les activités agricoles, sylvicoles, de construction et le trafic ferroviaire participent avec 52 % (figure 9).

Près de la moitié de la charge de PM10 dans l'air est composée de particules fines secondaires aussi appelées aérosols secondaires. Les poussières fines contiennent de nombreux composants chimiques : sels inorganiques (sulfates, nitrates, ammonium, Mg<sup>2+</sup> K<sup>+</sup> Na<sup>+</sup> Cl<sup>-</sup>), matière organique et carbone élémentaire – dont les hydrocarbures aromatiques polycycliques cancérigènes –, composants minéraux, métaux lourds (Cd cancérigène, Pb neurotoxique chronique, Fe, Cr, Zn, ...).



Les activités du secteur non-routier (offroad) dégagent des poussières d'engins diesel et d'abrasion

**FIGURE 9 - EMISSIONS DE PM10 PRIMAIRES EN VALAIS EN 2021**



Autres sources: secteur non-routier (offroad e.g. machines de chantier, outils et engins motorisés en agriculture et sylviculture, trafic aérien et ferroviaire), séchage de l'herbe, feux en plein air, feux d'artifice et solvants, incinération illégale de déchets.

Données: cadastre cantonal des émissions (Cadero).

**PARTICULES FINES PM10 – QUALITÉ DE L'AIR EN UN CLIN D'ŒIL**

RÉGION RURALE D'ALTITUDE	👍	Bonne
RÉGION RURALE DE PLAINE	👍	Bonne
CENTRE URBAIN	👍	Bonne
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	👍	Bonne

## 5.2. Résultats 2022

Plusieurs méthodes analytiques sont utilisées pour quantifier les concentrations de PM10 dans l'air ambiant en Valais: la gravimétrie de haut débit volumique (HVS), l'absorption beta et le comptage optique du nombre de particules (voir annexe 2, tableaux 12 et 13). Afin d'assurer des chiffres comparables d'une année à l'autre les résultats sont établis en calibrant les valeurs fournies par les analyseurs en continu (absorption beta, comptage optique) au moyen des échantillons journaliers obtenus par gravimétrie HVS. Cette procédure de correction a été validée par l'EMPA.

La valeur limite annuelle de 20 µg/m<sup>3</sup> a été respectée dans toutes les régions types (tableau 4). Par contre la valeur limite journalière à 50 µg/m<sup>3</sup> a été dépassée en mars et le 21 juin 2022. Resival décompte 17 jours de dépassements sauf aux Giettes et à Massongex. Ces deux stations du Chablais n'en ont pas connu en 2022. Les valeurs excédant la limitation sont toutes

associées à de fortes incursions de sables du Sahara. L'OPair en tolère 3 jours par an. Avec 5 jours d'excès les stations de Montana et de Brigerbad rendent **la situation non-conforme à la limitation journalière dans le Valais central en altitude et en plaine du Haut-Valais**. Que les poussières du Sahara (en anglais Sand Dust Event, SDE) provoquent à elles seules une non-conformité OPair ne s'était jamais vu. Alors que l'année 2019 n'avait connu aucun dépassement des limitations sur les PM10, les trois années suivantes ont été nettement marquées par les SDE. Selon le filtre associant un SDE aux valeurs journalières franchissant 10 µg/m<sup>3</sup> de PM10 à la station fédérale du Jungfrauoch, 2020 a connu 12 jours de ce type, 2021 20 jours, 2022 27 jours. Une analyse sur Resival montre que la hausse de la moyenne annuelle due aux fortes incursions de sables du Sahara va jusqu'à 6.5 % en 2020, 15 % en 2021 et 18 % en 2022.

TABLEAU 4 - PM10, RÉSULTATS 2022

RÉGIONS	STATIONS	PM10			Plomb Moyennes annuelles Pb [ng/m <sup>3</sup> ]	Cadmium Moyennes annuelles Cd [ng/m <sup>3</sup> ]
		Moyenne annuelle [µg/m <sup>3</sup> ]	Nombre jours > 50 µg/m <sup>3</sup>	Valeur horaire maximale [µg/m <sup>3</sup> ]		
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	Les Giettes	8.6	0	43	1.1	0.02
	Eggerberg	12	3	107	2.4	0.05
	Montana	10	5	88	1.9	0.04
RÉGION RURALE DE PLAINE	Saxon	15	1	51	2.7	0.06
CENTRE URBAIN	Sion	15	3	55	3.7	0.07
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	15	0	43	4.2	0.07
	Brigerbad	16	5	130	3.5	0.08
NORME OPAIR		20	3	50	500	1.5

Les plus basses moyennes annuelles reviennent aux stations d'altitude localisées en-dessus des niveaux d'inversion thermique qui piègent la pollution et qui vont en hiver jusqu'à environ 1000 m.s.m. Celle des Giettes est régulièrement la plus basse. Située à une altitude de 1'140 m la station rurale est à l'écart d'importantes sources locales de poussières fines et représente la qualité de l'air de fond en altitude. Les moyennes de 10 et 12 µg/m<sup>3</sup> pour Montana et Eggerberg sont un peu plus élevées. La première station borde une destination touristique comprenant un nombre significatif de sources de pollution générant notamment des poussières fines. La

seconde posée à 840 m.s.m. dans le Haut-Valais n'est pas toujours à l'abri des effets favorisant l'accumulation de polluants lors de situations d'inversion thermique. Elle accuse une valeur légèrement supérieure à celle de Montana. En 2022 la pollution de l'air aux poussières fines peut être qualifiée de faible à modérée pour les régions rurales d'altitude. En plaine elle est devenue significative, au lieu de modérée, à cause des SDE.

La représentation des niveaux de pollution aux PM10 diffère des conclusions ci-avant quand on considère les valeurs journalières. Leur intervalle pour les maxima s'étend de 43 à 107  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en altitude et de 43 à 130  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en plaine. C'est similaire. Dans le même ordre d'idée 5 jours ont connu un dépassement de la limitation journalière tant à Brigerbad à 650 m.s.m qu'à Montana à 1'420 m.s.m. À cette résolution la qualité de l'air n'est donc pas meilleure en montagne. Cette observation s'explique par les incursions de sables du Sahara. Ils provoquent les 17 dépassements journaliers constatés en 2022 aux stations Resival. Cette pollution vient par le haut depuis l'atmosphère libre et les régions d'altitude n'en sont pas mieux abritées.

L'air en Valais est le théâtre de mars à mai d'épisodes de lutte contre le gel printanier dommageable à la production de fruits. Les moyens engagés à cet effet comprennent des techniques favorables, notamment l'aspersion d'eau. D'autres sont par contre défavorables. Il s'agit essentiellement de l'usage de chaufferettes à paraffine. Elles dégagent des fumées nuisibles dispersant des suies cancérigènes. Depuis 2014 les rapports de qualité de l'air selon Resival relatent des dépassements de la limitation journalière causés par le recours aux bougies antigel. Ils s'observent à la station de Saxon localisée dans une zone de production arboricole assez dense. Seule l'année 2018 avec ses conditions météorologiques assez clémentes avait connu une trêve sur ces épisodes. L'année 2022 n'a pas été exempte de mesures de protection. Dans la première quinzaine d'avril 4 nuits glaciales ont été critiques. Quelques arboriculteurs ont décidé d'allumer des chaufferettes. Leurs fumées n'ont cependant pas engendré de dépassement de la limitation journalière à la station de Saxon. La plus haute valeur de PM10 qu'elle a enregistré a été de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  le 11 avril.

L'étude du SEN mandatée par le Service cantonal de l'agriculture a déterminé un débit massique d'émission de poussières par chaufferette de 1 g par heure dans le meilleur des cas (tube perforé à pellets de bois) et jusqu'à 7 g par heure dans les moins bons

(chaufferettes à paraffines issues de coupes pétrolières mais aussi de cires de bougies artisanales). Considérant un strict minimum de 200 bougies antigel par hectare pour lutter avec quelques chances de succès contre le gel, les émissions de suies se montent au moins à 200 g par heure et par hectare. C'est le seuil que fixe l'OPair pour imposer une limitation sur la concentration des rejets de poussières par les installations stationnaires. Dans le cas des chaufferettes il est atteint alors que la chaleur qu'elles produisent accuse des déperditions énormes au regard des fruits à protéger. Le SEN conseille de les éviter dans la mesure où le permettent la technique et l'exploitation et où cela est économiquement supportable.

La station mobile de Batschieder à l'Ouest de Viège a enregistré une moyenne annuelle de PM10 de 16.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2022 très proche de celle de Brigerbad, endroit situé 4 km plus à l'Est. La valeur journalière maximale de 121  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  l'est aussi, survenue le 18 mars en plein épisode de forte incursion de SDE. Le pic de 76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  observé à Baltschieder le 26 octobre correspond par contre à des circonstances très différentes. C'est la seule station valaisanne ayant enregistré ce jour-là une concentration excédant la limitation OPair à 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Une forte incursion de sables sahariens, prédite par Météosuisse, s'est avérée au Jungfrauoch les 28 et 29 octobre dans une situation anticyclonique. Mais auparavant du 24 au 27 octobre, dans un contexte de courant du Sud-Ouest, les niveaux de PM10 à la station fédérale de haute montagne étaient nettement inférieurs à 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . L'effet de subsidence en zones de haute pression atmosphérique favorisant la sédimentation progressive vers le sol des poussières en suspension dans l'air ne peut pas avoir affecté Baltschieder le 26 octobre sans toucher aussi Brigerbad et Eggerberg situés dans la même région. La forte hausse de PM10 le 26 à la station mobile est donc attribuée à une source très locale en plaine à l'Ouest de l'agglomération de Viège. Un chantier proche ou une activité sur route inhabituelle sont mis en cause.

### 5.3. Evolution des immissions

Toutes les valeurs depuis 1999 sont établies sur la base de la méthode gravimétrique de référence (voir chapitre précédent) et sont donc directement comparables. Globalement les immissions de PM10 n'ont que peu changé entre 1999 et 2006. Depuis 2006 une claire évolution à la baisse de la moyenne annuelle est observée pour toutes les régions types (figure 10) comme au niveau suisse (voir résultats du Nabel [1]). La baisse significative observée en 2022

par rapport à 2006 va de -30 % en région rurale d'altitude pour la plus modérée à -44 % en centre urbain pour celle de plus grande ampleur. En 2022 et depuis 2014 la limitation annuelle, autrement dit la valeur limite à long-terme, a été respectée sur l'ensemble du canton pour la neuvième année consécutive. Depuis 2016 les niveaux stagnent en plaine avec un minimum distinct en 2019 et repartent à la hausse en région rurale d'altitude. Cette

évolution est fortement dictée par les trois années 2020 à 2022 ayant connu des épisodes majeurs d'incursions de sables du Sahara.

Le nombre de dépassements journaliers avait connu un regain d'importance en 2017 à cause d'épisodes d'inversion thermique fréquents en janvier et février. En 2019 et pour la première fois depuis le début des mesures en 1999 aucune des stations Resival n'avait présenté de valeur journalière excédant la norme OPair. En 2020 cet excellent résultat n'a pas été réitéré mais le nombre de dépassements par station et par région type se situait dans la tolérance de maximum 3 jours existante depuis l'OPair de 2018. Les années 2021 et 2022 ont marqué le retour de non-conformités à l'Ordonnance. En 2021 aux stations de Saxon et de Brigerbad avec 4 jours de dépassements, en 2022 à celles de Montana et de Brigerbad avec 5 jours en excès à chacune d'elles

(figure 11). Les apports massifs de sables du Sahara les expliquent. Cette pollution d'origine naturelle est formée de microscopiques grains de quartz. Leur taille va jusqu'à 100 µm pour le sable fin et rend l'atmosphère opaque. Ils provoquent des atteintes à la santé par des inflammations des voies respiratoires. Les épisodes les plus marqués s'observent en février et en mars. Mais ils surviennent aussi dans le reste de l'année, en juin en 2022, en novembre en 2020. L'intensité des incursions de sables du Sahara s'amplifie de 2020 à 2022. Le réchauffement climatique et les situations météorologiques correspondantes semblent favoriser les transports intercontinentaux de poussières minérales par la plus grande énergie présente dans l'atmosphère. Les émissions des sources anthropiques de gaz à effet de serre sont la contribution des activités humaines à ce phénomène.

FIGURE 10 - PM10, MOYENNES ANNUELLES ET RÉGIONALES DE 1999 À 2022

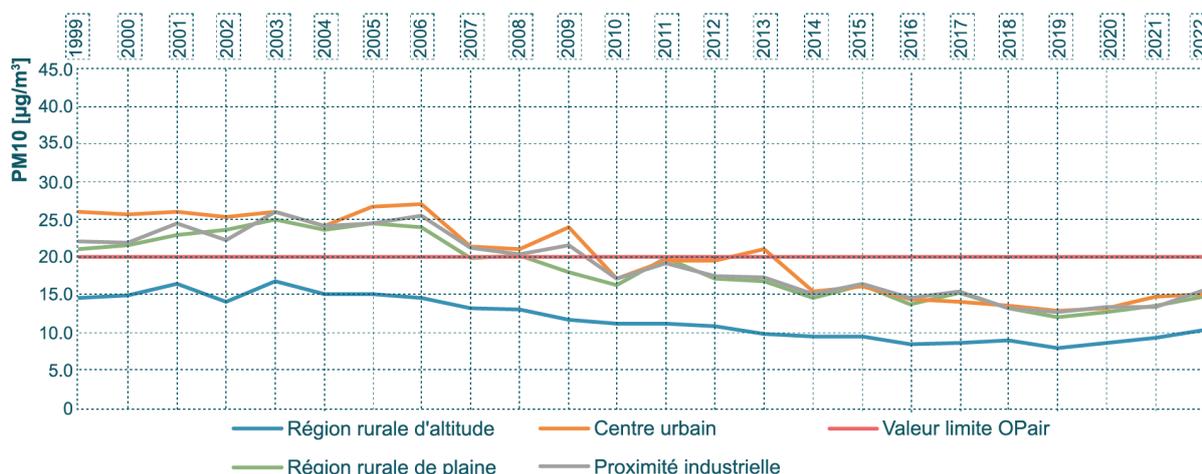
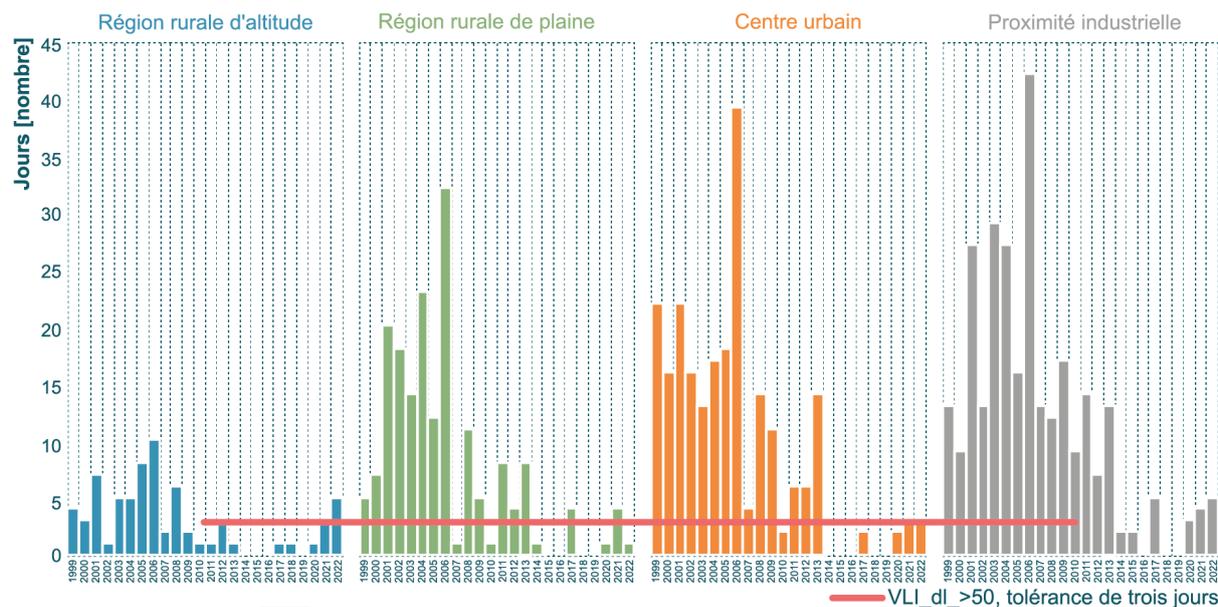


FIGURE 11 - PM10, NOMBRE MAXIMAL DE JOURS > 50 µg/m<sup>3</sup>, MAXIMA RÉGIONAUX



Selon le cadastre d'émissions 41 % des quantités de particules fines primaires émises en 2021 dans le canton proviennent des activités du secteur non-routier (offroad) par exemple sur chantiers, en agriculture, sylviculture, carrières et gravières. Il est inclus dans le domaine 'autres sources' à la figure 9. Un pourcentage prédominant c.-à-d. 58 % des charges de PM10 primaires provient des émissions causées par divers phénomènes abrasifs telle l'usure des freins et des pneumatiques. Deux secteurs sont impliqués: le domaine non-routier et le trafic routier, représentant 67 % et 33 % respectivement des rejets totaux des particules d'abrasion. En 2021 les principales sources de PM10 primaires hors processus d'abrasion étaient les chauffages (24 %) dont 97 % des émissions sont dues à ceux alimentés au bois, l'industrie (21 %) et la nature et les cheptels (17 %). Le solde provient pour 7 % du trafic routier et non-routier mais plus encore de divers solvants, du séchage de l'herbe et même de feux à priori interdits. La part non abrasive des poussières émises est principalement constituée de particules de combustion. Elles véhiculent des suies cancérigènes. De ce fait et vu leur part prépondérante, les rejets atmosphériques des chauffages à bois sont à limiter autant que possible.

Les particules secondaires de PM10 sont formées à partir de gaz précurseurs, surtout les oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) et d'azote (NO<sub>x</sub>) et l'ammoniac (NH<sub>3</sub>). Ils réagissent dans l'atmosphère pour produire des composés de sulfate, de nitrate et d'ammonium, en d'autres termes des aérosols inorganiques secondaires. L'oxydation de composés organiques volatiles (COV) produit des composés moins volatils, soit des aérosols organiques secondaires. En plaine

les niveaux de pollution ambiante entre villes et campagnes sont plus proches pour les PM10 (figure 10) que pour le dioxyde d'azote (figure 22). En tant que polluant secondaire formé par l'oxydation du NO dans l'air, le NO<sub>2</sub> est produit plus rapidement et à moindre distance des sources du polluant primaire que les aérosols secondaires. De ce fait et parce qu'ils se dispersent à plus large échelle grâce à une durée de vie supérieure, les PM10 primaires et secondaires ont une distribution spatiale plus homogène que le dioxyde d'azote.

La baisse des niveaux de PM10 depuis 2006 s'explique à la source par des améliorations de l'état de la technique sur les processus générant des particules atmosphériques. Les véhicules et les machines à moteurs à combustion sont fabriqués selon des normes graduellement renforcées pour les réduire aux gaz d'échappement. L'Ordonnance sur la protection de l'air a favorisé et au besoin imposé la réduction des rejets de poussières par des dispositions progressivement plus restrictives depuis 2007. Excepté les véhicules dont les émissions sont limitées selon la législation sur la circulation routière, toutes les sources de pollution ont été visées en particulier les chauffages à bois, les moteurs stationnaires, les machines diesel mobiles de chantier ou d'autres exploitations. Quand les mesures mises en œuvres ne réduisent pas suffisamment les émissions de poussières au niveau d'un foyer ou d'un moteur, diverses techniques d'épuration des effluents gazeux sont disponibles par exemple toute la gamme des filtres à particules du marché.

Les carburants des automobiles sur route sont du ressort de l'OPair. La teneur en soufre de l'essence

et du diesel a été abaissée par étapes de 2000 à 2009 jusqu'à l'actuel maximum de 10 mg/kg alors que pour le diesel il était de 350 mg/kg neuf ans auparavant. Les huiles de chauffage sont sujettes à des réductions similaires. Les oxydes de soufre émis dans l'air transformés en sulfates produisent des particules fines. Une part significative de la diminution de ces dernières dans l'air ambiant provient de la réduction à la source des rejets de SOx.

Selon une étude de l'EMPA de 2021 les principales réductions des composants des PM10 ces vingt dernières années sont sur les sulfates et les suies cancérigènes constituées de carbone élémentaire. La réduction des teneurs en soufre dans les combustibles et les carburants, l'usage de filtres à particules et les moindres émissions des chauffages

à bois favorisent ce progrès. Inversement les parts relatives de poussières fines organiques ont augmenté ainsi que celle des particules minérales. Ces dernières trouvent leur origine dans les tourbillons de poussières provoqués par le trafic routier et l'usure des freins, des pneumatiques et des routes, mais aussi dans la nature notamment par l'abrasion éolienne de roches.

Les niveaux des métaux lourds, plomb et cadmium, dans les PM10 sont très largement en dessous des valeurs limites annuelles (figures 12 et 13). Leur détermination en laboratoire se situe néanmoins au-dessus des seuils analytiques. Sauf quelques hausses modérées, comme en 2010 pour le cadmium, les concentrations ne varient que peu d'année en année.

FIGURE 12 - PLOMB EN ng/m<sup>3</sup> DANS LES PM10 DE 2001 À 2022, MOYENNES RÉGIONALES

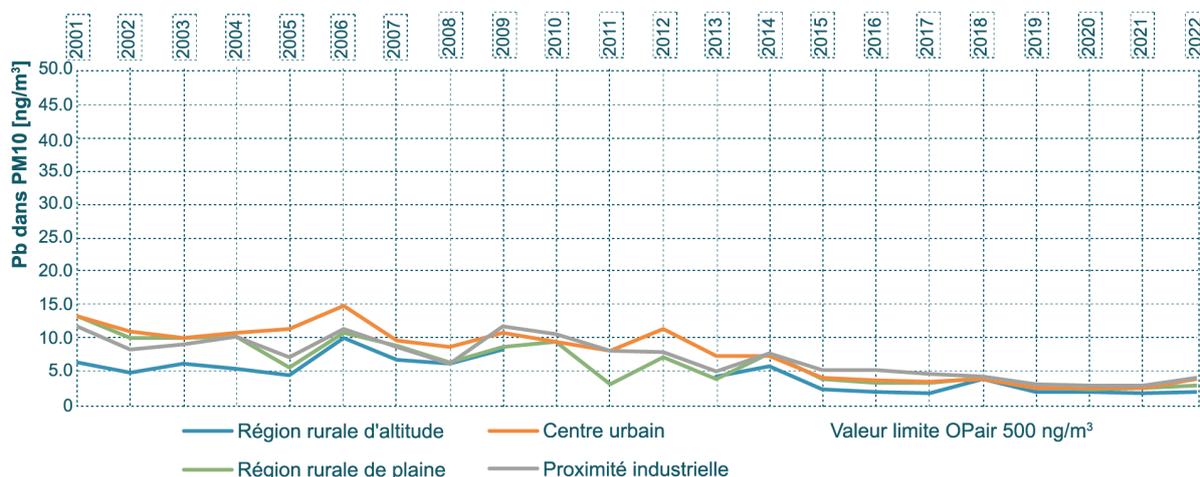
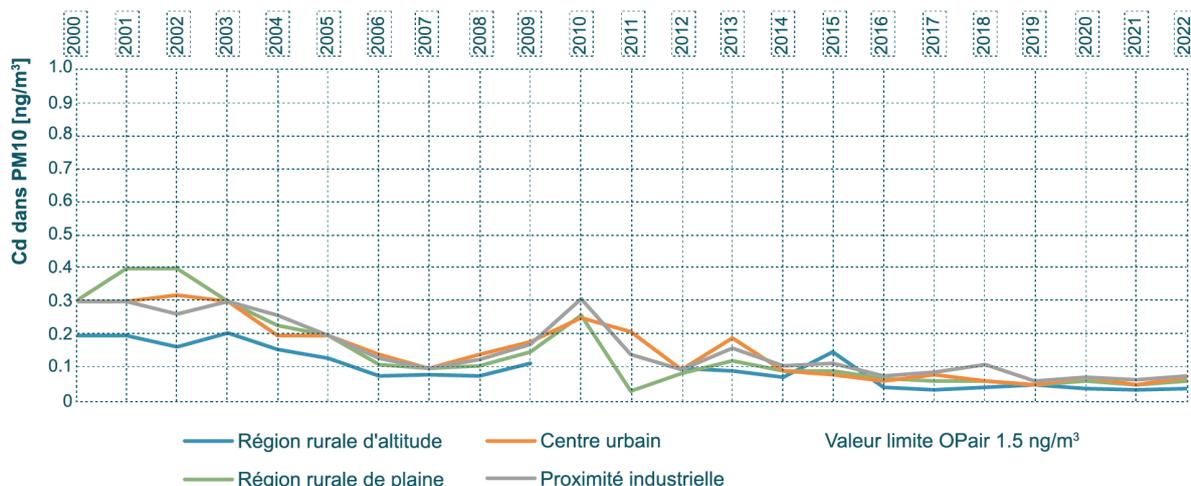


FIGURE 13 – CADMIUM EN ng/m<sup>3</sup> DANS LES PM10 DE 2001 À 2022, MOYENNES RÉGIONALES



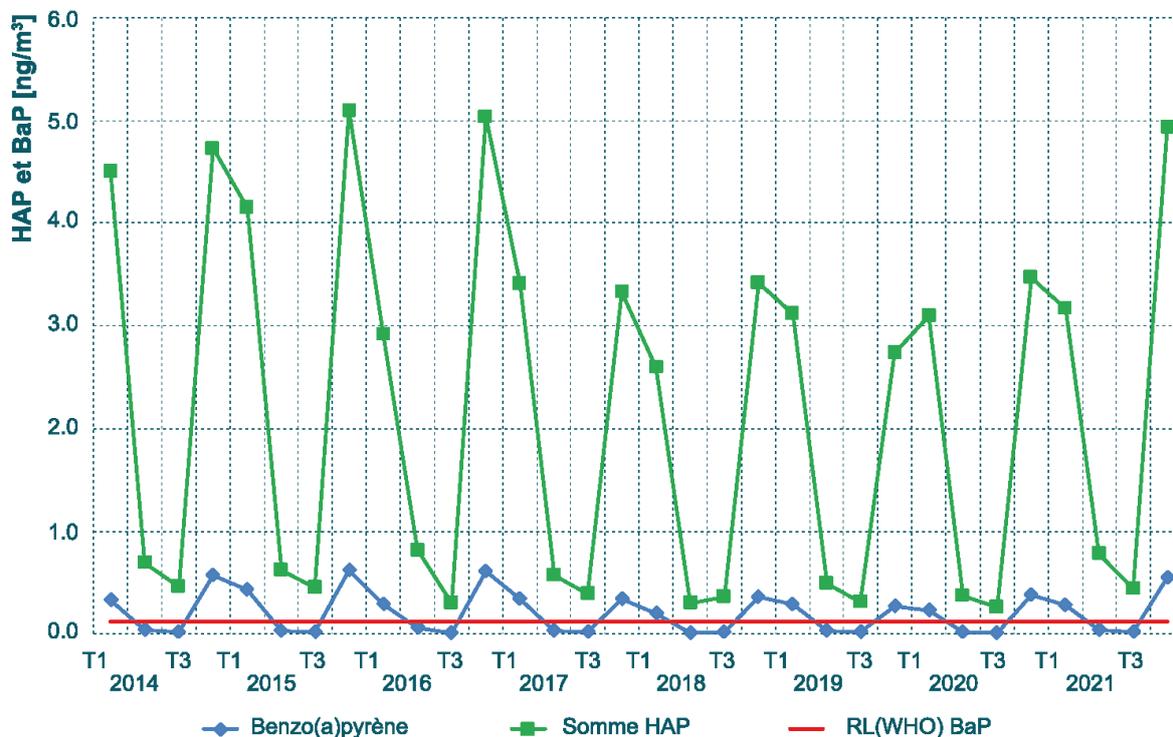
Des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) produits par la combustion incomplète de matières organiques comme le bois, l'essence, le diesel ou le mazout sont présents dans les poussières fines. Il s'agit d'un groupe de substances chimiquement similaires comprenant plusieurs anneaux aromatiques, soit des anneaux benzène. La fumée du tabac en contient également.

L'EMPA caractérise annuellement 11 HAP séparément depuis 2006 à la station fédérale de Sion [2]. Les deux HAP limités en classe cancérigène dans l'OPair, le dibenzo(a,h)anthracène (DahA) et surtout le benzo(a)pyrène (BaP) contribuent pour 65 % à 70 % à la toxicité globale des HAP dans les PM10. Une valeur limite annuelle de 1 ng/m<sup>3</sup> a été proposée pour le BaP (directive européenne 2004/107/EC). Elle est respectée depuis le début des mesures.

L'OMS a fixé le niveau de référence (RL) du BaP à 0.12 ng/m<sup>3</sup> sur une année. Il définit le niveau au-dessus duquel le risque de provoquer un cancer chez un individu lors d'une espérance de vie standard

excède celui toléré d'environ 1 personne sur 100'000. Depuis 2017 les valeurs de mesure pour Sion sont inférieures au double de ce niveau mais se situent au moins à 25 % en plus de la norme. En 2021 la valeur de 0.22 ng/m<sup>3</sup> est en excès de 83 %. Elle renoue d'avril à décembre avec les niveaux d'avant 2017 sensiblement plus élevés. Cette évolution surprenante sera à vérifier sur l'année 2022. Le manque de précipitations persistant et la sécheresse marquée cette année-là auraient pu favoriser des concentrations d'autant plus élevées. En règle générale la figure 14 montre que ce sont les teneurs hivernales d'octobre à mars qui provoquent le dépassement. La concentration annuelle de HAP dans les poussières fines en 2021 était de 2.32 ng/m<sup>3</sup> pour une moyenne annuelle de 15.7 µg/m<sup>3</sup> de PM10 à la station Nabel placée entre l'A9 et l'aéroport de Sion (Resival Sion centre-ville 2021: 15 µg PM10/m<sup>3</sup>). Il y avait donc 0.015 %-masse de HAP dans les PM10 en 2021. Cette proportion varie peu et oscille de 0.010 à 0.015 % de 2017 à 2021. La toxicité majeure des HAP tient à une présence minimale dans les poussières en suspension.

FIGURE 14 - RÉSULTATS 2014 - 2021 POUR LES HAP ET LE BENZO(A)PYREN À LA STATION NABEL DE SION



## 6. POUSSIÈRES FINES – PM2.5

### 6.1. Portrait

Les particules fines PM2.5 ont un diamètre inférieur à 2.5 micromètres (< 2.5 µm). Compte tenu de la gravité et de la résistance de l'air leur vitesse de sédimentation n'excède pas 1.2 cm par minute alors qu'elle va jusqu'à 20 cm à la minute pour les PM10. Elles se composent aussi de particules primaires et de particules secondaires formées à partir de gaz précurseurs. Elles représentent mieux les particules de combustion car celles-ci n'excèdent guère 1 µm.

Les PM2.5 représentent un enjeu sanitaire plus marqué que les PM10. Outre des réactions inflammatoires ils sont estimés être à l'origine d'environ 3'500 décès annuels prématurés en Suisse pour une concentration entre 7.5 et 10 µg/m<sup>3</sup>. En Valais c'est une centaine de cas chaque an. Sans cette nuisance les instances de santé publique évaluent de 13 à 14 ans la prolongation moyenne de leur vie. Les PM2.5 affectent davantage le système cardio-vasculaire et pénètrent plus profondément dans les poumons, jusque dans les alvéoles. La fraction des particules ultrafines (< 0.1 µm) peut traverser la barrière air-tissu et aboutir dans le sang. Quand elle franchit la barrière hémato-encéphalique entre le système sanguin et le cerveau des atteintes cérébrales peuvent s'ensuivre.

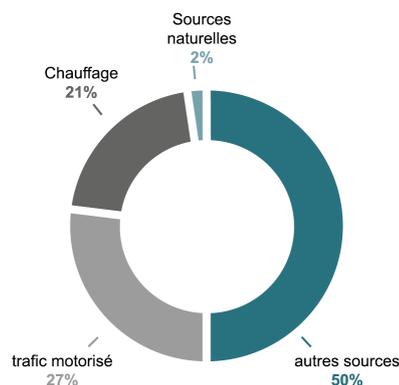
En Valais les émissions de particules primaires de PM2.5 représentent 152 tonnes en 2021 soit 33 % des rejets de PM10. Le trafic motorisé contribue avec 27 % des émissions, les chauffages avec 21 %, les autres sources avec 50 % (figure 15). L'absence du secteur industriel ne signifie pas qu'il est exempt de cette pollution; ses émissions de poussières sont comptabilisées en charges de PM10 (9 % des rejets totaux du canton en 2021).

La composition chimique des PM2.5 est similaire à celle des PM10. La part relative des poussières secondaires est plus élevée dans les PM2.5. Elles se lient davantage à la fraction plus fine des particules. Le rapport PM2.5/PM10 d'environ 63 % dans l'air ambiant valaisan est par conséquent supérieur au 33 % de rejets primaires. Par contre la contribution relative des poussières minérales est plus importante dans les PM10.



Les feux en plein air et les petits chauffages à bois brûlant principalement des bûches émettent de grandes quantités de PM2.5

**FIGURE 15 - EMISSIONS DE PM2.5 PRIMAIRES EN VALAIS EN 2021**



Autres sources: secteur offroad (e.g. machines de chantier, outils et engins motorisés en agriculture et sylviculture, trafic aérien et ferroviaire), séchage de l'herbe, feux en plein air, feux d'artifice et solvants, incinération illégale de déchets.

Données: cadastre cantonal des émissions (Cadero).

**PARTICULES FINES PM2.5 – QUALITÉ DE L'AIR EN UN CLIN D'ŒIL**

RÉGION RURALE D'ALTITUDE	👍	Bonne
RÉGION RURALE DE PLAINE	👎	Moyenne
CENTRE URBAIN	👎	Moyenne
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	👍	Bonne

## 6.2. Résultats 2022

De 2015 à 2017 les particules fines PM2.5 ont été mesurées à Montana à l'aide de la méthode gravimétrique de référence au moyen de HVS. En juin 2018 l'OPair a mis en vigueur une valeur limite d'immissions (VLI) annuelle sur ce polluant. Elle reprend celle fixée par l'OMS et est fixée à 10 µg/m<sup>3</sup>. L'organisation mondiale prescrit de surcroît une limitation journalière à 25 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de trois jours par année. Après une phase transitoire en 2018 les mesures de PM2.5 se font depuis 2019 à l'aide de la gravimétrie HVS et d'analyseurs en continu aux stations fixes de Resival sauf celles des Giettes et d'eggerberg. Ces dernières ont été dotées de préleveurs HVS dédiés aux PM2.5 en août 2021. Puis en juillet 2022 elles ont accueilli des analyseurs en continu déterminant les fractions PM2.5 et PM10. Depuis lors toutes les stations

Resival sont complètement équipées pour les déterminer. Pour les résultats de 2022 la moyenne annuelle aux Giettes et à Eggerberg demeure une estimation (voir le commentaire au tab. 5). Les résultats pour 2023 seront assurés à part entière selon le système qualité en vigueur, tant pour les valeurs annuelles que journalières.

