

Ce projet
a été financé par :

Union Européenne



Espace Mont-Blanc



République et Canton
du Valais
Département des Transports, de
l'Équipement et de l'Environnement



Région Autonome
Vallée d'Aoste
Assessorat du Territoire
de l'Environnement
et des Ouvrages publics



ARPA
(Agence Régionale pour
la Protection de l'Environnement)



Région Autonome
Vallée d'Aoste

L'Air des 2 Savoie



ADEME
(Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie)



Conseil Régional
Rhône-Alpes



Conseil Général
Haute-Savoie



Ville de Chamonix



Conférence
Transfrontalière
Mont-Blanc :

Secrétariat Général
de l'Espace Mont-Blanc
175, rue Paul Corbin-Chedde
74190 Passy France
Tél. (0033) (0)4 50 93 66 73
Fax (0033) (0)4 50 78 25 79
e-mail :
info@espace-mont-blanc.com

République et Canton du Valais
Service de l'Aménagement
du Territoire
11, rue des Cèdres
1950 Sion Suisse
Tél. (0041) (0)27 606 32 50
Fax (0041) (0)27 606 32 54
e-mail : willy.cretton@vs.admin.ch

Région Autonome Vallée d'Aoste
Assessorat du Territoire, de
l'Environnement, et des Ouvrages
publics
1, rue L. Promis
11100 Aoste Italie
Tél. (0039) (0)165 27 28 27
Fax (0039) (0)165 27 28 16
e-mail : s.muti@regione.vda.it

Syndicat Intercommunal
Espace Nature Mont-Blanc
Hôtel de ville, BP 89
74402 Chamonix Mont-Blanc
France
Tél. (0033) (0)4 50 53 11 13
Fax (0033) (0)4 50 55 87 20
e-mail :
chamonix.sam.jmb@chamonix.com



Dans quel air vivons-nous ?

M
A
I
2
0
0
2

Espace
MontBlanc

Quel air
respirons-nous ?

Polluants... Ozone... UV...

L'air est-il plus
pur en altitude ?



Les UV sont-ils
plus forts quand
il fait chaud ?

Quelle exposition aux polluants
et aux UV subissons-nous ?

Y a-t-il plus de pollution
l'été que l'hiver ?

 Périmètre de l'étude

SOMMAIRE

Ère moderne... Air conditionné !

Quelle qualité d'air
dans l'Espace Mont-Blanc :
stations de mesures au sol,
campagne de mesures en planeur
P 4/5

Ère des communications routières... Air libre ?

Zoom sur certains composants
de l'air liés au trafic routier :
poussières, métaux lourds, HAP
P 6 à 8

Ère des loisirs... Plein air ?

Soleil, montagne, ozone :
mesures de la radiation UV,
index UV
P 9

Ère d'anticipation... Air du temps !

Si on pouvait changer l'air :
cadastre des émissions, des
immissions et modélisation
P 10 à 14

Ère du futur... Grand air ?

L'après "Air Espace Mont-Blanc" :
applications et perspectives
P 15

Autour du Mont-Blanc : dans quel air vivons-nous ?

Dans notre ère industrielle mais aussi de loisirs et de plein air, dans une ère de changements climatiques sensibles, comment évoluent l'air et l'atmosphère dans lesquels nous vivons ?

Des spécialistes du Valais, de la Vallée d'Aoste et des deux Savoie apportent des réponses à travers un programme baptisé **"Air Espace Mont-Blanc" !**

Air Espace Mont-Blanc : un programme, un territoire

De juin 1997 à avril 1998, le Valais, la Vallée d'Aoste et les deux Savoie menaient ensemble une campagne transfrontalière de mesures de l'air visant, en particulier, la connaissance des effets du trafic routier local sur la qualité de notre air. A l'automne 1999, les trois régions partenaires lançaient un projet plus exhaustif sur la pollution : une campagne d'investigations innovantes réalisée grâce à des crédits européens, nationaux, régionaux et locaux.

Air Espace Mont-Blanc : des objectifs

Mesurer et analyser les différents polluants présents dans l'air, connaître les sources d'émission et les processus de dispersion, étudier la radiation UV... pour créer des bases de données au service de la santé publique et de l'environnement. La fermeture accidentelle du tunnel du Mont-Blanc a permis d'effectuer des mesures dans des conditions de non-circulation. La réouverture pourrait permettre de rééditer d'autres campagnes de mesures dans des conditions habituelles de trafic routier.

Air Espace Mont-Blanc : des hommes

Une équipe transfrontalière de plus de 20 spécialistes a travaillé ensemble : scientifiques et techniciens de l'ARPA (Agence Régionale pour la Protection de l'Environnement), du Service de la Protection de l'Environnement de l'État du Valais (Réseval - Réseau de Surveillance des Immissions en Valais), de l'Air des 2 Savoie. Dans des laboratoires, des stations de mesures, avec des capteurs, des analyseurs et même un motoplaneur le temps d'une mission, ils ont réalisé mesures, cartographies, modélisations...

Le groupe Air Espace Mont-Blanc présente aujourd'hui certains résultats synthétisés de ses investigations, les outils mis en place et les suites qui peuvent être proposées à cette étude transfrontalière.



Air des 2 Savoie - France

ARPA - Vallée d'Aoste

Réseval - Valais

Ère moderne... Air conditionné !

L'air que l'on respire est conditionné par nos modes de vie "modernes" : trafic routier, chauffage, industries, incinération de déchets...
Quelle est la qualité de l'air dans l'Espace Mont-Blanc ?

Mesure au sol des polluants classiques

Objectif des recherches

Mesurer la charge en polluants présente dans l'air.

Polluants concernés Les oxydes d'azote ou NO_x

Sources de formation : combustion de type gaz d'échappement (principal indicateur de la pollution du trafic routier), productions industrielles, foyers domestiques (chauffage)... Le dioxyde d'azote (NO₂) et le monoxyde d'azote (NO_x). Effets nocifs : santé humaine (troubles respiratoires chroniques et/ou aigus), écosystèmes (contribue à l'acidification des pluies), élément participant à la formation de l'ozone. Seul le dioxyde d'azote (NO₂), particulièrement nocif pour la santé, fait l'objet de normes.



		Dioxyde d'azote NO ₂ moyenne annuelle µg/m ³ (année 2000)
	Normes I & F Norme CH	40 µg/m ³ 30 µg/m ³
Type de site	Station	
Fond	La Thuille (I) Les Giettes (CH)	8 µg/m ³ 5 µg/m ³
Proximité routière	Sembrancher (CH) Morgex (I)	29 µg/m ³ 26 µg/m ³
Urbain	[Aoste - I] [Sion - CH] Chamonix (F)	41 µg/m ³ 36 µg/m ³ 34 µg/m ³

µg/m³ : microgramme
(1 millionième de g par m³ d'air).
CH : Suisse - F : France - I : Italie
[] Site hors Espace Mont-Blanc

L'ozone ou O₃

Il y a ozone et ozone... Le "bon" ozone, situé dans la stratosphère (10 à 60 km d'altitude), est une couche naturelle qui nous protège des rayons ultraviolets. Le "mauvais" ozone est situé dans la troposphère (du sol à 10 km d'altitude)... Sources de formation : réaction photochimique entre des polluants (trafic routier, industries) et le rayonnement du soleil (pas de source produisant directement de l'ozone). Effets nocifs : santé humaine (altération pulmonaire, irritations oculaires), écosystèmes (sylviculture, cultures maraîchères par rapport au rendement).

