



ÉTAT DES LIEUX

Le point des connaissances	21
Enseignements tirés de l'état des lieux	71

La pollution atmosphérique

Généralités

Les problèmes liés à la pollution atmosphérique varient selon l'échelle considérée. L'objet du Plan de Protection de l'Atmosphère est d'adapter le niveau des émissions sur le territoire de l'agglomération afin de respecter la réglementation en concentrations respirées dans l'air ambiant.

La pollution de l'air est régie par un processus en quatre étapes :

1 - L'émission

Une émission atmosphérique désigne un rejet dans l'air d'une source de substances gazeuses ou particulaires (industrie, chauffage, incinération, automobile).

2 - Le transport

Les polluants subissent différentes influences extérieures qui les conduisent à se déplacer : hauteur du rejet, topographie du site, climatologie régionale, grands courants de vents, météorologie à grande échelle.

3 - La transformation

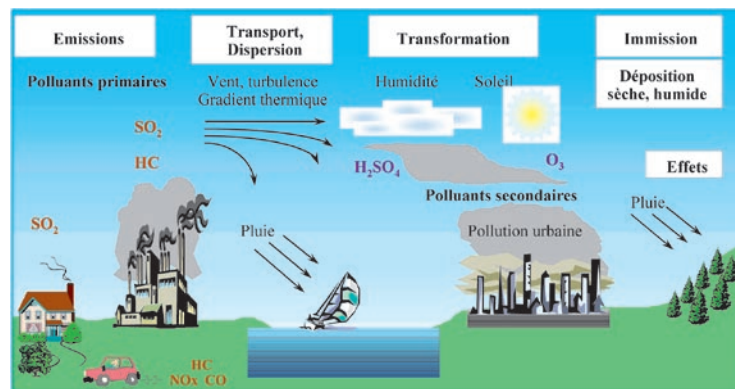
Le temps de séjour des polluants dans l'atmosphère dépend de leur capacité à se déposer sous forme sèche (sol, végétaux) ou humide (dissolution ou lessivage) ou à se transformer chimiquement. Cette transformation peut être provoquée par leur mélange dans l'atmosphère ou par une exposition à des conditions météorologiques particulières.

Ainsi, la combinaison d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils en présence des rayonnements ultraviolets conduit à la formation de photooxydants puissants tels que l'ozone.

4 - L'immission

L'immission est le résultat des trois étapes décrites ci-dessus et désigne les taux de pollution mesurés dans l'air ambiant. Les polluants dits "primaires" sont directement émis et se retrouvent de ce fait en grande quantité près des sources d'émissions. Il s'agit d'une pollution dite de proximité. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne des sources, ces polluants primaires diminuent en concentration par effet de transport et de transformation pour laisser place aux polluants "secondaires" créés suite à ces transformations.

Parmi ces quatre étapes, deux font l'objet d'une réglementation stricte : les émissions et les immissions.

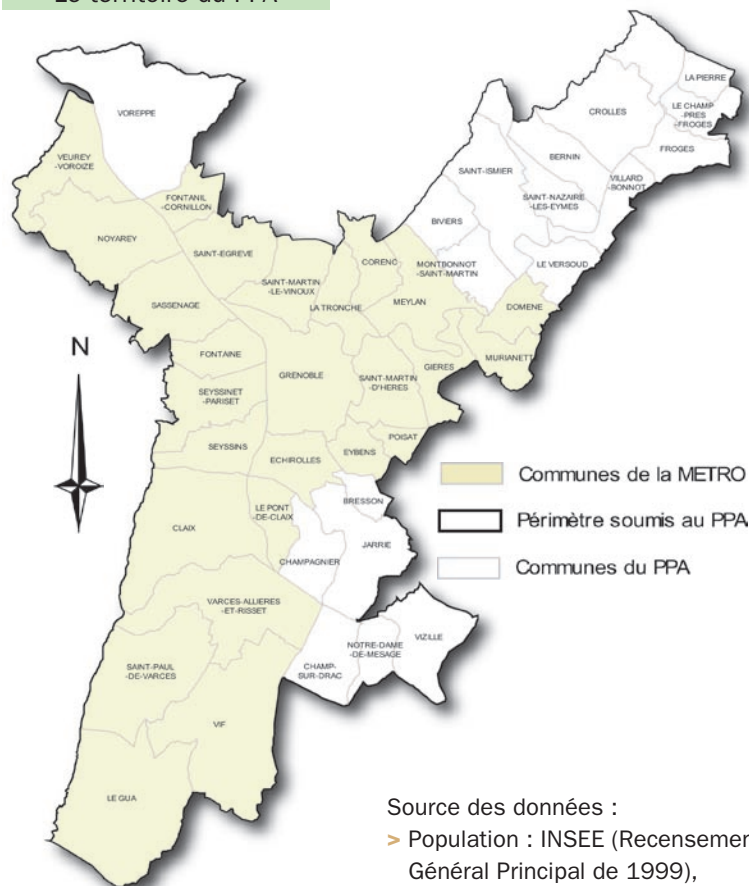


Caractéristiques du territoire du PPA

● Domaine concerné

Le territoire du PPA grenoblois comprend le territoire de Grenoble Alpes Métropole, augmenté des communes dont les émissions ponctuelles peuvent avoir une influence directe sur l'agglomération.

Le territoire du PPA

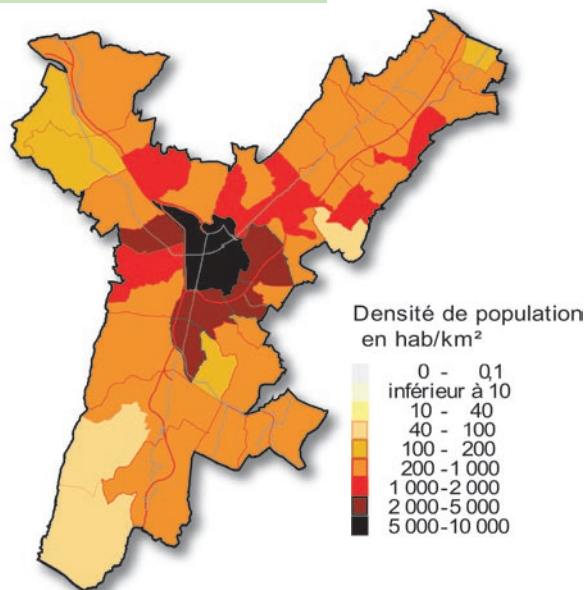


● Population

Le territoire du PPA regroupe, au recensement de 1999, 458 894 habitants, soit 41% de la population de l'Isère. Après Grenoble (153 296 habitants), les communes de Saint-Martin-d'Hères, Echirolles et Fontaine sont les plus peuplées, avec plus de 20 000 habitants chacune.

En termes de densité de population, après Grenoble, ville exceptionnellement dense (8 463 habitants/km²), la deuxième ville est Echirolles (4 174 habitants/km²), devant Saint Martin d'Hères (3 864 habitants/km²) et Fontaine (3 460 habitants/km²).

