



Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Valle d'Aosta

Agence Régionale pour la Protection de l'Environnement de la Vallée d'Aoste

Etude spécifique du danger: les outils de modélisation pour l'évaluation des impacts environnementaux générés par des sources de pollution atmosphérique et acoustique

Ing. Giordano Pession

Ing. Marco Cappio Borlino

- **Introduction**

Depuis une dizaine d'années, ARPA Vallée d'Aoste s'appuie sur la modélisation numérique couplée aux méthodes traditionnels de mesure instrumentale pour évaluer les impacts environnementaux des sources polluantes. Cet article s'attache à présenter des résultats obtenus dans les domaines de la pollution atmosphérique et acoustique.

- **Surveillance de la qualité de l'air: intégration de différentes stratégies**

La connaissance des conditions de la qualité de l'air dans un domaine d'étude est le résultat de l'intégration de multiples stratégies:

le réseau de surveillance de la qualité de l'air (fig. 1): les stations de mesure distribuées sur le territoire donnent des informations précises mais très localisées sur le site qu'elles représentent (site urbain, industriel ou rural);

le cadastre régional des émissions: étude des sources de pollution atmosphérique (localisation et modulation temporelle) actuelles ou futures calculées dans des cellules de 500 m (fig. 2);

modélisation des concentrations des polluants: outils de calcul pour évaluer les polluants sur l'ensemble de la Région.

L'emploi de tous ces instruments d'étude nous a permis d'effectuer des analyses de plus en plus performantes concernant les différentes sources polluantes qui agissent dans le territoire régional.

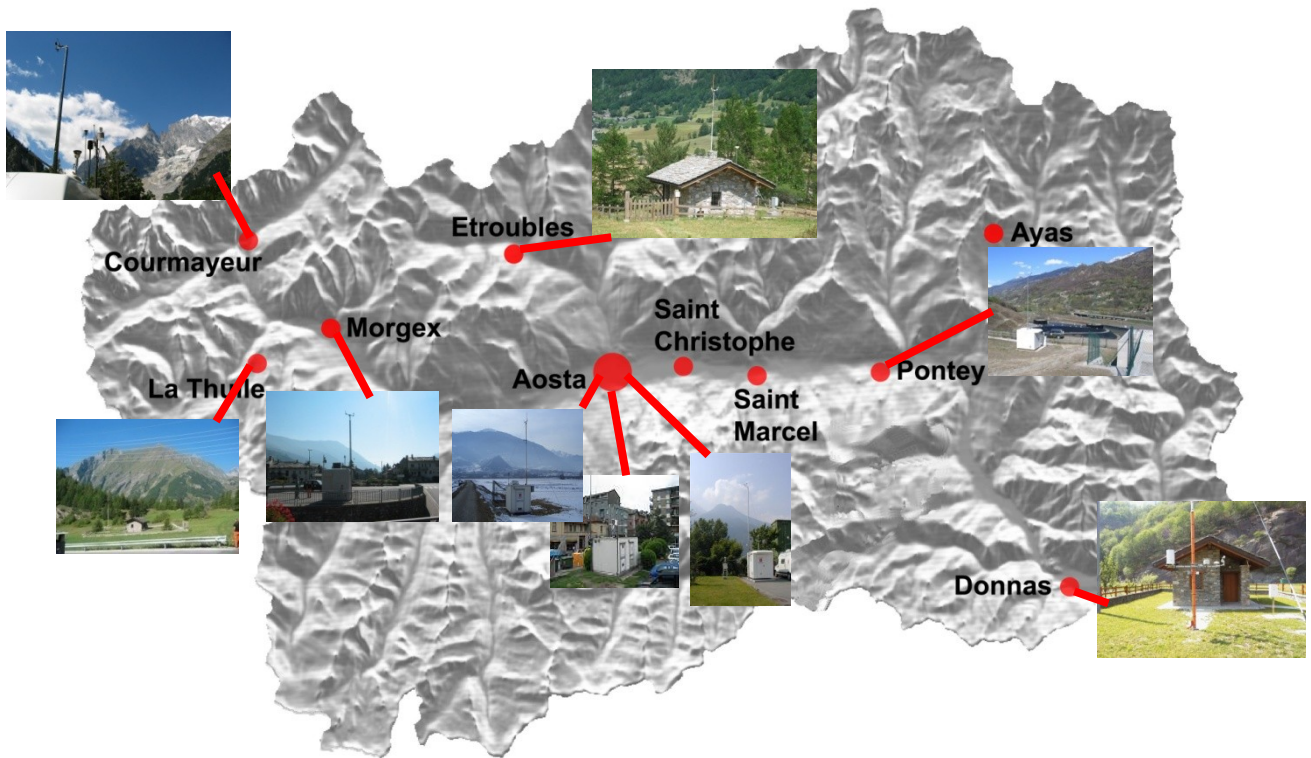


Fig.1: Localisation des stations du réseau de surveillance de la qualité de l'air en Vallée d'Aoste