La limitation OPair est respectée en 2022 sauf en région rurale de plaine où la moyenne annuelle est comme en 2021 à la limite. La valeur de 10.5 µg/m<sup>3</sup> à Saxon, arrondie à 11 µg/m<sup>3</sup> (tableau 5), est 0.5 µg/m<sup>3</sup> en-dessus de l'année d'avant. En termes de valeurs journalières les limitations indicatives de l'OMS sont dépassées à toutes les stations dotées d'analyseur en continu sur les PM2.5

**TABLEAU 5 - PM2.5, RÉSULTATS 2022**

RÉGIONS	STATIONS	PM2.5		
		Moyenne annuelle [µg/m <sup>3</sup> ]	Nombre jours > 25 µg/m <sup>3</sup>	Valeur journalière maximale [µg/m <sup>3</sup> ]
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	Les Giettes	5.2*	-	-
	Eggerberg	7.1*	-	-
	Montana	5.6	5	37
RÉGION RURALE DE PLAINE	Saxon	11	14	65
CENTRE URBAIN	Sion	9.0	6	32
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	9.2	8	36
	Brigerbad	8.5	4	42
NORME OPAIR		10		
NORME OMS		10	3	25

\* Valeur estimée basée sur la valeur annuelle de PM10 et sur une évaluation du ratio PM2.5/PM10 pour la station en fonction des résultats de mesure par la méthode de référence à Montana, Massongex et Brigerbad

Au cumul les 5 stations Resival équipées pour déterminer les valeurs journalières sur toute l'année 2022 ont enregistré 37 jours de dépassement de la limitation OMS. Sur ce total 23 dépassements sont associés à de fortes incursions de sables du Sahara en mars et en juin; celui du 12 août pourrait être surtout provoqué par les feux de forêts qui se sont déclarés le 10 août dans la région de Cernon du Jura français. Mais l'image du ceilomètre de Genève le 10 août plafonnait le panache de particules de combustion à environ 3'000 m.s.m. C'est assez

nettement plus bas que l'altitude de la station fédérale du Jungfrauoch. Dès lors les 10.5 µg/m<sup>3</sup> de PM10 enregistrés le 12 août à la station de haute montagne semblent provenir d'un SDE. Si ce n'est pas le cas il y a 16 dépassements en 2022 de la limitation journalière OMS qui ne sont pas dus aux sables sahariens. Huit en janvier et du 7 au 8 mars sont associés aux sources usuelles de combustion. Six du 11 au 17 août à Saxon sont attribués aux feux de forêts du Jura. Cet incendie ajoute probablement deux dépassements à Saxon et Montana le 12 août.

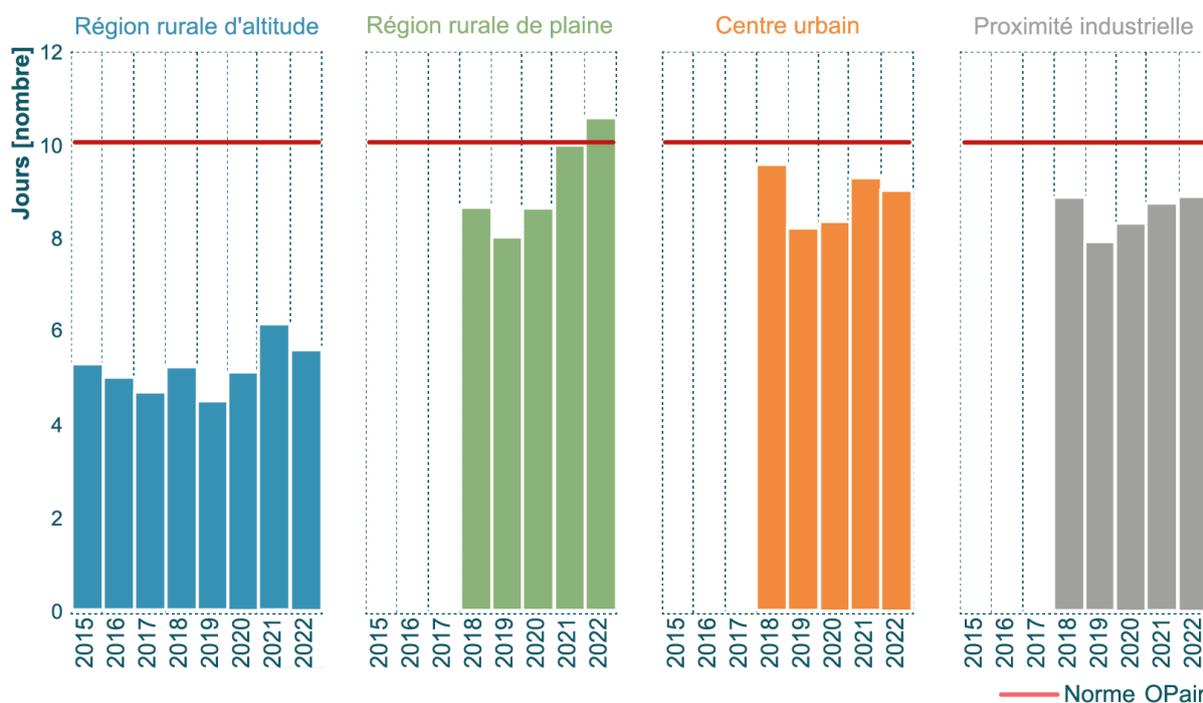
### 6.3. Evolutions des immissions

Les mesures préliminaires faites à Montana de 2015 à 2017 en prévision de la nouvelle limitation annuelle OPair introduite en 2018 montraient un large respect de celle-ci. Les résultats de 2018 à 2022 sur l'ensemble du territoire cantonal caractérisent une réalité bien plus critique (figure 16). La limitation annuelle est respectée en plaine sauf en région rurale où les valeurs l'atteignent en 2021 et la dépassent un peu en 2022. En milieu urbain et en proximité industrielle elle est significative. La

pollution n'est modérée qu'en altitude. Pour une région donnée les niveaux de PM2.5 sont relativement stagnants ces cinq dernières années.

Concernant les normes journalières de l'OMS avec sa limite à 25 µg/m<sup>3</sup> elles ne sont pas respectées en 2022 tout comme en 2018, 2020 et 2021 aux stations de plaine. En altitude à Montana les dépassements excèdent la tolérance de 3 jours par an depuis 2021.

FIGURE 16 - PM2.5 2018-2022, MOYENNES ANNUELLES ET RÉGIONALES EN µg/m<sup>3</sup>



L'évaluation du ratio annuel [PM2.5]/[PM10] s'est poursuivie en 2022. À Montana le ratio est en moyenne annuelle : 0.51 (± 0.04), 0.58 (± 0.04), 0.62 (± 0.05), 0.60 (± 0.05), 0.52 (± 0.04), 0.60 (± 0.04), 0.61 (± 0.05), 0.60 (± 0.05), de 2015 à 2022. L'incertitude élargie associée aux résultats vaut pour un intervalle de confiance de 99 %. Elle est inférieure à ±10 %. La même méthode a déterminé des ratios annuels [PM2.5]/[PM10] à Massongex, Sion, Saxon et Brigerbad depuis 2017, 2018 et 2019 respectivement, et à Eggerberg en 2022. Par année ils vont de 0.54 à 0.73 et s'échelonnent en moyennes sur les périodes de mesure de 0.59 à 0.69. Le ratio général obtenu pour les six stations valaisannes est [PM2.5]/[PM10] = 0.63. Pour comparaison un ratio annuel moyen de 0.71 a valu pour les mesures

effectuées entre 1998 et 2011 auprès de stations fédérales du Nabel. Un environnement minéral régulièrement soumis à l'abrasion éolienne et prépondérant en Valais ainsi que des conditions plus sèches qu'ailleurs en Suisse favorisent la part des poussières grossières entre 2.5 et 10 µm de diamètre (37 % contre 29 % sur l'ensemble du pays).

Une évaluation du SEN basée sur le ratio [PM2.5]/[PM10] valaisan de 0.63, sur les quantités annuelles de PM10 et PM2.5 primaires émises (CADERO) et sur l'information de l'OFEV avisant que les concentrations de PM10 totaux sont composées de près de 50 % d'aérosols secondaires montre que les PM2.5 totaux seraient composés d'environ 74 % d'aérosols secondaires en Valais.

## 7. CARBONE ÉLÉMENTAIRE (SUIES)

Les suies issues de combustions incomplètes contiennent essentiellement du carbone élémentaire (CE) ou du black carbon (BC). Le BC est défini optiquement et comprend surtout du CE mais aussi de la matière organique lourde. Les moteurs diesel en sont des sources importantes. Leurs gaz d'échappement étaient noirs et opaques au siècle passé. Depuis les années 2000 l'amélioration de la combustion et des systèmes d'épuration des gaz (filtres à particules) ont fortement réduit cette pollution. Les particules microscopiques de suie respirée pénètrent au plus profond de nos poumons et passent dans notre système sanguin. Elles engendrent des maladies des voies respiratoires et des perturbations du système cardio-vasculaire. Dans les agglomérations se sont les suies de diesel qui contribuent le plus au risque de cancer en raison des molécules organiques, notamment des HAP, qu'elles véhiculent.

Les valeurs de CE publiées jusqu'au rapport pour 2017 étaient basées sur les résultats de BC vu la méthode d'analyse utilisée. Le BC dans les PM1 était déterminé en continu à l'aide d'un photomètre d'absorption multi-angle (MAAP) puis transposé en valeurs CE à l'aide d'un facteur de conversion. Ce mode opératoire avait l'avantage de produire des valeurs journalières mais le désavantage d'une calibration directe impossible et d'une transposition peu fiable. Le MAAP étant irrémédiablement hors service depuis l'automne 2017 la méthode a été changée. La valeur cible d'hygiène de l'air étant une moyenne annuelle l'autre méthode mise en œuvre depuis 2018 combine le prélèvement en continu des poussières en suspension sur des filtres en quartz à

l'aide de l'analyseur optique mesurant les poussières fines avec la détermination du CE faite au moyen de la méthode TOT par un laboratoire spécialisé. Ce protocole permet d'obtenir des moyennes sur environ 15 jours et une moyenne annuelle. Les résultats correspondants sont inscrits dans le tableau 6 ci-après.



Les gaz d'échappement non épurés des moteurs diesel sont des sources majeures de BC

**TABLEAU 6 - CARBONE ÉLÉMENTAIRE (CE), RÉSULTATS 2022**

RÉGIONS	STATIONS	Carbone élémentaire (CE)	
		Moyenne annuelle [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Valeur ~semi-mensuelle maximale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	0.41	0.81

**FIGURE 17 – CE, MOYENNES ANNUELLES DE 2008 À 2022**

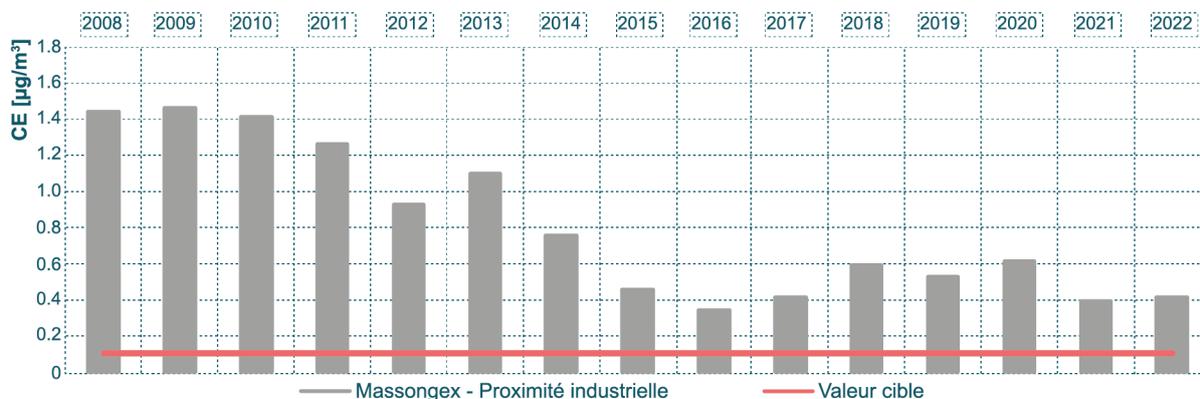
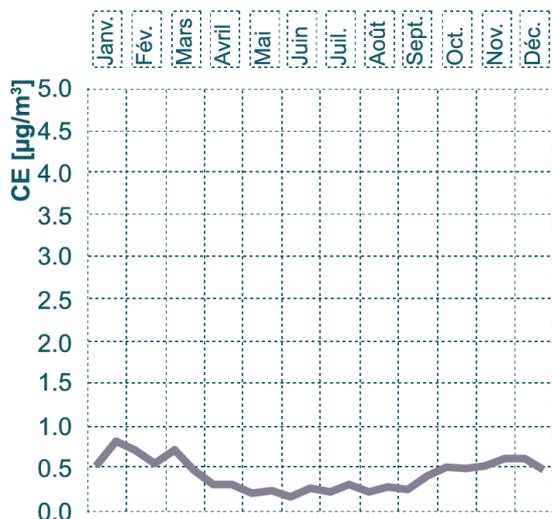


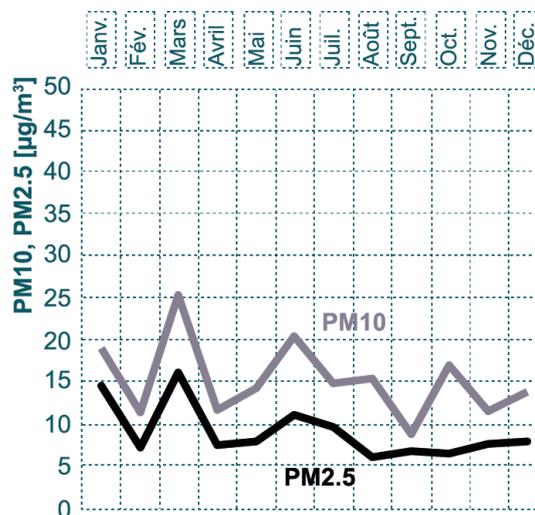
FIGURE 18 - CE EN 2022 À MASSONGEX



Un examen des séries temporelles en 2022 pour le CE en valeurs semi-mensuelles (figure 18) et pour les PM10 (trait gris) et PM2.5 (trait noir) en moyennes mensuelles (figure 19) montre un pic marqué en mars pour les poussières fines qui ne l'est pas sur les suies. Leur niveau stagne entre 0.46 et 0.81 µg/m<sup>3</sup> sur le premier trimestre. Alors que les incursions de poussières du Sahara de mars ont fortement influencé les concentrations de PM10 et PM2.5, les particules minérales de sable n'apportent aucune charge de carbone constitutif du CE. Son niveau moyen du premier trimestre (0.62 µg/m<sup>3</sup>) est proche de celui du dernier (0.53 µg/m<sup>3</sup>), tandis que lors de la saison estivale il baisse à 0.23 et 0.27 µg/m<sup>3</sup> au second et troisième trimestre. En comparaison le creux estival est beaucoup moins marqué sur les poussières fines PM10 et PM2.5. Leur niveau moyen du second trimestre, ayant encore connu des SDE en juin, est proche de la moyenne annuelle alors que pour le CE il est lui est inférieur de 45 %.

Le rapport CE/PM2.5 annuel de 4.8 % est proche de celui de 2021 et plus bas de celui des années précédentes (7.5 % en 2020). Il était le plus bas en juin 2022 (1.8 %). C'est dû à la hausse de poussières fines liée au SDE. Le rapport PM2.5/PM10 s'est situé pour sa part de 38 % à 77 %. Le mois de septembre, à nouveau pluvieux, se situe au maximum avec celui de janvier. Ces conditions favorisent les dépôts humides de particules de plus de 2.5 microns par interception et par inertie. La part des PM2.5 augmente en conséquence. Dans le Chablais le mois le plus exposé au foehn en 2022 a été celui d'avril

FIGURE 19 - PM10 - PM2.5 EN 2022 À MASSONGEX



avec six jours. Les niveaux de poussières fines baissent alors par le brassage des masses d'air proches du sol avec celles d'altitude très peu polluées en poussières, sauf évidemment lors d'apports de sables du Sahara.

Selon l'étude de 2013 de la CFHA [3] la concentration en CE ne devrait pas dépasser 0.1 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle. Les résultats stagnent de 0.4 à 0.6 µg/m<sup>3</sup> ces cinq dernières années (figure 17). Depuis 2008 ils ont toujours été plus de 3 fois supérieures à la valeur cible de 0.1 µg/m<sup>3</sup>. La CFHA recommande de réduire d'ici 2023 les concentrations de suies à proximité des sources d'émissions à maximum 20 % de leurs valeurs pour 2013. Pour le site de Massongex qui accusait une concentration de 1.1 µg/m<sup>3</sup> cette année-là le but serait d'atteindre une valeur maximale de 0.22 µg/m<sup>3</sup> en 2023. Le résultat pour 2022 est 1.9 fois supérieur. Les routes fortement fréquentées sont une source principale de suies qui représentent une part d'environ 8 % à 12 % des concentrations massiques de PM2.5 mesurées à proximité. Le ratio CE/PM2.5 maximal à Massongex de 8.6 % et moyen de 4.8 % en 2022 indique que la station Resival n'est pas exposée à un fort trafic routier. Les conditions de dispersion entre l'autoroute A9 distante de 835 m et l'endroit de mesure amenuisent fortement les concentrations de CE provenant de cet axe. La station de Massongex représente une situation de fond au regard de l'objectif de la CFHA qui est plutôt orienté sur les stations exposées à un trafic routier assez intense. Elle garde néanmoins un intérêt indicatif.

## 8. DIOXYDE D'AZOTE – NO<sub>2</sub>

### 8.1. Portrait

Le terme d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) regroupe le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Le NO est un gaz incolore, inodore et insipide alors qu'à haute concentration le NO<sub>2</sub> se présente sous forme d'un gaz rougeâtre irritant et d'odeur piquante.

Les NO<sub>x</sub> résultent des combustions à hautes températures contenant typiquement de 5 à 10 % de NO<sub>2</sub>. Leurs sources englobent les installations de chauffage, d'incinération de déchets et les véhicules à moteur thermique. Le NO émis se transforme rapidement en NO<sub>2</sub> au contact des oxydants de l'air ambiant, surtout l'ozone.

Des NO<sub>x</sub> c'est le NO<sub>2</sub> qui produit les effets atmosphériques les plus nuisibles pour l'homme et l'environnement. Il cause des inflammations des voies respiratoires et irrite les tissus en renforçant l'action d'allergènes. L'exposition à long terme au NO<sub>2</sub> conjointement à d'autres gaz irritants réduit la fonction pulmonaire et accroît ses affections – bronchite, toux – notamment chez les enfants. Lors d'épisodes de pollution élevée ce polluant provoque une hausse des hospitalisations et des décès liés à des troubles pulmonaires et du rythme cardiaque. Les instances sanitaires européennes attribuent environ 270 morts prématurées par an à la Suisse pour une concentration annuelle de NO<sub>2</sub> proche de 18 µg/m<sup>3</sup>.

Les oxydes d'azote associés aux COV participent à la formation photochimique de l'ozone proche du sol. Ils acidifient les retombées humides et contribuent à la formation de particules fines secondaires par des réactions chimiques conduisant à la formation de nitrates. Avec l'ammoniac ils contribuent à l'eutrophisation (surfumure) des écosystèmes.

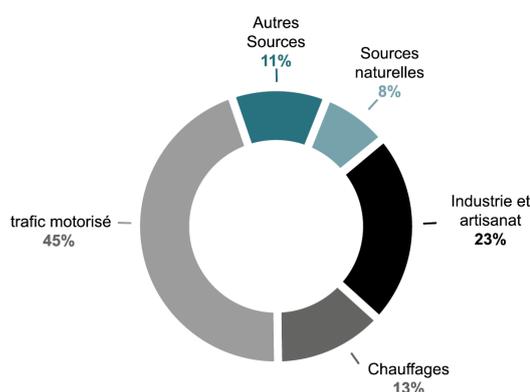
DIOXYDE D'AZOTE NO <sub>2</sub> – QUALITÉ DE L'AIR EN UN CLIN D'ŒIL	
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	Bonne
RÉGION RURALE DE PLAINE	Bonne
CENTRE URBAIN	Bonne
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Bonne

Selon le cadastre cantonal les émissions de NO<sub>x</sub> se montaient à 2'169 tonnes en 2021 (figure 20). Les brûleurs low-NO<sub>x</sub>, les chaudières à condensation, l'assainissement d'installations de combustion, l'abandon des énergies fossiles, le pot catalytique trois voies sur les moteurs, oxydant le CO et réduisant les NO<sub>x</sub>, favorisent la baisse des émissions de NO<sub>x</sub>.



Le trafic motorisé constitue 45 % des émissions de NO<sub>x</sub>

FIGURE 20 - NO<sub>x</sub>, ÉMISSIONS EN 2021 EN VALAIS



Autres sources : secteur offroad (e.g. machines de chantier, outils et engins motorisés en agriculture et sylviculture, trafic aérien et ferroviaire), séchage de l'herbe, feux en plein air, feux d'artifice et solvants, incinération illégale de déchets.

Données : cadastre cantonal des émissions (Cadero).

## 8.2. Résultats 2022

La valeur limite OPair pour la moyenne annuelle fixée à 30 µg/m<sup>3</sup> est clairement respectée à toutes les stations Resival (tableau 7). En Valais les concentrations les plus élevées sont observées à la station fédérale Nabel située entre l'aérodrome de Sion et l'autoroute à 25 m de cette dernière. La moyenne annoncée sur 2022 est de 26 µg/m<sup>3</sup> comme pour les années 2020 et 2021. Avant la pandémie en 2020 ayant surtout affecté la circulation routière de mars à juin les valeurs journalières à la station fédérale étaient toujours supérieures à celles de la station Resival située en centre-ville de Sion. C'est à nouveau le cas en 2022 alors qu'en 2020 et 2021 elles étaient parfois inférieures. Le bouleversement momentané des habitudes de mobilité peut expliquer ces changements. Ils sont toutefois mineurs. La moyenne annuelle se rapproche un peu entre les deux stations sédunoises. Celle du Resival était de 66 à 69 % de la valeur Nabel de 2016 à 2019. Elle représente de 71 à 74 % depuis 2020. En 2022 la commune urbaine de Sion demeure au premier rang des endroits les plus chargés en NO<sub>2</sub> en Valais avec une moyenne annuelle de 18 µg/m<sup>3</sup> auprès de Resival. Ailleurs en plaine et en altitude l'air cantonal est nettement moins affecté. Le record valaisan de la valeur journalière la plus élevée en 2022 revient par contre à la station de Brigerbad en proximité industrielle avec 74 µg/m<sup>3</sup>. La seconde place est occupée par la station fédérale de Sion proche de l'autoroute où le maximum sur un jour a été enregistré à 66 µg/m<sup>3</sup>.

Les résultats sur la fréquence cumulée à 95 % qui disqualifie les plus hautes pointes de pollution pour fixer un plafond autorisé à 100 µg/m<sup>3</sup> à la grande majorité (95 %) des valeurs semi-horaires mesurées dans l'année respectent largement la valeur limite. Les valeurs de Brigerbad et Sion à respectivement 54 et 48 µg/m<sup>3</sup> sont comme d'ordinaire les plus élevées. Les deux autres stations de plaine ont des valeurs de 41 et 33 µg/m<sup>3</sup> supérieures à celles des stations d'altitude échelonnées de 8 à 26 µg/m<sup>3</sup>. La plus basse valeur revient aux Giettes qui est le poste le plus à l'écart de sources majeures de NO<sub>x</sub>. Eggerberg station située deux cents mètres en dessus de la localité de Viège où se trouve une importante zone industrielle accuse un niveau augmenté à 24 µg/m<sup>3</sup>. La cabine de mesure de Montana distante d'une vingtaine de mètres d'une route cantonale et proche d'une grande station touristique valaisanne détient la plus haute valeur d'altitude avec 26 µg/m<sup>3</sup>.

L'OPair comporte également une valeur journalière maximale de 80 µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus d'une fois par année. Elle n'a été franchie à aucune station (tableau 7) comme depuis 2018. L'OFEV annonce aucun dépassement de cette limitation à la station Nabel de Sion-Aéroport-A9 en 2022. Compte tenu de la tolérance d'un jour d'excès les normes OPair sur les immissions de NO<sub>2</sub> sont intégralement respectées en Valais depuis 2020 tant auprès de Resival qu'à la station fédérale proche de l'autoroute à Sion.

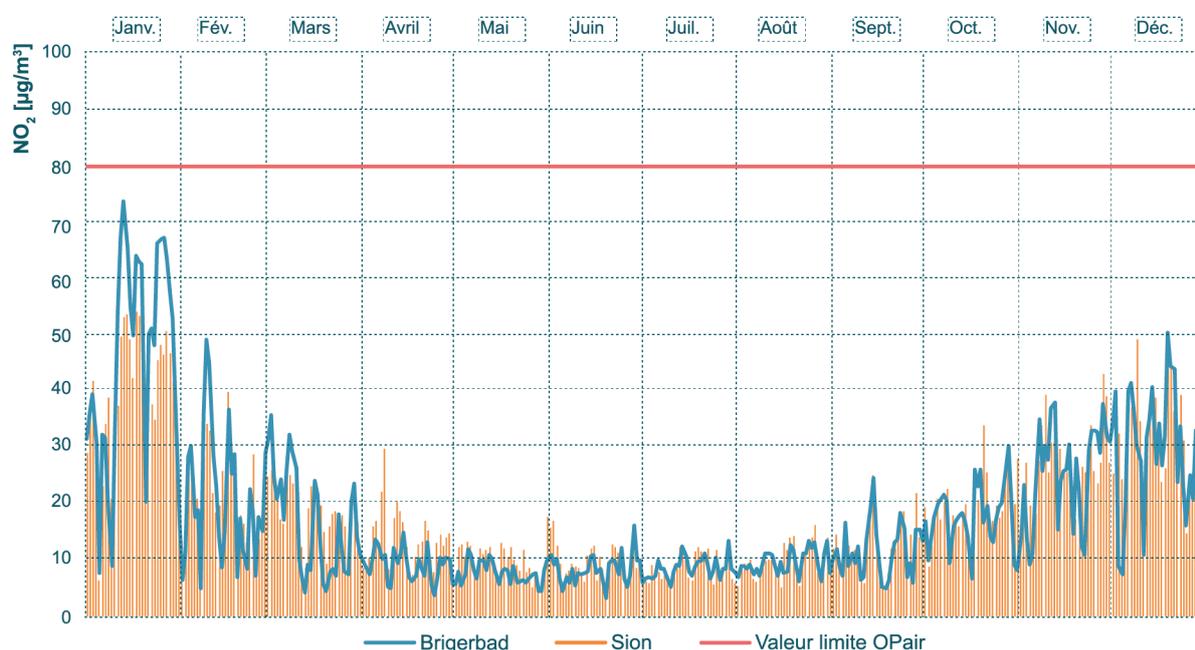
TABLEAU 7 - NO<sub>2</sub>, RÉSULTATS 2022

RÉGIONS	STATION S	NO <sub>2</sub>			
		Moyenne annuelle [µg/m <sup>3</sup> ]	Valeurs à 95 % [µg/m <sup>3</sup> ]	Nombre de jours > 80 µg/m <sup>3</sup>	Valeur journalière maximale [µg/m <sup>3</sup> ]
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	Les Giettes	2.8	7.6	0	22
	Eggerberg	8.3	24	0	29
	Montana	8.4	26	0	30
RÉGION RURALE DE PLAINE	Saxon	13	41	0	46
CENTRE URBAIN	Sion	18	48	0	54
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	13	33	0	37
	Brigerbad	18	54	0	74
NORME OPAIR		30	100	1	80

La figure 21 montre le net respect de la valeur limite l'année passée auprès des deux stations Resival ayant connu les plus hautes concentrations journalières. À la station urbaine les émissions du trafic routier et des chauffages à combustion de la capitale valaisanne participent à ce résultat. À la station de proximité industrielle du Haut-Valais l'effet des situations météorologiques anticycloniques hivernales provoquant des inversions thermiques de basse couche est renforcé en plaine de Brigue à Viège. Du fait des montagnes alentours les rayons du soleil n'atteignent plus le sol dans une grande partie de cette région entre novembre et février. Par

conséquent la stabilité des lacs d'air froid n'est plus perturbée par la chaleur renvoyée du sol. Le dôme d'air formant une chappe et piégeant la pollution atmosphérique et les mauvaises odeurs est alors particulièrement efficace. Une telle période anticyclonique a sévi du 11 au 28 janvier 2022 avec 13 jours d'inversions modérées à fortes sur l'ensemble de la Romandie. Ce mois a été peu venteux dans le Haut-Valais. C'est dans cette période que la station de Brigerbad présente les plus hauts niveaux journaliers de NO<sub>2</sub> (figure 21), de même que pour le pic du 9 février.

FIGURE 21 – NO<sub>2</sub>, MOYENNES JOURNALIÈRES À SION ET BRIGERBAD EN 2022



### 8.3. Evolution des immissions

La moyenne annuelle de dioxyde d'azote apportée en 2022 deux nouveaux records de qualité de l'air. Les valeurs de centre urbain à Sion et de région rurale de plaine à Saxon sont les plus basses depuis le début des mesures en 1990. Dans les autres régions type les minimas ont été atteints en 2020 ou 2021. Les valeurs 2022 en sont très proches (figure 22). Les niveaux de pollution sont faibles excepté en centre urbain et en proximité industrielle où ils sont modérés. Sur l'ensemble des régions types les diminutions s'échelonnent pour 2022 au regard de 2006, marquant le début des diminutions importantes, de -40 % en proximité industrielle à -54 % en centre urbain. Les tendances à la baisse se maintiennent jusqu'en 2022. Mais dans toutes les régions excepté à la station urbaine de Sion les niveaux annuels stagnent depuis 2020.

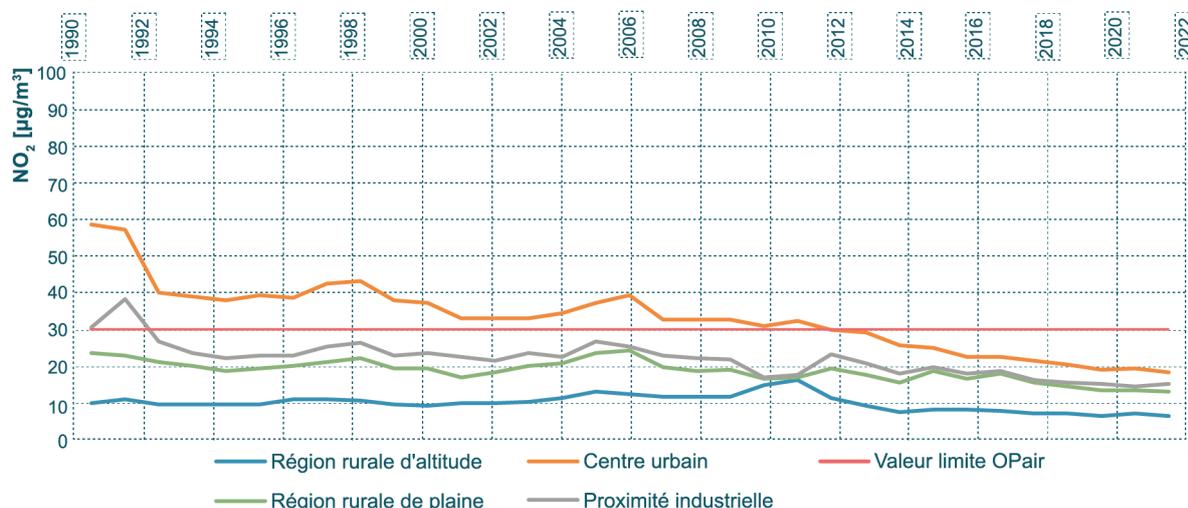
À Sion une forte évolution à la baisse est observée depuis 2011. À cet endroit les quantités annuelles de précipitations ont augmenté en moyenne de 11 % depuis 2011 (voir tableau 2). Ce constat va dans le sens d'un effet du réchauffement climatique réputé augmenter l'ampleur des averses hivernales. Les averses éliminent les oxydes d'azote dans l'air, comme d'autres polluants, par déposition humide dans l'environnement. Et c'est en hiver que les plus hautes concentrations de NO<sub>2</sub> s'observent. Sa solubilisation dans l'eau de pluie, surtout via sa transformation en acide nitrique, est un puit important. Des calculs montrent qu'en une heure de pluie 42 % de la concentration de cet acide dans l'air ont été lessivés. C'est du même ordre de grandeur que la quantité déposée en 12 heures par processus sec. Or la progression pluviométrique observée à Sion n'est pas proportionnée à la diminution de 44 %

des niveaux de NO<sub>2</sub> à la station urbaine en 2021 et 2022 par rapport à 2011. La moindre pollution trouve par conséquent son origine principale dans une réduction des émissions à ses sources.

Ces baisses s'expliquent selon le cadastre cantonal d'émissions principalement par l'importante diminution des rejets primaires de NO<sub>x</sub>. La baisse globale de près de 2'270 tonnes de NO<sub>x</sub> émis en moins en 2021 par rapport à 2006, soit une diminution de 51 %, provient pour 45% du trafic routier (-1'015 to, soit -51 % du secteur) et pour 37 % de la grande industrie (-843 to, soit -63 % du domaine). L'arrêt des activités de la raffinerie de

Collombey au printemps 2015 a fortement contribué au taux important de baisse dans le domaine industriel. La contribution du trafic routier à la baisse des émissions est plus importante que dans les précédentes évaluations. La révision des facteurs d'émission suite aux constats relatifs au scandale diesel a été intégrée dans le cadastre (MICET 4.2). Pour les autres domaines le secteur non-routier (offroad) a connu 58 % de quantités émises en moins en 2021 par rapport à 2006 (-304 to) tandis la diminution des émissions des chauffages (-98 to) accuse -25 % et ne contribue que pour 4 % aux diminutions globales.