Densité de la population



Commune	Population 1999
Bernin	2 902
Biviers	2 383
Bresson	739
Champagnier	961
Le Champ-pres-Frogès	1 158
Champ-sur-Drac	3 260
Claix	7 388
Corenc	3 856
Crolles	8 260
Domène	6 399
Echirolles	32 792
Eybens	9 471
Fontaine	23 297
Fontanil-Cornillon	2 454
Frogès	3 092
Gières	6 127
Grenoble	153 298
Le Gua	1 713
Jarrie	4 009
Lumbin	1 464
Meylan	18 741
Montbonnot-Saint-Martin	3 827
Murianette	614
Notre-Dame-de-Mésage	1 203
Noyarey	2 104
La Pierre	390
Poisat	2 081
Le Pont-de-Claix	11 612
Saint-Egreve	15 517
Saint-Ismier	5 935
Saint-Martin-d'Hères	35 733
Saint-Martin-le-Vinoux	5 187
Saint-Nazaire-les-Eymes	2 342
Saint-Paul-de-Varces	1 845
Sassenage	9 735
Seyssinet-Pariset	13 074
Seyssins	6 850
La Tronche	6 433
Varces-Allières-et-Risset	5 341
Le Versoud	3 809
Veurey-voiroise	1 317
Vif	6 478
Villard-Bonnot	6 904
Vizille	7 465
Voreppe	9 231

Population du territoire du PPA grenoblois*	458 894	Poids de zone PPA
Population de l'Isère**	1 130 300	41%
Population en Rhône Alpes**	5 815 000	8%
Population Française (métropole)**	60 186 000	1%

Densité de Population du territoire du PPA grenoblois*	968 hab/km ²
Densité de Population de l'Isère**	151 hab/km ²
Densité de Population en Rhône Alpes**	133 hab/km ²
Densité de Population Française (métropole)**	109 hab/km ²

*INSEE 1999, **Estimations AEPI 2003

Chiffres clés du territoire PPA

Nombre de communes : 45, dont 27 font partie de Grenoble Alpes Métropole

Superficie totale : 474 km², 6% de l'Isère et 1% du Rhône-Alpes

Nombre d'habitants : 458 894, 41% de l'Isère et 9% du Rhône-Alpes

● Populations sensibles

Certaines catégories de populations sont plus fragiles aux atteintes de la pollution atmosphérique.

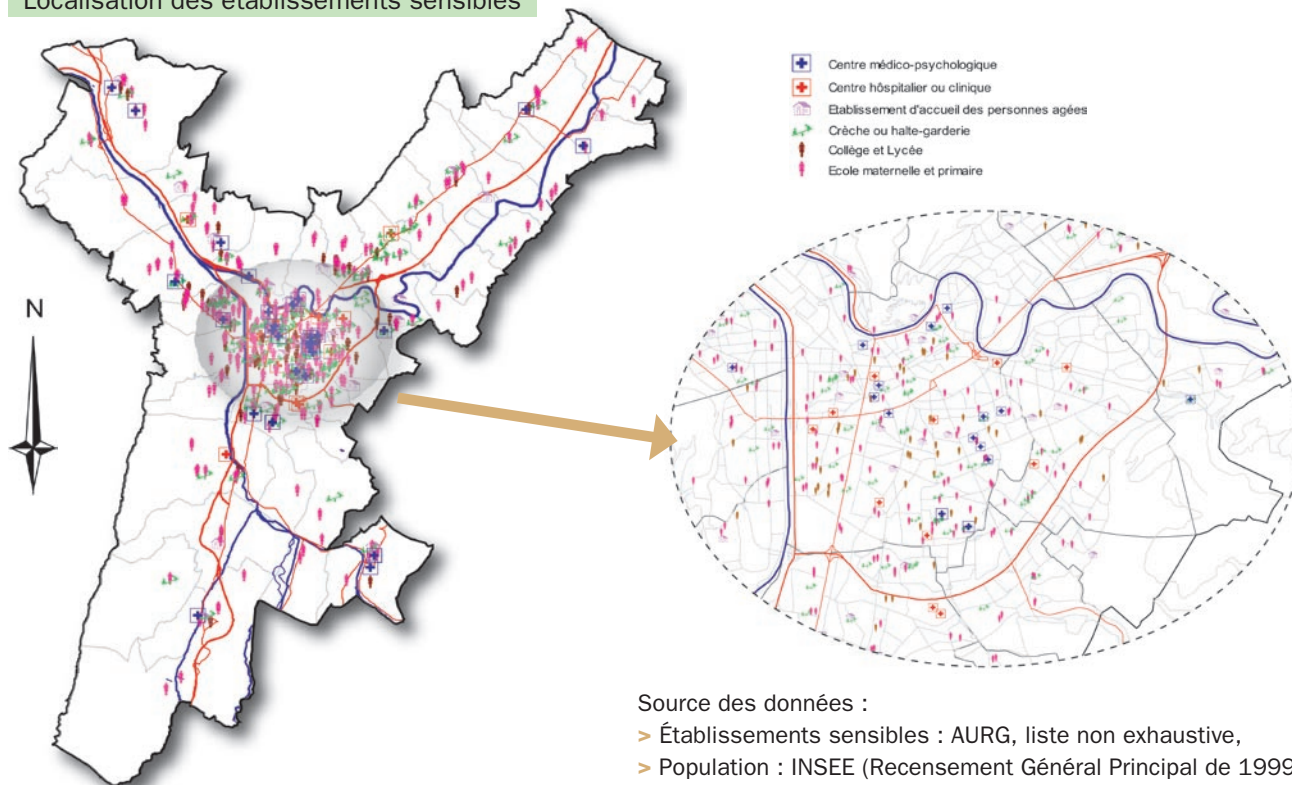
Les sujets dits “sensibles” se retrouvent parmi les personnes âgées, les femmes enceintes, les enfants en bas âge et les patients souffrant d’une pathologie chronique cardiaque ou respiratoire. Sur le territoire du PPA, il est répertorié :

- > 11% d’enfants de moins de 10 ans (50 797),
- > 17% d’enfants de moins de 15 ans (79 162),
- > 14% d’adultes de plus de 65 ans (63 080).

La connaissance de la localisation de ces personnes aide au développement de la politique environnementale ainsi qu’aux PDU.

Il convient d’éviter une implantation d’équipements abritant en majorité des populations sensibles sur des territoires connus comme particulièrement exposés à la pollution atmosphérique. Les abords immédiats des grands axes de circulation font partie de ces territoires.