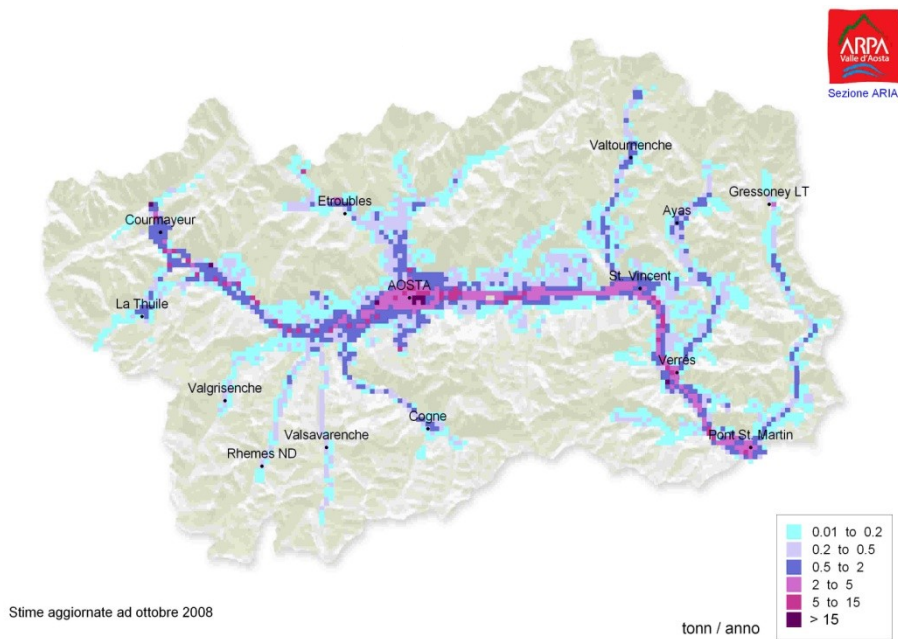


Fig.2: Exemple de spatialisation des émissions des oxydes d'azote pour l'année 2007

- **La modélisation de la dispersion des polluants dans l'atmosphère**

Le modèle utilisé par ARPA Vallée d'Aoste pour étudier les impacts des sources polluantes s'appelle SPRAY, il s'agit d'un modèle tridimensionnel lagrangien qui reproduit la géométrie de la source (ponctuelle, linéaire ou surfacique). Les données en entrée du modèle sont nombreuses: les émissions calculées dans le cadastre régional, les données météo mesurées par le réseau ARPA, l'usage du sol et l'orographie. Le succès de la simulation dépend de la précision des données en entrée, notamment des émissions et de la météo. Le modèle produit une grille tridimensionnelle des concentrations horaires calculées dans le domaine d'étude. Des cartes de concentrations moyennes dans la période visée par l'analyse permettent de visualiser cette grille. Les données fournies par les stations de mesure sont utilisées pour vérifier les résultats des concentrations calculées avec la modélisation.

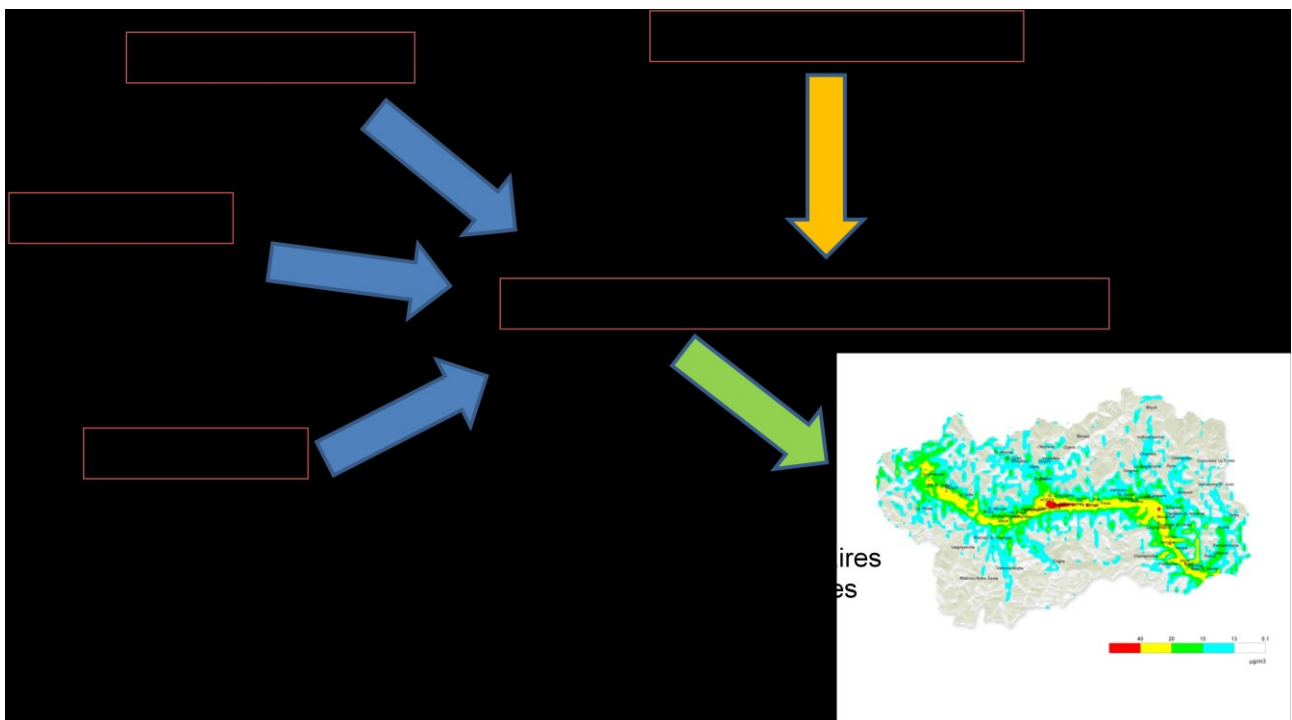


Fig.3: Cadre général de la modélisation de dispersion atmosphérique des polluants