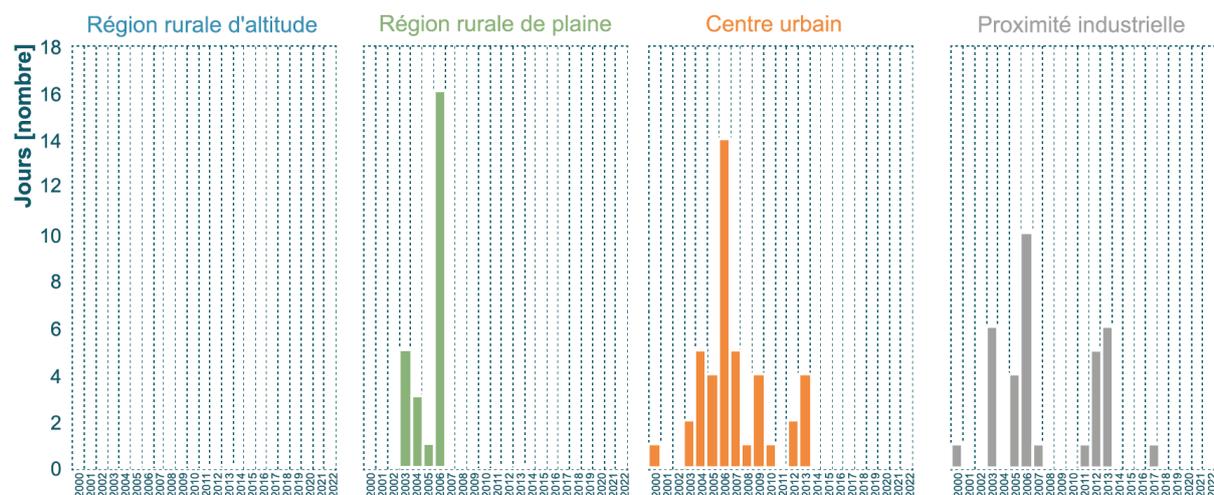
FIGURE 22 - NO<sub>2</sub>, MOYENNES ANNUELLES ET RÉGIONALES DE 1990 À 2022



Pour réduire davantage les concentrations de NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant les mesures les plus significatives sont à prendre dans le domaine du trafic routier (figure 20). Les émissions routières de NO<sub>x</sub> largement dominées par les véhicules diesel diminuent progressivement depuis 2016 grâce au meilleur respect des normes imposées aux fabricants. Une première amélioration a été instaurée avec l'arrivée d'Euro 6b en 2015. Puis le protocole d'homologation plus réaliste WLTP a été mis en œuvre depuis la norme Euro 6c de 2017 devenue contraignante en septembre 2018. Enfin les normes Euro 6d-TEMP de 2019 puis Euro 6d entrées en vigueur en janvier 2021, validées par les protocoles WLTP et RDE, ont assez nettement assaini la situation.

Depuis le début des mesures l'année 2006 demeure la plus chargée en nombre de dépassements de la valeur limite journalière sur le NO<sub>2</sub> (figure 23). Cette année fut caractérisée par une situation météorologique stable et prolongée en janvier et février ayant favorisé des niveaux inhabituellement hauts de pollution au NO<sub>2</sub> et aux PM10. L'Arrêté cantonal sur le smog hivernal de novembre 2006 (814.103) se fonde notamment sur cet épisode. Depuis 2014 le réseau Resival n'a plus connu de franchissement de cette limitation excepté en 2017 avec un jour. Cet unique excès annuel est toutefois toléré par l'OPair et la norme est donc respectée depuis neuf ans.

FIGURE 23 - NO<sub>2</sub>, NOMBRE MAXIMUM DE DÉPASSEMENTS DE LA NORME JOURNALIÈRE DE 2000 À 2022



Les réductions de NO<sub>x</sub> peuvent contribuer à réduire les niveaux d’ozone à condition que la région affectée soit caractérisée par un régime chimique dit «NO<sub>x</sub>-limité». En été les niveaux des NO<sub>x</sub> précurseurs en Valais central se situent typiquement de l’aube jusqu’à midi dans le régime dit «NO<sub>x</sub>-saturé» (COV-limité) pour lequel une diminution des oxydes d’azote favorise au contraire une augmentation de la production d’ozone. Aux environs de midi et jusqu’en fin d’après-midi les niveaux descendent dans le régime NO<sub>x</sub>-limité sauf en centre urbain où ils se trouvent dans une zone intermédiaire. Par rapport à cette situation de 2019 il faudrait diminuer les niveaux de NO<sub>x</sub> d’au moins 90 %, soit nettement en-dessous d’environ 5 ppb,

pour qu’ils ne soient jamais en régime NO<sub>x</sub>-saturé. Ceci assurerait bien un respect des limitations OPair sur l’ozone en limitation horaire (60 ppb) et en P98 mensuel (50 ppb). À cet égard les biocarburants, les biocombustibles et les solutions de type « Power-to-gas » (excepté la propulsion à l’hydrogène au moyen de piles à combustible) auraient un effet positif contre le réchauffement climatique (CO<sub>2</sub> neutre) mais n’amélioreraient guère la situation en termes d’émissions d’oxydes d’azote s’ils ne sont pas éliminés des effluents gazeux. En effet les NO<sub>x</sub> continuent alors de se former dans les moteurs thermiques et les chaudières à combustion du fait de la présence d’azote et d’oxygène dans l’air comburant.

## 9. AMMONIAC – NH<sub>3</sub>

### 9.1. Portrait

L'**ammoniac** (NH<sub>3</sub>) sous forme gazeuse est incolore et a une odeur âcre typique. En fortes concentrations il inflige de graves dommages à la végétation. Il participe à l'acidification et à la sur-fertilisation du sol néfastes aux écosystèmes. Il est de plus un précurseur important dans la formation d'aérosols secondaires composés d'ammonium dans les poussières fines.

Dans les régions rurales la source principale du NH<sub>3</sub> atmosphérique est l'élevage d'animaux de rente surtout par le stockage et l'épandage d'engrais de ferme. Les procédés industriels peuvent également dégager des quantités importantes de ce polluant.

Le NH<sub>3</sub> est un des composants des dépôts azotés. Ces derniers comprennent les dépositions sous forme gazeuse d'ammoniac, d'oxydes d'azote et d'acide nitrique et sous forme d'aérosols ou gravitationnelle d'ammonium et de nitrate. La pluie, la neige, la grêle et les poussières sédimentées sont des vecteurs de ces retombées. Les dépôts d'azote sont encore trop importants dans certains écosystèmes et menacent la biodiversité dans ces zones.

La Suisse a ratifié en 2005 le protocole de Göteborg. Il a défini des charges et des niveaux critiques sur les dépôts d'azote (critical loads) et sur les concentrations d'ammoniac dans l'air (critical levels). Ils dépendent des écosystèmes considérés. Le niveau annuel critique du NH<sub>3</sub> est de 1 µg/m<sup>3</sup> pour les lichens et les mousses du fait de leur plus grande sensibilité à ce polluant. Pour les plantes supérieures il se situe entre 2 et 4 µg/m<sup>3</sup>. Si les concentrations atmosphériques de NH<sub>3</sub> sont supérieures aux niveaux critiques il y a immissions excessives selon l'art. 2 al. 5 OPair.

**NH<sub>3</sub> POUR LES PLANTES SUPÉRIEURES – QUALITÉ DE L'AIR EN UN CLIN D'ŒIL**

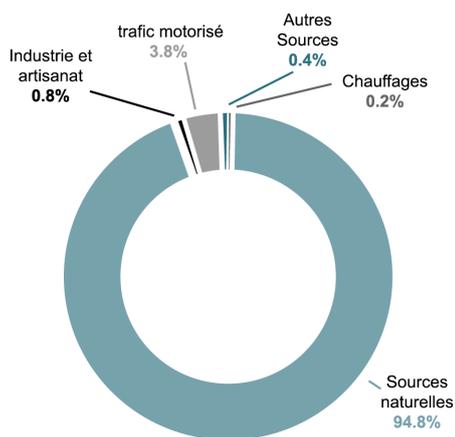
Vionnaz (région rurale de plaine, 2022)		Moyenne
Sion (zone A9 – aéroport, 2022)		Mauvaise
Viège (zone rurale, 2019)		Bonne

Selon le cadastre cantonal les émissions de NH<sub>3</sub> se montaient à 832 tonnes en 2021 (figure 24). Avec 6.5 tonnes les rejets industriels sont très minoritaires. Les quantités les plus significatives sont déclarées par certaines grandes entreprises chimiques et par les usines d'incinération de déchets ou de valorisation de la biomasse.



L'ammoniac est issu en majeure partie de l'élevage et des engrais de ferme

**FIGURE 24 - NH<sub>3</sub> - EMISSIONS EN 2021 EN VALAIS**



Autres sources : secteur offroad (e.g. machines de chantier, outils et engins motorisés en agriculture et sylviculture, trafic aérien et ferroviaire), séchage de l'herbe, feux en plein air, feux d'artifice et solvants, incinération illégale de déchets.

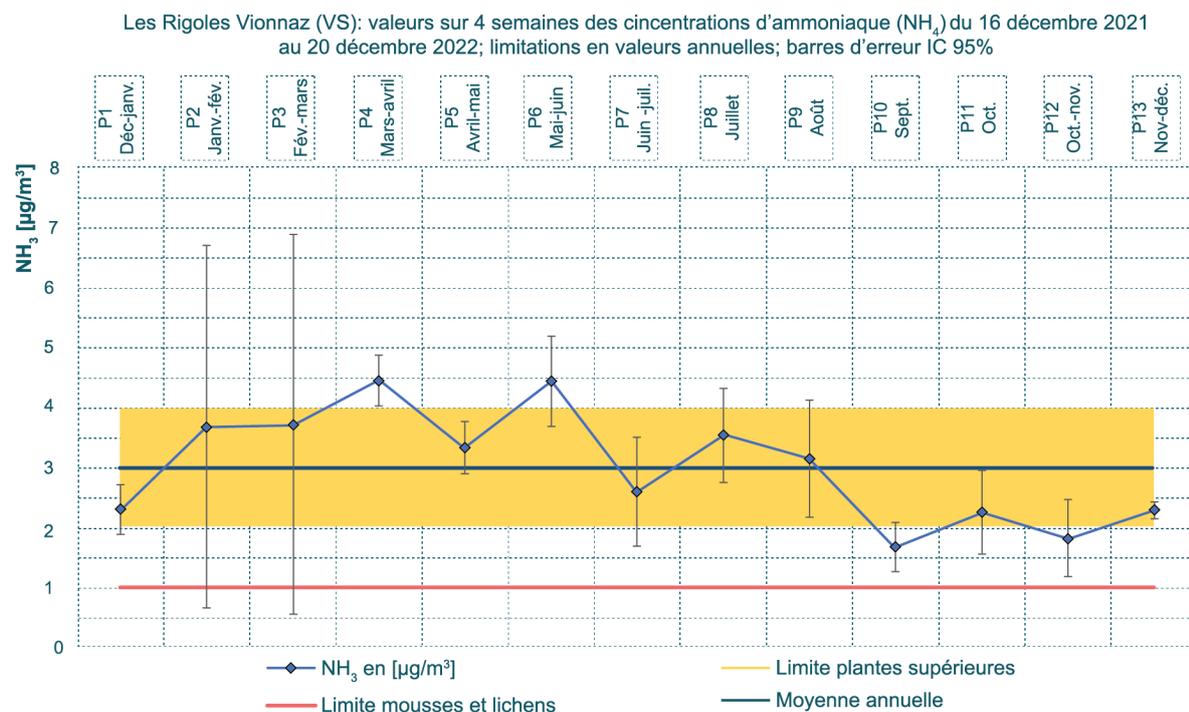
Données : cadastre cantonal des émissions (Cadero).

## 9.2. Résultats 2022

En 2022 le SEN a réalisé une première campagne de caractérisation des concentrations d'ammoniac dans l'air en Valais. Elle a eu lieu en bordure d'un marais d'importance nationale. Il se situe au lieu-dit Les Rigoles sur la commune de Vionnaz et est enregistré à l'inventaire fédéral sous le numéro VS 2020. Sa superficie est de 10 ha en plaine à 385 m.s.m. Il abrite une roselière, un marais à grandes laiches, un bas-marais acide, une mégaphorbiaie et une prairie humide. Le Conseil d'Etat du canton du Valais a édicté en 1991 un acte législatif pour sauvegarder ce biotope humide de grande valeur. L'endroit de mesure était implanté de décembre 2021 à décembre 2022 juste au Nord de cet écosystème sensible, à l'interface avec une zone d'agriculture intensive près du lieu-dit Crébellay. La figure 25

montre les résultats sur les 13 prélèvements effectués sur des intervalles de 4 semaines. La moyenne annuelle aux Rigoles est de  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour 2022. Elle est proche de la moyenne pluriannuelle 2017-2021 de  $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à Payerne représentative des régions rurales du plateau romand. Elle est sensiblement plus basse que celle de Sion à  $3.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur ces 5 ans. Le profil des concentrations de la figure 25 est assez typique de ceux pour les zones de cultures. Les plus bas niveaux s'observent en automne et en hiver. Le tracé ne montre aucune caractéristique des environs d'installations d'élevage intensif. C'est cohérent avec l'absence d'une telle source à proximité de l'endroit de mesure. Hormis le marais protégé au Sud il est essentiellement entouré de champs agricoles.

**FIGURE 25 - RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE 2022 SUR L'AMMONIAC GAZEUX DANS LE BAS-VALAIS**



La valeur annuelle de  $\text{NH}_3$  aux Rigoles est au milieu de la plage de tolérance pour les plantes supérieures allant de  $2$  à  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Elle est par contre 3 fois supérieure à la limitation sur les mousses et lichens. Ces petits organismes végétaux épiphytes, lignicoles, saxicoles ou terricoles-muscicoles ne possèdent pas de système vasculaire pour transporter activement l'eau et les nutriments du sol. Ils les tirent essentiellement de l'humidité ambiante et des précipitations comme des éponges. Ils sont par conséquent d'excellents bio-indicateurs de la pollution atmosphérique. Certains indices de pureté

de l'air sont basés sur le nombre d'espèces épiphytes, leur couverture et leur fréquence. Ils ne remplacent pas les mesures physico-chimiques opérées par exemple par les stations Resival. Mais ils peuvent fournir des informations complémentaires.

Une prochaine campagne est projetée pour 2024. Elle serait élargie à la caractérisation des retombées totales d'azote. Le SEN avait financé la campagne nationale de 2019 sur ces paramètres à Viège dans le Haut-Valais. L'intention est de participer activement à la prochaine étude en exploitant un poste supplémentaire aux Rigoles dans le Bas-

Valais. La détermination des retombées d'azote inclut l'ammoniac gazeux. Une seconde valeur annuelle sur 2024 viendrait compléter celle de 2022.

### 9.3. Evolution des immissions

Les sources d'ammoniac dans l'air se trouvent très majoritairement dans le domaine agricole. Le trafic routier et les industries contribuent marginalement (figure 24). L'ammoniac est un agent réducteur des NO<sub>x</sub> courant dans les dispositifs industriels SCR et SNCR de dénitrification (DeNO<sub>x</sub>). La part qui n'a pas réagi s'échappe des cheminées. Dans le trafic routier l'usage de L'AdBlue, un additif composé à près d'un tiers d'urée et de deux tiers d'eau, sert le même but. Sous l'effet de la chaleur des gaz du moteur et par hydrolyse l'urée se transforme en NH<sub>3</sub> et en CO<sub>2</sub>. Puis la réaction entre NH<sub>3</sub> et NO produit à l'aide d'oxygène de l'azote moléculaire (N<sub>2</sub>) et de l'eau (H<sub>2</sub>O). Quand elle n'est pas complète de l'ammoniac est rejeté avec les gaz d'échappement.

Pour réduire davantage les concentrations de NH<sub>3</sub> dans l'air ambiant les mesures les plus significatives sont à prendre dans le domaine de l'agriculture et des élevages d'animaux. C'est un des objectifs de la législation agricole. L'Ordonnance sur l'évaluation de la durabilité de l'agriculture vise en effet une réduction d'au moins 15 % des pertes annuelles d'azote d'ici à 2030 par rapport à la valeur moyenne des années 2014 à 2016. L'OPair intègre progressivement, de 2022 à 2024, des exigences allant dans ce sens. Elles imposent le stockage et l'épandage du lisier à faible taux d'émissions atmosphériques d'ammoniac. Dans l'air ses concentrations primaires seront réduites et aussi celles des poussières fines constituées de sels d'ammonium. Concernant les installations d'élevage, par exemple les étables à bovins, des dispositifs d'épuration existent sur les effluents gazeux de ventilations forcées. Ils sont surtout répandus dans les grands élevages par exemple à l'aide de bio-filtres, bio-laveurs ou chimio-laveurs. Mais les exploitations valaisannes les plus courantes font surtout recours à la ventilation naturelle et comptent peu sur ces moyens techniques.

La surveillance en permanence des concentrations d'ammoniac dans l'air en Valais se limite à la station fédérale du Nabel dans la commune de Sion à proximité de l'autoroute A9. La moyenne annuelle de ce polluant dans l'air était de 3.5 µg/m<sup>3</sup> en 2021 selon le plus récent rapport du mandataire contracté par l'OFEV [4]. Elle est annoncée à 4.3 µg/m<sup>3</sup> pour 2022. Cette valeur excède le niveau de référence de 3 µg/m<sup>3</sup> pour le niveau critique moyen envers les plantes supérieures et, en 2022, la tolérance allant de 2 à 4 µg/m<sup>3</sup>. La plus haute valeur annuelle enregistrée à Sion depuis le début des mesures est

de 4.8 µg/m<sup>3</sup>. Elle a été atteinte en 2000 et en 2003. Concernant les mousses et les lichens le niveau annuel critique de 1 µg/m<sup>3</sup> est dépassé d'au moins 3.5 fois lors de ces 22 dernières années.

Les dépôts excessifs d'azote nuisent aux écosystèmes sensibles et menacent la biodiversité. Il s'agit des composés azotés réactifs (NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, HNO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) entraînant l'eutrophisation (surfertilisation) et l'acidification des sols, l'augmentation de la lixiviation des nitrates et le lessivage des éléments nutritifs dans les sols, et l'accroissement de leur production de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). En Suisse ces polluants proviennent à 70 % de l'agriculture, à 18 % des transports et à 9 % d'activités industrielles et de l'artisanat. Les émissions agricoles dégagent deux tiers de l'azote rejeté dans l'air sous forme d'ammoniac. Il est issu pour près de 90 % de l'élevage d'animaux. Le tiers restant provient de processus de combustion et est émis sous forme de NO<sub>x</sub>.

L'évolution des immissions des dépôts atmosphériques d'azote s'évalue chaque 5 ans. En Valais des campagnes ont été réalisées en 2014 et en 2019 à un poste situé à proximité de Viège dans une clairière de forêt de résineux. Selon le plus récent rapport du laboratoire les ayant conduites [5] les moyennes annuelles des concentrations de NH<sub>3</sub> gazeux furent de 1.6 puis de 1.5 µg/m<sup>3</sup>. Alors que le niveau critique pour les plantes supérieures n'est pas dépassé à cet endroit il l'est toujours pour les mousses et les lichens. Plus globalement ces campagnes déterminent les dépôts généraux d'azote en captant ses composés sous forme réduite (ammoniac), oxydée (acide nitrique HNO<sub>3</sub>(g), oxydes d'azote) et ioniques (ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, nitrate NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). À cet effet les dépositions gravitationnelle par les retombées humides et les poussières sédimentées ainsi que les concentrations gazeuses d'ammoniac, de dioxyde d'azote et d'acide nitrique dans l'air sont analysées. Un but essentiel de l'étude est la détermination de la charge d'azote dans l'écosystème sensible de cette région au regard des charges critiques (CLN, critical loads for nitrogen) correspondantes. La plage à ne pas dépasser va de 5 à 15 kg N·ha<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup> (kg par hectare et par an) pour la forêt de résineux alentours. Les résultats obtenus par le laboratoire pour les années 2014 et 2019 sont de 24.4 et de 21.2 kg N·ha<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup> respectivement. C'est 2.4 et 2.1 fois plus haut que le niveau de référence moyen de 10 kg N·ha<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup> à ne pas dépasser pour cet écosystème. Cet excès est dû pour près de 52 %

aux concentrations d'ammoniac gazeux dans l'air. Ce polluant est le principal agent nuisible aussi en termes de charge d'azote. La campagne prévue en

2024 aux Rigoles révélera la situation correspondante dans le Chablais du Bas-Valais spécifique à son écosystème.

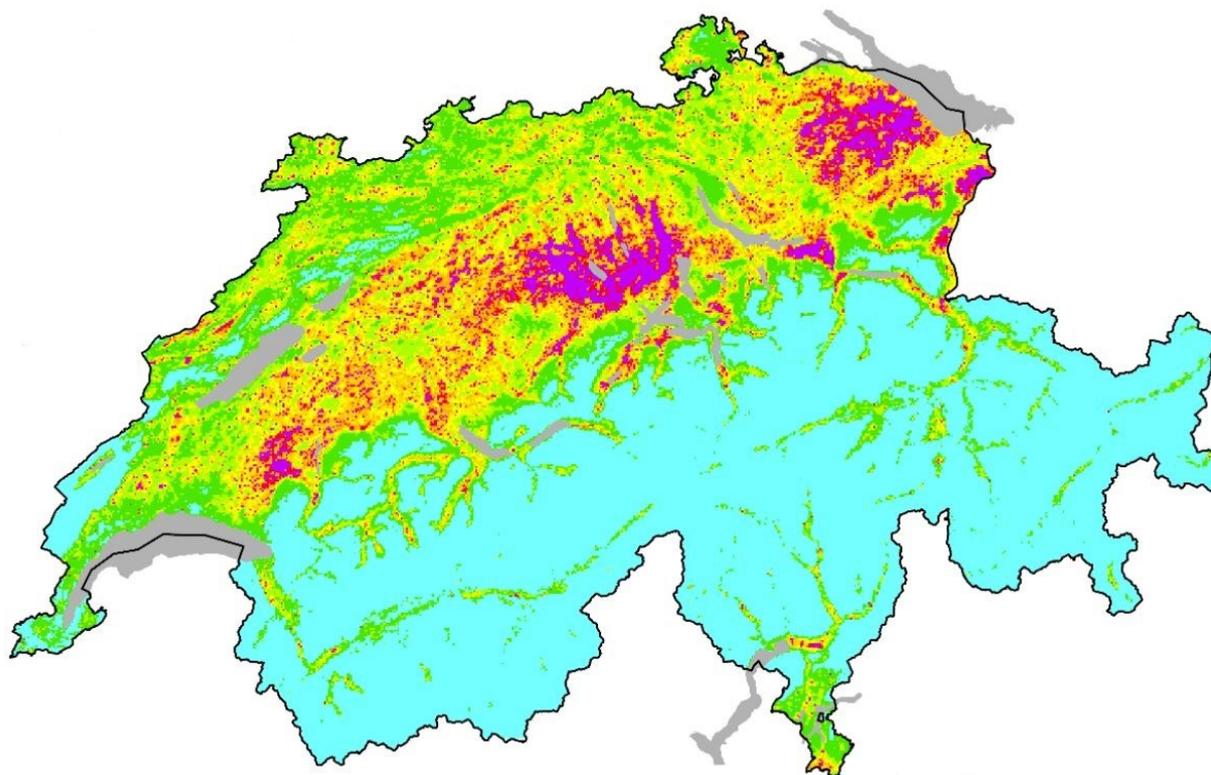
## 9.4. Etat des immissions

### 9.3.1. NIVEAUX CRITIQUES

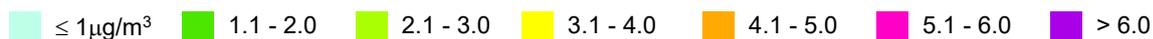
La Confédération produit des cartes à l'attention des autorités cantonales pour qu'elles puissent évaluer leurs situations particulières. La plus récente mise à jour est pour 2020. La carte sur les concentrations annuelles moyennes d'ammoniac dans l'air a une résolution de 500 m × 500 m. En Valais elles n'excèdent que ponctuellement le niveau critique de 4 µg/m<sup>3</sup> nuisible aux plantes supérieures (figure 26,

points en orange et violet). Les résultats de mesure à Sion montrent que de 2000 à 2006 puis en 2009, 2011, 2015 et 2022 les valeurs annuelles ont excédé ce niveau. Pour la situation de 2020 la carte situe les quelques zones critiques qui dépassent encore les 4 µg/m<sup>3</sup> dans la plaine du Rhône du Bas-Valais et dans le Haut-Valais de Brig à Gampel, ainsi qu'en hauteur dans le Val de Bagnes et l'Entremont.

FIGURE 26 - CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX CRITIQUES SUR L'AMMONIAC GAZEUX EN SUISSE EN 2020



Source : Office fédéral de l'environnement

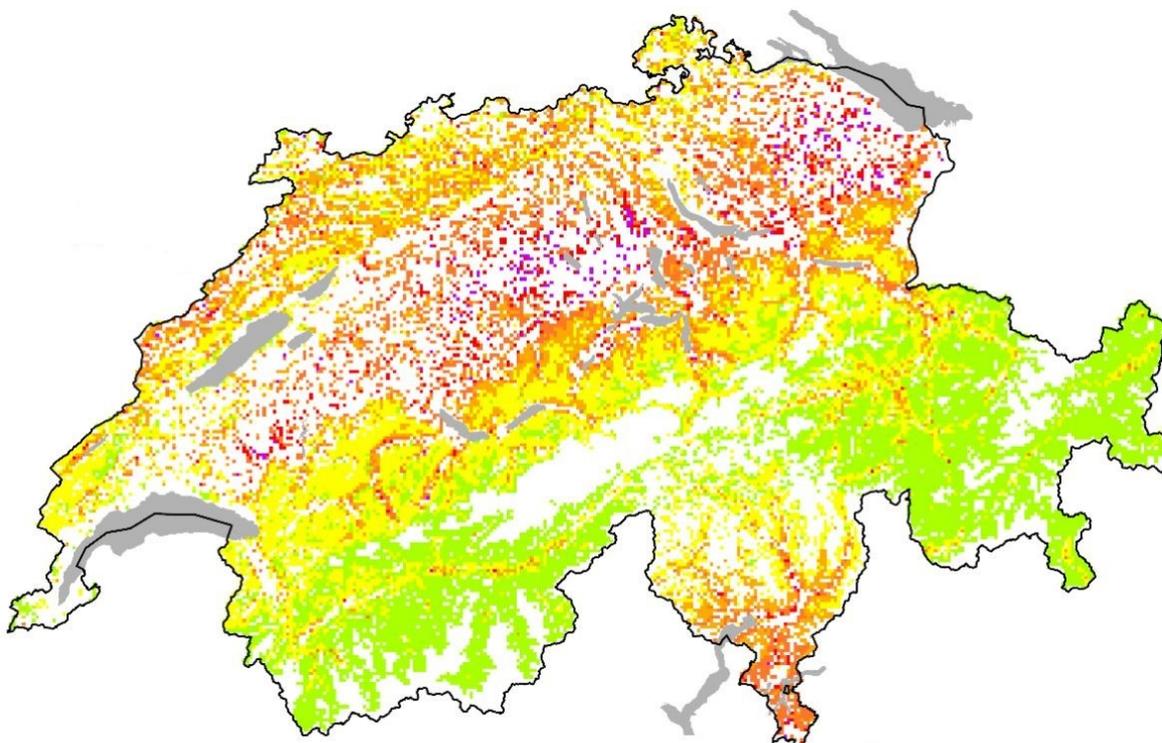


### 9.3.2. CHARGES CRITIQUES

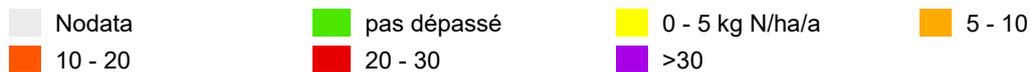
La carte de 2020 sur les dépassements des charges critiques pour les dépôts d'azote réactif concerne aussi le Valais. Les dépositions sont calculées par modélisation à partir des déterminations d'ammoniac et d'oxydes d'azote sous forme gazeuse et des autres composés azotés sous forme de dépôts humides et secs. La carte vaut pour six familles d'écosystèmes sensibles sur une grille de 1 × 1 km. Les excès d'azote sont aussi ponctuels dans le canton (figure 27, points en jaune mais surtout orange et rouge). Ils surviennent surtout en plaine du Rhône et plus rarement dans certaines vallées

latérales comme le Val de Bagnes ou le Val d'Illyez. La liste des écosystèmes vulnérables est longue: forêts, bas- et haut-marais, prairies, pelouses, bords d'étangs et de lacs. Bien que le Valais ne pratique guère l'élevage intensif les rejets atmosphériques d'ammoniac des cheptels du domaine agricole sont en première ligne des sources menant à ce constat. La vitalité des arbres et leur accroissement sont affaiblis là où les charges excèdent 30 kg N·ha<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup>. Ce seuil critique est dépassé sur près de 90 % de la surface forestière suisse.

**FIGURE 27 - CARTOGRAPHIE DES CHARGES CRITIQUES DÉPASSÉES SUR LES DÉPÔTS D'AZOTE EN SUISSE EN 2020**



Source : Office fédéral de l'environnement



Les dépassements constatés à Viège en 2014 provenaient pour 51 % d'ammoniac gazeux, pour 25 % de NO<sub>2</sub> gazeux et pour 10 % des dépôts gravitationnels de composés d'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et de nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Lors de la campagne de 2019 financée par le canton les excès provenaient pour 53 % d'ammoniac gazeux, pour 15 % de NO<sub>2</sub> gazeux et pour 15 % des dépôts gravitationnels de composés d'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et de nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Le solde se compose de divers dépôts humides d'acide nitrique et de composés de nitrate et d'ammonium. 5 ans après l'on constate que la contribution du NO<sub>2</sub> gazeux a fortement diminué. Celle des dépôts gravitationnels a augmenté, surtout la part d'ammonium qui passe de 4.6 % en 2014 à 7.7 % en 2019. Les baisses sur le NH<sub>3</sub> et le NO<sub>2</sub> gazeux sont de 9 % et de 41 % respectivement sur ces deux années. La nette amélioration des

immissions de dioxyde d'azote documentée dans ce rapport ne suffit toujours pas à éviter les charges excessives d'azote.

Les émissions problématiques d'azote concernent de plus l'[oxyde nitreux](#) (N<sub>2</sub>O, protoxyde d'azote). Il représente essentiellement un puissant gaz à effet de serre (GES). Il constitue environ 6 % des GES

émis en Suisse et résulte pour deux tiers des activités agricoles par les pratiques de fertilisation et d'exploitation d'engrais de ferme. Le pourcentage semble modeste. Sachant que 1 kg de N<sub>2</sub>O correspond à 298 kg d'équivalent CO<sub>2</sub> et que sa durée de vie dans l'atmosphère est d'environ 120 années sa contribution au réchauffement climatique est cependant parmi les plus importantes.

# 10. RETOMBÉES DE POUSSIÈRES GROSSIÈRES

## 10.1. Portrait

La mesure mensuelle des retombées de poussières grossières recueille toutes les retombées aériennes, sèches ou humides, à l'aide d'une boîte exposée en permanence. Contrairement aux PM10 ces poussières ont une taille trop importante pour demeurer longtemps en suspension dans l'air. En l'absence de forts vents, inférieurs à environ 15 km/h, les particules d'un diamètre supérieur à 0.1 mm ont une distance de retombée au sol n'excédant pas 30 m pour les rejets proches du sol. Outre la teneur totale en poussières les métaux lourds plomb, cadmium et zinc sont également analysés.

Le vent qui érode la roche, les tourbillons d'air qui soulèvent les poussières du sol et les remettent en circulation dans l'atmosphère, les travaux de chantier et de terrassement sont autant de sources d'émissions de poussières. Les conditions météorologiques influencent fortement leurs retombées: la pluie les cloue au sol, la sécheresse les entretient. En Valais les concentrations de retombées de poussières augmentent typiquement au printemps. En 2022 les plus hauts niveaux vont d'avril à août (voir les tableaux des résultats mensuels en annexe 3). En relation avec les sables du Sahara des valeurs élevées ont déjà été observées en mars. Eggerberg accusait ce mois-là un résultat exceptionnel de 874 mg/(m<sup>2</sup>×d). Les valeurs dépendent parfois d'évènements très locaux et connaissent de nombreux interférents (insectes, mouches, feuilles, etc.).

Les métaux lourds toxiques contenus dans les poussières comme le plomb, le cadmium ou le zinc, peuvent être intégrés dans la chaîne alimentaire (champignons, légumes, etc.). L'analyse de ces polluants en laboratoire se fait annuellement à partir des prélèvements mensuels. Des dépôts importants de métaux lourds peuvent s'observer à proximité d'industries métallurgiques. En Valais la surveillance se concentre toutefois sur le respect à la source des limitations d'émissions conformément à l'OPair.



Appareil de prélèvement Bergerhoff

RETOMBÉES DE POUSSIÈRES GROSSIÈRES – QUALITÉ DE L'AIR EN UN CLIN D'ŒIL	
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	 Bonne
RÉGION RURALE DE PLAINE	 Bonne
CENTRE URBAIN	 Bonne
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	 Bonne

## 10.2. Résultats 2022

Tous les sites de Resival respectent la valeur limite pour les retombées de poussières grossières exprimées en milligrammes par mètre carré et par jour (tableau 8). Le flux de dépôt annuel le plus fort a été mesuré à 153 mg/(m<sup>2</sup>×d) au poste de région rurale de plaine soit 24 % en-dessous de la limitation à 200 mg/(m<sup>2</sup>×d). Deux stations d'altitude, Eggerberg et les Giettes, ont connu une année assez chargée surtout à cause de très hautes valeurs en mars et en juillet respectivement, 4.4 fois et 2.1 fois supérieures à la limitation annuelle. Ces mois étaient secs et pauvres en précipitations en Valais. Ces conditions favorisent des teneurs importantes de poussières dans l'air. Etant grossières elles se déposent aisément avec des variabilités locales qui dépendent aussi des sources à proximité. En mars et pour le cas des sables du Sahara les zones de leurs dépositions principales sont dictées par les trajectoires des apports transcontinentaux, parfois spécifiques et n'affectant par exemple que la partie orientale du Valais, et par le relief et les courants des masses d'air brassées entre les hautes et basses altitudes. En 2022 les autres valeurs annuelles de retombées de poussières sont toutes inférieures d'au moins 50 % à

la limitation et qualifient un faible niveau de pollution sauf à Saxon où il est significatif.

Les quantités annuelles de métaux lourds contenus dans les retombées de poussières, plomb, cadmium et zinc exprimées en microgrammes par mètre carré et par jour respectent nettement les valeurs limites annuelles (tableau 8). Le flux de dépôt maximal de plomb a été mesuré à Saxon avec 5 µg/(m<sup>2</sup>×d) soit 95 % en-dessous de la limitation. Excepté aux Giettes les résultats pour le cadmium et le zinc sont tous plus de dix fois inférieurs à la valeur limite.

Le niveau annuel de pollution aux métaux lourds est à nouveau faible en 2022 sur tout le canton. En 2021 la valeur des Giettes pour le cadmium, métal classé cancérigène dans l'OPair sous forme respirable, présentait un dépassement de la limitation annuelle. En 2022 la situation est à nouveau conforme à cette station quoique le résultat est le plus élevé sur ce métal. Depuis 2017 l'endroit est toujours le plus exposé au cadmium parmi Resival sauf en 2020 quand il était au second rang après Montana.