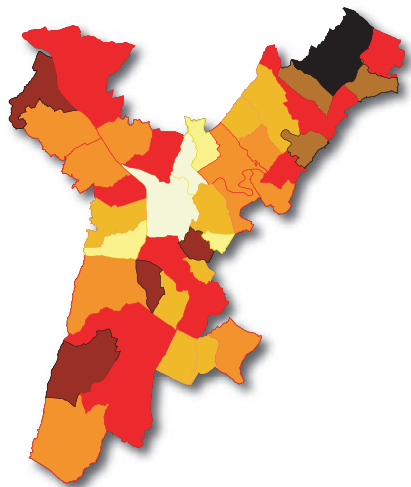
Localisation des établissements sensibles



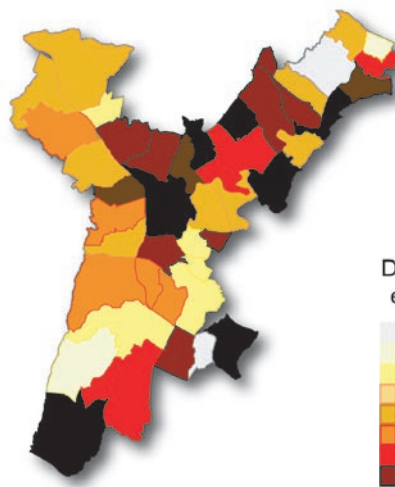
Source des données :

- > Établissements sensibles : AURG, liste non exhaustive,
- > Population : INSEE (Recensement Général Principal de 1999),
- > Fond de carte : IGN (BD Carto).

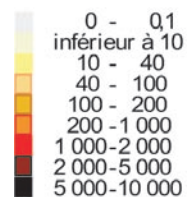
Population moins âgée que 10 ans



Population plus âgée que 65 ans



Densité de population
en hab/km²



Exposition au trafic

Sur Grenoble environ 12 % de la population habite dans une bande de 50 mètres autour d'axes routiers au trafic intense, supérieur à 10 000 véhicules/jour (grands boulevards est/ouest et nord/sud et les quais de l'Isère), soit environ **18 900 habitants**.

Données ASCOPARG - INSEE 1999.

● Données économiques

L'agglomération accueille 60% des habitants, 58% des actifs, concentre 71% des emplois et 72% des grandes surfaces commerciales de la région urbaine grenobloise. Les liaisons fonctionnelles avec les secteurs extérieurs constituent des enjeux clés pour l'agglomération ("Quel avenir pour l'agglomération grenobloise", 2002, Métro).

La réputation de Grenoble est largement établie pour la richesse des liens qui se sont

construits entre l'entreprise, l'université et la recherche.

Les PME et les grands groupes industriels constituent un tissu économique riche et diversifié. Largement ouvert à l'international, le tissu économique s'enrichit continuellement de l'implantation de grands groupes, et se nourrit de l'expérience d'un réseau de PME-PMI plus dense que dans l'ensemble du pays. Des PME technologiques et des groupes industriels implantés en Isère sont leaders sur les marchés mondiaux.

Emplois par grands secteurs d'activités

211 120 emplois en 1999 sur le territoire du PPA		
Secteur d'activités	Nombre de salariés	Pourcentage
Commerces	23 946	11,3
Tertiaire hors commerce	131 565	62,3
Industrie	44 479	21,1
Construction	10 117	4,8
Agriculture, chasse, sylviculture	1013	0,5

Source : INSEE Recensement Général principal 1999.

L'attractivité de la région grenobloise, pour de grands groupes, passe en partie **par son cadre et ses caractéristiques environnementales**. De plus, l'enjeu touristique est considérable.

Potentiel touristique "naturel" en Isère	
Tourisme d'hiver	Tourisme d'été
<ul style="list-style-type: none"> > 34 stations de ski alpin > 1 200 km de pistes de ski alpin > 29 stations de ski nordique > 1 160 km de pistes de ski de fond > 4 400 000 nuitées (76% françaises, 24% étrangères) 	<ul style="list-style-type: none"> > 8 000 km de sentiers de randonnées > 100 lacs et plans d'eau, 2100 rivières > 11 parcours de golf > 2 stations thermales > 4 stations climatiques > 3 116 600 nuitées (72% françaises, 26% étrangères)

Source : Comité Départemental du Tourisme de l'Isère, année 2003 (été 2003, hiver 2002-2003).

Des pôles d'excellence

- > Une concentration exceptionnelle d'entreprises et de laboratoires de recherche dans les technologies de l'information et de la communication et dans les biotechnologies,
 - > L'informatique, l'électronique, les circuits intégrés, les métaux, les matériaux composites, les micro et les nanotechnologies
- pour lesquelles a été créé un pôle d'innovation et d'expertise (Minatec),
- > À Crolles près de Grenoble, l'implantation du site de recherche sur les semi-conducteurs de ST Microelectronics, Philips et Motorola représente le plus important investissement étranger réalisé en France depuis 10 ans.

Les industries de haute technologie et le secteur du tourisme nécessitent un air de qualité.

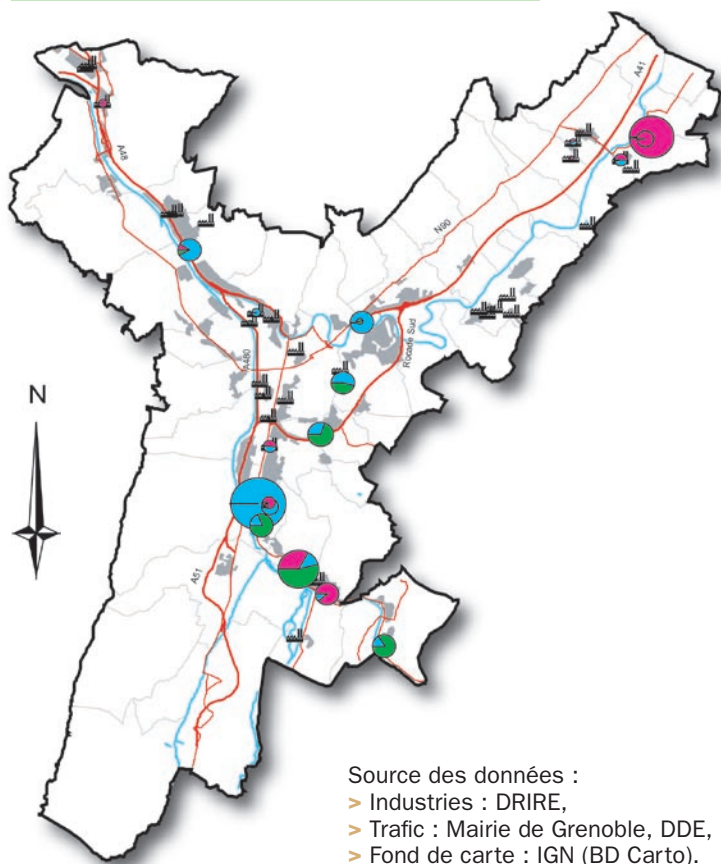
● Les principales sources d'émissions industrielles

La DRIRE inspecte les Installations classées pour l'Environnement (ICPE) soumises à la Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP). **En 2003, 48 établissements étaient soumis à cette taxe sur le territoire du PPA.** Il s'agit soit d'établissements industriels privés qui émettent des polluants par leur procédé de fabrication ou par leur installation de

production d'énergie, soit d'installations à usage collectif (chaufferie urbaine, incinérateur d'ordures ménagères).