- **Simulation de nouvelles sources d'émission des polluants**

Les données nécessaires à effectuer une simulation des impacts d'une nouvelle source polluante sont les suivantes:

- la géométrie de la cheminée (position, hauteur, diamètre);
- la température de la fumée;
- la vitesse de la fumée;
- le débit d'émission;
- la modulation temporelle de l'émission (horaire, hebdomadaire, mensuelle).

1. Simulation de l'hypothèse d'un nouvel incinérateur

En 2007, la Région Vallée d'Aoste a demandé à ARPA d'évaluer l'hypothèse de création d'un incinérateur de déchets urbains dans un emplacement à l'Est de la ville d'Aoste. Pour étudier les impacts de cette nouvelle installation, ARPA a eu recours aux données suivantes:

- différentes hauteurs de la cheminée (50-60-80 m);
- température de la fumée de 150 °C;
- vitesse de la fumée de 10 m/s;
- émissions déclarées dans le projet.

Le modèle SPRAY a permis de calculer les concentrations produites par l'incinérateur de plusieurs polluants (CO, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, HF, HCl et dioxines). Dans la figure suivante on montre les concentrations de NO₂ à trois différents niveaux de la hauteur du sol pour les deux cas de cheminée de 50 et 80 m. On voit bien l'influence du paramètre de la hauteur de la cheminée surtout sur les niveaux de pollution proches au sol: plus haute est la cheminée, moindres seront les concentrations au sol.

