



© Michal Stipek

QUALITÉ DE L'AIR EN VALAIS

■ RAPPORT 2024



Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement
Service de l'environnement

Departement für Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt
Dienststelle für Umwelt

CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS

PRÉAMBULE

Veiller à une bonne qualité de l'air en Valais, pour protéger la santé de la population et l'environnement, est une préoccupation importante de mon service. Il s'y engage depuis 1985, par la mise en œuvre d'actions destinées à réduire les émissions de polluants à leurs sources. Parmi ceux que nous surveillons, grâce au réseau de stations de mesures « RESIVAL », nous constatons une amélioration progressive depuis près de 20 ans, notamment en ce qui concerne les oxydes d'azote et les poussières fines.

Cette évolution démontre le succès de la politique suivie par le canton en matière de protection de l'air, en coordination avec la Confédération et, cas échéant, avec l'aide des communes. Excepté pour l'ozone qui continue de dépasser de mars à septembre les limitations fixées par l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair), la majorité des valeurs limites d'immission (VLI) sont aujourd'hui respectées.

Le rapport qui vous est présenté ici pour l'année 2024 montre et commente les améliorations de la qualité de l'air, tout comme les défis à relever à l'avenir. Parmi eux, la diminution des niveaux de poussières fines (PM10 et PM2.5) qui affichent une stagnation depuis 2018. A ce sujet, la commission fédérale d'hygiène de l'air a relevé, en 2023, que des VLI plus sévères sont souhaitables dans l'OPair. Bien que la si-

tuation actuelle respecte les principales exigences légales, elle estime qu'elles ne remplissent pas suffisamment la volonté de la loi sur la protection de l'environnement (LPE). En Valais, les incursions de sables du Sahara troublent, par leurs apports épisodiques, les observations sur l'état de cette pollution. Toutefois, une vision claire des leviers d'action locaux et de leurs conséquences sur la qualité de l'air existe pour les particules fines liées aux processus de combustion et d'abrasion.

Le présent rapport consacre plusieurs pages aux mesures d'ammoniac. Ce polluant, dont la surveillance n'est pas directement ancrée dans l'OPair, est toutefois, avec l'ozone et les oxydes d'azote, un des plus nuisibles pour les écosystèmes sensibles et la biodiversité. Les résultats montrent que, pour les petits organismes tels que les mousses et les lichens et pour certaines plantes, les niveaux en plaine du Rhône peuvent s'avérer critiques.

Grâce à l'engagement de mes équipes qui réalisent un travail de surveillance, d'information et d'analyse soutenu tout au long de l'année, et avec l'aide appréciée de la branche des ramoneurs et d'entreprises spécialisées, les efforts en faveur d'un air de qualité optimale pour l'ensemble de la population valaisanne sont maintenus.

Christine Genolet-Leubin

Cheffe du Service de l'environnement

TABLE DES MATIERES

PRÉAMBULE	3
FIGURES.....	5
TABLEAUX.....	7
L'ESSENTIEL	8
1. PROTECTION DE L'AIR ET MESURES DE PRÉVENTION	9
2. FACTEURS MÉTÉOROLOGIQUES ET POLLUTION DE L'AIR	11
2.1. Le temps au fil de l'an 2024	13
3. RESIVAL.....	16
4. OZONE – O ₃	17
4.1. Portrait	17
4.2. Résultats 2024	18
4.3. Evolution des immissions	20
4.4. AOT 40.....	21
5. POUSSIÈRES FINES – PM10.....	23
5.1. Portrait	23
5.2. Résultats 2024	24
5.3. Evolution des immissions	25
6. POUSSIÈRES FINES – PM2.5.....	30
6.1. Portrait	30
6.2. Résultats 2024	31
6.3. Evolutions des immissions	32
7. CARBONE ÉLÉMENTAIRE (SUIES).....	33
8. DIOXYDE D'AZOTE – NO ₂	35
8.1. Portrait	35
8.2. Résultats 2024	36
8.3. Evolution des immissions	37
9. AMMONIAC – NH ₃	40
9.1. Portrait	40
9.2. Résultats 2024	41
9.3. Evolution des immissions	42
9.4. État des immissions	44
10. RETOMBÉES DE POUSSIÈRES GROSSIÈRES	47
10.1. Portrait	47
10.2. Résultats 2024	48
10.3. Evolution des immissions	48
11. COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS – COV.....	53
11.1. Portrait	53
11.2. Résultats 2024 et évolution des immissions	54
LITTÉRATURE	60
ABRÉVIATIONS, UNITÉS ET SYMBOLES.....	61
ANNEXES	64

FIGURES

FIGURE 1 - STATIONS DE MESURE DU RESIVAL	16
FIGURE 2 - O ₃ , DÉPASSEMENTS DE LA NORME HORAIRE PAR CLASSES DE CONCENTRATIONS	19
FIGURE 3 - O ₃ , NOMBRE D'HEURES > 120 µg/m ³ PAR MOIS + FIGURE 4 PERCENTILES 98 MENSUELS	19
FIGURE 5 - O ₃ , NOMBRE D'HEURES SUPÉRIEURES À 120 µg/m ³ , MAXIMUM RÉGIONAL	20
FIGURE 6 - O ₃ , POINTES HORAIRES MAXIMALES ANNUELLES	21
FIGURE 7 - AOT 40 POUR LES ANNÉES 1990 À 2024, MOYENNES RÉGIONALES	22
FIGURE 8 - EMISSIONS DE PM10 PRIMAIRES EN VALAIS EN 2023	23
FIGURE 9 - PM10, MOYENNES ANNUELLES ET RÉGIONALES DE 1999 À 2024	26
FIGURE 10 - PM10, NOMBRE MAXIMAL DE JOURS > 50 µg/m ³ , MAXIMA RÉGIONAUX (TRAIT ROUGE, TOLÉRANCE DE 3 J)	27
FIGURE 11 - PLOMB EN ng/m ³ DANS LES PM10 DE 2001 À 2024, MOYENNES RÉGIONALES	28
FIGURE 12 - CADMIUM EN ng/m ³ DANS LES PM10 DE 2001 À 2024, MOYENNES RÉGIONALES (valeur limite : 1.5 ng/m ³)	28
FIGURE 13 - RÉSULTATS 2014 - 2023 POUR LES HAP ET LE BENZO(A)PYREN À LA STATION NABEL DE SION	29
FIGURE 14 - EMISSIONS DE PM2.5 PRIMAIRES EN VALAIS EN 2023	30
FIGURE 14 - PM2.5 2018-2024, MOYENNES ANNUELLES ET RÉGIONALES EN µg/m ³	32
FIGURE 16 - CE, MOYENNES ANNUELLES DE 2008 À 2024	33
FIGURE 18 - PM10 - PM2.5 EN 2024 À MASSONGEX	34
FIGURE 17 - CE EN 2024 À MASSONGEX	34
FIGURE 19 - NO _x , ÉMISSIONS EN 2023 EN VALAIS	35
FIGURE 20 - NO ₂ , MOYENNES JOURNALIÈRES À SION ET BRIGERBAD EN 2024	37
FIGURE 21 - NO ₂ , MOYENNES ANNUELLES ET RÉGIONALES DE 1990 À 2024	38
FIGURE 22 - NO ₂ , NOMBRE MAXIMUM DE DÉPASSEMENTS DE LA NORME JOURNALIÈRE DE 2000 À 2024	39
FIGURE 23 - NH ₃ - EMISSIONS EN 2023 EN VALAIS	40
FIGURE 24 - RESULTATS DE LA CAMPAGNE 2024 SUR LES IMMISSIONS D'AZOTE AUX RIGOLES À VIONNAZ POUR L'AMMONIAC ET LE DIOXYDE D'AZOTE	41
FIGURE 25 - RESULTATS DE LA CAMPAGNE 2024 SUR LES IMMISSIONS D'AZOTE AU SITE LWF DE VIEGE POUR L'AMMONIAC ET LE DIOXYDE D'AZOTE	42
FIGURE 26 - CONCENTRATIONS ANNUELLES D'AMMONIAC DÉTERMINÉES EN VALAIS DE 2000 à 2024	43
FIGURE 27 - CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX CRITIQUES SUR L'AMMONIAC GAZEUX EN SUISSE EN 2020	44
FIGURE 28 - CARTOGRAPHIE DES CHARGES CRITIQUES DÉPASSÉES SUR LES DÉPÔTS D'AZOTE EN SUISSE EN 2020	45
FIGURE 29 - RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2024 MOYENNES RÉGIONALES	49
FIGURE 30 - PLOMB DANS LES RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2024, MOYENNES RÉGIONALES	50
FIGURE 31 - CADMIUM DANS LES RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2024, MOYENNES RÉGIONALES	51
FIGURE 32 - ZINC EN µg/(m ² ×d) DANS LES RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2024, MOYENNES RÉGIONALES	52
FIGURE 33 - EMISSIONS DE COVNM (COV EXCEPTÉ MÉTHANE) EN VALAIS EN 2023	53
FIGURE 34 - BENZÈNE MOYENNES ANNUELLES ET FIGURE 35 - BENZÈNE, MOYENNES MENSUELLES 2024	54
FIGURE 36 - VALEURS JOURNALIÈRES DE BENZÈNE EN 2024 AUPRÈS DES 4 STATIONS DE PLAINE	56
FIGURE 37 - IMMISSIONS DE BENZÈNE À LA STATION DE BRIGERBAD EN 2024	57

FIGURE 38 - IMMISSIONS DE BENZÈNE À LA STATION DE MASSONGEX EN 2024 (0° = NORD, 180° = SUD)	58
FIGURE 39 - TOLUÈNE, MOYENNES ANNUELLES	59
FIGURE 40 - TOLUÈNE, MOYENNES MENSUELLES 2024	59
FIGURE 41 - SITUATION DES STATIONS DU RÉSEAU RESIVAL	68
FIGURE 42 - LES GIETTES, SITUATION DU SITE	76
FIGURE 43 - LES GIETTES, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2024	78
FIGURE 44 - LES GIETTES, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024	78
FIGURE 45 - LES GIETTES, O ₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120µg/m ³ DE 1990 À 2024	79
FIGURE 46 - MASSONGEX, SITUATION DU SITE	80
FIGURE 47 - MASSONGEX, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2024	82
FIGURE 48 - MASSONGEX, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024	82
FIGURE 49 - MASSONGEX, O ₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m ³ DE 1990 À 2024	83
FIGURE 50 - SAXON, SITUATION DU SITE	84
FIGURE 51 - SAXON, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2024	86
FIGURE 52 - SAXON, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024	86
FIGURE 53 - SAXON, O ₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m ³ DE 1990 À 2024	87
FIGURE 54 - SION, SITUATION DU SITE	88
FIGURE 55 - SION, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2004	90
FIGURE 56 - SION, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024	90
FIGURE 57 - SION, O ₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m ³ DE 1990 À 2024	91
FIGURE 58 - EGGERBERG, SITUATION DU SITE	92
FIGURE 59 - EGGERBERG, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2024	94
FIGURE 60 - EGGERBERG, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024	94
FIGURE 61 - EGGERBERG, O ₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m ³ DE 1990 À 2024	95
FIGURE 62 - BRIGERBAD, SITUATION DU SITE	96
FIGURE 63 - BRIGERBAD, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2024	98
FIGURE 62 - BRIGERBAD, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024	98
FIGURE 65 - BRIGERBAD, O ₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m ³ DE 1990 À 2024	99
FIGURE 66 - MONTANA, SITUATION DU SITE	100
FIGURE 67 - MONTANA MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 2002 À 2024	102
FIGURE 68 - MONTANA, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 2002 À 2024	103
FIGURE 69 - MONTANA, O ₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m ³ DE 2002 À 2024	103
FIGURE 70 - RÉSULTATS D'IMMISSIONS 2024 EN VALAIS RELATIFS AUX PRINCIPALES LIMITATIONS OPAIR	105
FIGURE 71 - PM10, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 1999 À 2024	107
FIGURE 72 - PM2.5, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 2012 À 2024	108
FIGURE 73 : NO _x , ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 1999 À 2024	109
FIGURE 74 - SO ₂ , ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 1999 À 2023	110
FIGURE 75 - COVNM, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 2005 À 2024	111

TABLEAUX

TABLEAU 1 - PORTÉE DES MESURES SUR LES PRINCIPAUX POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES	10
TABLEAU 2 - VALEURS MÉTÉOROLOGIQUES POUR SION*	13
TABLEAU 3 - O ₃ , RÉSULTATS 2024	18
TABLEAU 4 - PM ₁₀ , RÉSULTATS 2024	24
TABLEAU 5 - PM _{2.5} , RÉSULTATS 2024	31
TABLEAU 6 - CARBONE ÉLÉMENTAIRE (CE), RÉSULTATS 2024	33
TABLEAU 7 - NO ₂ , RÉSULTATS 2024	36
TABLEAU 8 - RETOMBÉES DE POUSSIÈRES GROSSIÈRES ET TENEURS EN MÉTAUX, EN MOYENNES ANNUELLES 2024	48
TABLEAU 9 - BENZÈNE ET TOLUÈNE, RÉSULTATS 2024	54
TABLEAU 10 - VALEURS LIMITES OPAIR	69
TABLEAU 11 - RESIVAL, PROGRAMME ANALYTIQUE	71
TABLEAU 12 - MESURE DES IMMISSIONS, MÉTHODES ANALYTIQUES	72
TABLEAU 13 - MESURES ACCRÉDITÉES SELON LA NORME ISO 17'025	73
TABLEAU 14 - LES GIETTES, CARACTÉRISATION DU SITE	76
TABLEAU 15 - LES GIETTES, RÉSULTATS 2024	77
TABLEAU 16 - LES GIETTES, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024	78
TABLEAU 17 - MASSONGEX, CARACTÉRISATION DU SITE	80
TABLEAU 18 - MASSONGEX, RÉSULTATS 2024	81
TABLEAU 19 - MASSONGEX, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024	82
TABLEAU 20 - SAXON, CARACTÉRISATION DU SITE	84
TABLEAU 21 - SAXON, RÉSULTATS 2024	85
TABLEAU 22 - SAXON, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024	86
TABLEAU 23 - SION, CARACTÉRISATION DU SITE	88
TABLEAU 24 - SION, RÉSULTATS 2024	89
TABLEAU 25 - SION, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024	90
TABLEAU 26 - EGGERBERG, CARACTÉRISATION DU SITE	92
TABLEAU 27 - EGGERBERG, RÉSULTATS 2024	93
TABLEAU 28 - EGGERBERG, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024	94
TABLEAU 29 - BRIGERBAD, CARACTÉRISATION DU SITE	96
TABLEAU 30 - BRIGERBAD, RÉSULTATS 2024	97
TABLEAU 31 - BRIGERBAD, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024	98
TABLEAU 32 - MONTANA, CARACTÉRISATION DU SITE	100
TABLEAU 33 - MONTANA, RÉSULTATS 2024	101
TABLEAU 34 - MONTANA, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024	102

L'ESSENTIEL

Ozone (O₃) : La pollution à l'ozone nuit aux organismes vivants et détériore les matières inertes. Elle s'exprime notamment en termes de nombre de dépassements de la limitation horaire. En 2024 toutes les valeurs limites sont dépassées et sont non-conformes à l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair). Depuis le début des mesures en 1990 des concentrations excessives sont enregistrées par le réseau cantonal valaisan RESIVAL. Après les pics observés en 2003 avec son été caniculaire historique, des hausses marquées ont suivi en 2015, 2018 et 2022. Des vagues de chaleur et un fort ensoleillement les ont provoquées. Ces conditions favorisent une production soutenue de l'ozone, polluant secondaire formé dans l'air à partir de gaz pré-curseurs et à l'aide du rayonnement solaire.

Dioxyde d'azote (NO₂) : Les moyennes annuelles ont progressivement diminué de 2006 à 2024. Un abaissement général de 54 % en résulte. Les valeurs de 2024 battent les records de 2023 et sont à nouveau les plus basses dans toutes les régions depuis le début des mesures en 1990. Après 2013 la valeur limite annuelle de 30 µg/m³ est respectée aux stations RESIVAL. À la station fédérale Nabel de Sion aéroport-A9 elle l'est depuis 2019. Le NO₂ est le précurseur direct de l'O₃ dans l'air que nous respirons. Les NO_x (NO+NO₂) participent aussi à l'acidification des pluies, à l'eutrophisation des écosystèmes et à la formation de poussières fines.

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.

Particules fines (PM₁₀, PM_{2.5}) : Les PM₁₀ et leur fraction plus fine les PM_{2.5} sont les polluants aux répercussions les plus importantes sur la santé publique. Pour les PM₁₀ les moyennes annuelles ont graduellement diminué depuis 2006. Un abaissement général de 49 % en résulte en 2024 auprès des stations RESIVAL. Une légère hausse des niveaux a été observée de 2020 à 2022. Elle est attribuée principalement à des incursions massives de sables du Sahara. 2024 n'en a connu qu'une en avril, plus modérée. Un temps assez régulièrement pluvieux a aussi favorisé une meilleure qualité de l'air par effet de lessivage. Malgré ces aléas météorologiques la limitation annuelle est respectée depuis 2014. Les valeurs annuelles de PM_{2.5} sont plus critiques. Elles ont franchi la limitation OPair en région rurale en 2022. En 2024 la limitation est plus nettement respectée. Une certaine de décès prématurés par an demeure attribuée aux immissions de PM_{2.5} en Valais.

Valeurs limites d'immission (VLI) : inscrites à l'annexe 7 de l'OPair elles reprennent dans une large mesure les lignes directrices fixées en 2005 par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). En 2021 cet organisme a publié de nouveaux standards de qualité de l'air, plus exigeants. En 2023 la commission fédérale de l'hygiène de l'air a reconnu qu'ils répondent aux principes de la Loi fédérale sur la protection de l'environnement. Elle recommande par conséquent de modifier dans ce sens certaines VLI de l'OPair. Quant à la transition climatique, elle a le potentiel de bouleverser les conditions météorologiques ordinaires connues jusqu'à présent. Ses répercussions sur la qualité de l'air rendent son évolution plus difficile à prévoir et peut-être à maîtriser.

Région type	Ozone (O ₃)	Poussières fines		Dioxyde d'azote (NO ₂)	Retombées de poussières
		PM ₁₀	PM _{2.5}		
RÉGION RURALE D'ALTI-TUDE					
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 les limitations OPair à long terme, c.-à-d. en moyenne annuelle, sont respectées en Valais en 2024. Elles sont fixées pour prévenir les effets nuisibles d'expositions régulières à une pollution atmosphérique excessive. Les nouveaux standards OMS de 2021 assureraient pour leur part que le respect de la VLI journalière implique aussi celui de la moyenne annuelle, et inversement.

Au regard des actuelles VLI à long terme les immissions excessives sont évitées depuis 2014 excepté sur l'O₃ et une fois sur les PM_{2.5}. Cependant les efforts engagés sont à poursuivre pour assurer en tout temps et durablement un air de qualité optimale à l'ensemble de la population valaisanne. Des défis plus locaux persistent par endroit, pour lesquels des mesures à la source et au cas par cas demeurent pertinentes.

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 globalement les niveaux de pollution en agissant aux nombreuses 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 (NO₂) 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 poussières fines PM10. Celles-ci, avec 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. La diminution de la pollution aux oxydes d'azote (NO_x) et aux composés organiques volatils (COV) est aussi visée. Ces polluants sont des précurseurs de l'ozone formé dans l'air que nous respirons.

Les objectifs du plan cantonal sont atteints depuis 2014 concernant les niveaux annuels de NO₂ 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 demeure une non-conformité majeure aux exigences de l'OPair.

La bonne tenue des objectifs du plan cantonal de mesures pour la protection de l'air est avant tout le fruit des contrôles et actions entrepris sur les installations par le personnel des entreprises de ramonage en collaboration avec l'AVMR, de tiers spécialisés agréés et du SEN.

Les nouvelles lignes directrices prescrites 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 directives de 2005, largement reprises dans l'OPair. Les nouveaux standards de l'OMS se situent en-dessous des niveaux annuels observés en 2024 par les stations du réseau valaisan RESIVAL sur les PM2.5 et le NO₂, du moins en plaine. Si l'OPair les adoptait ces polluants s'ajouteraient à l'ozone pour représenter des immissions excessives. Leur concentration atmosphérique relative à l'année en ferait une nuisance chronique par rapport aux limitations à long terme désormais recommandées par l'OMS. Pour cette raison l'OFEV a initié une démarche dans l'intention de modifier à terme, probablement vers 2030, les valeurs limites d'immission à l'annexe 7 OPair

TABLEAU 1 - PORTÉE DES MESURES SUR LES PRINCIPAUX POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

MESURE SELON PLAN CANTONAL OPAIR		POLLUANTS DE L'AIR				
		O ₃	PM10	NO _x	SO ₂	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

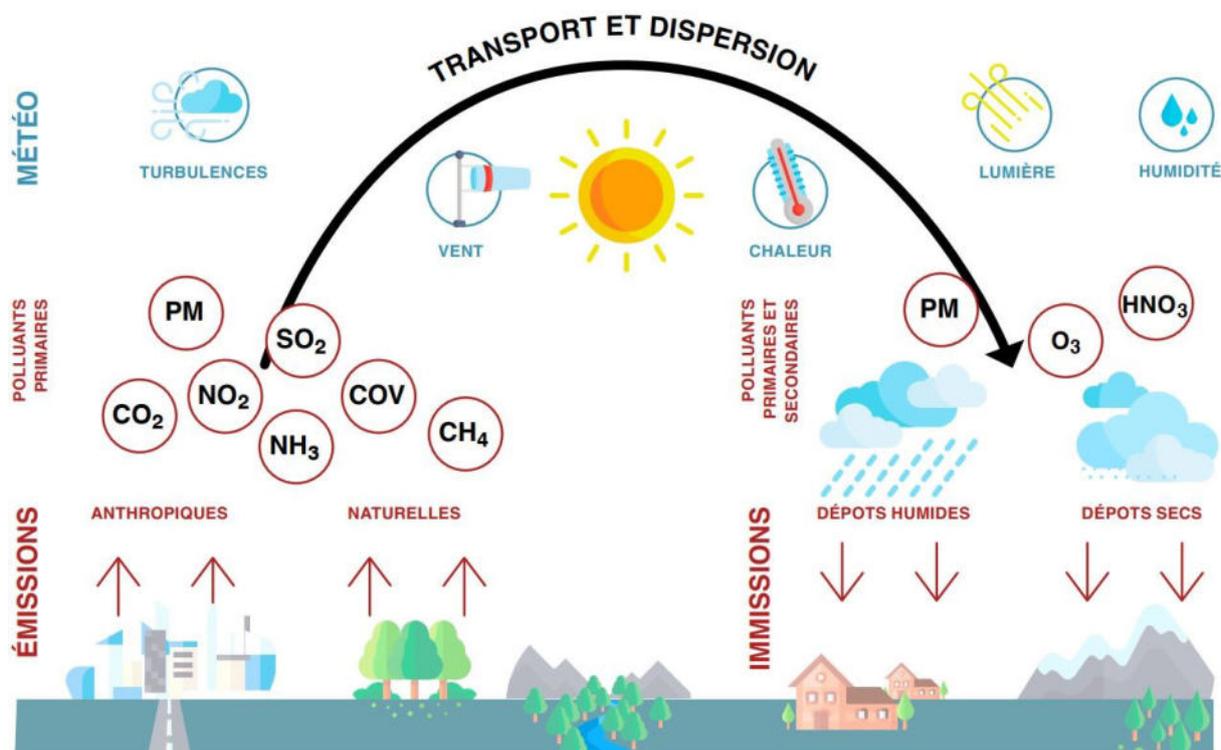
Les rejets de polluants atmosphériques sont soit anthropiques, résultant des activités humaines, soit naturels. Ils sont soumis à de multiples facteurs influençant leurs concentrations aux endroits où ils déploient leurs effets, c'est-à-dire aux immissions. Leur transport et leur dispersion dépendent 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) dans l'air que nous respirons, 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. Ce dernier est qualifié de polluant secondaire. Les deux substances sont traitées par l'OPair. L'une, le NO_2 , respecte bien ses limitations actuelles, 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.

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'entailent 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 intercontinentaux. 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. sous nos latitudes. Dans la masse d'air d'une situation météorologique donnée la température dans la CLA varie sensiblement avec le cycle des jours et des nuits. Lors de la phase diurne les sols sont réchauffés par le rayonnement solaire et cette chaleur est renvoyée dans les basses couches de l'atmosphère. La nuit le sol se refroidit en émettant du rayonnement infrarouge. Par le contact avec le relief plus froid la température de l'air à sa proximité 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 évaluent la qualité de l'air en-dessous de ce niveau pour des régions type. Certaines situations très locales, notamment à l'échelle d'un quartier d'une zone habitée, s'écartent parfois significativement des qualifications RESIVAL.



La stabilité de la CLA détermine fortement si l'accumulation de polluants atmosphériques est favorisée ou au contraire si leur dispersion et leur dilution dans la troposphère sont prédominantes. Les situations provoquant des inversions de température, en d'autres termes des inversions thermiques, engendrent une couche limite très stable dès la base d'inversion. À partir de ce niveau la température augmente avec l'altitude et l'air plus froid et dense en-dessous s'immobilise. Quand la température retrouve un gradient négatif où elle décroît avec l'altitude le soulèvement de l'air par convection reprend son essor. Les plus forts effets de stabilisation surviennent lors d'épisodes anticycloniques hivernaux. La phase diurne raccourcie de près de six heures au solstice d'hiver par rapport à celui de l'été laisse lar-

gement moins de temps à l'ensoleillement pour réchauffer les sols et l'air en 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 pics de concentration sont gouvernés par les conditions estivales d'ensoleillement et de chaleur en plus de ses précurseurs atmosphériques. Là aussi les situations anticycloniques leur sont propices. Les perturbations venteuses des fronts chauds et froids avec leur couvertures nuageuses, découlant des flux de masses d'air allant des zones de hautes à celles de basses pressions incurvés par les effets de la rotation terrestre, favorisent au contraire la dispersion des polluants dans l'air.

La turbulence tient un rôle de premier plan dans le brassage des polluants atmosphériques. Il y a la turbulence thermique précédemment évoquée en termes de flux de chaleur à partir du sol. La turbulence dynamique est 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 mesurent plus précisément l'air dans la première couche de 10 m sur le sol, qui se trouve dans la hauteur de mélange. C'est celui que nous respirons d'ordinaire, quand nous ne passons pas notre temps libre en vol de parapente. Des incursions épisodiques de polluants véhiculés par le vent géostrophique, c'est-à-dire celui circulant

dans l'AL et qui n'est perturbé ni par les effets de surface ni par la turbulence de la couche de mélange, surviennent toutefois jusqu'au sol lors du brassage des hautes et des basses couches atmosphériques. La subsidence, bien connue des météorologues, est un phénomène de ce type quand au sein d'une zone de haute pression l'air descend sur toute une région.

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	2023	2024
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	11.8	11.7
Durée d'ensoleillement [h]	2427	2212	2067	2022	2249	2086	2231	2271	2174	2279	2181	2400	2182	1965
Précipitations [mm]	485	615	568	530	500	587	567	633	608	545	696	486	822	635

* 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 2024

2.1.1. SUR TOUTE L'ANNÉE

Selon le bulletin climatologique de MétéoSuisse pour l'année 2024 la température annuelle moyenne de 7.2°C en Suisse a connu un écart positif de 1.4°C par rapport à la norme 1991-2020 (moyenne sur 30 ans). Après 2022 et 2023, elle est au troisième rang des valeurs les plus élevées depuis le début des mesures en 1864. Les neuf années les plus chaudes ont été enregistrées après 2010. Suite à une trêve proche de la norme en 2021 le réchauffement climatique poursuit son cours. Exprimée en tendance climatique la température annuelle en Suisse est à présent 2.9°C plus chaude que pendant la période de référence préindustrielle 1871-1900, avec une incertitude d'environ ±0.3°C. Comme la météorologie, le réchauffement global a des effets sur la qualité de l'air. Les épisodes de précipitations abondantes favorisent le lessivage atmosphérique et une réduction de la pollution par déposition humide. Or dans un contexte climatique globalement plus chaud, la température de surface des océans ainsi que des basses couches de l'atmosphère est plus élevée. L'évaporation de l'océan est plus importante et en même temps l'atmosphère plus chaude a une meilleure capacité à

contenir de la vapeur d'eau, ingrédient précurseur des précipitations. Le changement climatique renforce ainsi le potentiel de fortes précipitations et les rend plus probables que dans le climat d'avant. Donc cette transition pourrait favoriser une meilleure qualité de l'air. Mais c'est sans compter avec de plus nombreuses vagues de chaleur ou sécheresses qu'elle pourra par exemple aussi provoquer, dont l'air sec et chaud se débarrasse plus difficilement de la pollution qu'il contient et entretient.

À Sion les précipitations en 2024 équivalent à 106 % de la moyenne depuis 2014 (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 101 % et l'ensoleillement à 90 % de la moyenne 2014-2024. Excepté une pluviométrie soutenue et un ensoleillement assez nettement déficitaire les niveaux annuels de 2024 sont assez ordinaires au regard de la moyenne des années précédentes. La température à Sion sur une 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 premier trimestre a été globalement doux, avec des températures journalières plus élevées que la normale (1991-2020). Par contre l'ensoleillement a été déficitaire et des précipitations sont tombées régulièrement. En toutes régions les niveaux d'ozone ont respecté les limitations OPair, tant en valeur horaire que pour le percentile mensuel à 98% (figures 3 et 4) sauf à Montana pour ce dernier où il a été très légèrement franchi en mars. Concernant les poussières fines MétéoSuisse a relevé 33 jours comportant des incursions de sables du Sahara (SDE) sur ces trois premiers mois. Les plus conséquentes ont été observées du 27 au 31 mars, celle du 29 mars étant corroborée par un haut niveau de PM10 à la station fédérale de haute montagne au Jungfrauoch

2.1.3. D'AVRIL À JUIN

Le mois de mai souvent très pluvieux a contribué à un trimestre bien arrosé sans période sèche importante. Quant à l'ensoleillement il a été chaque mois très en-dessous de celui maximal possible. Les températures sont restées proches de la norme 1991-2020. De nombreux épisodes de foehn ont eu lieu, plus fréquents que d'ordinaire au printemps et au début de l'été. Dans ces conditions les niveaux d'ozone n'ont guère excédé la limitation horaire en Valais tandis que les dépassements du percentile mensuel P98 n'étaient jamais supérieurs à 20% de la norme (figures 3 et 4).

49 jours comportant des incursions de sables du Sahara sont rapportés par MétéoSuisse pour le second trimestre, corroborés pour 11 jours par de hauts niveaux de PM10 au Jungfrauoch. Ils incluent les 7 et 8 avril quand la Romandie a connu des concentrations journalières élevées de poussières fines. La plus haute mesure en Valais par Resival l'a été le lundi 8 avril aux Giettes et à Sion avec $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, suivie de Saxon et de Massongex avec 69 et $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivement. Les SDE de juin n'ont par contre pas

2.1.4. DE JUILLET À SEPTEMBRE

Les mois de juillet et d'août ont été chauds mais sans sécheresse. En Suisse l'été s'est terminé par le deuxième mois d'août le plus chaud depuis le début des mesures en 1864. En Valais les températures ont été supérieures à la norme 1991-2020 de début juillet jusque vers le 8 septembre mais sans vague de chaleur. Le plus grand nombre de dépassements de la limitation horaire sur l'ozone a été observé dans ce trimestre (figure 4) sans être aussi élevé que lors d'été très chauds et ensoleillés. En septembre l'ensoleillement est descendu nettement en-dessous de la norme ce qui a fortement diminué le nombre d'excès horaires sur l'ozone et a abaissé les percentiles

(> $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De fait la Romandie a connu des niveaux journaliers de PM10 très élevés les 29 et 30 mars. Le Valais est toutefois resté en marge de cet épisode. En revanche des niveaux journaliers supérieurs à la valeur limite OPair sur les PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont enregistrés à Massongex pendant trois jours du mercredi 10 au vendredi 12 janvier. Ils sont fondés a posteriori par les calibrations obtenues à l'aide de la méthode gravimétrique de référence. Aucun SDE significatif n'est rapporté dans cet intervalle mais des inversions modérées sévissaient alors en Romandie qui tendent à favoriser l'accumulation de pollution rejetée par des sources locales. Une pollution régionale spécifique au Chablais peut expliquer ces trois jours de dépassement, comme les quatre précédents des 18, 26, 29 et 30 décembre 2023.

provoqué de dépassement de la valeur limite auprès des stations Resival.

Un long épisode de SDE a sévi du 28 au 30 juin. Au Jungfrauoch les concentrations journalières de PM10 ont culminé à $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le 29 juin a aussi été une journée de graves intempéries comme le relate le bulletin annuel de MétéoSuisse: «De l'air humide et instable a été transporté vers les Alpes à partir du sud. De puissants orages se sont abattus sur certaines parties du Haut-Valais et du Tessin, apportant d'énormes quantités de précipitations en peu de temps. Les énormes quantités de pluie ont fait gonfler massivement les ruisseaux et les rivières en peu de temps et les ont fait sortir de leur lit. Les crues et les masses d'éboulis charriées par les torrents ont de nouveau provoqué d'importants dégâts ». Les débordements du Rhône et la Navizence ont causé de grands dégâts à Chippis et à Sierre. Ces mêmes conditions font que les fortes incursions de sables du Sahara n'ont pas provoqué de niveaux journaliers de PM10 excessifs. La plus haute valeur enregistrée par Resival dans ces trois jours a été de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aux Giettes le 29 juin.

mensuels P98 près de la limitation OPair (figure 4). De plus les précipitations lessivant l'air étaient excédentaires en septembre au regard de la norme, alors qu'elles lui étaient proches en juillet et nettement en dessous en août.

11 jours avec des incursions de poussières sahariennes ont été signalés de juillet à septembre, corroborés pour 2 jours par de hauts niveaux de PM10 au Jungfrauoch. Les stations RESIVAL n'ont toutefois pas accusé de dépassement de la limitation OPair sur les PM10 lors de ce trimestre.

2.1.5. D'OCTOBRE À DÉCEMBRE

Les mois d'octobre et de novembre se sont montrés particulièrement doux. L'ensoleillement automnal était déficitaire en octobre qui s'est montré gris. En première quinzaine de novembre un temps anticyclonique persistant a apporté un ensoleillement excédentaire en Valais comme dans la plupart des régions de Suisse. Les niveaux d'ozone sont toutefois restés bien en-dessous des limitations de l'OPair, la durée d'ensoleillement diurne étant fortement raccourcie après l'équinoxe d'automne. Le mois de décembre, premier mois de l'hiver météorologique, était proche de la norme 1991-2020 en Valais tant pour les précipitations, la température que l'ensoleillement.

Les précipitations, distribuées assez régulièrement dans ce trimestre, ont favorisé de relativement bas niveaux de pollution de l'air. La moyenne journalière maximale de PM10 parmi le réseau Resival a été enregistrée à Brigerbad avec $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dans la même période le niveau journalier maximal de NO_2 a été enregistré à la même station avec $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite OPair de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

55 jours incluant des apports intercontinentaux de sables du Sahara ont été signalés d'octobre à décembre, dont aucun n'est corroboré par un haut niveau de PM10 ($> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) à la station fédérale de haute montagne du Jungfrauoch. Ces incursions peuvent donc être qualifiées de faibles à modérées.

3. RESIVAL

Le réseau de mesure RESIVAL (figure 1) doit permettre une appréciation objective du niveau des polluants à l'échelle 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. Ce calcul de normalisation modifie la concentration massique par rapport aux conditions locales. Il l'augmente 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 $\pm 25\%$ environ.

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.

FIGURE 1 - STATIONS DE MESURE DU RESIVAL



4. OZONE – O₃

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_x) 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 accroît le taux de mortalité. 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/m³ avec pour conséquences notoires: toux, crises d'asthme, difficulté à soutenir un exercice physique. Les matériaux subissent également ses agressions, notamment par décoloration.

OZONE - LA 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 chapitre COV).

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_x 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'O₃. En Valais une diminution drastique des NO_x pourrait assurer le respect des valeurs limites OPair.

La problématique de l'ozone est continentale et même intercontinentale. À cette échelle le monoxyde de carbone (CO) et le méthane (CH₄) 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 NO₂ (NO + O₃ → NO₂ + O₂). Sous l'effet des rayons solaires et par photolyse du NO₂ cette réaction est globalement réversible. L'équilibre alors établi entre NO, NO₂ et O₃ 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'O₃.

