

# Initiative Qualité de l'air : le prochain défi

Il est maintenant établi qu'un ensemble d'outils de modélisation — couvrant la météorologie, le trafic, les émissions et la dispersion — peut réellement représenter la pollution atmosphérique au-dessus de Rio de Janeiro. Les responsables de l'environnement de Rio détiennent

désormais les modèles et toutes les données collectées et produites durant le projet. L'équipe du projet se place déjà dans la perspective du prochain défi : mettre en place un système de modélisation en continu qui fournirait chaque jour une prévision de la météorologie

urbaine et de la pollution atmosphérique à Rio, accessible à tous sur le Web.

**Transformer l'essai dans d'autres grandes métropoles**



*Le succès d'un projet de ce type repose sur des paramètres très spécifiques et sur la capacité à rassembler un ensemble de compétences de pointe : modélisation atmosphérique et chimique, ingénierie du trafic, analyse des émissions d'un parc automobile et capacité à communiquer avec le grand public.*

*Il y a chez Renault un véritable vivier de spécialistes capables de piloter un projet de ce type dans un contexte international. Les compétences scientifiques et techniques se trouvent à Aria Technologies, Ingérop et au Citepa, mais le succès dépend de la cohésion de l'équipe et de la coordination assurée par Renault.*

- Les informations de départ doivent être disponibles si l'on veut pouvoir construire des hypothèses fiables et une expertise externe est nécessaire, à toutes les étapes du projet, pour déterminer quels sont les données qui seront utiles à la modélisation.
- Autre point essentiel pour le succès du projet : une volonté politique forte se traduisant par l'implication et l'appui des édiles.
- Bon nombre d'organismes publics – du niveau local au niveau national – sont concernés par le projet. Chacun d'eux a un rôle à jouer dans l'avancement du projet, avec un seul point de mire : la surveillance et la prévision de la qualité de l'air.
- Les programmes de financement, les banques de développement et les fonds de coopération doivent être sollicités en appui du projet.

*Chaque fois que ces conditions seront réunies, ce savoir-faire et cette synergie d'équipe pourront s'exporter dans d'autres métropoles du monde.*

## D'autres polluants, de meilleures prévisions...

## À suivre

Comment le projet peut-il être étendu et complété ?

### Faire tourner le modèle de simulation de trafic en continu

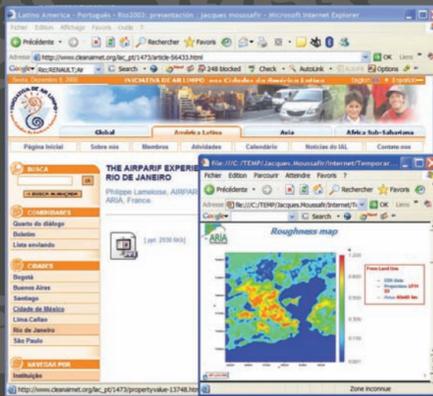
Le logiciel de simulation de trafic utilisé par Ingérop pourrait être installé en permanence à la municipalité de Rio pour explorer d'autres scénarios de trafic. Il faudrait le relier directement aux mesures de trafic et définir un protocole de transmission automatique de données entre la CET-Rio et le SMAC.

### Achever l'inventaire des émissions

En utilisant la même structure de données que l'inventaire actuel, on introduirait une description complète des émissions de composés organiques volatils (COV), étape nécessaire pour pouvoir analyser les précurseurs dans le processus de formation de l'ozone. Cet inventaire comprendrait les COV émis par les véhicules et biocarburants utilisés à Rio, ainsi que par les forêts et l'agriculture.

### Des cartes de prévision de la pollution de l'air grâce au modèle CHIMERE

Il est d'ores et déjà possible de faire tourner en ligne les modèles météorologiques et de dispersion, mais en mode non réactif. Une fois l'inventaire des émissions complété par une description complète des COV contribuant à la formation de l'ozone, il sera possible de configurer le modèle photochimique CHIMERE en mode réactif, de façon à calculer des valeurs précises d'ozone et d'oxyde d'azote. Ce serait une avancée décisive par rapport à l'approche actuelle : la production d'ozone est particulièrement importante à Rio en raison de la chaleur et du soleil. Rio de Janeiro disposerait ainsi d'un système opérationnel de prévision à haute résolution – pour la météo comme pour la pollution atmosphérique – similaire à ceux utilisés à Paris ([www.esmeralda-web.fr](http://www.esmeralda-web.fr)) et dans de nombreuses grandes villes européennes