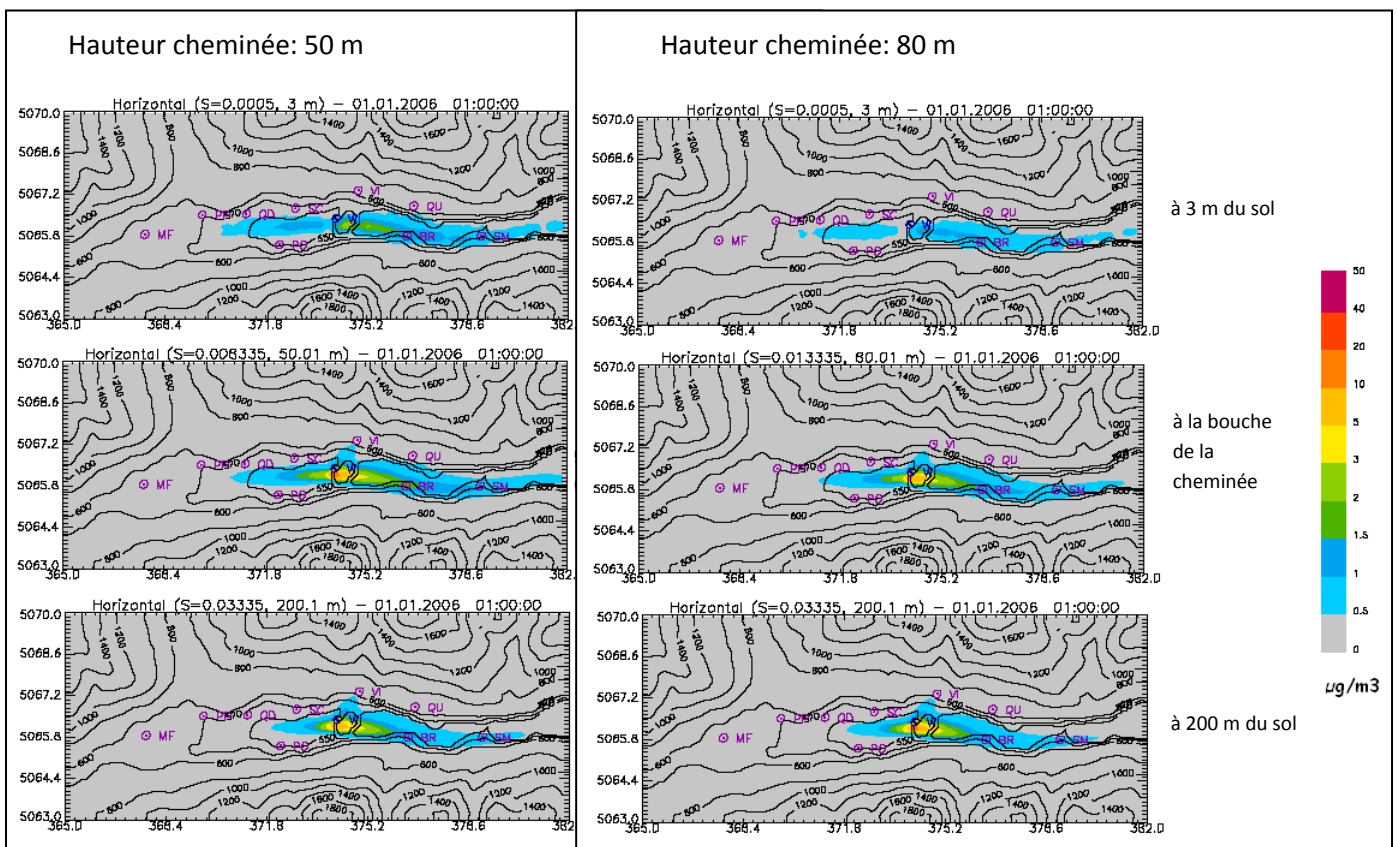


Fig.4: Concentrations de NO₂ calculées sur différentes hauteurs de la cheminée

2. Simulation de l'hypothèse du téléchauffage pour la ville d'Aoste

En 2008, ARPA a évalué les impacts sur la qualité de l'air d'un nouveau système de chauffage pour la ville d'Aoste composé des éléments suivants:

- une chaudière à copeaux de bois (4 MWh);
- deux cogénérateurs (7.7 kW) et une chaudière (1.6 kW) à gaz naturel;
- chaleur récupérée de l'aciérie près de Aoste (40%).

Ce système pourra alimenter environ 167000 MWh des installations de chauffage à fioul ou à méthane de la ville.

Le bilan des émissions avant et après l'installation du téléchauffage est positif seulement pour le dioxyde de soufre, du fait que l'on élimine les installations à fioul dans la ville, tandis que pour les autres polluants on enregistre une augmentation due au passage au bois.

Émissions (tonnes)	NOx	CO	Poussières	SO ₂
Téléchauffage	55.60	62.58	2.25	3.01
Usages substitués	34.66	19.75	1.62	37.21
Différence	+ 20.94	+ 42.83	+ 0.63	- 34.20

Fig.5: Bilan des émissions avant et après l'installation du téléchauffage à Aoste

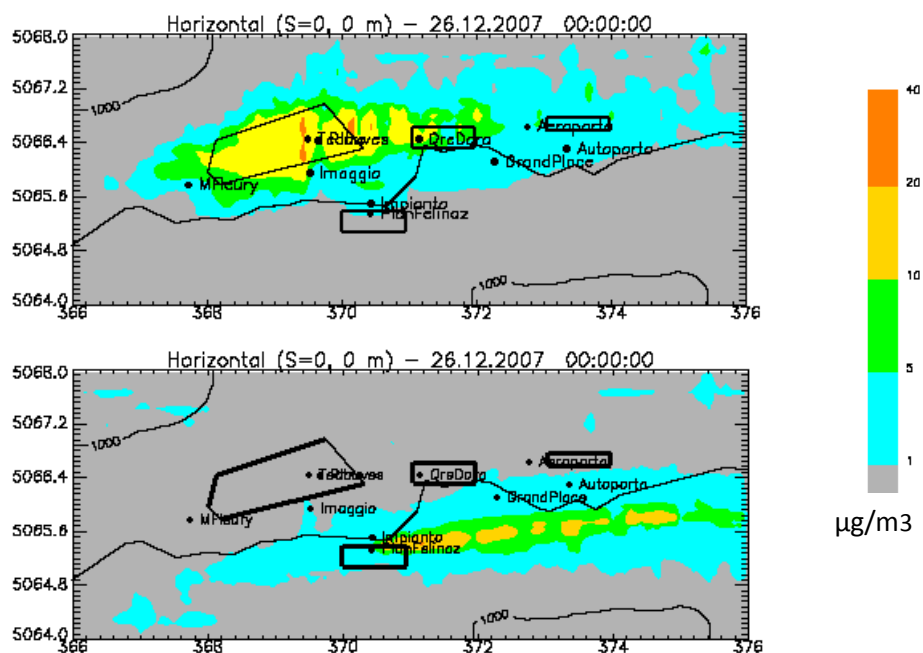


Fig.6: Concentrations de CO calculées avant et après l'installation du téléchauffage à Aoste

La distribution des concentrations calculées avec le modèle nous montre, par contre, une amélioration de la qualité de l'air dans le centre-ville, due au passage d'une source surfacique (le domaine urbaine de la ville) aux sources ponctuelles et plus hautes du nouveau système de téléchauffage. On enregistre une augmentation des concentrations des polluants à l'Est de la future installation, mais la zone concernée est beaucoup moins peuplée du centre-ville.

- **Les activités du secteur "Bruit" de l'ARPA VdA**

L'Agence Régionale pour l'Environnement de la Vallée a à son intérieur un secteur 'Bruit'. Ses compétences sont nombreuses. L'ARPA rédige et met à jour un observatoire acoustique, c'est à dire un archive dans lequel sont enregistrées les données relatifs aux mesures de bruit accomplies dans le milieu extérieur, ceux des principales sources d'émissions sonores etc. Encore, à la suite d'une loi régionale, ARPA doit exprimer des agréments sur les projets qui comportent l'introductions de nouvelles sources de bruit ou bien la construction de nouveaux établissements près de sources de bruit. Enfin l'ARPA intervient en support des mairies ou de la police pour accomplir des contrôles du respect des niveaux sonores maximales fixés par la loi. On peut bien comprendre que ces tâches ressortent de deux capacités fondamentales : l'exécution de mesures d'émissions sonores existantes et la capacité de prévoir l'impacte acoustique sur l'environnement et sur la population de sources pas encore existantes.