		Ozone O ₃ Nombre d'heures >120 µg/m ³ (année 2000)
Type de site	Station	
Fond	La Thuille (I) Les Giettes (CH)	76 h 64 h
Proximité routière	Sembrancher (CH)	10 h
Urbain	[Aoste - I] Chamonix (F) [Sion - CH]	59 h 22 h 11 h

µg/m³ : microgramme
(1 millionième de g par m³ d'air).
CH : Suisse - F : France - I : Italie
[] Site hors Espace Mont-Blanc

En résumé...

La présence de dioxyde d'azote dans les vallées urbanisées et d'ozone en montagne sont les deux facettes d'une seule et même situation, avec les mêmes significations et sources. L'ozone augmente en lien avec l'activité humaine, mais loin des sources de pollution. Le dioxyde d'azote augmente directement auprès de ces mêmes sources.

MÉTHODOLOGIE

Des stations de mesures analysent en continu, toute l'année, la charge en polluants dans l'air. Les stations sont réparties sur 3 types de zones :

- sites de fond : zones rurales de montagne peu habitées
- sites de proximité routière : zones à moins de 15 m des axes routiers
- sites urbains : au cœur des villes.

Concentration de NO₂ Pour mieux lire entre les chiffres...

Il est d'abord important de souligner qu'il s'agit de moyennes annuelles, ne permettant pas de mettre à jour les pics journaliers. Sur les sites de proximité, les normes suisses (les plus strictes) sont respectées de peu. Pour les sites urbains, tous au-dessus des normes suisses, Chamonix arrive au niveau de villes comme Sion. De par leur topographie de "vallées de montagne", pour un même niveau d'émission de polluants, ces sites de l'Espace Mont-Blanc sont plus sensibles que des sites de plaine très ouverts et "nettoyés" par les vents. Il est donc important de pouvoir limiter les émissions produisant du dioxyde d'azote.

Concentration de O₃ Pour mieux lire entre les chiffres...

Le phénomène de production d'ozone étant très cyclique (uniquement l'été et pendant la journée), on mesure le nombre d'heures pendant lesquelles un certain seuil est dépassé (120 microgrammes par m³ d'air). La présence d'ozone est nettement plus marquée sur les sites de fond que sur les zones urbaines. En effet, pendant la journée, les polluants (NO) qui participent à la formation de l'ozone proviennent des sites urbains mais se dispersent vers les sites de fond, et stagnent là en altitude. La nuit, ces mêmes polluants sont censés détruire l'ozone, mais ils sont absents des sites de fond. A basse altitude, c'est-à-dire à proximité des sources de pollution (sites urbains et de proximité routière), on retrouvera plus de NO₂ et moins d'ozone.

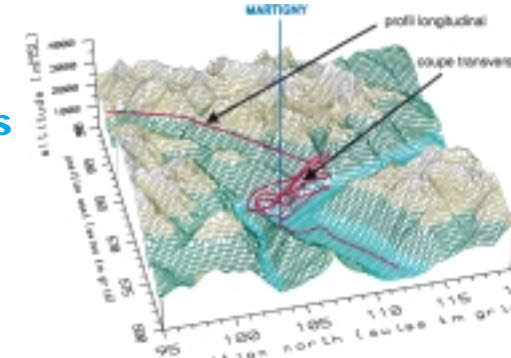
Mesure en 3D des polluants atmosphériques

Objectif des recherches

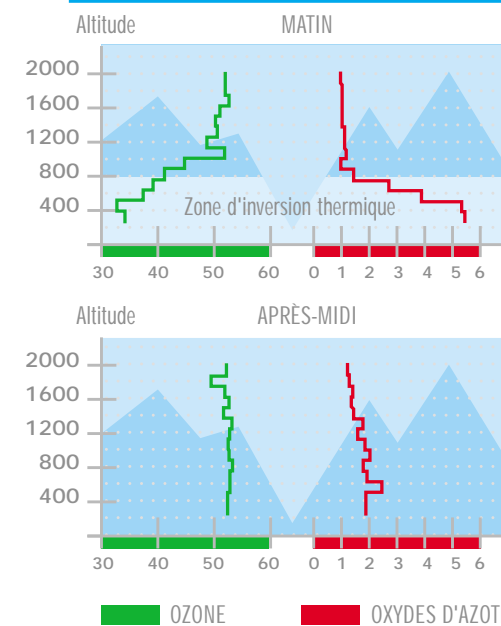
Connaître les phénomènes de dispersion et transport des polluants atmosphériques suivant la météo et la nature du relief. Il est également intéressant de pouvoir comparer cette méthodologie de mesures, en continu et dans l'espace, avec celle, ponctuelle, des stations au sol.

Polluants concernés

Les oxydes d'azote ou NO_x et l'ozone ou O₃.



Les vols du motoplaneur ont été réalisés suivant des profils longitudinaux et des coupes transversales pour permettre de mesurer en longueur, largeur et hauteur (en 3D) la répartition des polluants.



En résumé...

SUR LES OXYDES D'AZOTE

Les trois vallées étudiées de l'Espace Mont-Blanc enregistrent une forte accumulation de polluants près du sol et à faible altitude. Ces quantités sont comparables à celles mesurées aux alentours des agglomérations. Cette pollution influence de manière significative la qualité de l'air en altitude. Mais l'atmosphère libre est aussi sous l'influence d'apports amenés par la circulation d'air des régions voisines.

SUR L'OZONE

Les jours d'été, jusqu'à plus de 4 000 m d'altitude, il a été mis en évidence des maxima d'ozone (plus de 90 ppb) essentiellement dus à deux processus différents :

- le transport horizontal à longue distance de masses d'air contenant beaucoup d'ozone,
- une intrusion d'air contenant de l'ozone venant de la couche stratosphérique (10 à 60 km d'altitude).

Les jours d'observation sur l'Espace Mont-Blanc, les concentrations d'ozone étaient majoritairement influencées par ces processus à large échelle. La "contribution" locale se limitait à 10 à 20 %.

SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Si les émissions de polluants peuvent être réduites par des politiques locales, régionales et internationales, ces mesures auront des répercussions jusqu'en haute altitude et dans les régions et pays au-delà de nos propres frontières... puisque l'air de nos voisins influence le nôtre et vice-versa !

MÉTHODOLOGIE

Analyser la distribution spatiale des polluants en 3D grâce à un avion planeur, doté d'un équipement analytique qui enregistre en continu une quarantaine de paramètres chimiques et météorologiques. Les données présentées ici concernent uniquement les oxydes d'azote et l'ozone.

Concentrations de NO_x et de O₃ Pour mieux lire entre les chiffres...

Le matin, en dessous de 1 000 m d'altitude : forte concentration de NO_x et peu d'ozone. Au-delà de 1 000 m d'altitude, c'est l'inverse. L'après-midi, quelle que soit l'altitude, forte concentration d'ozone et peu de NO_x. Question de couche réservoir et d'inversion thermique...

La couche réservoir...

Produit par réaction entre "gaz d'échappement et soleil" le jour, l'ozone est normalement détruit la nuit par ces mêmes polluants en l'absence de rayonnement solaire. Mais en altitude, les émissions nocturnes ne contiennent pas assez de polluants pour détruire l'ozone : il s'accumule en altitude et crée une "couche réservoir" au-delà de 1 000 m d'altitude.

