

REDÉPLOIEMENT DU DISPOSITIF DE QUALITÉ DE L'AIR DE LA ROCHE SUR YON



DÉLOCALISATION DU SITE LAENNEC & DÉTERMINATION D'UN NOUVEL EMPLACEMENT

Octobre 2003



Sommaire

Résumé- Conclusions	1
I. Le contexte	3
II Présentation de la campagne.....	3
II. 1 Durée	3
II. 2 Localisation des sites	3
II. 3 Paramètres mesurés	4
III. Evolution temporelle des concentrations- comparaison inter-site	4
III.1 Le dioxyde de soufre	4
III.2 Le dioxyde d'azote.....	5
III.3 L'ozone	5
III.4 Les poussières fines (PM10).....	6
IV. Tests statistiques d'équivalence	6
ANNEXE : le test de Kolmogorov-Smirnov.....	7

Gestion métrologique : A. Tricoire, F. Bardalou

Analyse des données et interprétation : F. Ducroz

Analyse statistique : F. Penven

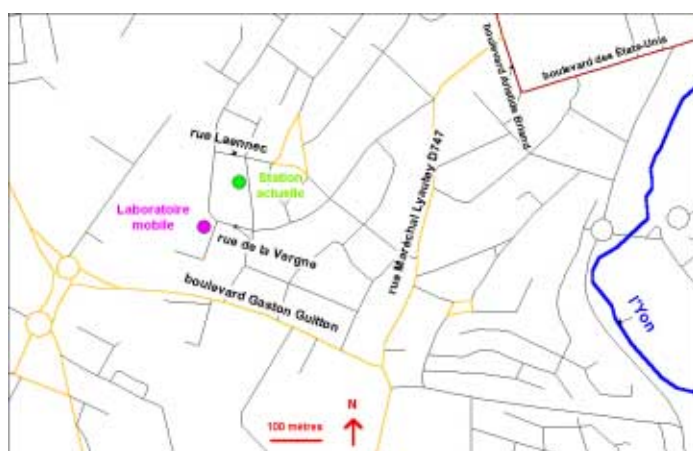
Résumé

Contexte et objectifs

Suite à l'étude préliminaire visant à l'installation d'un dispositif de surveillance de la qualité de l'air à la Roche sur Yon, Air Pays de la Loire mesure depuis 2000 la qualité de l'air à la Roche sur Yon au niveau du groupe scolaire Laënnec. Eloigné des voies de circulation, cette station urbaine mesure en continu la pollution de fond (oxydes d'azote, dioxyde de soufre et ozone). Les données de qualité de l'air fournies par cette station de mesure permettent de calculer l'indice quotidien de la qualité de l'air ATMO sur la Roche sur Yon et entrent dans les procédures d'information et d'alerte mises en œuvre en cas de dépassements des seuils réglementaires.

Afin de répondre aux nouvelles exigences météorologiques, Air Pays de la Loire souhaite déplacer les analyseurs situés dans le groupe scolaire Laënnec dans une cabine spécialement dédiée à la mesure de la pollution atmosphérique. Dans le but de déterminer le futur emplacement d'accueil, une campagne de mesure d'un mois a été réalisée à l'aide du laboratoire mobile sur un site proche du site actuel.

Moyens mis en œuvre



Localisation des sites de mesure



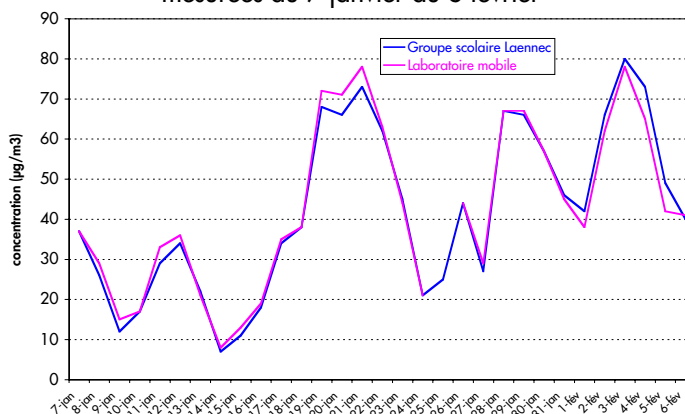
Laboratoire mobile à proximité du groupe scolaire Laënnec

