

>>

de calculer les émissions sonores le long de centaines de kilomètres de voies ferrées et la propagation du bruit sur plusieurs dizaines de milliers de sites d'émission, il faut disposer d'un ordinateur très puissant» explique Wunderli. La ferme de calcul Ipazia est parfaitement adaptée pour cela car elle ne possède pas seulement la puissance de calcul nécessaire mais sa configuration en nœuds (voir article page 14) permet d'effectuer les calculs en parallèle sur différents processeurs et d'économiser ainsi du temps.

40 processeurs travaillant jour et nuit

Dans un premier test pratique, les acousticiens de l'Empa déterminent depuis le début 2010 l'exposition au bruit le long du corridor ferroviaire Nord-Sud à travers la Suisse. Au cours des deux premiers mois ils ont calculé l'exposition au bruit dans une région d'une surface de près de 340 kilomètres carrés au Tessin. Cette région comporte 50 kilomètres de voies, quelque 30000 bâtiments, 17 murs antibruit et 172000 point d'immission. 40 processeurs de l'ordinateur de haute puissance de l'Empa ont fonctionné jour et nuit et effectué plus de 17 millions de calculs de propagation du bruit. Chacun de ces calcul a fourni 14 spectres de fréquences subdivisés en 20 bandes de tiers d'octave – soit au total 1,4 milliards de valeurs individuelles pour la «carte de bruit» de cette région.

Ces résultats montrent que sonRAIL fonctionne bien et fournit des valeurs précises. Les chercheurs s'engagent pour que leur modèle de calcul du bruit soit à l'avenir utilisé comme modèle standard en Suisse et aussi dans le reste de l'Europe. Ils prévoient aussi d'utiliser ce modèle pour d'autres types de bruit, par exemple pour montrer comment le bruit de la circulation routière se propage et gêne les habitants au voisinage des routes. //

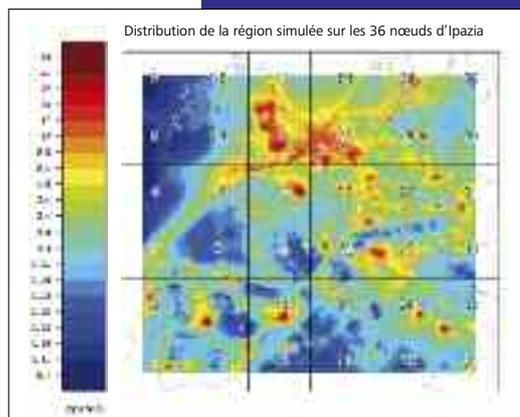
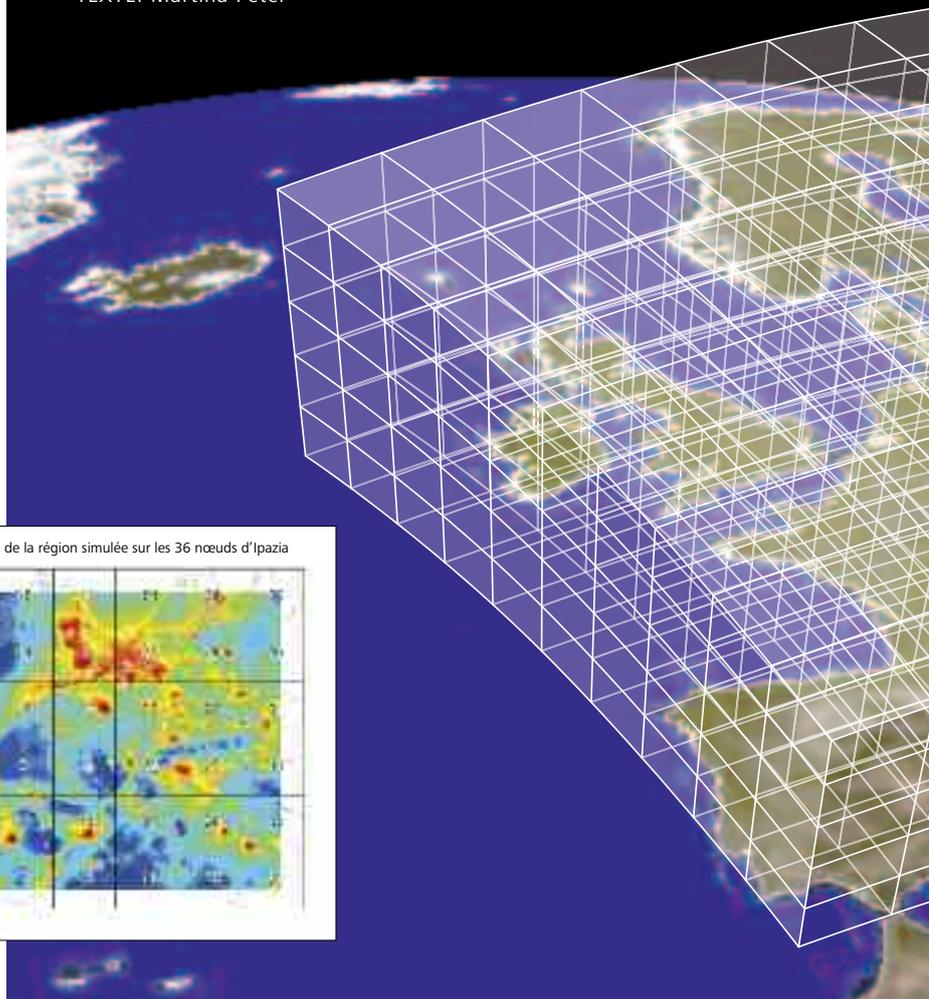
«Et maintenant les prévisions d'ozone pour demain...»