La zone d'inversion thermique...

Généralement, plus on monte en altitude, plus la température baisse. L'air chaud s'élève en dispersant les polluants qu'il contient. Mais, en hiver ou la nuit et au matin en été, le sol se refroidit beaucoup : la température de l'air y est plus froide qu'à une certaine altitude. L'air ne peut pas se disperser par le haut, les polluants restent bloqués et s'accumulent près du sol sous la couche d'inversion thermique. Les observations du 11/08/2000 des deux graphiques ci-contre le montrent très bien : le matin, la pollution en NO_x est confinée sous la zone d'inversion thermique située vers 1 000 m d'altitude. L'après-midi, pour les oxydes d'azote comme pour l'ozone, les mouvements verticaux d'air induits par l'énergie solaire homogénéisent les concentrations jusqu'en altitude.



Ère des communications routières... Air libre ?

Les micro-polluants et poussières

Objectif des recherches

Mesurer les concentrations de poussières dans l'air, directement liées aux émissions du trafic routier.

Polluants concernés

PM10 : poussières en suspension dans l'air dont le diamètre est inférieur à 10 microns (pénétrant dans les poumons).

PM2,5 : poussières en suspension dans l'air dont le diamètre est inférieur à 2,5 microns (pénétrant jusqu'aux alvéoles pulmonaires).

Sources de formation des PM : transports, chauffage, industries. Effets nocifs : santé humaine (irritation des voies respiratoires, effets cancérigènes), environnement (qualité et fertilité des sols).

Parmi les pollutions quotidiennes les plus nocives : celle liée au trafic routier. Pour savoir ce qu'il en est réellement au sein de l'Espace Mont-Blanc, zoom sur les poussières et ses composants...

MÉTHODOLOGIE

Mesures ponctuelles en aspirant, pendant 24 heures, l'air ambiant afin de piéger les particules sur un filtre. La pesée du filtre permet de déduire la concentration de poussières. Les stations de mesures sont réparties sur 3 types de zones de l'Espace Mont-Blanc : sites de fond (zones de montagne peu habitées), sites de proximité routière (à moins de 15 m des axes routiers), sites urbains (au cœur des villes).

Concentration en PM10

Pour mieux lire entre les chiffres...

Le site de fond de La Thuile se situe aux limites de la norme suisse, très stricte : rien d'alarmant. Le site de proximité routière de Morgex, qui ne subissait pas un fort trafic routier pendant les mesures du fait de la fermeture du tunnel du Mont-Blanc, frôle pourtant les normes européennes. Les quantités d'émissions sont à surveiller, tout dépassement impliquant des prises de décision. Les sites de proximité routière suisses et français enregistrent des niveaux comparables qui dépassent la norme suisse, mais restent bien au-dessous des normes européennes.

Concentration en PM2,5

Pour mieux lire entre les chiffres...

Il n'existe actuellement pas de normes sur les PM2,5. Ces PM2,5 constituent 70 à 80 % des PM10. Les écarts homogènes de mesures entre PM10 et PM2,5 enregistrés sur chaque site confirment des évolutions équivalentes.

Type de site	Station	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Normes I & F Normes CH	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Fond	La Thuile (I) Les Giettes (CH) Col des Montets (F)	19,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 13,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 11,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Proximité routière	Morgex (I) Chamonix La Vigie (F) Sembrancher (CH)	36,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 23,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 22,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme (1 millionième de g par m^3 d'air).
CH : Suisse – F : France – I : Italie

Type de site	Station	PM2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Fond	La Thuile (I) Les Giettes (CH) Col des Montets (F)	11,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 10,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Proximité routière	Morgex (I) Chamonix La Vigie (F) Sembrancher (CH)	29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 18,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme (1 millionième de g par m^3 d'air).
CH : Suisse – F : France – I : Italie

En résumé...

Une vigilance reste de rigueur sur les quantités de PM10. Cependant, la nocivité des poussières ne dépend pas seulement de leur concentration dans l'air, mais aussi des éléments qui les composent... Parmi les composants à surveiller : les métaux lourds et les HAP, dont la présence est détectée par l'analyse des PM10.

Les métaux lourds

Objectif des recherches

Mesurer la concentration en métaux lourds dans les poussières. Ces mesures sont une première sur le territoire de l'Espace Mont-Blanc.

Composants concernés

Le cadmium (Cd), le plomb (Pb), le nickel (Ni), le zinc (Zc) sont des métaux lourds présents dans les poussières. Ils sont produits par des activités comme l'industrie, le trafic routier, l'incinération des déchets.

MÉTHODOLOGIE N° 1 : CONCENTRATION DANS L'AIR

Mesures à partir d'un échantillonnage de filtres qui aspirent, pendant 24 heures, l'air ambiant et piègent les poussières. La pesée du filtre permet de déduire la concentration en PM10, puis son analyse révèle les concentrations en métaux lourds.

Concentration en métaux lourds dans les PM10

Pour mieux lire entre les chiffres...

Les normes données sont celles de l'Union Européenne, existantes ou en projet. Sur tous les sites, de fond et de proximité routière, les niveaux sont toujours très inférieurs aux normes.

MÉTHODOLOGIE N° 2 : PRÉSENCE DANS LES LICHENS

Prélèvement de lichens (espèce : Pseudevernia Furfuracea) qui, se nourrissant d'air et des éléments qui le composent, révèlent les concentrations en métaux lourds selon leur exposition aux sources de polluants. Des campagnes de mesures ont été effectuées dans 24 sites de proximité routière et 94 sites de fond de l'Espace Mont-Blanc.

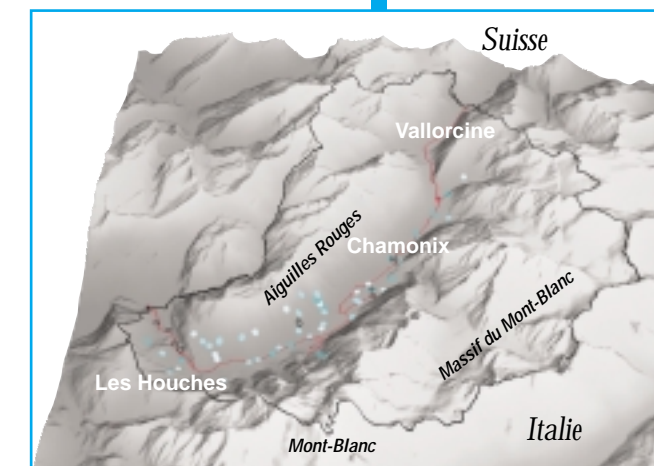
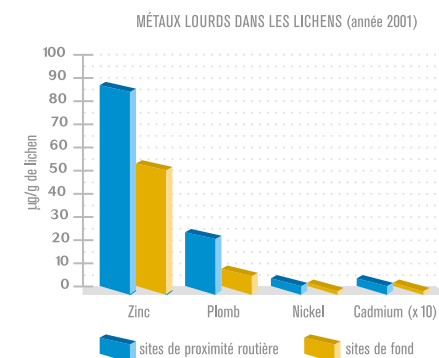
Concentration en métaux lourds dans les lichens

Pour mieux lire entre les chiffres...