Bien que le thème central de cette présentation soit la modélisation des émissions sonores, on présente brièvement dans la suite des exemples de mesures des deux typologie exécutées par les techniciens de l'Agence : des mesures de bruit en milieu extérieur le long des voiries routières, Fig. , et des mesures à l'intérieur d'habitations à la suite de plaintes , Fig. .

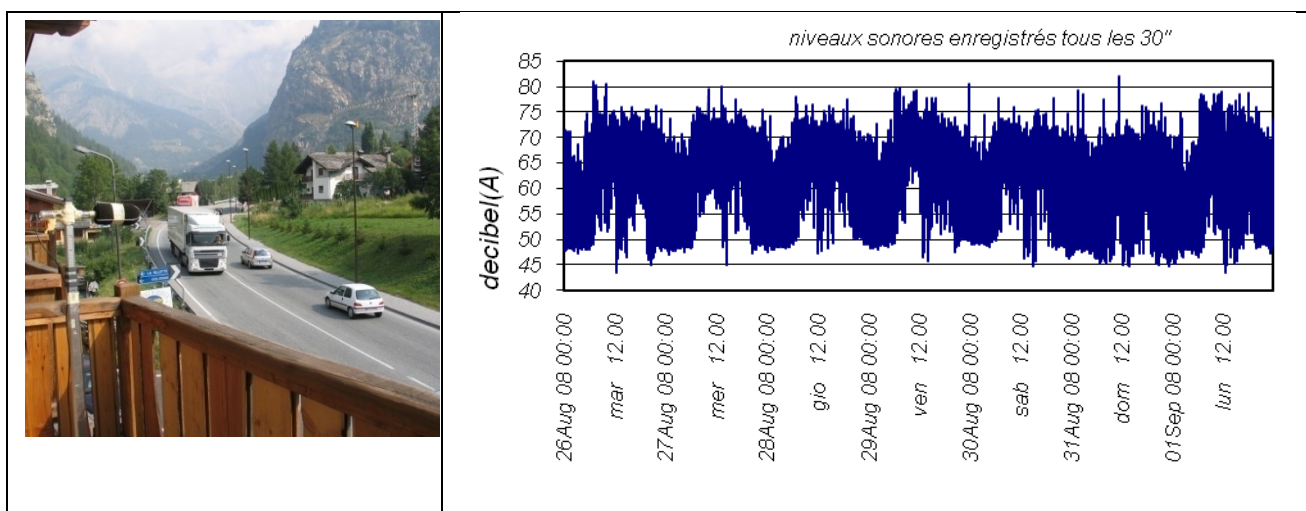


Fig. 7 Mesure de bruit le long de la Route Nationale du Tunnel du Mont Blanc

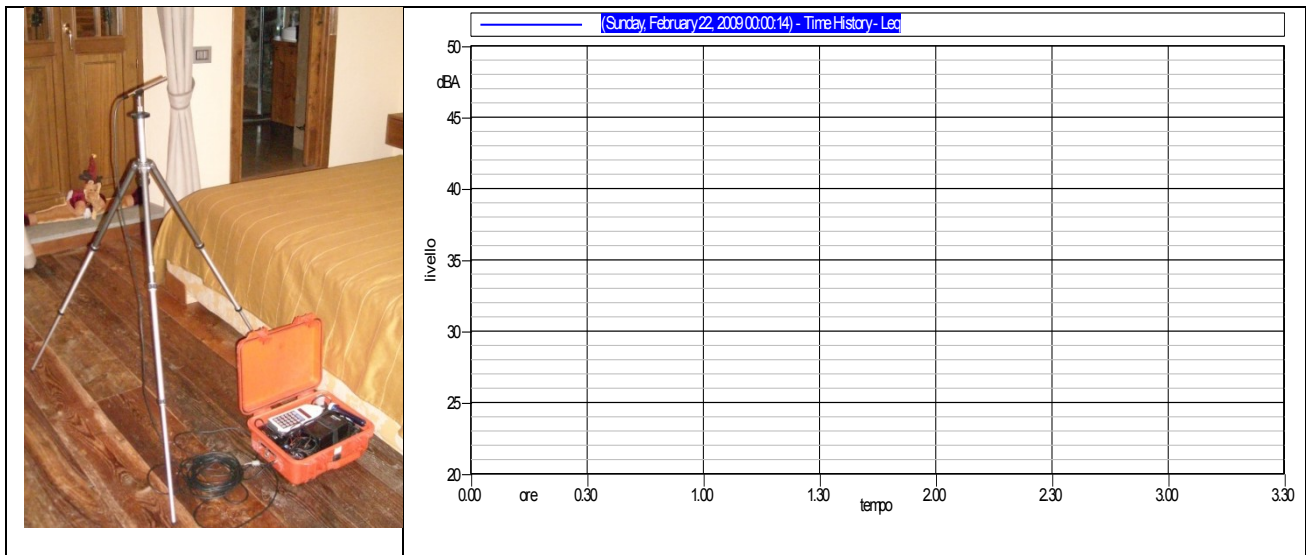


Fig. 8 Mesure de bruit à l'intérieur d'une habitation à la suite d'une plainte

Le but des interventions dans les deux cas était tout à fait différent : pour ce qui concerne le milieu extérieur c'est la connaissance des niveaux sonores, dans le deuxième cas c'est d'évaluer le respect des niveaux seuils fixés par la loi.