Des concentrations homogènes pour le dioxyde d'azote, l'ozone et le dioxyde de soufre

L'étude des variations temporelles des concentrations des principaux polluants atmosphériques (dioxyde de soufre, ozone, et dioxyde d'azote) mesurés à l'aide du laboratoire et leur comparaison avec les teneurs enregistrées dans le groupe scolaire Laënnec (site permanent distant de 80 mètres) ont permis d'avancer les conclusions suivantes :

- Les concentrations en SO_2 mesurées sur les deux sites sont restées très faibles et proches des limites de détection des appareils.
- Il existe une très grande similitude dans l'évolution temporelle des concentrations en dioxyde d'azote, et ozone mesurées respectivement sur les deux sites.

Evolution temporelle des concentrations journalières en ozone mesurées du 7 janvier au 6 février



Des teneurs en poussières fines cohérentes avec celles mesurées en centre ville urbain

Actuellement les contraintes techniques ne permettent pas de réaliser des mesures de poussières fines (PM10) dans le groupe scolaire Laennec. La comparaison des teneurs en poussières fines mesurées respectivement à la Roche sur Yon par le laboratoire mobile et dans le centre ville de Cholet indique que les niveaux en poussières fines à la Roche sur Yon sont cohérents avec ceux enregistrés dans le centre d'une ville de même taille.

Des tests statistiques qui confirment ces résultats

A l'occasion de cette étude, Air Pays de la Loire a mis en œuvre une nouvelle approche par l'utilisation d'une méthode statistique spécifique (tests de Kolmogorov Smirnov). Cette méthode permet de comparer les concentrations enregistrées sur les différents sites de mesure en fournissant une probabilité d'équivalence entre deux séries de données à un facteur de risque donné (5 %).

Série 1/Série 2	Résultats des tests
Laennec NO2 / laboratoire mobile NO2	0,32
Laennec O3 / laboratoire mobile O3	0,85

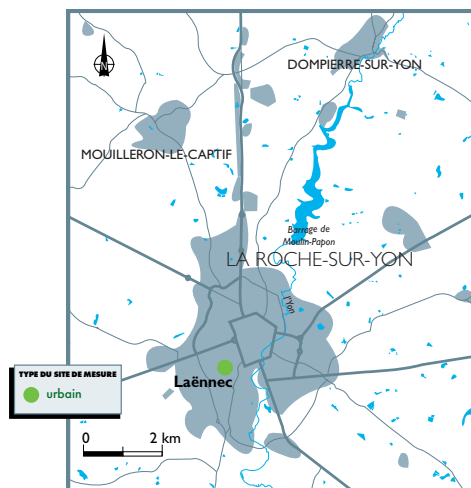
Résultats du test de Kolmogorov Smirnov

Les résultats des Tests sont supérieurs au facteur de risque (0,05) ce qui indique une équivalence des deux sites, pour les concentrations en dioxyde d'azote et ozone.

En conclusion, sans modification majeure des infrastructures routières et urbaines qui viendraient perturber l'environnement immédiat du site, l'emplacement où a été installé le laboratoire mobile est retenu pour accueillir la future station de mesure de la qualité de l'air.

I. Le contexte

Depuis 2000, Air Pays de la Loire mesure en permanence la qualité de l'air à la Roche sur Yon au niveau du groupe scolaire Laennec (cf. carte ci dessous). Les concentrations en oxydes d'azote, dioxyde de soufre et ozone sont mesurées en continu sur ce site



Afin de répondre aux nouvelles exigences métrologiques, Air Pays de la Loire a décidé d'installer les différents analyseurs dans des cabines spécialement dédiées à la mesure de la pollution atmosphérique. Dans ce cadre, une délocalisation du site Laennec a été décidée. Afin de déterminer le nouvel emplacement susceptible d'accueillir la future cabine de mesure, Air Pays de la Loire a réalisé une campagne de mesure d'un mois à l'aide du laboratoire mobile.