Entre les sites de proximité et de fond, les différences de concentration dans l'air de métaux lourds se retrouvent fidèlement dans les mesures réalisées sur les lichens. Cette méthodologie, qui permet de couvrir largement un territoire, confirme les résultats obtenus par les quelques stations au sol. Toutes ces analyses traduisent bien l'influence des axes routiers, sans révéler de contamination alarmante. L'impact des métaux lourds sur un organisme végétal comme le lichen est particulièrement intéressant puisqu'il représente une mémoire de l'air sur plusieurs années.

Type de site	Station	Métaux lourds ng/m^3	
		Norme Cadmium Norme Plomb Norme Nickel	5 ng/m^3 500 ng/m^3 20 ng/m^3
Cadmium Cd	Fond	Les Giettes (CH) Col des Montets (F) La Thuile (I)	0,3 ng/m^3 0,2 ng/m^3 LD*
	Proximité routière	Chamonix La Vigie (F) Sembrancher (CH) Morgex (I)	1,2 ng/m^3 0,4 ng/m^3 0,1 ng/m^3
Plomb Pb	Fond	La Thuile (I) Col des Montets (F) Les Giettes (CH)	5,5 ng/m^3 5,3 ng/m^3 3 ng/m^3
	Proximité routière	Chamonix La Vigie (F) Morgex (I) Sembrancher (CH)	34,7 ng/m^3 22,3 ng/m^3 10,2 ng/m^3
Nickel Ni	Fond	La Thuile (I) Col des Montets (F) Les Giettes (CH)	4,2 ng/m^3 0,8 ng/m^3 LD*
	Proximité routière	Chamonix La Vigie (F) Morgex (I) Sembrancher (CH)	4,3 ng/m^3 3,1 ng/m^3 0,3 ng/m^3

ng/m^3 : nanogramme (1 milliardième de g par m^3 d'air)
LD* : valeur inférieure à la limite de détection
CH : Suisse – F : France – I : Italie



Concentration de plomb dans les lichens

Les mesures sur les lichens permettent d'établir des cartographies locales qui fournissent un état des lieux, à un moment donné, en tout point du territoire.

- 4 à 9 $\mu\text{g}/\text{g}$ de lichen (15 sites).
- 9 à 14 $\mu\text{g}/\text{g}$ de lichen (23 sites).
- 14 à 99 $\mu\text{g}/\text{g}$ de lichen (12 sites).
- 99 à 102 $\mu\text{g}/\text{g}$ de lichen (2 sites).
- Absence de lichens

Les HAP

Objectif des recherches

Mesurer la concentration en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques dans les poussières. Ces mesures sont aussi une première sur le territoire de l'Espace Mont-Blanc.

Composants concernés

Les HAP recouvrent toute une famille de composés dont certains sont connus pour leurs probables effets cancérigènes. Sources de formation : combustion de fuel, gas-oil, charbon, bois... chaque composé étant caractéristique d'un type d'émission. Le seul HAP à être normé est le benzo(a)pyrène, qui fait ici l'objet d'un focus.

	Type de site	Station	Concentration ng/m ³
HAP totaux	Fond	Col des Montets (F) La Thuille (I) Les Glettes (CH)	1,3 ng/m ³ 0,5 ng/m ³ 0,4 ng/m ³
	Proximité routière	Chamonix La Vigie (F) Morgex (I) Sembrancher (CH)	4,8 ng/m ³ 3,4 ng/m ³ 2,1 ng/m ³
Benzo(a)pyrène* Norme italienne - 1 µg/m ³	Fond	Col des Montets (F) La Thuille (I) Les Glettes (CH)	0,04 ng/m ³ 0,03 ng/m ³ 0,03 ng/m ³
	Proximité routière	Morgex (I) Chamonix La Vigie (F) Sembrancher (CH)	0,4 ng/m ³ 0,3 ng/m ³ 0,2 ng/m ³

ng/m³ : nanogramme
(1 milliardième de g par m³ d'air).
CH : Suisse – F : France – I : Italie

Concentration en HAP dans les PM10 Pour mieux lire entre les chiffres...

Le calcul des moyennes annuelles (2000/2001) sur les HAP est satisfaisant pour en évaluer l'impact, mais non représentatif des pics de saison qui peuvent être importants notamment en hiver, à cause des émissions dues au chauffage.

Pour le benzo(a)pyrène, l'objectif de qualité normé en Italie, et qui sera probablement adopté par l'Union européenne, est bien respecté sur tous les sites de l'Espace Mont-Blanc, avec une nette différence entre sites de fond et de proximité routière.

Ère des loisirs... Plein air ?

Le soleil et la montagne : cocktail savoureux mais risqué !
Connaître et savoir mesurer le rayonnement UV, c'est pouvoir se protéger efficacement des risques liés à une exposition en plein air.

Le rayonnement UV

Objectif des recherches

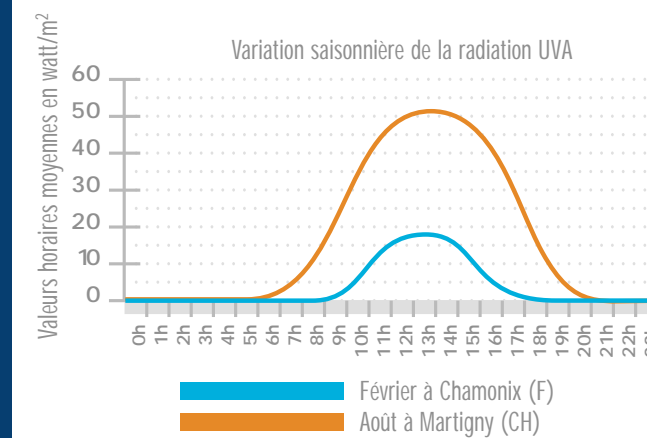
- Quantifier, en fonction des paramètres météorologiques, la charge de radiation UVA et UVB qui parvient au sol et la dose "érythémale" - agressive ou nocive - pour la peau.
- Ces recherches sur les UV sont inédites dans l'Espace Mont-Blanc.
- Commencer une "série historique" de mesures de la composition spectrale de la radiation UV, afin d'en suivre l'évolution par rapport aux variations de la couche d'ozone. Car les variations de l'épaisseur de la couche d'ozone (le "trou d'ozone") induisent une augmentation du rayonnement UV parvenant jusqu'au sol. A long terme, ces données contribueront à l'étude des dynamiques de changement global de climat.

MÉTHODOLOGIE

- Mesurer en continu l'irradiation UVA et UVB grâce à des stations situées entre 400 et 2 000 m d'altitude (à Martigny, Chamonix et La Thuille) et équipées de capteurs UV.
- Mesurer en continu la composition spectrale de la radiation UV grâce à une station de mesures située au Grand Saint-Bernard, entre 2 000 et 3 000 m d'altitude, et équipée d'un spectromètre.