**TABLEAU 8 - RETOMBÉES DE POUSSIÈRES GROSSIÈRES ET TENEURS EN MÉTAUX, EN MOYENNES ANNUELLES 2022**

Régions	Stations	Moyenne annuelle [mg/m <sup>2</sup> ×d]	Plomb (Pb) [µg/m <sup>2</sup> ×d]	Cadmium (Cd) [µg/m <sup>2</sup> ×d]	Zinc (Zn) [µg/m <sup>2</sup> ×d]
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	Les Giettes	101	1.2	0.41	15
	Eggerberg	142	1.4	0.05	15
	Montana	66	1.4	0.00	19
RÉGION RURALE DE PLAINE	Saxon	153	5.0	0.14	30
CENTRE URBAIN	Sion	62	1.9	0.00	29
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	89	1.7	0.05	20
	Brigerbad	41	0.9	0.00	12
NORME OPAIR		200	100	2	400

## 10.3. Evolution des immissions

Depuis 1995 les retombées de poussières grossières ont toujours satisfait aux exigences de l'OPair sauf en 2019 en région rurale (figure 28). Les variations d'une année et d'un endroit aux autres des conditions météorologiques et de l'intensité des sources expliquent l'assez forte variabilité des résultats. Les interférences aléatoires des contaminations par des corps étrangers (insectes, mouches, abeilles, feuilles, fientes, etc.) contribuent également à ce comportement. Ces biais sont corrigés en les

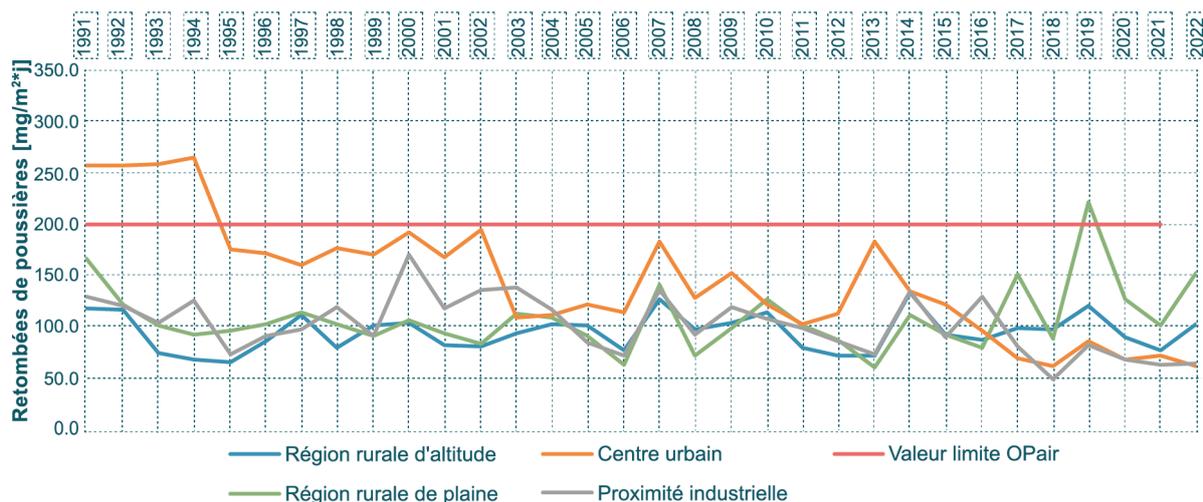
éliminant le plus possible des échantillons dans le processus analytique. Il est parfois difficile de les supprimer systématiquement malgré le strict protocole mis en œuvre.

Excepté pour le milieu urbain les flux de dépôt annuels fluctuent d'ordinaire autour de 100 mg/(m<sup>2</sup>×d). Des valeurs plus élevées avec des pics s'approchant de la valeur limite en 2007 et en 2013 ont été observés à Sion. En 2019 la limitation

était dépassée à Saxon. Les sources locales contribuent à ces exceptions: chantiers y compris leurs machines mobiles, travaux agricoles et de cultures fruitières, trafic général d'exploitations. En termes de tendance sur la période de 2012 à 2022, les régions rurales présentent une hausse, très modérée en altitude mais marquée en plaine. Elles accusent par contre une forte baisse en centre urbain

et en proximité industrielles. Les orientations de ces tendances sur les 11 années précédentes existent depuis 2019 (i.e. depuis 2009-2019). Les hausses dans l'air de fond des régions rurales pourraient être favorisées par les effets du réchauffement climatique ayant connu une seconde poussée de chaleur de 2010 à 2020.

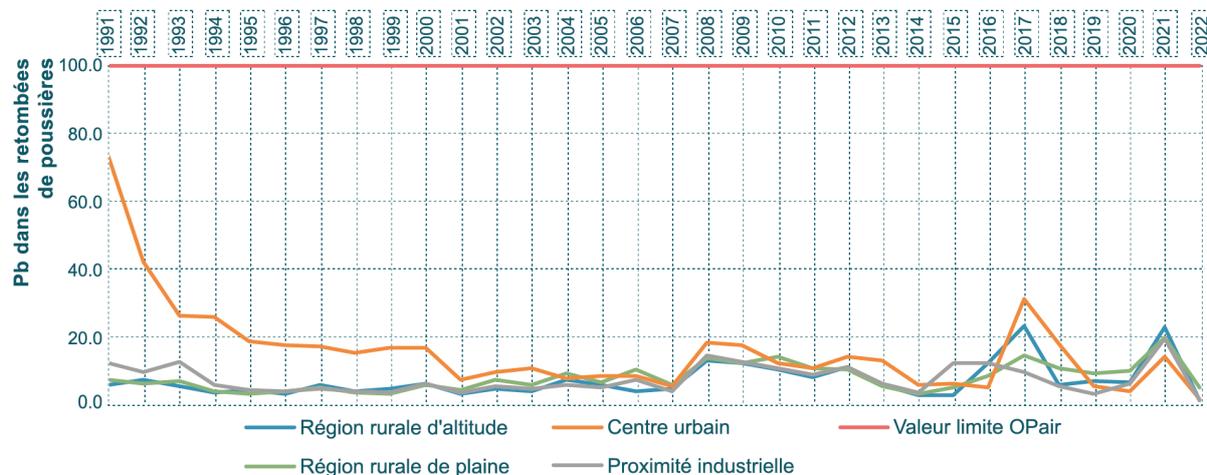
FIGURE 28 - RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2022 MOYENNES RÉGIONALES



La figure 29 présente l'évolution des niveaux annuels du **plomb** dans les retombées de poussières grossières. Depuis 2001 les résultats du Resival affichent régulièrement de très basses valeurs excepté en 2017 et en 2021. En 2017 les niveaux de centre urbain et de région rurale d'altitude s'élevaient provisoirement. En altitude c'est la valeur la plus élevée depuis le début des mesures. En 2021 toutes les régions ont connu une hausse. Pour celles de proximité industrielle et rurale de plaine le plus haut niveau depuis 1991 a été atteint cet année-là. 2022 apporte au contraire des records minima. Les flux de dépôt de proximité industrielle, de région rurale d'altitude et de centre urbain sont les plus bas depuis le début des mesures. Ils sont tous en-dessous de

2  $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ . Seule la station de Saxon pour la région rurale de plaine excède ce niveau avec 5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ . C'est cependant 95 % en-dessous de la limitation. Le niveau de pollution au plomb depuis 1992 est qualifié de faible. L'évolution la plus significative reste la forte baisse des teneurs en plomb dans les poussières observées en ville de 1991 à 2001 (figure 29). Elle est liée à l'encouragement formulé depuis 1985 d'utiliser de l'essence sans plomb, qui était aussi une condition nécessaire au fonctionnement des pots catalytiques, puis à l'interdiction promulguée par le Conseil Fédéral de commercialiser depuis l'an 2000 l'essence pour moteur contenant du plomb qui s'appelait la super.

FIGURE 29 - PLOMB DANS LES RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2022, MOYENNES RÉGIONALES

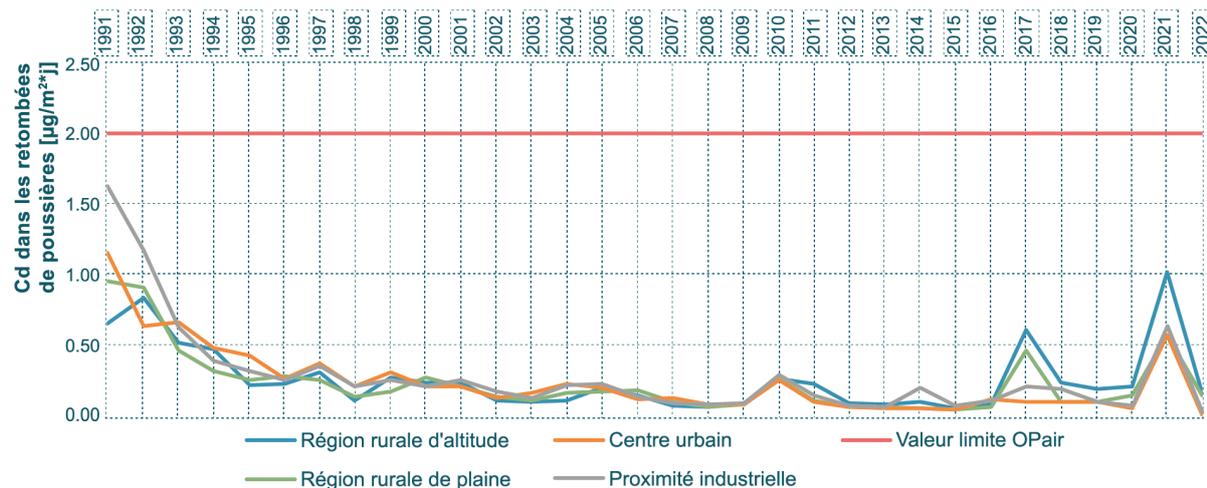


La figure 30 présente l'évolution des niveaux annuels du cadmium dans les retombées de poussières. Comme pour le plomb les valeurs enregistrées depuis 2001 sont d'ordinaire très basses. Le niveau de pollution, inférieur à 50 % de la limitation OPair à  $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ , est faible depuis 1993 excepté en 2021 en région rurale d'altitude avec la valeur exceptionnelle des Giettes. Les résultats de 2015 demeurent les plus bas pour les régions rurales. L'année 2022 offre les niveaux minimums en centre urbain et en proximités industrielles. Aux stations de Sion et de Brigerbad les teneurs étaient si basses que leurs déterminations se situent en-dessous du

seuil de quantification. Il en va de même pour la station de Montana. Celles des Giettes et d'Ergerberg ont toutefois capté des quantités suffisantes à franchir le seuil analytique pour la région rurale d'altitude.

Depuis 1991 les charges en cadmium dans les poussières ont en général fortement diminué notamment grâce à la mise en place de dispositifs d'épuration des fumées, par exemple ceux mis en œuvre auprès des usines d'incinération de déchets, et à l'élimination de ce métal dans de nombreux produits.

FIGURE 30 - CADMIUM DANS LES RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2022, MOYENNES RÉGIONALES



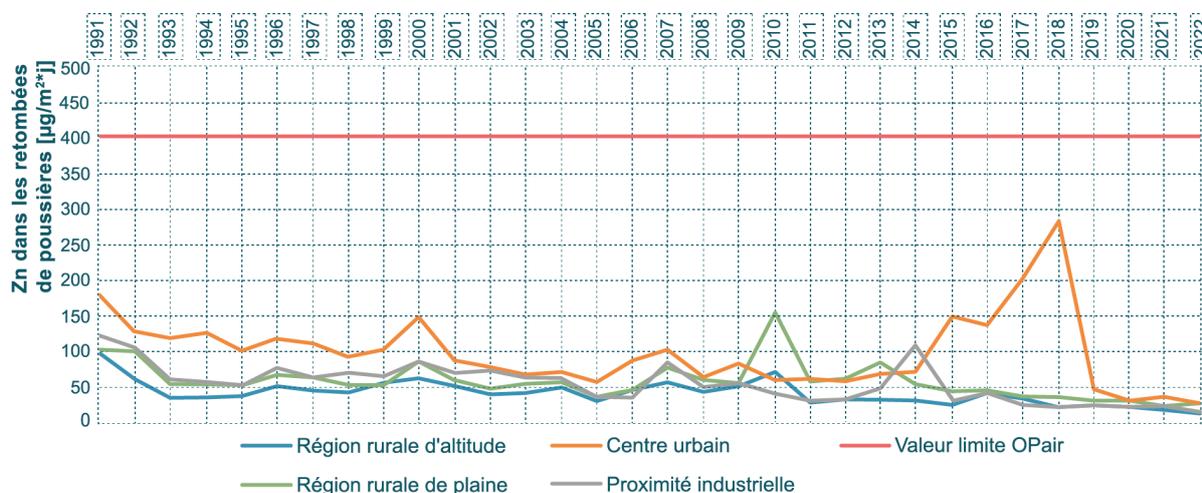
Jusqu'en 2014 les niveaux de zinc stagnaient tout en montrant une légère baisse globale. Cette progression s'est poursuivie sauf en centre urbain où une hausse marquée a été initiée en 2015 (figure 31). Elle a culminé à  $293 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  en 2018,

la plus haute valeur observée depuis le début des mesures. Suite au changement d'emplacement de la station de Sion au printemps 2014 les niveaux ont augmenté de  $70 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  en moyenne sur 2012 à 2014 à près du quadruple en 2018. À son nouvel

emplacement le capteur était posé contre une clôture métallique. Ces grillages contiennent typiquement du zinc prolongeant leur durée de vie. Des particules métalliques ont pu s'en détacher, être mises en suspension dans l'air et retomber dans l'échantillonneur à proximité. Pour éviter cette influence trop spécifique le pot de collecte a été changé d'endroit en février 2019. Il a été éloigné du treillis métallique. Depuis lors une franche diminution des niveaux annuels de zinc est observée en centre urbain. Ils ont rejoint ceux des autres régions. Les

valeurs les plus basses depuis le début des mesures en 1991 sont enregistrées en 2022 sauf en région rurale de plaine où c'était en 2021. Cette évolution est réjouissante au vu des effets toxiques du Zn en forte concentration et de ses nuisances sur les plantes, notamment celles qui agrémentent la ville de leur végétation. De fait excepté en 2017 et en 2018 à cause des résultats spécifiques à la station de Sion, les niveaux de pollution à ce métal dans les retombées des poussières ont toujours été faibles.

**FIGURE 31 - ZINC EN  $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  DANS LES RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2022, MOYENNES RÉGIONALES**



# 11. COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS – COV

## 11.1. Portrait

Les composés organiques volatils (COV) forment une grande famille de molécules organiques contenant toutes du carbone. Les plus simples sont les hydrocarbures formés exclusivement de carbone et d'hydrogène. D'autres par exemple les aldéhydes et les cétones contiennent de l'oxygène; et d'autres du chlore ou du fluor, des halogènes, tels le trichloréthylène cancérigène et le perchloréthylène suspecté cancérigène ou le F134a (CH<sub>2</sub>FCF<sub>3</sub>) un fluide réfrigérant, un composant d'isolants et un GES selon le Protocole de Kyoto.

Ces molécules proviennent en particulier des carburants et des combustibles, des solvants, peintures, détachants, colles ou cosmétiques, mais aussi de sources naturelles telles que les forêts et les prairies. En Valais les sources naturelles sont à l'origine d'environ 81 % des émissions de COVNM qui se montent au total à 12'423 tonnes en 2021 (figure 32). Les COV d'origine naturelle ne sont pas nuisibles alors que ceux dus à l'activité humaine ont des effets nocifs sur la santé. Par contre tous les COV participent à la formation d'ozone et de poussières fines par les aérosols organiques secondaires. Les autres sources de COVNM sont principalement, pour 11 % des émissions annuelles, les solvants domestiques et de constructions utilisés notamment pour les revêtements.

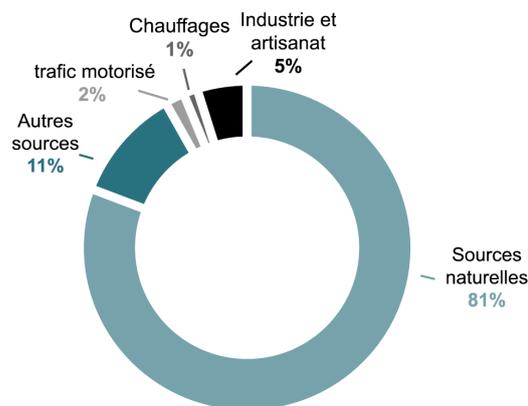
Les composés aromatiques tels que le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les isomères du xylène (BTEX) se trouvent dans l'air ambiant. Ils sont présents dans l'essence pour moteurs. Le benzène possède des propriétés cancérigènes. En l'an 2000 sa teneur maximale dans l'essence a été abaissée de 5 à 1 %. Il est émis par la combustion incomplète de combustibles et carburants. Il est aussi produit dans le processus de combustion des moteurs thermiques. En Valais l'industrie chimique a pu être une source importante de ce polluant. L'une d'elle a déclaré en avoir émis de 1.6 à 3 tonnes par an, représentant près de 0.3 % des émissions annuelles totales de benzène en Suisse en 2010 soit environ 700 t.

La mesure des COV se fait au moyen d'un matériel analytique sophistiqué. La séparation est effectuée par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire et leur détermination par des détecteurs à photo-ionisation (PID) ou à ionisation de flamme (FID).



En Suisse le transvasement et le stockage d'hydrocarbures rejettent plusieurs dizaines de tonnes par an de benzène

**FIGURE 32 - EMISSIONS DE COVNM (COV EXCEPTÉ MÉTHANE) EN VALAIS EN 2021**



Autres sources : secteur offroad (e.g. machines de chantier, outils et engins motorisés en agriculture et sylviculture, trafic aérien et ferroviaire), séchage de l'herbe, feux en plein air, feux d'artifice et solvants, incinération illégale de déchets.

Données : cadastre cantonal des émissions (Cadero).

**COV – QUALITÉ DE L'AIR EN UN CLIN D'ŒIL**

CENTRE URBAIN		Moyenne
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE		Moyenne

## 11.2. Résultats 2022 et évolution des immissions

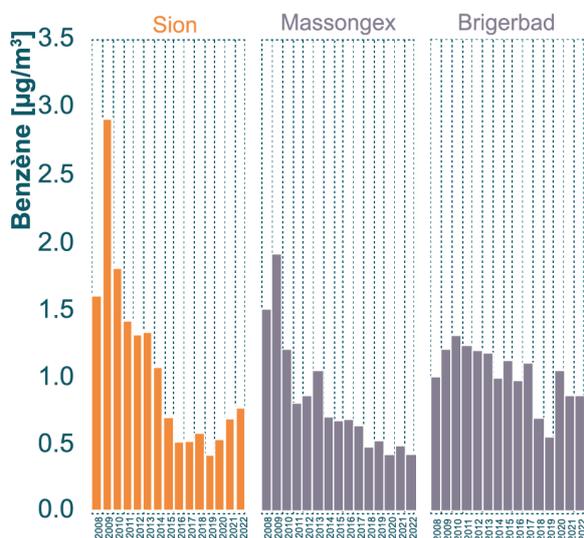
Le [benzène](#) fait partie des polluants atmosphériques cancérigènes et génotoxiques pour lesquels il n'y a pas de seuil au-dessous duquel il n'existe aucun danger pour la santé. L'OPair ne fixe pas de valeur limite d'immissions. Son principe veut que les émissions des substances cancérigènes soient limitées, indépendamment de la charge nuisible qu'elles engendrent, au plus bas possible dans la mesure où le permettent la technique et l'exploitation et où cela est économiquement supportable (annexe

1 ch. 8 OPair). Les principales sources de benzène sont le trafic routier, les procédés de combustion des chauffages, l'évaporation de produits issus du pétrole aux stations-services et aux entrepôts de stockage. Sur un plan plus individuel la fumée du tabac en émet. Jusqu'à 5 % des émissions de benzène sont d'origine naturelle. L'Union européenne a fixé une valeur limite annuelle indicative à 5 µg/m<sup>3</sup> (directive 2000/69/CE). Le niveau de référence de l'OMS (RL) est situé à 1.7 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

**TABLEAU 9 – BENZÈNE ET TOLUÈNE, RÉSULTATS 2022**

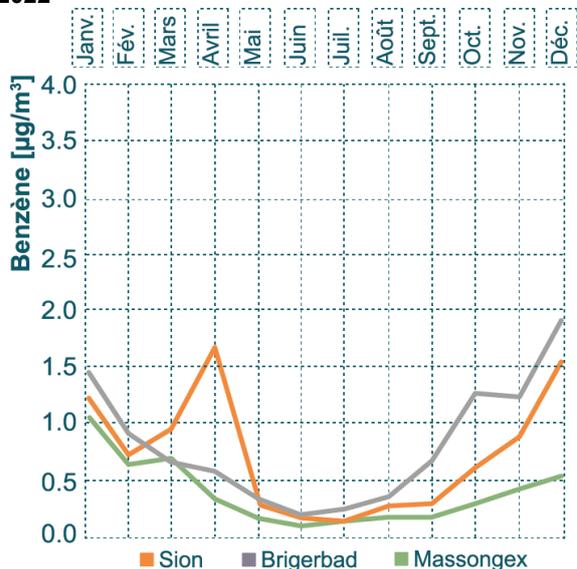
Régions	Stations	Benzène		Toluène	
		Moyenne annuelle [µg/m <sup>3</sup> ]	Valeur journalière maximale [µg/m <sup>3</sup> ]	Moyenne annuelle [µg/m <sup>3</sup> ]	Valeur journalière maximale [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>CENTRE URBAIN</b>	Sion	0.77	19	3.1	25
<b>PROXIMITÉ INDUSTRIELLE</b>	Massongex	0.42	1.8	2.1	10
	Brigerbad	0.86	8.9	3.3	15
	Baltschieder	1.8	25	6.0	32

**FIGURE 33 - BENZÈNE, MOYENNES ANNUELLES**



Les valeurs annuelles de benzène mesurées par Resival à Sion, Massongex et Brigerbad, présentées au tableau 9, sont largement inférieures à la valeur limite de l'Union européenne. Elles sont aussi bien inférieures au niveau RL de l'OMS. La station mobile de Baltschieder fait exception. Elle ne fait pas officiellement partie de Resival. Elle est cependant

**FIGURE 34 - BENZÈNE, MOYENNES MENSUELLES 2022**



opérationnelle afin de mieux caractériser la qualité de l'air en plaine dans la région de Viège comprenant un site industriel de grande importance. Tout en étant dotée du même matériel analytique qu'auprès des stations Resival elle donne des résultats sensiblement différents sur les COV. Le niveau RL de l'OMS est dépassé à Baltschieder. Selon sa

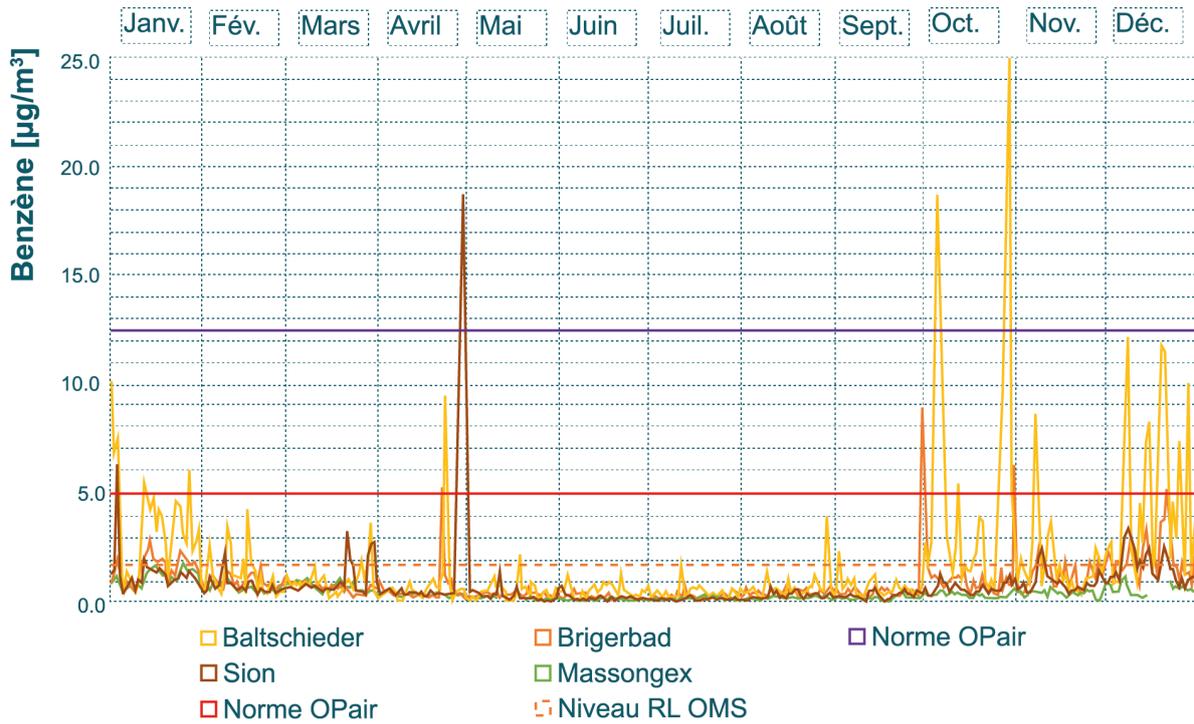
définition le risque de provoquer un cancer à cause des teneurs en benzène dans l'air ambiant à cet endroit de mesure excède une occurrence sur 100'000 personnes. Aux autres postes il est inférieur c'est-à-dire qu'en règle générale en Valais moins de 3.5 cas de cancer par an sont dus au benzène pour les environ 350'000 habitants que compte le canton. L'Ouest de la localité de Viège est plus risqué à cet égard. La figure 33 présente l'évolution des quinze dernières années. Depuis le début des mesures en 2008 les taux annuels de benzène ont montré une nette évolution à la baisse à Sion et à Massongex. Un regain d'importance s'observe dans la capitale sédunoise depuis 2019. En 2022 comme en 2020 la valeur de  $0.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est la plus basse enregistrée à la station de Massongex depuis le début des mesures. À Brigerbad la diminution est beaucoup plus modeste excepté en 2018 et en 2019 avec les minima de  $0.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et de  $0.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Alors que dans le Valais romand l'air connaît une amélioration persistante de qualité au regard des charges en benzène, elle n'est guère présente dans le Haut-Valais. Les valeurs mensuelles les plus basses se trouvent pendant le semestre d'été d'avril à septembre (figure 34). Lors de la saison froide avec ses lacs d'air froid les polluants sont plus concentrés du fait d'un brassage d'air généralement moins vigoureux. Le fort pic de printemps à Sion est dû à deux jours de très hautes valeurs les 28 et 29 avril. Les moyennes journalières de benzène se situaient alors à 16 et  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . À noter que du 28 au 30 avril les niveaux d'éthylbenzène situés entre 60 et  $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une moyenne annuelle de  $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  étaient aussi anormalement hauts. Des travaux de peinture sur l'extérieur de la cabine de mesure se sont déroulés dans cette période. La forte hausse des niveaux de ces COV aromatiques pourrait provenir des solvants utilisés.

En 2022 des valeurs journalières de benzène ont dépassé la valeur limite annuelle européenne fixée à  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (tableau 9). Ces journées sont qualifiées de

critiques car les niveaux d'immissions mènent à un dépassement de la limitation s'ils persistent sur la durée. Brigerbad en a connu 5, Sion 3 et la station mobile de Baltschieder 29. Quant au niveau RL de l'OMS exprimé en moyenne annuelle il a été dépassé en 2022 lors de 92 jours à Baltschieder, de 47 jours à Brigerbad, de 27 jours à Sion et de 1 jour à Massongex. Les deux stations du Haut-Valais à proximité de Viège, avec son site chimique et sa circulation routière concentrée, ont connu 38 jours simultanés de franchissement du niveau RL en 2022. La figure 34 indique qu'ils ont principalement lieu en saison froide lors des premier et quatrième trimestres quand les masses d'air sont plus calmes. En intensités relatives les pics de benzène sont assez disparates sur l'année. La station la plus caractéristique à cet égard est celle de Baltschieder comme le montre la figure 35.

À part les deux jours d'avril à Sion racontés ci-avant, la valeur cible journalière de  $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à ne pas dépasser selon le SEN l'a aussi été lors de 4 jours à la station mobile de Baltschieder. C'était les 5, 28 et 29 octobre ainsi que le 8 décembre 2022. La figure 35 ci-dessous montre ces niveaux exceptionnels de benzène. Une étude approfondie menée à l'aide des données d'immissions en valeurs horaires des années 2018 et 2019 à Brigerbad complétées par celles de Baltschieder en 2019 a examiné les éventuelles corrélations entre les rejets d'installations industrielles majeures à Viège et les résultats de ces deux stations de mesure. Elle conclut qu'en règle générale et dans l'écrasante majorité des cas il n'y a pas de relation significative entre les émissions de la grande industrie et les immissions enregistrées. La seule exception identifiée concerne un incident le 18 février 2019. Ces observations indiquent que les sources et conditions provoquant les pics au-dessus de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à la figure 35 sont complexes. Des relations directes et linéaires de cause à effet sont d'ordinaire impossibles à établir.

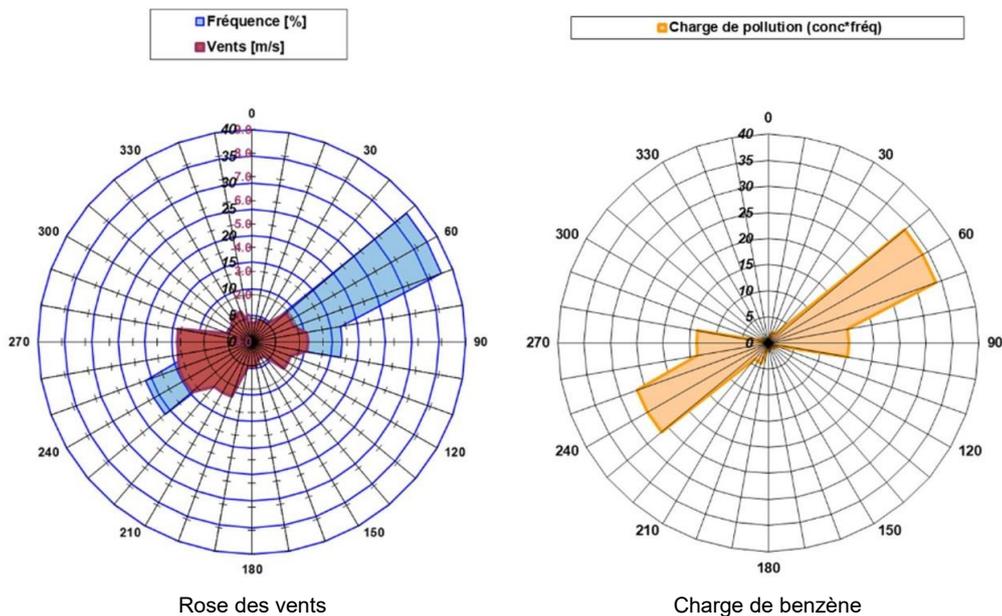
FIGURE 35 - VALEURS JOURNALIÈRES DE BENZÈNE EN 2022 AUPRÈS DES 4 STATIONS DE PLAIN



La figure 36 montre que sur l'année 2022 il a beaucoup plus fréquemment soufflé de l'Est quand du benzène était déterminé hors intervalles de vent très faible ou inexistant ( $< 0.5 \text{ m/s}$ ). La météorologie locale connaît régulièrement des épisodes de foehn qui se traduisent par un vent d'Est en plaine du fait de la canalisation de l'air dans la vallée principale. Quant aux brises thermiques qui surviennent en dehors de l'hiver elles soufflent normalement de l'Est

de la fin de l'après-midi jusqu'à midi le lendemain en s'écoulant des sommets vers l'aval de la plaine. L'endroit de mesure à Brigerbad détermine très majoritairement la pollution sous le vent du secteur Est. Des réservoirs, une usine d'incinération et le trafic routier régional de Brig à Viège s'y trouvent. La station est plus fréquemment masquée des émissions de Viège et de ses industries du fait du vent les éloignant de la station.

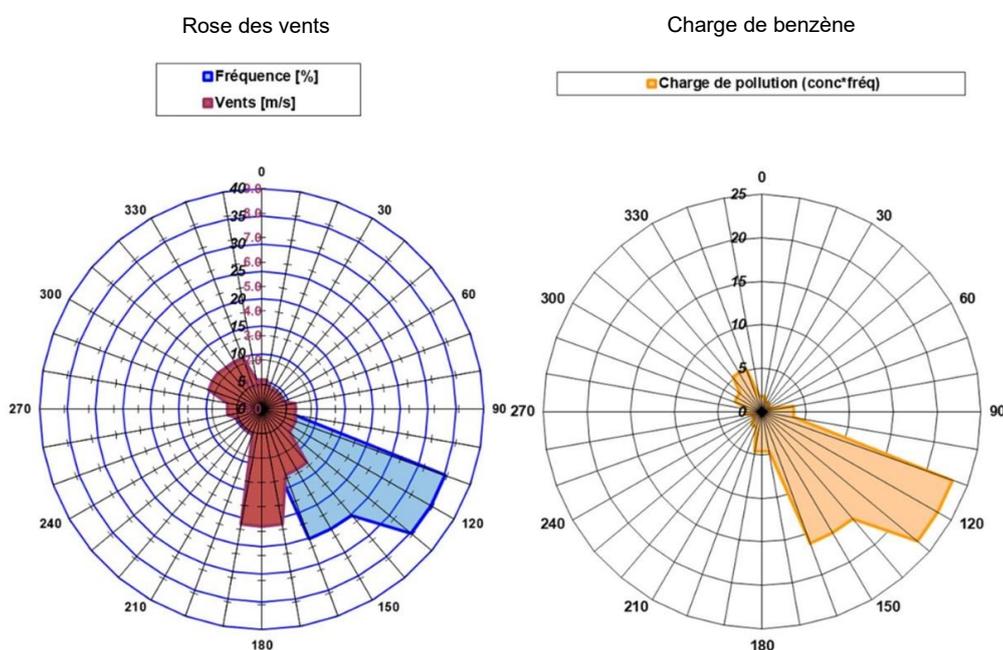
FIGURE 36 -IMMISSIONS DE BENZÈNE À LA STATION DE BRIGERBAD EN 2022 (90°= EST, 270°OUEST)



La station de Massongex, à proximité du site chimique au Nord, est également moins souvent sous le vent des sources industrielles dont elle veut déterminer la pollution. La rose des vents pour cette station (figure 37) montre qu'il a plus fréquemment soufflé du secteur Sud quand du benzène était déterminé hors des intervalles de vent insignifiant. Cet endroit se trouve aussi dans une vallée à foehn. Il la parcourt du Sud au Nord. C'est alors majoritairement la pollution du secteur dépourvu de grande industrie qui est caractérisée. De même lors

des brises de montagne qui glissent vers le lac par la poussée gravitationnelle. Inversement les brises de vallée dirigent la pollution industrielle vers la station. Elles sont induites par le réchauffement du sol soumis à un ensoleillement conséquent. Les parcelles d'air en contact avec le sol se dilatent alors et deviennent plus légères ce qui les incite à monter le long de la vallée. Sur une année les brises de pente ascendante sont d'ordinaire plus rares que celles de pente descendante. La rose des vents de la figure 37 l'illustre.