**RENAULT**  
Martine MEYER  
Expert Qualité de l'air  
TCR LAB 2 50  
1, avenue du Golf  
78288 Guyancourt cedex  
FRANCE  
Tél. : 33 (0)1 34 95 47 36  
Fax : 33 (0)1 34 95 05 91  
E-mail : martine.meyer@renault.com  
Site Web : www.renault.com



**DREE**  
Eric FAJOLE  
Chef de la Mission Economique  
de Rio de Janeiro  
Avenida Presidente Antonio Carlos 58  
20020-010 Rio de Janeiro  
Tél. : +55 21 22 10 24 44  
Fax : +55 21 22 20 36 79  
E-mail : eric.fajole@missioneco.org  
Site Web : www.missioneco.org/bresil

**ARIA Technologies SA**  
Jacques MOUSSAFIR  
PDG  
17, route de la Reine  
92517 Boulogne-Billancourt Cedex  
FRANCE  
Tél. : 33 (0)1 55 19 99 76  
Fax : 33 (0)1 55 19 99 62  
E-mail : jmoussafir@aria.fr  
Site Web : www.aria.fr



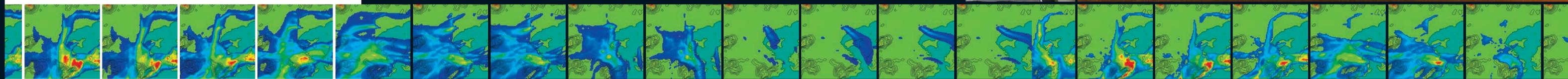
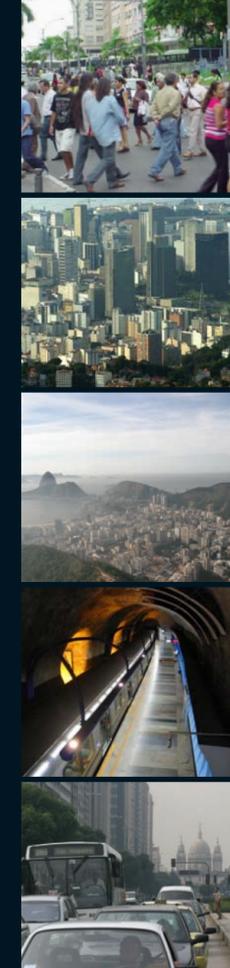
### CITEPA

**Nadine ALLEMAND**  
Expert Emissions industrielles  
7, cité Paradis  
75010 Paris  
FRANCE  
Tél. : 33 (0)1 44 83 68 83  
Fax : 33 (0)1 40 22 04 83  
E-mail : nadine.allemand@citepa.org  
Site Web : www.citepa.org

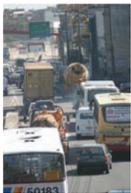


### INGEROP

**Gilbert MORIO**  
Expert Trafic  
168/172, bd de Verdun  
92408 Courbevoie Cedex  
FRANCE  
Tel : 33 (0)1 49 04 55 00  
Fax : 33 (0)1 49 04 57 01  
E-mail : gilbert.morio@ingerop.com  
Site Web : www.ingerop.com



# Initiative Qualité de l'air pour Rio de Janeiro



**Célèbre dans le monde entier pour ses plages, Rio de Janeiro est avant tout une ville de cinq millions d'habitants, une grande place financière et un pôle industriel très diversifié.**

**Industries agroalimentaires, chimiques, pharmaceutiques et textiles, sidérurgie, chantiers navals, industrie, confection... Cette activité intense et le trafic routier qui l'accompagne affectent la qualité de l'air et génèrent d'importants pics de pollution dans certains quartiers.**

Plusieurs sources, plusieurs polluants

## Recueillir les données de pollution

L'Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística a fourni des données cartographiques en haute définition.

Des séquences météorologiques 3D réalistes ont été bâties en combinant des données de stations au sol avec des modèles météo à grande échelle et des modèles régionaux MM5.