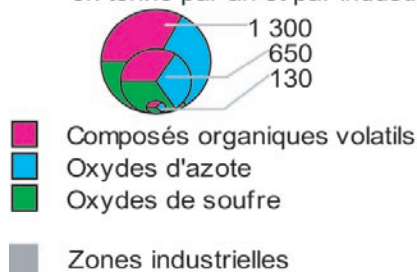
La carte ci-contre permet de localiser les principales grandes sources ponctuelles et de visualiser leurs émissions de polluants (les industries soumises à la TGAP qui n'ont pas de camembert associé émettent d'autres polluants que les composés organiques volatils, les oxydes d'azote et les oxydes de soufre).

Grandes sources ponctuelles en Isère



Source des données :
 > Industries : DRIRE,
 > Trafic : Mairie de Grenoble, DDE,
 > Fond de carte : IGN (BD Carto).

Emissions en 2003 en tonne par an et par industrie



La taille des camemberts est proportionnelle à la quantité d'émissions et chacune des trois couleurs est attribuée à un polluant. Si des entreprises sont trop proches, il se peut que des camemberts se superposent.

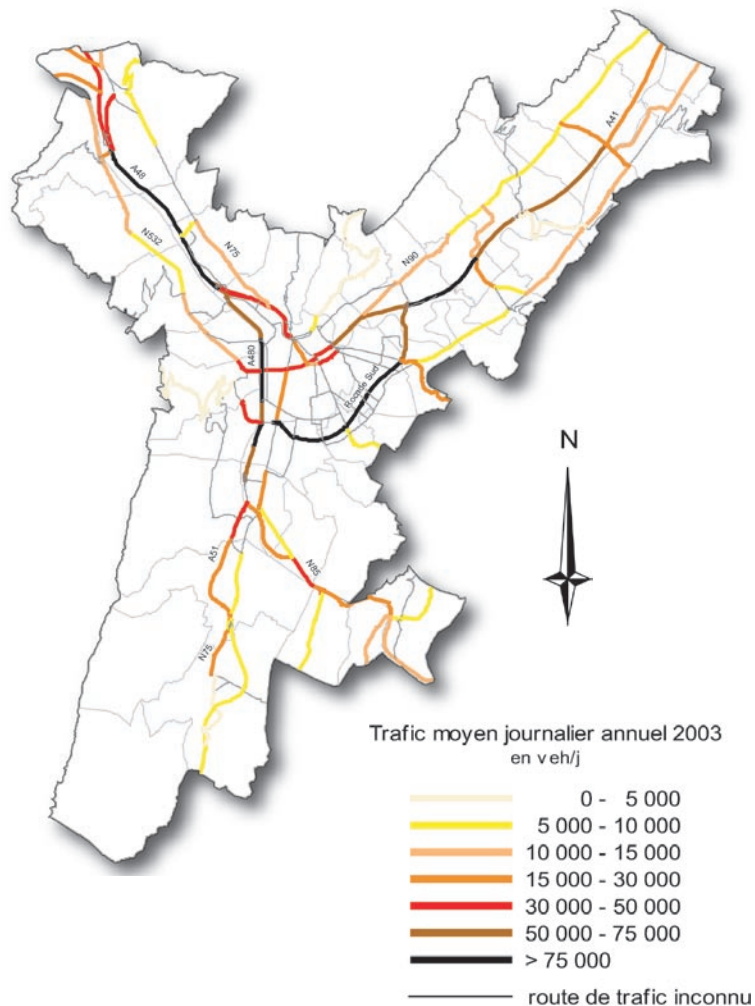
● Voies de communication

Les contraintes géographiques naturelles jouent un rôle considérable dans les conditions de développement urbain de l'agglomération grenobloise. Les montagnes restreignent, orientent l'expansion urbaine et limitent les possibilités de création d'infrastructures nouvelles de déplacements.

Ainsi, depuis plusieurs années, le développement de l'agglomération grenobloise a tendance à se stabiliser : stagnation relative de la population et légère progression des emplois. Les grands changements résident plutôt à l'échelle de la région urbaine, qui connaît les croissances démographiques les plus fortes : le mouvement de "périurbanisation" se poursuit.

Ce constat explique la situation particulière des déplacements dans la région grenobloise : des flux internes à la région grenobloise dominants (peu de flux de transit) et des flux d'échange entre la région urbaine et le cœur de l'agglomération en croissance régulière.

Les principales sources d'émissions liées au trafic



Etat des lieux

Traffics routiers

Une relative stagnation des trafics routiers sur les voies situées à l'intérieur de l'agglomération est observée, ainsi qu'un fort accroissement des flux sur les grandes voies pénétrant dans l'agglomération grenobloise (autoroutes comme l'A48 et l'A41 et routes nationales).

Les résultats des comptages routiers effectués par la DDE de l'Isère en 2003 montrent un trafic journalier moyen, de l'ordre de 80 000 véhicules/jour sur l'A48 et l'A41 en entrée/sortie de l'agglomération grenobloise, en croissance régulière depuis 10 ans.

Sur les voies rapides internes, le trafic se stabilise autour de 80 à 90 000 véhicules/jour sur l'A480, autour de 30 à 50 000 véhicules/jour sur l'A48, et autour de 70 à 85 000 véhicules/jour sur la rocade sud.

Les lieux habités en bordure des axes routiers importants peuvent être considérés comme exposés à des maxima de pollution dus au trafic.

Transports en commun

Une hausse particulièrement sensible de la fréquentation des transports en commun, de l'ordre de 60 millions de voyages en 2002 et de 64 millions en 2003, est à comparer aux 50 millions de voyages comptabilisés en 1992.

Cette augmentation s'explique principalement par la mise en service des lignes de tramway et des lignes structurantes du réseau de bus.

31 lignes de transports en commun SEMITAG sont actuellement en service dans l'agglomération grenobloise, proposant ainsi en 2003 une offre, sur les 23 communes de la Métro,

égale à 41 km parcourus de transports collectifs par habitant et par an.

Vélo

Le réseau cyclable aménagé de l'agglomération grenobloise représente 275 km en 2004, avec 75 km situés dans la ville de Grenoble. A titre de comparaison, ce réseau est plus important que le réseau cyclable de l'agglomération lyonnaise.

La pratique du vélo baisse, entre 1992 et 2002, surtout pour les déplacements réguliers, mais le nombre de cyclistes augmente avec une pratique "irrégulière" ou "opportuniste" (liée à la météorologie, à la saison, ...).

Marche à pied

Entre 1992 et 2002, la pratique de la marche connaît une forte augmentation (+ 24% de mobilité individuelle), après plusieurs années de baisse.