- **La modélisation numérique du bruit**

Les techniciens de l'ARPA utilisent assez souvent des logiciels qui permettent d'obtenir des prévisions du bruit dans un certain environnement à partir des caractéristiques sonores des sources qu'ils sont en train d'étudier :

Modèle pour les usines/atelier : ISO

Modèle pour les aéroports :

Modèle pour les routes: NMPB-ROUTES_96

Le modèle devenu officiel dans l'Union Européenne pour le bruit des routes est le NMPB-ROUTES_96 développé en France : il représente bien les émissions sonores et permet de considérer dans les calculs les conditions météo aussi. Aujourd'hui ARPA VdA est en train d'étudier les profils verticaux de température afin d'avoir une banque de données de distribution de température annuelle pour pouvoir le prendre en compte dans le modèle de propagation. Les modélisations réalisées jusqu'à maintenant ont été conçues en conditions météo homogènes.

Le but des modèles est de pouvoir prévoir sur de vastes territoires l'impact de sources sonores qui ne sont pas encore en place : on peut ainsi introduire des systèmes de mitigation du bruit ou choisir de déplacer ailleurs la réalisation de l'œuvre.

Dans la suite on présente un exemple d'étude d'impact sonore lié à la réalisation d'un nouveau tronçon d'autoroute.

- **Un exemple de modélisation du bruit**

En Vallée d'Aoste, vu que à peu près 1600 poids lourds traversaient chaque jour les communes qui se trouvent sur le parcours de la route nationale qui mène au Tunnel du Mont Blanc, on a décidé, pour rendre le trafic plus fluide et plus sûr et éviter le traversèment des villages, de bâtir une nouvelle autoroute. Le tronçon terminal qui conduit à l'entrée du Tunnel a été ouvert en 2007: il est quasi complètement réalisée en galerie et, dans les bouts à l'extérieur, on a inséré des barrières acoustiques. Le pays de Courmayeur, une importante station touristique pour le ski en hiver et pour les redonnées et les escalades en été, n'est plus intéressé par le passage du trafic transfrontalier, composé d'un grand nombre de poids lourds.

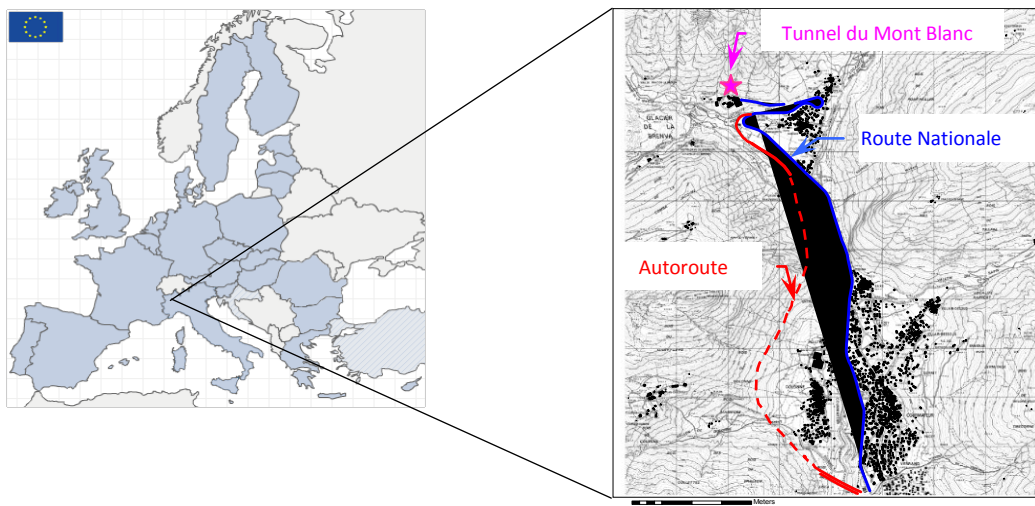


Fig. 9 Description du territoire de Courmayeur , de la route nationale et de l'autoroute.

Le caractéristique du modèle qu'on a construit sont les suivantes :

Algorithme: NMPB-ROUTES_96

Météo: pendant le jour 50% favorables, pendant la nuit 100% favorables à la propagation

Modèle du territoire : DEM en 3D

On a exécuté plusieurs mesures de bruit de durée d'une semaine pour calibrer le système et on a utilisé les résultats de mesures courtes pour le vérifier.