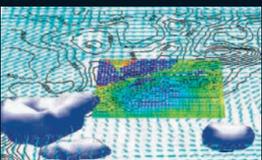
« La collecte de données d'émissions peut s'avérer très difficile quand les données de départ ne sont pas directement disponibles. Il a été difficile d'estimer le parc automobile, par exemple, parce qu'au Brésil le propriétaire d'un véhicule n'est pas tenu de déclarer sa mise hors circulation », rappelle Pierre Rouveilles, l'expert « inventaire de trafic » de Renault.

Quand les données de départ n'étaient pas disponibles, il a fallu avancer des hypothèses ; c'est là que l'expérience du Citepa s'est révélée utile. Des questionnaires ont été envoyés aux principaux industriels de la zone pour obtenir les informations essentielles sur la nature des sources d'énergie, les quantités utilisées, les cheminées, etc.

Il a fallu également faire preuve de créativité pour déterminer les facteurs d'émission des véhicules utilisant le carburant mixte essence/alcool qui est spécifique au Brésil.



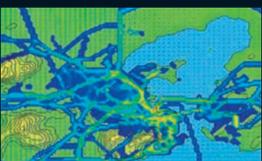
Une description très détaillée de l'occupation des sols est utile pour représenter les échanges sol-atmosphère et pour déterminer les émissions surfaciques.



Les modèles météo font appel à des domaines imbriqués pour rendre compte aussi bien de l'aspect continental que des vents côtiers spécifiques à la baie de Rio.



Trafic routier, aéroports, navires, usines : l'inventaire des émissions représente un gros travail de collecte de données.



Carte des émissions de NOx au niveau du sol, de jour, dans la zone métropolitaine de Rio.

### La prise en compte du trafic



Dans le centre de Rio, Ingérop a disposé d'un modèle de trafic performant pour déterminer les flux de véhicules et leurs émissions. En périphérie, où aucun modèle de trafic n'était disponible, les densités de trafic ont été estimées en fonction de la structure du bâti et de la densité démographique.



### Travailler ensemble

À Rio, les gestionnaires de l'environnement ont désormais en main toutes les données et modèles informatiques pour la météorologie, le trafic, les émissions et la dispersion.



## "Cette étude va nous permettre d'améliorer le processus de développement urbain"

Ayrton Xerez, secrétaire pour l'Environnement de la ville de Rio de Janeiro

le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NOx), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et les particules. Deux épisodes réels correspondant à une situation météorologique moyenne et à une situation météorologique défavorable ont été retenus », explique Martine Meyer, responsable qualité de l'air chez Renault et chef de projet. L'équipe rassemblée par Renault comprend des entreprises françaises qui sont à la pointe dans leurs domaines respectifs :

Aria Technologies, un spécialiste incontesté de la recherche développement en matière de pollution atmosphérique ; le Citepa (Centre interprofessionnel technique d'étude de la pollution atmosphérique), organisme de référence pour les inventaires nationaux d'émissions et Ingérop, une grande entreprise d'ingénierie et de conseil qui mène des projets transports dans le monde entier. Le ministère français des Finances a apporté l'essentiel des

financements dans le cadre des efforts franco-brésiliens de coopération bilatérale.

L'expression « *trabalhar juntos* » (travailler ensemble) est bien la clé de ce projet, mené de front par les équipes brésiliennes et françaises à travers un échange permanent de savoir et de technologie. L'utilisateur final est le *Secretaria do Meio Ambiente da Cidade* (SMAC) de la ville de Rio, mené par Ayrton Xerez – et en particulier le bureau Pollution de l'air de Carmen Lucarini. La coopération a été étroite avec l'*Universidade Federal de Rio de Janeiro* (UFRJ) et l'équipe de chercheurs du professeur Luiz Maia, ainsi qu'avec la *Companhia*

de *Engenharia de Tráfego* (CET-Rio) et la *Federação de Indústrias de Rio de Janeiro* (FIRJAN), moteurs essentiels de l'avancement du projet. La mise au point du modèle a nécessité en tout 18 mois d'un travail intensif. « Le défi principal n'a pas été de mettre au point les données informatiques ; ils existaient, ce sont des outils qu'ARIA Technologies et d'autres laboratoires ont déjà développé et mis en œuvre ailleurs. Non, la vraie difficulté a été de rassembler toutes les données d'entrée : émissions de tous les secteurs (trafic routier, maritime et aérien, industries...), données météo, topographiques et foncières »,