Les spécialistes de la pollution atmosphérique de l'Empa utilisent eux aussi Ipazia. Ils valident avec elle un modèle de transport qui permet d'établir des prévisions «chimiques» pour des polluants atmosphériques.

TEXTE: Martina Peter

1
Une grille tridimensionnelle fictive est superposée à l'Europe. Chacun des 200 fois 200 carrés d'une arête de 10 kilomètre de cette grille est surmonté d'une pile de 40 cubes subdivisant l'atmosphère en couches sur une hauteur de 20 kilomètres.

2
La simulation réalisée à l'aide de 36 nœuds d'Ipazia montre l'ampleur de la pollution par le dioxyde d'azote dans les différentes régions de l'Europe. (Grafique: Empa)



2

L'ozone, les oxydes d'azote et les aérosols polluent l'atmosphère. Des stations de mesure en de nombreux endroits renseignent sur l'ampleur de la pollution. Toutefois l'obtention d'informations suprarégionales ou globales nécessite le recours à des modèles de calcul. Seuls ces modèles peuvent montrer à grande échelle quels polluants apparaissent quand, où et en quelles concentrations et encore déterminer la contribution des différents polluants à la pollution globale. De plus, ces modèles permettent d'établir des «prévisions chimiques» ou de reconstituer le «film» du déroulement de certaines situations sur des périodes plus longues.

Pour cela il est nécessaire de déterminer un nombre considérable de processus chimiques et de relier entre eux des centaines de situations instantanées. Ce qui demande de la puissance de calcul – et pas qu'un peu. La ferme de calcul Ipazia de l'Empa en dispose suffisamment.

Une molécule annonce la temps chimique du lendemain

Christoph Knote du laboratoire «Polluants atmosphériques/Technique de l'environnement» travaille à l'Empa à l'adaptation et à l'extension du modèle de transport des polluants chimiques «COSMO-ART, développé par le Karlsruhe Institut für Technologie KIT et qui complète les prévisions météorologiques «traditionnelles». Ce modèle simule comment les polluants atmosphériques produits par les activités humaines (tels que rejets gazeux de l'industrie et gaz d'échappement des véhicules) mais aussi d'origine naturelle (poussières minérales, sel marin ou pollen) se propagent et interagissent entre eux et comment ces processus influencent à leur tour les conditions météorologiques et le climat.

Ce modèle permet aussi de simuler le devenir de substances qui ne proviennent pas directement des émissions polluantes mais ne se forment que secondairement dans l'atmosphère – par exemple l'ozone ou encore une grande partie des aérosols – ce qui permet de prévoir où ces substances prennent naissance et où elles sont transportées.

L'Empa est particulièrement prédestinée pour la validation de ce modèle : elle récolte depuis longtemps déjà des données sur la pollution atmosphérique dans le réseau national de mesure NABEL et suit l'évolution à long terme de la qualité de l'air en Suisse. En comparant les pronostics livrés par l'ordinateur avec leurs données

de mesure, les chercheurs de l'Empa peuvent affiner sans cesse ce modèle en adaptant par exemple les algorithmes sur lesquels repose la simulation ou en réévaluant aussi certaines émissions de polluants.

Tout est lié et interdépendant

Christoph Knote doit tout d'abord entrer dans son modèle de simulation un nombre considérable de données telles que les indications sur les propriétés physico-chimiques des différents aérosols, gaz et substances et sur leurs interactions. Il lui faut aussi tenir compte de variables telles que les conditions de vent, l'intensité du rayonnement solaire, la température et la nébulosité, données qui lui sont fournies par MétéoSuisse. «Tout est lié et interdépendant», conclut en bref ce scientifique.

Pour structurer ces innombrables données, Knote a superposé sur l'Europe une grille tridimensionnelle fictive. Chacun des 200 fois 200 carrés d'une arête de 10 kilomètre de cette grille est surmonté d'une pile de 40 cubes subdivisant l'atmosphère en couches sur une hauteur de 20 kilomètres. Dans chacun des ces 1.6 millions de cubes, il peut alors faire entrer en contact (sur l'ordinateur) jusqu'à 250 gaz et aérosols différents qui interagissent et sont transportés différemment selon les conditions météorologiques.

L'ordinateur doit alors mettre en mémoire environ 400 millions de données. Mais pour obtenir un «film» des mouvements entre un moment donné et un moment ultérieur, il faut encore introduire des données qui sont obtenues à l'aide de formules. Ce qui fait alors doubler le nombre des données que l'ordinateur doit traiter et qui atteint 800 millions – et cela pour un seul moment donné!

Suffisamment de place et de puissance de calcul pour 800 millions de données

Une seule donnée individuelle occupe une place de mémoire de huit bytes et 800 millions de valeurs nécessitent ainsi une mémoire de travail de six gigabytes – ce qui amène l'ordinateur de table même le plus puissant à déclarer forfait. Mais pas Ipazia avec son architecture de ferme de calcul (voir article page 14). Pour réduire leur flux, les données sont introduites «par paquets» recouvrant des régions partielles. Chaque serveur, appelés nœuds dans le jargon informatique, est ainsi responsable du traitement d'une région partielle de l'Europe.

En répartissant l'ensemble de l'Europe sur les 36 nœuds, chaque nœuds n'utilise que 170 mégabytes de mémoire vive. Et comme les nœuds travaillent en parallèle, le temps de calcul nécessaire diminue. Malgré tout, ce calcul occupe Ipazia un certain temps: pour calculer une heure en temps réel de «prévision météorologique chimique», les 36 nœuds d'Ipazia ont besoin de 7 minutes; une simulation portant sur deux semaines nécessite 40 heures de temps de calcul. Un ordinateur de table possédant suffisamment de mémoire vive aurait besoin de près de 60 jours pour ce même calcul. //