Perspectives d'évolution

Plus qu'ailleurs, la maîtrise du trafic automobile doit se poursuivre, d'une part en maîtrisant le développement du phénomène de périurbanisation, et d'autre part, en offrant des vraies alternatives de transports à l'échelle de la région urbaine grenobloise (transports en commun, modes doux, nouvelles pratiques de mobilité).

Dans cet esprit, le schéma directeur privilégie un développement s'attachant à rééquilibrer le territoire et à conforter les pôles urbains de la région grenobloise par le renforcement de leur attractivité économique et sociale.

Le plan de déplacements urbains adopté au cours de l'année 2000 par le SMTC s'inscrit

dans cette politique de déplacements.

(cf. annexe 5)

Il prévoit notamment la mise en œuvre de lignes fortes de transports en commun sur le territoire de l'agglomération, comme les lignes de tramway C et D en cours de réalisation.

Ce plan d'actions est complété par les projets portés actuellement par le Conseil Général de l'Isère et la Région Rhône-Alpes :

- > Liaisons ferroviaires
- > Tramway périurbain "Ysis" reliant Moirans à Grenoble,
- > Lignes express de cars.

Analyse globale des déplacements de la région urbaine grenobloise

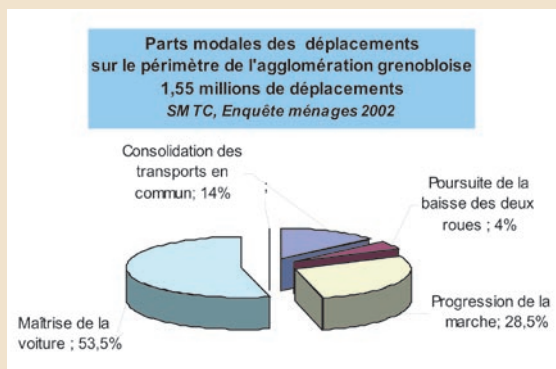
2 800 000 déplacements sont effectués par jour par les habitants de la région grenobloise, d'une durée moyenne de 16,8 minutes.

1 550 000 déplacements sont effectués quotidiennement par les habitants de l'agglomération grenobloise, soit une augmentation de 24% entre 1992 et 2002.

Même si le volume de trafic automobile continue d'augmenter, entre 1992 et 2002, les tendances s'inversent et on observe une baisse de la part de marché de la voiture particulière au bénéfice des transports en commun et de la marche à pied.

Les déplacements de proximité restent majoritaires, et les échanges entre l'agglomération grenobloise, le Voironnais et le Grésivaudan se développent.

Malgré une offre importante de transports en commun et de réseaux cyclables, les déplacements dans l'agglomération grenobloise restent majoritairement effectués en voiture, source importante de pollution.



● Occupation des sols

Des espaces sensibles, un grand nombre de milieux naturels à préserver.

Un conservatoire forestier

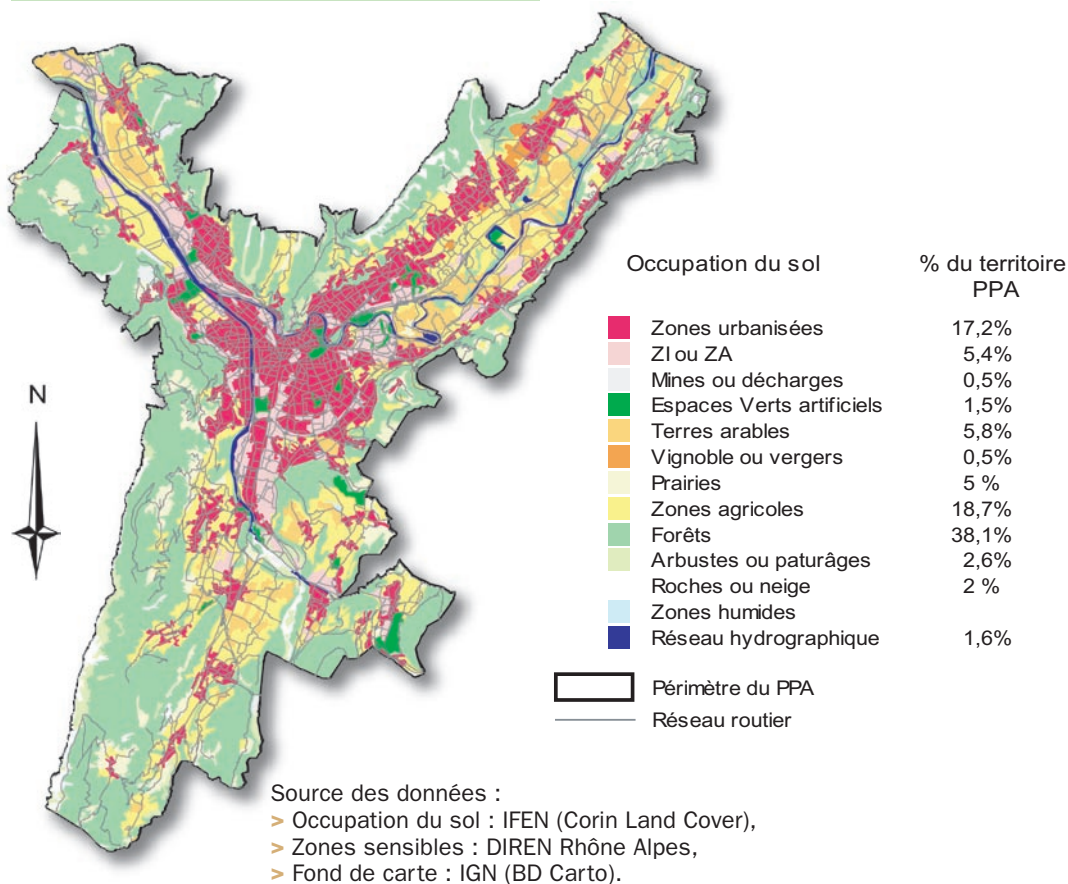
Les espaces forestiers sont une composante essentielle du cadre de vie car ils recouvrent 38% du territoire du PPA. Viennent ensuite des zones agricoles (19%) et urbaines (17%).

Rhône-Alpes est la deuxième région forestière française, avec un taux de boisement de 33% (Isère : 32%, France : 27%), soit 1,5 millions d'hectares de forêts.

La forêt rhônalpine est la seule région parmi les régions françaises à abriter toutes les essences forestières nationales, dont la principale essence est le "sapin-épicéa" (42%).

7% des émissions de composés organiques volatils sur le territoire PPA sont naturelles.