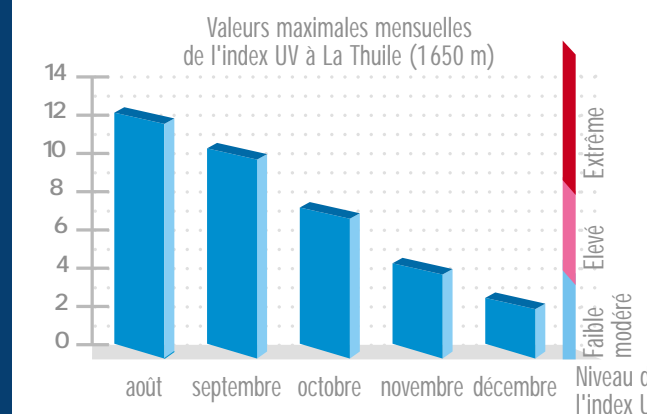
Variation saisonnière de la radiation UVA Pour mieux lire entre les chiffres...

Ces mesures, sur une journée d'hiver d'un côté et une journée d'été de l'autre, indiquent les valeurs moyennes journalières d'exposition à la radiation UVA (dangereuse pour la peau et les yeux). Mais dans une région de montagne comme l'Espace Mont-Blanc, la réverbération sur la neige fraîche peut augmenter l'exposition jusqu'à 100 % !



Valeurs maximales mensuelles de l'index UV à La Thuille (1650 m d'altitude) Pour mieux lire entre les chiffres...

L'index UV exprime l'intensité du rayonnement UV et le risque qu'il représente pour la santé. Il permet de fournir aux populations les informations nécessaires pour prévenir les effets nocifs d'une exposition. Un index UV fort ne signifie pas obligatoirement une température élevée, surtout en montagne à cause de la réverbération !



Le graphique montre des valeurs maximales extrêmes en août et septembre. Cela signifie un coup de soleil en moins de 30 minutes sur une peau normale et en moins de 15 minutes sur une peau sensible ou un enfant, sans protection adaptée. Seul l'index de décembre est d'un niveau modéré.

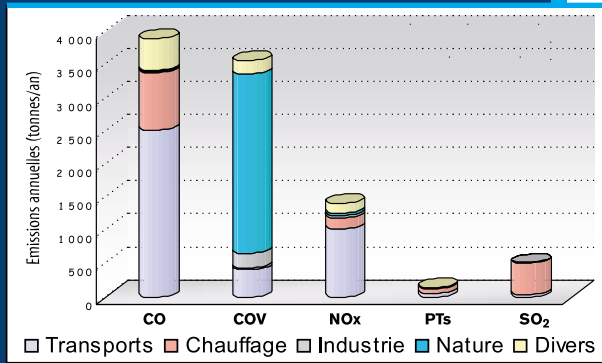
Ère d'anticipation... Air du temps !

Cartographier la pollution pour en connaître sources, quantités, mouvements et comparer situations et années... Passer des outils de mesure de la pollution à des outils de gestion du territoire... C'est dans l'air du temps !

Le cadastre des émissions

• Les polluants et leurs sources

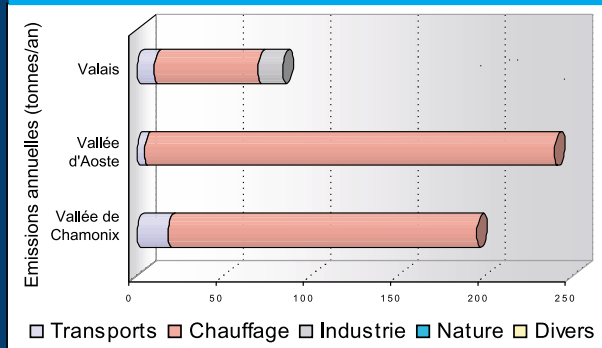
Émissions par type de polluants et de sources en 1998 dans la zone d'étude Air Espace Mont-Blanc



CO : monoxyde de carbone
COV : composés organiques volatils
NOx : oxydes d'azote
PTs : poussières en suspension
SO2 : dioxyde de soufre

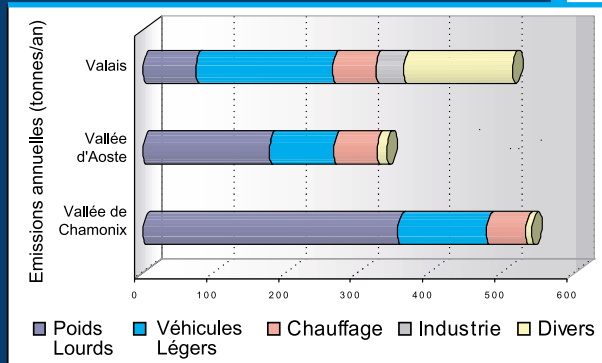
• Gros plan sur le dioxyde de soufre

Émissions de dioxyde de soufre (SO2) en 1998



• Gros plan sur les oxydes d'azote

Émissions d'oxydes d'azote (NOx) en 1998



OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

Ce cadastre inventorie toutes les sources de pollution au sein du périmètre de l'étude Air Espace Mont-Blanc : Vallée d'Aoste, Valais, Vallée de Chamonix. Il permet d'évaluer (schémas) et de représenter (cartes) les quantités rejetées par chacune des sources, sur l'ensemble de la zone d'étude ou en détail sur chacune des régions.

Pour mieux lire entre les chiffres...

Dans la zone d'étude, touristique et très peu industrialisée, le trafic routier et le chauffage sont les principales sources de pollution. Les émissions sont proportionnelles au volume d'activités quotidiennes générées par la population résidente et touristique : rejets dus au travail, aux déplacements, aux foyers... On note également une forte présence de COV, précurseur de l'ozone, due aux forêts de conifères qui sont de gros émetteurs de ce polluant.

Pour mieux lire entre les chiffres...

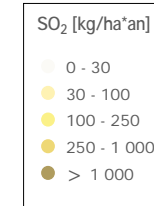
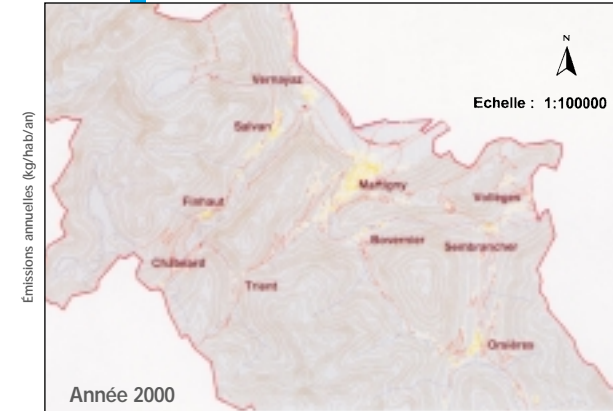
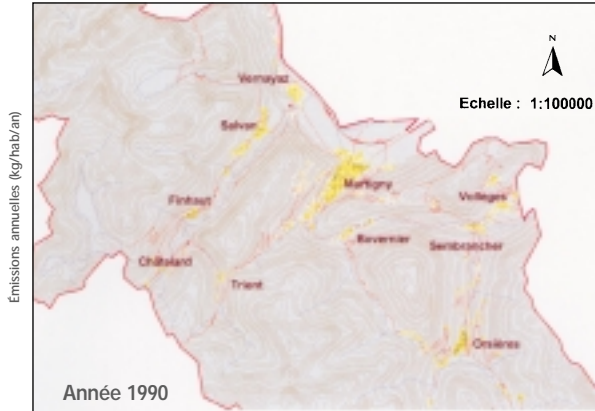
Sur les trois versants du Mont Blanc, le chauffage (habitations, bureaux, bâtiments publics...) est la source essentielle des rejets de SO2. Pourquoi, en dépit d'une présence plus importante de population et d'industrie, les émissions dans le Valais sont-elles inférieures à celles des autres vallées ? En vallées de Chamonix et d'Aoste, le fuel et le charbon sont très utilisés (réseau de gaz naturel inexistant ou récemment installé). Or, ils sont très polluants en dioxyde de soufre. Certaines chaufferies collectives utilisent même un fuel moins cher, de moins bonne qualité, contenant plus de soufre : élément qui se ressent fortement dans le bilan annuel. Privilégier l'usage du gaz, de l'électricité ou des sources renouvelables (solaire, éolienne...) pour se chauffer permettrait de réduire ces émissions polluantes.