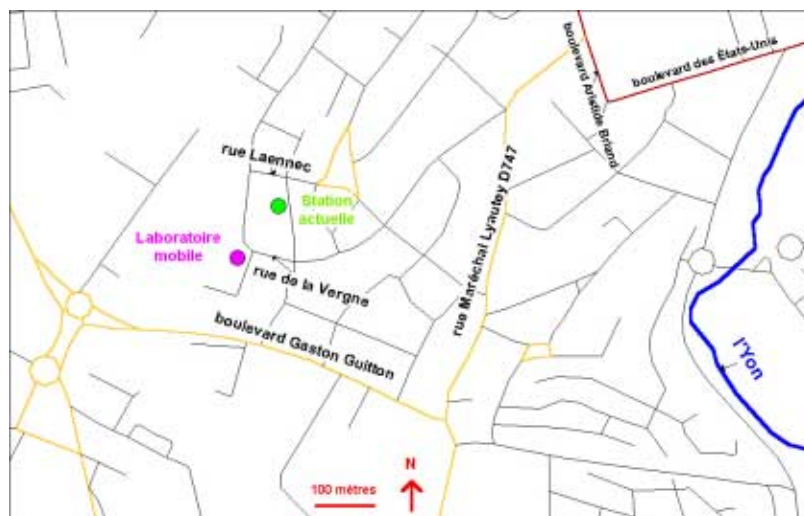
Ce document vise à valider ce nouvel emplacement en comparant les données de pollution mesurées par le laboratoire mobile et sur le site actuel.

II. Présentation de la campagne

II.1 Durée

La campagne de mesure a duré 1 mois du 7 janvier au 6 février 2003

II.2 Localisation des sites





**Laboratoire mobile à proximité du
groupe scolaire Laënnec**

II.3 Paramètres mesurés

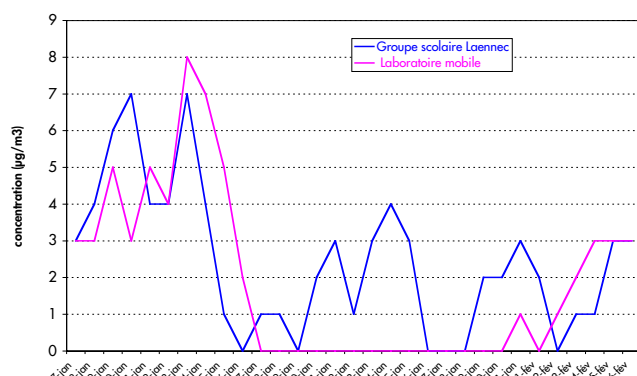
	SO ₂	NO _x	O ₃	PM10	CO	Météo (VV,DV, T)
Laboratoire mobile	X	X	X	X		X
Groupe scolaire Laënnec	X	X	X			

Actuellement les contraintes techniques ne permettent pas de réaliser des mesures de poussières fines (PM10) dans le groupe scolaire. Pour comparaison, nous avons considéré les concentrations en PM10 mesurées dans le centre ville de Cholet, ville de taille comparable à la Roche sur Yon. Rappelons ici que l'évolution temporelle de ce type de pollution de fond présente une caractéristique régionale.

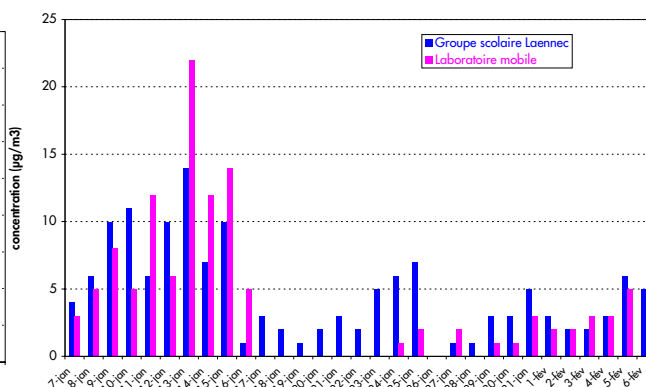
III. Evolution temporelle des concentrations- comparaisons inter-sites

Pour chaque polluant mesuré, nous avons reporté l'évolution temporelle des concentrations moyennes journalières et des maxima horaires enregistrés dans la journée.