Pour ce qui concerne les résultats de la simulation on a évalué les paramètres introduit par la directive européenne 2002/49/EC : Lden pour le bruit du jour, soir et nuit, et Lnight pour le bruit nocturne..La directive permet aux états nationaux de définir la période du soir et du jour. En Italie on a fait les choix suivants :

- jour : de 6.00 à 20.00

- soir : de 20.00 à 22.00

- nuit : de 22.00 à 6.00

Le Lden est calculé selon la formule suivante:

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(14 * 10^{L_{day} / 10} + 2 * 10^{(L_{evening} + 5) / 10} + 8 * 10^{(L_{night} + 10) / 10} \right) \quad (1)$$

On a appliqué le modèle aux deux conditions qu'on voulait comparer :

- a) Tout le trafic parcourt la route nationale
- b) Le trafic transfrontalier (d'après les données du Tunnel) parcourt l'autoroute, tandis que le trafic local reste sur la nationale.

Les résultats

Les distributions territoriales des niveaux de Lden et Lnight sont représentées dans les images suivantes

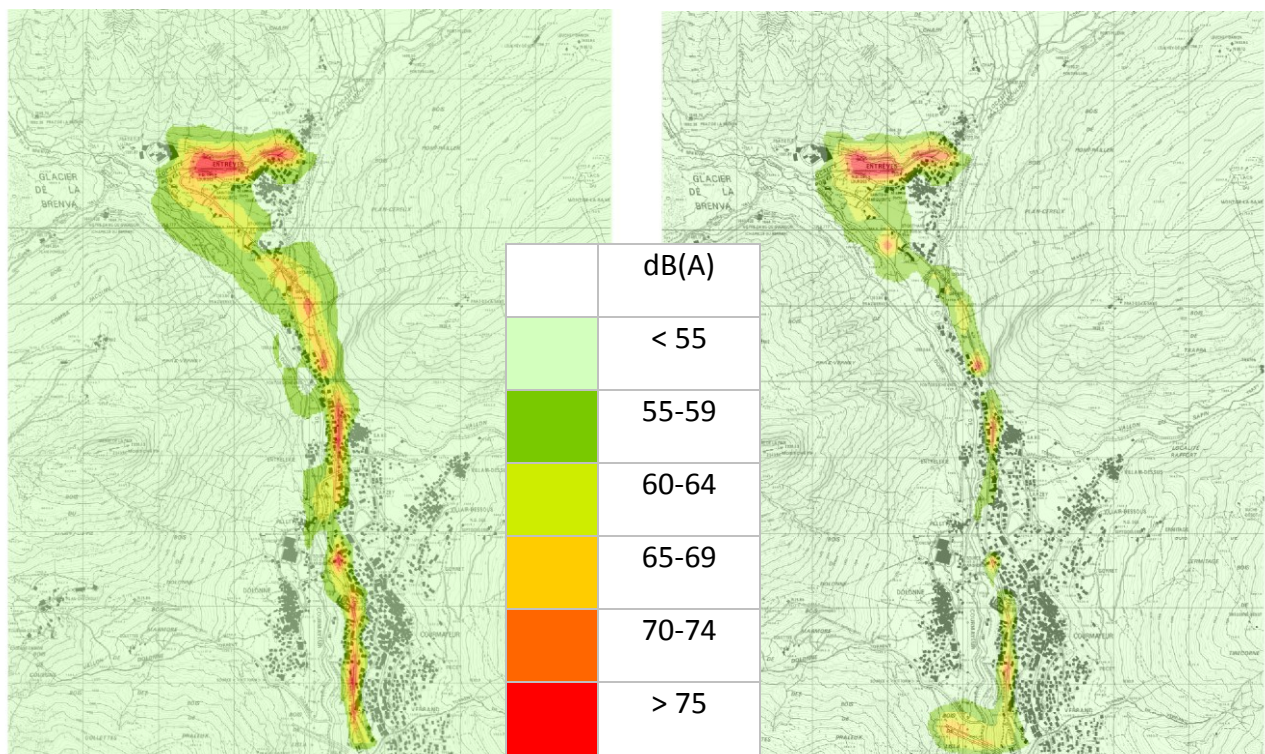


Fig. 10 Distribution sur le territoire des niveaux de Lden dans les cas a et b

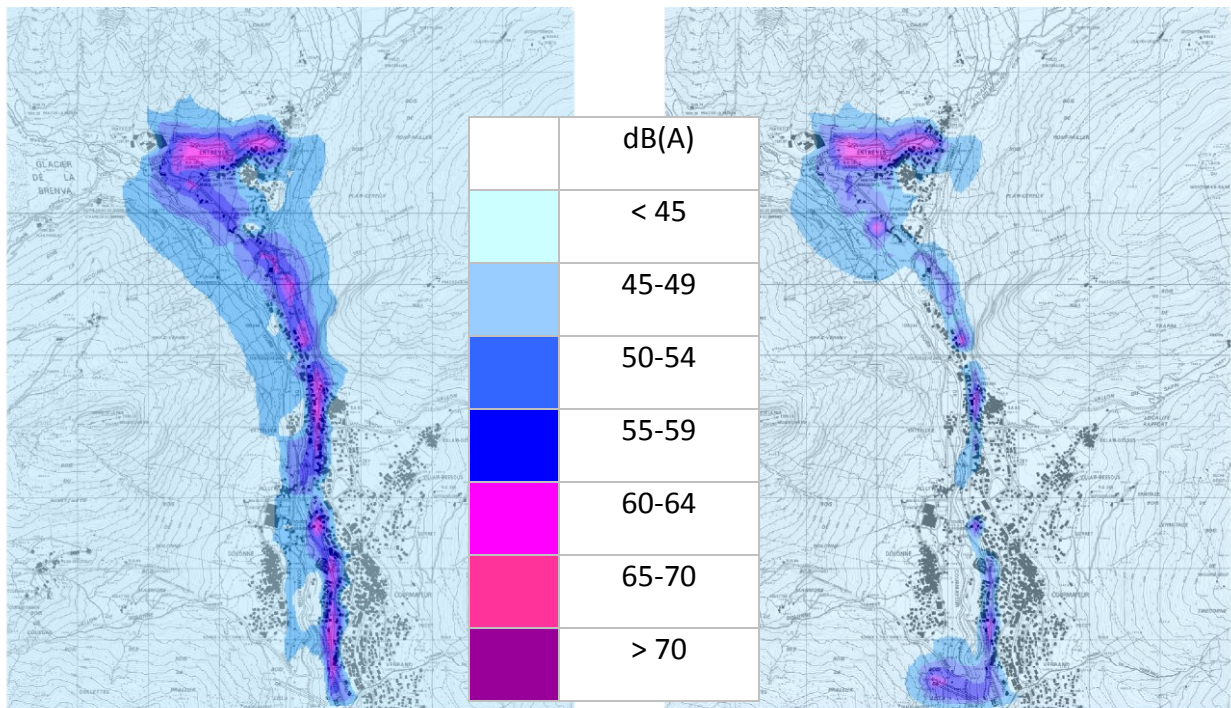
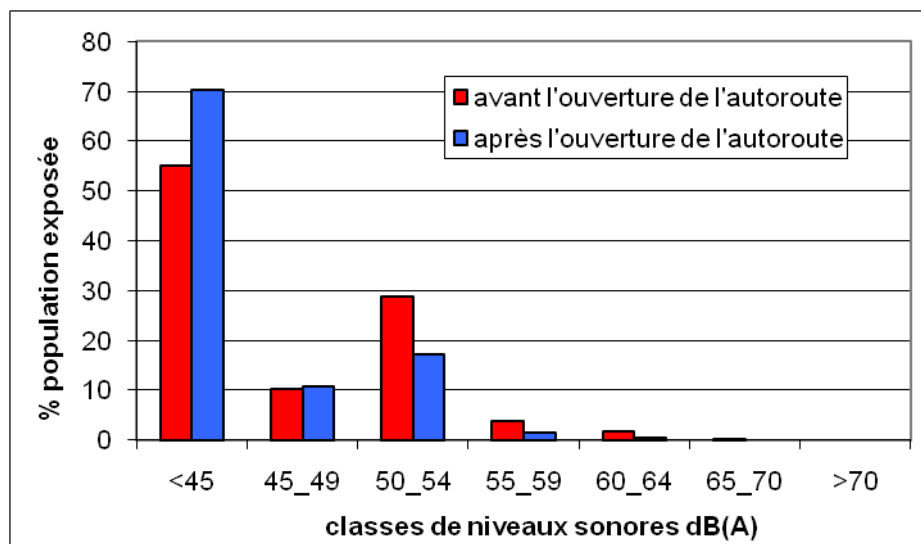


Fig. 11 Distribution sur le territoire des niveaux de Lnight avant et après l'ouverture de l'autoroute