4.2. Résultats 2024

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 µg/m³ (60 ppb aux conditions normalisées) 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 µg/m³ (50 ppb aux conditions normalisées). 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 2024, et 2 heures ou plus par an, soit de 2 à 80 heures en 2024, en dépassement de ces limitations dans toutes les régions (tableau 3) **la qualité de l’air est insuffisante concernant l’ozone.**

En termes de nombre de dépassements de la limite horaire la station d’Eggerberg est en tête de classement, suivie de Montana puis de Saxon. La variation prononcée entre les trois stations d’altitude s’explique notamment par la nébulosité variable affectant

l’ensoleillement nécessaire à la formation régionale d’ozone. L’air fortement influencé par les sources directes de NO, tels le trafic routier et les installations de chauffage à combustible, 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. Mais en 2024 elle a connu un nombre de dépassements supérieur à ceux des stations de Massongex et des Giettes. Ces dernières sont situées dans le Chablais. Cela souligne la dépendance de la production d’ozone aux conditions régionales. En moyenne annuelle la charge d’ozone était toutefois légèrement inférieure à Sion (46 µg/m³) par rapport à Massongex (47 µg/m³). Les valeurs horaires en dépassement de la limitation se situent entre 120 et 140 µg/m³ (figure 2). C’est à Eggerberg le 30 juillet de 17h à 18h que la plus haute valeur de 137 µg/m³ a été mesurée. Les valeurs horaires maximales des autres stations ont été enregistrées en août. En Valais les principales périodes de dépassements de la limitation horaire se sont étendues du 25 au 31 juillet, du 12 au 13 août, du 28 août au 2 septembre. Aucun jour n’a connu d’heure commune à plus de 120 µg/m³ d’ozone à toutes les stations RESIVAL. L’année 2024 s’est avérée relativement clémente en termes de charges excessives d’ozone.

TABLEAU 3 - O₃, RÉSULTATS 2024

RÉGIONS	STATIONS	O ₃				
		Nb heures > 120 µg/m ³	Nb jours avec heure >120 µg/m ³	Valeur horaire maximale [µg/m ³]	Nb mois avec P98 >100 µg/m ³	P98 % mensuel maximal [µg/m ³]
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	Les Giettes	2	2	125	5	113
	Eggerberg	80	24	137	6	124
	Montana	51	14	129	7	125
RÉGION RURALE DE PLAINE	Saxon	43	13	135	6	125
CENTRE URBAIN	Sion	15	5	128	5	116
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	7	7	129	5	113
	Brigerbad	20	8	130	6	118
NORME OPAIR		1		120	0	100

FIGURE 2 - O₃, DÉPASSEMENTS DE LA NORME HORAIRE PAR CLASSES DE CONCENTRATIONS

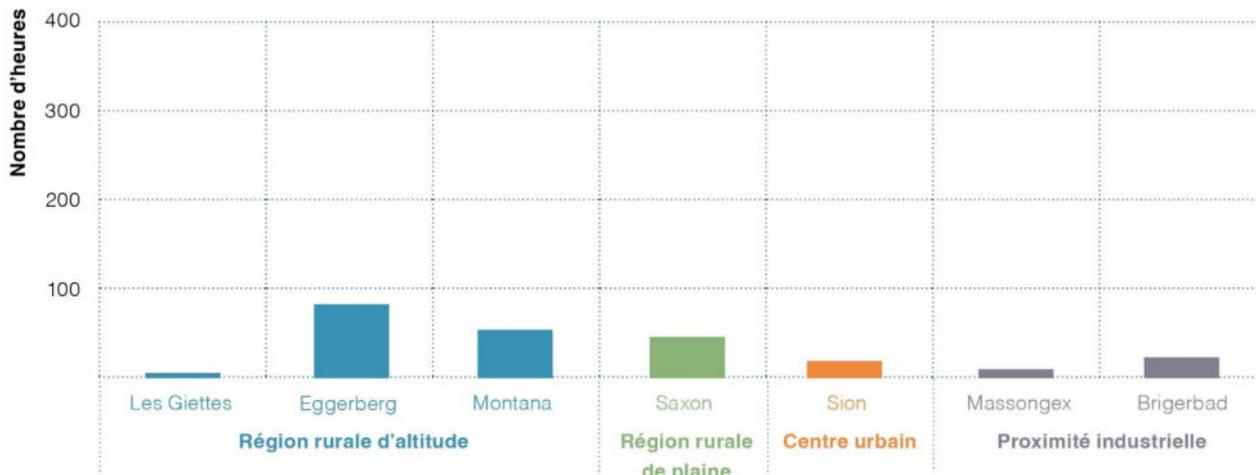
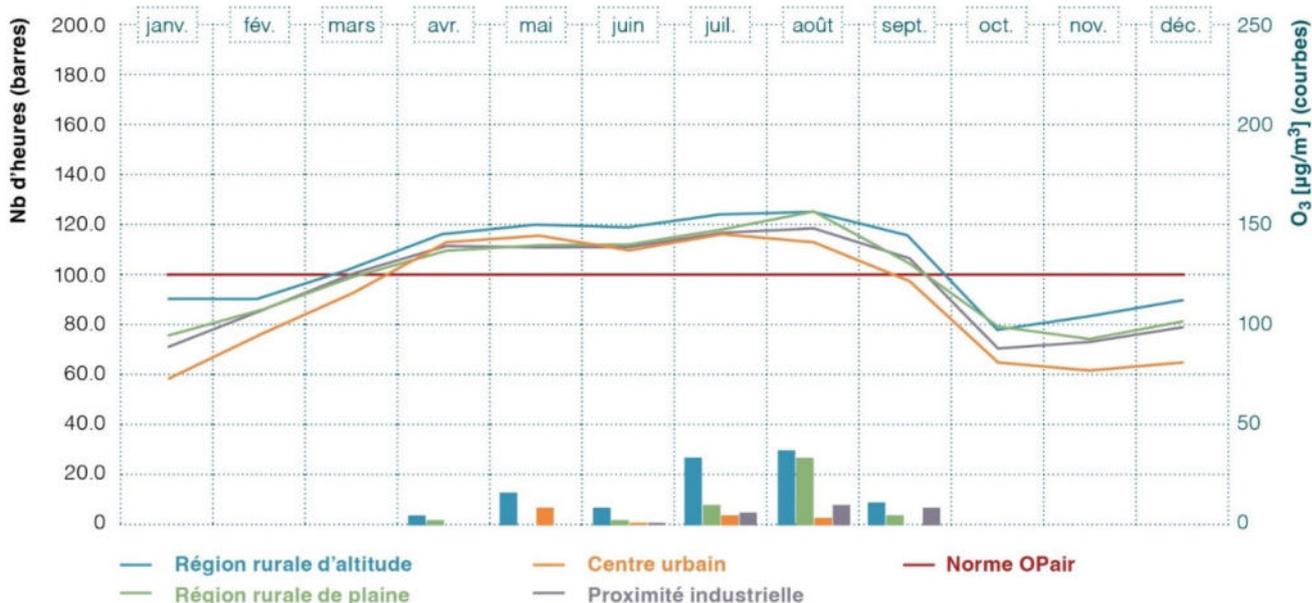


FIGURE 3 - O₃, NOMBRE D'HEURES > 120 µg/m³ PAR MOIS + FIGURE 4 PERCENTILES 98 MENSUELS



Les percentiles mensuels à 98 % (P98) sont supérieurs aux exigences législatives d'avril à septembre (figure 4), sauf au centre urbain de Sion en septembre. Montana a montré un léger dépassement en mars quoique le P98 était en fait proche de celui des stations de plaine, excepté celle de Sion. Les plus hautes valeurs ont été enregistrées en juillet et août.

Lorsque le vent transalpin souffle les stations Resival peuvent connaître des apports d'ozone provenant des plus hautes altitudes où l'air est plus riche en ozone. Les niveaux P98 au-dessus de la limitation OPAir en septembre sont enregistrés aux cinq stations Resival situées hors du Chablais. Les épisodes

de foehn plus nombreux et intenses en amont de Martigny ce mois-là ont contribué à cette différence régionale.

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 2024, ayant connu un ensoleillement déficitaire et de réguliers épisodes pluvieux, les résultats sur les dépassements se situent à la baisse par rapport aux deux années précédentes.

En 2024 les nombres d'heures supérieures à 120 µg/m³ sont proches de ceux de 2020 et 2021 qui avaient connu un creux marqué (figure 5). En région de proximité industrielle c'est la plus basse valeur depuis le début des mesures en 1990. Les quatre régions type connaissent une tendance à la baisse sur la période 2014-2024. Cela ne s'était plus vu depuis longtemps. Les concentrations d'ozone très variables d'une année à l'autre provoquent toutefois d'importantes variations interannuelles sur les tendances. Les niveaux de la période de 2004 à 2014 apparaissent plus stables que ceux depuis 2015 sur la figure 5. Si la poursuite du réchauffement climatique provoque des conditions météorologiques toujours plus diverses d'une année à l'autre elles peuvent expliquer cette observation.

Concernant les valeurs horaires maximales d'ozone (figure 6) l'année 2024 sont proches de celles de 2020 et 2021 et sensiblement plus basses que celles de 2022 et 2023 qui avaient connu des vagues de chaleur marquées. Un minimum record est obtenu en en région de proximité industrielle avec 130 µg/m³. Une légère mais persistante tendance à la baisse en moyenne glissante sur 11 ans se maintient dans toutes les régions.

La présence de concentrations élevées d'ozone et de gaz précurseurs dans la haute troposphère liée à leur transport depuis l'Amérique du Nord ou même d'Asie du Sud-Est peut 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 - O₃, NOMBRE D'HEURES SUPÉRIEURES À 120 µg/m³, MAXIMUM RÉGIONAL

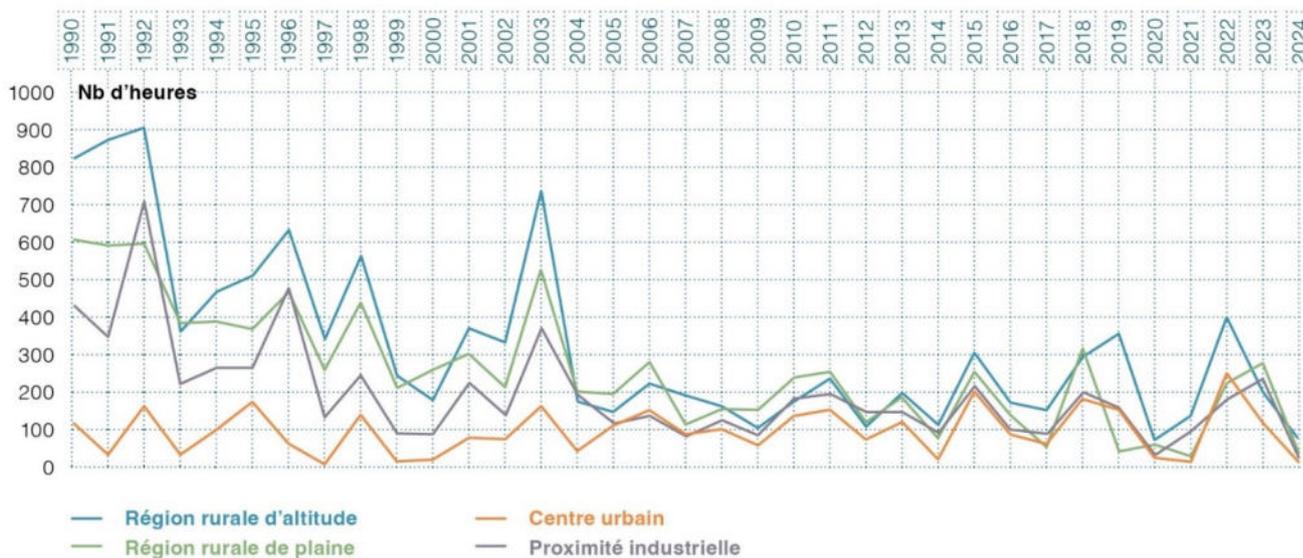
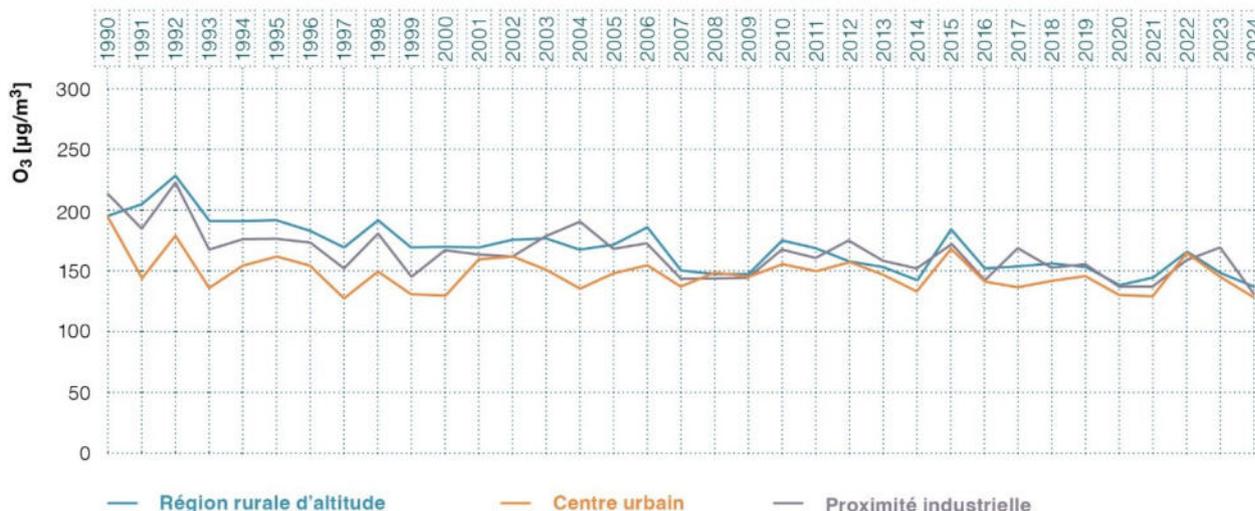


FIGURE 6 - O₃, POINTES HORAIRES MAXIMALES ANNUELLES



La capacité de l’ozone à absorber les rayons infra-rouges dans la troposphère contribue à l’effet de

serre. Quand les concentrations de ce polluant sont élevées, il renforce le réchauffement climatique

4.4. AOT 40

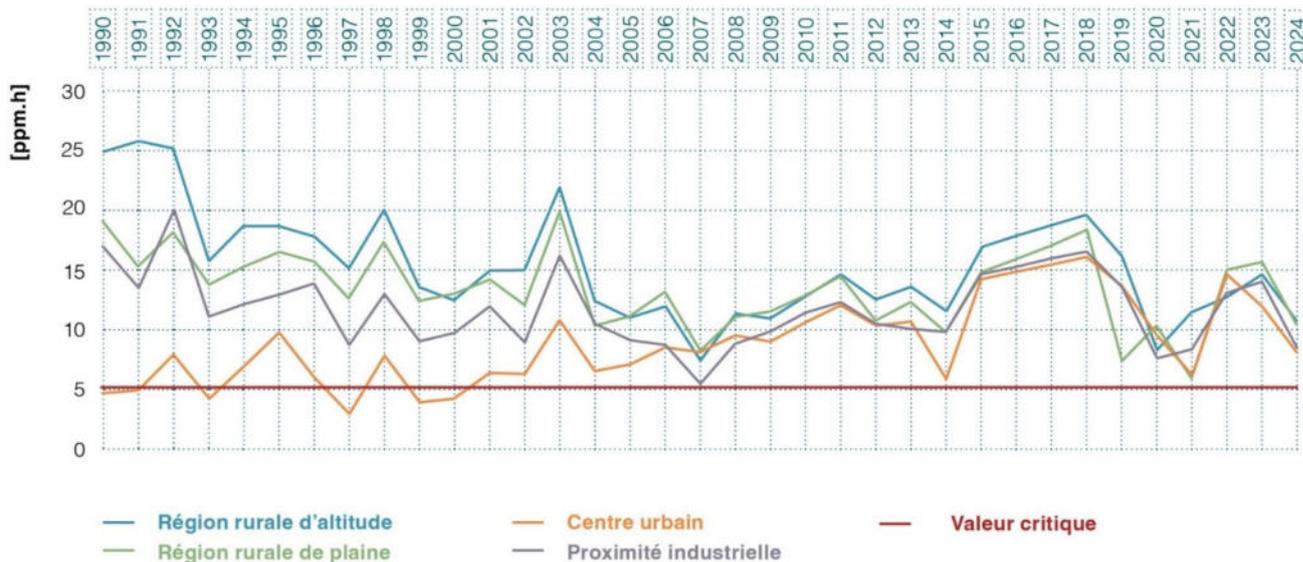
L’effet de l’ozone sur la végétation dépend de la concentration de ce polluant durant la période de croissance allant du début du printemps à la fin de l’été. Il est estimé à l’aide de l’AOT 40 correspondant à l’exposition cumulée au-dessus du seuil de 40 ppb sur la période d’avril à septembre.

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. Il les déstabilise et les affaiblit. Une charge d’ozone persistante peut porter atteinte à la croissance et à la vitalité d’espèces de plantes

sensibles. Selon une étude récente d’Agroscope mentionnée par l’OFEV [1] les pertes de récolte moyennes se situent aux environs de 3 % pour le blé en Suisse, mais peuvent aussi dépasser 10 % en fonction de la région et de l’année. La biodiversité est également menacée.

En 2024 les niveaux s’échelonnent de 8 à 10 ppm×h (figure 7). Ils se situent à proximité de ceux de 2020 et 2021 qui avaient présenté un minimum historique en région rurale de plaine et nettement en-dessous de ceux de 2022 et 2023, années ayant présenté des charges estivales élevées d’ozone. Le seuil critique demeure cependant dépassé dans toutes les typologies de site comme chaque année depuis 2001.

FIGURE 7 - AOT 40 POUR LES ANNÉES 1990 À 2024, MOYENNES RÉGIONALES



Les résultats les plus élevés, hors station de Sion, découlent des épisodes de pollution marquée à l’ozone rencontrés lors des saisons estivales très ensoleillées et chaudes ou incluant d’assez longues vagues de chaleur, soit 2003, 2015, 2018, 2019, 2022 et 2023.

Jusqu’en 2006 la station de centre urbain de Sion se démarquait des autres régions. Elle était située, comme à présent, le long d’une route faisant partie d’un maillage routier serré. Typiquement, les stations de mesure de centre-ville enregistraient alors des concentrations d’ozone plus faibles (voir aussi

figure 5) et des taux de dioxyde d’azote (NO₂) largement plus élevés qu’hors agglomération (voir figure 21). Les taux d’ozone étaient plus bas du fait de la présence plus importante du monoxyde d’azote (NO) qui dégrade l’ozone avant de se transformer en dioxyde d’azote. Le parc de véhicules routiers devenant moins polluant est la contribution majeure à cette évolution.

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 ($< 10 \mu\text{m}$). La vision humaine perçoit les poussières dès 20 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 issues de la transformation physique ou chimique de gaz précurseurs dans l'atmosphère. Divers processus de nucléation, de condensation et de coagulation influencent leur taille. Les poussières fines pénètrent jusqu'aux bronches et plus profondément dans les voies respiratoires pour leur fraction de dimension inférieure à 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 cardiovasculaires. Une étude de 2013 a montré qu'une augmentation de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moins de 4 jours entraîne des hospitalisations d'urgence. L'OFEV avise que la réduction de la concentration de poussières fines dans l'air dans les années 1980 et 1990 a contribué à hauteur d'environ 15 % à l'augmentation de l'espérance de vie aux USA [1].

En Valais les émissions de particules primaires de PM10 représentent 423 tonnes en 2023. Le trafic motorisé contribue avec 24 % des émissions, les chauffages avec 9 %, l'industrie et l'artisanat avec 3 %, la nature et les cheptels avec 8 %. Les autres sources, principalement les activités agricoles, sylvicoles, de construction et le trafic ferroviaire participent avec 56 % (figure 8).

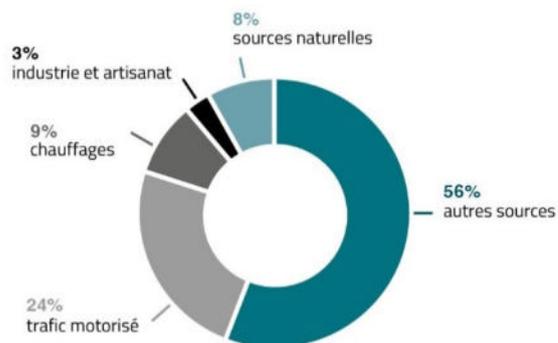
PARTICULES FINES PM10 - EN UN CLIN D'ŒIL	
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	👍 Bonne
RÉGION RURALE DE PLAINE	👍 Bonne
CENTRE URBAIN	👍 Bonne
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	👍 Bonne

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^{2+} K^+ Na^+ Cl^-), matière organique et carbone élémentaire – dont les hydrocarbures aromatiques polycycliques cancérigènes – composés 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 8 - EMISSIONS DE PM10 PRIMAIRES EN VALAIS EN 2023



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)

5.2. Résultats 2024

Plusieurs méthodes analytiques sont utilisées pour quantifier les concentrations de PM10 dans l'air. Depuis 2023 les stations RESIVAL n'utilisent plus que la gravimétrie de haut débit volumique (HVS) et le comptage optique du nombre de particules (voir annexe 2, tableaux 12 et 13). Les derniers résultats de mesure réalisée au moyen de l'absorption beta ont valu pour 2022. 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 (comptage optique, absorption beta) 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/m³ a été respectée dans toutes les régions types (tableau 4). Par contre la valeur limite journalière à 50 µg/m³ a été dépassée à Massongex les 9, 10 et 11 janvier puis le 8 avril 2024. Aux Giettes elle l'a été les 7 et 8 avril, à Saxon et à Sion le 8 avril. L'OPair tolère 3 jours de dépassement par an. Avec 4 jours d'excès la station de Massongex représente à nouveau, comme en 2023, **une situation non-conforme à la limitation journalière dans le Bas Valais**. Sur les deux mois de décembre 2023 et de janvier 2024 elle a enregistré 7 jours en excès de PM10 qui ne sont pas attribués à des incursions de sables du Sahara.

Que les incursions de poussières du Sahara (en anglais Sand ou Saharian Dust Event, SDE) provoquent des dépassements de limitation OPair est connu. Après l'année 2019 irréprochable qui n'avait enregistré aucun dépassement des limitations sur les

PM10, les trois années suivantes ont été nettement marquées par des SDE massifs. Selon le filtre associant un SDE aux valeurs journalières franchissant 10 µg/m³ de PM10 à la station fédérale du Jungfraujoch et à un relevé de Météosuisse l'identifiant, les dépassements journaliers d'avril 2024 aux stations RESIVAL sont associés aux sables du Sahara. Ce n'est pas le cas pour ceux de janvier à Massongex. **C'est une pollution spécifique à la région du Chablais qui est en cause pour expliquer les immisions excessives de décembre 2023 et janvier 2024**. Alors qu'en 2023 elles représentaient une non-conformité OPair à elles seules, en 2024 elles se situent dans la tolérance de 3 jours et c'est un SDE qui a causé le 4^e jour en excès menant à la non-conformité OPair réitérée.

À noter qu'à la station fédérale du Jungfraujoch 2020 a connu 12 jours de concentrations de PM10 excédant 10 µg/m³, 2021 20 jours, 2022 27 jours, 2023 26 jours et 2024 15 jours. Selon leur nombre et leur intensité, leur influence sur les niveaux de PM10 aux stations RESIVAL affecte plus ou moins leur conformité aux limitations de l'OPair.

Une analyse sur RESIVAL montre que la hausse de la moyenne annuelle de PM10 due aux incursions de poussières fines intercontinentales provoquant des niveaux journaliers de PM10 de plus de 10 µg/m³ à la station du Jungfraujoch va jusqu'à +6.5 % en 2020 (Montana), +15 % en 2021 (Les Giettes), +18 % en 2022 (Montana), +15% en 2023 (Les Giettes) et +13 % en 2024 (Les Giettes).

TABLEAU 4 - PM10, RÉSULTATS 2024

RÉGIONS	STATIONS	PM10			Plomb Moyennes annuelles Pb [ng/m ³]	Cadmium Moyennes annuelles Cd [ng/m ³]
		Moyenne annuelle [µg/m ³]	Nombre jours > 50 µg/m ³	Valeur journalière maximale [µg/m ³]		
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	Les Giettes	8.1	2	75	1.0	0.05
	Eggerberg	9.3	0	42	1.6	0.03
	Montana	8.1	0	46	0.9	0.05
RÉGION RURALE DE PLAINE	Saxon	12	1	69	1.8	0.04
CENTRE URBAIN	Sion	13	1	75	2.2	0.04
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	14	4	73	2.3	0.04
	Brigerbad	13	0	49	2.3	0.05
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. en Valais. C'est le cas des stations des Giettes et de Montana. La station d'eggerberg posée à 840 m.s.m. dans le Haut Valais présente une moyenne un peu plus élevée. Elle est plus exposée aux lacs d'air froid favorisant l'accumulation de polluants. En 2024 la pollution de l'air aux poussières fines est qualifiée de faible pour les régions rurales d'altitude. En plaine elle est modérée.

La représentation des niveaux de pollution aux PM10 diffère des conclusions ci-avant quand on considère les valeurs journalières. Leurs intervalles pour les maxima s'étend de 42 à 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en altitude et de 49 à 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en plaine. C'est similaire et l'étagement par altitude observé sur les moyennes annuelles disparaît. Dans le même ordre d'idée 2 jours ont connu un dépassement de la limitation journalière aux Giettes à 1'140 m.s.m. contre 0 à 4 jours en plaine du Rhône. Ces observations s'expliquent par les épisodes d'incursion de sables du Sahara. Les stations de montagne n'en sont pas mieux abritées.

L'air en Valais est le réceptacle de mars à mai d'épisodes de lutte contre le gel printanier nuisant à la production de fruits. Les moyens engagés à cet effet comprennent des techniques respectueuses de la qualité de l'air, notamment l'aspersion d'eau. D'autres lui sont par contre dommageables. Il s'agit essentiellement de l'usage de chaufferettes à paraffine. Elles dégagent des fumées nuisibles dispersant des suies cancérigènes. Depuis 2014 les rapports RESIVAL relatent ses observations relatives à ces événements. La station de Saxon localisée dans une zone de production arboricole assez dense est la mieux placée à cet effet. En 2024 les principales nuits de gel au sol, surgissant typiquement entre minuit et midi, ont eu lieu les 7, 11, 14 et 25 mars. Ce mois-là des bougies antigel ont été allumées produisant à

Saxon un pic de PM10 entre 1h et 11h culminant à 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 25 mars. Une seconde période a connu du gel au sol entre le 18 et le 27 avril. La station rurale de plaine a enregistré un pic entre 3h et 10h le 19 avril pointant à 280 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et un autre entre 5h et 13h le 26 avril allant jusqu'à 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sur ces épisodes la valeur journalière la plus élevée à Saxon fut de 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10 le 19 avril. Auprès de RESIVAL la limitation journalière a été respectée pendant toute la période du gel printanier.

Une étude du SEN de 2021 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). Pour des raisons de santé publique 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 Baltschieder à l'Ouest de Viège a enregistré une moyenne annuelle de PM10 de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2024. Elle est plus élevée que celles des stations RESIVAL et il s'agit d'une pollution significative. Elle a enregistré 4 valeurs journalières supérieures à la limitation de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en octobre et novembre. Deux des dépassements ont probablement été provoqués par des SDE. Les deux autres, des 20 octobre et 11 novembre, ne le sont pas. Au vu des niveaux de PM10 qui prévalaient aux deux stations fixes de RESIVAL dans le Haut Valais (Eggerberg et Brigerbad) ces jours-là, une pollution très locale doit être à l'origine de ces immissions excessives. **Sur l'année 2024 les 4 jours de dépassement de la limitation OPair à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station mobile de Baltschieder constituent une non-conformité.**

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 9) comme au niveau suisse (voir résultats du NABEL [1]). La baisse significative observée en 2024 par rapport à 2006 va de -42 % en région rurale d'altitude pour la plus modérée à -53 % en centre urbain pour celle de plus grande ampleur. En 2024 et depuis 2014 la limitation annuelle, autrement dit la valeur limite à long-terme, a été respectée sur l'ensemble

des stations RESIVAL du canton pour la onzième année consécutive. Depuis 2018 une stagnation générale des niveaux s'observe (figure 9). Les légères hausses répétées de 2020 à 2022 s'expliquent par des épisodes de fortes incursions de sables du Sahara. Depuis 2023 les résultats s'infléchissent à nouveau vers une baisse.

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. Depuis l'année 2021 des non-conformités à l'Ordonnance s'observent chaque année aux stations RESIVAL (figure 10; 2021 Saxon et Brigerbad, 2022 Montana et Brigerbad, 2023 et 2024 Massongex). Les chauffages à bois et le trafic routier de la région du Chablais pourraient bien être l'origine principale des immissions excessives enregistrées en décembre 2023 et janvier 2024.

Les sables du Sahara sont une pollution d'origine naturelle 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. D'après certaines estimations près de la moitié du transport de poussières du Sahara par voie aérienne se fait vers l'Ouest et l'Atlantique. Il représenterait un apport important de minéraux, notamment du phosphore, pour les Caraïbes et la côte Nord de l'Amérique du Sud. Une nouvelle étude parle d'une augmentation significative de la fréquence et de l'intensité des SDE. Elle serait favorisée par des sécheresses persistantes sur le Maghreb depuis 2020 et aussi du fait de situations météorologiques favorables à ce type d'incursions (voir les blogs MétéoSuisse des 5 et 27 avril 2024).

FIGURE 9 - PM10, MOYENNES ANNUELLES ET RÉGIONALES DE 1999 À 2024

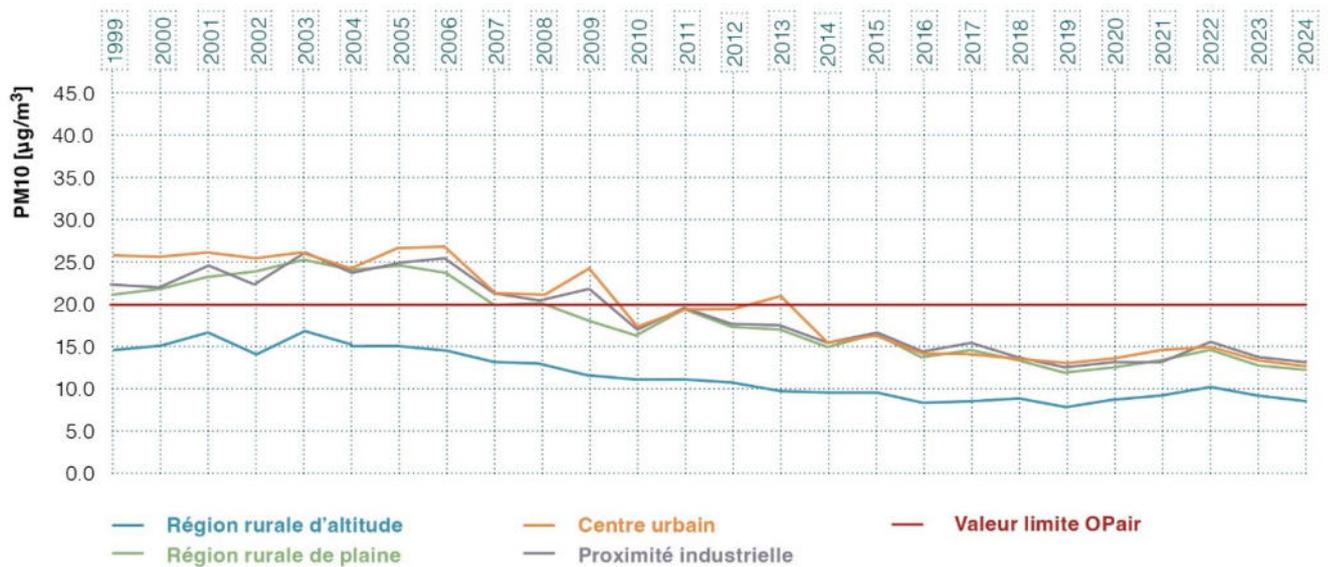
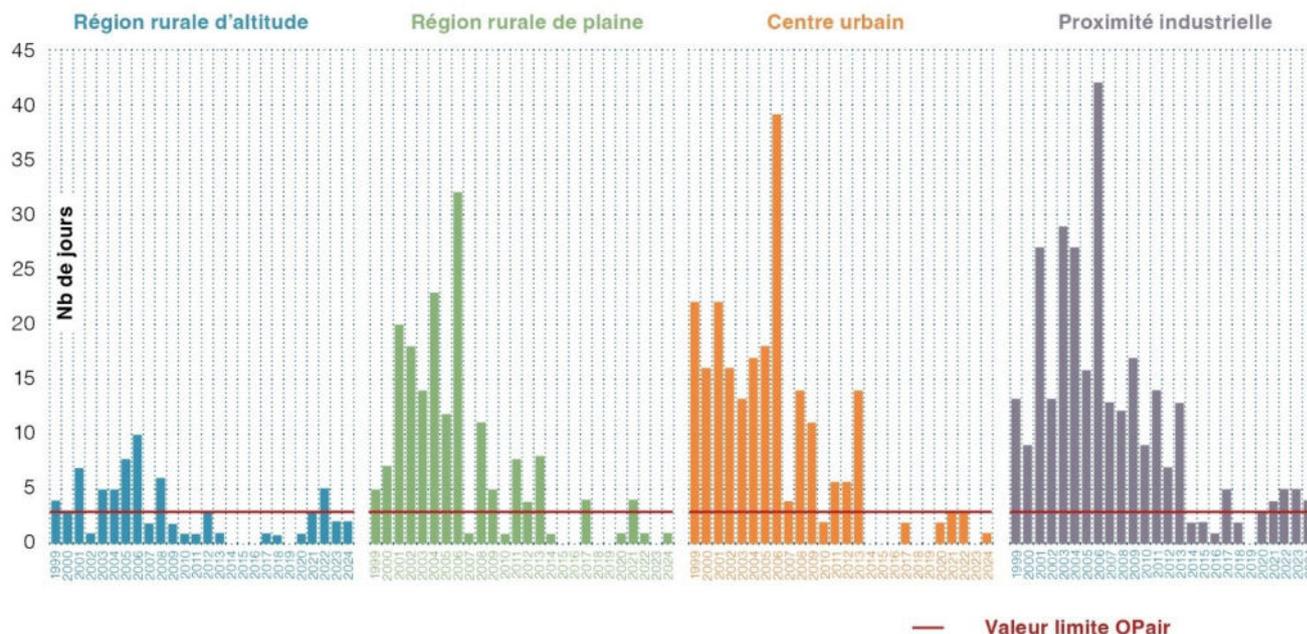


FIGURE 10 - PM10, NOMBRE MAXIMAL DE JOURS > 50 µg/m³, MAXIMA RÉGIONAUX (TRAIT ROUGE, TOLÉRANCE DE 3 J)



Selon le cadastre d'émissions un 65 % des quantités de particules fines primaires émises dans le canton en 2023 provient des phénomènes abrasifs telle l'usure des freins et des pneumatiques. Deux secteurs sont principalement impliqués : le domaine non-routier (offroad) et le trafic routier, représentant 64 % et 34 % respectivement des rejets totaux des particules fines d'abrasion.

44 % des quantités de particules fines primaires émises en 2023 dans le canton proviennent des activités du secteur non-routier par exemple sur chantiers, sur voies ferrées, en agriculture, sylviculture, carrières et gravières. Il est inclus dans le domaine 'autres sources' à la figure 8 et représente la contribution dominante. En 2023 les principales sources de PM10 primaires hors processus d'abrasion étaient, selon le cadastre, le domaine 'autres sources' (29% provenant du séchage de l'herbe, de l'incinération illégale de déchets et de divers solvants), les chauffages (27 %), la nature et les cheptels (22 %) et l'industrie (9 %). Le solde (12 %) provient du trafic routier, non-routier et aérien. La part non abrasive des poussières émises est surtout constituée de particules de combustion. Elles véhiculent des suies cancérigènes. À cet égard 97 % des rejets du domaine chauffages proviennent de ceux alimentés au bois, d'où l'importance de limiter autant que possible leurs émissions.

Les particules secondaires de PM10 sont formées dans l'air à partir de gaz précurseurs, surtout les oxydes de soufre (SO_x) et d'azote (NO_x) et l'ammo-

niac (NH₃). Ils réagissent pour produire des composés de sulfate, de nitrate et d'ammonium, en d'autres termes des aérosols inorganiques secondaires. L'oxydation de composés organiques volatils (COV) produit des composés moins volatils, soit des aérosols organiques secondaires. En plaine les niveaux de pollution ambiante entre ville et campagne sont plus proches pour les PM10 (figure 9) que pour le dioxyde d'azote (figure 21). En tant que polluant secondaire formé par l'oxydation du NO dans l'air, le NO₂ 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 par l'OPair en particulier les chauffages à bois, les moteurs stationnaires, les machines diesel mobiles de chantier ou d'autres exploitations.