III.1 Le dioxyde de soufre



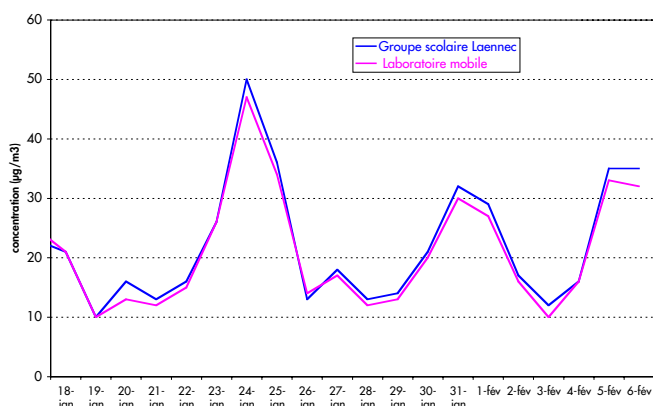
Evolution temporelle des moyennes journalières
en SO₂ enregistrées du 7 janvier au 6 février 2003



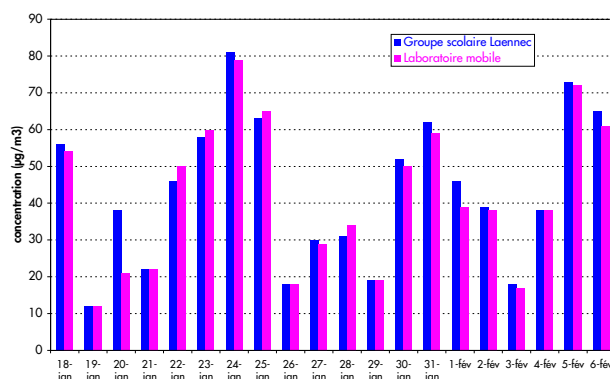
Evolution temporelle des maxima horaires en SO₂
enregistrés du 7 janvier au 6 février 2003

Les niveaux moyens et de pointe en SO₂ sont demeurés très faibles et généralement proches de la limite de détection de l'appareil. Aucune différence systématique n'est observée entre les deux sites.

III.2. Le dioxyde d'azote



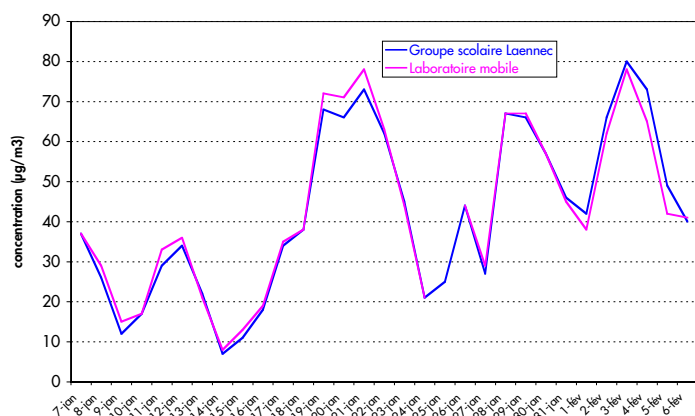
Evolution temporelle des moyennes journalières en NO_2 enregistrées du 18 janvier au 6 février 2003



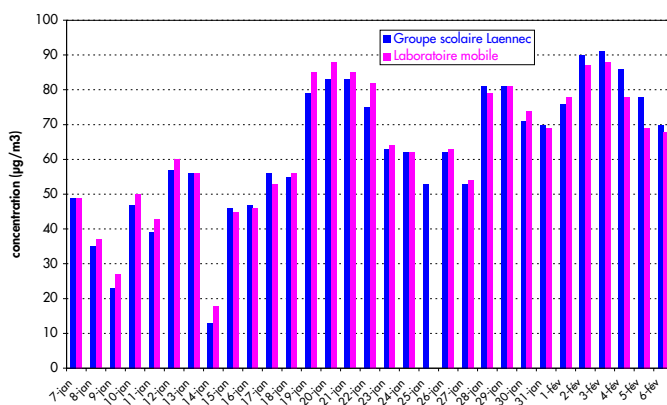
Evolution temporelle des maxima horaires en NO_2 enregistrés du 18 janvier au 6 février 2003

Les moyennes journalières et les maxima horaires sont demeurés faibles et très cohérents d'un site à l'autre avec une grande similitude dans les variations temporelles.