Occupation du sol



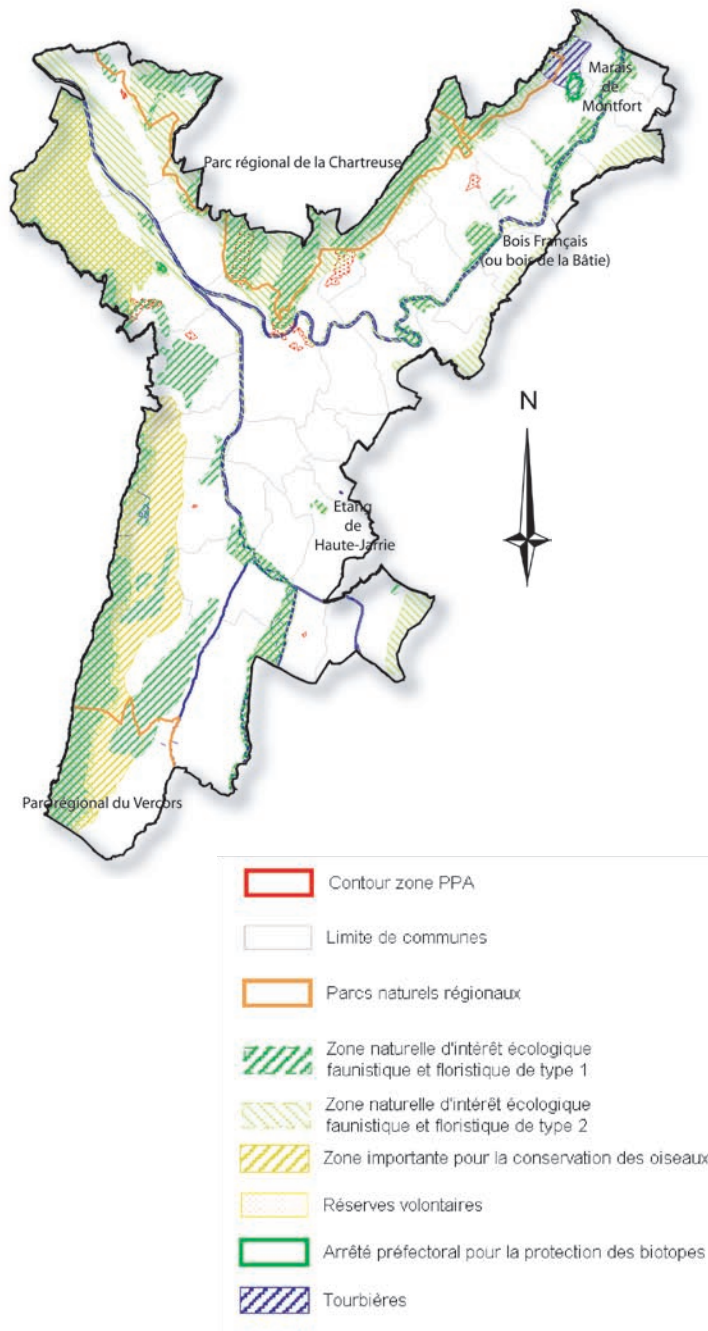
Une diversité écologique

Situé au carrefour des influences climatiques alpines, continentales et méridionales, le département de l'Isère dispose d'une diversité de faune et de flore exceptionnelle. Le territoire du PPA comporte un grand nombre de zones naturelles à préserver dont :

- > l'étang de Haute Jarrie, classé réserve naturelle de France,
- > la commune du Gua qui fait partie du parc naturel régional du Vercors (créé en 1970, 1 750 km²),
- > au travers des communes de Bernin, Biviers, Corenc, Crolles, Fontanil-Cornillon, La Tronche, Meylan, Saint-Egrève, Saint-Ismier, Saint-Martin-le-Vinoux, Voreppe, le parc naturel régional de la Chartreuse (créé en 1995, 630 km²),
- > le Bois de la Bâtie (ou le Bois Français), le Marais de Montfort, le Bois Claret et le Bois des Vouillants qui sont des espaces naturels sensibles,
- > 43 Zones Naturelles d'Intérêts Ecologique Faunistique et floristique (Z.N.I.E.F.F.) (360 en Isère).

Soulignons que le Plateau du Sornin, qui jouxte les communes de Noyarey et de Sassenage, fait partie du "réseau écologique européen Natura 2000".

Zones environnementales sensibles



● Facteurs qui influencent la dispersion et la transformation chimique des polluants atmosphériques - Climatologie

La géographie et la climatologie spécifiques de Grenoble constituent des facteurs aggravants de la pollution atmosphérique.

Pourtant, les analyses objectives montrent que le niveau de pollution se situe dans la moyenne des agglomérations françaises et ne constitue donc pas une spécificité grenobloise (cf. *annexe 10* pour les indices ATMO de différentes villes de France).

La topographie et la climatologie d'un site influencent le transport et la transformation des polluants. Hors d'un contexte local particulier, les périodes d'épisodes pollués sont observées sur deux saisons :

- > **L'hiver**, la réactivité chimique des polluants est faible. Les polluants primaires sont présents à des teneurs importantes, et les phénomènes météorologiques sont favorables à l'accumulation des polluants,
- > **L'été**, la réactivité chimique des polluants est importante. La température et le rayonnement solaire jouent un rôle déterminant en influençant la vitesse de nombreuses réactions chimiques et en modifiant la dynamique atmosphérique. La chimie conduit à la formation de polluants secondaires (dont l'ozone). En raison d'un mode de formation complexe, les plus fortes concentrations des polluants secondaires ne sont pas sur les lieux d'émission, mais dans les zones vertes, en périphérie des villes. Ce type de pollution affecte de vastes territoires.

Pollution et type de temps

Dans le cadre du PPA de Grenoble, Météo France a conduit une étude qui a permis d'aboutir à une caractérisation météorologique typique des journées polluées. Il en résulte que la pollution hivernale semble être un phénomène moins important par sa fréquence et sa durée que celle existant l'été.

L'apparition de ces deux événements est largement favorisée par l'existence de conditions anticycloniques bien établies sur le pays.

Des vents faibles en basses couches limitant le mélange des polluants sont un facteur propice. En été, il faudra une masse d'air très sèche et très chaude, alors qu'en l'hiver, la masse d'air devra être très humide, froide et stable pour que les mouvements verticaux soient bloqués.

Cependant, une protection de la façade Est du pays (soit par des hautes pressions d'altitude, soit par un anticyclone de surface) peut tout aussi bien déclencher l'apparition de la pollution.