La réduction des teneurs en soufre dans les combustibles et les carburants à l'origine de SOx, l'usage de filtres à particules sur les effluents gazeux de chaudières, moteurs et fours ainsi que les combustions optimisées des chauffages à bois favorisent significativement la diminution de niveaux de PM10 atmosphériques. Par contre les émissions primaires causées par l'usure des freins, des pneumatiques, des routes et autres processus d'abrasion dans le trafic routier et le secteur offroad ne baissent pas en quantités annuelles selon le cadastre.

Les niveaux des métaux lourds, plomb et cadmium, dans les PM10 sont très largement en dessous des valeurs limites annuelles (figures 11 et 12). 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 11 - PLOMB EN ng/m³ DANS LES PM10 DE 2001 À 2024, MOYENNES RÉGIONALES

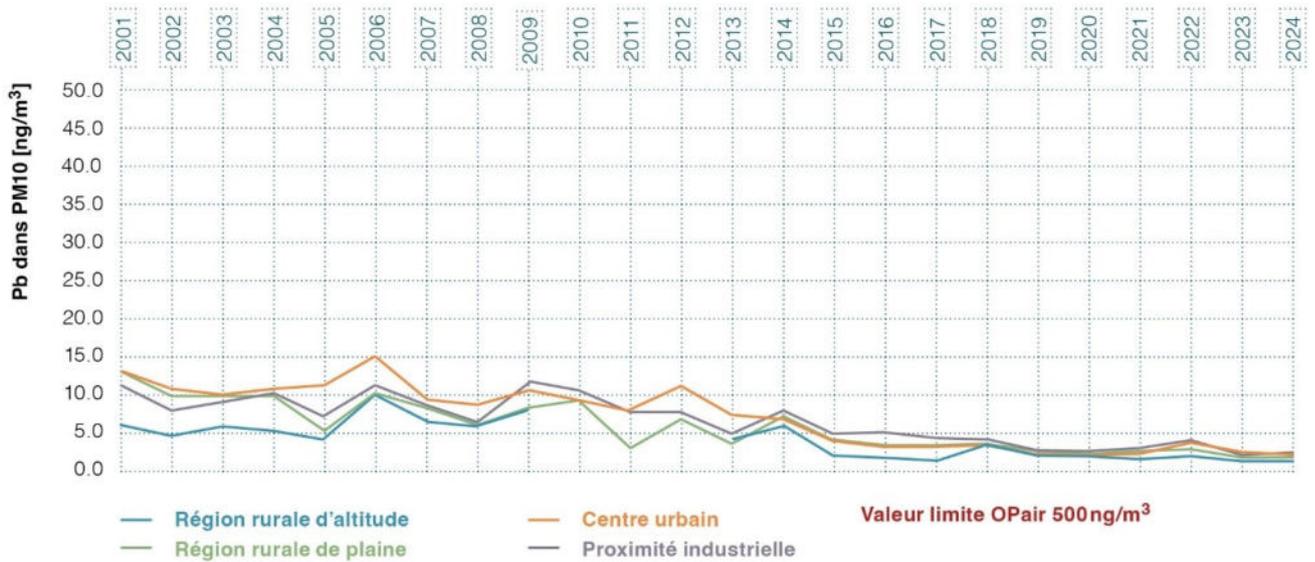
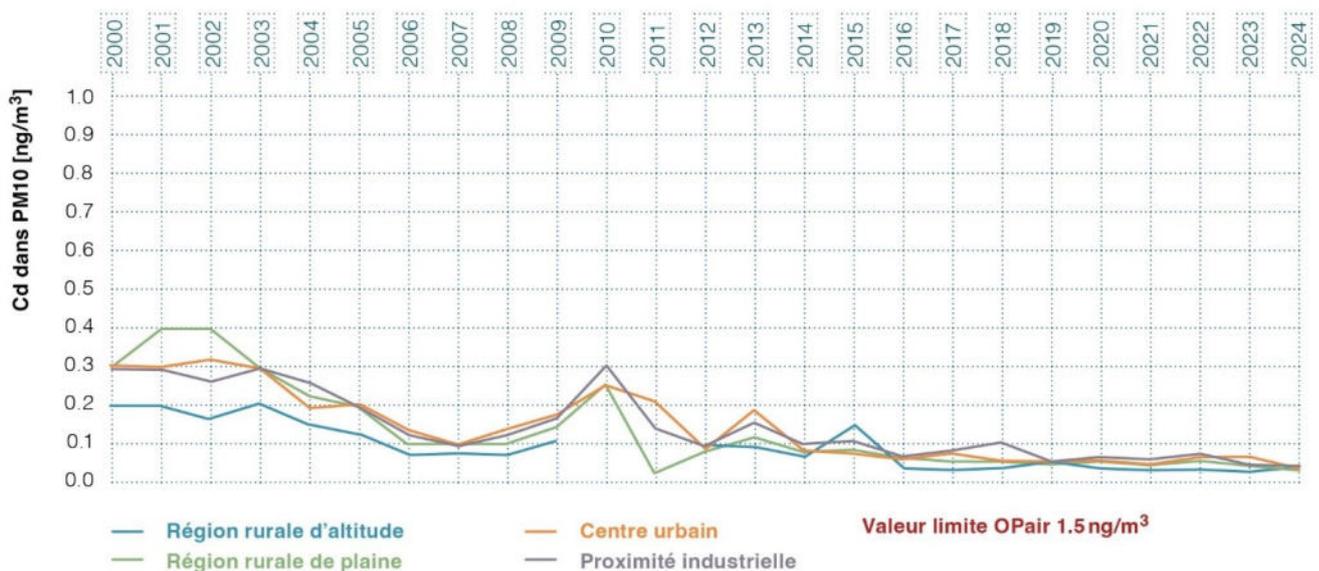


FIGURE 12 - CADMIUM EN ng/m³ DANS LES PM10 DE 2001 À 2024, MOYENNES RÉGIONALES (valeur limite : 1.5 ng/m³)



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 de benzène. La fumée du tabac en contient également.

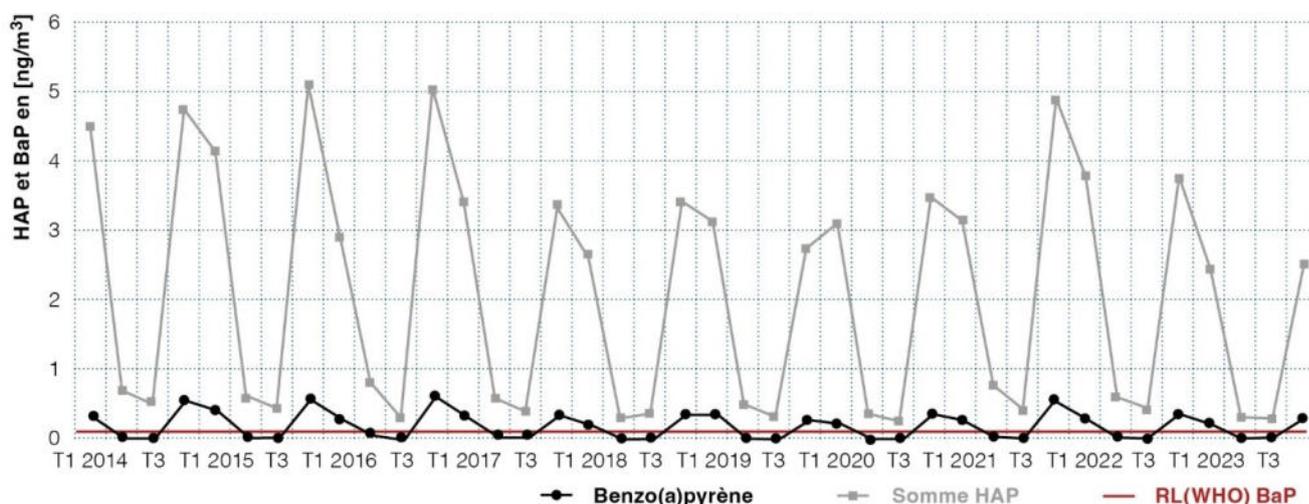
L'EMPA caractérise annuellement 11 HAP séparément depuis 2006 à la station fédérale de Sion [2]. Les deux HAP limités en classe cancérigène dans l'OPair, le dibenzo(a,h)anthracène (DahA) et surtout le benzo(a)pyrène (BaP) contribuent pour 65 % à 70 % à la toxicité globale des HAP dans les PM10. Une valeur limite annuelle de 1 ng/m³ a été proposée pour le BaP (directive européenne 2004/107/EC). Elle est respectée depuis le début des mesures quoiqu'en 2006 la valeur en était proche.

L'OMS a fixé le niveau de référence (RL) du BaP à 0.12 ng/m³ 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'une personne sur 100'000. La Suisse n'a pas de valeur limite pour les substances cancérigènes mais un devoir de réduction s'applique. Selon une expertise juridique l'objectif de protection inscrit dans la LPE (loi fédérale sur la protection de l'environnement) est réputé garanti lorsque le risque n'est guère identifiable en raison d'influences anthropogènes. Un risque de cancer égal à 1 cas pour 1 million de personnes exposées est estimé quasiment insignifiant [3].

Depuis le début des mesures les valeurs pour Sion sont nettement supérieures au niveau RL. En 2023 la valeur de 0.14 ng/m³ est en excès de 17 %. C'est la plus basse concentration depuis 2014. La figure 13 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 2023 était de 1.4 ng/m³ pour une moyenne annuelle de 15.7 µg/m³ de PM10 à la station NABEL placée à 25 m de l'autoroute A9 et à proximité de l'aéroport de Sion (RESIVAL Sion centre-ville 2023: 13 µg PM10/m³). Il y avait donc 0.009 %-masse de HAP dans les PM10 en 2023. Cette proportion est modérément variable et oscille de 0.009 à 0.015 % de 2017 à 2023. La toxicité majeure des HAP tient à une présence minime dans les poussières fines en suspension. Par rapport aux suies (carbone élémentaire) présentes dans les poussières fines PM10 la part de HAP dans celles-ci est d'environ 0.4% (voir le chapitre 6.3 pour la part de PM2.5 dans les PM10 et le chapitre 7 pour la part de suies (CE) dans les PM2.5).

À noter que la concentration de PM10 provenant d'une autoroute diminue d'environ 15% dans la distance de 40 m à plus de 500 m de celle-ci [4]. À l'encontre de la station RESIVAL de Sion, à 1.3 km de l'A9, la contribution autoroutière pourrait être encore significative. Mais elle est vraisemblablement très minoritaire dans la concentration annuelle enregistrée sur les PM10 au vu de la dispersion de la pollution et de l'axe principal des vents.

FIGURE 13 - RÉSULTATS 2014 - 2023 POUR LES HAP ET LE BENZO(A)PYREN À LA STATION NABEL DE SION



6. POUSSIÈRES FINES – PM2.5

6.1. Portrait

Les poussières 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 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. Les conséquences sanitaires des PM10 et des PM2.5 sont relativement similaires. Une charge excessive prolongée contribue à des pathologies cardiovasculaires ou à des troubles neurodégénératifs (démence) [5]. Une causalité de morts prématurées est établie entre la pollution à long terme aux poussières fines et le cancer du poumon ainsi que les maladies cardiovasculaires et respiratoires, voire d'autre type. Les évaluations de santé publique mènent à une centaine de morts prématurées par an en Valais à cause de la pollution aux PM2.5. Pour le niveau de pollution actuel en plaine du Rhône, de concentration annuelle entre 7.5 et 10 µg/m³, de 7 à 14 ans de durée de vie sont perdus en moyenne par individu victime de cette nuisance.

En Valais les émissions de particules primaires de PM2.5 représentent 155 tonnes en 2023 soit 37 % des rejets de PM10. Le trafic motorisé contribue avec 28 % des émissions, les chauffages avec 17 %, les autres sources avec 47 % (figure 14). Le secteur industriel a été évalué pour 2023 et représente 6 % des émissions.

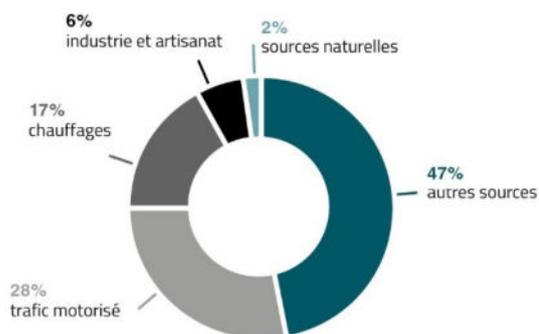
PARTICULES FINES PM2.5 - EN UN CLIN D'ŒIL	
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	👍 Bonne
RÉGION RURALE DE PLAINE	👍 Bonne
CENTRE URBAIN	👍 Bonne
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	👍 Bonne

En Valais les transports routiers et ferroviaires, les chantiers de construction, les rejets condensés de solvants organiques représentent selon le cadastre plus de la moitié des sources de PM2.5 primaires. La contribution relative des poussières fines secondaires est plus élevée que dans les PM10. La composition chimique de ces deux fractions est toutefois similaire.



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

FIGURE 14 - EMISSIONS DE PM2.5 PRIMAIRES EN VALAIS EN 2023



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).

6.2. Résultats 2024

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 qui était alors fixée par l'OMS à 10 µg/m³. L'organisation mondiale prescrivait de surcroît une limitation journalière à 25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de trois jours par année. Depuis 2021 les nouvelles lignes directrices de l'OMS fixent à 5 µg/m³ la limitation annuelle et à 15 µg/m³ celle journalière à ne pas dépasser plus de trois fois par an. En 2023 la CFHA a rendu un rapport recommandant d'adopter ces valeurs limite dans l'OPair [5].

Depuis 2023 les mesures de PM2.5 se font à l'aide de la gravimétrie HVS et d'analyseurs en continu à toutes les stations fixes de RESIVAL.

La limitation OPair annuelle est nettement respectée en 2024 à toutes les stations RESIVAL. Au regard de celle préconisée par l'OMS depuis 2021 seule la station des Giettes la respecte quoiqu'à la limite.

En termes de valeurs journalières les limitations recommandées par l'OMS jusqu'à 2021 sont dépassées en plaine sauf à Sion et Brigerbad, qui se situent dans la tolérance. En adoptant les nouvelles directives OMS de 2021, aucune station RESIVAL respecte la limitation journalière recommandée.

TABLEAU 5 - PM2.5, RÉSULTATS 2024

RÉGIONS	STATIONS	PM2.5			
		Moyenne annuelle [µg/m ³]	Nombre jours > 25 µg/m ³ (a)	Nombre jours > 15 µg/m ³ (b)	Valeur journalière maximale [µg/m ³]
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	Les Giettes	4.9	3	9	20
	Eggerberg	5.7	0	8	36
	Montana	5.2	3	8	41
RÉGION RURALE DE PLAINE	Saxon	8.4	7	38	37
CENTRE URBAIN	Sion	7.2	3	17	37
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	8.4	9	34	62
	Brigerbad	7.4	1	28	25
NORME OPAIR		10			
NORME OMS		5	3	3	15

(a) jusqu'à 2021, (b) depuis 2022

En 2024 7 jours comportant des incursions de sables du Sahara validées par MétéoSuisse ayant provoqué une concentration de plus de 5 µg/m³ de PM10 à la station fédérale du Jungfrauoch et couplées à un dépassement du niveau de 15 µg/m³ de PM2.5 à une station RESIVAL sont recensés. Ils sont survenus les 28 et 29 février, les 8, 29 et 30 avril, le 19 juin et le 8 septembre. Par station de mesure ils peuvent expli-

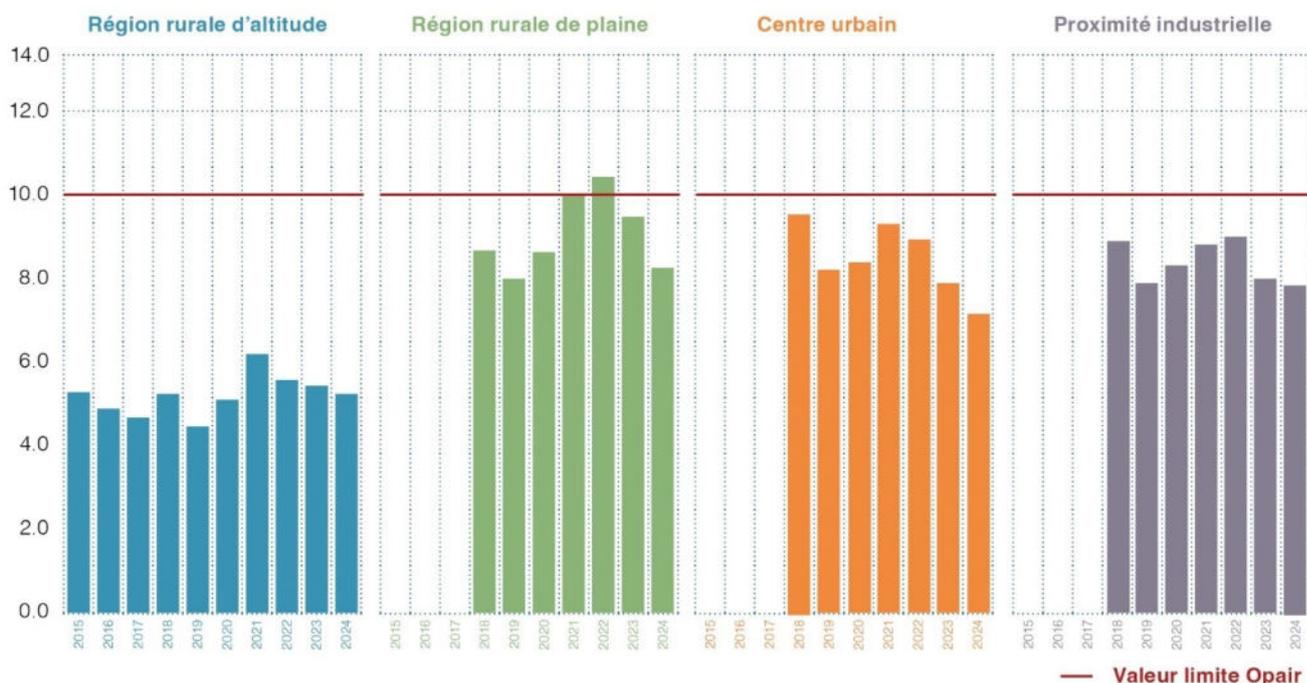
quer jusqu'à la moitié des dépassements de la limitation journalière recommandée par l'OMS, soit 3 jours aux Giettes, 4 jours à Massongex, 3 jours à Saxon, 5 jours à Sion, 4 jours à Montana, 4 jours à Brigerbad et 2 jours à Eggerberg. Aux stations de plaine les pics journaliers de PM2.5 supérieurs à 1.5 fois la limitation annuelle OPair à 10 µg/m³ sont majoritairement dus, à plus des deux tiers, à des sources régionales de pollution.

6.3. Evolutions des immissions

Depuis 2018 la limitation OPair annuelle est respectée à toutes les stations RESIVAL (figure 15) sauf en 2022 en région rurale de plaine où le résultat la dépasse légèrement. En 2021 et en 2023 il se situait dans l'intervalle de tolérance proche de la limite. La pollution aux PM2.5 est significative aux stations de

plaine sauf en 2024 à Sion où elle est modérée. En altitude elle est faible à modérée. Excepté en centre urbain où une tendance à la baisse semble se dessiner, les niveaux de PM2.5 sont relativement stables ces sept dernières années en régions rurales et de proximité industrielle.

FIGURE 15 - PM2.5 2018-2024, MOYENNES ANNUELLES ET RÉGIONALES EN µg/m³



Le ratio annuel [PM2.5]/[PM10] était déterminé jusqu'en 2022 afin d'évaluer les moyennes annuelles de PM2.5 aux stations des Giettes et d' Eggerberg qui n'était pas dotées de capteur HVS pour ce polluant. Depuis 2023 ce calcul n'est plus nécessaire. Toutefois l'évaluation du ratio est une information utile pour situer la part des particules dites grossières, de 2.5 à 10 microns de diamètre, dans les poussières fines. En Valais elles sont indicatives des poussières minérales dans l'air, favorisées par les conditions sèches du canton. À proximité d'axes de trafic soutenu elles reflètent les particules dégagées par l'abrasion et l'effet de tourbillonnement [1].

Les résultats journaliers du ratio sont déterminés soit directement par les valeurs de la méthode gravimétrique de référence (HVS), soit au moyen de celles des analyseurs en continu corrigées par les valeurs

HVS. Depuis 2023 il est calculable à toutes les stations fixes de RESIVAL. En moyenne depuis le début des mesures il s'échelonne, par station, de 0.6 à 0.7. Le ratio général obtenu pour les sept stations valaisannes est [PM2.5]/[PM10] = 0.63. Sur le plateau suisse le ratio moyen est d'environ 0.7 (70%) [1].

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 (PM2.5/PM10 = 0.37, 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 71 % 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 cardiovasculaire. 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 (voir chap. 5.3), qu'elles véhiculent.

Les valeurs de CE publiées jusqu'au rapport pour 2017 étaient basées sur les résultats de BC. Il était déterminé en continu dans les PM1 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. La valeur cible d'hygiène de l'air étant une moyenne annuelle, une nouvelle méthode a été mise en œuvre depuis 2018. Elle 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

TABEAU 6 - CARBONE ÉLÉMENTAIRE (CE), RÉSULTATS 2024

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	0.30	0.94

FIGURE 16 - CE, MOYENNES ANNUELLES DE 2008 À 2024

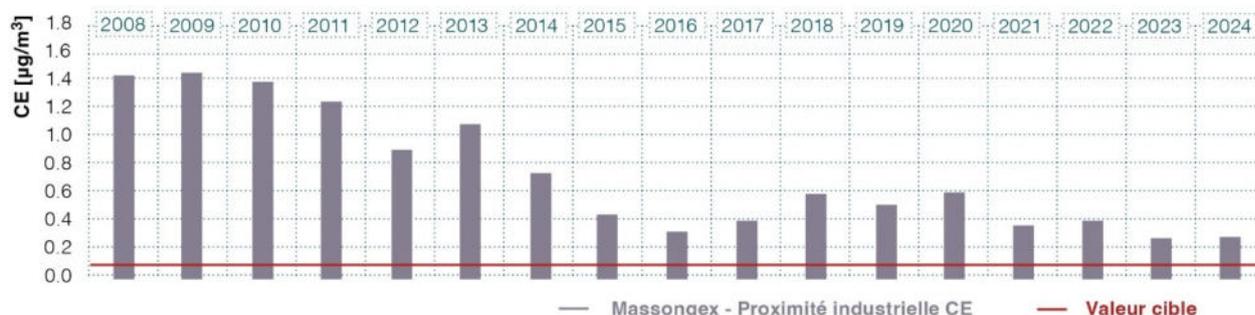
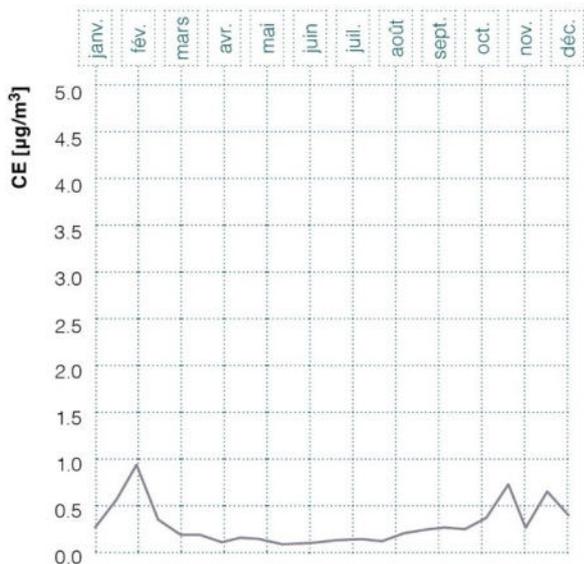


FIGURE 18 - CE EN 2024 À MASSONGEX



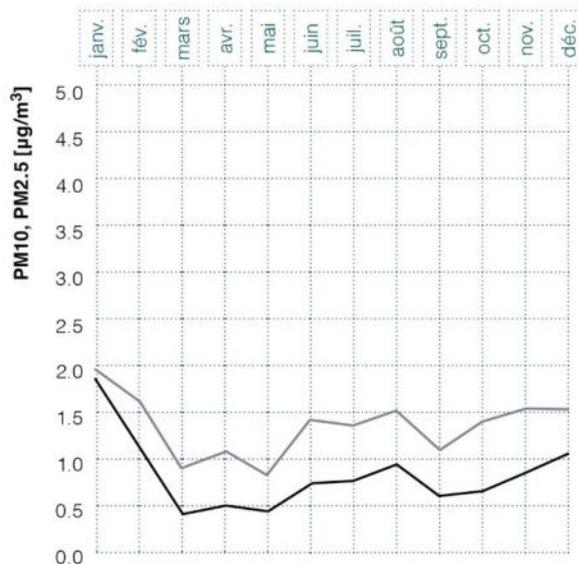
Un examen des séries temporelles en 2024 pour le CE en valeurs semi-mensuelles (figure 17) et pour les PM10 (trait supérieur) et PM2.5 (trait inférieur) en moyennes mensuelles (figure 18) montre quelques similitudes de comportement. Dans les trois cas le premier et le quatrième trimestres connaissent les niveaux les plus élevés, favorisés par les lacs d'air froid en plaine. Le creux estival n'est guère marqué en 2024 sauf pour le CE d'avril à mi-août. Pour les trois types de polluant c'est le second trimestre qui a connu les plus bas niveaux. Le rapport CE/PM2.5 annuel de 3.6 % est le plus bas depuis 2018. La valeur la plus élevée a été enregistrée en 2020 avec 7.5 %.

Les épisodes d'incursions de sables du Sahara (SDE) influencent à la hausse les concentrations de PM10 et dans une moindre mesure de PM2.5 sans guère affecter celles du CE. Les mois de février 2021 et de mars 2022 ont connu de fortes incursions SDE, et le rapport CE/PM2.5 était de 3.5 % et 3.6 % respectivement. La contribution relative du CE, qui est de nature organique, s'affaiblit alors par rapport à celle augmentée des poussières minérales. En 2023 et en 2024 c'est surprenant que le rapport CE/PM2.5 annuel soit proche de celui de février 2021 et mars 2022. Des incursions SDE modérées mais répétées sur l'année, 148 épisodes recensés par MétéoSuisse en 2024, peuvent équivaloir à des incursions plus brèves mais nettement plus intenses et massives.

Le rapport annuel PM2.5/PM10 s'est situé pour sa part à 59 %, un niveau à peu près invariant depuis 2020.

Le foehn apporte des masses d'air d'altitude peu polluées en poussières fines, comme l'attestent les mesures du Jungfrauoch et des Giettes hors épisodes de SDE marqués. L'année 2024 a été riche de ce vent (voir blog MétéoSuisse du 19 novembre 2024).

FIGURE 17 - PM10 - PM2.5 EN 2024 À MASSONGEX



Par le brassage avec l'atmosphère proche du sol le foehn abaisse les niveaux de poussières fines en plaine. Combiné aux pluies le nettoyage est d'autant plus efficace. L'année 2024 a été bien fournie par ces deux phénomènes. Comme le CE est déterminé dans les poussières en suspension et que ses concentrations sont amoindries proportionnellement à celles des PM10 et PM2.5, ce n'est guère étonnant que le résultat de 2024 compte parmi les plus basses valeurs.

Les résultats de CE varient de 0.29 à 0.61 µg/m³ ces cinq dernières années (figure 16). Depuis 2008 ils ont toujours été plus de 2.5 fois supérieures à la valeur cible optimale de 0.1 µg/m³ selon la CFHA [4]. Elle a recommandé de réduire à 2023 les concentrations de suies à proximité des sources d'émissions à maximum 20 % de leurs valeurs pour 2013. Le site de Massongex accusait une concentration de 1.1 µg/m³ cette année-là. Le but était alors d'atteindre une valeur maximale de 0.22 µg/m³ en 2023. Les résultats pour 2023 et 2024 sont 1.3 et 1.4 fois supérieurs. L'objectif n'est pas atteint quoiqu'avec un excès modéré.

Le long des routes fortement fréquentées le CE constitue environ 6 % de la concentration massique des PM2.5. Aux endroits qui ne sont pas directement exposés au trafic cette part est en dessous de 5 % [1]. Le ratio CE/PM2.5 moyen de 3.6 % en 2024, et en dessous de 5 % depuis 2021, situe la station RESIVAL de Massongex dans cette dernière catégorie. 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 ce fort axe routier. Le trafic de la route cantonale proche n'est pas assez intense pour l'équivaloir.

8. DIOXYDE D'AZOTE – NO₂

8.1. Portrait

Le terme d'oxydes d'azote (NO_x) regroupe le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Le NO est un gaz incolore, inodore et insipide alors qu'à haute concentration le NO₂ se présente sous forme d'un gaz rougeâtre irritant et d'odeur piquante.

Les NO_x résultent essentiellement des combustions à hautes températures. Ils contiennent d'ordinaire une minorité de NO₂. Leurs sources englobent les installations de chauffage, les fours, par exemple d'incinération de déchets, et les véhicules à moteur thermique. Le NO émis se transforme rapidement en NO₂ au contact des oxydants de l'air ambiant, notamment l'ozone.

Des NO_x c'est le NO₂ 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 NO₂ 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 NO₂ proche de 18 µg/m³.

Les oxydes d'azote associés aux COV participent à la formation photochimique de l'ozone dans l'air 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.

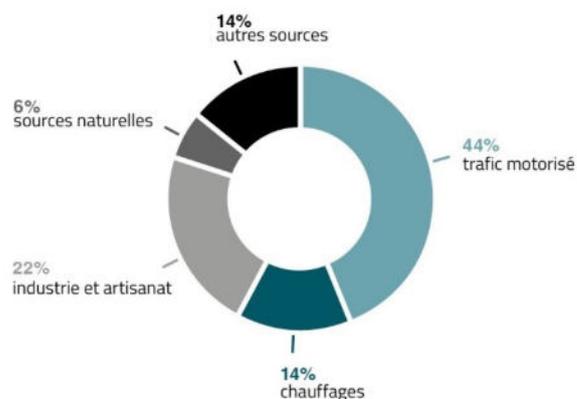
NO ₂ - EN UN CLIN D'ŒIL	
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	 Bonne
RÉGION RURALE DE PLAINE	 Bonne
CENTRE URBAIN	 Bonne
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	 Bonne

Selon le cadastre cantonal les émissions de NO_x se montaient à 1'891 tonnes en 2023 (figure 19). Les brûleurs low-NO_x, 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_x, favorisent la baisse des émissions de NO_x.



Le trafic motorisé constitue 44 % des émissions de NO_x

FIGURE 19 - NO_x, ÉMISSIONS EN 2023 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 2024

La valeur limite OPair pour la moyenne annuelle fixée à 30 µg/m³ est 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 A9 à 25 m de cette dernière. La moyenne annoncée sur 2024 est de 23 µg/m³. Elle est la plus basse depuis 1999 à cet endroit. La moyenne annuelle du RESIVAL était de 66 à 69 % de la valeur NABEL de 2016 à 2019. Depuis 2020 elle représente 71 à 74 %. En valeurs journalières les deux stations montrent des profils temporels similaires parce que les conditions de dispersion de la pollution dans l'air sont à peu près les mêmes aux deux endroits de mesure de l'agglomération sédunoise.

En 2024 la commune urbaine de Sion demeure au premier rang des endroits les plus chargés en NO₂ en Valais avec une moyenne annuelle de 17 µg/m³ auprès de RESIVAL. Ailleurs en plaine et en altitude l'air cantonal est largement moins affecté, sauf à la station de Brigerbad qui détient le record RESIVAL de la valeur journalière la plus élevée en 2024 avec 60 µg/m³. Cette valeur a été atteinte le 30 décembre. La station fédérale de Sion occupe cependant la première place avec un maximum journalier de 62 µg/m³ enregistré le 31 décembre. De hautes pressions ont prévalu en plaine du Rhône de Brig à Sion lors des derniers jours de décembre (975 mbar à Sion, 955 mbar à Viège) et le vent journalier était inférieur à 5 km/h. Ces conditions ont favorisé l'accumulation de la pollution.

Les résultats sur la fréquence cumulée à 95 % qui disqualifie les plus hautes pointes de pollution pour fixer un plafond autorisé à 100 µg/m³ 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 47 et 43 µg/m³ sont comme d'habitude les plus élevées. Les deux autres stations de plaine ont des valeurs de 28 et 36 µg/m³ supérieures à celles des stations d'altitude échelonnées de 6 à 24 µg/m³. La plus basse valeur revient aux Giettes qui est le poste le plus à l'écart de sources majeures de NO_x. Eggerberg station située près de deux cents mètres en dessus de la localité de Viège où se trouve une importante zone industrielle accuse un niveau augmenté à 19 µg/m³. La cabine de mesure de Montana proche d'une route cantonale à l'Est et au Nord et en marge d'une grande station touristique valaisanne détient la plus haute valeur d'altitude avec 24 µg/m³.

L'OPair comporte également une valeur journalière maximale de 80 µg/m³ à ne pas dépasser plus d'une fois par année. Elle n'a été franchie à aucune station RESIVAL (tableau 7) comme depuis 2018. l'OFEV n'annonce aucun dépassement de cette limitation à la station NABEL de Sion-Aéroport-A9 depuis 2022. Compte tenu de la tolérance d'un jour d'excès les normes OPair sur les immissions de NO₂ sont intégralement respectées en Valais depuis 2020 tant auprès de RESIVAL qu'à la station fédérale proche de l'autoroute à Sion.

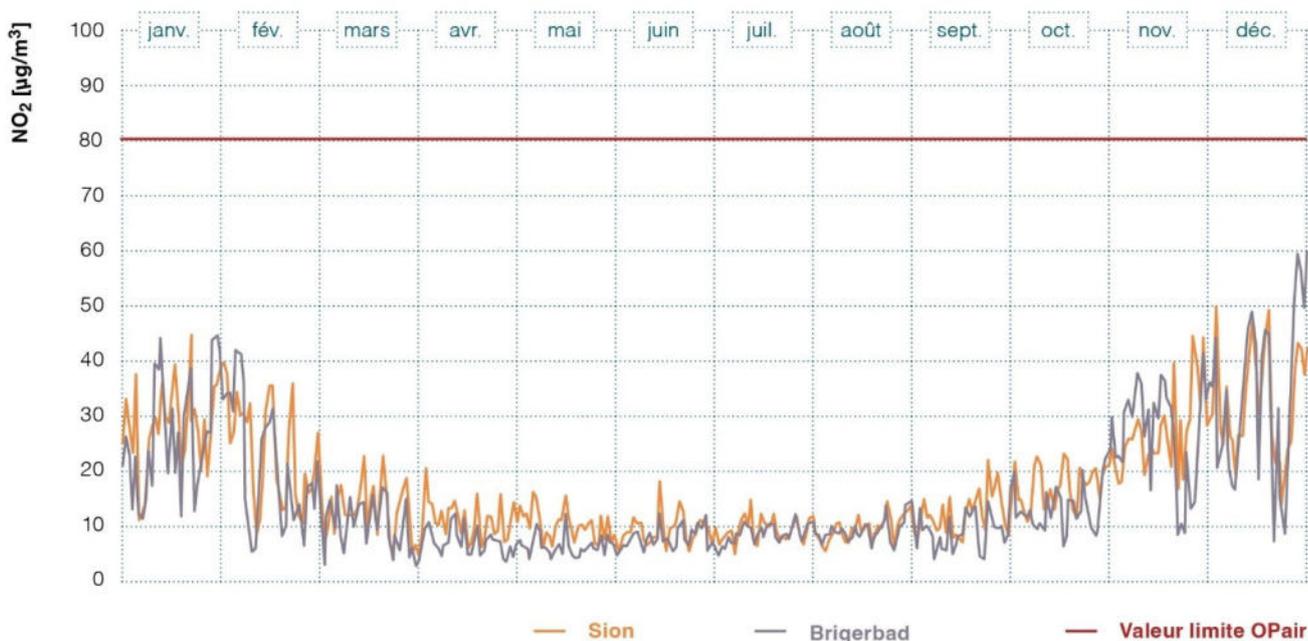
TABLEAU 7 - NO₂, RÉSULTATS 2024

RÉGIONS	STATIONS	NO ₂			
		Moyenne annuelle [µg/m ³]	Valeurs à 95 % [µg/m ³]	Nombre de jours > 80 µg/m ³	Valeur journalière maximale [µg/m ³]
RÉGION RURAL D'ALTITUDE	Les Giettes	2.1	6.1	0	11
	Eggerberg	6.8	19	0	27
	Montana	7.5	24	0	40
RÉGION RURAL DE PLAINE	Saxon	12	36	0	40
CENTRE URBAIN	Sion	17	43	0	50
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	10	28	0	34
	Brigerbad	15	47	0	60
NORME OPAIR		30	100	1	80

La figure 20 montre le très net respect de la valeur limite journalière l'année passée auprès des deux stations RESIVAL connaissant d'ordinaire les plus hautes concentrations journalières. À la station urbaine de Sion 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 de novembre à février. La stabilité des lacs d'air froid n'est plus perturbée par la chaleur renvoyée du sol. Ils forment une chape qui piège la pollution atmosphérique, et parfois aussi de mauvaises odeurs.