III.3 L'ozone



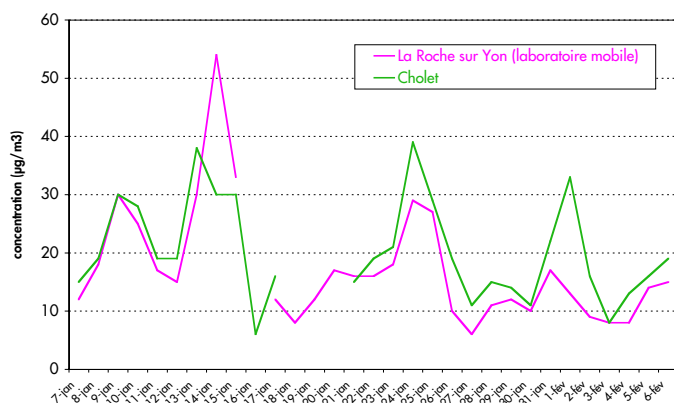
Evolution temporelle des moyennes journalières en O_3 enregistrées du 7 janvier au 6 février 2003



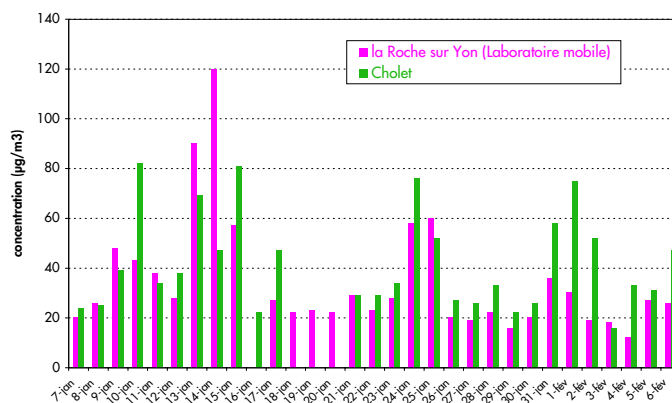
Evolution temporelle des maxima horaires en O_3 enregistrés du 7 janvier au 6 février 2003

Une grande similitude dans l'évolution temporelle des niveaux moyens et de pointes est constatée pour les concentrations d'ozone mesurées sur les deux sites. Aucune différence significative n'est visible entre les teneurs enregistrées par le laboratoire mobile et dans le groupe scolaire Laennec.

III.4 Les poussières fines



Evolution temporelle des moyennes journalières en poussières fines (PM10) enregistrées du 7 janvier au 6 février 2003



Evolution temporelle des maxima horaires en poussières fines (PM10) enregistrés du 7 janvier au 6 février 2003

Actuellement les contraintes techniques ne permettent pas de réaliser des mesures de poussières fines (PM10) dans le groupe scolaire Laennec. La comparaison des teneurs en poussières fines mesurées respectivement à la Roche sur Yon par le laboratoire mobile et dans le centre ville de Cholet indique que les niveaux en poussières fines par la remorque laboratoire sont cohérents avec ceux enregistrés dans le centre d'une ville de même taille ce qui confirme la nature régionale de ce type de pollution.

IV. Tests statistiques d'équivalence

L'objectif de cette approche par tests est de savoir si les données enregistrées sur les deux sites peuvent être considérées comme statistiquement équivalentes. Pour ce faire, le test de Kolmogorov Smirnov a été réalisé sur les données horaires enregistrées sur les deux sites.

Ce test détermine la probabilité d'équivalence, au seuil de confiance de 95 % (soit un risque de 5 %), des distributions des deux séries de données (cf. annexe). En d'autres termes, il détermine la probabilité pour que les deux distributions soient issues de la même population. Par analogie à la notion de pollution, il détermine la probabilité pour que les niveaux de pollution mesurés sur les deux sites sont représentatif d'une même pollution plus globale.