souligne Marc Chiappero, de la division recherche développement de Renault Brésil. Grâce à cette collecte de données minutieuse, l'outil de modélisation peut désormais simuler les émissions et les concentrations à court terme, et exécuter des projections à long terme. « La ville de Rio voulait un outil de modélisation permettant d'estimer objectivement l'évolution de la qualité de l'air jusqu'à 2010 si l'on ne changeait rien. Il fallait aussi que le même outil montre le résultat de telle ou telle décision cruciale pour l'environnement. Pour cela, nous avons dû rentrer différentes hypothèses dans le modèle : projections

démographiques, ventes de carburant et utilisation de sources d'énergie différentes », précise Martine Meyer. Entreprise citoyenne, profondément enracinée au Brésil, Renault a participé au financement du projet – inscrit dans le cadre de l'opération *Clean Air Initiative for Latin America Cities* de la Banque mondiale – et a mis ses meilleurs experts au poste de pilotage, contribuant ainsi au développement durable du pays. Avec l'espoir que le ciel de la *Cidade Maravilhosa*, déjà l'une des plus belles villes du monde, soit bientôt l'un des plus propres.



### La diffusion des résultats

Deux conférences internationales organisées à Rio ont contribué à l'échange d'information : les spécialistes ont pu confronter leurs expériences et les résultats de leurs recherches.

Visualiser la concentration de polluants atmosphériques

## Une suite d'outils de modélisation

Les outils de modélisation **ARIA Regional** utilisés dans le projet appartiennent à plusieurs catégories.

- Des modèles d'émissions (**EMMA, EMITRA**) conçus pour calculer les émissions de sources ponctuelles (cheminées), linéiques (routes) et surfaciques (quartiers).
- Des modèles météorologiques (**MMS, MINERVE**) qui calculent les vents, les températures et la turbulence dans des mailles 3D imbriquées. L'atmosphère au-dessus de Rio de Janeiro est représentée par une « boîte »

virtuelle de 60 km de haut, 60 km de large et 4 km de haut. Un modèle de dispersion (**HERMES**) qui calcule les concentrations de polluants, heure par heure, sur des épisodes de 24 h. Un moteur graphique puissant (**EWB**) affiche les représentations en deux ou trois dimensions des champs de pollution atmosphérique.

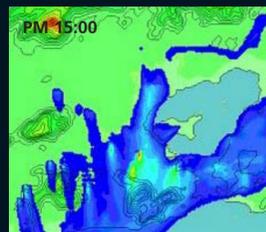
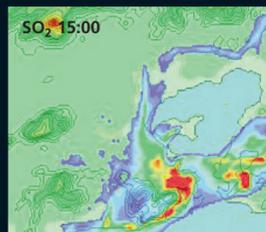
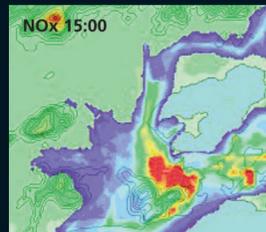
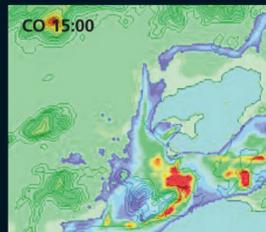
Les images ci-dessous représentent par des zones de couleur les concentrations de quatre polluants au-dessus de la baie de Rio, à 15 h.

À ce moment, le vent vient du Nord ; comme les émissions de SO<sub>2</sub> sont essentiellement liées à des sources industrielles, le panache provenant de la raffinerie REDUC est clairement visible sur la carte du SO<sub>2</sub>.

La carte du CO et du NOx, montrent, à la même heure, un motif plus complexe dû à l'interaction entre les émissions industrielles et celles provenant du trafic. Les concentrations maximales en CO/NOx se trouvent au-dessus de Rio Norte, dans le centre, et de Niteroi, où les émissions dues au trafic atteignent des sommets.

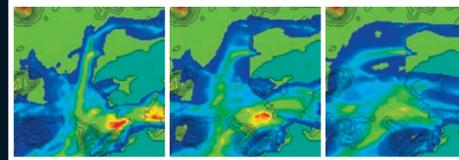
La carte des particules (PM) montre un mélange différent de sources industrielles et automobiles, avec des panaches industriels marqués autour de la ville.