FIGURE 20 - NO₂, MOYENNES JOURNALIÈRES À SION ET BRIGERBAD EN 2024



8.3. Evolution des immissions

La moyenne annuelle de dioxyde d'azote apporte en 2024 des records de qualité de l'air (figure 21). Les valeurs de centre urbain, de proximité industrielle et des régions rurales sont les plus basses depuis le début des mesures en 1990. Par rapport à la limitation de l'OPair les niveaux de pollution correspondants sont faibles excepté en centre urbain où ils sont modérés. Sur l'ensemble des régions types les diminutions de concentration de NO₂ s'échelonnent pour 2024 au regard de 2006, marquant le début des diminutions importantes, de -50 % en proximité industrielle à -57 % en centre urbain.

En 2021 l'OMS a proposé aux Etats d'abaisser la valeur limite annuelle de NO₂ à 10 µg/m³ (au lieu de 30 µg/m³ actuellement dans l'OPair). Cet objectif est déjà atteint et nettement respecté aux stations RESIVAL d'altitude. Sur la base du taux de diminution des moyennes annuelles depuis 2014 aux stations de plaine, la cible OMS serait atteinte en 2027 ou en

2028 en régions rurale et de proximité industrielle, et en 2031 en centre urbain.

À Sion une importante évolution à la baisse est observée depuis 2011 (-48 %). À cet endroit les quantités annuelles de précipitations ont augmenté de 27% en tendance moyenne depuis 2011 (voir tableau 2). Ce constat va dans le sens d'un effet du réchauffement climatique réputé augmenter l'ampleur des averses, surtout 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 NO₂ s'observent. Sa solubilisation dans l'eau de pluie 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 douze heures par processus sec. Or la progression pluviométrique observée à Sion n'est pas proportionnée à la diminution

de 46 à 48 % des niveaux de NO₂ à la station urbaine en 2023 et 2024 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_x. La baisse globale de près de 2'832 tonnes de NO_x émis en moins en

2023 par rapport à 2006, soit une diminution de 60 %, provient pour 48% du trafic routier (-1'365 to) et pour 36 % de la grande industrie (-1'019 to). L'arrêt des activités de la raffinerie de Collombey au printemps 2015 a fortement contribué au taux important de baisse dans le domaine industriel. Pour les autres domaines le secteur non-routier (offroad) contribue pour 11 % à la baisse (-304 to) et les chauffages pour 5 % (-146 to).

FIGURE 21 - NO₂, MOYENNES ANNUELLES ET RÉGIONALES DE 1990 À 2024



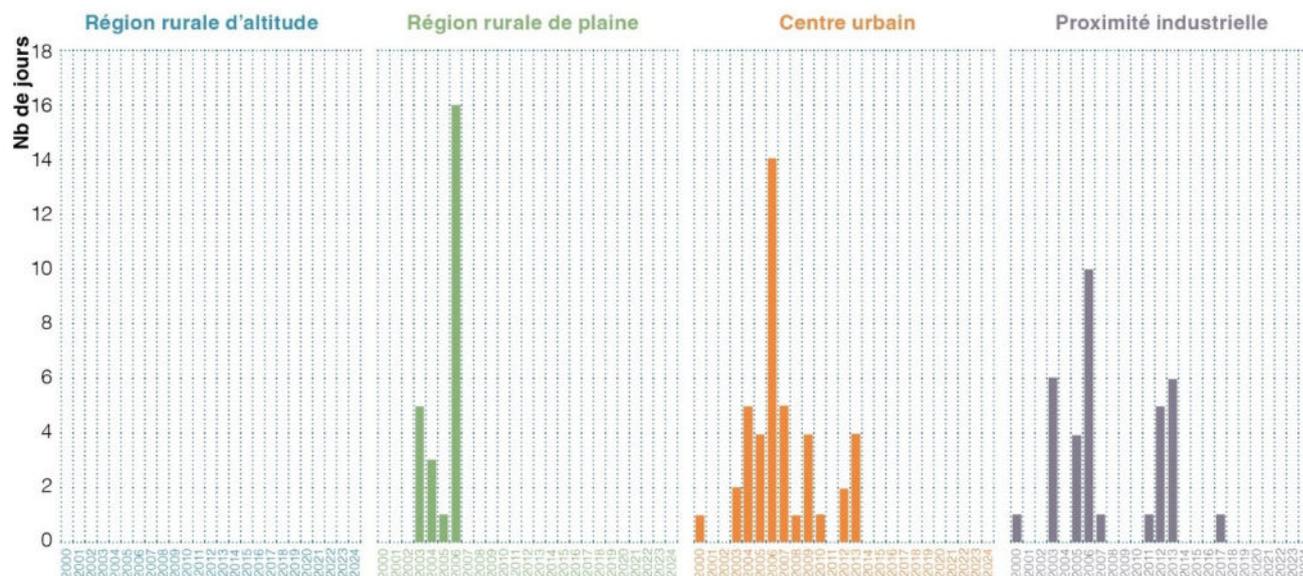
Pour réduire davantage les concentrations de NO₂ dans l'air ambiant les mesures les plus significatives sont à prendre dans les domaines du trafic routier, de l'industrie et des chauffages (figure 19). En 2010 les voitures de tourisme (VT) émettaient 53 % des émissions de NO_x sur routes selon la plus récente étude de l'OFEV sur ce domaine [6]. Elle pronostique qu'en 2025 sa part sera de 70 % contre 8.8 % revenant aux poids lourds (PL). Selon le cadastre d'émissions pour le Valais en 2023 ces parts reviennent pour 72 % aux VT et pour 9 % aux PL dans le trafic routier. Un important potentiel de diminution des rejets d'oxydes d'azote se trouve dans la flotte des véhicules de tourisme et de livraison, qui représentent 40 % des émissions totales de NO_x en Valais.

Les émissions routières de NO_x sont dominées par les véhicules diesel. En 2015 ils émettaient 88 % du total. L'étude de l'OFEV [6] estime qu'en 2025 ils émettront encore 87 % du total sur routes. Ce document avise en particulier que le renforcement des prescriptions sur les gaz d'échappement depuis la fin des années 1990 a certes permis de réduire sensiblement les émissions de monoxyde de carbone,

d'hydrocarbures, d'oxydes d'azote et des particules de combustion, mais que la poursuite de baisses substantielles à l'avenir dépend significativement de la croissance de la part de véhicules électriques. Par ailleurs l'étude souligne l'attention accrue qu'il convient de porter aux émissions de particules fines issues de l'usure des pneus, des freins et des routes ainsi que du tourbillonnement.

Depuis le début des mesures l'année 2006 demeure la plus chargée en nombre de dépassements de la valeur limite journalière sur le NO₂ (figure 22). Cette année fut caractérisée par une situation météorologique stable et prolongée en janvier et février ayant favorisé des niveaux inhabituellement hauts de pollution au NO₂ 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'O'Pair et cette norme est donc respectée depuis plus de dix ans.

FIGURE 22 - NO₂, NOMBRE MAXIMUM DE DÉPASSEMENTS DE LA NORME JOURNALIÈRE DE 2000 À 2024



Les réductions de NO_x peuvent contribuer à réduire les niveaux d’ozone à condition que la région affectée soit caractérisée par un régime chimique dit «NO_x-limité». Le SEN estime qu’il faudrait diminuer les niveaux de NO_x à moins de 5 ppb pour l’atteindre. En 2024 le niveau de NO_x se situait en moyenne à 22 ppb à la station Nabel de Sion proche de l’autoroute. Seul un 3 % des jours a connu un niveau inférieur à 5 ppb, lors de 11 journées allant de mars à août. Pendant celles-ci la valeur horaire maximale d’ozone est toujours restée inférieure à 120 µg/m³, la valeur limite de l’OPair en moyenne sur une heure. Ce constat suggère que son respect en tout temps peut être atteint en réduisant drastiquement les niveaux de NO_x dans l’air.

Les nouvelles directives de l’OMS [5] préconisent d’abaisser la limitation annuelle du NO₂ de 30 à 10 µg/m³ et celle sur une journée de 80 à 25 µg/m³ par rapport aux valeurs limites OPair actuelles. Ces con-

centrations correspondent à 5.2 ppb en moyenne annuelle et à 13 ppb en moyenne journalière en conditions normalisées. Le respect de ces valeurs maximales assurerait mieux le maintien en régime «NO_x-limité» dans la problématique de la formation de l’ozone lors de la saison estivale.

À noter que les biocarburants et les biocombustibles auraient un effet positif contre le réchauffement climatique (CO₂ neutre) mais n’amélioreraient guère la situation en termes d’émissions d’oxydes d’azote si ces derniers ne sont pas éliminés des effluents gazeux. En effet les NO_x 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. Ils sont aussi synthétisés lors de la combustion des composés azotés contenus dans la biomasse et les produits pétroliers. Seul le biogaz n’en contient pas et rejette un CO₂ neutre, comme d’autres technologies telle la propulsion à l’hydrogène au moyen de piles à combustible.

9. AMMONIAC – NH₃

9.1. Portrait

L'ammoniac (NH₃) 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 NH₃ atmosphérique est l'élevage d'animaux de rente surtout par les déjections du bétail dans les étables puis leur stockage ainsi que par l'épandage d'engrais de ferme. Les procédés industriels peuvent également dégager des quantités importantes de ce polluant.

Le NH₃ 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'ammonium et de nitrates. La pluie et les poussières sédimentées sont des vecteurs de ces retombées. Les dépôts d'azote sont trop importants dans certains écosystèmes et menacent la biodiversité de ces zones, notamment par la sur-fertilisation. Elle conduit à un développement accru des espèces nitrophiles au détriment d'autres plantes plus rares adaptées aux milieux pauvres en azote. En milieu forestier ces dépôts en excès affectent la croissance des arbres et induisent une résistance amoindrie face aux insectes ravageurs et à la sécheresse. L'accroissement d'ammonium dans les sols peut mener à une production accrue de protoxyde d'azote (N₂O), un puissant gaz à effet de serre.

NH ₃ POUR LES PLANTES SUPÉRIEURES - EN UN CLIN D'ŒIL		
Vionnaz (région rurale de plaine, 2024)		Moyenne
Sion (zone A9-aéroport, 2024)		Moyenne
Viège (zone rurale, 2024)		Bonne

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

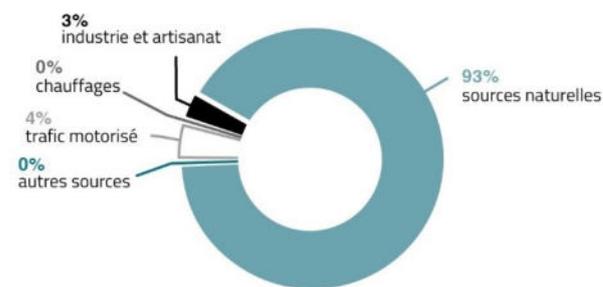
critique du NH₃ est de 1 µg/m³ pour les lichens et les mousses du fait de leur plus grande sensibilité à ce polluant. Pour les plantes supérieures il se situe entre 2 et 4 µg/m³. Si les concentrations atmosphériques de NH₃ sont supérieures aux niveaux critiques il y a immission excessive selon l'art. 2 al. 5 OPair

Selon le cadastre cantonal les émissions de NH₃ se montaient à 857 tonnes en 2023 (figure 23). Les quantités de l'industrie concernent les usines d'incinération, les grandes entreprises chimiques, les très grands élevages de volaille et la valorisation industrielle de leurs fientes pour produire des engrais.



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

FIGURE 23 - NH₃ - EMISSIONS EN 2023 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 2024

En 2024 le SEN a réitéré une campagne de mesure des concentrations d'ammoniac dans l'air en Valais. Celle de 2022 au lieu-dit Les Rigoles dans le Chablais (RIVI) ne portait que sur ce polluant. La nouvelle campagne a élargi les déterminations aux dépôts d'azote atmosphérique. Elle s'inscrit dans une étude périodique nationale, menée tous les 5 ans, qui a également posé en 2024 un dispositif de prélèvement à Viège dans le Haut Valais (VIS). Les analyses correspondantes ont été financées par le SEN. À la station fédérale de Sion les mesure d'ammoniaque se sont poursuivies comme depuis l'an 2000.

Les moyennes annuelles sur les concentrations d'ammoniac dans l'air ambiant en 2024 sont de

1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la clairière participant aux recherches à long terme du LWF sur les écosystèmes forestiers à 664 m.s.m. sur la commune de Viège (VIS), de 2.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au site des Rigoles en bordure d'un bas-marais d'importance nationale à 385 m.s.m. dans la commune de Vionnaz (RIVI) et de 3.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Nabel de Sion à 483 m.s.m. (SIO).

Les figures 24 et 25 montrent les résultats obtenus à l'aide de capteurs passifs aux sites RIVI et VIS. Il n'est pas critique pour les plantes supérieures au site de Viège, mais l'est pour certaines d'entre elles à celui de Vionnaz.

FIGURE 24 - RESULTATS DE LA CAMPAGNE 2024 SUR LES IMMISSIONS D'AZOTE AUX RIGOLES À VIONNAZ POUR L'AMMONIAC ET LE DIOXYDE D'AZOTE

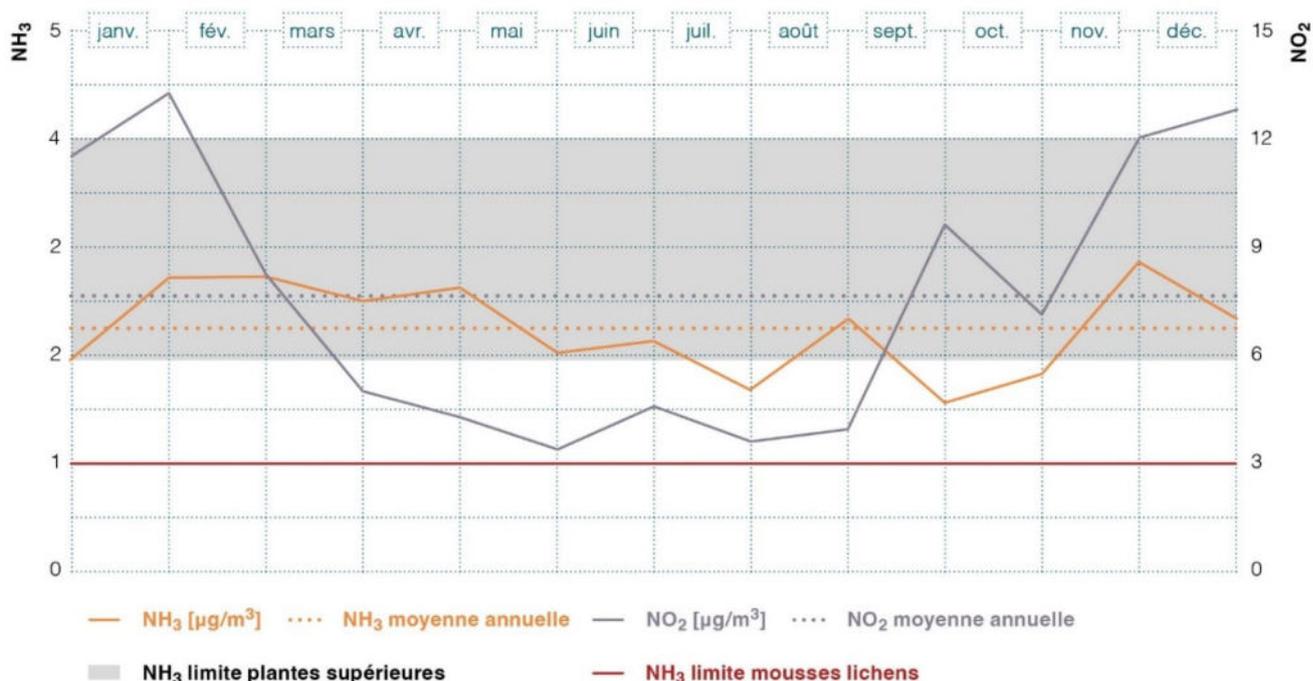
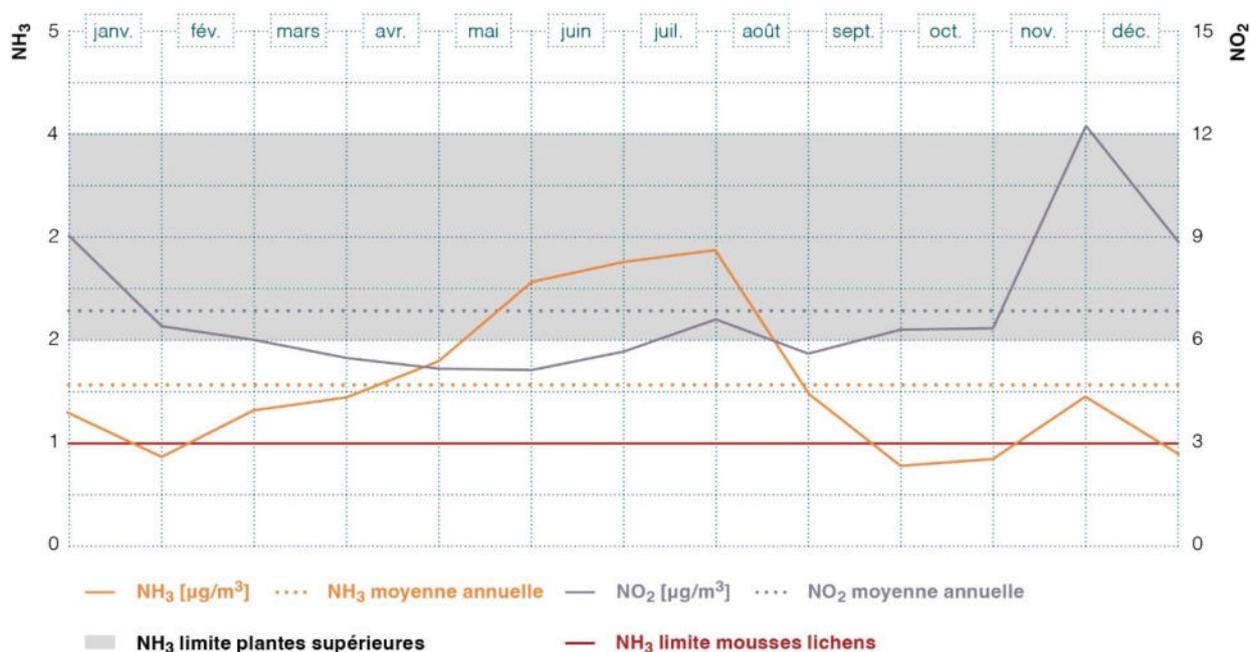


FIGURE 25 - RESULTATS DE LA CAMPAGNE 2024 SUR LES IMMISSIONS D'AZOTE AU SITE LWF DE VIEGE POUR L'AMMONIAC ET LE DIOXYDE D'AZOTE



9.3. Evolution des immissions

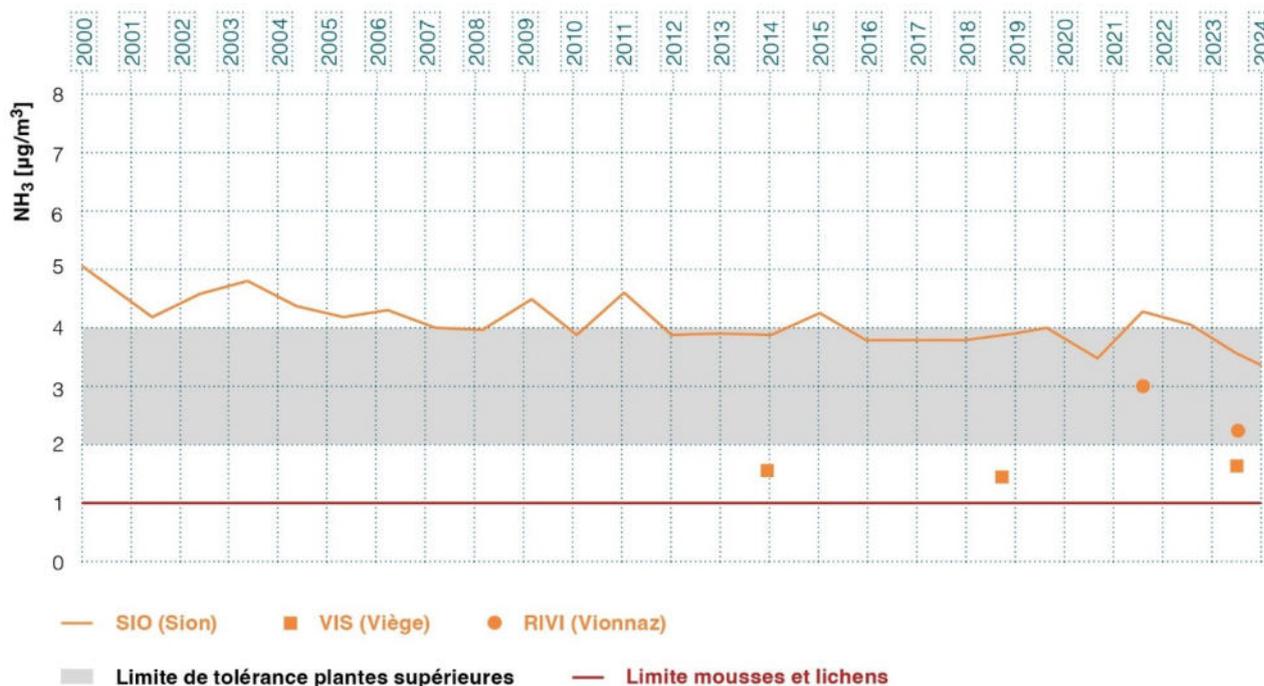
Les sources d'ammoniac se trouvent majoritairement dans le domaine agricole. En Suisse en général les pics journaliers les plus élevés dans l'air ambiant sont relevés pendant les périodes d'épandage de lisier [1]. L'ammoniac est aussi un agent réducteur des NO_x utilisé dans les dispositifs industriels SCR et SNCR de dénitrification (DeNO_x). La part qui n'a pas réagi s'échappe des cheminées. Dans le trafic routier et dans le secteur non-routier l'usage d'additifs, par exemple l'AdBlue composé d'urée et d'eau, sert le même but sur les gaz d'échappement des moteurs. Par thermolyse l'urée se transforme en NH₃ et en CO₂. Puis la réaction entre NH₃ et NO produit, à l'aide d'oxygène, de l'azote moléculaire (N₂) et de l'eau (H₂O). Quand elle n'est pas complète de l'ammoniac est rejeté avec les gaz d'échappement.

L'OPair a intégré progressivement, de 2022 à 2024, des exigences allant dans le sens d'une meilleure limitation des rejets atmosphériques d'ammoniac dans le domaine de l'agriculture et des élevages d'animaux. Elles s'appliquent au stockage et à l'épandage du lisier.

La surveillance en permanence des concentrations d'ammoniac dans l'air se limite en Valais à la station fédérale du NABEL dans la commune de Sion et à proximité de l'autoroute A9. Le rapport du mandataire commissionné par l'OFEV pour cette surveillance [7] a publié un résultat pour 2022 qui excédait la plage de tolérance des concentrations maximales allant de 2 à 4 µg/m³ admise pour les plantes supérieures (figure 26). C'était contraire aux objectifs du Protocole à la Convention de 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique (RS 0.814.327, entré en vigueur en décembre 2005). En 2023 le résultat était encore en faible excès. Il n'avait toutefois pas atteint l'objectif d'assurance qualité assigné. Un intervalle d'erreur systématique a donc été évalué, retranscrit sur le graphique des résultats (figure 26).

Concernant les mousses et les lichens le niveau annuel critique de 1 µg/m³ est dépassé d'au moins 3.5 fois lors de ces 25 dernières années.

FIGURE 26 - CONCENTRATIONS ANNUELLES D'AMMONIAC DÉTERMINÉES EN VALAIS DE 2000 à 2024



La figure 26 montre également les niveaux annuels d'ammoniac obtenus aux sites de RIVI et de VIS lors des campagnes ponctuelles réalisées ou financées par le SEN. Les données sur 2024 sont obtenues au moyen d'un échange direct d'informations entre le Service cantonal et le laboratoire externe d'analyse.

Un rapport a été rendu par ce laboratoire spécialisé sur les campagnes réalisées en 2014 et en 2019 au poste LWF de Viège [8]. Les moyennes annuelles des concentrations de NH₃ gazeux furent de 1.6 puis de 1.5 µg/m³. Le résultat de 1.6 µg/m³ communiqué pour 2024 indique que le niveau est stable (figure 26). Il n'est pas critique pour les plantes supérieures mais l'est pour les mousses et les lichens. Les concentrations d'ammoniac devraient être amoindries de 33 % pour que ces organismes ne subissent pas de nuisance.

Les campagnes de 2014 et de 2019 ont également déterminé les dépôts d'azote en captant ses composés réactifs sous forme réduite (ammoniac), oxydée (acide nitrique HNO₃(g), oxydes d'azote) et ioniques (ammonium NH₄⁺, nitrate NO₃⁻). À cet effet les dépôts gravitationnels par les retombées humides (précipitations) et les poussières sédimentées ainsi que les concentrations gazeuses d'ammoniac, de dioxyde d'azote et d'acide nitrique dans l'air sont analysées. Puis la charge globale d'apports d'azote dans l'écosystème étudié est évaluée par calcul. Finalement elle est confrontée à la charge critique (CLN, critical loads for nitrogen) correspondante. Pour la forêt de résineux à Viège la plage à ne pas dépasser va de 5 à 15 [kg N·ha⁻¹·a⁻¹] (kg par hectare

et par an). Sinon des déséquilibres nutritionnels et une perturbation de la végétation mycorhizienne dans le sol s'ensuivent [9]. Les résultats obtenus par le laboratoire pour les années 2014 et 2019 sont de 24.4 et de 21.2 [kg N·ha⁻¹·a⁻¹] respectivement. C'est 2.4 et 2.1 fois plus haut que le niveau de référence moyen de 10 [kg N·ha⁻¹·a⁻¹] à ne pas dépasser pour cet écosystème. Ces immissions excessives étaient dues pour près de 52 % aux concentrations d'ammoniac gazeux dans l'air. Ce polluant est donc le principal agent nuisible aussi en termes de charge d'azote.

En 2024 la campagne périodique a été reconduite au poste LWF de Viège. Cette même année et pour la première fois le SEN a mené une campagne de même type en Valais, au même endroit qu'en 2022 pour la mesure d'ammoniac aux Rigoles sur la commune de Vionnaz. Les résultats compléteront pour la plaine du Rhône dans le Bas Valais la caractérisation existante pour celle dans le Haut Valais. Les écosystèmes étudiés sont toutefois différents. À l'Ouest de la localité de Viège il s'agit d'un boisement de forêt de conifères, alors qu'au site des Rigoles à Vionnaz il s'agit d'un bas-marais oligotrophe pauvre en nutriments où la plage de dépôts à ne pas dépasser est de 10 à 15 [kg N ha⁻¹ a⁻¹] pour un niveau de référence moyen de maximum 12 [kg N ha⁻¹ a⁻¹]. Sinon un impact significatif sur les mousses et une surabondance des laïches et des plantes vasculaires s'ensuit. Une longue démarche analytique doit être réalisée sur les prélèvements effectués, de sorte que les résultats finaux sur les dépôts azotés à VIS et à RIVI en 2024 seront présentés dans le prochain rapport annuel.

9.4. Etat des immissions

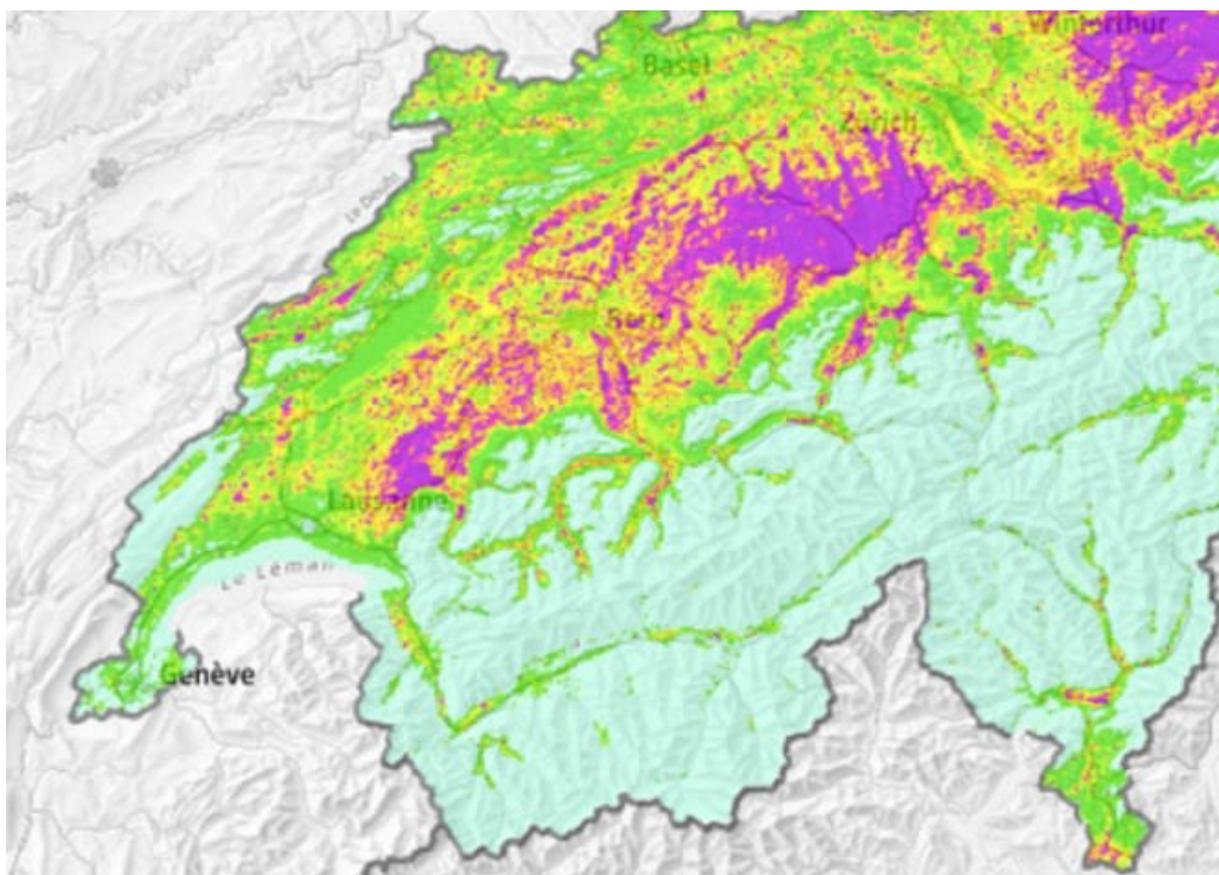
9.3.1. NIVEAUX CRITIQUES

La Confédération produit des cartes (geo.admin.ch, thème OFEV) à l'attention notamment des autorités cantonales pour qu'elles puissent évaluer leurs situations particulières sans toutefois identifier les sources spécifiques en termes d'installation. La plus récente mise à jour est pour 2020 (état 15.08.2022). 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/m³ nuisible aux plantes supérieures (figure 27, points en orange et violet). Les résultats de mesure à Sion montrent que de 2000 à 2006 puis en 2009, 2011, 2015, 2022 et 2023 les valeurs annuelles ont excédé ce niveau. Pour la situation de

2020 la carte situe les principales zones critiques en fond de plaine du Rhône sur toute sa longueur quoique surtout dans le Bas-Valais, ainsi qu'en altitude à quelques parages dans le Val de Bagnes et l'Entremont.

L'outil Excel de l'OFEV d'évaluation des immissions ammoniacales occasionnées par les installations d'élevage sur les écosystèmes sensibles fixe la limite à 1 µg/m³ pour les hauts marais et à 3 µg/m³ pour les bas marais, les prairies sèches et les forêts de feuillus et de résineux. Il modélise les immissions à une distance de 50 à 1000 m des sources d'émissions.

FIGURE 27 - CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX CRITIQUES SUR L'AMMONIAC GAZEUX EN SUISSE EN 2020



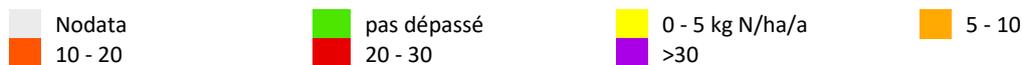
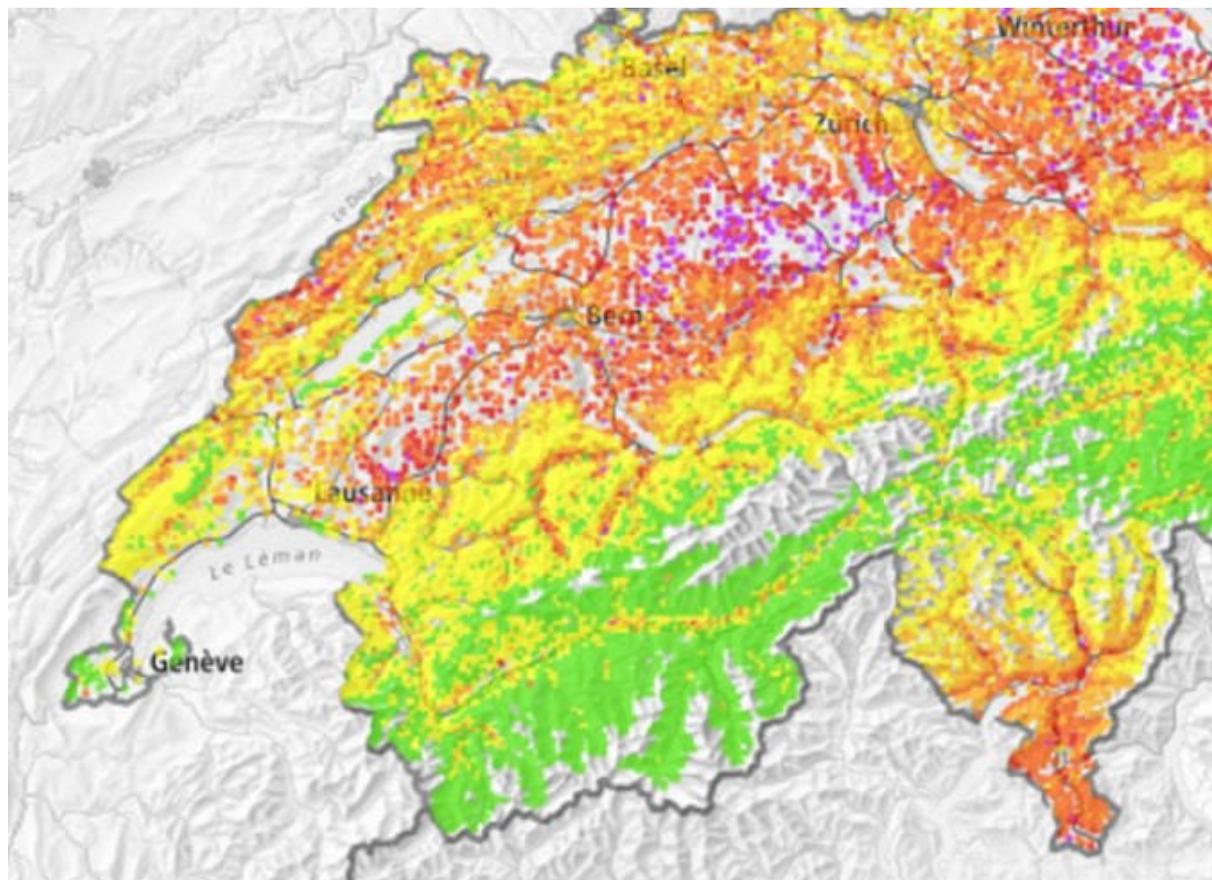
9.3.2. CHARGES CRITIQUES

La carte de 2020 (état 15.08.2022) sur les dépassements des charges critiques pour les dépôts d'azote réactif vaut pour six familles d'écosystèmes sensibles sur une grille de 1 × 1 km. Les excès d'azote sont ponctuels dans le canton (figure 28, points en jaune et surtout orange et rouge). Un point particulièrement critique en Valais, marqué en violet sur la carte, est la forêt de Finges entre Sierre et Leuk avec un excès signalé à plus de 30 [kg N·ha⁻¹·a⁻¹]. Les autres, moins marqués, s'observent surtout en plaine du Rhône et sur les côtes plus rarement dans certaines vallées latérales comme le Val de Bagnes ou le Val d'Illiez. La liste des écosystèmes vulnérables est longue: hauts et bas marais, prairies sèches, prairies de l'étage montagnard riches en biodiversité,

lacs alpins, surfaces forestières. Une étude de 2020 de l'académie suisse des sciences (academies-suisse.ch, vol. 15, No. 8, thème Apports excessifs d'azote) prévient que la vitalité des arbres et leur accroissement sont affaiblis là où les charges excèdent 30 [kg N·ha⁻¹·a⁻¹].