Pour mieux lire entre les chiffres...

Principale source des émissions d'oxydes d'azote, le trafic routier responsable de cette pollution n'est pourtant pas celui des populations résidentes. Les poids lourds constituent les sources prédominantes dans les vallées de Chamonix et d'Aoste. Ils représentent 64 % de toutes les émissions de NOx côté français, 50 % côté italien, contre 14 % dans le Valais. Le transit international des poids lourds par le tunnel du Mont Blanc est à l'origine de ces émissions, d'autant plus qu'ils empruntent des routes à forte pente, provoquant ainsi trois fois plus de rejets que s'ils circulaient en plaine.

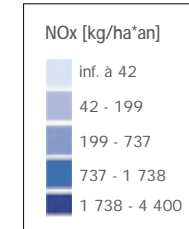
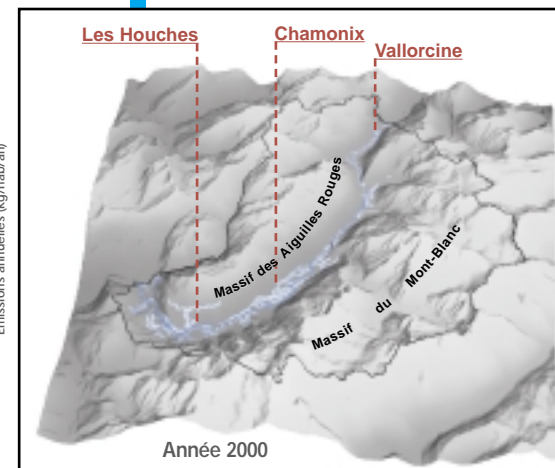
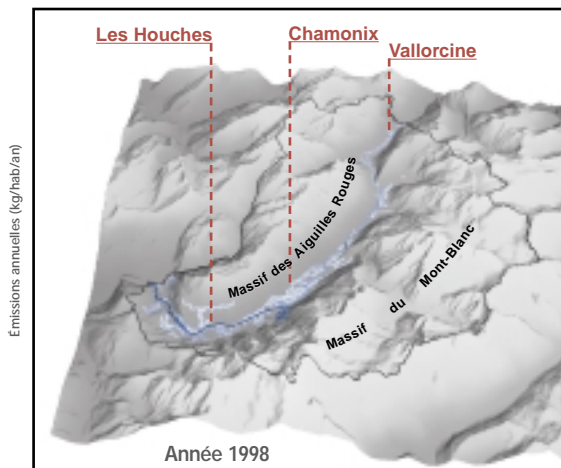
• Localiser les sources de pollution

Émissions de dioxyde de soufre (SO2) par le chauffage dans la région de Martigny en Valais



• Comparer les situations

Émissions d'oxydes d'azote (NOx) par le trafic routier dans la vallée de Chamonix



Pour mieux suivre la carte...

L'inventaire spatialisé des émissions permet d'en localiser très précisément les sources. Ce type de cartes constitue le cadastre des émissions. Ici, les cartes localisent, hectare par hectare, les sources d'émissions de SO2. Le chauffage apparaît clairement comme la source essentielle de rejets : ses lieux de production se superposent exactement avec les zones d'habitat. Plus il y a d'habitants, plus les émissions sont élevées : elles sont plus importantes à Martigny qu'à Vollèges. Réalisées à 10 années d'intervalle, ces cartes mettent en évidence les évolutions. L'amélioration des modes de chauffage, et de la qualité des combustibles fossiles suite à un renforcement des normes sur la teneur en soufre, ont entraîné une diminution radicale des émissions de SO2.

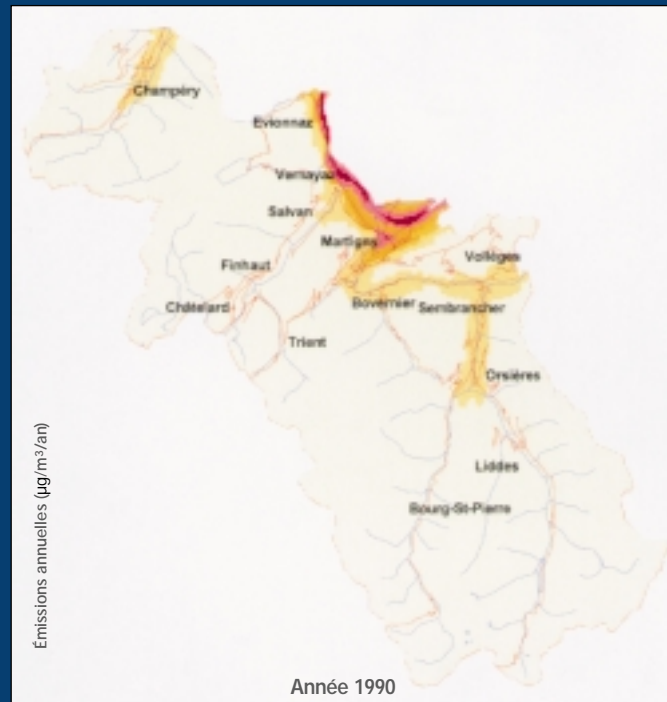
Pour mieux suivre la carte...

Les outils mis en place dans le cadre du programme Air Espace Mont Blanc offrent une mise à jour du cadastre des émissions, mais aussi une possibilité de scénarisation pour le futur. Exemple : évaluer les différences entre une circulation avec et sans poids lourds en vallée de Chamonix, comme en témoignent ces cartes. Cette cartographie des émissions de NOx se superpose très exactement au réseau routier et permet de visualiser les contributions de chacune des voies de circulation. Entre 1998 et 2000, les voies secondaires recevant un trafic de véhicules légers n'ont pas enregistré d'évolution. Par contre, l'axe menant au tunnel du Mont Blanc ressort moins nettement en 2000, suite à la disparition des 2100 poids lourds qui y circulaient chaque jour en 1998.