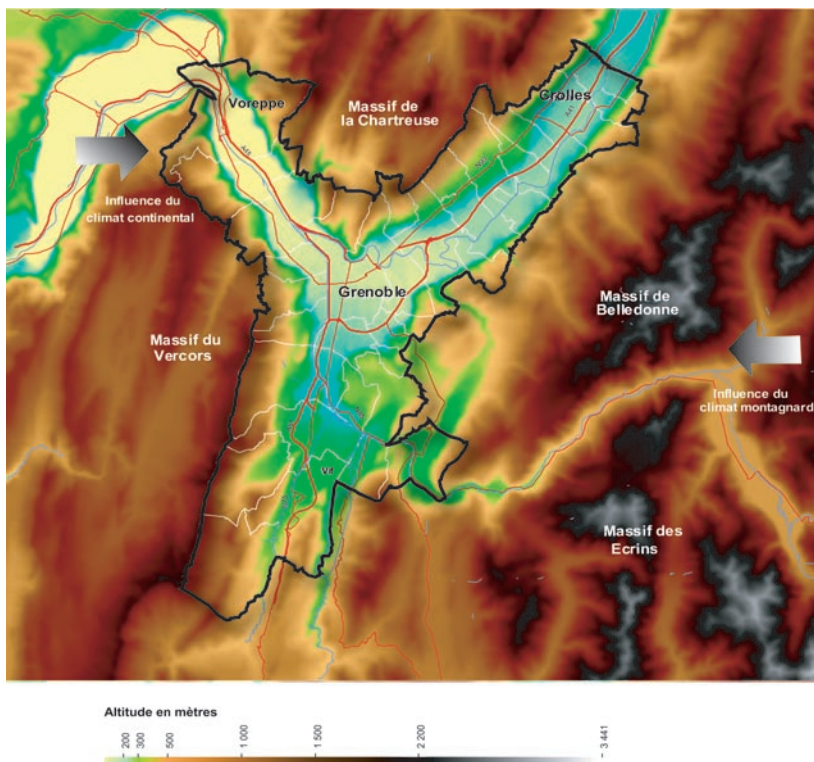
La persistance de la pollution, hiver comme été, est favorisée par des champs de pressions élevées remarquablement bien établis sur le pays. L'affaiblissement progressif de ces champs ou leur déplacement vers l'est sont nécessaires pour mettre fin au phénomène.

Pour plus de précisions, confère l'étude de Météo France "Etude des situations météorologiques types lors d'épisodes de pollution atmosphérique à Grenoble" en *annexe 11*.

Une situation géographique et une influence climatique spécifiques

A cause de l'éloignement relatif des surfaces maritimes et de l'omniprésence de la montagne, le climat de l'Isère est qualifié de tendance continentale. Mais, le département subit des influences du climat montagnard au Sud-Est, et du climat continental au Nord-Ouest. Dominée par des massifs montagneux, la ville de Grenoble s'est développée dans une cuvette. Cette configuration favorise l'accumulation des polluants.

Relief et influences climatiques



Source des données :

- > Relief : Geosys Data (Modèle Numérique de Terrain Mona),
- > Fond de carte : IGN (BD Carto).

Un ensoleillement généreux

Grenoble bénéficie d'un ensoleillement généreux. Le soleil est présent en moyenne 2 010 heures par an, autant qu'à Toulouse, ville située plus au sud.

Les rayons UV du soleil sont à l'origine de réactions chimiques. Les polluants réagissent entre eux et donnent naissance à d'autres composés chimiques comme l'ozone. Plus les rayons UV sont énergétiques et plus la production d'ozone sera importante :

- > Un fort ensoleillement provoque une dégradation de l'air dont l'importance est corrélée avec la hausse de la température.
- > Un faible ensoleillement engendre une amélioration de l'indice de qualité de l'air, sauf si la température est constante et élevée.

De forts contrastes de température

Le climat de tendance continentale provoque de forts contrastes de température (hiver froid et été chaud), similaires à ceux de Strasbourg et Marseille. La température est en étroite relation avec la géographie et l'altitude.

La température agit sur la chimie des polluants :

- > En été, une augmentation de température (2 à 4°C) favorise la formation d'ozone.
- > En hiver, une diminution brutale de température (2 à 4°C) peut provoquer la formation d'une couche d'inversion et dégrader la qualité de l'air en favorisant l'accumulation des polluants.

Ensoleillement

Source Météo France (moyenne annuelle de 1971 à 2000)

Ensoleillement (nombre heures par an)	
Bordeaux	1 992
Brest	1 492
Grenoble	2 010
Lille	1 617
Lyon	1 932
Marseille	2 800
Paris	1 630
Strasbourg	1 632
Toulouse	2 009

Température matinale au sol

Source Météo France (moyenne annuelle de 1971 à 2000)

Température au sol moyenne annuelle (°C)	Janvier (°C)	Juillet (°C)	Contraste été hiver	
Bordeaux	13,3	6,4	20,8	14,4
Brest	11,2	6,6	16,6	10
Grenoble	11,9	2,4	21,3	18,9
Lille	10,3	3,4	17,9	14,5
Lyon	11,9	3,1	21,3	10,2
Marseille	15,1	7,1	24,1	17
Paris	12	4,7	20	15,3
Strasbourg	10,4	1,6	19,5	17,9
Toulouse	13,3	5,8	21,6	15,8

Des précipitations abondantes

Les pluies sont plus abondantes que dans le reste de la France (1 007 millimètres de pluie en moyenne annuelle, et environ 110 jours de pluie dans l'année). Elles sont régulières et assez équitablement réparties tout au long de l'année.

Les gelées et les chutes de neige sont fréquentes (respectivement environ 75 et 15 jours par an), compte tenu du caractère montagnoux du département.

Les concentrations en polluants dans l'atmosphère diminuent par temps de pluie, notamment pour les poussières et les éléments solubles tel que le dioxyde de soufre.

Précipitations

Source Météo France (moyennes annuelles de 1971 à 2000)

Précipitations	Moyenne annuelle (millimètres)	Nombre de jours avec précipitations (>5 millimètres)
Bordeaux	984	64
Brest	1 146	76
Grenoble	1 007	61
Lille	723	51
Lyon	843	50
Marseille	555	29
Paris	650	43
Strasbourg	632	40
Toulouse	668	43

Régime de vents en altitude

> **Le vent synoptique de secteur sud/sud-est d'octobre à février**, dû à la présence d'une zone dépressionnaire dans le nord-ouest de l'Europe. Les rafales du sud/sud-ouest, même si elles sont peu fréquentes, sont connues pour leur violence. On enregistre ponctuellement des effets de sirocco même en altitude.

> **Le vent synoptique de secteur nord/nord-ouest de mars à septembre**, dû à l'influence de l'anticyclone des Açores qui s'installe sur l'Europe.

Le massif de Belledonne fait écran aux vents d'est et de sud-est.

Le vent est un facteur essentiel de la dispersion des émissions polluantes. Le vent intervient tant par sa direction pour orienter les panaches de fumées que par sa vitesse pour diluer et entraîner les émissions. Lors de vent faible, dont la direction est souvent variable, les polluants stagnent, ce qui engendre une stabilisation voire une dégradation de la qualité de l'air par cumul. On considère en général qu'à des vitesses supérieures à 2 mètres/seconde au sol la dispersion est bonne.

Cas particulier de l'ozone :

- > En été, un vent fort permet la dispersion de l'ozone, ce qui améliore la qualité de l'air.
- > En hiver, un vent fort peut provoquer un apport d'ozone "naturel".

Pourcentage de vents calmes à Grenoble (inférieurs à 1 mètres/seconde) : 67% (station Météo France du Versoud).