Figure 37 - IMMISSIONS DE BENZÈNE À LA STATION DE MASSONGEX EN 2022 (0° = NORD, 180° = SUD)



Le benzène en tant que solvant a été largement abandonné depuis des années dans l'industrie et ses produits. Par conséquent les graphes des charges de benzène aux figures 36 et 37 indiquent que le trafic routier est principalement en cause.

Aucune valeur limite n'est définie pour les immissions de [toluène](#). Les résultats 2022 figurent au tableau 9. Les valeurs annuelles pour 2022 renouent avec un niveau proche de ceux des années 2015 et 2016 à Sion tandis qu'à Massongex il s'agit de la valeur la plus basse depuis le début des mesures. À Brigerbad

l'abaissement notoire des niveaux initié en 2016 se consolide. En règle générale le niveau pluriannuel moyen sur la période 2008-2015 est environ deux fois plus élevé que celui de la période 2016-2022 aux trois stations valaisannes (figure 38). La tendance vers une diminution se maintient ces sept dernières années sauf à Sion où les fluctuations interannuelles ne montrent pas d'orientation claire à la baisse. Comme pour le benzène la figure 39 montre que les concentrations mensuelles de toluène sont les plus hautes en saison froide lors des premier et quatrième trimestres quand les masses d'air sont plus calmes.

Figure 38 - TOLUÈNE, MOYENNES ANNUELLES

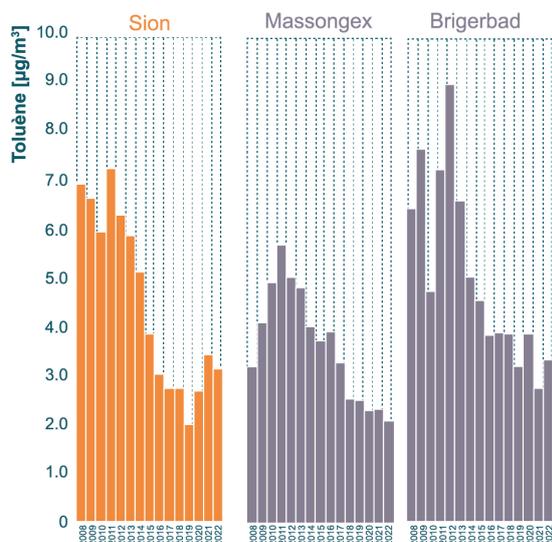


Figure 39 - TOLUÈNE, MOYENNES MENSUELLES 2022



Les sources reconnues pour le toluène sont le trafic routier, l'industrie et l'artisanat ainsi que les ménages. La moyenne annuelle de toluène à Baltschieder est près de deux fois plus élevée que celle de Brigerbad. La valeur journalière maximale aussi (tableau 9). Le fait que la station à l'Ouest de Viège est plus souvent sous le vent de la pollution émise par la localité et ses industries que celle de Brigerbad à l'Est contribue à expliquer cette observation.

Parmi les BTEX le toluène est le composé qui connaît les plus grandes concentrations. En 2022 c'est toujours le cas aux stations valaisannes. Suivent les niveaux de benzène sauf à Sion où la concentration annuelle d'éthylbenzène de  $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dépasse celle du benzène à  $0.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Aux trois autres stations le résultat sur l'éthylbenzène s'échelonne de  $0.28$  à  $0.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour 2022. L'exception sédunoise est gouvernée par les 3 jours du 28 au 30 avril mentionnés ci-avant. Sans eux la valeur annuelle d'éthylbenzène est inférieure à celle du benzène. En termes d'émissions le toluène est avec les xylènes en classe 2 OPair sur les substances organiques tandis que l'éthylbenzène est en classe 1. Les émissions sont plus sévèrement limitées en classe 1 car elle contient des substances dont on a de bonnes raisons de croire qu'elles pourraient être cancérigènes. Ce n'est pas le cas du toluène et des xylènes, au contraire du benzène dont les propriétés cancérigènes sont avérées.

Les COV dont la réactivité est très grande tels les composés naturels isoprène,  $\alpha$ -pinène et limonène sont responsables de l'apparition de pics d'ozone à court terme aux environs des émissions. La grande prépondérance des sources naturelles en Valais (figure 32) favorise ces processus. Ceux dont la réactivité est plus faible tels le benzène, le toluène,

l'éthanol et le méthane, contribuent en revanche à l'élévation du taux d'ozone de fond sur de vastes étendues. À ce titre une réduction de tous les COV est bénéfique à une diminution des charges d'ozone quoique sur des échelles de temps différentes et dans le respect des émissions naturelles. Afin de minimiser les rejets dus aux activités humaines l'application de l'Ordonnance sur la taxe d'incitation sur les COV (OCO) est, avec les contrôles d'émissions sur les limitations de l'OPair, une mesure majeure.

Le méthane ( $\text{CH}_4$ ) est aussi un COV. Selon le cadastre d'émissions voulu par l'art. 21 de la loi cantonale sur la protection de l'environnement de 2010 les quantités annuelles émises sont proches de 6'760 to/an depuis 2005. Pour comparaison les émissions des composés organiques volatils sans méthane (COVNM) sont établies à près de 12'400 tonnes sur l'année 2022. Bien que participant à la production d'ozone le  $\text{CH}_4$  est surtout préoccupant pour ses effets persistants en tant que gaz à effet de serre (GES). Avec le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) et le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ils forment les principaux agents atmosphériques provoquant le réchauffement climatique. Ces trois GES ne sont pas limités dans l'OPair, ni aux émissions ni aux immissions, en raison notamment de leur faible écotoxicité aux concentrations que nous respirons. Pour l'exemple le  $\text{CO}_2$  ne représente pas de danger sur la santé humaine en-dessous de 1'000 ppm (norme SN 546382/1). Ses concentrations dans l'atmosphère sont à présent proches de 420 ppm. En l'an 2000 elles étaient à près de 370 ppm. À ce rythme le niveau de  $\text{CO}_2$  en 2100 sera à 620 ppm si la hausse perdure. En termes de réchauffement climatique et de ses conséquences spécifiques les impacts d'un tel niveau risquent d'être excessifs pour un développement durable.

Les stratégies différenciées entre les réductions des émissions de polluants atmosphériques et celles des GES tiennent compte du fait qu'au contraire des polluants réglés par l'OPair les GES manifestent des temps de résidence très longs dans l'atmosphère, allant de 12 ans pour le CH<sub>4</sub> à 150 ans pour le CO<sub>2</sub>, des distributions spatiales étendues à l'échelle planétaire et des impacts de nature différente. Les effets des incursions de sables du Sahara sur les niveaux de poussières atmosphériques ou ceux des

### 11.3. COV cancérigènes en Valais

Depuis 2019 une station de mesure mobile a été installée en plaine du Haut-Valais, à Baltschieder à l'Ouest de Viège. Ses résultats annuels sont proches de ceux de la station de Brigerbad sur les polluants courants. Par contre ceux spécifiques aux COV montrent régulièrement des différences importantes. Le positionnement de deux stations dans l'axe principal du vent canalisé par la vallée, l'une à l'Ouest l'autre à l'Est de Viège, apporte l'avantage de s'affranchir de sa direction pour mesurer en permanence la pollution provenant de cette agglomération. Et quand l'air est calme les deux stations enregistrent des niveaux similaires de pollution. Pour reprendre l'exemple de la période anticyclonique du 11 au 28 janvier 2022 invoquée dans l'exégèse de la figure 21, les valeurs journalières de benzène, toluène et éthylbenzène oscillaient en moyenne sur ces 18 jours de 57 % à 129 % pour la station de Brigerbad sur celle de Baltschieder. Elles sont toutes deux équipées d'analyseurs GC-FID pour déterminer les COV, en particulier les BTEX. Le dispositif de Brigerbad est complété par un module spécialement conçu pour mesurer les COV très volatils comme le 1,3-butadiène et le chlorure de vinyle.

L'OPair liste à son annexe 1 ch. 8 sur les substances cancérigènes 5 composés que les analyseurs savent détecter: le benzène, le trichloroéthylène (TRI), le chlorure de vinyle (CV), le 1,4-dichlorobenzène (1,4-DCB), le 1,3-butadiène (1,3-BuD). La détermination du TRI s'avère toutefois impossible avec le système en place car cette substance ne peut pas être distinguée de l'iso-octane. Ce dernier polluant aussi nommé 2,2,4-triméthylpentane (TMP) provient principalement du trafic routier. Des 4 COV cancérigènes retenus – benzène, CV, 1,4-DCB, 1,3-BuD – aucun n'est totalement à l'abri de co-élutions inopinées car le mix de COV dans l'air ambiant varie avec le temps. Une détermination complémentaire par spectrométrie de masse améliorerait le diagnostic mais en l'état elle est inaccessible pour des analyses en continu pérennes dans le cadre de l'assurance qualité de Resival. Les résultats sur ces composés doivent donc être appréciés avec prudence. Ceux sur le benzène sont plus fiables et ont été donnés au tableau 9. Concernant le CV, le 1,4-

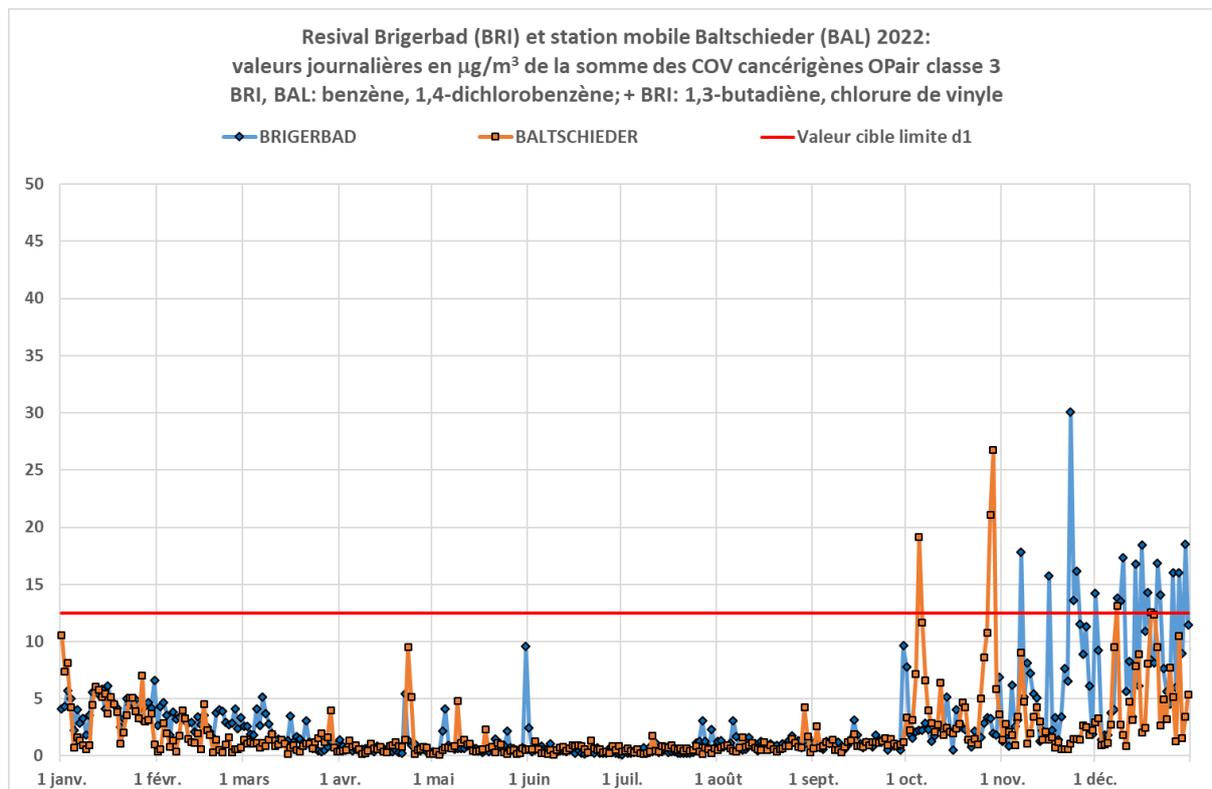
vagues de chaleur estivale sur les concentrations d'ozone, phénomènes favorisés par le réchauffement climatique, sont toutefois des exemples d'interactions entre pollution de l'air et les conditions météorologiques modifiées par la transition climatique. Dans ce sens les mesures prises pour la modérer ont aussi des impacts positifs sur la qualité de l'air comme le soulignait la Newsletter 5/2022 du SEN

DCB et le 1,3-BuD leurs moyennes annuelles en 2022 sont respectivement de 1.0, 0.16 et 1.8 µg/m<sup>3</sup> à Brigerbad, tandis qu'à Baltschieder celle sur le 1,4-DCB est de 0.29 µg/m<sup>3</sup>. Ces niveaux sont en-dessous de la valeur limite UE de 5 µg/m<sup>3</sup>. Par contre la valeur annuelle de 1,3-BuD à Brigerbad est supérieure au niveau RL de l'OMS fixé à 1.7 µg/m<sup>3</sup>. Un ou deux cancers par an dans le Haut-Valais pourraient donc leur être attribué.

Compte tenu de la toxicité similaire des COV cancérigènes (COVcarc) examinés une limitation journalière sur leur concentration cumulée a été proposée dans les rapports du SEN. Elle est évaluée à 12.5 µg/m<sup>3</sup> et constitue une valeur cible qu'il ne faudrait pas dépasser. À cet égard la figure 40 ci-dessous montre les résultats pour l'année 2022 aux deux stations de plaine du Haut-Valais. Jusqu'à fin septembre ce niveau maximum journalier n'est pas dépassé. En octobre il l'est par trois fois à la station de Baltschieder. Le benzène est en cause. Le 1,4-DCB contribue au maximum pour 6 % aux résultats, soit le 29 octobre.

En novembre et décembre c'est essentiellement la station de Brigerbad qui connaît des dépassements répétés du niveau critique à 12.5 µg/m<sup>3</sup>. 17 jours sont concernés. Le benzène, le CV et le 1,3-BuD sont en cause, avec des contributions variables aux résultats. Pour la plus haute valeur journalière de 30 µg/m<sup>3</sup> enregistrée le 23 novembre le 1,3-BuD représente 71 %-masse de la valeur. Le reste est dû pour 26 % au CV et pour 3 % au benzène. Un problème technique survenu en décembre 2022 a été identifié sur l'analyseur dédié à la mesure des COV à bas point d'ébullition tels le 1,3-BuD et le CV. Ses conséquences ont été corrigées dans la mesure du possible. Les excès dépassant la valeur cible préconisée à 12.5 µg/m<sup>3</sup> sont publiés ci-dessous à titre indicatif. Ils reflètent des niveaux de COV cancérigènes préoccupants pour la santé publique car le niveau annuel RL de l'OMS à 1.7 µg/m<sup>3</sup> pour les COV de toxicité pareille au benzène est dépassé tant à Brigerbad (moyenne COVcarc 2022: 2.9 µg/m<sup>3</sup>) qu'à Baltschieder (moyenne COVcarc 2022: 2.1 µg/m<sup>3</sup>).

FIGURE 40 - IMMISSIONS DE COV CANCÉRIGÈNES EN PLAINE DU HAUT-VALAIS EN 2022



# LITTÉRATURE

- [1] OFEV (éd.) 2022 : La qualité de l'air en 2021. Résultats du Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL). Office fédéral de l'environnement, Berne. État de l'environnement no 2227 : 29 p.
- [2] Empa, Abteilung Luftfremdstoffe/Umwelttechnik, 8600 Dübendorf, August 2022: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe im PM10 an ausgewählten Stationen des NABEL sowie der Kantone, Messbericht 2021. A. Fischer und C. Hüglin.
- [3] Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA), 2013: Les poussières fines en Suisse 2013. Berne 66 p.
- [4] Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (FUB), Rapperswil, Juni 2022, 79 S.: Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2021. Messbericht. Seitler E., Meier M.
- [5] Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (FUB), Rapperswil, Januar 2021, 131 S.: Atmosphärische Stickstoff-Deposition in der Schweiz 2000 bis 2019. Seitler E., Meier M., Ehrenmann Z.

# ABRÉVIATIONS, UNITÉS ET SYMBOLES

AEE	Agence européenne pour l'environnement. E : EEA - European Environment Agency
AINTS	Association inspectorat du nettoyage des textiles en Suisse (textilpflege.ch). D: VKTS, Verein Kontrollstelle Textilreinigung Schweiz
ASF	Association Suisse du froid ( <a href="http://www.asf-froid.ch">www.asf-froid.ch</a> ). D: SVK, Schweizerischer Verband für Kältetechnik
AVE	Association valaisanne des entrepreneurs du bâtiment et du génie civil (www.ave-wbv.ch). D : WBV, Walliser Baumeisterverband
AVMR	Association valaisanne des maîtres ramoneurs
BC	Black carbon. Il est défini optiquement par son absorption de la lumière. Il contient surtout du CE et est accessoirement composé de matière organique lourde
BTEX	Benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (COV aromatiques)
CAD	Chauffage à distance
Cadero	Cadastre d'émissions atmosphériques romand (Genève, Vaud, Valais)
CCHA	Commission cantonale sur l'hygiène de l'air (canton du Valais)
Cd	Cadmium
CE	Carbone élémentaire, graphite. Il est défini chimiquement. E : Elementary carbon (EC)
Cercl'Air	Société suisse des responsables de l'hygiène de l'air ( <a href="https://cerclair.ch">https://cerclair.ch</a> )
CFHA	Commission fédérale d'hygiène de l'air
CH <sub>4</sub>	Méthane
CLN	Critical loads for nitrogen (charges critiques de dépôts d'azote)
CO	Monoxyde de carbone
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
COV	Composés organiques volatils
COVNM	Composés organiques volatils excepté le méthane (COV non-méthane)
DFE	Département des finances et de l'énergie (Etat du Valais)
DMTE	Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement (Etat du Valais)
EMPA	Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, <a href="http://www.empa.ch">www.empa.ch</a> )
FAP	Filtre à particules
FDDM	Fondation pour le développement durable des régions de montagne ( <a href="http://www.fddm.ch">www.fddm.ch</a> )
GES	Gaz à effet de serre (principalement CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (parfois nommés polybenzènes)
H <sub>2</sub>	Hydrogène moléculaire

IARC	International Agency for Research on cancer. F : Centre international de Recherche sur le cancer (une agence de l'OMS)
IPL	Indice de pollution de l'air à long terme. Système suisse de communication prenant en compte les effets sur la santé. La recommandation Cercl'Air n° 27b le détaille.
kW	Kilowatt (103 Watt, unité de puissance énergétique en [J/s] dans le SI)
kWh	Kilowatt-heure (unité d'énergie, grandeur exprimée en [J] dans le SI ; un générateur de 1 kW (1000 W) fonctionnant en continu pendant une heure fournit 1 kWh d'énergie soit 3.6 MJ (1000 [J/s] × 3600 [s] = 3.6 [MJ])
LPE	Loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983 (RS 814.01)
MICET	Manuel informatisé des coefficients d'émission du trafic routier (E : Handbook Emission Factors for Road Transport – HBEFA)
µg/m <sup>3</sup>	Microgramme par mètre cube (parfois abrégé en ug/m <sup>3</sup> ). Exprimée ainsi une concentration représente le nombre absolu de molécules dans un mètre cube compte tenu de leur masse spécifique. Elle varie avec l'altitude du fait de l'expansion ou de la compression de l'air.
mg/m <sup>3</sup>	Milligramme par mètre cube (nombre absolu de molécules dans un mètre cube compte tenu de leur masse spécifique)
µg/(m <sup>2</sup> ×d)	Microgramme par mètre carré et par jour (parfois abrégé en µg/(m <sup>2</sup> ×j))
mg/(m <sup>2</sup> ×d)	Milligramme par mètre carré et par jour (parfois abrégé en mg/(m <sup>2</sup> ×j))
MW	Mégawatt (106 Watt, unité de puissance énergétique en [J/s] dans le SI)
MWh	Mégawatt-heure (unité d'énergie, grandeur exprimée en [J] dans le SI ; 1 MWh = 3.6 GJ)
N <sub>2</sub> O	Protoxyde d'azote, oxyde nitreux, gaz hilarant
NABEL	Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe, en français Réseau national d'observation des polluants atmosphériques ( <a href="http://www.empa.ch/web/s503/nabel">www.empa.ch/web/s503/nabel</a> )
NH <sub>3</sub>	Ammoniaque
NO	Monoxyde d'azote (1 ppb égale 1.25 µg/m <sup>3</sup> à 293.15 K (20°C) et 1013.25 hPa (mbar))
NO <sub>2</sub>	Dioxyde d'azote (1 ppb égale 1.91 µg/m <sup>3</sup> à 293.15 K (20°C) et 1013.25 hPa (mbar))
NO <sub>x</sub>	Oxydes d'azote (NO + NO <sub>2</sub> )
O <sub>3</sub>	Ozone (1 ppb égale 2 µg/m <sup>3</sup> à 293.15 K (20°C) et 1013.25 hPa (mbar))
OCOV	Ordonnance sur la taxe d'incitation sur les composés organiques volatils du 12 novembre 1997 (RS 814.018)
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFS	Office fédéral de la statistique
OMM	Organisation météorologique mondiale. E : World Meteorological Organization (WMO)
OMS	Organisation mondiale de la santé. E : World Health Organisation (WHO)
OPair	Ordonnance sur la protection de l'air du 16 décembre 1985 (RS 814.318.142.1)
ORRChim	Ordonnance sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparations et d'objets particulièrement dangereux ou Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (RS 814.81)
Pb	Plomb
PM	Poussières totales
PM2.5	Poussières fines d'un diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2.5 micromètres (µm ou um)

PM10	Poussières fines d'un diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètres (µm ou um)
ppb	Une partie par milliard. Exprimée ainsi une concentration est relative à un milliard de molécules quel que soit le volume qu'elles occupent. Elle est invariante avec l'altitude.
ppm	Une partie par million. Exprimée ainsi une concentration est relative à un million de molécules quel que soit le volume qu'elles occupent.
PSI	Paul Scherrer Institut (Institut Paul Scherrer, <a href="https://www.psi.ch">https://www.psi.ch</a> )
RL	Reference level (niveau de référence). L'OMS le définit en tant que niveau au-dessus duquel le risque de provoquer un cancer chez un individu lors d'une espérance de vie standard excède celui toléré d'une personne sur 100'000.
RTS	Radio Télévision Suisse (entreprise de service public, <a href="http://www.rts.ch">www.rts.ch</a> )
SAS	Service d'accréditation suisse ( <a href="http://www.sas.admin.ch/sas">www.sas.admin.ch/sas</a> )
SCAV	Service de la consommation et des affaires vétérinaires ( <a href="http://www.vs.ch/web/scav">www.vs.ch/web/scav</a> )
SCN	Service de la circulation routière et de la navigation ( <a href="http://www.vs.ch/web/scn">www.vs.ch/web/scn</a> )
SDE	Sand dust event (terme anglais, en français courant : incursion de sables du Sahara)
SDM	Service de la mobilité ( <a href="http://www.vs.ch/web/sdm">www.vs.ch/web/sdm</a> )
SEFH	Service de l'énergie et des forces hydrauliques ( <a href="http://www.vs.ch/web/sefh">www.vs.ch/web/sefh</a> )
SEN	Service de l'environnement ( <a href="http://www.vs.ch/web/sen">www.vs.ch/web/sen</a> )
SETI	Service de l'économie, du tourisme et de l'innovation ( <a href="http://www.vs.ch/web/seti">www.vs.ch/web/seti</a> )
SFCEP	Service des forêts, des cours d'eau et du paysage ( <a href="http://www.vs.ch/web/sfcep">www.vs.ch/web/sfcep</a> )
SI	Système international d'unités
SMQ	Système de management de la qualité
SNL	Section Nuisances et laboratoire (intégrée au SEN)
SO <sub>2</sub>	Dioxyde de soufre
SRH	Service des ressources humaines ( <a href="http://www.vs.ch/web/srh">www.vs.ch/web/srh</a> )
Swiss TPH	Swiss Tropical and Public Health Institute ( <a href="http://www.swisstph.ch">www.swisstph.ch</a> )
TCS	Touring Club Suisse ( <a href="http://www.tcs.ch">www.tcs.ch</a> )
UPSA	Union professionnelle suisse de l'automobile ( <a href="http://www.agvs-upsa.ch">www.agvs-upsa.ch</a> ). D : AGVS, Auto Gewerbe Verband Schweiz
UVTD	Usine de valorisation thermique des déchets (ex-UIOM, usine d'incinération d'ordures ménagères)
VLE	Valeur limite d'émission
VLI	Valeur limite d'immission
Zn	Zinc

# ANNEXES

- ANNEXE 1 Plan cantonal de mesures pour la protection de l'air (plan VS OPair)
- ANNEXE 2 Resival, Généralités
- ANNEXE 3 Resival, Résultats par stations
- ANNEXE 4 Resival, Pictogrammes de qualité de l'air
- ANNEXE 5 Qualité de l'air et mesures de prévention

**A1 : Plan cantonal de mesures pour la protection de l'air (plan OPair)**



La revue annuelle des mesures du plan cantonal de protection de l'air est publiée dans un rapport adjoint. Le bilan pour l'année 2022 est disponible sur le site internet du Service de l'environnement (rubrique Qualité de l'air).

Les principaux objectifs du plan cantonal OPair sont atteints depuis 2014 sur les niveaux de PM10 et de NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant valaisan. Le respect des limitations OPair s'est renforcé ces neuf dernières années.

Depuis le rapport pour l'année 2021 les fiches du plan cantonal OPair ne sont plus intégrées d'office dans le rapport annuel présentant la Qualité de l'air en Valais.

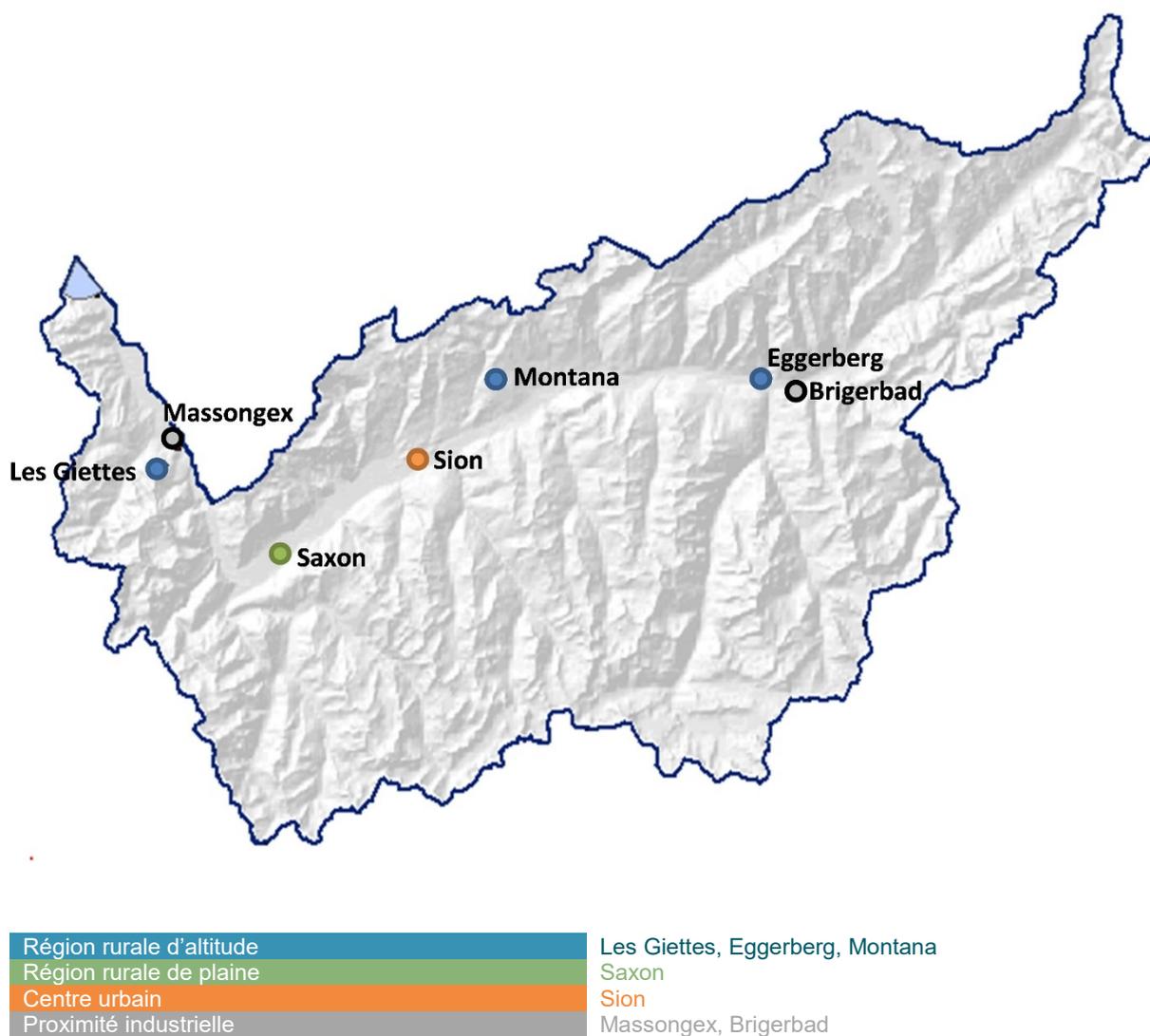
## A2 : Resival : Généralités



© Chab Lathion

## Situation des stations RESIVAL

FIGURE 41- SITUATION DES STATIONS DU RÉSEAU RESIVAL



## Valeurs limites OPair

**TABLEAU 10 - VALEURS LIMITES OPAIR**

Substances	Valeurs limites d'immissions	Définitions statistiques
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	30 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	100 µg/m <sup>3</sup>	95 % des moyennes semi-horaires d'une année ≤ 100 µg/m <sup>3</sup>
	80 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne par 24h ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
Ozone (O <sub>3</sub> )	100 µg/m <sup>3</sup>	98 % des moyennes semi-horaires d'un mois ≤ 100 µg/m <sup>3</sup>
	120 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne horaire ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
Particules fines (PM10)	20 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	50 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne sur 24h; ne doit pas être dépassée plus de 3 fois par année
Particules fines (PM2.5)	10 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Plomb (Pb) dans les particules fines (PM10)	500 ng/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Cadmium (Cd) dans les particules fines (PM10)	1.5 ng/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Retombées de poussières (total)	200 mg/(m <sup>2</sup> ×d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Plomb (Pb) dans les retombées de poussières	100 µg/(m <sup>2</sup> ×d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Cadmium (Cd) dans les retombées de poussières	2 µg/(m <sup>2</sup> ×d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Zinc (Zn) dans les retombées de poussières	400 µg/(m <sup>2</sup> ×d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)

Les valeurs limites sur le SO<sub>2</sub> et sur le CO ne sont plus indiquées dans ce tableau du moment que ces polluants ne sont plus mesurés par Resival depuis 2019. Elles figurent toutefois toujours à l'annexe 7 OPair.

## Incertitude de mesure

Les valeurs limites d'immission prennent en compte l'incertitude de mesure. Les critères d'appréciation qui permettent de comparer les mesures obtenues aux valeurs limites d'immission de l'OPair sont les suivants :

$x \leq \text{VLI}$  : la valeur limite d'immission est respectée.

$x > \text{VLI}$  : la valeur limite d'immission est dépassée.

Où :

$x$  : valeur d'immissions (par exemple moyenne annuelle en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

VLI : valeur limite selon OPair

Les mesures d'immission respectent les Recommandations pour le mesurage de l'OFEV. Conformément aux dispositions de ces normes l'incertitude de mesure n'excède pas  $\pm 10 \%$  pour les moyennes annuelles et se trouve au plus à  $\pm 15 \%$  pour les valeurs journalières. Ces intervalles sont respectés du moment que les méthodes de mesure se conforment scrupuleusement aux exigences normatives basées sur des validations expérimentales. Le réseau Resival applique cette pratique. Les erreurs systématiques sont corrigées par des vérifications fréquentes de calibration et par une correction des écarts observés.

## Programme analytique

Tableau 11 - RESIVAL, PROGRAMME ANALYTIQUE

Paramètres	Les Giettes	Massongex	Saxon	Sion	Eggerberg	Brigerbad	Montana
Oxydes d'azote NO, NO <sub>2</sub> (NO <sub>x</sub> )	x	x	x	x	x	x	x
Ozone O <sub>3</sub>	x	x	x	x	x	x	x
COV / BTEX	-	x	-	x	-	x	-
Poussières en suspension PM10, y compris métaux (Pb, Cd)	x	x	x	x	x	x	x
Poussières en suspension PM2.5	-	x	x	x	-	x	x
Retombées de poussières, y compris métaux (Pb, Cd, Zn)	x	x	x	x	x	x	x
Suies (CE), et carbone organique (CO)	-	x	-	-	-	-	-
Paramètres météorologiques	x	x	x	x	x	x	x

X : Paramètre analysé

- : paramètre non analysé.

Depuis 2018 une nouvelle méthode de mesure du carbone élémentaire déterminant également le carbone organique est implémentée à la station de Massongex. En 2018 les mesures de PM2.5 ont été assurées à l'aide d'une méthode provisoire. Dès 2019 toutes les stations Resival sauf celles des Giettes et d'Eggerberg le font au moyen d'analyseurs en continu et de HVS comme pour les PM10 mais avec des têtes filtrant spécifiquement les PM2.5. Dès 2023 les deux stations des Giettes et d'Eggerberg le font également.

Les mesures de radioactivité sont de la compétence de la Confédération. Le réseau national de mesure de la radioactivité (NADAM, [www.naz.ch](http://www.naz.ch)) comporte 76 sondes réparties dans toute la Suisse dont cinq en Valais à Sion, Viège, Ulrichen, Zermatt et au col du Grand St-Bernard.

La station mobile de Baltschieder mesure depuis 2019 l'O<sub>3</sub>, les NO<sub>x</sub>, les PM10, des COV, les retombées de poussières et les métaux Cd, Pb et Zn qu'elles contiennent.