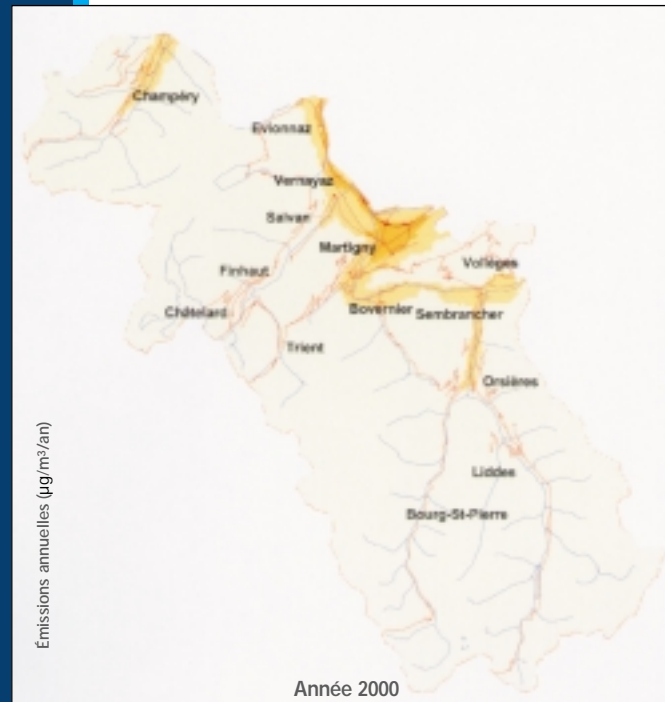
La modélisation de la dispersion des polluants dans l'air

• Immissions sur une année

Immissions de dioxyde d'azote (NO₂) dans la région de Martigny en Valais

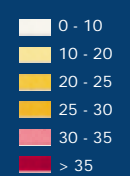


Année 1990



Année 2000

Immissions de NO₂
[µg/m³]

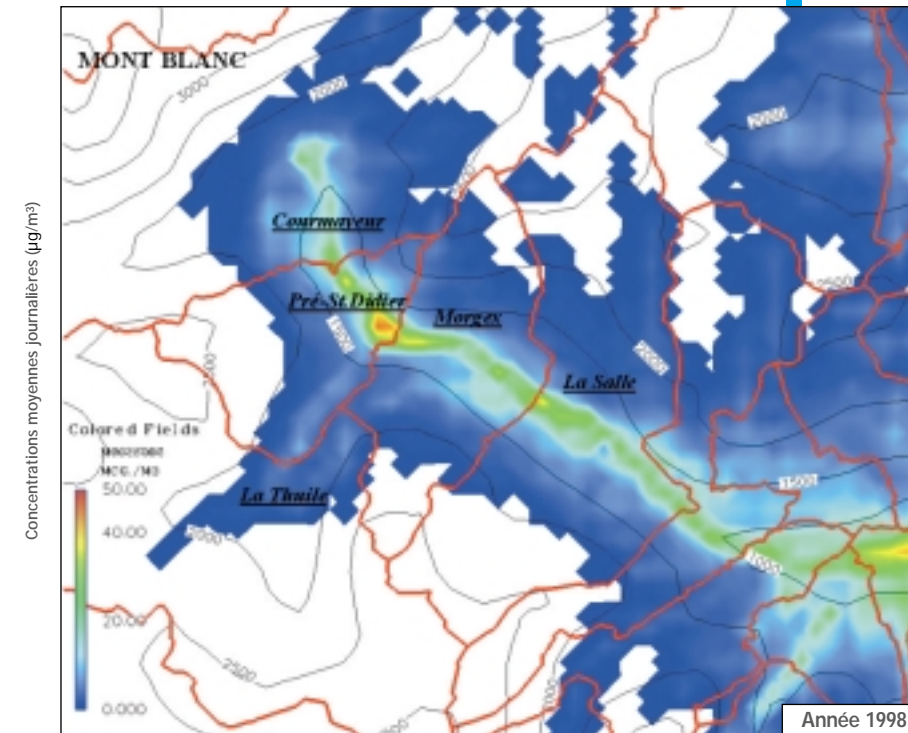


OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

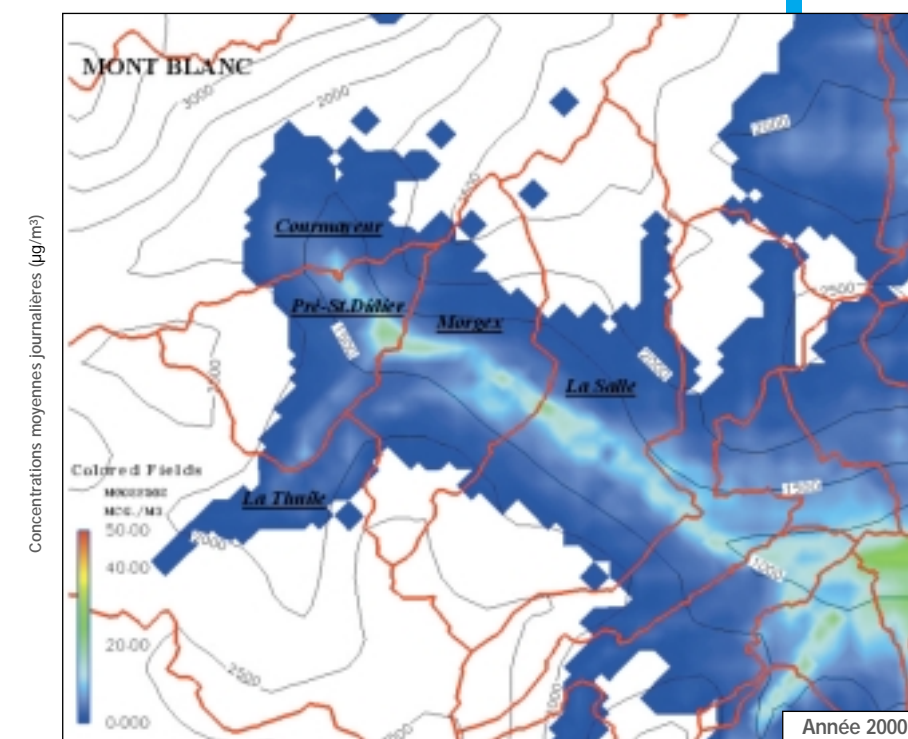
Le cadastre des émissions est la première phase vers une modélisation de la qualité de l'air. Il s'agit de combiner les données d'émissions, de météorologie et de topographie d'un secteur, pour obtenir une cartographie des "immissions" (concentration des polluants dans l'air que nous respirons). La topographie a des incidences sur la météorologie, qui agit en dispersant et en transportant les polluants. La modélisation de tous ces mécanismes complexes permet de connaître, en tous points d'un territoire, la qualité de l'air en comprenant où et quand se rencontrent les plus fortes concentrations pour chaque polluant, en fonction des sources émettrices.

• Immissions sur une journée

Immissions d'oxydes d'azote (NOx) sur une journée estivale de beau temps en Vallée d'Aoste



Année 1998



Année 2000

Pour mieux suivre la carte...