L'outil Excel de l'OFEV pour évaluer les charges d'azote admissibles pour les écosystèmes sensibles sur les émissions provenant d'installations d'élevage fixe la limite à 7 [kg N·ha⁻¹·a⁻¹] pour les hauts marais, à 10 [kg N·ha⁻¹·a⁻¹] pour les forêts de résineux et à 15 [kg N·ha⁻¹·a⁻¹] pour les bas marais, les prairies sèches et les forêts de feuillus.

FIGURE 28 - CARTOGRAPHIE DES CHARGES CRITIQUES DÉPASSÉES SUR LES DÉPÔTS D'AZOTE EN SUISSE EN 2020



Les dépassements constatés à Viège en 2014 provenaient pour 51 % d'ammoniaque gazeux, pour 25 % de NO₂ gazeux et pour 10 % des dépôts gravitationnels d'ammonium (NH₄⁺) et de nitrate (NO₃⁻). Lors de la campagne de 2019 les excès provenaient pour 53 % d'ammoniaque gazeux, pour 15 % de NO₂ gazeux et pour 15 % des dépôts gravitationnels contenant l'ammonium et le nitrate. Le solde se composait de divers dépôts humides d'acide nitrique et de composés de nitrate et d'ammonium. L'amélioration des immissions de dioxyde d'azote, aussi documentée dans ce rapport au chapitre 8, ne suffit pas à éviter les charges excessives d'azote.

Les émissions problématiques d'azote concernent de plus l'oxyde nitreux (N₂O, protoxyde d'azote ou gaz hilarant). Il représente essentiellement un puissant

gaz à effet de serre (GES). En 2022 il constituait environ 6 % des GES émis en Suisse, contre 79 % pour le dioxyde de carbone (CO₂) et 12 % pour le méthane (CH₄) [10]. Il résulte en majorité des activités agricoles par les pratiques de fertilisation et d'exploitation d'engrais de ferme. Un kg de N₂O correspond à 265 kg de CO₂ en termes de potentiel de réchauffement global. Son temps de séjour dans l'atmosphère est d'environ 114 années, contre 12 années pour le méthane et 100 à 150 ans pour le CO₂. Par définition le temps de séjour dans l'atmosphère est la durée après laquelle près de 63 % de la quantité d'une substance s'est dégradée. Après ce laps de temps il reste néanmoins près de 37 % (mathématiquement : 1/e) de la quantité initiale, ce qui n'est toujours pas négligeable.

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 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 assez 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 2024 les plus hauts niveaux mensuels enregistrés aux stations RESIVAL sont partout en juin sauf en août aux Giettes (voir les tableaux en annexe 3). Une hausse marquée a eu lieu en mars sauf aux stations de plaine du Valais romand. Les fréquents épisodes de foehn qui ont sévi après mi-février jusqu'au début de l'été ont favorisé des atmosphères poussiéreuses surtout aux stations les moins abritées du vent. Les plus bas niveaux ont été observés en janvier-février puis de septembre à décembre. Les valeurs dépendent parfois d'évènements 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.). La neurotoxicité du plomb et du cadmium est établie [5] tandis que l'indication d'effets du zinc sur le système cardiovasculaire est jugée modérée. Le cadmium tout comme l'amiante font partie des polluants atmosphériques cancérogènes (annexe 1 ch. 8 OPair). Ils ne connaissent pas de seuil de non-toxicité [1]. L'analyse de ces polluants en laboratoire se fait annuellement à partir des prélèvements mensuels auprès des stations RESIVAL.



Appareil de prélèvement Bergerhoff

RETOMBÉES DE POUSSIÈRES GROSSIÈRES - EN UN CLIN D'ŒIL	
RÉGION RURALE D'ALTITUDE	👍 Bonne
RÉGION RURALE DE PLAINE	👍 Bonne
CENTRE URBAIN	👍 Bonne
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	👍 Bonne

10.2. Résultats 2024

Tous les sites de RESIVAL respectent largement la valeur limite annuelle pour les retombées de poussières grossières exprimées en milligrammes par mètre carré et par jour (tableau 8). Les résultats sont tous au moins 50 % inférieurs à la limitation de 200 mg/(m²×d). Cette pollution est faible à toutes les régions type. En termes mensuels les résultats critiques, provisoirement en-dessus de la limite, sont survenus en mars puis de juin à août. En mars, juin et juillet les précipitations étaient dans la norme climatique (1991-2020) en Valais sauf en mars dans le Haut où elles lui étaient supérieures. Mais des vents soutenus ont favorisé des niveaux élevés de poussières. Lors du mois d'août aux températures supérieures à la norme dans tout le canton les pluies étaient rares et sous la normale. La station des Giettes a connu alors son plus haut niveau dans l'année favorisé par ces conditions. Aux autres stations les niveaux étaient relativement bas. Un mois plutôt calme avec des vents journaliers n'excédant guère 10 km/h tant en plaine qu'en altitude et sans fortes rafales s'accomode de cette observation.

Les quantités annuelles de métaux lourds contenus dans les retombées de poussières, plomb (Pb), cadmium (Cd) et zinc (Zn) 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 13 µg/(m²×d) soit 87 % en-dessous de la limitation. Celui maximum pour le cadmium l'a été à la même station et est 68 % en-dessous. Ces pollutions sont faibles quoique pour le cadmium il peut être toxique pour l'être humain dès d'infimes concentrations. C'est encore à la station de Saxon que la plus haute valeur de zinc a été mesurée avec 248 µg/(m²×d), soit 38 % en-dessous de la valeur limite. Cette pollution est qualifiée de modérée.

Les valeurs d'analyse primaire (en mg/L) se situaient parfois en dessous des seuils analytiques. C'était le cas en 2024 pour le Pb à Eggerberg, et pour le Cd à Montana et à Sion. En d'autres termes les flux étaient à moins de 1 % de la limitation pour le plomb et à moins de 4.5 % de celle-ci pour le cadmium.

TABLEAU 8 - RETOMBÉES DE POUSSIÈRES GROSSIÈRES ET TENEURS EN MÉTAUX, EN MOYENNES ANNUELLES 2024

Régions	Stations	Moyenne annuelle [mg/m ² ×d]	Plomb (Pb) [µg/m ² ×d]	Cadmium (Cd) [µg/m ² ×d]	Zinc (Zn) [µg/m ² ×d]
RÉGION RURAL D'ALTITUDE	Les Giettes	85	1.0	0.18	16
	Eggerberg	60	<LQ	0.09	17
	Montana	78	1.6	<LQ	29
RÉGION RURAL DE PLAINE	Saxon	82	13	0.63	248
CENTRE URBAIN	Sion	85	2.7	<LQ	41
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	89	1.5	0.27	32
	Brigerbad	90	1.1	0.14	31
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 29). Les variations des conditions météorologiques et de l'intensité des sources expliquent l'assez forte variabilité des résultats d'une année et d'un endroit aux autres. Les interférences aléatoires des contaminations par des corps étrangers (insectes, mouches, abeilles, feuilles, fientes, etc.) contribuent également à ce

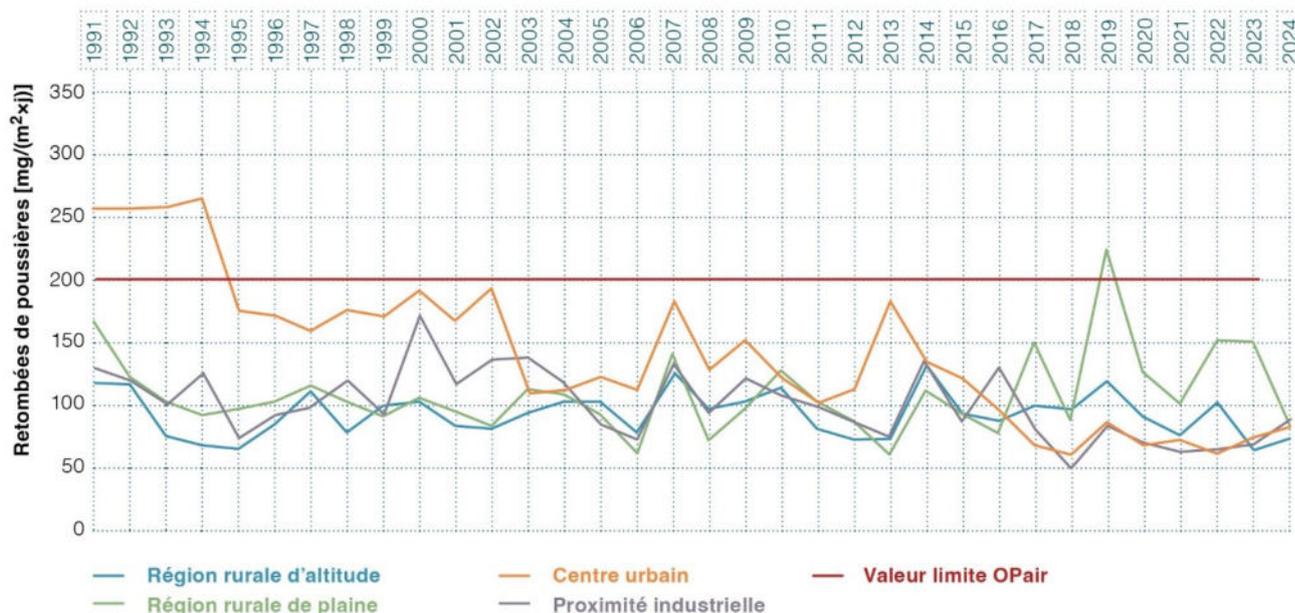
comportement. Ces biais sont corrigés en les éliminant le plus possible des échantillons dans le processus analytique. Il est parfois difficile de les supprimer systématiquement malgré le strict protocole mis en œuvre.

Les flux de dépôt annuels fluctuent d'ordinaire entre 50 et 150 mg/(m²×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 2014 à 2024

toutes les régions présentent une baisse excepté la région rurale de plaine. La persistance depuis 2019 de la tendance à la hausse à Saxon s'estompe toutefois en 2024 et représente une augmentation modérée d'environ 22 % au regard de 2014.

FIGURE 29 - RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2024 MOYENNES RÉGIONALES

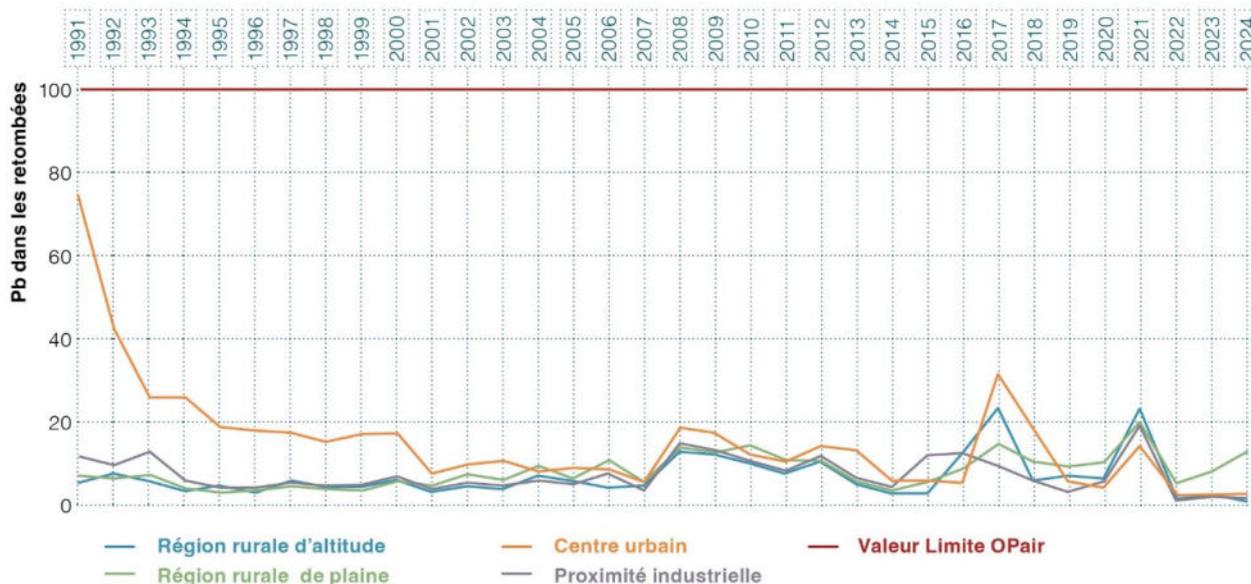


La figure 30 présente l'évolution des niveaux annuels du plomb dans les retombées de poussières grossières. Depuis 2001 les résultats du RESIVAL affichent régulièrement de basses valeurs exceptées en 2017 et en 2021. En 2017 les niveaux de centre urbain et de région rurale d'altitude s'élevaient provisoirement. 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 avait au contraire apporté des minimums record en centre urbain et en proximités industrielles. 2024 apporte la plus basse valeur pour les régions rurales d'altitude

depuis le début des mesures en 1991. En région rurale de plaine une tendance à la hausse modérée se dessine sur la période 2014-2024.

Le niveau de pollution au plomb est qualifié de faible depuis 1992. L'évolution la plus significative reste la forte baisse des teneurs en plomb dans les poussières observée en ville de 1991 à 2001 (figure 30). 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 30 - PLOMB DANS LES RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2024, MOYENNES RÉGIONALES



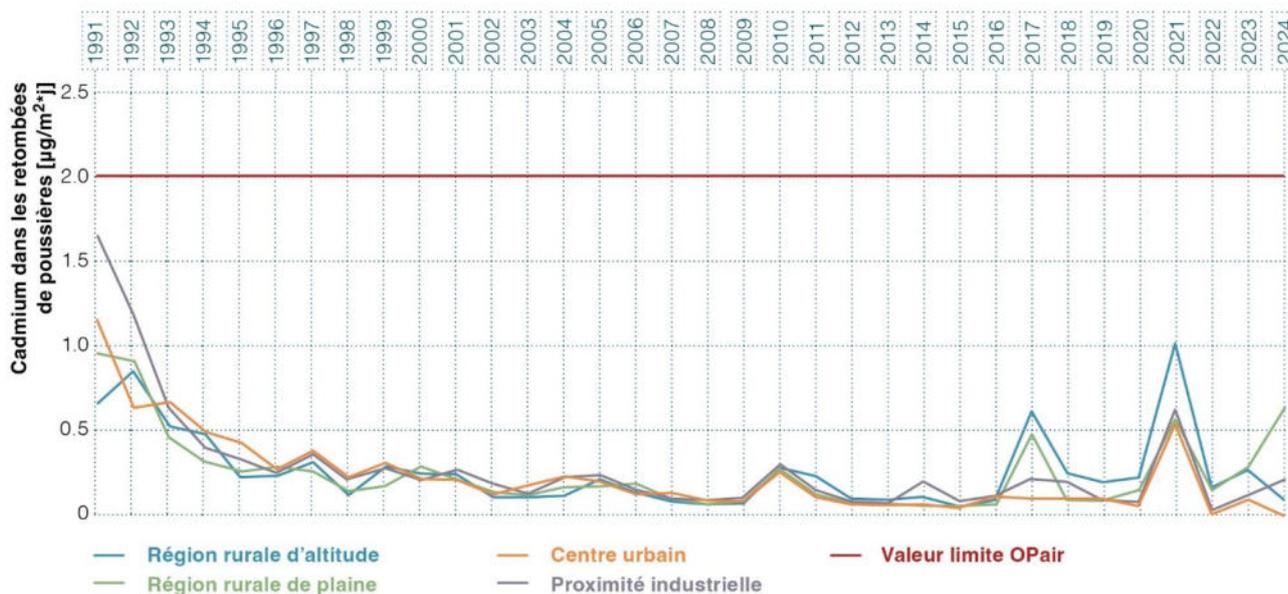
La figure 31 présente l'évolution des niveaux annuels du cadmium dans les retombées de poussières. Les valeurs enregistrées depuis 1998 sont d'ordinaire assez basses. Le niveau de pollution, inférieur à 50 % de la limitation OPAir à $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$, est qualifié de faible depuis 1993 excepté en 2021 en région rurale d'altitude avec une valeur exceptionnelle de $2.1 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ aux Giettes. Cette station avait alors connu une non-conformité aux exigences de l'OPair. Les résultats de 2015 demeurent les plus bas pour les régions rurales. Ceux de 2022 offrent les niveaux minimums en centre urbain et en proximité industrielle, réitéré en 2024 à Sion. Toutes les régions montrent cependant une légère tendance à la hausse sur la période 2014-2024. Celle rurale de plaine est préoccupante avec une hausse d'un facteur 8 sur cette période à la station de Saxon.

Le cadmium sous forme de poussières respirables est classé cancérigène dans l'OPair. La station des Giettes présente souvent les plus hautes valeurs de ce métal parmi les stations RESIVAL. En 2020 elle

était toutefois au second rang après Montana. En 2024 elle est au troisième rang après Saxon et Massongex. Les teneurs relativement élevées à la station des Giettes sont à rapporter au panache de fumées sortant de l'usine de la SATOM. Les mesures du Cd de 2019 (150 mg/h), 2021 (90 mg/h), 2023 ($< 60 \text{ mg/h}$) semblent indiquer une diminution des rejets de ce polluant. En moyenne sur ces 5 dernières années il se situe de 80 à 100 [mg/h] , soit à environ 740 [g/an] pour 8'200 heures d'exploitation annuelle. Les retombées de ce métal ces trois dernières années dans le capteur des Giettes, placé près de 650 m plus haut que l'orifice de cheminée de l'UVTD et à 6 km à l'horizontale, correspondent à près de 1 à 4 milliardièmes des rejets annuels de l'usine.

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 31 - CADMIUM DANS LES RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2024, MOYENNES RÉGIONALES



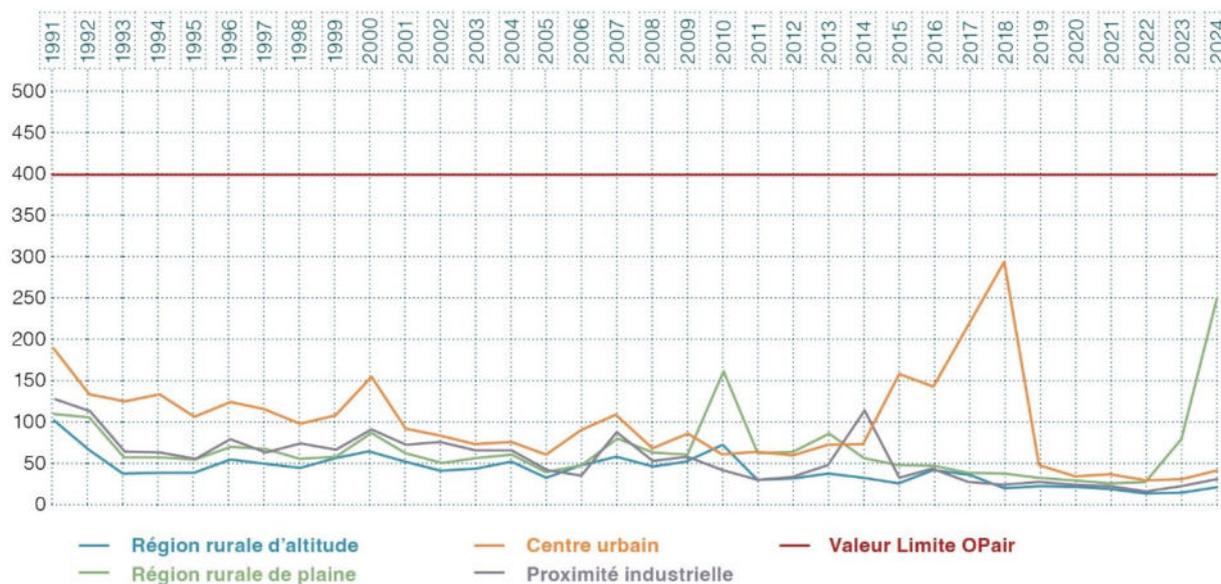
Jusqu'en 2014 les niveaux de zinc stagnaient à un faible niveau de pollution tout en montrant une légère baisse globale. Cette progression s'est poursuivie sauf en centre urbain où une hausse marquée a été initiée en 2015 (figure 32). Elle a culminé à 293 µg/(m²×d) en 2018, la plus haute valeur observée depuis le début des mesures.

Suite au changement d'emplacement de la station de Sion au printemps 2014 les niveaux ont augmenté de 70 µg/(m²×d) en moyenne de 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 éloigné du treillis métallique tout en restant proche de la station. Depuis lors une claire diminution des niveaux annuels de zinc est observée en centre urbain. Ils ont rejoint ceux des autres régions.

Les années 2021 à 2023 avaient connu les plus basses valeurs depuis le début des mesures en 1991 auprès des quatre régions type. En 2024 des hausses sont à nouveau observées. Elle sont mineures sauf en région rurale de plaine où elle est massive. La valeur annuelle à la station de Saxon est en effet 5.5 fois plus élevée en 2024 que sur la moyenne des trois années précédentes. Cette hausse est moins préoccupante que celle du cadmium à la même station. Alors que ce dernier est nuisible même à d'infimes concentrations du fait de ses propriétés cancérogènes, les effets toxiques du Zn se manifestent essentiellement à fortes concentrations. Tant que la valeur limite est nettement respectée la situation n'est pas alarmante.

Une pollution modérée au zinc, comme celle observée en 2024 à la station de Saxon, affecte principalement la croissance des plantes.

FIGURE 32 - ZINC EN $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ DANS LES RETOMBÉES DE POUSSIÈRES DE 1991 À 2024, 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 (C_xH_y). 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 (CH₂FCF₃) un fluide réfrigérant, un composant d'isolants et un gaz à effet de serre selon le Protocole de Kyoto entré en vigueur en 2005. L'amendement de Kigali adopté en Suisse en 2019 (RS 0.814.021.5) réduira ses concentrations dans l'air, en augmentation constante jusqu'à présent.

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 84 % des émissions de COVNM qui se montent au total à 12'057 tonnes en 2023 (figure 33). Les autres sources de COVNM sont principalement des solvants domestiques et de construction utilisés notamment pour les revêtements.

Les COV de synthèse, dit anthropiques, ont parfois des propriétés cancérigènes (p. ex. le benzène). Leur toxicité varie considérablement d'une substance à l'autre. Mais tous les COV participent à la formation d'ozone. Ceux dont la réactivité est grande sont responsables de pics diurnes d'ozone aux environs des sources, Ceux dont la réactivité est plus faible contribuent en revanche à l'élévation du taux d'ozone de fond sur de vastes étendues. Les COV sont aussi des précurseurs de poussières fines via la formation d'aérosols organiques secondaires.

BENZÈNE – QUALITÉ DE L'AIR EN UN CLIN D'ŒIL

CENTRE URBAIN		Bonne
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE		Moyenne

Les BTEX, soit le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les isomères du xylène, sont des composés aromatiques comprenant un cycle benzénique. Ils sont présents dans l'essence pour moteurs. En l'an 2000 la teneur maximale du benzène dans ce carburant a

été abaissée de 5 à 1 %. En Valais le trafic routier représente plus de 98 % des émissions anthropiques du benzène dans l'air.

La mesure des COV au sein de RESIVAL se fait par chromatographie en phase gazeuse. Leur détermination est réalisée au moyen de détecteurs à photo-ionisation (PID) ou à ionisation de flamme (FID).



En Valais les émissions de benzène aux stations-service et réservoirs de stockage représentent quelques centaines de kg par an

FIGURE 33 - EMISSIONS DE COVNM (COV EXCEPTÉ MÉTHANE) EN VALAIS EN 2023



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).

11.2. Résultats 2024 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/m³ (directive 2000/69/CE). Le niveau de référence de l'OMS (RL) est situé à 1.7 µg/m³ en moyenne annuelle.

TABLEAU 9 – BENZÈNE ET TOLUÈNE, RÉSULTATS 2024

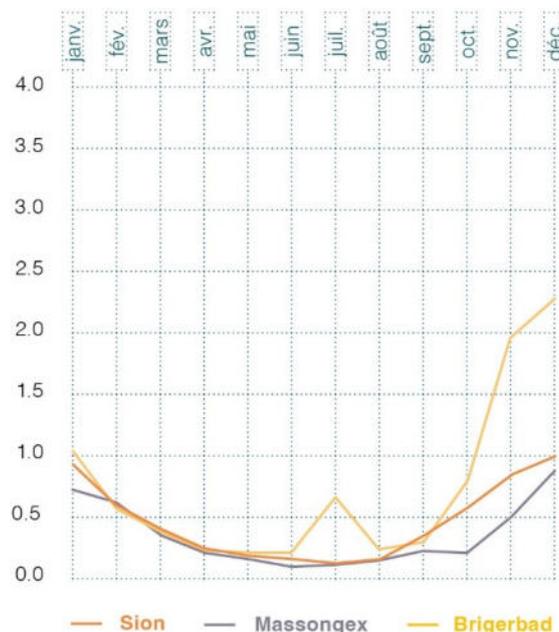
RÉGIONS	STATIONS	Benzène		Toluène	
		Moyenne annuelle [µg/m ³]	Valeur journalière maximale [µg/m ³]	Moyenne annuelle [µg/m ³]	Valeur journalière maximale [µg/m ³]
CENTRE URBAIN	Sion	0.46	2.1	2.5	22
PROXIMITÉ INDUSTRIELLE	Massongex	0.38	1.6	2.1	44
	Brigerbad	0.76	5.5	2.6	18
	Baltschieder	1.2	43	4.1	27

11.2.1 BENZÈNE

FIGURE 34 - BENZÈNE MOYENNES ANNUELLES



FIGURE 35 - BENZÈNE, MOYENNES MENSUELLES 2024



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. Il en va de même à la station mobile de Baltschieder. Ces valeurs sont aussi bien inférieures au niveau RL de l'OMS de $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au-dessus duquel le risque de provoquer un cancer à cause des teneurs en benzène dans l'air ambiant excède une occurrence sur 100'000 personnes exposées. L'Ouest de la localité de Viège est plus exposé à cette atteinte.

Des moyennes annuelles ont également été obtenues aux stations de Brigerbad, Baltschieder et Massongex en 2024 dans le cadre d'une campagne d'envergure nationale. La technique de mesure basée sur des capteurs passifs, dont les COV sont analysés par la suite en laboratoire au moyen d'un GC-MS, est totalement différente de celle des stations RESIVAL. Dans le cadre de la campagne nationale les valeurs annuelles de benzène sont de $0.59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Brigerbad, de $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Baltschieder et de $0.41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Massongex. En comparaison avec les résultats figurant au tableau 9 la concordance est relativement bonne (écart maximum de 24%).

Les deux méthodes donnent un niveau de benzène à Baltschieder supérieur d'un facteur 1.6 à 1.7 à celui de Brigerbad. Les deux stations sont positionnées dans l'axe principal du vent canalisé par la vallée du Rhône, l'une à l'Est l'autre à l'Ouest de la localité de Viège. La rose des vents à Brigerbad (figure 37) montre que le vent d'Est est nettement plus fréquent sur une année dans cette région. Les charges de benzène de cette provenance le sont aussi. Dans ces circonstances la station de Brigerbad mesure la pollution venant de la région de Brig. Celle de Baltschieder mesure, en plus, les polluants émis dans l'agglomération de Viège avec ses industries chimiques et son trafic routier. Les résultats sur 2024 montrent que l'augmentation résultante est de 60 à 70%.

La figure 34 présente l'évolution des 17 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. Cette dernière a

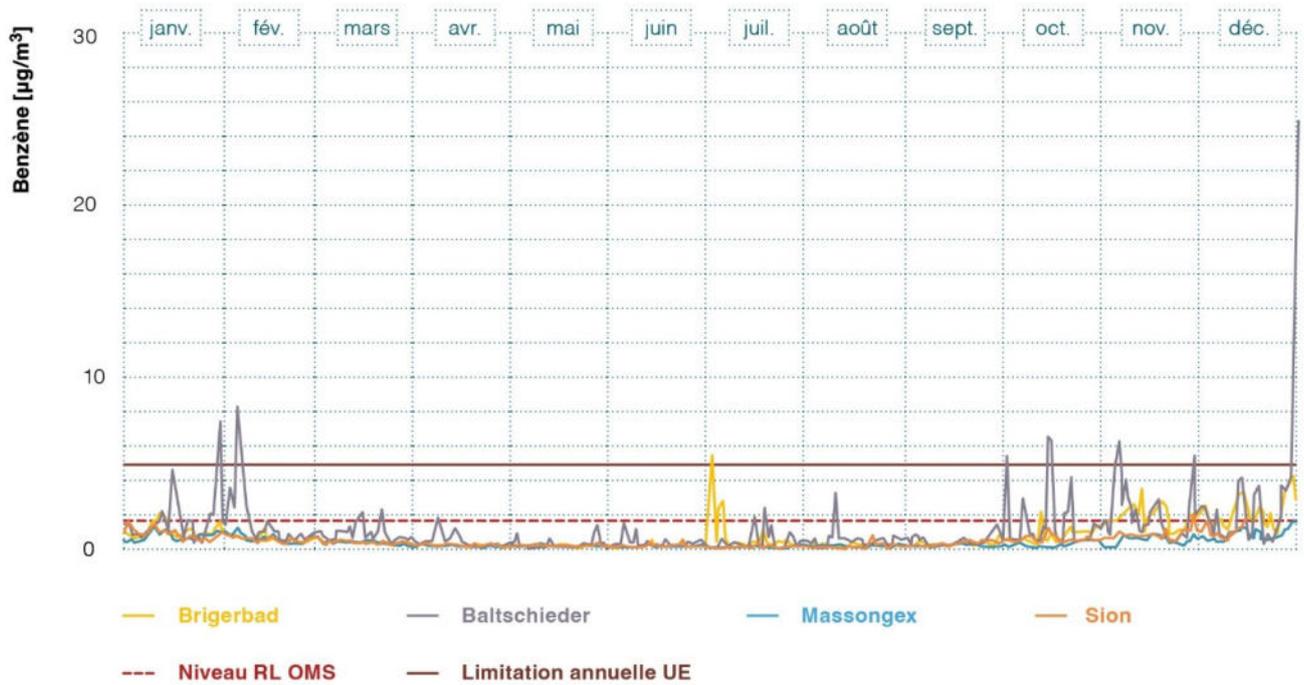
enregistré en 2024 sa plus basse valeur depuis le début des mesures avec $0.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dans le Valais romand une amélioration persistante de qualité de l'air s'observe au regard des charges en benzène. Elle est moins présente dans le Haut Valais où la tendance fluctue à Brigerbad. Ainsi la valeur de 2024 à cette station, soit $0.76 \mu\text{g}/\text{m}^3$, est supérieure à celle minimale de $0.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2019.

Les valeurs mensuelles les plus basses se trouvent pendant le semestre d'été (figure 35) quand l'air est plus vigoureusement brassé et la pollution dispersée. La hausse de juillet à Brigerbad est due à 2 jours de dépassement du niveau RL plus 1 jour en excès sur le niveau critique à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le fort pic de novembre et décembre est dû à 40 jours en dépassement du niveau RL sur ces deux mois à la station de plaine du Haut Valais, soit 66 % du temps. Les deux derniers mois ont été caractérisés par un air assez calme, des pressions relativement hautes et une température en-dessous de la norme climatique 1991-2020. Ces conditions hivernales favorisent les lacs d'air froid piégeant et concentrant la pollution.

En 2024 il n'y a pas eu de valeurs journalières de benzène en dépassement de la valeur limite annuelle européenne fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aux stations du Valais romand (tableau 9). Par contre aux deux stations du Haut Valais il y a eu 1 jour de ce type à Brigerbad (1^{er} juillet) et 10 jours à Baltschieder (31 janvier, 5 février et 8 jours d'octobre à décembre). Ces journées sont qualifiées de critiques car les niveaux d'immission mènent à un dépassement de la limitation s'ils persistent sur la durée. Vu les variations journalières météorologiques et des sources d'émissions (trafic, industries) ils s'expriment par des pics épars (figure 36).

Quant au niveau RL de l'OMS exprimé en moyenne annuelle il n'a jamais été dépassé en 2024 à Massongex, mais sur 3 jours à Sion, 47 à Brigerbad et 61 à Baltschieder. Les deux stations du Haut Valais à proximité de Viège, avec ses industries chimiques et sa circulation routière concentrée, ont connu 28 jours simultanés de franchissement du niveau RL en 2024, le 13 janvier puis en novembre et décembre.

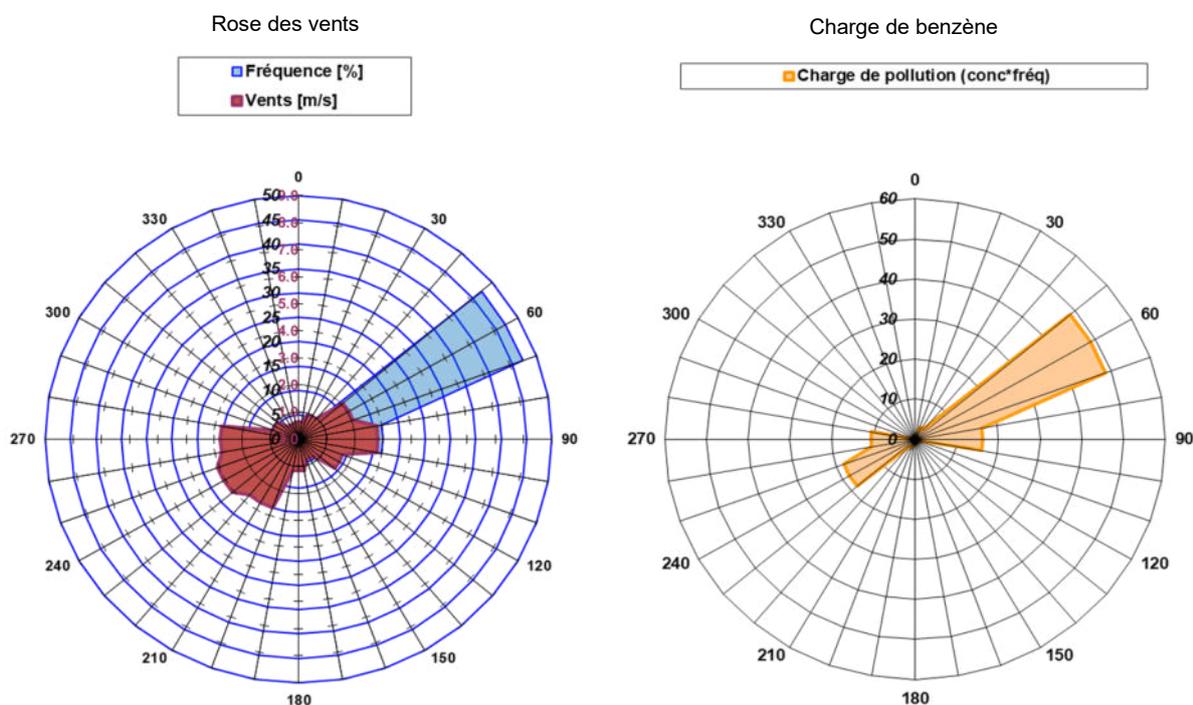
FIGURE 36 - VALEURS JOURNALIÈRES DE BENZÈNE EN 2024 AUPRÈS DES 4 STATIONS DE PLAINE



La figure 37 montre que sur l'année 2024 le vent a principalement soufflé du secteur Est hors intervalles de vent très faible ou inexistant (<0.5 m/s). L'année particulièrement riche en épisodes de foehn, qui se traduisent en plaine par un vent d'Est du fait de la canalisation de l'air dans la vallée principale, est bien marquée par la rose des vents. Par conséquent l'endroit de mesure à Brigerbad détermine très majoritairement la pollution au vent d'Est. Sans surprise les

plus grandes charges de benzène provenaient donc de la région se développant de Brig à Brigerbad. (figure 37). Les brises de vallée induites par un réchauffement du sol soumis à un ensoleillement conséquent, remontant les pentes et dirigeant la pollution de Viège vers la station de mesure ont été très minoritaires en 2024. Mais l'intensité du vent d'Ouest était similaire à celle du vent d'Est, dont le foehn.