## Méthodes analytiques

**Tableau 12 - MESURE DES IMMISSIONS, MÉTHODES ANALYTIQUES**

Paramètres	Prélèvement	Méthodes	Analyseurs	Contrôles d'étalonnage
<b>Oxydes d'azote NO, NO<sub>2</sub> (NO<sub>x</sub>)</b>	En continu Moyennes semi horaires	Chimie-luminescence SN EN 14211:2012	Horiba APNA-370	Toutes les 24 heures, dilution du gaz étalon
<b>Ozone O<sub>3</sub></b>	En continu Moyennes semi horaires	Absorption UV SN EN 14625:2012	Environnement SA O <sub>3</sub> 42e	Générateur interne + Mensuel Horiba OZGU 370-SE
<b>Composés organiques volatils (COV), BTEX</b>	En continu Moyennes semi horaires	Chromatographie en phase gazeuse (GC) - détecteur PID ou FID (SN EN 14662)	Chromatotec COV GC 866	Toutes les 72 heures, dilution du gaz étalon
<b>Particules fines PM<sub>10</sub>, PM 2.5</b>	Tous les 4 jours Moyennes journalières	Gravimétrie High Volume Sampler SN EN 12341:2014	HVS Digitel DHA-80	Contrôle annuel
	En continu Moyennes semi horaires	Absorption Beta (PM <sub>10</sub> ) Equivalent EN 12341	THERMO ESM FH62 I-R	Tous les trois mois avec un absorbant référence
	En continu Moyennes semi horaires	Comptage optique de particules 180 nm à 18 µm Equivalent EN 12341	Horiba APDA-372	Tous les mois pour le débit et la distribution en taille des particules
<b>Pb et Cd dans les PM<sub>10</sub></b>	Tous les 4 jours Moyennes annuelles	ICP-MS ISO 17294-2A	-	Analyse externe
<b>Carbone élémentaire, suies (CE dans les poussières d'air)</b>	En continu, moyennes ~semi-mensuelles	TSP: filtre APDA CE: TOT EUSAAR_2	Horiba APDA-372	Analyse externe (CE/CO)
<b>Retombées de poussières</b>	En continu Moyennes mensuelles	Bergerhoff VDI 4320 Part 2	Mettler Toledo AX205 DR	Chaque série d'analyses
<b>Dans les retombées de poussières : Pb – Cd – Zn</b>	En continu Moyennes annuelles	ICP-OES (Zn) / ICP-MS ISO 11885/ ISO 17294-2A	-	Analyse externe
<b>Température de l'air</b>	En continu Moyennes semi horaires	Pt 100	FRIEDRICHS 2010	Contrôle annuel
<b>Humidité de l'air</b>	En continu Moyennes semi horaires	Hygromètre capacitif	Rotronic hydroclip	Contrôle annuel
<b>Rayonnement solaire</b>	En continu Moyennes semi horaires	Cellule photovoltaïque	K + Z CM5	-
<b>Pression atmosphérique</b>	En continu Moyennes semi horaires	Baromètre	EDA 310/111	Contrôle annuel
<b>Vents : Force et direction</b>	En continu Moyennes semi horaires	Anémomètre à coupelles Anémomètre à ultrason	FRIEDRICHS METEK	Contrôle annuel

## Assurance qualité

Tableau 13 - MESURES ACCRÉDITÉES SELON LA NORME ISO 17'025

Paramètre	Principe de mesure	Norme	Date
Ozone (O <sub>3</sub> )	Photométrie dans l'ultraviolet	EN 14625	06.07.2006
Oxydes d'azote (NO, NO <sub>2</sub> )	Chimiluminescence	EN 14211	06.07.2006
Particules fines (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> )	Gravimétrie HVS (Digitel DA80)	EN 12341 (équivalent)	11.11.2008
Particules fines (PM <sub>10</sub> )	Absorption beta (Bétamètre)	EN 12341 (équivalent)	11.11.2008
Particules fines (PM <sub>10</sub> et PM <sub>2.5</sub> )	Comptage optique des concentrations en nombre de particules (p/cm <sup>3</sup> )	EN 12341 (équivalent)	11.11.2008

Nos mesures d'immissions font l'objet tous les deux ans d'un contrôle par un organisme externe. Le Metas collabore à l'appréciation des résultats. La plus récente campagne d'inter-comparaison conduite par l'office de l'environnement de la Ville de Zürich (Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich – UGZ) et sous l'égide de Cercl'Air a eu lieu en juillet 2019 auprès de la station Resival de Brigerbad. Les résultats ont été évalués en règle. Ils remplissent bien les exigences des vérifications conduites. Suite à la pandémie à coronavirus s'étant déclarée en mars 2020 la prochaine campagne est prévue pour 2023. Le programme a supprimé le contrôle bisannuel de 2021.

Le groupe Air est accrédité selon la norme ISO 17'025. Depuis 2018 des travaux de mise à niveau du SMQ à la nouvelle version de cette norme introduite en 2017 ont été entrepris au sein du Laboratoire du Service de l'Environnement. Ils ont en particulier abouti à une nouvelle déclaration de politique qualité de la Section SNL et à une mise à jour du Manuel Qualité (MQ). L'audit de contrôle externe mené en août 2019 avec le Service d'accréditation suisse a été passé avec succès. Il avait notamment pour tâche de vérifier la bonne intégration de la norme modifiée. Un audit de ré-accréditation a été mené en janvier 2021. Il a également été passé avec succès et l'accréditation est reconduite pour la période allant de juillet 2021 à juillet 2026.

## Publications

La publication officielle des résultats d'immission du RESIVAL intervient chaque année dans le présent rapport sur la protection de l'air.

Les données de qualité de l'air sont publiées en continu sur Internet à l'adresse :

- <https://www.vs.ch/web/sen/air>.

Outre les données en temps réel montrées à la rubrique «Situation actuelle» sur la carte cantonale du Valais le site présente sous forme de graphiques les données des trois jours précédents ou de la semaine passée. À l'aide du module de requête de données il est possible d'obtenir un choix de valeurs dans une base de données débutant en 1990.

L'application AirCheck pour téléphones mobiles présente en tout temps, pour le Valais en particulier et pour toute la Suisse, la situation actualisée sur la pollution atmosphérique. Les cartes modélisées pour le Valais permettent depuis 2013 de visualiser la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire avec une mise à jour chaque heure. L'application fournit également des renseignements sur les mesures et comportements à adopter en cas d'épisodes de pollution. Les liens pour télécharger gratuitement l'application avec iTunes Store et Google Play sont disponibles sous :

- <https://www.vs.ch/web/sen/qualite-air> > airCheck.

Le site [www.transalpair.eu](http://www.transalpair.eu) rapporte les mesures des immissions des instances françaises pour les départements de la Savoie, de la Haute-Savoie et de l'Ain et italiennes pour la Région Autonome de la Vallée d'Aoste. Les partenaires suisses sont les cantons de Genève, Vaud et Valais.

Les données sont également transmises à l'office fédéral de l'environnement et disponibles sous forme agrégée au niveau national aux pages :

- <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/air.html>;
- <https://bafu.meteotest.ch/idb-tabellen/index.php> (données horaires ou journalières).

Le géoportail de l'Etat du Valais comporte des cartes interactives sur l'environnement. Parmi celles-ci la carte « RESIVAL et rejets de polluants » montre des grands émetteurs de pollution atmosphérique du canton ainsi que six des stations Resival du réseau de mesure de la qualité de l'air. Elle se trouve sous:

- [https://sionline.vs.ch/environnement/rejets\\_polluants/fr](https://sionline.vs.ch/environnement/rejets_polluants/fr)

La raffinerie de Collombey est hors service depuis l'été 2015 et n'est plus une source de pollution atmosphérique depuis cet arrêt. Son démantèlement a été initié en 2021.

### A3 - Resival : Résultats par stations



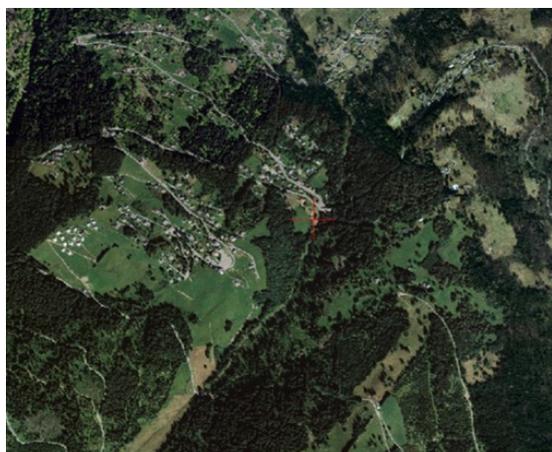
© Chab Lathion

## Les Giettes

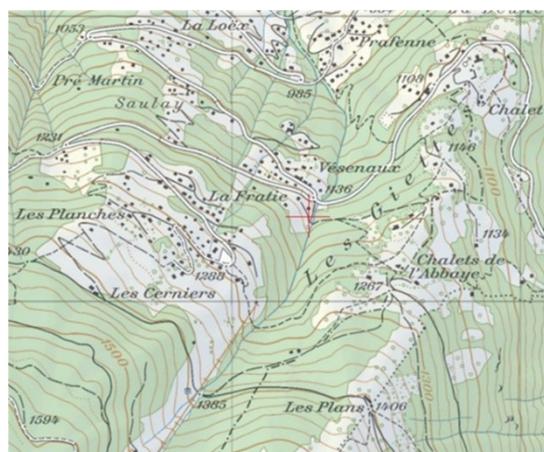
TABLEAU 14 - LES GIETTES, CARACTÉRISATION DU SITE

Caractérisation du site	Trafic	Contexte / constructions	Coordonnées MN95   MN03	Altitude [m.s.m.]
Milieu rural à pollution de fond régionale	Très faible	Elevé	2'563'266/1'119'299	1'145
* Zone rurale d'altitude, au-dessus de 1000 m	Faible	Ouvert	563'266 / 119'299	
* nomenclature jusqu'à 2021				

FIGURE 42 - LES GIETTES, SITUATION DU SITE



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622

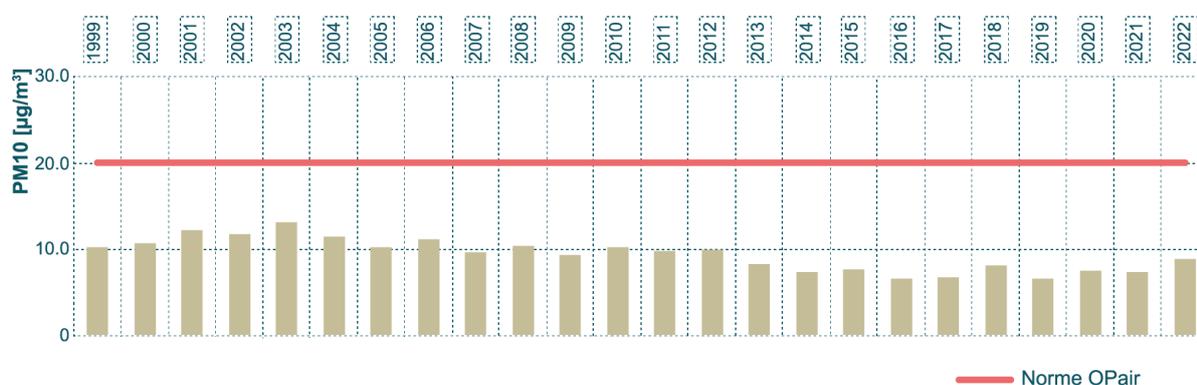


© SEN

TABLEAU 15 - LES GIETTES, RÉSULTATS 2022

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	3
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	8
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	22
	Moyenne journalière > 80 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	1	0
Ozone (O <sub>3</sub> )	Moyenne horaire maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	120	151
	Moyenne horaire > 120 µg/m <sup>3</sup>	[heures]	1	107
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	133
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m <sup>3</sup>	[mois]	0	6
Poussières en suspension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	20	9
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	43
	Moyenne journalière > 50 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3	0
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	1.1
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.5	0.02
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m <sup>2</sup> *j]	200	101
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	100	1.2
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	2	0.41
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	400	15

FIGURE 43 - LES GIETTES, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2022



**TABLEAU 16 - LES GIETTES, RÉSULTATS MENSUELS EN 2022**

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Dioxyde d'azote</b>	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Moyenne	2	2	5	3	3	3	3	2	2	2	2	4
	Nombre	Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ozone (O<sub>3</sub>)</b>	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Moyenne	73	73	82	73	71	67	78	72	53	42	53	53
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Moy. H. max	94	97	118	124	131	151	150	148	96	86	84	89
	Nombre	Moy. H. >120	0	0	0	3	10	31	33	30	0	0	0	0
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Valeur 98 %	89	94	110	111	118	132	133	127	88	71	77	79
<b>PM10</b>	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Moyenne	2	3	16	8	13	15	12	9	7	10	3	4
<b>Retombées de poussières</b>	[ $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{j}$ ]	Moyenne	8	24	77	39	122	240	416	114	70	62	30	5
<b>NO</b>	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Moyenne	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**FIGURE 44 - LES GIETTES, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2022**

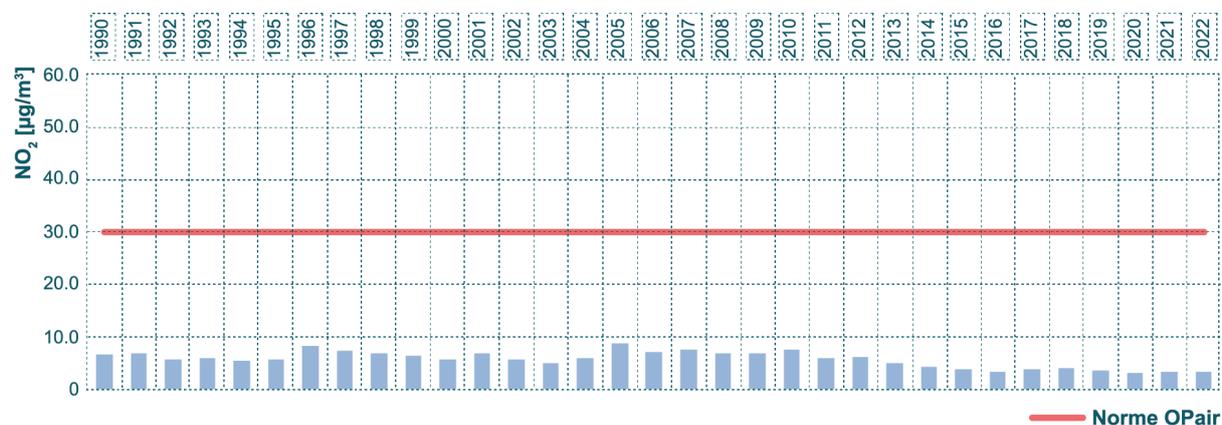
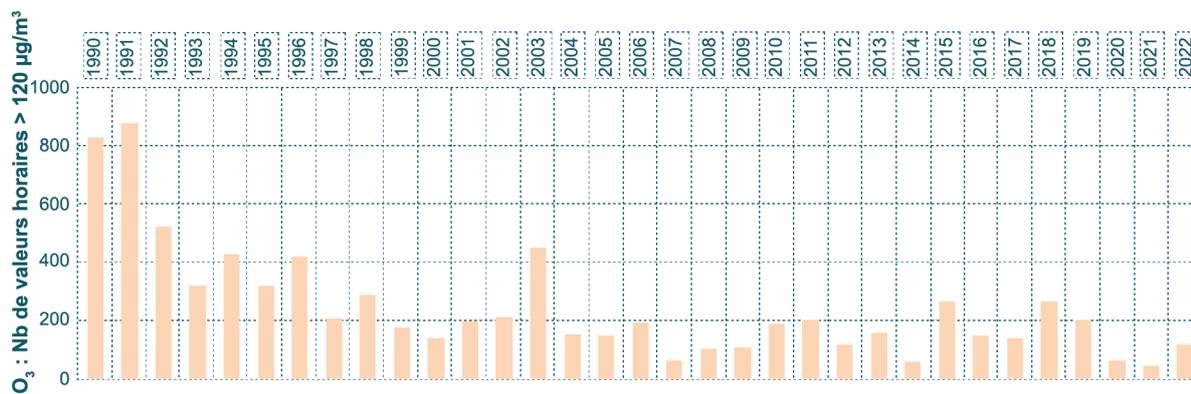


FIGURE 45 - LES GIETTES, O<sub>3</sub> NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120µg/m<sup>3</sup> DE 1990 À 2022



## Massongex

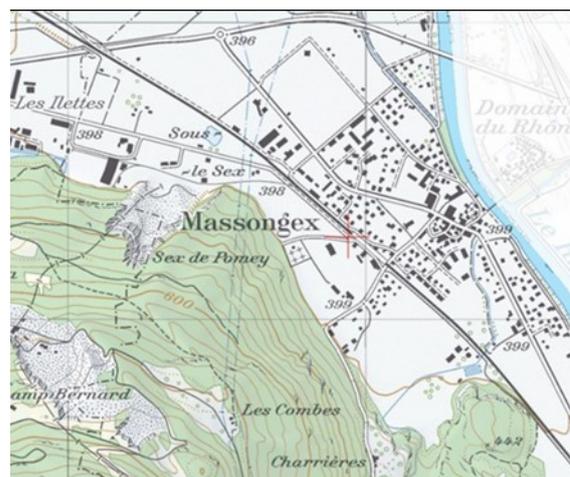
TABLEAU 17 - MASSONGEX, CARACTÉRISATION DU SITE

Caractérisation du site	Trafic	Contexte / constructions	Coordonnées MN95   MN03	Altitude [m.s.m.]
Milieu rural à pollution de fond de banlieue	Très faible	Ouvert	2'564'941/1'121'275	400
* En zone rurale, proximité industrielle	Moyen	Ouvert	564'941 / 121'275	
* nomenclature jusqu'à 2021				

FIGURE 46 - MASSONGEX, SITUATION DU SITE



© 2006 swisstopo JD06262



© 2006 swisstopo JD06262



© Chab Lathion

TABLEAU 18 - MASSONGEX, RÉSULTATS 2022

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	13
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	33
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	37
	Moyenne journalière > 80 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	1	0
Ozone (O <sub>3</sub> )	Moyenne horaire maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	120	<b>159</b>
	Moyenne horaire > 120 µg/m <sup>3</sup>	[heures]	1	<b>180</b>
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	<b>145</b>
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m <sup>3</sup>	[mois]	0	<b>6</b>
Poussières en suspension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	20	15
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	43
	Moyenne journalière > 50 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3	0
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	4.23
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.5	0.07
Poussières en suspension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	10 (OPair)	9
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	25 (OMS)	<b>36</b>
	Moyenne journalière > 25 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3 (OMS)	<b>8</b>
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m <sup>2</sup> *j]	200	89
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	100	1.7
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	2	0.05
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	400	20

FIGURE 47 - MASSONGEX, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2022

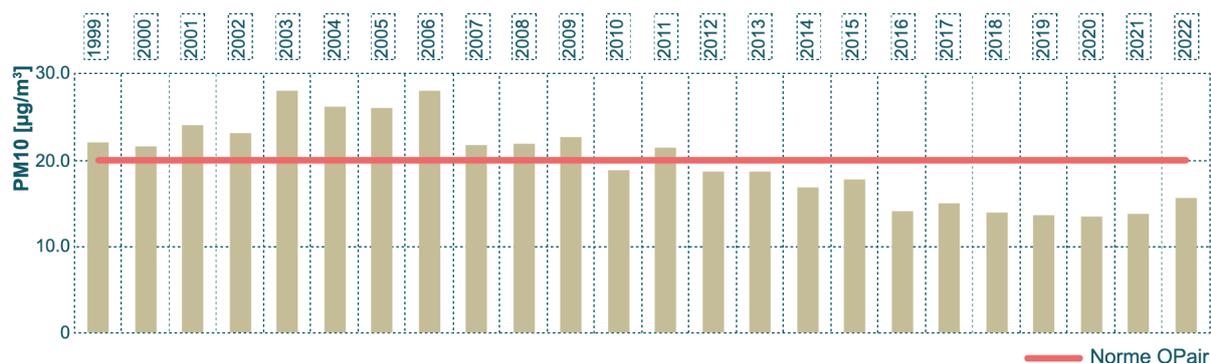


TABLEAU 19 - MASSONGEX, RÉSULTATS MENSUELS EN 2022

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Dioxyde d'azote</b>	[µg/m³]	Moyenne	24	16	16	10	8	7	8	8	8	11	15	20
	Nombre	Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ozone (O<sub>3</sub>)</b>	[µg/m³]	Moyenne	25	43	57	61	66	68	78	72	51	32	32	25
	[µg/m³]	Moy. H. max	81	94	115	119	130	149	159	152	108	79	80	86
	Nombre	Moy. H. >120	0	0	0	0	7	38	71	64	0	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	67	87	104	109	116	136	145	135	94	71	72	70
<b>PM10</b>	[µg/m³]	Moyenne	19	11	25	12	14	21	15	16	9	17	12	14
<b>Retombées de poussières</b>	[mg/m <sup>2</sup> *j]	Moyenne	17	34	81	64	233	116	149	51	80	67	47	129
<b>NO</b>	[µg/m³]	Moyenne	10	3	3	2	2	1	1	2	3	3	5	5

FIGURE 48 - MASSONGEX, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2022

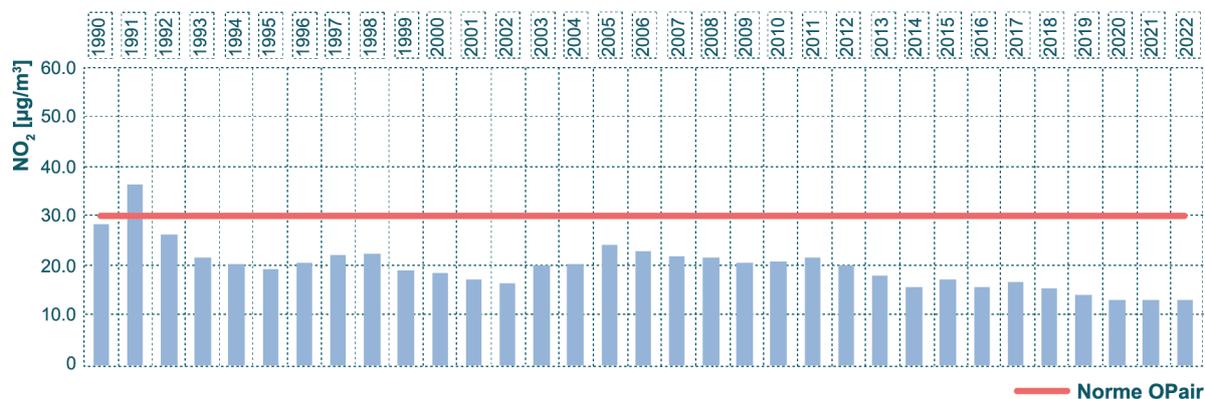
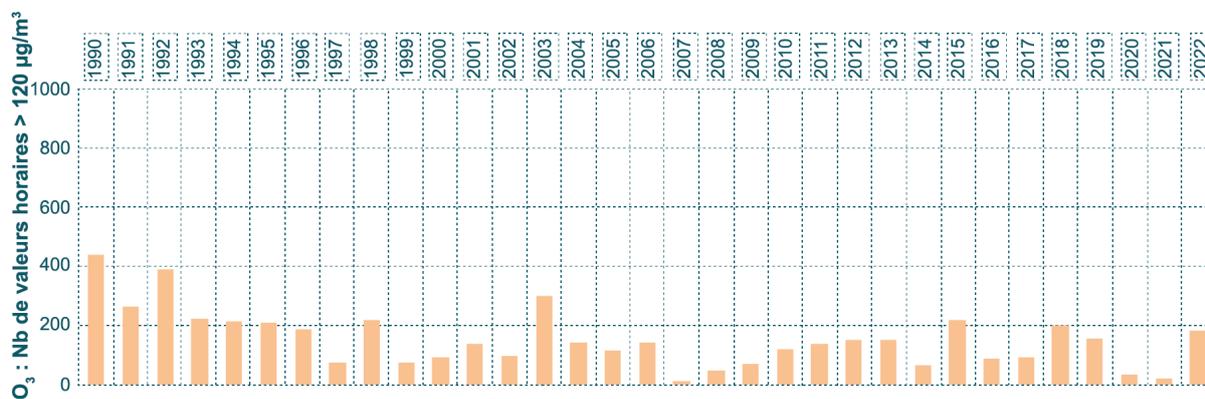


FIGURE 49 - MASSONGEX, O<sub>3</sub> NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m<sup>3</sup> DE 1990 À 2022



## Saxon

TABLEAU 20 - SAXON, CARACTÉRISATION DU SITE

Caractérisation du site	Trafic	Contexte / constructions	Coordonnées MN95   MN03	Altitude [m.s.m.]
Milieu rural à pollution de fond de banlieue	Très faible	Ouvert	2'577'566/1'109'764	460
* En zone rurale, exposée au trafic	Intense	Aucune	577'566 / 109'764	
<b>* nomenclature jusqu'à 2021</b>				

FIGURE 50 - SAXON, SITUATION DU SITE



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© Chab Lathion

TABLEAU 21 - SAXON, RÉSULTATS 2022

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	13
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	41
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	46
	Moyenne journalière > 80 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	1	0
Ozone (O <sub>3</sub> )	Moyenne horaire maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	120	158
	Moyenne horaire > 120 µg/m <sup>3</sup>	[heures]	1	223
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	141
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m <sup>3</sup>	[mois]	0	6
Poussières en suspension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	20	15
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	51
	Moyenne journalière > 50 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3	1
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	2.7
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.5	0.06
Poussières en suspension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	10 (OPair)	11
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	25 (OMS)	65
	Moyenne journalière >25 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3 (OMS)	14
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m <sup>2</sup> *j]	200	153
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	100	5.0
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	2	0.14
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	400	30

FIGURE 51 - SAXON, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2022

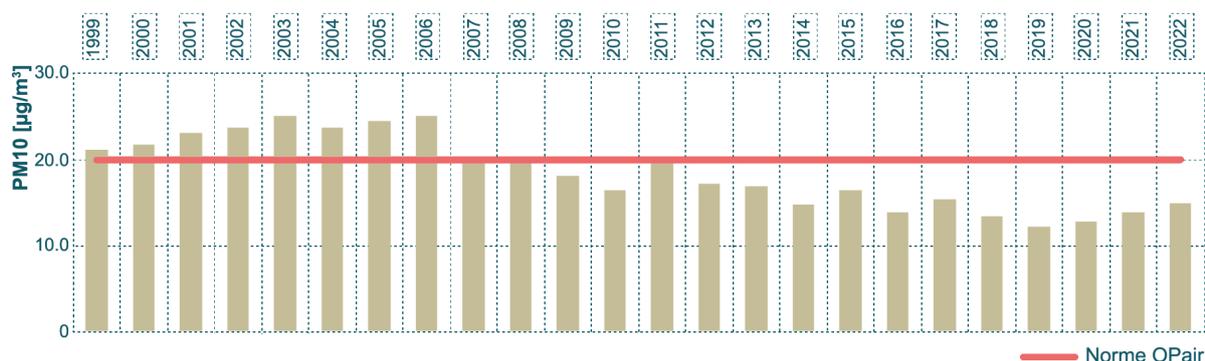


TABLEAU 22 - SAXON, RÉSULTATS MENSUELS EN 2022

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Dioxyde d'azote</b>	[µg/m³]	Moyenne	29	16	15	9	7	7	7	7	8	12	17	25
		Nombre Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ozone (O<sub>3</sub>)</b>	[µg/m³]	Moyenne	24	44	56	67	71	67	80	71	52	22	23	13
	[µg/m³]	Moy. H. max	82	100	120	123	132	154	158	141	105	88	84	77
		Nombre Moy. H. >120	0	0	0	6	23	50	86	58	0	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	74	86	112	117	123	135	141	133	98	72	74	62
<b>PM10</b>	[µg/m³]	Moyenne	19	10	24	13	14	19	16	14	10	19	13	16
<b>Retombées de poussières</b>	[mg/m <sup>2</sup> *j]	Moyenne	16	17	130	319	350	124	363	303	77	73	53	4
<b>NO</b>	[µg/m³]	Moyenne	13	5	5	4	2	2	4	3	3	7	10	15

FIGURE 52 - SAXON, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2022

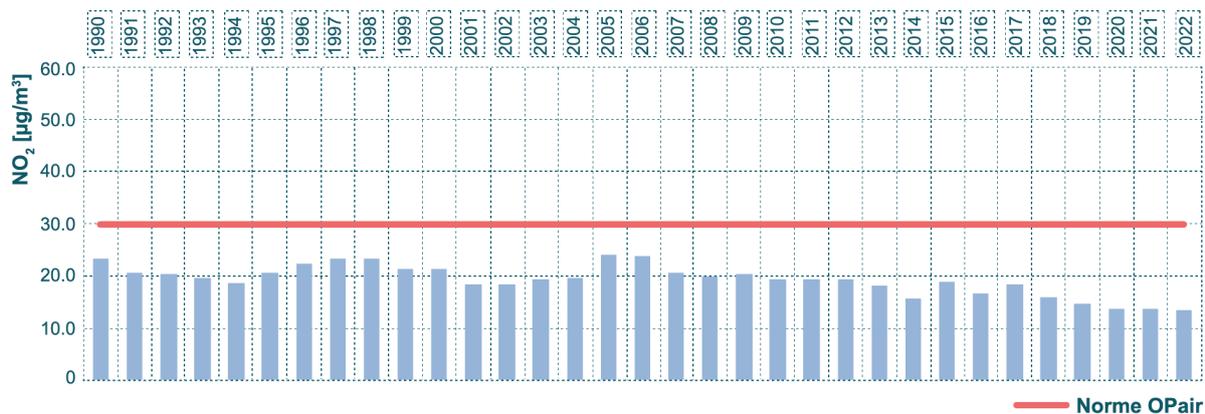
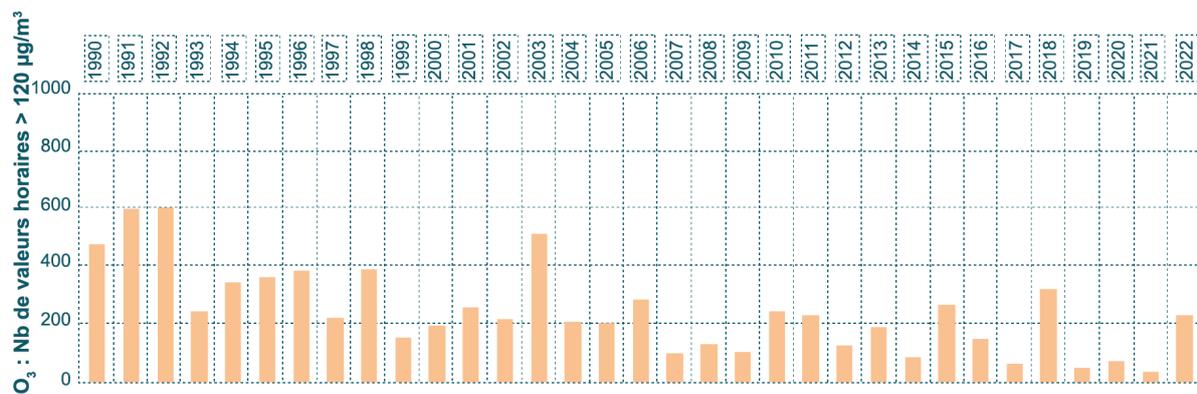


FIGURE 53 - SAXON, O<sub>3</sub> NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m<sup>3</sup> DE 1990 À 2022

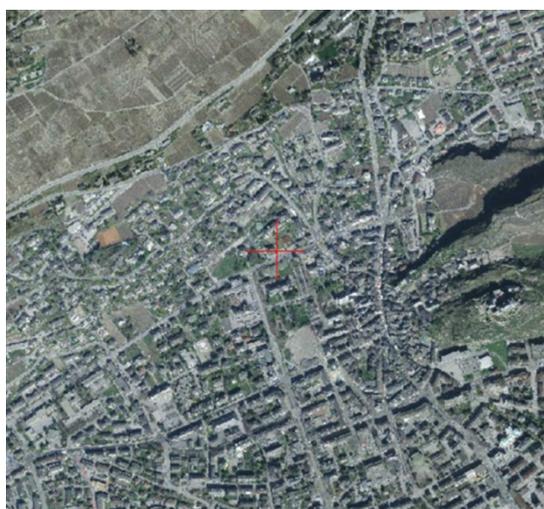


## Sion

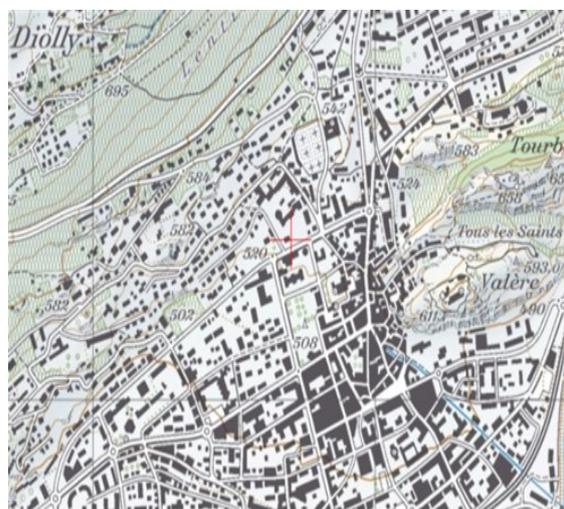
TABLEAU 23 - SION, CARACTÉRISATION DU SITE

Caractérisation du site	Trafic	Contexte / constructions	Coordonnées MN95   MN03	Altitude [m.s.m.]
Petite ville, trafic routier influent	Moyen	Ouvert unilatéralement	2'593'707/1'120'407	525
* En ville, exposée au trafic	Intense	Fermé latéralement	593'708 / 120'407	
* nomenclature jusqu'à 2021				

FIGURE 54 - SION, SITUATION DU SITE



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© SEN

TABLEAU 24 - SION, RÉSULTATS 2022

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	18
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	48
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	54
	Moyenne journalière > 80 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	1	0
Ozone (O <sub>3</sub> )	Moyenne horaire maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	120	165
	Moyenne horaire > 120 µg/m <sup>3</sup>	[heures]	1	253
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	150
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m <sup>3</sup>	[mois]	0	5
Poussières en suspension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	20	15
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	55
	Moyenne journalière > 50 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3	3
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	3.7
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.5	0.07
Poussières en suspension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	10 (OPair)	9
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	25 (OMS)	32
	Moyenne journalière > 25 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3 (OMS)	6
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m <sup>2</sup> *j]	200	62
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	100	1.9
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	2	0.00
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	400	29