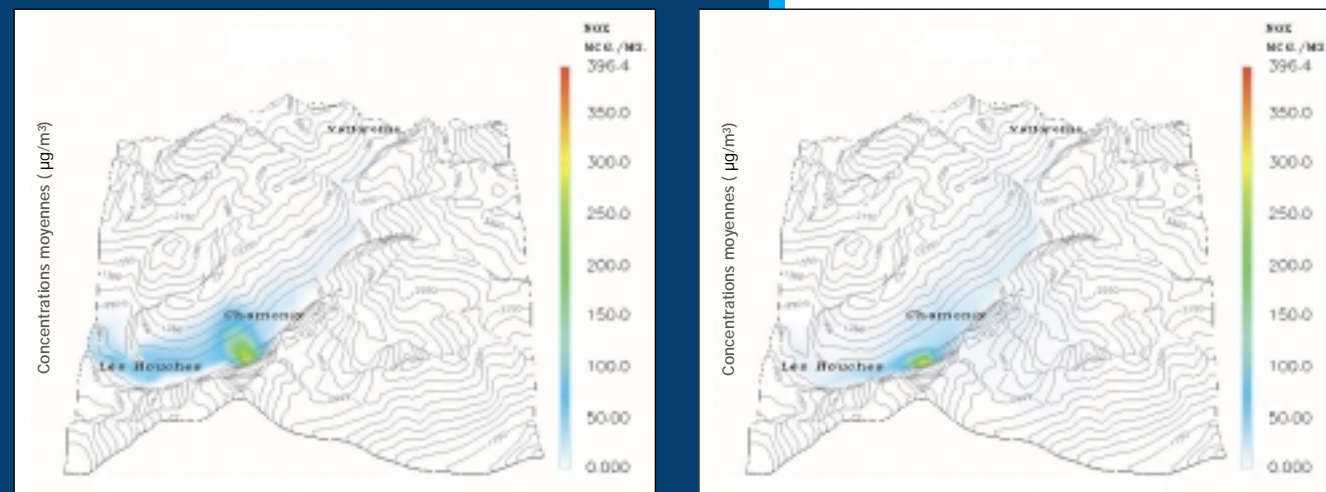
La modélisation permet aussi de reconstituer une journée particulière. En Vallée d'Aoste, lors de ces journées caractérisées par une météorologie estivale, la qualité de l'air est largement dépendante de la quantité des émissions. Après la fermeture du tunnel du Mont Blanc (carte 2000), les zones affectées par une pollution aux oxydes d'azote sont beaucoup plus restreintes et se situent à proximité immédiate des axes de circulation. Le long de ces axes, les concentrations ont diminué d'environ 20 µg/m³ entre 1998 et 2000.

Pour mieux suivre la carte...

Établies ici sur une moyenne annuelle, les immissions de NO₂ se cantonnent en fond de vallée, en périphérie des zones urbaines et le long des axes les plus fréquentés. En 1990, certaines concentrations dépassaient la norme suisse fixée à 30 microgrammes/m³. Dix ans après, l'amélioration est nette : le trafic n'a cessé de croître, mais les assainissements intervenus, notamment l'introduction généralisée du catalyseur sur les automobiles, ont réduit de manière sensible les émissions et, de fait, les immissions.

• Immissions d'heure en heure

Dispersion progressive des oxydes d'azote (NOx) entre 9 h et 20 h sur une journée estivale en 1998 en vallée de Chamonix



Pour mieux suivre la carte...

Au cours d'une même journée, heure par heure, la météorologie est variable : selon le vent et les températures, les polluants sont transportés, dispersés, s'accumulent...

Sur ces deux cartes de la vallée de Chamonix, on voit comment les émissions d'oxydes d'azote, produites par le trafic routier, restent d'abord confinées en fond de vallée près de leur lieu de production, notamment aux abords du tunnel. Puis, sous l'action du vent, elles gagnent peu à peu l'ensemble des versants de la vallée, jusqu'à affecter une partie du massif du Mont Blanc dans le secteur de l'Aiguille du Midi.

En résumé...

Au-delà des mesures ponctuelles effectuées classiquement par des analyseurs, la modélisation de la qualité de l'air permet de visualiser clairement l'incidence des diverses sources de polluants sur l'ensemble d'un territoire.

Ce système ouvre également la perspective de tester des scénarii locaux comme la substitution d'un mode de chauffage par un autre, l'augmentation ou la diminution du trafic routier, l'implantation d'une industrie... Autant de possibilités de simulations offertes aux élus et aux collectivités, pour connaître l'incidence de décisions ou d'évolutions sur la qualité de l'air de l'Espace Mont-Blanc.

Véritable aide à la décision et à la gestion du territoire, la modélisation reste un outil complexe qui demande un temps important d'élaboration. Elle nécessite encore certains approfondissements scientifiques afin de bien prendre en compte les caractéristiques géographiques si spécifiques du massif du Mont Blanc.

Ère du futur... Grand air ?

Quelles applications et perspectives maintenant et demain ?

Le programme Air Espace Mont-Blanc s'achève... c'est maintenant que sa vie commence réellement !

Pour l'équipe de spécialistes de Air Espace Mont-Blanc, le programme réalisé est désormais un nouveau point de départ... Point de départ d'une gestion dynamique des outils mis en place. Point de départ à d'autres études spécifiques grâce aux données acquises et résultats obtenus.

Actualiser et développer les connaissances

Les bases de données acquises à ce jour n'ont de portée et d'utilité que si elles sont régulièrement actualisées et continuellement enrichies et développées : inventaire de nouveaux polluants, élargissement des mesures à l'ensemble des communes de l'Espace Mont-Blanc...

Ces éléments permettront de réaliser la modélisation de la qualité de l'air en intégrant des paramètres géographiques, urbains, météorologiques... en lien avec tous les éléments de mesure sur l'air. C'est le cas pour la modélisation de l'ozone afin de mieux expliquer et prévoir les pics qui sont fréquents et élevés en montagne, ou encore pour mesurer les UV afin de mieux informer et protéger les populations exposées.

Les analyses et mesures effectuées, les résultats et éclaircissements apportés, les collaborations et outils mis en place ne sont pas un aboutissement en soi. Il sont une base pouvant contribuer à de nombreux développements, au service d'une gestion environnementale raisonnée de l'Espace Mont-Blanc.

Suivre la qualité de l'air et de l'atmosphère

Des campagnes de mesures coordonnées, investigant de nouveaux sites et de nouveaux polluants, doivent permettre un suivi constant et régulier de la qualité de l'air. Par ailleurs, pouvoir étudier les évolutions sur le long terme de certains indicateurs environnementaux, comme les lichens ou, à l'échelle globale, le rayonnement UV, complète un suivi global de l'atmosphère.

Devenir un outil d'aide à la décision

Les données et éléments du programme Air Espace Mont-Blanc sont autant d'outils au service des instances institutionnelles, collectives, politiques, privées, afin d'étudier les conséquences environnementales d'une décision locale, régionale, transfrontalière... Par les états des lieux enregistrés, la modélisation, les simulations, c'est un véritable outil d'aide à la décision qui peut ainsi être sollicité.

Plus spécifique, plus scientifique...

Les recherches Air Espace Mont-Blanc sont aussi au service d'études d'impact spécifiques et d'autres disciplines scientifiques pour lesquelles l'atmosphère et la qualité de l'air peuvent constituer des paramètres déterminants :

- enquête épidémiologique dans les vallées parcourues par le trafic routier de transit international, pour étudier les relations avérées entre polluants et santé,
- études de nivologie et glaciologie : les glaciers sont les archives et les témoins des modifications de l'atmosphère par les activités humaines,
- analyses sur la sensibilité de la flore et de la faune,
- constitution d'une "zone-laboratoire" de la montagne alpine, l'Espace Mont-Blanc étant un site privilégié pour comprendre le changement climatique global... La liste n'est pas exhaustive, bien au contraire !

Le programme Air Espace Mont-Blanc constitue maintenant une plate-forme de connaissances, de savoir-faire et de compétences au service du diagnostic environnemental. Car, à l'interface des activités humaines et du milieu naturel, l'air que nous respirons se comporte comme un révélateur de leurs interactions et influences respectives. C'est une porte d'entrée vers la prise en compte de la sensibilité des écosystèmes. A suivre...