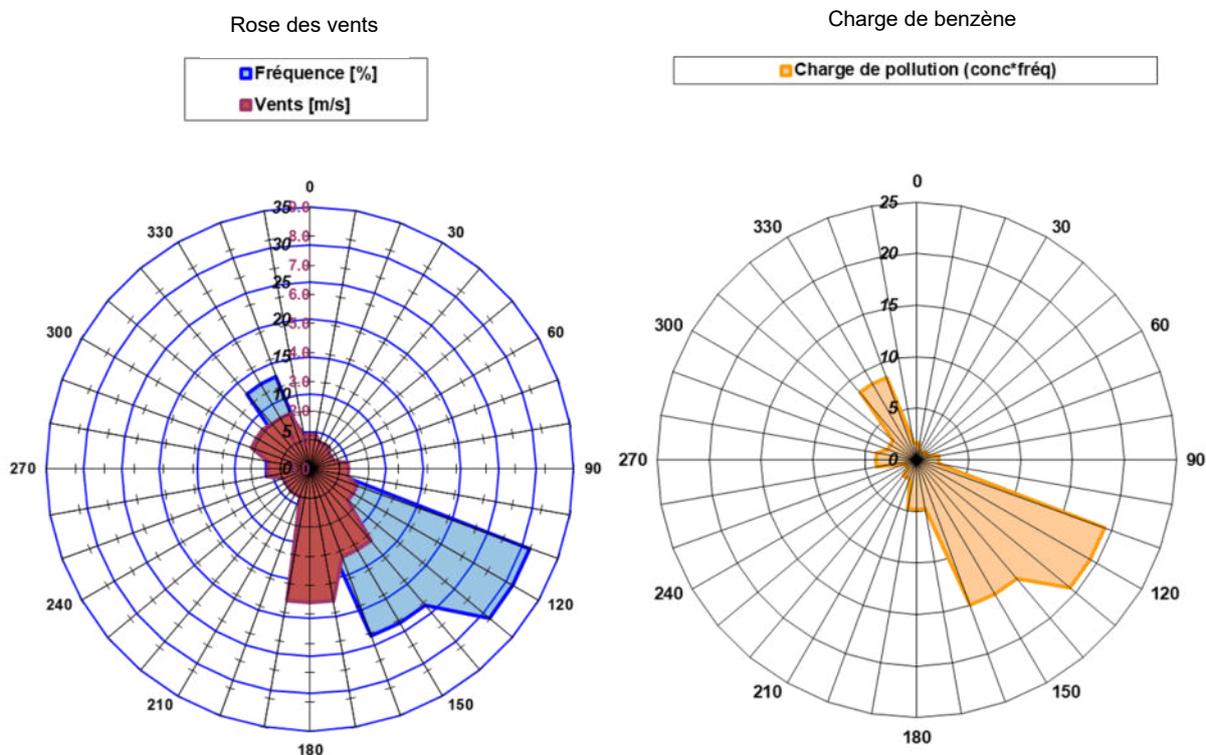
**FIGURE 37 - IMMISSIONS DE BENZÈNE À LA STATION DE BRIGERBAD EN 2024
(90° = EST, 270° = OUEST)**



La station de Massongex, à proximité du site chimique au Nord, est également moins souvent au vent de ces sources industrielles. La rose des vents pour cette station (figure 38) montre une large domination du vent de secteur Sud-Est. La fréquence est de 55 % contre 18 % du secteur Nord. Le cas particulier du vent local descendant du plateau de Vérossaz au Sud contribue pour 7 %. En moyenne annuelle il est le plus rapide avec 17 km/h. La station de Massongex se trouve comme celle de Brigerbad dans une vallée

principale à foehn. Alors qu'en 2024 le nombre d'heures de foehn était élevé sans être un record dans le Haut-Valais, pour le Chablais cette année a apporté un record d'heures de foehn au mois de mars. La station MétéoSuisse d'Aigle enregistre en moyenne 8 heures de foehn dans ce mois. En mars 2024 elle a comptabilisé 79 heures. Considérant ces circonstances, la plus grande partie des charges de benzène est venue du secteur Sud (figure 38).

FIGURE 38 - IMMISSIONS DE BENZÈNE À LA STATION DE MASSONGEX EN 2024
(0° = NORD, 180° = SUD)



11.2.2 TOLUÈNE

Aucune valeur limite n'est définie pour les immissions de toluène. Les plus récents résultats figurent au tableau 9. Les valeurs annuelles pour 2024 sont parmi les plus basses depuis le début des mesures. À Brigerbad c'est le plus bas niveau depuis 2008. La moyenne pluriannuelle sur 2008-2012 est entre 2 et 2.5 fois plus élevée que sur la période 2020-2024 aux trois stations valaisannes (figure 39). Une tendance à la baisse se maintient sauf à Sion où une certaine stagnation s'observe depuis 2017. Comme pour le benzène mais avec un profil moins marqué la figure 40 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 et moins propices à la dispersion des polluants par turbulence thermique.

La concentration en toluène n'est en moyenne sur le semestre d'été (avril à septembre) que 1.5 à 2 fois plus élevée que sur les trois premiers et derniers mois de l'année. Dans le cas du benzène elle est 3 à 4 fois plus élevée.

Tout comme pour le benzène des moyennes annuelles de toluène ont aussi été obtenues aux stations de Brigerbad, Baltschieder et Massongex en 2024 dans le cadre de la campagne nationale. Les valeurs sont de 2.3 µg/m³ à Brigerbad, de 4.1 µg/m³ à Baltschieder et de 1.8 µg/m³ à Massongex. En comparaison avec les résultats figurant au tableau 9 la concordance est relativement bonne (écart maximum de 17%).

FIGURE 39 - TOLUÈNE, MOYENNES ANNUELLES

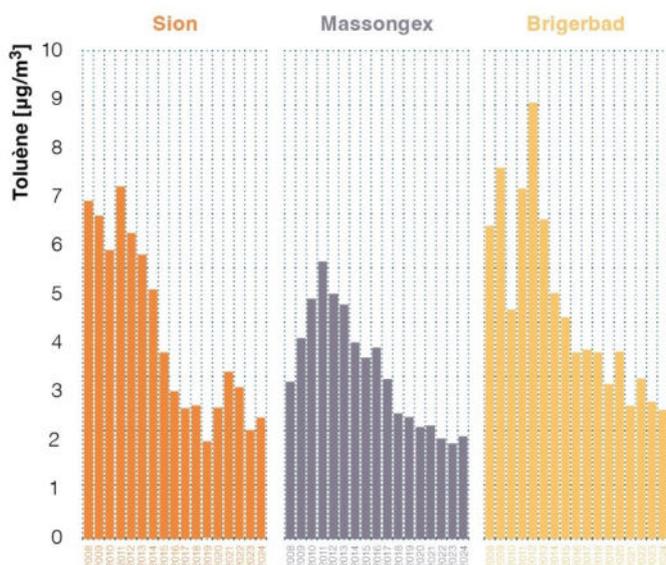
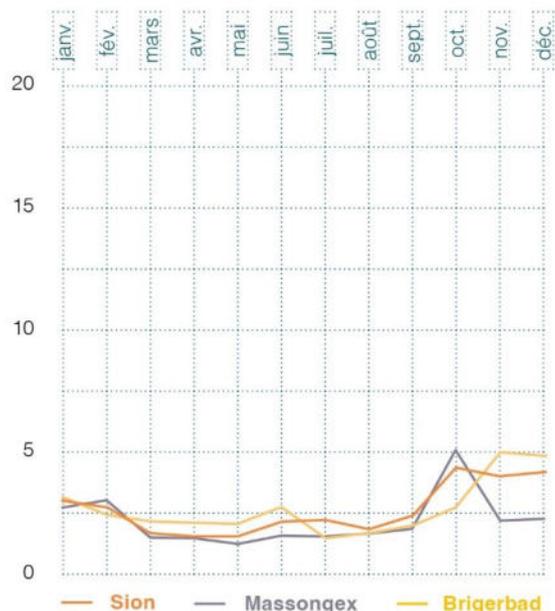


FIGURE 40 - TOLUÈNE, MOYENNES MENSUELLES 2024



Les sources reconnues pour le toluène sont le trafic routier, l'industrie et l'artisanat ainsi que les ménages. En 2024 la moyenne annuelle de toluène à Baltschieder, plus souvent au vent de la pollution émise par la localité de Viège et ses industries que celle de Brigerbad, lui est supérieure comme pour le benzène (tableau 9).

Parmi les BTEX le toluène est le composé qui connaît les plus grandes concentrations massiques. Suivent les niveaux de benzène. Ceux sur l'éthylbenzène

s'échelonnent de 0.24 à 0.42 µg/m³ pour 2024. Dans le cadre de la campagne nationale ils vont de 0.17 à 0.32 µg/m³ (la concordance avec les résultats RESIVAL par GC-FID est mitigée, les écarts allant jusqu'à 50 %). 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.

11.2.3 COV EN GENERAL

Les COV dont la réactivité est très grande tels les composés naturels isoprène, α-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 33) 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. 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 de premier plan.

Le méthane (CH₄) est aussi un COV. Il est surtout préoccupant pour ses effets en tant que gaz à effet de serre (GES, voir aussi chapitre 9.3.2). Les principaux 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 CO₂ 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 [1]. En l'an 2000 elles étaient à près de 370 ppm. À ce rythme le niveau de CO₂ en 2050 serait aux environs de 470 ppm. Un tel niveau représente un défi majeur en termes de réchauffement climatique. Les moyens servant à réduire les événements extrêmes associés à ce phénomène pourront également éviter de fortes et subites variations des conditions-cadres de la pollution de l'air. Des améliorations régulières seraient par conséquent mieux assurées.

LITTÉRATURE

- [1] OFEV (éd.) 2024 | État de l'environnement : La qualité de l'air en 2023. Résultats du Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL). Office fédéral de l'environnement, Berne. www.bafu.admin.ch/uz-2418-f, 29 p.
- [2] Empa, Abteilung Luftfremdstoffe/Umwelttechnik, 8600 Dübendorf, September 2024: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe im PM10 an ausgewählten Stationen des NABEL sowie der Kantone, Messbericht 2023. A. Fischer und C. Hüglin.
- [3] Brunner, U. (2000) : Rechtsgutachten betreffend Grundlagen für die Anordnung verschärfter Emissionsbegrenzungen bei kanzerogenen Luftschadstoffen. CFHA
- [4] Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA), 2013 : Les poussières fines en Suisse 2013. Berne 66 p.
- [5] Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA), 2023 : Les nouvelles lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air 2021 et leur importance pour l'ordonnance fédérale sur la protection de l'air. Berne 120 p.
- [6] OFEV 2024 : Émissions polluantes du trafic routier de 1990 à 2060. Etat 2024. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 2405 : 198 p.
- [7] FUB – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung AG, Rapperswil, Juli 2024, 82 S.: Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2023. Messbericht. Seidler E., Meier M.
- [8] Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (FUB), Rapperswil, Januar 2021, 131 S.: Atmosphärische Stickstoff-Deposition in der Schweiz 2000 bis 2019. Seidler E., Meier M., Ehrenmann Z.
- [9] OFEV (éd.) 2020 : Immissions excessives de dépôts azotés et d'immissions d'ammoniac. Évaluation sur la base des charges et niveaux critiques en relation avec l'élaboration des plans de mesures cantonaux. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 2003: 23 p.
- [10] OFEV 2024 : Émissions de gaz à effet de serre visées par la loi sur le CO2 et l'Accord de Paris. Mise à jour de juillet 2024. Publication du Domaine de direction Climat, Berne 22 p.

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 (www.asf-froid.ch). 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 (www.ramoneurs-valais.ch)
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 (https://cerclair.ch)
CFHA	Commission fédérale d'hygiène de l'air
CH ₄	Méthane
CLN	Critical loads for nitrogen (charges critiques de dépôts d'azote)
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	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, www.empa.ch)
FAP	Filtre à particules
FDDM	Fondation pour le développement durable des régions de montagne (www.fddm.ch)
GES	Gaz à effet de serre (principalement CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O)
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (parfois nommés polybenzènes)
H ₂	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 (1'000 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 ³	Microgramme par mètre cube (parfois abrégé en ug/m ³). 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 ³	Milligramme par mètre cube (nombre absolu de molécules dans un mètre cube compte tenu de leur masse spécifique)
µg/(m ² ×d)	Microgramme par mètre carré et par jour (parfois abrégé en µg/(m ² ×j))
mg/(m ² ×d)	Milligramme par mètre carré et par jour (parfois abrégé en mg/(m ² ×j))
m.s.m.	Mètres sur mer, altitude en mètres au-dessus du niveau de la mer
MW	Mégawatt (1'000'000 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 ₂ O	Protoxyde d'azote, oxyde nitreux, gaz hilarant
NABEL	Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe, en français Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (www.empa.ch/web/s503/nabel)
NH ₃	Ammoniaque
NO	Monoxyde d'azote (1 ppb égale 1.25 ug/m ³ à 293.15 K (20°C) et 1013.25 hPa (mbar))
NO ₂	Dioxyde d'azote (1 ppb égale 1.91 ug/m ³ à 293.15 K (20°C) et 1013.25 hPa (mbar))
NO _x	Oxydes d'azote (NO + NO ₂)
O ₃	Ozone (1 ppb égale 2 ug/m ³ 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, https://www.psi.ch)
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, www.rts.ch)
SAS	Service d'accréditation suisse (www.sas.admin.ch/sas)
SCAV	Service de la consommation et des affaires vétérinaires (www.vs.ch/web/scav)
SCN	Service de la circulation routière et de la navigation (www.vs.ch/web/scn)
SDE	Sand ou Saharian dust event (terme anglais, en français courant : incursion de sables du Sahara)
SDM	Service de la mobilité (www.vs.ch/web/sdm)
SEFH	Service de l'énergie et des forces hydrauliques (www.vs.ch/web/sefh)
SEN	Service de l'environnement (www.vs.ch/web/sen)
SETI	Service de l'économie, du tourisme et de l'innovation (www.vs.ch/web/seti)
SFCEP	Service des forêts, des cours d'eau et du paysage (www.vs.ch/web/sfcep)
SI	Système international d'unités
SMQ	Système de management de la qualité
SNL	Section Nuisances et laboratoire (intégrée au SEN)
SO ₂	Dioxyde de soufre
SRH	Service des ressources humaines (www.vs.ch/web/srh)
Swiss TPH	Swiss Tropical and Public Health Institute (www.swisstph.ch)
TCS	Touring Club Suisse (www.tcs.ch)
UPSA	Union professionnelle suisse de l'automobile (www.agvs-upsa.ch). 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 2024 est spécifiquement disponible sur le site web du Service cantonal de l'environnement (SEN).

Les principaux objectifs du plan cantonal OPair sont atteints depuis 2014 sur les niveaux de PM10 et de NO₂ dans l'air ambiant valaisan. Le respect des actuelles limitations OPair s'est renforcé depuis lors.

En 2023 la Commission fédérale d'hygiène de l'air a toutefois rendu un rapport recommandant d'adopter dans l'OPair certaines des nouvelles lignes directrices publiées en 2021 par l'OMS. Elles sont souvent nettement plus exigeantes que les précédentes de 2005 qui forment la base de la plupart des présentes limitations (VLI) inscrites à l'annexe 7 de l'Ordonnance fédérale. L'OFEV prévoit suivre les recommandations de la CFHA et introduire d'ici 2030 environ de nouvelles VLI reprenant dans une large mesure les normes de l'OMS. L'appréciation de la qualité de l'air sera alors fondamentalement modifiée par rapport aux actuelles valeurs limites de l'OPair, en particulier sur les poussières fines PM10 et PM2.5 et sur le NO₂.

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 ₂)	30 µg/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	100 µg/m ³	95 % des moyennes semi-horaires d'une année ≤ 100 µg/m ³
	80 µg/m ³	Moyenne par 24h ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
Ozone (O ₃)	100 µg/m ³	98 % des moyennes semi-horaires d'un mois ≤ 100 µg/m ³
	120 µg/m ³	Moyenne horaire ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
Particules fines (PM10)	20 µg/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
	50 µg/m ³	Moyenne sur 24h; ne doit pas être dépassée plus de 3 fois par année
Particules fines (PM2.5)	10 µg/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Plomb (Pb) dans les particules fines (PM10)	500 ng/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Cadmium (Cd) dans les particules fines (PM10)	1.5 ng/m ³	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Retombées de poussières (total)	200 mg/(m ² ×d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Plomb (Pb) dans les retombées de poussières	100 µg/(m ² ×d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Cadmium (Cd) dans les retombées de poussières	2 µg/(m ² ×d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Zinc (Zn) dans les retombées de poussières	400 µg/(m ² ×d)	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)

Les valeurs limites sur le SO₂ 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 :

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

$x > VLI$: 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 excepté pour celles de COV. 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.

Pour évaluer les incertitudes sur les mesures de COV par GC-FID ou GC-PID il manque une méthode de référence reconnue sur laquelle fonder une telle évaluation. Des estimations basées sur la norme SN EN ISO 20988 montrent qu'une incertitude sur la valeur annuelle de l'ordre de $\pm 50\%$ est vraisemblable. Elle pourrait parfois être supérieure et approcher la limite de la signification quantitative.

Programme analytique

TABLEAU 11 - RESIVAL, PROGRAMME ANALYTIQUE

Paramètres	Les Giettes	Massongex	Saxon	Sion	Eggerberg	Brigerbad	Montana
Oxydes d'azote NO, NO ₂ (NO _x)	x	x	x	x	x	x	x
Ozone O ₃	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	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. Le carbone organique est un constituant des poussières fines PM2.5 et PM10. Dès 2023 ces dernières sont déterminées au moyen d'analyseurs en continu et de HVS à toutes les stations fixes de RESIVAL. Chacune comporte deux appareils de mesure HVS dotés de têtes de prélèvement filtrant spécifiquement la fraction PM2.5 ou PM10.

Les mesures de radioactivité sont de la compétence de la Confédération. Le réseau national de mesure de la radioactivité (NADAM, 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'O₃, les NO_x, 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
Oxydes d'azote NO, NO₂ (NO_x)	En continu Moyennes semi horaires	Chimie-luminescence SN EN 14211:2012	Horiba APNA-370	Toutes les 24 heures, dilution du gaz étalon
Ozone O₃	En continu Moyennes semi horaires	Absorption UV SN EN 14625:2012	Environnement SA O ₃ 42e	Générateur interne + Mensuel Horiba OZGU 370-SE
Composés organiques volatils (COV), BTEX	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
Particules fines PM₁₀, PM 2.5	Tous les 4 jours Moyennes journalières	Gravimétrie High Volume Sampler SN EN 12341:2014	HVS Digital DHA-80	Contrôle annuel
	En continu Moyennes semi horaires	Comptage optique de parti- cules 180 nm à 18 µm Equivalent EN 12341	Horiba APDA-372	Tous les mois pour le débit et la distribution en taille des particules
Pb et Cd dans les PM₁₀	Tous les 4 jours Moyennes annuelles	ICP-MS ISO 17294-2A	-	Analyse externe
Carbone élémentaire, suies (CE dans les poussières d'air)	En continu, moyennes semi-mensuelles	TSP: filtre APDA CE: TOT EUSAAR_2 SN EN 16909:2017	Horiba APDA-372	Analyse externe (CE/CO)
Retombées de pous- sières	En continu Moyennes mensuelles	Bergerhoff VDI 4320 Part 2	Mettler Toledo AX205 DR	Chaque série d'analyses
Dans les retombées de poussières : Pb – Cd – Zn	En continu Moyennes annuelles	ICP-OES (Zn) / ICP-MS ISO 11885 / ISO 17294-2A	-	Analyse externe
Température de l'air	En continu Moyennes semi horaires	Pt 100	FRIEDRICHS 2010	Contrôle annuel
Humidité de l'air	En continu Moyennes semi horaires	Hygromètre capacitif	Rotronic hydroclip	Contrôle annuel
Rayonnement solaire	En continu Moyennes semi horaires	Cellule photovoltaïque	K + Z CM5	-
Pression atmosphé- rique	En continu Moyennes semi horaires	Baromètre	EDA 310/111	Contrôle annuel
Vents : Force et direc- tion	En continu Moyennes semi horaires	Anémomètre à ultrason	METEK	Contrôle annuel

N.B. La station mobile de Baltshieder est dotée d'un analyseur en continu de PM₁₀ Thermo ESM FH62 I-R et d'un anémomètre Friedrichs à coupelles pour mesurer la vitesse du vent.

Assurance qualité

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

Paramètre	Principe de mesure	Norme	Date
Ozone (O₃)	Photométrie dans l'ultraviolet	EN 14625	06.07.2006
Oxydes d'azote (NO, NO₂)	Chimiluminescence	EN 14211	06.07.2006
Particules fines (PM₁₀, PM_{2.5})	Gravimétrie HVS (Digitel DA80)	EN 12341 (équivalent)	11.11.2008
Particules fines (PM₁₀)	Absorption beta (Bétamètre)	EN 12341 (équivalent)	11.11.2008
Particules fines (PM₁₀ et PM_{2.5})	Comptage optique des concentrations en nombre de particules (p/cm ³)	EN 12341 (équivalent)	11.11.2008

Jusqu'en 2019 nos mesures d'immissions ont fait l'objet d'un contrôle tous les deux ans par un organisme externe. Des campagnes d'inter-comparaison étaient conduites par l'office de l'environnement de la Ville de Zürich (Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich – UGZ) sous l'égide de Cercl'Air. Le Metas collaborait à l'appréciation des résultats. Ceux du dernier contrôle en juillet 2019 auprès de la station RESIVAL de Brigerbad étaient en règle et conformes aux exigences. Suite à la pandémie à coronavirus s'étant déclarée en mars 2020 ce programme a été interrompu. Sa reprise est prévue pour 2025.

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 « Qualité de l'air » sur la carte cantonale du Valais le site présente sous forme de graphiques les données des trois jours précédents, de la semaine passée ainsi que des statistiques annuelles. 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 d'ordre général 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, Google Play et Windows Store sont disponibles sous :

- <https://cerclair.ch/fr/aircheck>.

Le site 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 au lien :

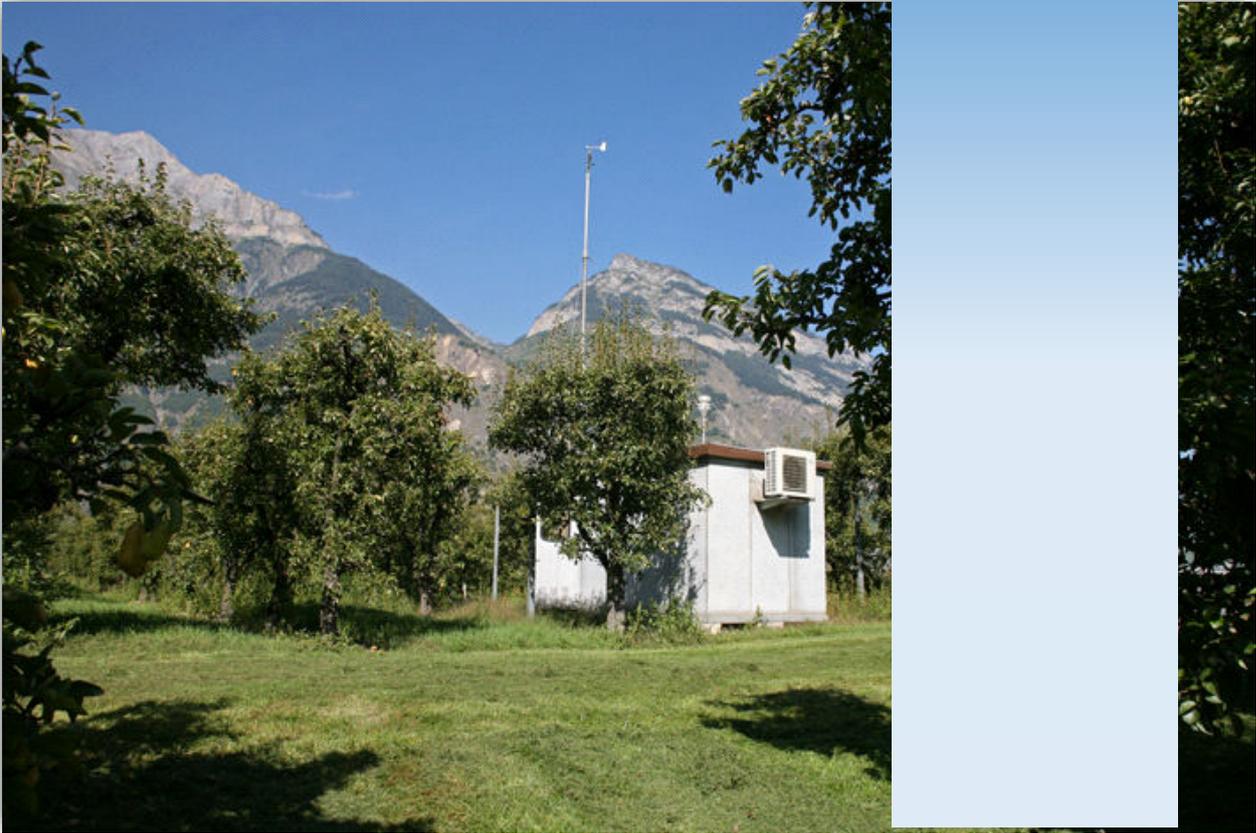
- <https://bafu.meteotest.ch/idb-tabellen/index.php> (données horaires et journalières).

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 les sept stations fixes de RESIVAL, le réseau de mesure cantonal de la qualité de l'air. Elle se trouve sous :

- https://sitonline.vs.ch/environnement/rejets_polluants/#/?lang=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. À fin 2024 les travaux de démolition étaient terminés à 98%. Les trois grandes cheminées de près de 100 m de hauteur étaient alors encore en place. Leur suppression est prévue dans le courant de 2025.

A3 - RESIVAL : Résultats par stations



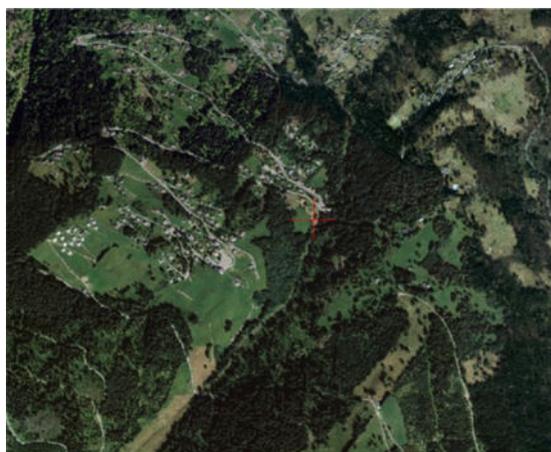
© Chab Lathion

Les Giettes

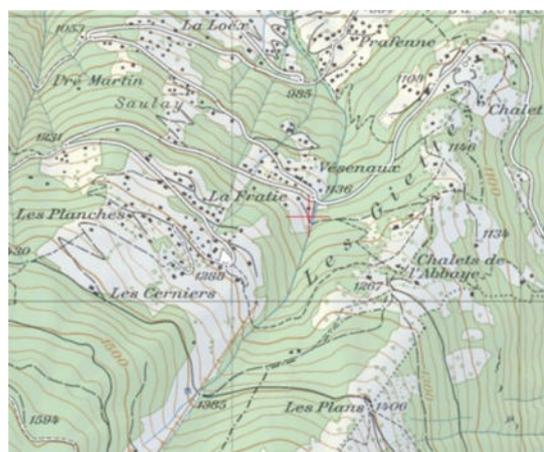
TABLEAU 14 - LES GIETTES, CARACTÉRISATION DU SITE

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 2024

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	30	2
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m ³]	100	6
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	80	11
	Moyenne journalière > 80 µg/m ³	[jour]	1	0
Ozone (O ₃)	Moyenne horaire maximale	[µg/m ³]	120	125
	Moyenne horaire > 120 µg/m ³	[heures]	1	2
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m ³]	100	113
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m ³	[mois]	0	5
Poussières en suspension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	20	8
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	50	75
	Moyenne journalière > 50 µg/m ³	[jour]	3	2
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m ³]	500	1.0
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m ³]	1.5	0.05
Poussières en suspension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	10 (OPair)	5
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	25 (OMS)	20
	Moyenne journalière > 25 µg/m ³	[jour]	3 (OMS)	3
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m ² *j]	200	85
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	100	1.0
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	2	0.18
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	400	16

FIGURE 43 - LES GIETTES, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2024

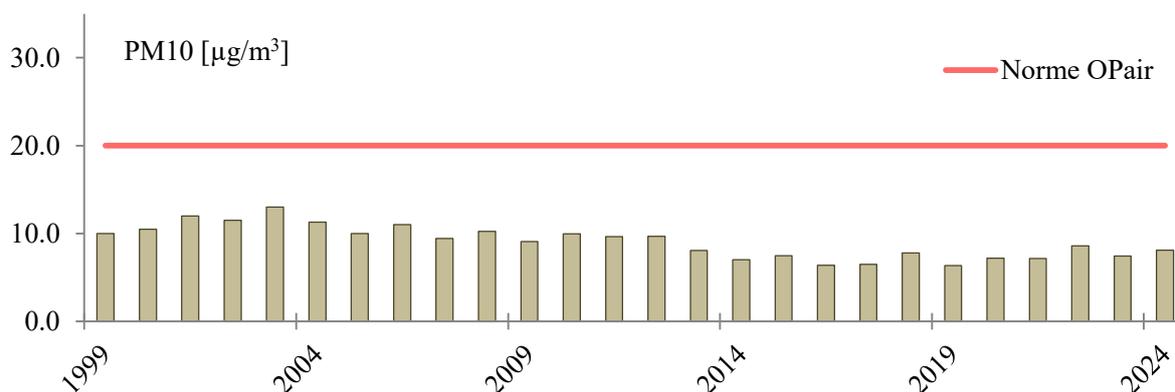


TABLEAU 16 - LES GIETTES, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
Dioxyde d'azote	[µg/m³]	Moyenne	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Nombre Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone (O₃)	[µg/m³]	Moyenne	51	56	68	77	67	62	60	62	52	41	50	68
	[µg/m³]	Moy. H. max	89	98	101	115	116	116	115	125	115	81	83	91
		Nombre Moy. H. >120	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	85	83	99	107	113	106	104	107	90	74	77	90
PM10	[µg/m³]	Moyenne	10	7	4	11	6	11	10	12	8	9	7	3
Retombées de poussières	[mg/m ² *j]	Moyenne	22	39	230	40	35	110	161	250	8	43	65	12
NO	[µg/m³]	Moyenne	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.8	1.0	0.7	0.7

FIGURE 44 - LES GIETTES, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024

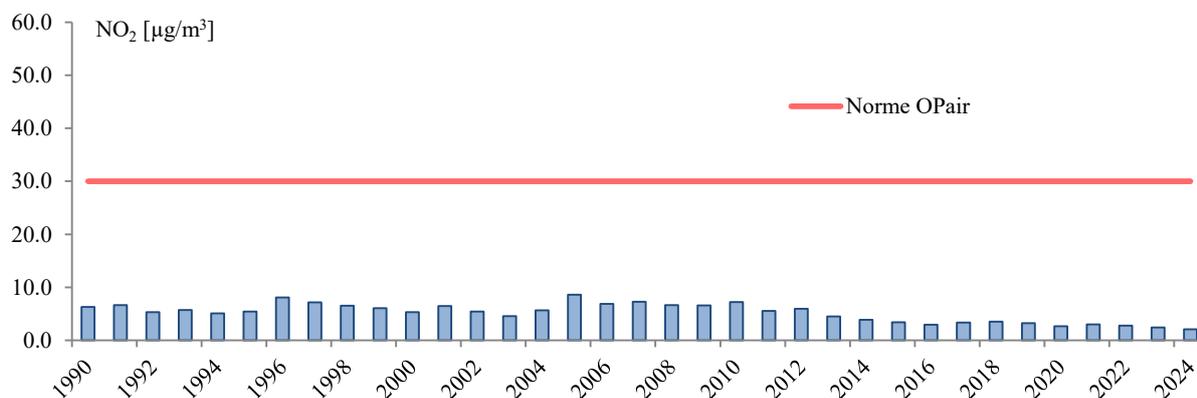
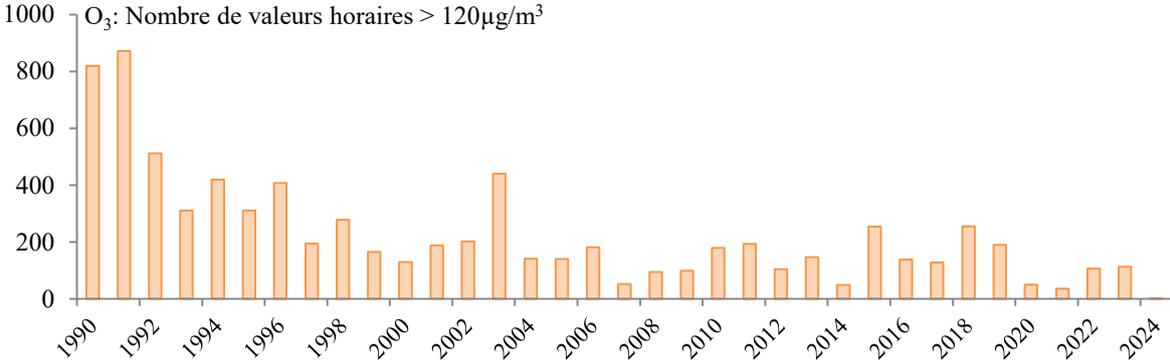


FIGURE 45 - LES GIETTES, O₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120µg/m³ DE 1990 À 2024



Massongex

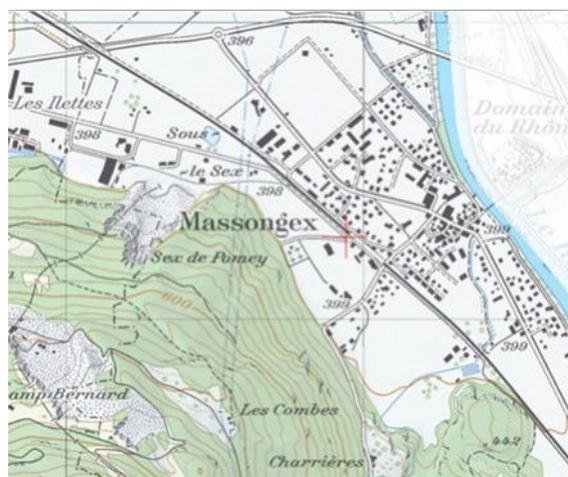
TABLEAU 17 - MASSONGEX, CARACTÉRISATION DU SITE

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 2024

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	30	10
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m ³]	100	28
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	80	34
	Moyenne journalière > 80 µg/m ³	[jour]	1	0
Ozone (O ₃)	Moyenne horaire maximale	[µg/m ³]	120	129
	Moyenne horaire > 120 µg/m ³	[heures]	1	7
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m ³]	100	113
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m ³	[mois]	0	5
Poussières en suspension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	20	14
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	50	73
	Moyenne journalière > 50 µg/m ³	[jour]	3	4
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m ³]	500	2.25
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m ³]	1.5	0.04
Poussières en suspension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	10 (OPair)	8
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	25 (OMS)	62
	Moyenne journalière > 25 µg/m ³	[jour]	3 (OMS)	9
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m ² *j]	200	89
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	100	1.5
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	2	0.27
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	400	32