Compte tenu des concentrations en SO₂ très faibles proches des limites de détection des appareils et des tolérances métrologiques admises, un test d'équivalence est inapproprié pour ce polluant. Le tableau ci-après récapitule les résultats des tests menés sur les concentrations en NO₂ et O₃ mesurées sur les deux sites

Série 1/Série 2	Résultat du test
Laennec NO ₂ / laboratoire mobile NO ₂	0,85
Laennec O ₃ / laboratoire mobile O ₃	0,32

Résultats du test de Kolmogorov Smirnov

Les résultats de ces tests sont supérieurs au risque de 5 %. Ceci indique que, pour NO₂ et O₃, les concentrations mesurées sur les deux sites sont équivalentes.

ANNEXE : le test statistique de Kolmogorov-Smirnov

Une utilisation courante des statistiques est la notion de test. Un test est un outil qui permet de trancher entre deux hypothèses, au vu des résultats sur un échantillon.

Dans le cadre de cette étude, les deux fonctions de répartition sont issues des courbes de mesures de concentrations en un polluant donné, sur la station Laënnec et sur le laboratoire mobile. La question posée est la suivante : « les deux séries de mesures peuvent-elles être équivalentes, c'est-à-dire peuvent-elles caractériser la même pollution ? ».

De nombreux tests sont disponibles dans ce cadre, et sont adaptés à cette interrogation, par exemple les tests de Kolmogorov Smirnov, Fisher Snedecor ou de Student. Cependant, un test précis s'applique sous certaines hypothèses : l'hypothèse de normalité des échantillons n'étant pas vérifiée dans cette étude, le choix s'est porté sur le test de Kolmogorov Smirnov, le plus général des tests de comparaisons de courbes.

Le test de Kolmogorov Smirnov¹ est un test statistique, permettant de comparer une fonction de répartition à une fonction connue, ou de comparer deux fonctions de répartition entre elles. A fortiori, il permet de déterminer si deux échantillons peuvent provenir d'une même population, avec une confiance donnée.

Les fondements théoriques du test de Kolmogorov Smirnov sont les suivants :

Soit $\{x_1, \dots, x_n\}$ un échantillon de n réalisations indépendantes de la variable aléatoire X .

Soit $L(x)$ la loi de distribution inconnue de X .

Soit $S(x)$ la fonction de répartition empirique aléatoire à partir de l'échantillon

$S(x)$ qui est l'histogramme cumulé peut être considéré comme une estimation de $L(x)$

Soit $\{y_1, \dots, y_n\}$ un échantillon de n réalisations indépendantes de la variable aléatoire Y .

Soit $M(y)$ la loi de distribution inconnue de Y .

Soit $T(y)$ la fonction de répartition empirique aléatoire à partir de l'échantillon

$T(y)$ qui est l'histogramme cumulé peut être considéré comme une estimation de $M(y)$

Le test de Kolmogorov- Smirnov est un test d'équivalence entre les deux fonctions de répartitions empiriques $S(x)$ et $T(y)$.

il se présente sous la forme de deux hypothèses :

$$H_0 : S(x) = T(x) \quad \forall x \in \mathbb{R}$$

$$H_1 : \exists x \in \mathbb{R} \quad S(x) \neq T(x)$$

L'indicateur d'écart (I) de ce test est la valeur absolue de la distance maximum entre $S(x)$ et $T(x)$

$$I = \max_{x \in \mathbb{R}} |S(x) - T(x)|$$

La valeur de α étant fixée (dans notre cas 5%) on acceptera l'hypothèse H_0 si $I < \omega_{1-\alpha, n}$, les valeurs $\omega_{1-\alpha, n}$ sont lues dans les tables de Kolmogorov. Dans le cas contraire ($I \geq \omega_{1-\alpha, n}$) l'hypothèse H_0 est rejetée et l'hypothèse H_1 est acceptée. En d'autres termes, l'hypothèse H_0 est acceptée si la probabilité de I (résultat du test) est supérieure à α (facteur de risque).

¹ Kolmogorov et Smirnov sont deux mathématiciens russes du début XX^{ème} siècle.