FIGURE 55 - SION, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2022

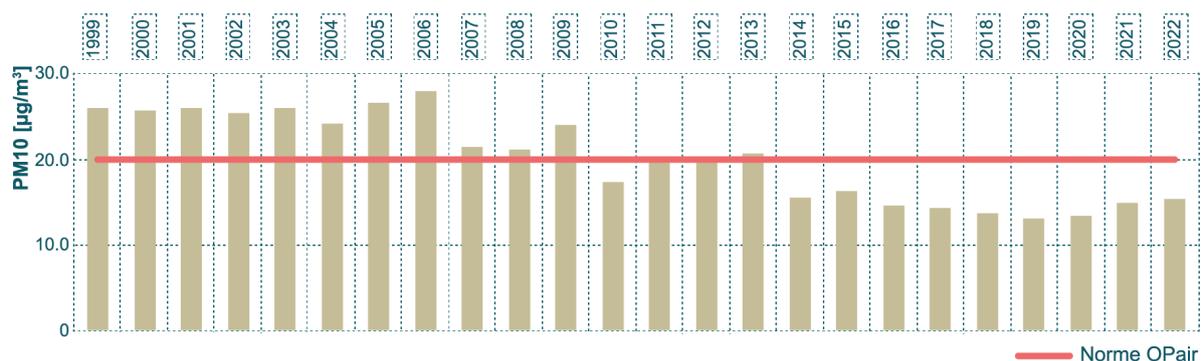


TABLEAU 25 - SION, RÉSULTATS MENSUELS EN 2022

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Dioxyde d'azote	[µg/m³]	Moyenne	39	21	19	14	10	10	9	10	12	19	26	32
	Nombre	Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone (O <sub>3</sub> )	[µg/m³]	Moyenne	22	45	62	60	75	68	92	82	56	23	21	13
	[µg/m³]	Moy. H. max	75	95	117	101	130	132	155	165	102	86	71	66
	Nombre	Moy. H. >120	0	0	0	0	20	18	134	81	0	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	66	85	108	95	124	122	150	138	96	68	60	49
PM10	[µg/m³]	Moyenne	18	11	22	12	15	19	16	14	10	16	13	15
Retombées de poussières	[mg/m <sup>2</sup> *j]	Moyenne	13	40	105	137	99	53	79	37	41	53	48	33
NO	[µg/m³]	Moyenne	14	6	3	3	2	2	2	2	3	8	12	20

FIGURE 56 - SION, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2022

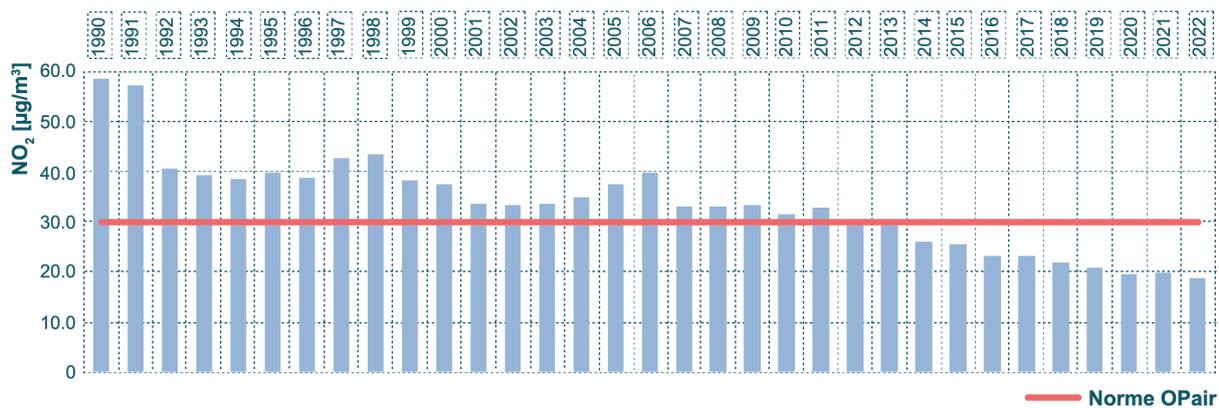
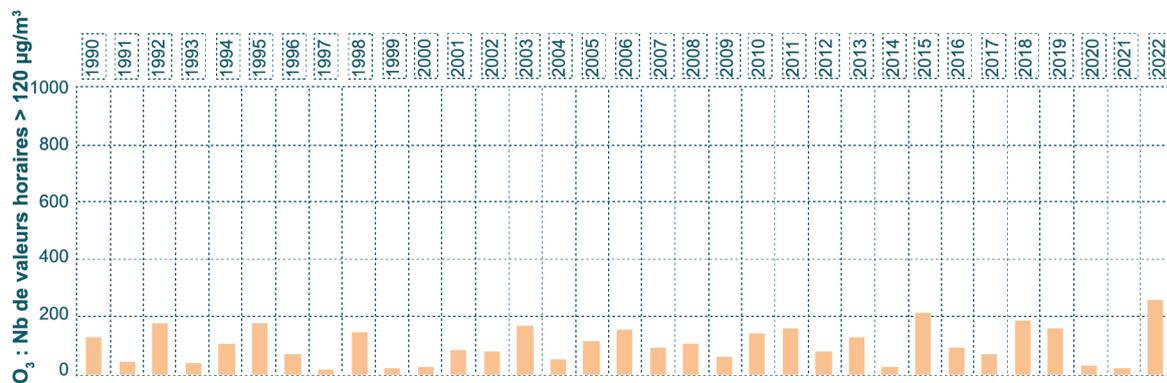


FIGURE 57 - SION, O<sub>3</sub> NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m<sup>3</sup> DE 1990 À 2022

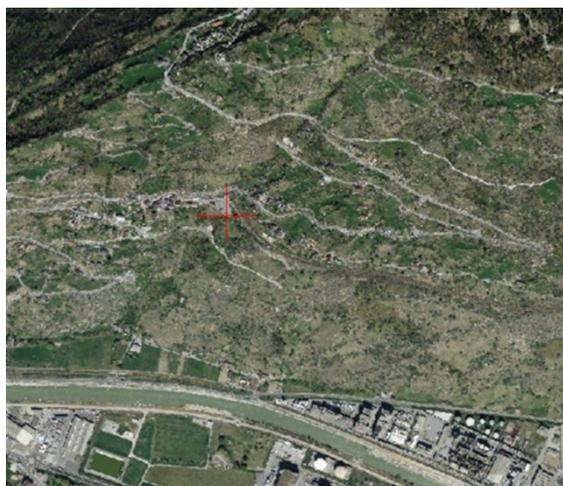


## Eggerberg

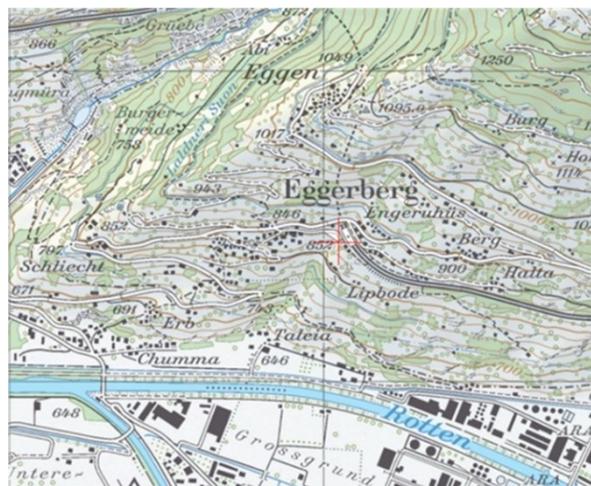
TABLEAU 26 - EGGERBERG, CARACTÉRISATION DU SITE

Caractérisation du site	Trafic	Contexte/ constructions	Coordonnées MN95   MN03	Altitude [m.s.m.]
Milieu rural à pollution de fond de banlieue	Très faible	Elevé	2'634'054/1'128'446	840
* Zone rurale d'altitude, au-dessous de 1000 m	Faible	Ouvert	634'053 / 128'447	
<i>* nomenclature jusqu'à 2021</i>				

FIGURE 58 – EGGERBERG, SITUATION DU SITE



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622

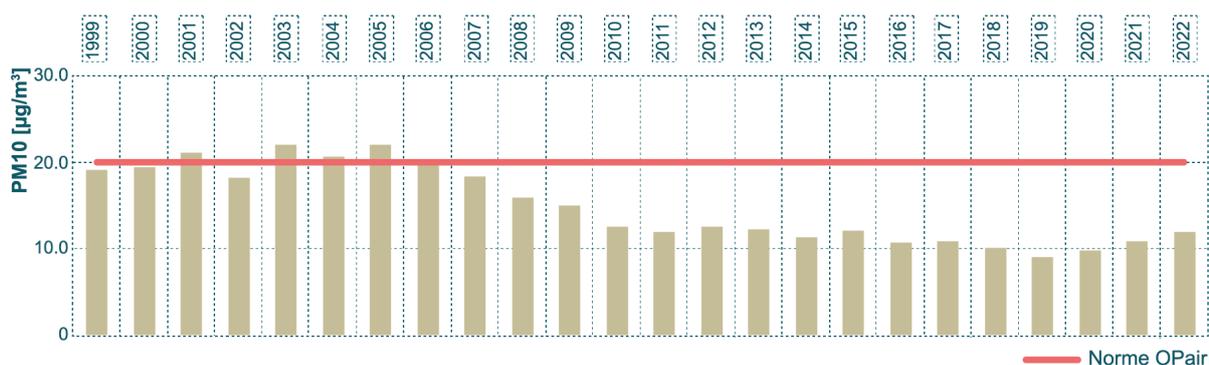


© Chab Lathion

TABLEAU 27 - EGGERBERG, RÉSULTATS 2022

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	8
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	24
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	29
	Moyenne journalière > 80 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	1	0
Ozone (O <sub>3</sub> )	Moyenne horaire maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	120	165
	Moyenne horaire > 120 µg/m <sup>3</sup>	[heures]	1	401
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	154
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m <sup>3</sup>	[mois]	0	7
Poussières en suspension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	20	12
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	107
	Moyenne journalière > 50 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3	3
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	2.4
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.5	0.05
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m <sup>2</sup> *j]	200	142
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	100	1.4
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	2	0.05
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	400	15

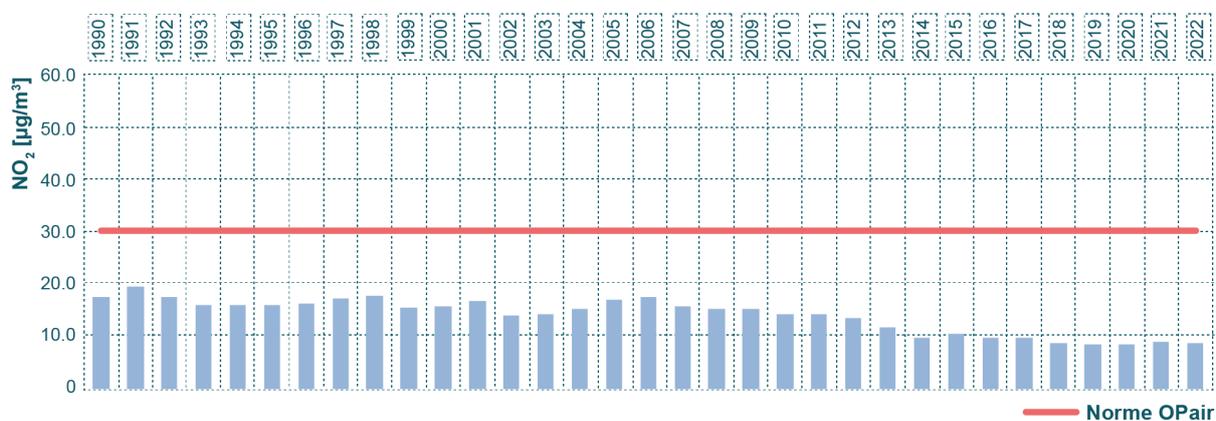
FIGURE 59 - EGGERBERG, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2022



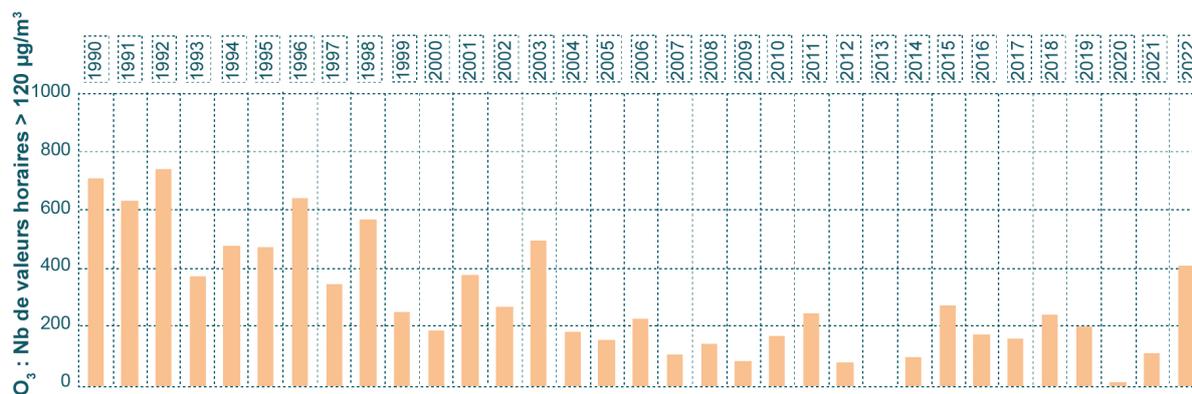
**TABLEAU 28 - EGGERBERG, RÉSULTATS MENSUELS EN 2022**

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Dioxyde d'azote</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]	Moyenne	13	9	8	8	7	5	5	6	7	9	11	13
	Nombre	Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ozone (O<sub>3</sub>)</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]	Moyenne	53	65	85	81	76	80	99	94	68	46	50	44
	[µg/m <sup>3</sup> ]	Moy. H. max	81	101	132	123	124	149	164	165	117	90	93	88
	Nombre	Moy. H. >120	0	0	19	4	6	63	160	149	0	0	0	0
	[µg/m <sup>3</sup> ]	Valeur 98 %	78	92	122	117	115	134	154	151	108	85	86	78
<b>PM10</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]	Moyenne	9	7	24	10	15	19	14	10	7	14	8	6
<b>Retombées de poussières</b>	[mg/m <sup>2</sup> ·j]	Moyenne	14	28	874	49	62	140	74	25	30	55	275	82
<b>NO</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]	Moyenne	2	1	1	2	3	1	1	1	1	2	2	2

**FIGURE 60 - EGGERBERG, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2022**



**FIGURE 61 - EGGERBERG, O<sub>3</sub> NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m<sup>3</sup> DE 1990 À 2022**



L'absence d'un nombre de valeurs horaires supérieures à 120 µg/m<sup>3</sup> en 2013 provient d'un problème technique sur la ligne de prélèvement. Les résultats ont par conséquent été invalidés.

## Brigerbad

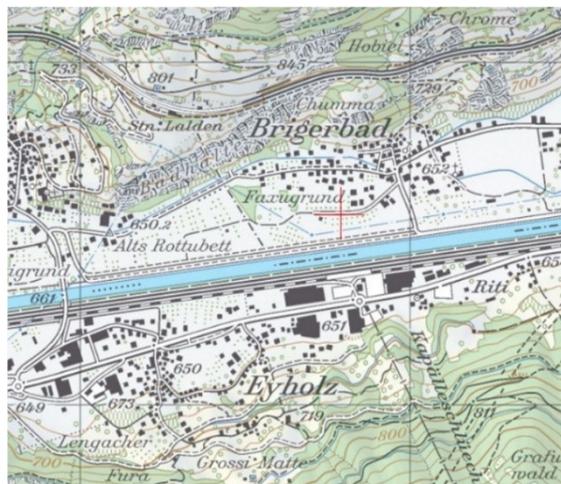
TABLEAU 29 - BRIGERBAD, CARACTÉRISATION DU SITE

Caractérisation du site	Trafic	Contexte / constructions	Coordonnées MN95   MN03	Altitude [m.s.m.]
Milieu rural à pollution de fond de banlieue	Très faible	Ouvert	2'636'790/1'127'555	650
* En zone rurale, proximité industrielle	Moyenne	Ouvert	636'790 / 127'555	
* nomenclature jusqu'à 2021				

FIGURE 62 - BRIGERBAD, SITUATION DU SITE



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© Chab Lathion

TABLEAU 30 - BRIGERBAD, RÉSULTATS 2022

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	18
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	54
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	74
	Moyenne journalière > 80 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	1	0
Ozone (O <sub>3</sub> )	Moyenne horaire maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	120	139
	Moyenne horaire > 120 µg/m <sup>3</sup>	[heures]	1	107
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	129
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m <sup>3</sup>	[mois]	0	6
Poussières en suspension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	20	16
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	130
	Moyenne journalière > 50 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3	5
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	3.5
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.5	0.08
Poussières en suspension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	10 (OPair)	9
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	25 (OMS)	42
	Moyenne journalière > 25 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3 (OMS)	4
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m <sup>2</sup> *j]	200	41
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	100	1
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	2	< LQ
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2</sup> *j]	400	12

FIGURE 63 - BRIGERBAD, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2022

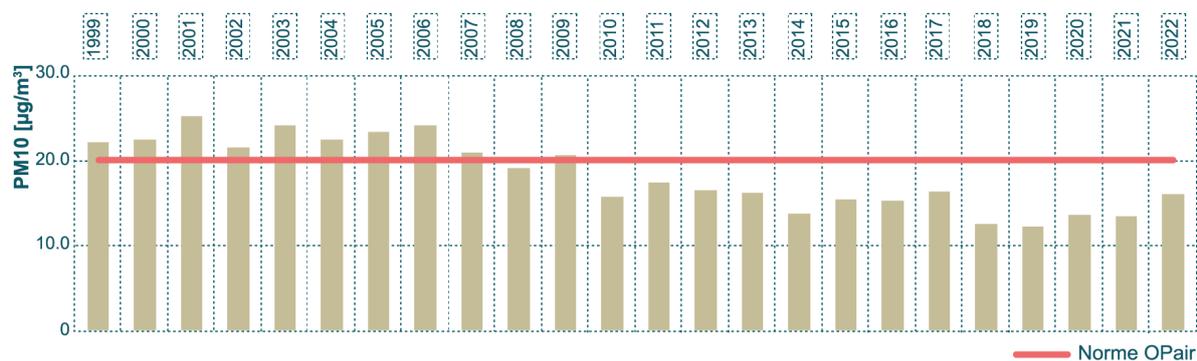
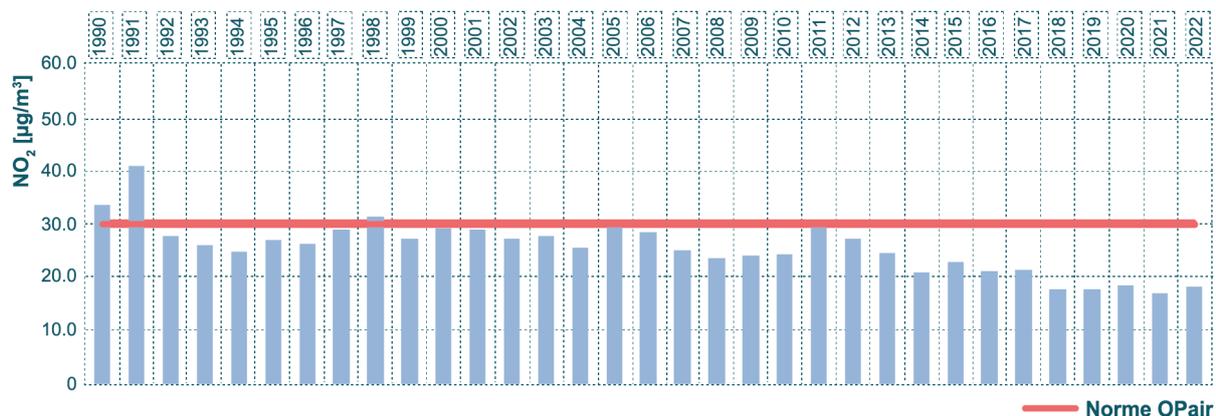


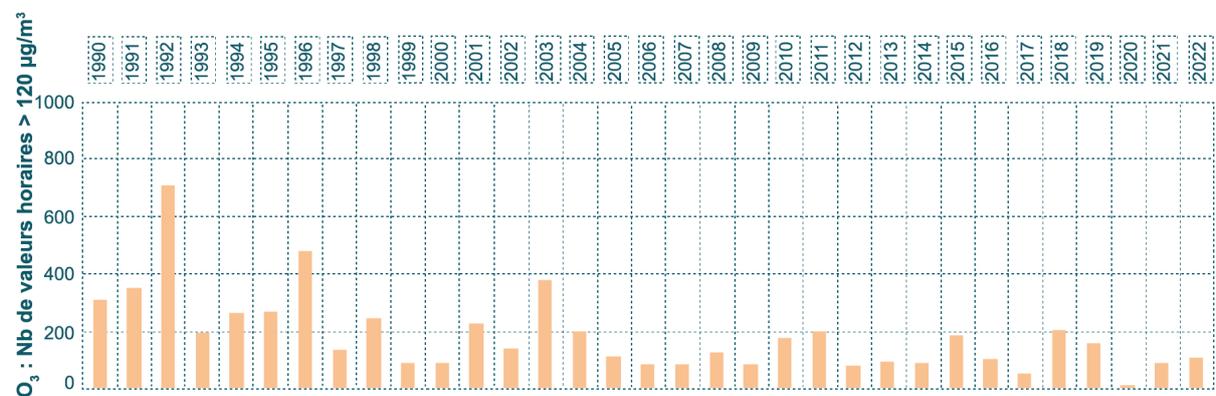
TABLEAU 31 - BRIGERBAD, RÉSULTATS MENSUELS EN 2022

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Dioxyde d'azote</b>	[µg/m³]	Moyenne	46	21	17	9	8	9	9	10	12	18	25	29
	Nombre	Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ozone (O<sub>3</sub>)</b>	[µg/m³]	Moyenne	17	50	75	72	68	69	78	72	55	27	25	19
	[µg/m³]	Moy. H. max	78	103	129	123	118	128	139	135	107	81	79	81
	Nombre	Moy. H. >120	0	0	19	4	0	23	43	18	0	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	74	94	122	115	109	122	129	121	98	72	72	66
<b>PM10</b>	[µg/m³]	Moyenne	15	10	32	9	13	17	15	13	9	13	11	14
<b>Retombées de poussières</b>	[mg/m <sup>2</sup> *j]	Moyenne	16	33	38	132	47	30	61	19	59	27	21	2
<b>NO</b>	[µg/m³]	Moyenne	32	6	3	2	1	1	1	1	2	7	11	16

**FIGURE 64 - BRIGERBAD, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2022**



**FIGURE 65 - BRIGERBAD, O<sub>3</sub> NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m<sup>3</sup> DE 1990 À 2022**



## Montana

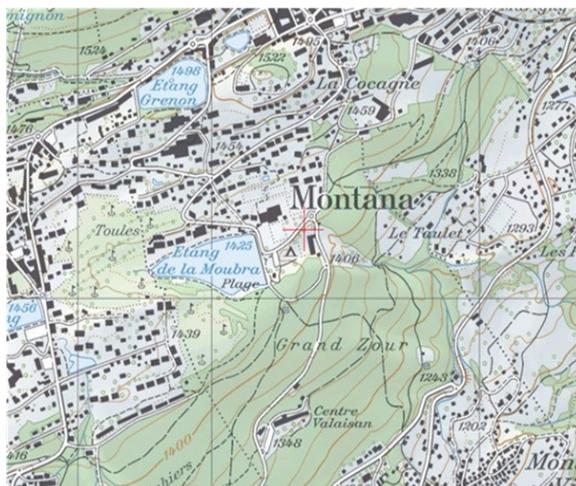
Tableau 32 - MONTANA, CARACTÉRISATION DU SITE

Caractérisation du site	Trafic	Contexte / constructions	Coordonnées MN95   MN03	Altitude [m.s.m.]
Milieu rural à pollution de fond régionale	Très faible	Elevé	2'603'380/1'128'208	1'420
* Zone rurale d'altitude, au-dessus de 1000 m	Moyen	Ouvert	603'382 / 128'211	
* nomenclature jusqu'à 2021				

FIGURE 66 - MONTANA, SITUATION DU SITE



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© Chab Lathion

TABLEAU 33 - MONTANA, RÉSULTATS 2022

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	8
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	26
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	30
	Moyenne journalière > 80 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	1	0
Ozone (O <sub>3</sub> )	Moyenne horaire maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	120	124
	Moyenne horaire > 120 µg/m <sup>3</sup>	[heures]	1	26
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	119
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m <sup>3</sup>	[mois]	0	6
Poussières en suspension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	20	10
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	88
	Moyenne journalière > 50 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3	5
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	1.9
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.5	0.04
Poussières en suspension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m <sup>3</sup> ]	10 (OPair)	6
	Moyenne journalière maximale	[µg/m <sup>3</sup> ]	25 (OMS)	37
	Moyenne journalière >25 µg/m <sup>3</sup>	[jour]	3 (OMS)	5
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m <sup>2*j</sup> ]	200	66
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2*j</sup> ]	100	1.4
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2*j</sup> ]	2	0.00
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m <sup>2*j</sup> ]	400	19

FIGURE 67 - MONTANA MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 2002 À 2022

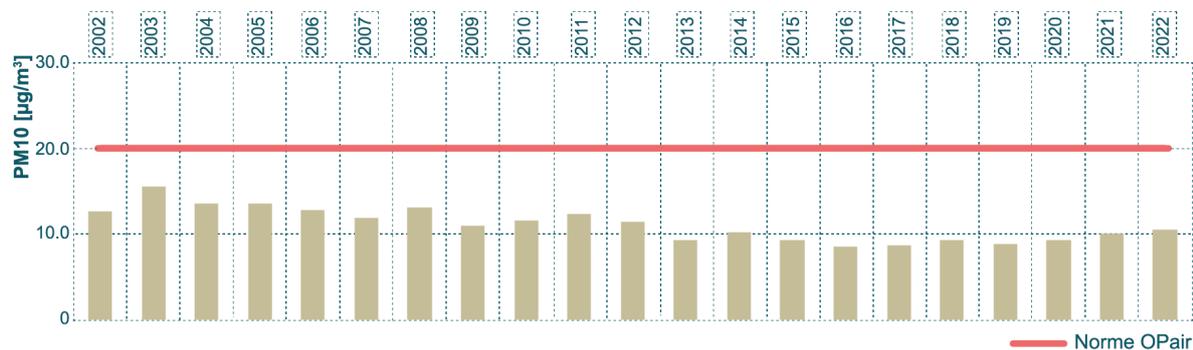


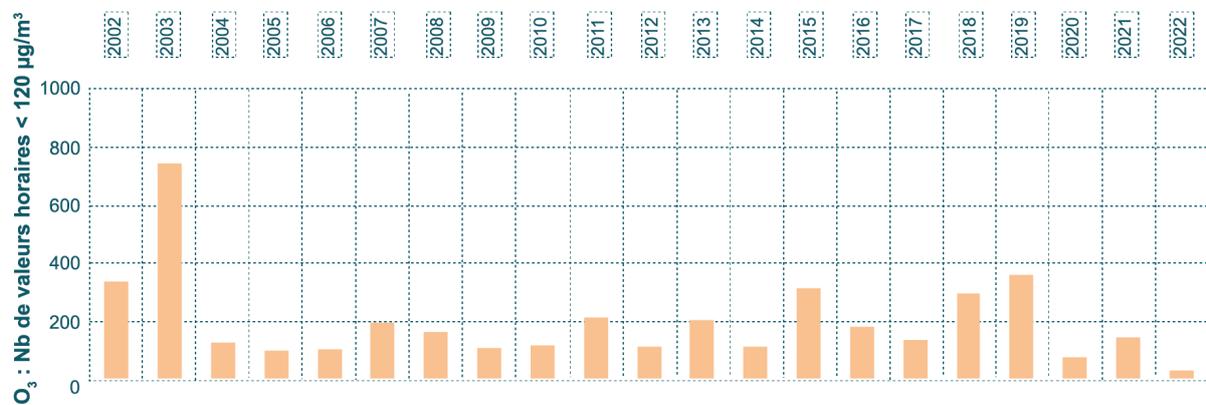
TABLEAU 34 - MONTANA, RÉSULTATS MENSUELS EN 2022

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Dioxyde d'azote</b>	[µg/m³]	Moyenne	18	14	10	6	5	4	5	5	6	7	9	12
		Nombre Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ozone (O<sub>3</sub>)</b>	[µg/m³]	Moyenne	62	72	86	82	74	71	77	73	62	48	54	46
	[µg/m³]	Moy. H. max	91	103	124	123	116	116	115	124	97	78	82	88
		Nombre Moy. H. >120	0	0	12	3	0	0	0	11	0	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	87	97	119	115	109	107	108	118	90	73	77	80
<b>PM10</b>	[µg/m³]	Moyenne	6	7	25	9	7	13	14	13	7	12	5	5
<b>Retombées de poussières</b>	[mg/m <sup>2</sup> *j]	Moyenne	30	58	83	63	131	136	104	43	61	45	29	7
<b>NO</b>	[µg/m³]	Moyenne	3	3	2	1	1	1	1	1	1	2	3	3

FIGURE 68 - MONTANA, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 2002 À 2022



FIGURE 69 - MONTANA, O<sub>3</sub> NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m<sup>3</sup> DE 2002 À 2022



## A4 – RESIVAL, pictogrammes de qualité de l'air

### NO<sub>2</sub>, PM10, PM2.5, Retombées de poussières, NH<sub>3</sub>

			NO <sub>2</sub> (VLI : 30)	PM10 (VLI : 20)	PM2.5 (VLI : 10)	RP (VLI : 200)	NH <sub>3</sub> (VLI : 3)
	<b>Moyenne annuelle</b>	$< 0.9 \times \text{VLI}$	< 27	< 18	< 9	< 180	< 2
	<b>Moyenne annuelle</b>	$\geq 0.9 \times \text{VLI}$ et $\leq 1.1 \times \text{VLI}$	27 à 33	18 à 22	9 à 11	180 à 220	2 à 4
	<b>Moyenne annuelle</b>	$> 1.1 \times \text{VLI}$	> 33	> 22	> 11	> 220	> 4

**Remarques :** Valeurs annuelles arrondies à l'unité; valeurs limites d'immission (VLI) de l'annexe 7 OPair pour NO<sub>2</sub>, PM10, PM2.5 en µg/m<sup>3</sup> et RP (retombées de poussières) en mg/(m<sup>2</sup>×d), selon l'art. 2 al. 5 OPair pour le NH<sub>3</sub> en µg/m<sup>3</sup>.

### O<sub>3</sub>

	<b>Nombre d'heures &gt; 120 µg/m<sup>3</sup></b>	Et	≤ 1
	<b>Nombre de mois avec dépassement de 98 % des moyennes semi horaires d'un mois à 100 µg/m<sup>3</sup></b>		0
	<b>Nombre d'heures &gt; 120 µg/m<sup>3</sup></b>	Et	2 à 10
	<b>Nombre de mois avec dépassement de 98 % des moyennes semi horaires d'un mois à 100 µg/m<sup>3</sup></b>		1 à 2
	<b>Nombre d'heures &gt; 120 µg/m<sup>3</sup></b>	Et	> 10
	<b>Nombre de mois avec dépassement de 98 % des moyennes semi horaires d'un mois à 100 µg/m<sup>3</sup></b>		> 2

### Benzène

	<b>Moyenne annuelle en µg/m<sup>3</sup></b> (au moins 10 fois inférieure à la VLI selon directive 2000/69/CE)	< 0.5
	<b>Moyenne annuelle en µg/m<sup>3</sup></b>	0.5 à 5
	<b>Moyenne annuelle en µg/m<sup>3</sup></b> (supérieure à la VLI selon directive 2000/69/CE)	> 5

**N.B.** Les pictogrammes se réfèrent à la moyenne des stations d'une région type (rurale d'altitude, rurale de plaine, centre urbain, proximité industrielle). Pour l'ammoniac ils se réfèrent à des écosystèmes particuliers et valent pour les plantes supérieures.

## A5 – QUALITÉ DE L'AIR ET MESURES DE PRÉVENTION

La présente annexe 5 a pour but de confronter les résultats de mesure de la qualité de l'air en Valais et les données fournies par le cadastre cantonal d'émissions afin de mettre en relation leurs informations respectives. Les niveaux sont pris en compte depuis l'an 2000. Cette approche éclaire les principaux effets attribuables aux mesures prises en Valais pour réduire la pollution atmosphérique. Cela sert l'exigence de l'art. 33 OPair qui veut que leur efficacité soit évaluée et que le public en soit informé. Les évolutions depuis 2009, date d'adoption du Plan cantonal OPair, sont donc examinées de plus près.

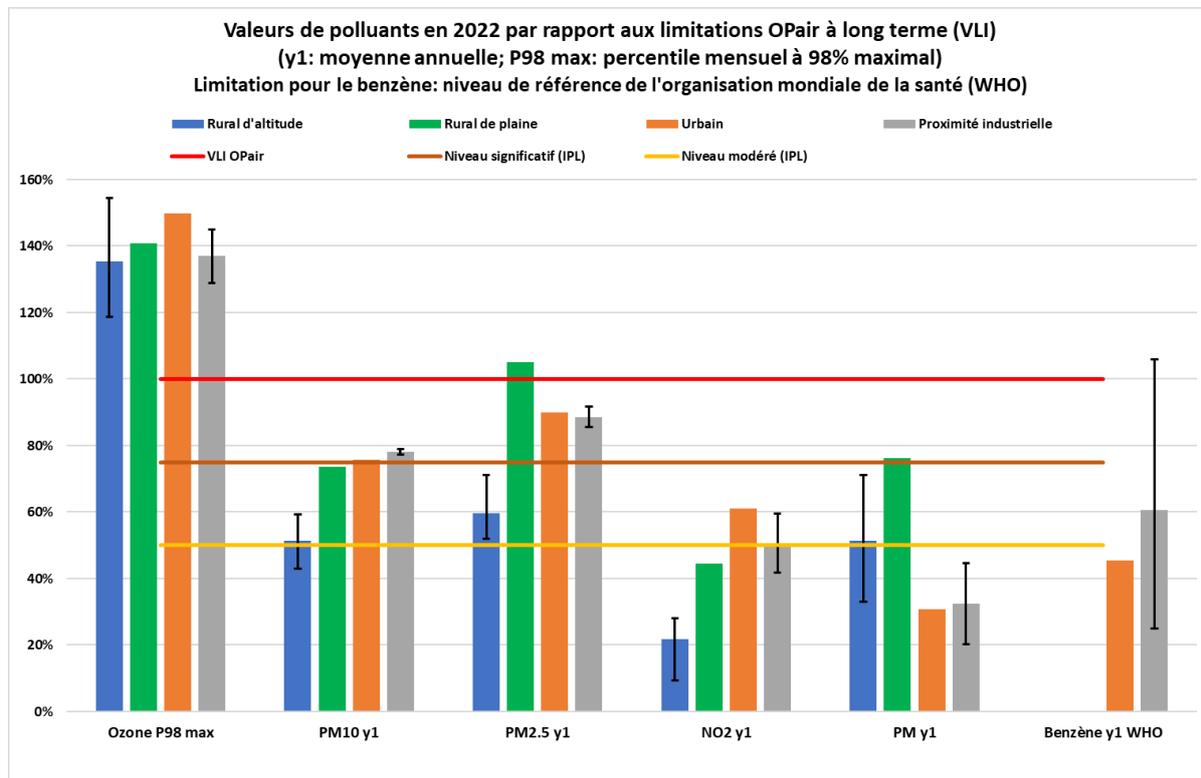
Les mises à jour de données sources dans le cadastre d'émissions apportent parfois des correctifs sur des versions précédentes. Un exemple concerne le trafic routier. Les facteurs d'émission sont basés sur les protocoles d'homologation des véhicules. Ceux-ci pâtissent parfois d'inexactitudes et ont même fait l'objet de tricheries comme l'a révélé le scandale diesel aux alentours de l'année 2015. De 2014 à 2022 le manuel fédéral informatisé des coefficients d'émission du trafic routier a par conséquent connu 4 versions successives (MICET 3.2, 3.3, 4.1, 4.2). À chaque fois le cadastre cantonal a été ajusté en conséquence. Le secteur non-routier, les chauffages et leurs coefficients d'émission, les émissions de solvants domestiques, des routes et des bâtiments sont aussi sujets à des actualisations. Pour les données cantonales elles concernent les fusions de communes, le plan de charge du trafic routier, les contingents de cheptel, les données de consommations énergétiques par type de combustibles, les centrales de chauffage à distance, les déclarations annuelles des émissions industrielles et les données socio-économiques.