FIGURE 47 - MASSONGEX, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2024

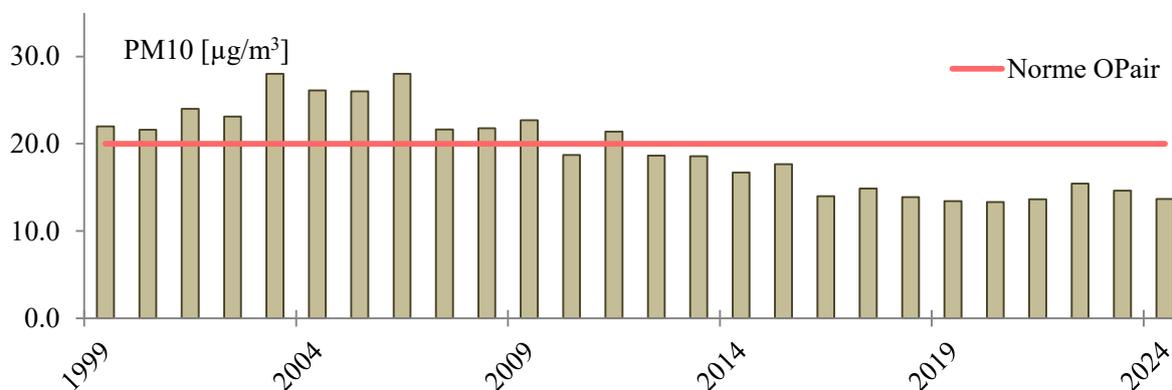


TABLEAU 19 - MASSONGEX, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
Dioxyde d'azote	[µg/m³]	Moyenne	17	15	8	7	5	6	6	7	8	10	15	19
	Nombre	Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone (O ₃)	[µg/m³]	Moyenne	31	34	56	70	64	60	60	62	47	26	25	26
	[µg/m³]	Moy. H. max	80	92	103	112	117	123	120	129	111	77	73	83
	Nombre	Moy. H. >120	0	0	0	0	0	1	1	5	0	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	71	82	100	105	111	104	110	113	92	71	69	70
PM10	[µg/m³]	Moyenne	20	16	9	11	8	14	14	15	11	14	16	15
Retombées de poussières	[mg/m ² *j]	Moyenne	45	40	60	48	70	265	221	78	37	120	77	4
NO	[µg/m³]	Moyenne	5	6	2	2	1	1	1	1	3	4	6	7

FIGURE 48 - MASSONGEX, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024

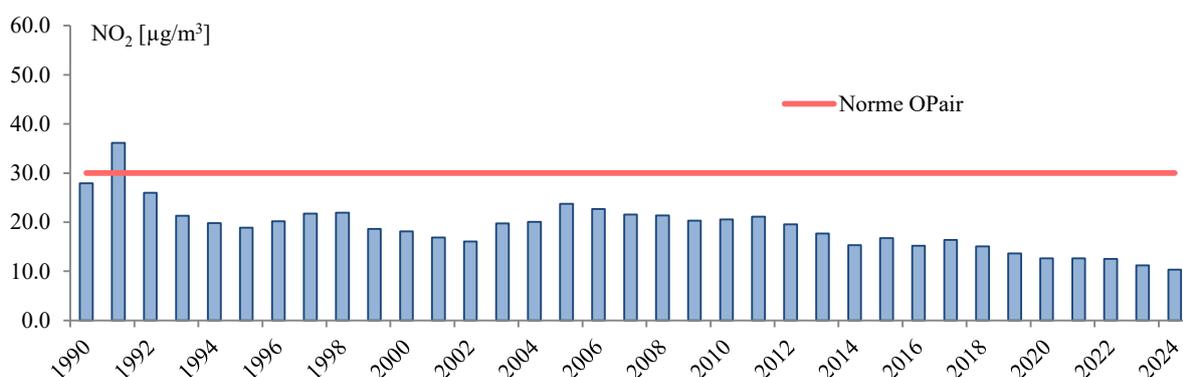
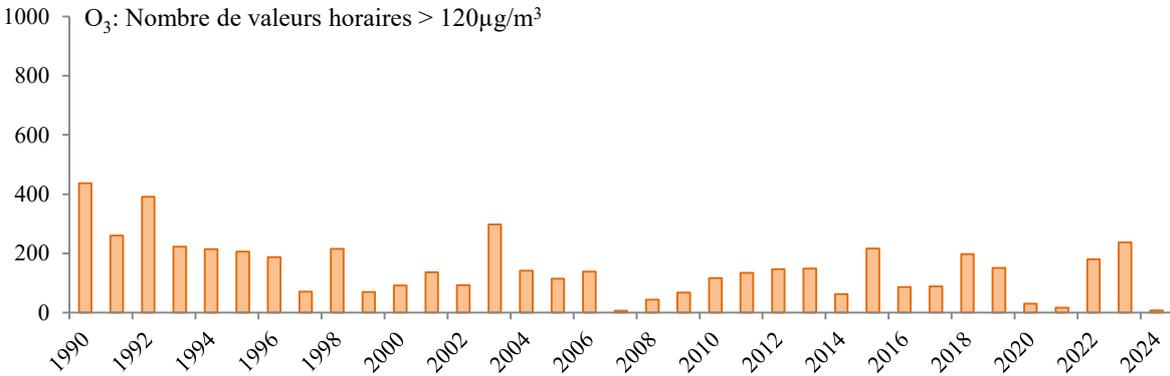


FIGURE 49 - MASSONGEX, O₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m³ DE 1990 À 2024



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
<i>* En zone rurale, exposée au trafic</i>	Intense	Aucune	577'566 / 109'764	
<i>* nomenclature jusqu'à 2021</i>				

FIGURE 50 - SAXON, SITUATION DU SITE



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© Chab Lathion

TABLEAU 21 - SAXON, RÉSULTATS 2024

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	30	12
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m ³]	100	36
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	80	40
	Moyenne journalière > 80 µg/m ³	[jour]	1	0
Ozone (O ₃)	Moyenne horaire maximale	[µg/m ³]	120	135
	Moyenne horaire > 120 µg/m ³	[heures]	1	43
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m ³]	100	125
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m ³	[mois]	0	6
Poussières en sus- pension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	20	12
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	50	69
	Moyenne journalière > 50 µg/m ³	[jour]	3	1
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m ³]	500	1.8
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m ³]	1.5	0.04
Poussières en sus- pension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	10 (OPair)	8
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	25 (OMS)	37
	Moyenne journalière >25 µg/m ³	[jour]	3 (OMS)	7
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m ² *j]	200	82
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	100	12.6
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	2	0.63
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	400	248

FIGURE 51 - SAXON, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2024

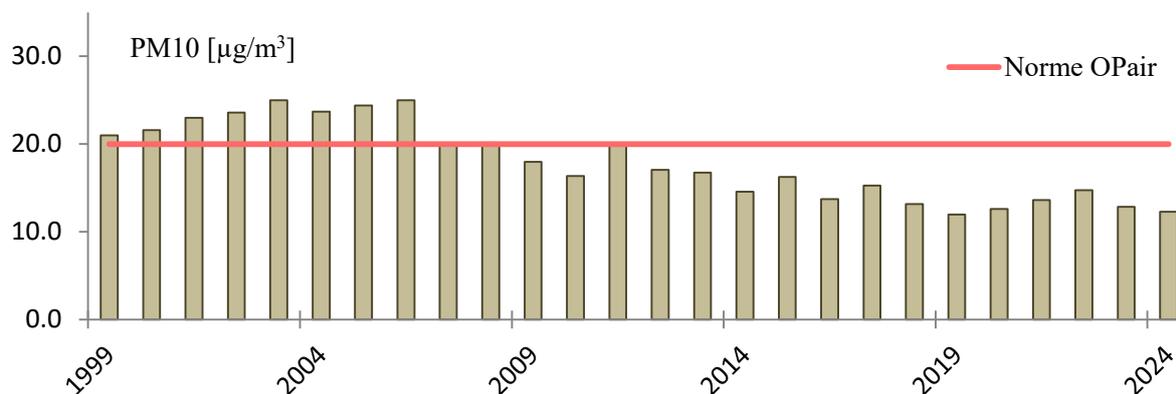


TABLEAU 22 - SAXON, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
Dioxyde d'azote	[µg/m³]	Moyenne	21	18	9	7	5	6	6	6	8	11	19	24
	Nombre	Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone (O₃)	[µg/m³]	Moyenne	27	35	59	72	68	64	64	66	52	24	21	23
	[µg/m³]	Moy. H. max	82	101	105	123	118	125	126	135	125	86	83	87
	Nombre	Moy. H. >120	0	0	0	2	0	2	8	27	4	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	75	85	99	109	111	112	118	125	105	79	75	81
PM10	[µg/m³]	Moyenne	15	14	7	11	7	14	14	14	10	12	15	16
Retombées de poussières	[mg/m ² *]	Moyenne	35	18	48	108	167	218	99	76	58	87	51	19
NO	[µg/m³]	Moyenne	8	8	3	3	1	1	2	2	3	7	13	14

FIGURE 52 - SAXON, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024

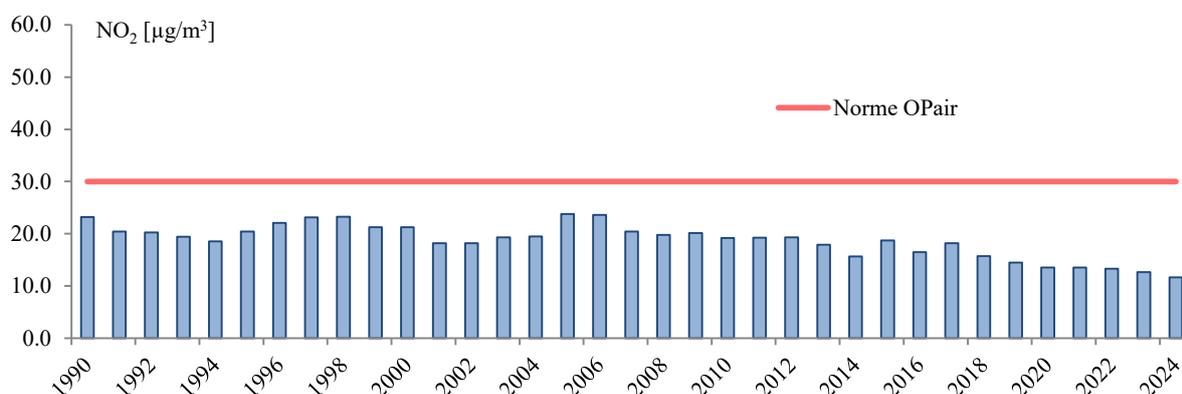
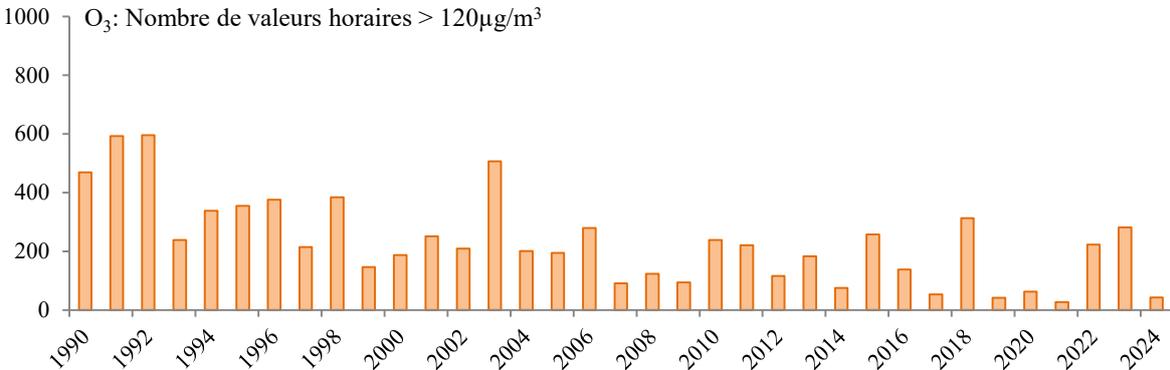


FIGURE 53 - SAXON, O₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m³ DE 1990 À 2024

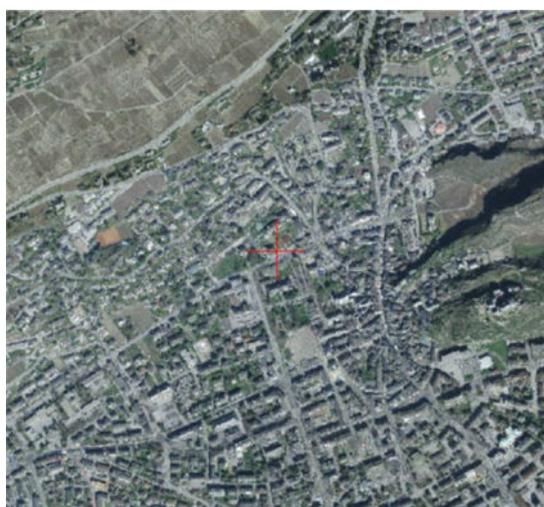


Sion

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 2024

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	30	17
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m ³]	100	43
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	80	50
	Moyenne journalière > 80 µg/m ³	[jour]	1	0
Ozone (O ₃)	Moyenne horaire maximale	[µg/m ³]	120	128
	Moyenne horaire > 120 µg/m ³	[heures]	1	15
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m ³]	100	116
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m ³	[mois]	0	5
Poussières en suspension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	20	13
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	50	75
	Moyenne journalière > 50 µg/m ³	[jour]	3	1
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m ³]	500	2.2
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m ³]	1.5	0.04
Poussières en suspension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	10 (OPair)	7
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	25 (OMS)	37
	Moyenne journalière > 25 µg/m ³	[jour]	3 (OMS)	3
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m ² *j]	200	85
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	100	2.7
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	2	< LQ
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	400	41

FIGURE 55 - SION, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2004

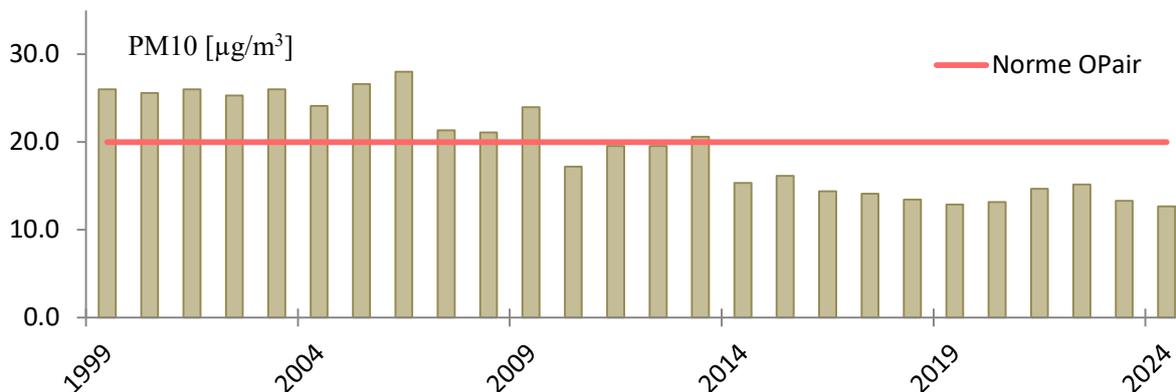


TABLEAU 25 - SION, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
Dioxyde d'azote	[µg/m³]	Moyenne	28	24	14	11	10	9	9	9	12	17	27	32
	Nombre	Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone (O ₃)	[µg/m³]	Moyenne	17	33	54	73	68	64	67	68	50	21	19	20
	[µg/m³]	Moy. H. max	72	86	97	119	123	121	126	128	114	74	66	77
	Nombre	Moy. H. >120	0	0	0	0	7	1	4	3	0	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	58	75	92	112	115	110	116	113	98	65	62	65
PM10	[µg/m³]	Moyenne	16	15	6	12	8	14	15	15	11	12	14	16
Retombées de poussières	[mg/m ² *]	Moyenne	51	78	64	93	174	296	52	71	12	39	59	35
NO	[µg/m³]	Moyenne	9	8	3	3	2	2	2	2	3	7	12	13

FIGURE 56 - SION, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024

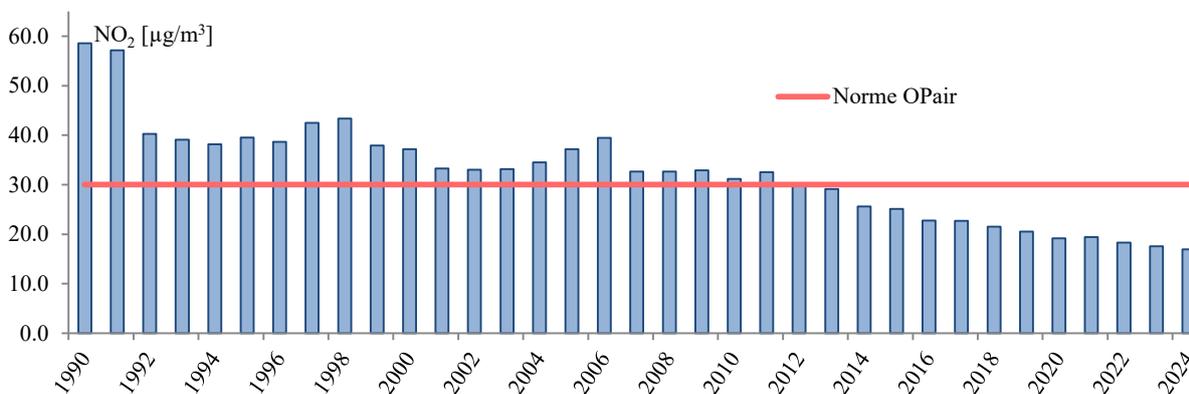
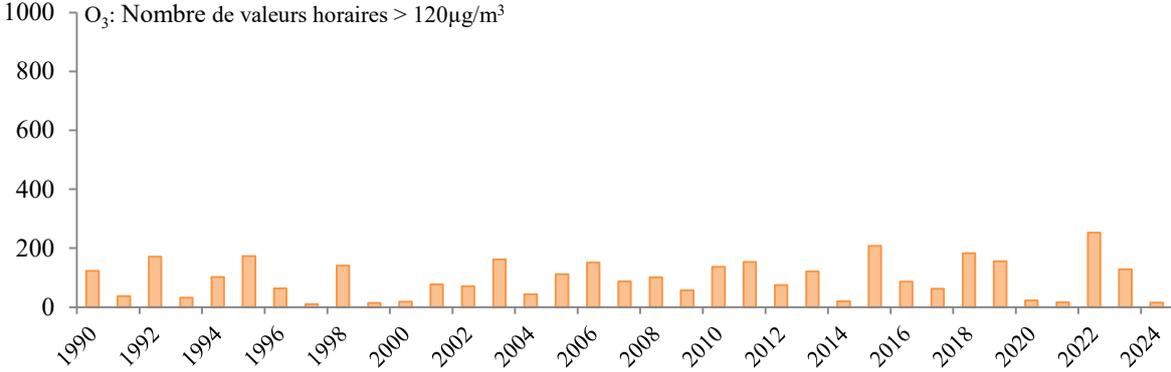


FIGURE 57 - SION, O₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m³ DE 1990 À 2024

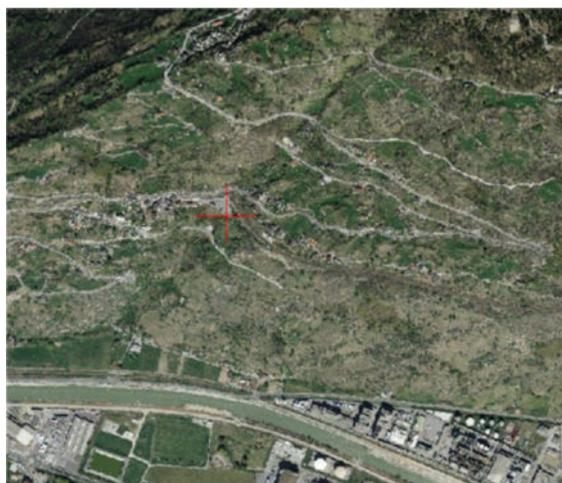


Eggerberg

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	
* nomenclature jusqu'à 2021				

FIGURE 58 - EGGERBERG, SITUATION DU SITE



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© Chab Lathion

TABLEAU 27 - EGGERBERG, RÉSULTATS 2024

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	30	7
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m ³]	100	19
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	80	27
	Moyenne journalière > 80 µg/m ³	[jour]	1	0
Ozone (O ₃)	Moyenne horaire maximale	[µg/m ³]	120	137
	Moyenne horaire > 120 µg/m ³	[heures]	1	80
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m ³]	100	124
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m ³	[mois]	0	6
Poussières en suspension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	20	9
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	50	42
	Moyenne journalière > 50 µg/m ³	[jour]	3	0
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m ³]	500	1.6
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m ³]	1.5	0.03
Poussières en suspension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	10 (OPair)	6
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	25 (OMS)	36
	Moyenne journalière > 25 µg/m ³	[jour]	3 (OMS)	0
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m ² *j]	200	60
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	100	<LQ
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	2	0.09
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	400	17

FIGURE 59 - EGGERBERG, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2024

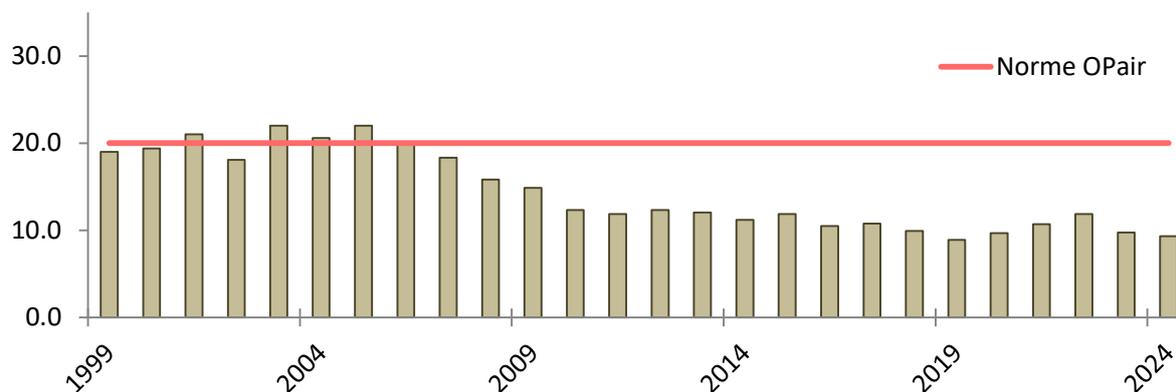


TABLEAU 28 - EGGERBERG, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill.	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
Dioxyde d'azote	[µg/m³]	Moyenne	11	9	6	4	4	5	5	5	5	7	9	11
	Nombre	Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone (O₃)	[µg/m³]	Moyenne	49	55	67	84	76	73	75	77	69	44	49	52
	[µg/m³]	Moy. H. max	85	90	102	121	129	128	137	127	131	92	89	89
	Nombre	Moy. H. >120	0	0	0	1	13	7	27	23	9	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	77	83	98	114	120	119	124	122	116	78	81	83
PM10	[µg/m³]	Moyenne	9	10	4	10	7	13	12	14	10	8	9	8
Retombées de poussières	[mg/m ^{2*}]	Moyenne	23	52	125	45	105	166	30	46	19	30	62	20
NO	[µg/m³]	Moyenne	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2

FIGURE 60 - EGGERBERG, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024

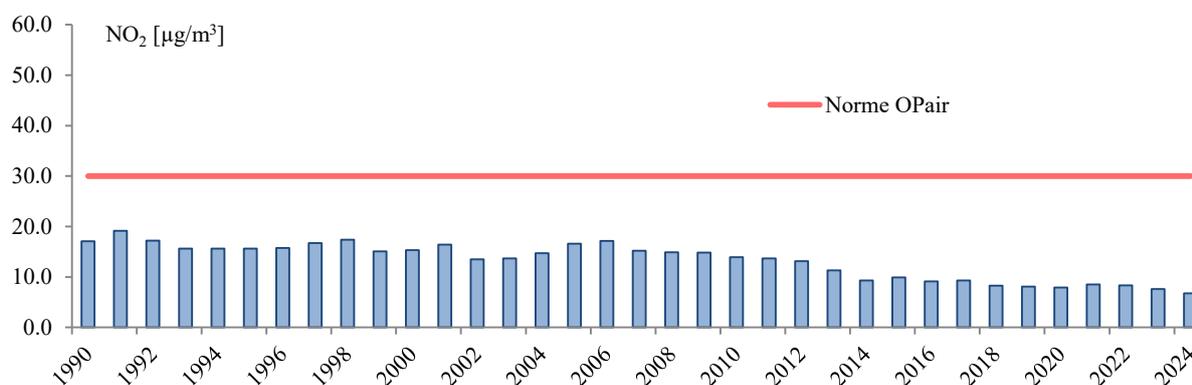
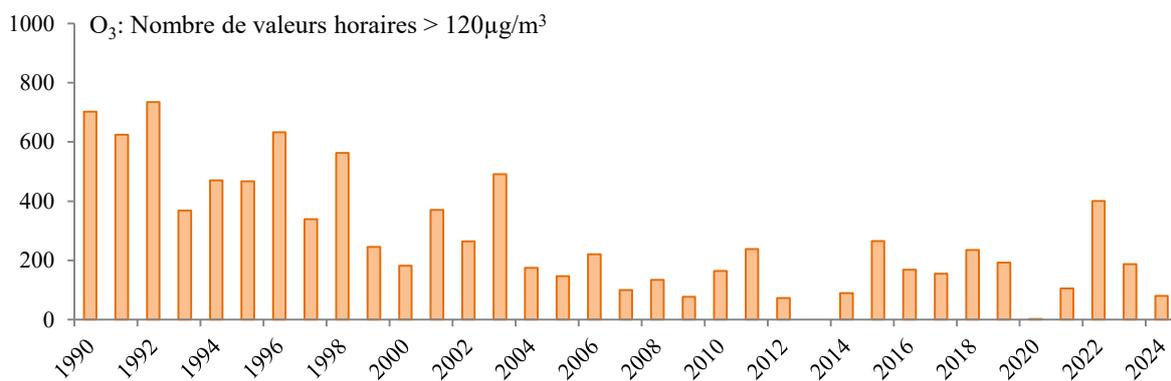


FIGURE 61 - EGGERBERG, O₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m³ DE 1990 À 2024



L'absence d'un nombre de valeurs horaires supérieures à 120 µg/m³ en 2013 provient d'un problème technique sur la ligne de prélèvement. Les résultats ont par conséquent été invalidés.

Brigerbad

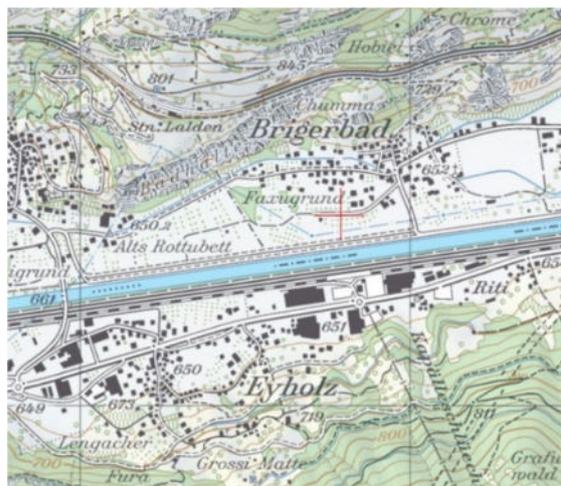
TABLEAU 29 - BRIGERBAD, CARACTÉRISATION DU SITE

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 2024

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	30	15
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m ³]	100	47
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	80	60
	Moyenne journalière > 80 µg/m ³	[jour]	1	0
Ozone (O ₃)	Moyenne horaire maximale	[µg/m ³]	120	130
	Moyenne horaire > 120 µg/m ³	[heures]	1	20
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m ³]	100	118
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m ³	[mois]	0	6
Poussières en sus- pension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	20	13
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	50	49
	Moyenne journalière > 50 µg/m ³	[jour]	3	0
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m ³]	500	2.3
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m ³]	1.5	0.05
Poussières en sus- pension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	10 (OPair)	7
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	25 (OMS)	25
	Moyenne journalière > 25 µg/m ³	[jour]	3 (OMS)	1
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m ² *j]	200	90
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	100	1
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	2	0.14
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	400	31

FIGURE 63 - BRIGERBAD, MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 1999 À 2024

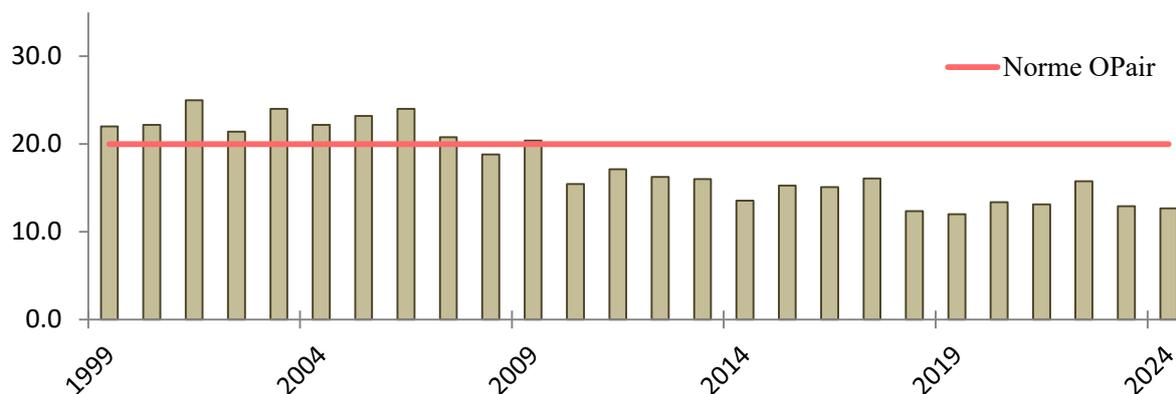


TABLEAU 31 - BRIGERBAD, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
Dioxyde d'azote	[µg/m³]	Moyenne	26	20	10	7	6	8	8	9	9	14	27	34
	Nombre	Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone (O₃)	[µg/m³]	Moyenne	28	38	59	78	68	64	66	64	57	28	19	20
	[µg/m³]	Moy. H. max	79	89	101	117	120	119	126	130	128	83	79	86
	Nombre	Moy. H. >120	0	0	0	0	0	0	5	8	7	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	68	85	97	111	111	111	116	118	107	70	73	79
PM10	[µg/m³]	Moyenne	11	10	6	10	5	14	12	13	8	14	18	15
Retombées de poussières	[mg/m ² *j]	Moyenne	32	10	244	51	117	372	90	63	15	38	40	8
NO	[µg/m³]	Moyenne	8	6	2	1	1	1	1	1	2	6	18	22

FIGURE 64 - BRIGERBAD, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 1990 À 2024

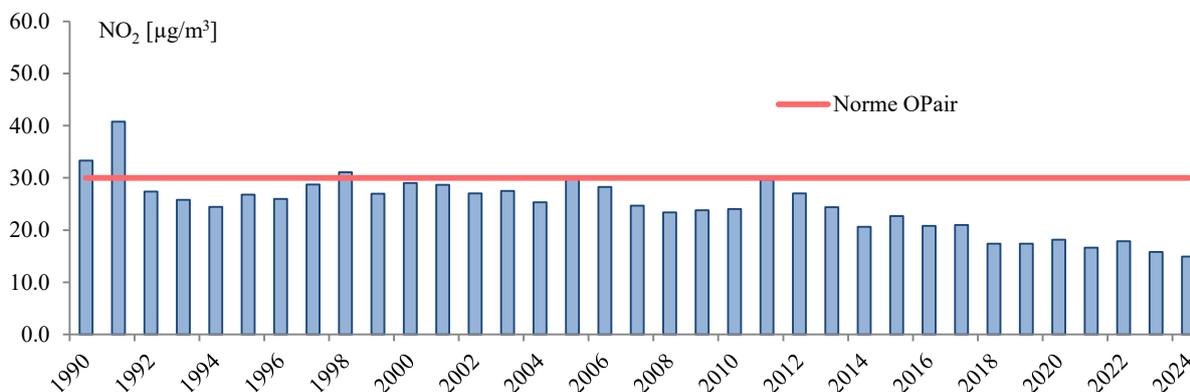
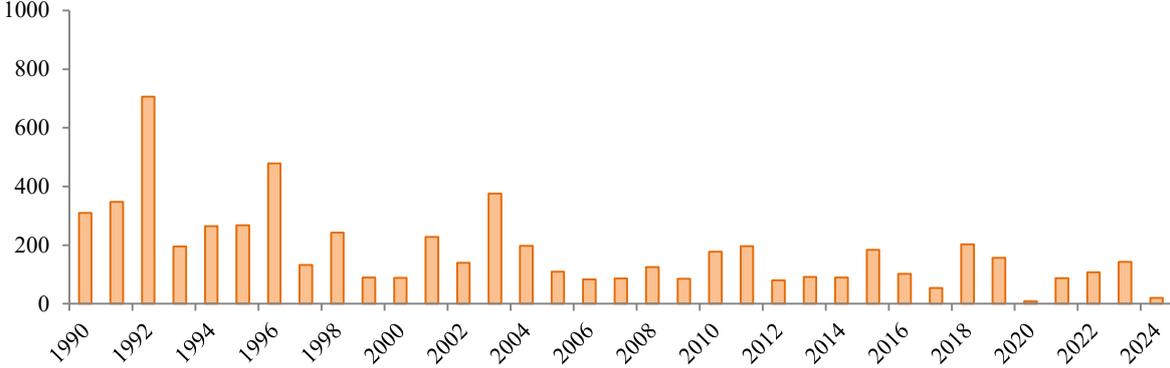


FIGURE 65 - BRIGERBAD, O₃ NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m³ DE 1990 À 2024



Montana

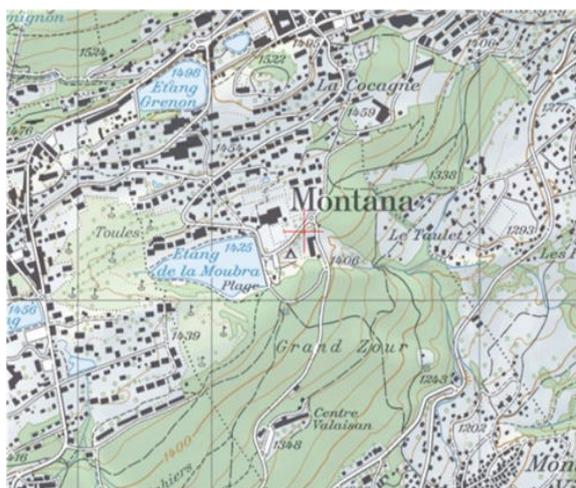
TABLEAU 32 - MONTANA, CARACTÉRISATION DU SITE

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 2024

		Unité	Valeur limite	Résultats
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	30	8
	95 % des valeurs semi-horaires d'une année	[µg/m ³]	100	24
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	80	40
	Moyenne journalière > 80 µg/m ³	[jour]	1	0
Ozone (O ₃)	Moyenne horaire maximale	[µg/m ³]	120	129
	Moyenne horaire > 120 µg/m ³	[heures]	1	51
	Percentile 98 % mensuel maximum	[µg/m ³]	100	125
	Nombre de mois percentile 98 % >100 µg/m ³	[mois]	0	7
Poussières en sus- pension (PM10)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	20	8
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	50	46
	Moyenne journalière > 50 µg/m ³	[jour]	3	0
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[ng/m ³]	500	0.9
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[ng/m ³]	1.5	0.05
Poussières en sus- pension (PM2.5)	Moyenne annuelle	[µg/m ³]	10 (OPair)	5
	Moyenne journalière maximale	[µg/m ³]	25 (OMS)	41
	Moyenne journalière >25 µg/m ³	[jour]	3 (OMS)	3
Retombées de poussières	Moyenne annuelle	[mg/m ² *j]	200	78
	Plomb (Pb), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	100	1.6
	Cadmium (Cd), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	2	<LQ
	Zinc (Zn), moyenne annuelle	[µg/m ² *j]	400	29

FIGURE 67 - MONTANA MOYENNES ANNUELLES PM10 DE 2002 À 2024

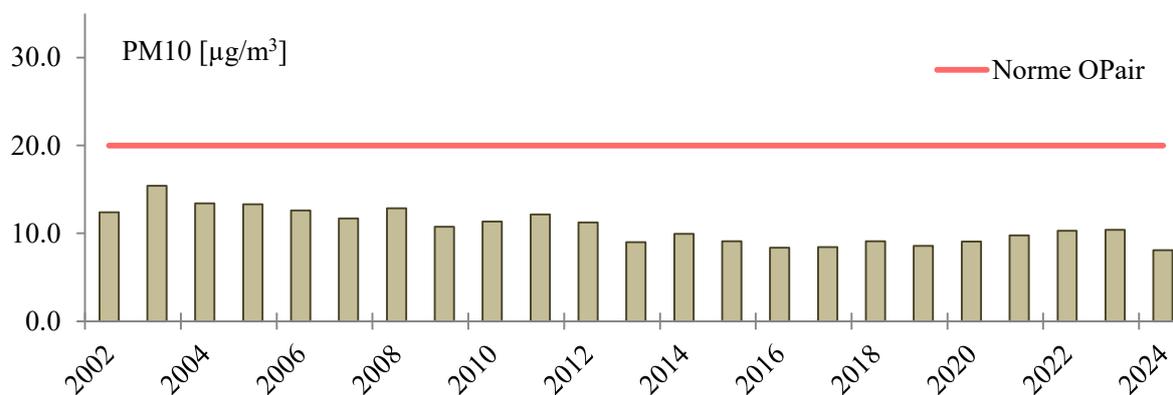


TABLEAU 34 - MONTANA, RÉSULTATS MENSUELS EN 2024

Paramètre	Unités	Statistique	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
Dioxyde d'azote	[µg/m³]	Moyenne	13	10	6	4	4	4	4	5	5	6	11	17
		Nombre Moy. j. > 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone (O ₃)	[µg/m³]	Moyenne	61	64	76	90	82	78	78	82	74	53	56	59
		[µg/m³] Moy. H. max	96	98	106	125	126	117	125	129	127	83	89	96
		Nombre Moy. H. >120	0	0	0	4	7	0	4	30	6	0	0	0
	[µg/m³]	Valeur 98 %	90	91	102	116	118	112	116	125	111	78	84	89
PM10	[µg/m³]	Moyenne	3	10	5	9	7	12	11	13	7	7	8	5
Retombées de poussières	[mg/m ² *j]	Moyenne	37	77	149	24	120	178	78	73	72	54	39	36
NO	[µg/m³]	Moyenne	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	5