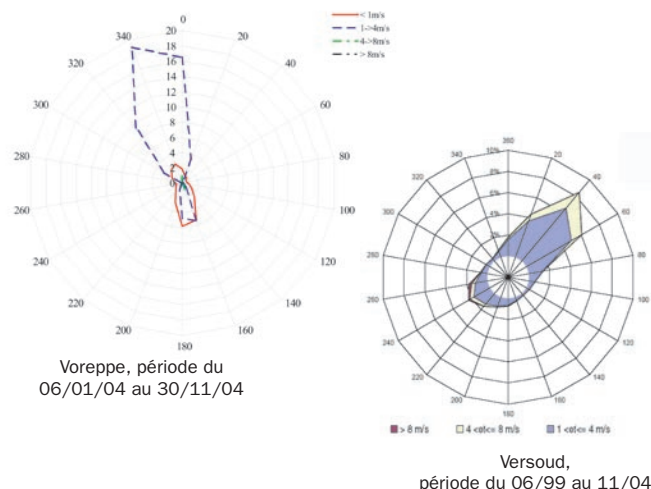
Dispersion des polluants en milieu bâti

Les concentrations de polluants sont intrinsèquement liées aux mouvements de fluides. Une des caractéristiques représentative en milieu urbain est l'écoulement du vent au-dessus d'un ensemble de rues bordées d'habitations. En fonction de la taille des bâtiments, il se produit au niveau des rues des mouvements tourbillonnaires (écoulements), d'échelles spatiales très variables.

A l'échelle d'un quartier, les principaux effets qui agissent sur la dispersion des polluants sont :

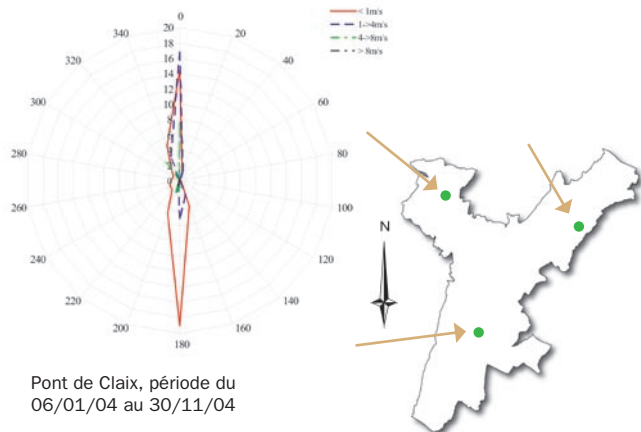
- > les phénomènes de rue-canyon (confinement des polluants entre les bâtiments. Une rue est dite "rue-canyon" si la hauteur de ses bâtiments divisée par la largeur de la rue est supérieure à 0,7),
- > l'échange des polluants au niveau des carrefours,
- > le transport des polluants au-dessus des toits (la pollution de fond, à l'échelle urbaine, correspond à la pollution résiduelle présente en moyenne au-dessus des toits),
- > les caractéristiques du vent extérieur (vitesse, direction, turbulence, stabilité thermique).

Rose des vents à Grenoble.



Voreppe, période du 06/01/04 au 30/11/04

Versoud, période du 06/99 au 11/04



Pont de Claix, période du 06/01/04 au 30/11/04

Source des données :

- > Rose des vents du Versoud : Météo France,
- > Roses des vents de Voreppe et de Pont de Claix : AS.CO.P.A.R.G.,
- > Fond de carte : IGN (BD Carto).

Des outils pour prévoir

Un défaut de données sur la circulation des masses d'air au sol : une difficulté pour la prévision de la pollution atmosphérique.

La prévision au jour le jour de la pollution atmosphérique passe par une bonne description de l'aérodologie au sol. Sur la cuvette grenobloise, cette spatialisation sur les basses couches (moins de 1000 mètres d'altitude) est difficile à réaliser, aucune mesure verticale de stratification de l'atmosphère n'étant disponible.

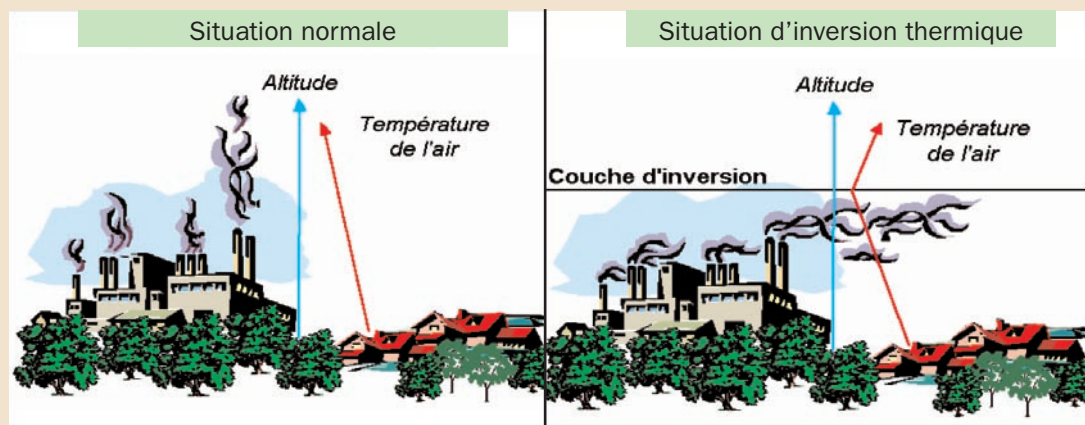
Phénomènes particuliers qui touchent l'agglomération grenobloise

L'inversion de température

C'est un effet aggravant de la pollution qui se rencontre typiquement en hiver, par beau temps, sec et froid.

La situation habituelle est celle où la température décroît avec l'altitude. Cependant, on

peut observer localement une inversion. Dans ce cas, les masses d'air inférieures, plus froides que les masses d'air supérieures, ne peuvent s'élever et le mélange vertical ne se fait plus. Les polluants s'accumulent sous la couche d'inversion et leur concentration augmente avec les émissions. Combinée à une température basse, donc à un accroissement des émissions de chauffage, elle peut générer des épisodes pollués très intenses.



Les régimes de vent

- > Le **vent synoptique réel** est provoqué par le passage des masses d'air chaudes et froides.
- > Le **vent thermique** résulte de l'action thermique des reliefs au cours de la journée.

Du fait de la complexité topographique du site grenoblois, les régimes de vents générés sont complexes. Au cours de conditions anticycloniques propices à la pollution, des phénomènes locaux, comme les vents thermiques, se mettent en place le long des reliefs entourant Grenoble et créent des échanges importants entre les masses d'air de plaines et d'altitudes (1000 - 2500 mètres).

Lors de conditions anticycloniques, le régime local des vents thermiques se met en place sur les versants des vallées (vitesse maximales de 2 à 3 mètres/seconde).

Dans le cas d'un régime de vent synoptique faible, l'action thermique (brise de pente) du relief domine. Elle diffère le jour de la nuit :

- > Le jour, le vent vient du nord et il pousse le panache au sud,
- > la nuit, le vent souffle du sud vers la ville.