Cet exemple démontre que la pollution de l'air au-dessus de la ville de Rio n'est jamais ni simple ni identique d'un polluant à l'autre : cette complexité doit être prise en compte lorsqu'il s'agit de réfléchir à des mesures pour la combattre.



### Former les gestionnaires de la pollution de Rio

La plupart de ceux qui devront intervenir sur la qualité de l'air à Rio de Janeiro ont suivi les stages de formation : des semaines de travail en commun, de méthodologie et de pratique de la modélisation informatique.



### Une équipe d'experts

Aria Technologies, Ingérop et le Citepa ont fourni des spécialistes reconnus qui savent travailler ensemble, bénéficient d'une expérience internationale et ont la capacité de s'adapter au contexte local quand nécessaire ; ils ont reçu l'appui d'AIRPARIF, le réseau de surveillance de la qualité de l'air de Paris et de la Région Ile-de-France.



Un outil d'aide à la décision

## Des scénarios pour Rio en 2010

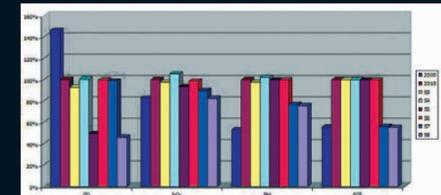
Cinq scénarios d'émissions pour 2010 ont été étudiés :

- Une réglementation plus stricte des émissions industrielles, les approchant des normes européennes.
- Un renouvellement du parc automobile – à Rio, la plupart des véhicules ont plus de 9 ans et émettent beaucoup plus que les véhicules modernes.
- Une amélioration de la composition du carburant, y compris une réduction du soufre.
- Deux scénarios d'amélioration des transports publics : bus propres et offre multimodale.

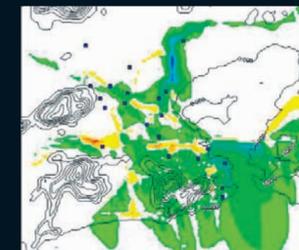
En ce qui concerne les deux premiers scénarios, les simulations ont mis en évidence une amélioration probable de la qualité de l'air en 2010. Martine Meyer le rappelle : « Si la ville de Rio décide de fixer la limite des émissions industrielles au même niveau que ce que nous avons en Europe, les émissions de SO<sub>2</sub> seront divisées par deux ». De même, les niveaux de concentration en CO – qui est émis à 95 % par le trafic routier – diminueraient également de moitié si tous les véhicules de plus de 9 ans étaient remplacés par des véhicules neufs.

### Modification des proportions des polluants de l'air

Les concentrations ont été calculées sur un grand nombre de points cibles pour chaque scénario de réduction des émissions. On compare la réduction de générale des quatre polluants principaux : CO, NOx, PM, SO<sub>2</sub>.

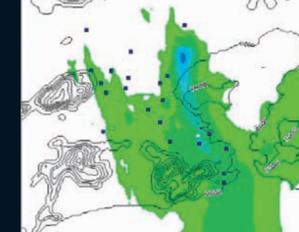


### S3 - Amélioration des transports : impact sur le CO



La carte montre que la répartition géographique des réductions d'émissions est inégale : les zones bleues et vertes témoignent de réductions conséquentes du CO, les zones jaunes et rouges se répartissant là où le trafic augmentera vraisemblablement.

### S7 - Amélioration des émissions industrielles : impact sur le SO<sub>2</sub>



La stratégie de réduction des émissions industrielles montre une amélioration globale de la concentration en SO<sub>2</sub> : il n'y a plus que du bleu et du vert. L'amélioration est significative sous le vent des principales sources industrielles.

### Travaux en cours

À travers cet ensemble complet d'outils de modélisation qui représente la pollution de l'air au-dessus de Rio de Janeiro et de sa région, le système fonctionne. Il peut être amélioré par un affinement continu de l'inventaire d'émissions : précision, qualité et nombre de mesures. Il a fallu en effet accepter certaines simplifications au stade de la définition du projet, de façon à remplir les objectifs fixés dans le temps imparti. Les composés organiques volatils (COV) ont été exclus de l'inventaire d'émissions, et aucune réaction chimique n'a été prise en compte dans la modélisation de la dispersion.