FIGURE 68 - MONTANA, MOYENNES ANNUELLES DU DIOXYDE D'AZOTE DE 2002 À 2024

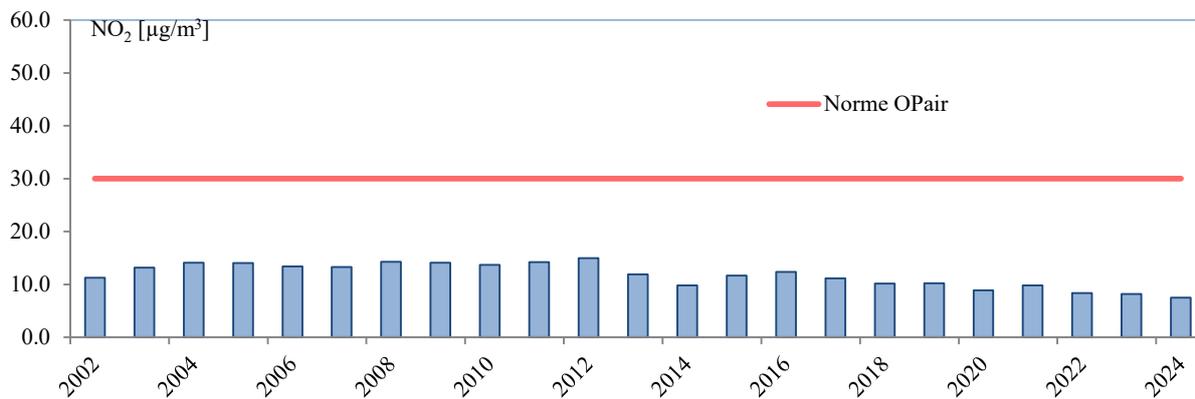
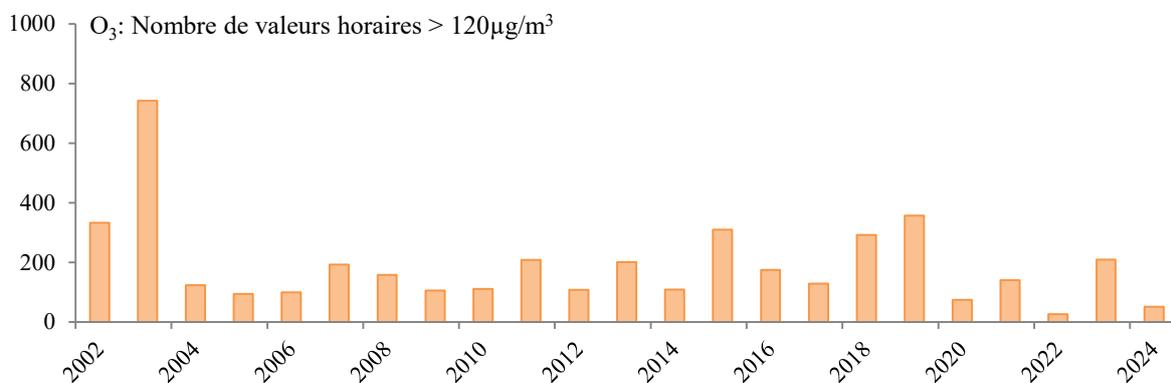


FIGURE 69 - MONTANA, O3 NOMBRE DE VALEURS HORAIRES >120 µg/m³ DE 2002 À 2024



A4 – RESIVAL, pictogrammes de qualité de l'air

NO₂, PM10, PM2.5, Retombées de poussières, NH₃

			NO ₂ (VLI : 30)	PM10 (VLI : 20)	PM2.5 (VLI : 10)	RP (VLI : 200)	NH ₃ (VLI : 3)
	Moyenne annuelle	< 0.9 × VLI	< 27	< 18	< 9	< 180	< 2
	Moyenne annuelle	≥ 0.9 × VLI et ≤ 1.1 × VLI	27 à 33	18 à 22	9 à 11	180 à 220	2 à 4
	Moyenne annuelle	> 1.1 × VLI	> 33	> 22	> 11	> 220	> 4

Remarques : Valeurs annuelles arrondies à l'unité; valeurs limites d'immission (VLI) de l'annexe 7 OPair pour NO₂, PM10, PM2.5 en µg/m³ et RP (retombées de poussières) en mg/(m²×d); pour le NH₃ limitation en µg/m³ relative à l'art. 2 al. 5 OPair valant pour les plantes supérieures.

O₃

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

Benzène

	Moyenne annuelle en µg/m ³ (au moins 10 fois inférieure à la VLI selon directive 2000/69/CE)	< 0.5
	Moyenne annuelle en µg/m ³	0.5 à 5
	Moyenne annuelle en µg/m ³ (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 il s'agit d'endroits spécifiques.

A5 – QUALITÉ DE L'AIR ET MESURES DE PRÉVENTION

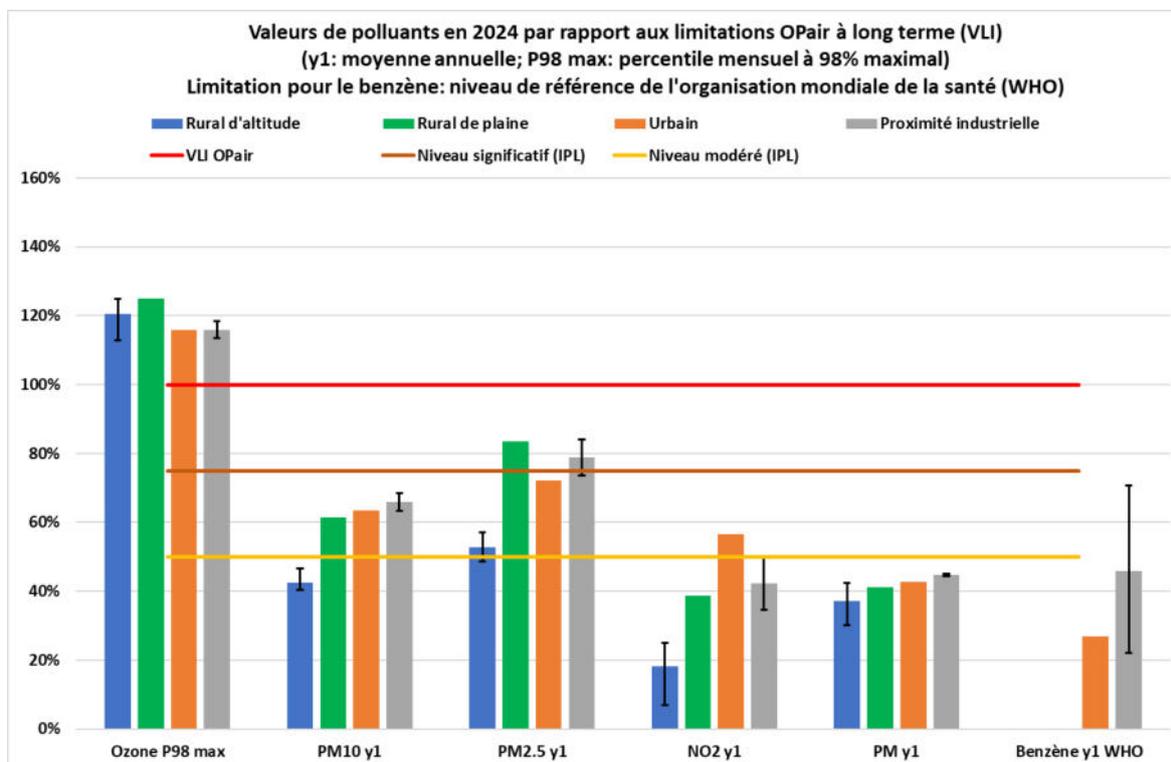
La situation générale de qualité de l'air en 2024 s'apprécie clairement au regard des limitations OPair à long terme (figure 70). Il s'agit des valeurs limites d'immission (VLI) en moyenne annuelle pour les retombées de poussières, les poussières fines PM10 et PM2.5, les oxydes d'azote et le benzène. Pour l'ozone le percentile à 98 % mensuel est approprié. 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. La limite légale, qui correspond au niveau à 100 %, est dépassée pour l'ozone. Ce polluant représente, de mars à septembre, une pollution excessive nuisible à l'homme et à la nature.

Des valeurs situées nettement en-dessous du seuil de pollution significative au sens des indicateurs de pollution à long-terme (IPL) sont optimales afin de bien garantir des bénéfices durables pour l'homme et l'environnement. Ce niveau est montré en premier rang sous la limitation légale à la figure 70 (niveau à 75 %). En 2024 les principaux polluants, excepté

l'ozone, tiennent cette incitation sauf pour les poussières fines PM2.5 qui la dépassent en proximités industrielles et en région rurale de plaine.

En 2024 la pollution de l'air est qualifiée de faible à modérée pour les retombées de poussières, les poussières fines PM10, les oxydes d'azote et le benzène. Toutefois le rapport de la CFHA de 2023 [5] dit clairement que les valeurs limites d'immission en vigueur en Suisse ne répondent plus aux exigences de la Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) selon lesquelles la qualité de l'air ne doit pas porter atteinte aux divers écosystèmes ainsi qu'à la santé de la population y compris les catégories de personnes particulièrement sensibles telles que les enfants, les malades, les personnes âgées et les femmes enceintes. La commission fédérale préconise donc d'inscrire dès que possible dans l'OPair la plupart des nouveaux standards de qualité de l'air proposés par l'OMS afin que ses VLI soient plus pertinentes. Pour les PM2.5 en particulier les valeurs annuelles ne devraient pas dépasser l'actuel seuil de pollution modérée. En 2024 même les régions rurales d'altitude ne respectent pas toutes ce projet d'objectif (figure 70).

FIGURE 70 - RÉSULTATS D'IMMISSIONS 2024 EN VALAIS RELATIFS AUX PRINCIPALES LIMITATIONS OPAIR



L'art. 33 OPair veut que l'efficacité des mesures du plan cantonal OPair soit évaluée et que le public en soit informé. À cet effet cette annexe présente ensemble, et à l'aide de graphiques, les résultats de mesure de la qualité de l'air en Valais avec les données fournies par le cadastre cantonal d'émissions (art. 21 de la loi cantonale sur la protection de l'environnement - RS 814.1).

Pollution aux poussières fines PM10

La figure 71 ci-dessous montre l'évolution de l'an 2000 à l'an 2023 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 2006 une stagnation s'observait aux immisions tandis que les émissions de PM10 primaires diminuaient. Puis la diminution de 2006 ne reflète que partiellement la baisse correspondante de 46 % 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 aura contribué à la baisse globale. Cette contribution plus importante est à rapporter à la forte diminution de 2005 à 2023 des émissions des précurseurs de PM10 secondaires, surtout les NO_x et le SO₂. 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 [4].

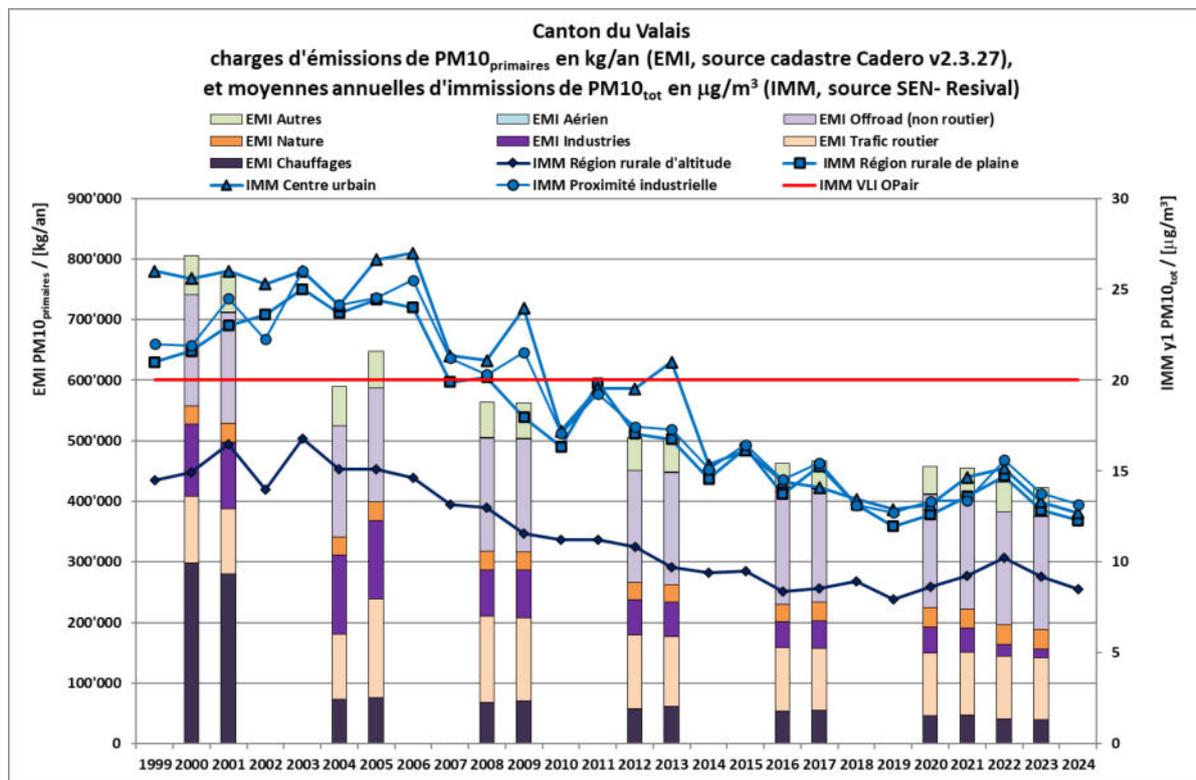
De 2019 à 2022 les niveaux de PM10 sont repartis à la hausse. Les trois années de 2020 à 2022 ont

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.

connu des épisodes inhabituels de fortes incursions de sables du Sahara, parfois massives comme en février 2021 et mars 2022. Le SEN a évalué qu'en règle générale ces épisodes ont augmenté les moyennes annuelles de 11 % en 2021 et 2022 aux stations RESIVAL, et de 8 % en 2023 et 2024. L'analyse du SEN révèle que les valeurs annuelles de PM10 en plaine accuseraient des niveaux amoindris de 0.4 à 0.9 µg/m³ sans les épisodes d'incursions majeures de particules du Sahara en 2024.

Les nouvelles limitations introduites dans l'OPair depuis 2007 sur les émissions de poussières des installations industrielles et de chauffage et sur les machines à moteur émettant des suies de combustion 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 rejets de PM10 primaires. L'Arrêté cantonal de 2007 sur les feux de déchets en plein air est une contribution plus spécifique à l'amélioration constatée quoique de portée nettement plus locale.

FIGURE 71 - PM10, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 1999 À 2024



Pollution aux poussières fines PM2.5

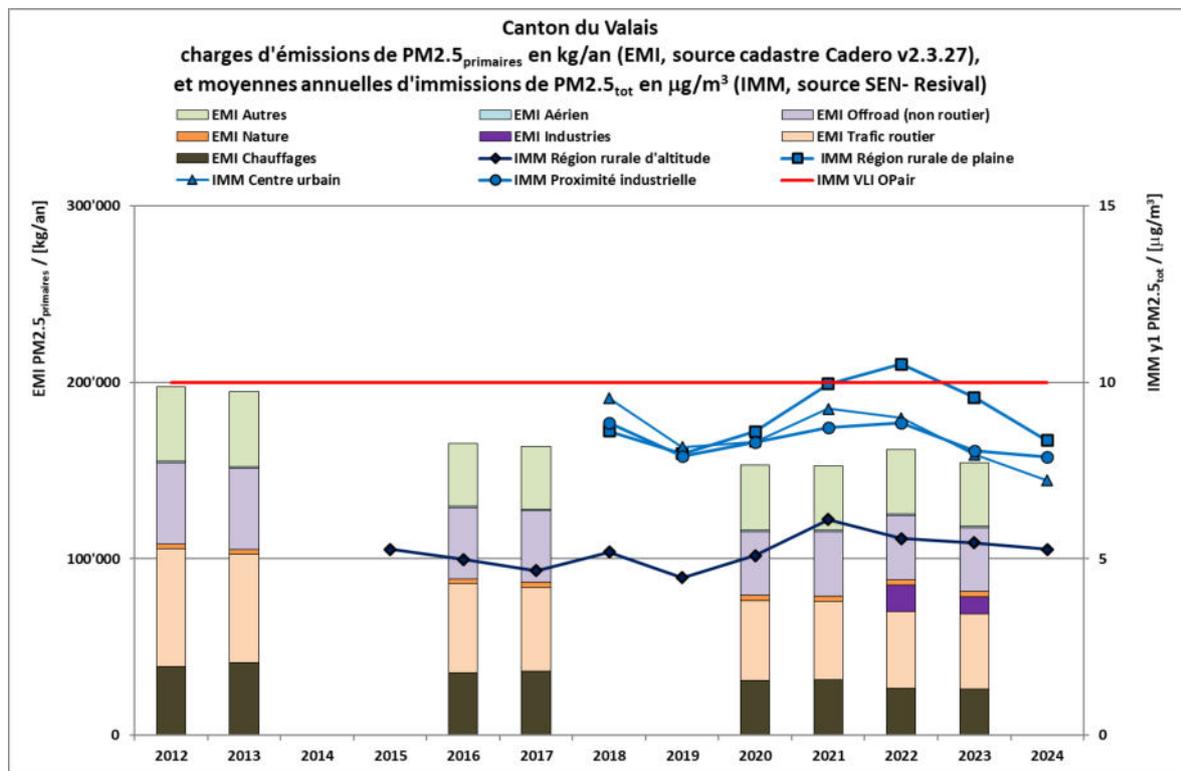
La figure 72 ci-dessous montre l'évolution de l'an 2012 à l'an 2023 des quantités annuelles d'émission de PM2.5 primaires selon le cadastre. Les résultats en moyennes annuelles des mesures de PM2.5 totaux à l'air libre, c'est-à-dire les parts primaires et secondaires, sont ajoutés pour chacune des régions types à partir du début des mesures en 2018. L'apparition en 2022 d'une contribution d'environ 5 à 10 % du domaine industriel reflète la prise en compte de ce domaine, absent auparavant. Les niveaux d'émission montrent une certaine stagnation de 2016 à 2023. Il en va à peu près de même pour ceux d'immissions qui suivent une évolution similaire aux immissions de PM10 ces six dernières années.

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 42 % des émissions en 2023 au regard de 2009 dans le domaine des chauffages est attribuable aux combustions optimisées ou supprimées. Sur le même intervalle les baisses de

49 % et de 38 % des rejets de PM2.5 par le trafic routier et respectivement l'offroad ne sont pas attribuables à moins d'émissions de processus abrasifs. En 2009, 84.1 et 151 [to] de poussières fines d'abrasion étaient émises par ces deux secteurs. En 2023 c'étaient 94.7 et 177 [to] respectivement. La baisse des quantités de PM2.5 émises par le trafic routier et respectivement par l'offroad est donc attribuée à une forte diminution des particules de combustion. Les filtres à particules aux échappements des moteurs diesel contribuent significativement à cette évolution. Les suies diesel étant cancérigènes cette amélioration a des répercussions importantes sur la santé publique.

L'on voit toutefois sur la figure 72 que les niveaux de PM2.5 dans l'air en régions de plaine sont assez proches de la limitation annuelle. Cette pollution est qualifiée de significative et nettement plus critique que celle aux PM10 (voir aussi figure 70).

FIGURE 72 - PM2.5, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 2012 À 2024



Pollution au dioxyde d'azote (NO₂) relative aux sources d'oxydes d'azote (NO_x)

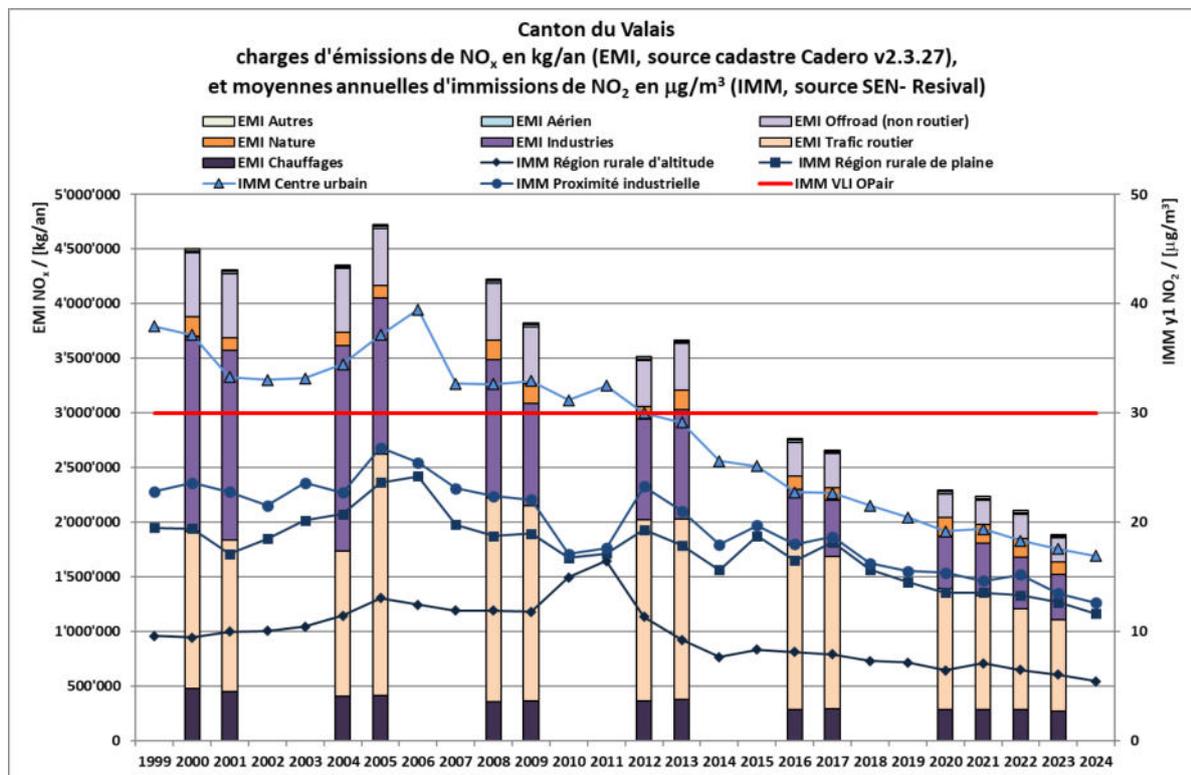
La figure 73 montre l'évolution de l'an 2000 à l'an 2023 des quantités annuelles d'émissions de NO_x ainsi que les résultats correspondants de mesures de dioxyde d'azote (NO₂) à l'air libre en moyennes annuelles pour chacune des régions type. Concernant la contribution des émissions de NO_x à la formation de PM10 secondaires les nitrates constituent environ 25 % des composant des PM10 totaux en hiver et environ 5 % en été [4]. Une diminution importante des quantités émises du gaz précurseur NO_x amoindri significativement les teneurs en PM10. Cet effet est plus marqué en hiver qui est aussi la saison connaissant les plus hautes concentrations de NO₂ dans l'air (voir par exemple la figure 20).

La figure 73 montre que l'approximative stagnation des niveaux de NO₂ dans l'air ambiant est bien corroborée de 1999 à 2006 par les quantités de NO_x émises assez constantes. Puis les niveaux évoluent

à la baisse, tant sur les émissions avec une diminution de 60 % en 2023 au regard de 2006, qu'aux immissions avec une baisse de près de 50 % toutes régions confondues.

Par rapport à l'année d'entrée en vigueur du plan cantonal, la diminution des niveaux de NO_x est dictée, par ordre d'importance, par les baisses des quantités émises par les domaines du trafic routier, des industries, du secteur non-routier (offroad) et des chauffages. Les baisses respectives sont de 53 % (-946 to), 56 % (-525 to), 58 % (-304 to) et 26 % (-97 to) en 2023 sur 2009. L'arrêt de la raffinerie de Collombey en 2015 a provoqué une forte rupture vers le bas des émissions dans le domaine industriel, d'environ 500 tonnes/an en moins. L'effet est visible sur la figure 73 en comparant les quantités émises en 2012 et 2013 avec celles de 2016 et 2017.

FIGURE 73 : NO_x, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 1999 À 2024



En région rurale d'altitude une légère mais persistante diminution du niveau d'immission se dessine ces dix dernières années. Elle situe le niveau de 2024 à près de la moitié de celui moyen de 1999 à 2004. Ces régions étant assez éloignées des principales sources de NO_x cette évolution est un bon indicateur d'une amélioration de fond globale et durable. C'est aussi le cas en plaine où sont situées les plus importantes sources cantonales du polluant.

Quant à la remarquable baisse des niveaux d'immission de NO₂ à la station de Sion depuis 2011, de 48 % en 2023, elle les rapproche peu à peu de ceux des autres régions de plaine (figure 73).

Les diminutions à la station NABEL de Sion Aéroport-A9 proche de l'autoroute mettent en évidence l'importante décroissance des immissions de NO₂ aux endroits fortement exposés à un trafic soutenu. La baisse y est de 39 % en 2024 au regard de 2011. En d'autres termes environ 80% de la baisse d'immission de NO₂ à la station RESIVAL de centre urbain à

Sion pourrait s'expliquer par de moindres effets du trafic routier. Mais ce n'est pas tout-à-fait corroboré par les données du cadastre qui indiquent une contribution entre 55 et 65 % du trafic routier aux baisses d'émissions sur cette période.

À noter que la proportion de NO₂ dans les NO_x augmente progressivement dans l'air sondé par la station NABEL. Elle a passé de 41 % en moyenne pluriannuelle 1999-2001 à 55 % pour celle de 2022-2024. 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. De fait le taux de baisse du NO dans l'air ambiant à la station fédérale de Sion (-50 % en 2024 sur 2011) est nettement plus grand que celui du NO₂ (-39 % sur le même intervalle).

Pollution au dioxyde de soufre (SO₂)

La figure 74 montre l'évolution de l'an 2000 à l'an 2023 des quantités annuelles d'émission de SO₂ 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 SO₂ 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 [4].

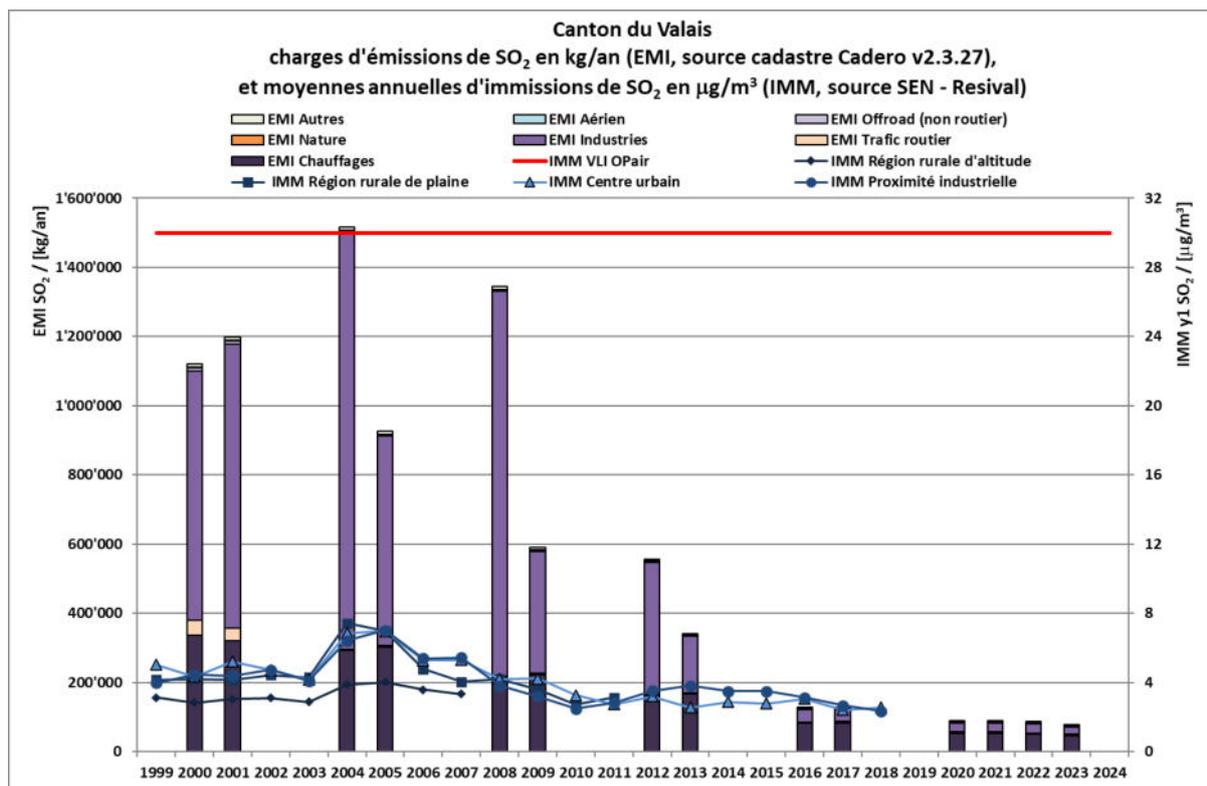
L'arrêt de la raffinerie de Collombey en avril 2015 a provoqué une forte rupture à la baisse des émissions dans le domaine industriel d'environ 130 tonnes/an en moins. Auparavant la limitation annuelle était cependant largement respectée (figure 74).

L'OPair a réglementé par étapes les teneurs en soufre dans l'essence et le diesel. Depuis 2000 la li-

mitation 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 pauvre teneur en soufre, de 0.005 %-masse au maximum. Elle est inférieure de 95 % à la teneur maximale de l'huile de chauffage «extra légère Euro» aussi appelée mazout Euro.

FIGURE 74 - SO₂, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 1999 À 2023



Pollution aux composés organiques volatils (COV)

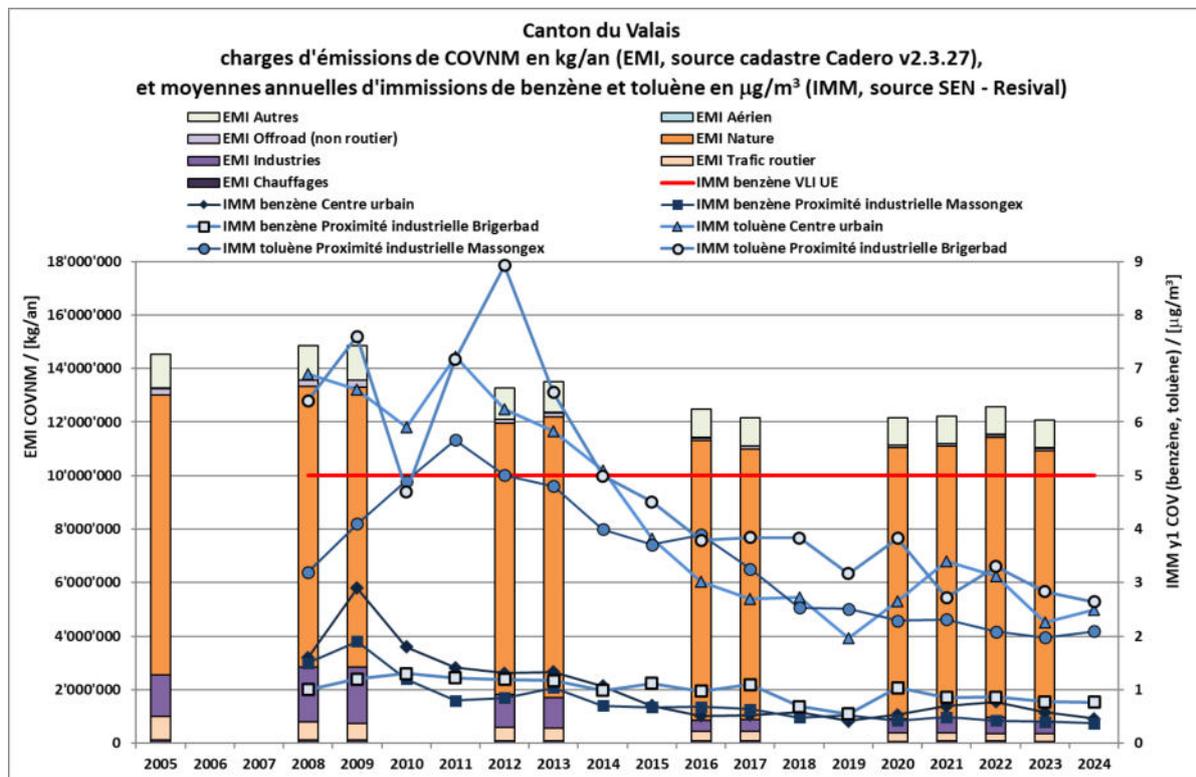
La figure 75 ci-dessous montre l'évolution de l'an 2005 à l'an 2023 des quantités annuelles d'émission de COVNM (COV excepté le méthane) ainsi que les résultats de mesure en moyennes annuelles de deux COV spécifiques pour les régions types valaisannes jusqu'en 2024. Il s'agit du benzène et du toluène.

Les quantités globales de COVNM émis ont baissé de 17 % et de 19 % en 2023 au regard de 2005 et de 2009 respectivement. Les émissions naturelles représentent 84 % des quantités émises (2023). De 2009 à 2023 et selon le cadastre les émissions de COVNM ont diminué de 78 % dans le domaine de l'industrie (-1'632 to) et de 55 % dans celui du trafic

roucier (-346 to). La baisse est de 67 % dans le secteur non-roucier (-166 to). Avec 344 to en moins dans le domaine Nature, ce sont les principales contributions à la baisse globale de 19 %. 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 diminuer les émissions naturelles.

FIGURE 75 - COVNM, ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE 2005 À 2024



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.

Les évolutions à la baisse en moyennes pluriannuelles entre les cinq premières années (2008-2012) et les cinq dernières (2020-2024) sont approximativement semblables aux trois stations sur le toluène (figure 75). Elles s'échelonnent de -53 à -58 %. Sur le benzène ces baisses sont identiques aux stations de Massongex et de Sion (-66 %). Mais celle de Brigerbad n'a connu qu'une baisse de 27 % de ce polluant cancérigène, pour une situation de départ cependant plus favorable.

Le benzène ayant une durée de vie atmosphérique plus longue que le toluène son homogénéisation spatiale devrait être favorisée. De fait en concentrations massiques absolues la fourchette d'écart entre les trois stations RESIVAL est moindre que pour le toluène. Les niveaux régulièrement plus élevés à Brigerbad sur le benzène et le toluène sont associés à

sa situation confinée dans une vallée étroite propice à des lacs d'air froid stables quand de forts vents ne viennent pas les remuer.

Pour les installations industrielles les données du Swiss PRTR sont une source complémentaire, et de moindre portée, aux informations basées sur les déclarations obtenues par le canton au sens de l'art. 12 OPair. Pour l'année 2023, 10 entreprises sises en Valais ont des valeurs d'émissions dans l'air dont 6, actives dans la chimie et la métallurgie, sur des COV.

Le SEN obtient des déclarations sur une base plus large comprenant 55 grandes entreprises ayant rendu en 2024 leurs déclarations sur leurs émissions de l'année 2023. S'ajoutent 13 grandes centrales de chauffage à distance alimentées au bois. Ces installations ont émis 399 tonnes de COVNM pour les industries, allouées à ce domaine dans le cadastre, et 2.4 tonnes pour les CAD.