En règle générale un large respect des limitations OPair à long terme est conseillé. Il s'agit des valeurs limites en moyenne annuelle pour les retombées de poussières, les poussières fines, les oxydes d'azote et le benzène. Pour l'ozone le percentile à 98 % mensuel est déterminant. Les niveaux annuels des polluants devraient se situer au moins un tiers en-dessous de ces limitations. La figure 70 expose la

situation pour l'année 2022. Les barres pour les régions rurales d'altitude et de proximité industrielle sont pour les valeurs minimales et maximales enregistrées aux trois respectivement deux stations les représentant. L'objectif voudrait que tous les résultats soient situés nettement en-dessous du seuil de pollution significative au sens des indicateurs de pollution à long-terme (IPL). Alors qu'en 2021 les niveaux de poussières fines PM10, de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), de retombées de poussière (PM) et de benzène répondaient favorablement à cette intention, seuls le NO<sub>2</sub> et le benzène persistent en 2022. Une différence majeure entre ces deux années provient de la météorologie. Comme le montre l'exemple de Sion au chapitre «Facteurs météorologiques et pollution de l'air» sur la température, l'ensoleillement et les précipitations, l'année 2021 a été nettement plus pluvieuse que 2022. Le lessivage de l'air – rain-out, wash-out – lors de précipitations est un puissant processus de réduction de la pollution atmosphérique. Sa présence marquée en 2021 a favorisé une bonne tenue de la qualité de l'air. Par contre les sécheresses de mars puis de mai à août en 2022 l'ont contrariée.

Les valeurs annuelles situées jusqu'à 25 % en-dessous de la limitation OPair correspondent à une pollution significative. Elles sont vulnérables aux variations d'une année à l'autre des conditions météorologiques et ne garantissent pas de bénéfices durables pour l'homme et l'environnement au regard des principes de la Loi sur la protection de l'environnement. En 2022 en Valais la pollution aux poussières fines PM2.5 et PM10 en centre urbain et en proximité industrielle et des retombées de poussières en région rurale de plaine est de ce type (figure 70). La pollution est faible à modérée pour les autres niveaux sauf pour l'ozone qui montre comme toujours un dépassement marqué de la limitation en toutes régions. Les mois concernés vont de mars à septembre. En 2022 la limitation OPair sur les PM2.5 est également franchie en région rurale de plaine. Elle représente une pollution clairement nuisible à l'homme et à la nature.

**FIGURE 70 - RÉSULTATS D'IMMISSIONS 2022 EN VALAIS RELATIFS AUX PRINCIPALES LIMITATIONS OPAIR**



Les figures 71 à 75 ci-après identifient les contributions relatives des domaines aux sources de pollution conformément aux données du cadastre. Elles suivent leur évolution temporelle compte tenu

des changements sur les plans de la technique, de l'exploitation et des orientations de l'économie.

### Pollution aux poussières fines PM10

La figure 71 ci-dessous montre l'évolution de l'an 2000 à l'an 2021 des quantités annuelles d'émission de PM10 primaires. Les résultats en moyennes annuelles des mesures à l'air libre des PM10 totaux, c'est-à-dire les parts primaires et secondaires, pour chacune des régions types sont superposés. Jusqu'en 2005 une stagnation s'observait aux immissions tandis que les émissions de PM10 primaires diminuaient d'environ 25 %. Puis la diminution de 25 % des quantités émises en 2021 au regard de 2005 ne reflète que partiellement la baisse correspondante de 40 % des niveaux de PM10 totaux mesurés dans l'air. Toute chose étant égale par ailleurs une plus large diminution des concentrations de PM10 secondaires s'ajoutant à celle des PM10 primaires a donc contribué à la baisse globale. Cette contribution plus importante est à rapporter à la forte diminution de 2005 à 2021 des émissions des précurseurs de PM10 secondaires, surtout les NO<sub>x</sub> et le SO<sub>2</sub>. Ils sont à l'origine de nitrates et de sulfates qui constituent environ 40 % des composant des PM10 totaux en hiver et environ 20 % en été.

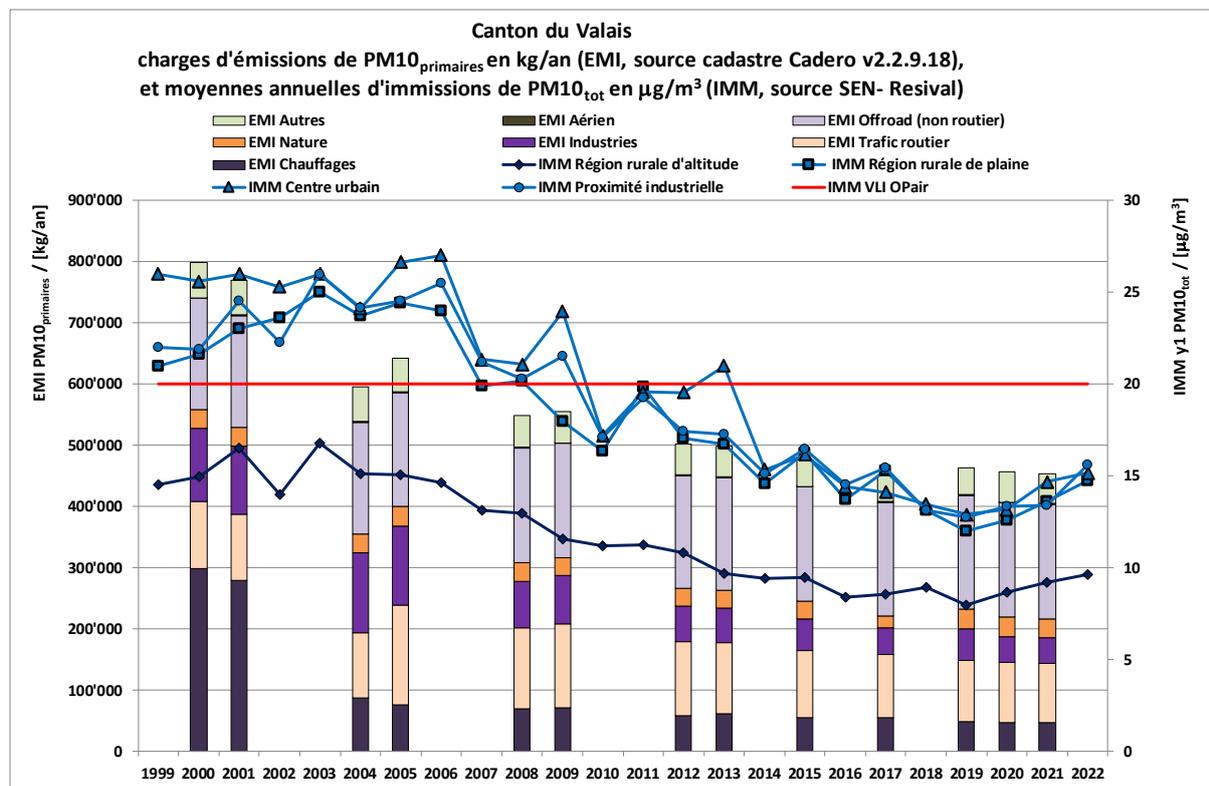
Depuis 2009, année d'entrée en vigueur du plan cantonal OPAIR, les évolutions à la baisse amorcées entre 2005 et 2010 se sont poursuivies à un taux assez régulier jusqu'en 2019. Les nouvelles limitations introduites dans l'OPair depuis 2007 sur les émissions de poussières des installations industrielles et de chauffage et sur les machines émettant des suies sont les principales mesures préventives instaurées compte tenu de l'état de la technique. Leur application par le canton a canalisé, entretenu et orienté les évolutions observées depuis lors sur les PM10. L'Arrêté cantonal de 2007 sur les feux de déchets en plein air est une contribution plus spécifique à l'amélioration constatée.

Depuis 2019 les niveaux de PM10 repartent clairement à la hausse. Cette observation laisserait craindre que les mesures de prévention ont épuisé leur potentiel et que la situation se péjore à nouveau. Les trois années de 2020 à 2022 ont toutefois connu de forts épisodes d'incursions de sables du Sahara. Leurs intensités furent telles que les moyennes annuelles sont nettement influencées. Sans ces apports transcontinentaux les niveaux de PM10

stagneraient près de ceux de 2019. Pour l'année 2022 avec ses déficits en précipitations l'analyse du SEN révèle toutefois que les valeurs annuelles de PM10 en plaine accuseraient des niveaux entre 14 et 15 µg/m<sup>3</sup> assez proches de ceux incluant les

SDE. Ces derniers ont surtout augmenté les moyennes annuelles en altitude, soit de +15 à +18 %.

FIGURE 71 - PM10, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 1999 À 2022



### Pollution aux poussières fines PM2.5

La figure 72 ci-dessous montre l'évolution de l'an 2012 à l'an 2021 des quantités annuelles d'émission de PM2.5 primaires selon le cadastre. Les résultats en moyennes annuelles des mesures de PM2.5 totaux à l'air libre, c'est-à-dire les parts primaires et secondaires, sont ajoutés pour chacune des régions types à partir du début des mesures en 2018. En région rurale d'altitude elles avaient déjà commencé en 2015 à Montana. Alors qu'aux émissions les niveaux stagnent ces 5 dernières années, les immissions en régions rurales suivent une hausse similaire à celle des PM10 de 2019 à 2022. C'est compréhensible du moment que les PM2.5 sont une fraction des PM10 de composition comparable pour la pollution de fond. Les incursions de sables du Sahara contribuent aux résultats quoique dans une moindre mesure que pour les PM10. Les plus hauts niveaux journaliers de PM2.5, excédant 25 µg/m<sup>3</sup>, sont de plus provoqués par les incendies de forêts (août 2022) et par les sources ordinaires de combustion (janvier, mars 2022). En centre urbain et en proximité industrielle, régions plus exposées à

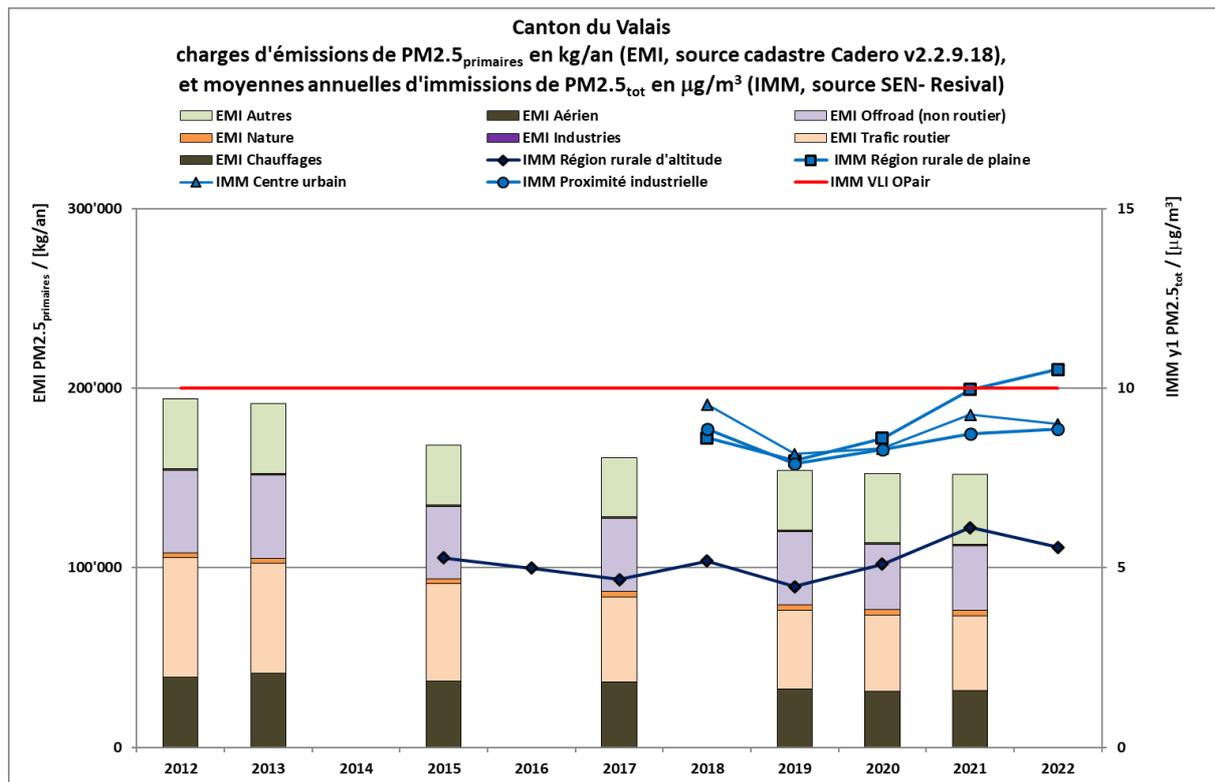
des sources proches émettant des particules de combustion, une stagnation est manifeste aux immissions. Ces endroits sont pourtant influencés par la pollution de fond. L'absence d'une hausse similaire à celle observée dans les régions rurales peut indiquer une baisse du niveau dû aux sources ordinaires de PM2.5 provenant principalement des processus de combustion. Elle serait sous-jacente à la stagnation apparente maintenue pas la contribution des SDE. L'avenir dira, à l'occasion d'une année sans fortes incursions de sables du Sahara, si cette hypothèse est pertinente.

Depuis 2009 les plus importantes diminutions de PM2.5 primaires proviennent selon le cadastre des domaines du trafic routier, du secteur non-routier et des chauffages. La baisse de 30 % des émissions en 2021 au regard de 2009 dans le domaine des chauffages est attribuable aux combustions optimisées ou supprimées. Pour les domaines du trafic routier et du secteur non-routier (offroad) les émissions de particules d'abrasion ne sont pas plus

de 10 % moindres à présent que lors de l'adoption du plan cantonal. La majeure partie des baisses de 50 % et de 38 % des rejets de PM2.5 par le trafic routier et l'offroad en 2021 sur 2009 est donc attribuable à une nette diminution des particules de combustion dans ces domaines. Les filtres à particules aux échappements des moteurs diesel contribuent à cette évolution.

Le cas des industries est réservé car leurs émissions de poussières fines sont exclusivement comptabilisées sous les PM10. Mais en réalité de grandes chaudières à mazout sont toujours en service dans le tissu industriel et les divers fours d'incinération de déchets émettent des poussières de combustion.

FIGURE 72 - PM2.5, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 2012 À 2022



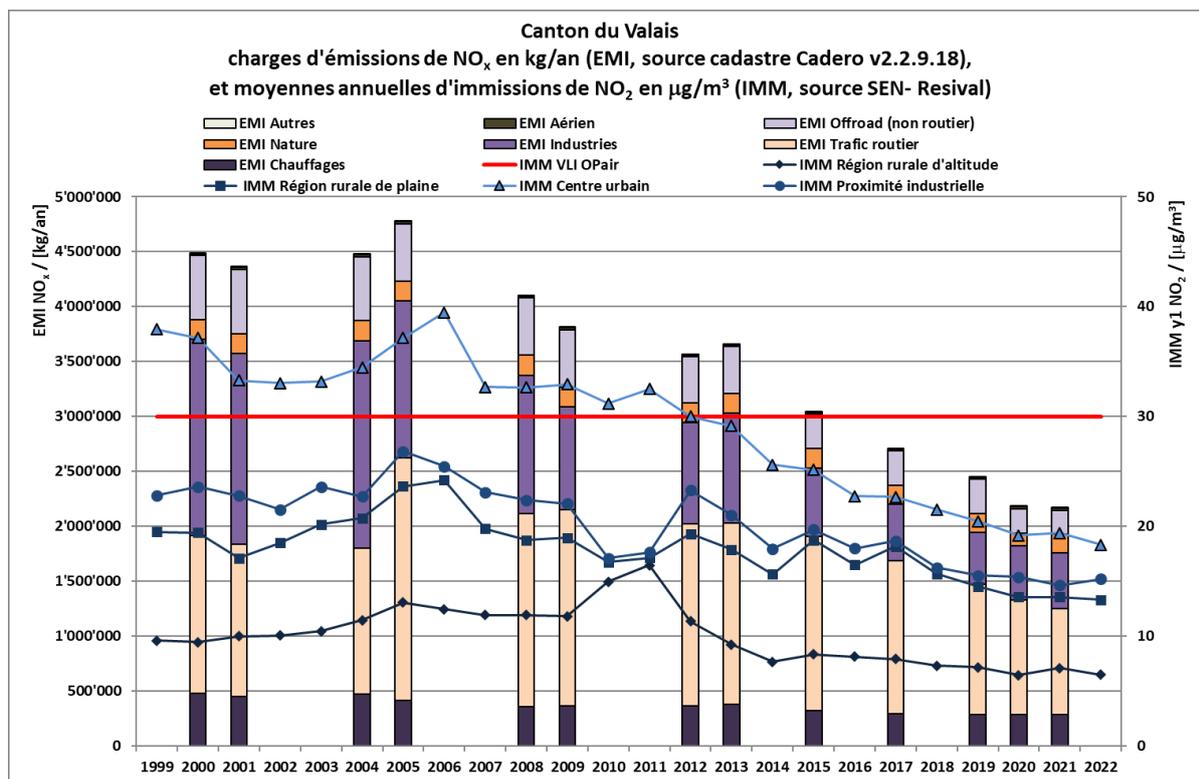
**Pollution au dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) relative aux sources d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)**

La figure 73 montre l'évolution de l'an 2000 à l'an 2021 des quantités annuelles d'émissions de NO<sub>x</sub> ainsi que les résultats correspondants de mesures de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) à l'air libre en moyennes annuelles pour chacune des régions type. Concernant la contribution des émissions de NO<sub>x</sub> à la formation de PM10 secondaires les nitrates constituent environ 25 % des composant des PM10 totaux en hiver et environ 5 % en été. Une diminution importante des quantités émises du gaz précurseur amoindri significativement les teneurs en PM10. Cet effet est plus marqué en hiver qui est aussi la saison la plus critique au vu des teneurs alors plus élevées de particules fines dans l'atmosphère.

La figure 73 montre que l'approximative stagnation des niveaux de NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant est bien

corroborée entre 1999 et 2006 par les quantités de NO<sub>x</sub> émises plutôt constantes. Puis les niveaux évoluent à la baisse, tant sur les émissions avec une diminution de 54 % en 2021 au regard de 2005, qu'aux immissions avec une baisse de 46 % toutes régions confondues. La diminution des niveaux de NO<sub>x</sub> est dictée, par ordre d'importance, par les baisses des quantités émises par les domaines de trafic routier, des industries, du secteur non-routier (offroad) et des chauffages. Elles sont de 53 %, 65 %, 58 % et 32 % respectivement en 2021 sur 2005. L'arrêt de la raffinerie de Collombey en 2015 a provoqué une forte rupture à la baisse des émissions dans le domaine industriel d'environ 500 tonnes/an en moins.

**FIGURE 73 : NO<sub>x</sub>, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 1999 À 2022**



La baisse de niveau de NO<sub>2</sub> en milieu urbain a connu un certain retard par rapport aux autres stations puisqu'elle n'a nettement commencé qu'en 2012 et après une hausse marquée de 2004 à 2006. Elle place depuis 2013 les valeurs annuelles sous la limitation OPair. L'écart s'est creusé jusqu'à 2021 pour finalement assurer un degré de pollution modéré. En région rurale d'altitude une nette diminution a été opérée en 4 ans de 2011 à 2014. L'explication n'est pas donnée par le cadastre

d'émissions qui vaut à plus de 99 % pour les rejets au niveau du sol. Les concentrations d'altitude relativement stables atteintes depuis 2014 sont en moyenne de 33 % inférieures à celles des années 2000 à 2006. Une amélioration de fond notoire s'observe. Les fluctuations intermédiaires de 2007 à 2012 n'ont pas persisté. La baisse relative de 33 % de la pollution de fond au NO<sub>2</sub> en altitude (-3.6 µg/m<sup>3</sup>) est plus marquée que celle de fond en région rurale de plaine qui est de 24 % (-5 µg/m<sup>3</sup>). Cette dernière

implique cependant une baisse plus importante des concentrations moyennes. Elle est principalement attribuée aux assainissements et optimisations des émissions valaisannes sur les chauffages, les rejets industriels et sur le trafic routier.

Le cadastre pour la commune de Sion attribue en premier plan au trafic routier, puis au secteur non-routier (offroad) et enfin aux chauffages la remarquable baisse des niveaux d'immissions de NO<sub>2</sub> de 40 % en milieu urbain à Sion de 2011 à 2021, légèrement renforcée en 2022. Aux émissions les quantités de NO<sub>x</sub> émises en 2021 sont 37 % inférieures à celles de 2011. Elles correspondent à 87 tonnes annuelles émises en moins de la part du trafic routier en agglomération sédunoise et à 9 et 6.5 tonnes en moins pour l'offroad et les chauffages respectivement pour un grand total de 104 tonnes d'émissions annuelles en moins. Les

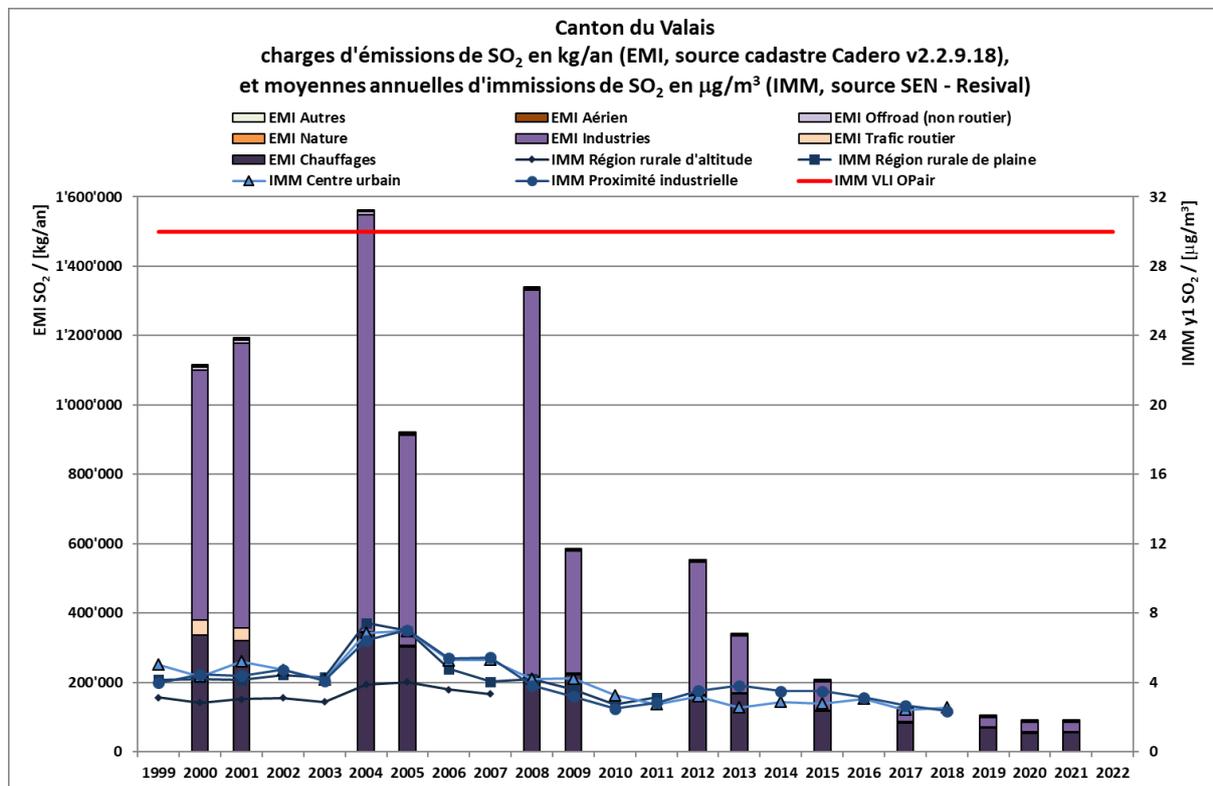
diminutions à la station Nabel de Sion Aéroport-A9 mettent également en évidence l'importante décroissance des immissions de NO<sub>2</sub> aux endroits fortement exposés à un trafic soutenu. La baisse est de 32 % en 2022 au regard de 2011. À noter que la proportion de NO<sub>2</sub> dans les NO<sub>x</sub> augmente progressivement à cette station. Elle a passé de 41 % en moyenne pluriannuelle 1999-2001 à 54 % pour celle de 2020-2022. De fait le taux de baisse du NO dans l'air ambiant à la station fédérale est nettement plus grand que celui du NO<sub>2</sub>. Le monoxyde d'azote prépondérant dans les gaz d'échappement des moteurs thermiques est progressivement émis en moindres quantités. La part de ce polluant primaire se tempère au profit du dioxyde d'azote, polluant secondaire qui provient aussi de sources à plus large échelle.

### Pollution au dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

La figure 74 montre l'évolution de l'an 2000 à l'an 2021 des quantités annuelles d'émission de SO<sub>2</sub> ainsi que les immissions de ce polluant en moyennes annuelles par région type jusqu'à la dernière année de mesure par Resival en 2018. Le SO<sub>2</sub> en tant que polluant primaire est transformé en polluants secondaires tels les sulfates dans les PM10. Ils

constituent entre 5 et 15 % de la masse des PM10 totaux toutes saisons confondues. L'arrêt de la raffinerie de Collombey en avril 2015 a provoqué une forte rupture à la baisse des émissions dans le domaine industriel d'environ 137 tonnes/an en moins en 2016 sur 2014.

FIGURE 74 - SO<sub>2</sub>, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 1999 À 2021



L'OPair a réglementé par étapes les teneurs en soufre dans l'essence et le diesel. Depuis 2000 la limitation était de 150 mg/kg et de 350 mg/kg respectivement. Puis elle a passé dès 2005 à 50 mg/kg pour les deux carburants. En 2009 l'OPair l'a finalement abaissée aux 10 mg/kg actuels. Sur le plan des combustibles la teneur en soufre maximale autorisée pour l'huile de chauffage «extra légère» a passé en 2009 de 0.2 %-masse à 0.1 %-masse. Puis

en 2018 l'obligation a été introduite dans l'Ordonnance de n'utiliser dès juin 2023 que de l'huile de chauffage « extra-légère Eco» dans les installations de puissance calorifique inférieure à 5 MW. Cette qualité plus respectueuse de l'environnement est caractérisée par une teneur maximale en soufre de 0.005 %-masse, soit inférieure de 95 % à celle de l'huile de chauffage «extra légère» aussi appelée mazout Euro.

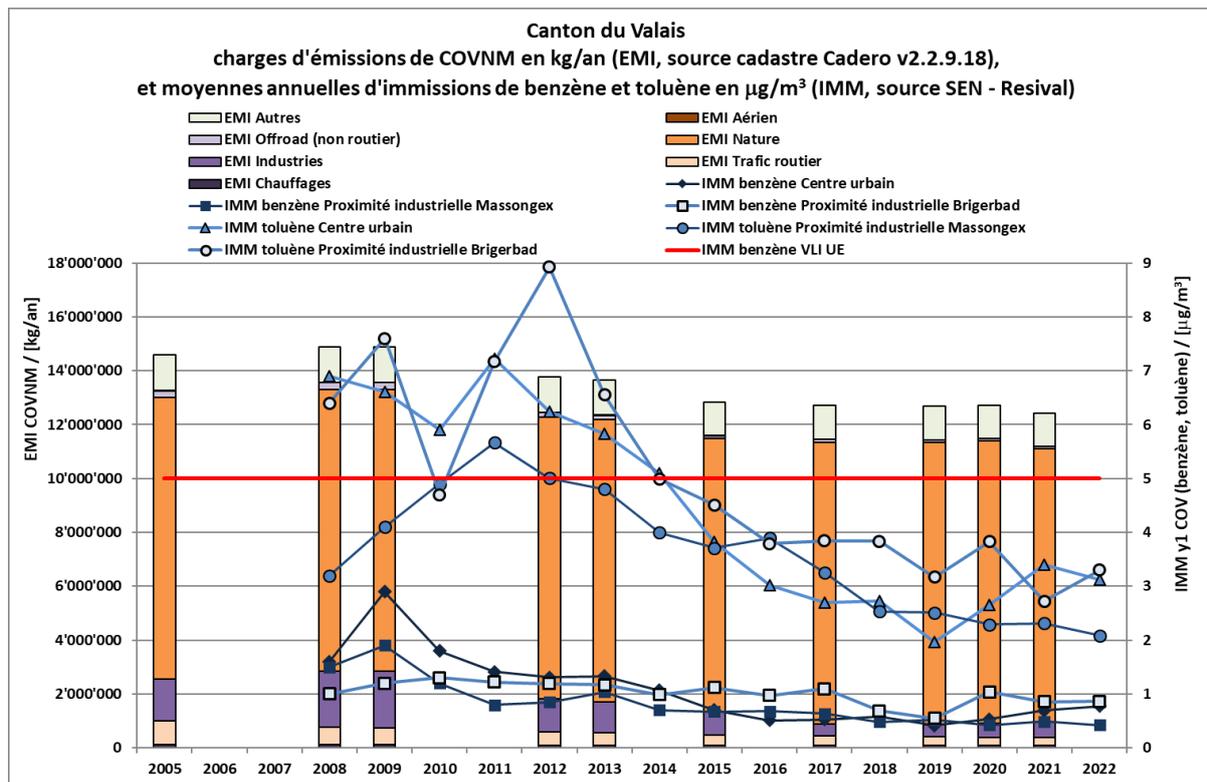
**Pollution aux composés organiques volatils (COV)**

La figure 75 ci-dessous montre l'évolution de l'an 2005 à l'an 2021 des quantités annuelles d'émission de COVNM (COV excepté le méthane) ainsi que les résultats de mesure en moyennes annuelles de deux COV spécifiques pour les régions types valaisannes jusqu'en 2022. Il s'agit du benzène et du toluène.

Les quantités globales de COVNM émis ont baissé de 15 % et de 17 % en 2021 au regard de 2005 et de 2009 respectivement. Actuellement les émissions naturelles représentent 81 % des quantités émises. De 2009 à 2021 les émissions de COVNM ont diminué de 71 % dans le domaine de l'industrie (- 1'495 to/an) et de 53 % dans celui du trafic routier

(-336 to/an). La baisse est de 67 % dans le secteur non-routier (-166 to/an). Avec 344 to/an en moins dans le domaine Nature ce sont les principales contributions à la baisse globale de 17 %. La diminution de 3 % des émissions naturelles reflètent un amoindrissement de la surface végétale dans le canton. L'urbanisation de la plaine du Rhône et l'augmentation de ses surfaces d'habitat et d'infrastructure de plus de 50 % ces 30 dernières années contribuent à cette tendance. Afin de préserver les ressources naturelles et pour assurer un bon avenir à l'énergie-bois sa modération sera bien vue.

**FIGURE 75 - COVNM, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 2005 À 2022**



En Valais l'arrêt de la raffinerie en avril 2015 a eu pour effet de diminuer les émissions de COV de près de 560 tonnes annuelles dans le domaine industriel. C'est beaucoup considérant que ce tonnage contient des COV nuisibles pour la santé comme le benzène. C'est peu (4.5 %) en comparaison des émissions totales de 2021 qui sont surtout le fait de la végétation. À noter que les incendies de forêts comptent parmi les sources d'émission de benzène cancérigène, produit dans le processus de combustion. Des sécheresses plus marquées risquent de les favoriser ainsi que le rejet de quantités importantes de particules fines pour la part imbrûlée.

Les évolutions à la baisse entre les quatre premières années et les quatre dernières sont apparemment semblables aux trois stations sur le benzène et le toluène (figure 75). Mais la station de Brigerbad se démarque nettement sur le benzène. Elle a connu une baisse de 30 % de ce polluant au regard de la moyenne pluriannuelle 2019-2022 sur celle de 2008-2011. Aux deux autres stations de Sion et de Massongex cette diminution est de 66 à 69 %. Sion est l'endroit bénéficiant des meilleures améliorations avec des diminutions de 69 % sur le benzène et de 58 % sur le toluène. D'une part le trafic routier est plus intense aux abords de la station urbaine qu'aux endroits de proximité industrielle. D'autre part les émissions des ménages et des entreprises en ville ne bénéficient pas des très hautes cheminées d'usines assurant une pollution de l'air fort diluée à l'air libre et dispersée le plus loin possible de leurs environs immédiats. De ce fait la station urbaine représente des améliorations notables ces dix dernières années sur les émissions de benzène et de toluène provenant du trafic sur route et des activités

d'entreprises locales. Les baisses d'immission de toluène entre les périodes 2008-2011 et 2019-2022, situées entre 49 et 58 %, sont similaires aux trois stations valaisannes. Il s'agit d'une évolution d'ensemble assez remarquable. Le benzène ayant une durée de vie atmosphérique plus longue que le toluène son homogénéisation spatiale devrait être favorisée. Pourtant il est plus tributaire de particularités locales pour le Haut-Valais. Toutes proportions gardées le tracé de Brigerbad à la figure 75 se distingue en effet de ceux de Sion et Massongex. Les sources de pollution, la topologie et les vents spécifiques à la vallée du Rhône entre Brig et Viège concourent à la démarquer sur certains polluants.

Pour les installations industrielles les données du [Swiss PRTR](#) sont une source complémentaire aux informations basées sur les déclarations demandées par le canton au sens de l'art. 12 OPair. Pour le Valais 19 grandes entreprises sont à présent inscrites dans le registre national au vu des critères de sélection propres à ce système. Elles sont actives dans trois domaines: l'industrie chimique, la gestion des déchets, la transformation des métaux. Pour 2021 le Swiss PRTR déclare 197 tonnes de COVNM émis par les sites de ces installations. La baisse de 15 à 20 % par rapport aux deux années précédentes est attribuée à trois grandes entreprises de l'industrie chimique.

Le SEN obtient des déclarations sur une base plus large comprenant à présent 45 grandes entreprises. En 2021 elles sont à l'origine de 512 tonnes de COV rejetés dans l'air, une charge 2.6 fois plus élevée que celle retenue par le Swiss PRTR. Cette quantité est allouée au domaine Industrie du cadastre valaisan.