Si l'on observe les 4 carte thématiques on apprécie très bien la réduction de l'impact sonore du trafic en correspondance des maisons de Courmayeur : le phénomène est plus évident pendant la nuit parce que le trafic nocturne est presque totalement dû à la composante transfrontalière, pendant le jour il y a encore un trafic local non négligeable.



Dans les deux cas on a, aussi, estimé la population exposée aux différentes classes de bruit. Pour faire ça on a du attribuer statistiquement un certain nombre de résidents à tous les bâtiments le long des routes et, sur la base des niveaux sonores calculés par le modèle, on a estimé l'exposition

de la population. On a aussi introduit un coefficient pour considérer les touristes et non seulement les résidents.

Population Exposée (%)	Classes de niveaux sonores $L_{night}(dBA)$						
	<45	45-49	50-54	55-59	60-64	65-70	>70
Avant ouverture autoroute	55	10	29	4	2	0	0
Après ouverture autoroute	70	11	17	2	0	0	0

Fig. 12 pourcentage de population exposée aux différentes classes de L_{night}

- **Conclusions**

Les outils de modélisation sont devenus désormais des instruments indispensables pour étudier en détail les impacts environnementaux des sources de pollution atmosphérique et acoustique dans le milieu où elles agissent.

Ces instruments de calcul présentent de nombreux avantages: la possibilité de connaître les niveaux de pollution et de bruit même dans les endroits qui n'ont pas de station de mesure, l'étude des scénarios prévisionnels des installations futures et l'évaluation de la population concernée par une source polluante donnée.