



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Etude 2 : Intercomparaison en vue de l'évaluation de l'incertitude globale
sur la mesure (Rapport 3/4)

Intercomparaison monopolluant ATMO PICARDIE, Ozone, Creil, août 2004

Novembre 2004
Convention : 04000087

Benoît ROCQ (ATMO Picardie) - Olivier LE BIHAN
Yves GODET



Intercomparaison monopolluant Ozone ATMO PICARDIE, Creil, août 2004

Convention 04000087

Etude n°2 / Rapport 3/4

***Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité
de l'Air***

NOVEMBRE 2004

B. ROCQ (ATMO PICARDIE), O. LE BIHAN, Y. GODET

Ce document comporte 25 pages (hors couverture et annexes).

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	O. Le Bihan	J. Poulleau	M. Ramel
Qualité	Ingénieur de la DRC/AIRE	Ingénieur de la DRC/AIRE	Responsable LCSQA
Visa			

TABLE DES MATIERES

RESUME	3
PREAMBULE.....	4
1. INTRODUCTION.....	4
2. PRESENTATION DE L'INTER COMPARAISON.....	5
2.1 Participants.....	5
2.2 Lieu 5	
2.3 Matériel.....	6
2.4 Déroulement.....	7
3. VALIDATION DE L'EXERCICE	8
3.1 Matériel.....	8
4. EXPLOITATION STATISTIQUE.....	9
4.1 Base de données.....	9
4.2 Intervalle de confiance (Application de la norme ISO 5725).....	9
4.3 Etude de la performance	9
5. RESULTATS	12
5.1 Intervalle de confiance.....	12
5.2 Etude de performance	13
6. CONCLUSION.....	15
7. REFERENCES	16

RESUME

Concept

La réglementation européenne exige que les acteurs de la surveillance de la qualité de l'air ambiant déterminent l'**incertitude** associée à leurs mesures, cette incertitude devant respecter des **valeurs limites**.

C'est pourquoi le LCSQA a entrepris, depuis 2002, de développer des outils opérationnels pouvant permettre cette détermination.

Le travail présenté dans ce document porte sur un nouveau concept, mis au point dans le cadre d'une collaboration entre l'INERIS/LCSQA, et le réseau Atmo Picardie.

Ce concept reprend la notion d'**exercice inter-laboratoire air ambiant** -testée lors de l'exercice Interreg-ASPA de mai 2003-, selon une approche simplifiée :

- nous passons en effet d'essais **multi-polluants**, à des essais dédiés à un **polluant unique**
- nous passons d'une formule mettant en œuvre tout un ensemble de camions laboratoires, à une installation dans une seule et même **station fixe**
- la durée de l'exercice est augmentée de manière conséquente (plus d'un mois).

Présentation de l'exercice

Cet exercice estival a porté sur la mesure de l'ozone, et s'est déroulé sur le site de la station Atmo Picardie de Creil.

Le groupe de participants, au nombre de 6, était constitué de 3 AASQA françaises, d'un membre du LCSQA, d'un réseau étranger, ainsi que d'un fournisseur de matériel.

Le panel d'analyseurs utilisés a été particulièrement large.

Résultats

En terme de résultats :

- il a été démontré que l'incertitude élargie du groupe de participants **respectait largement l'exigence européenne** (8 % pour 15 %)
- le concept d'exercice inter-laboratoire mono-polluant a d'ores et déjà montré un **caractère totalement opérationnel**
- un outil d'enrichissement de la matrice (« **dopage** ») a constitué un complément essentiel, puisqu'il a permis de considérer les valeurs limites horaires.

Grâce à ce travail, la communauté française dispose désormais d'un nouvel outil de détermination de l'incertitude sur la mesure, qui vient renforcer le dispositif développé par ailleurs (concept d'exercice inter-laboratoire multi-polluant ; concept de comparaison 2 à 2).

PREAMBULE

Document initial

Le présent document est issu dans sa majeure partie d'un rapport rédigé par les animateurs de cette intercomparaison, et édité par l'association Atmo Picardie [7].

Les compléments effectués ont pour principal objectif de relier ce travail au contexte de l'étude LCSQA « Intercomparaisons en vue de l'évaluation de l'incertitude globale sur la mesure ».

Il est à noter que les résultats présentés dans ce document sont nominatifs : en effet, les différents participants n'ont pas jugé que l'anonymat soit nécessaire.

Remerciements

L'équipe organisatrice (Atmo Picardie, LCSQA/INERIS) tient à remercier les participants à l'intercomparaison -Air Normand, Airparif, ISSeP- pour leur investissement dans cette étude, ainsi que les sociétés Environnement SA et Envitec pour la mise à disposition de moyens de mesure.

Nous remercions tous les intervenants de cette campagne : Mohammed Hamida, Patrick Garnoussi, Olivier Etévé, René Posset et Marcel Locht pour leur collaboration enrichissante et leur enthousiasme.

1. INTRODUCTION

Les réseaux de mesure de la qualité de l'air doivent appliquer et répondre aux exigences des directives européennes (n°2002/3/CE) sur la qualité de l'air ambiant. Ces directives précisent que les mesures d'ozone dans l'air ambiant doivent être réalisées avec une incertitude limitée à 15 %.

Dans l'arrêté du 17 mars 2003 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public, il est spécifié que les organismes agréés de surveillance de la qualité de l'air participent à des essais d'intercomparaison.

La norme NF EN ISO/CEI 17025 de mai 2000 stipule que les laboratoires accrédités ou en cours d'accréditation doivent participer à des intercomparaisons afin d'assurer la qualité de leurs essais.

L'intercomparaison que nous avons réalisée à Creil s'inscrit dans une volonté de respecter ces textes.

2. PRESENTATION DE L'INTER COMPARAISON

2.1 PARTICIPANTS

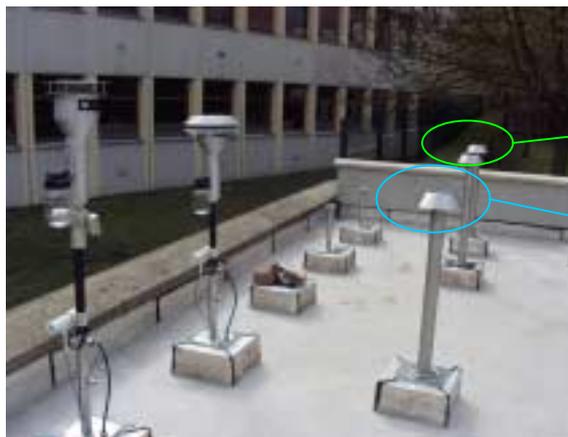
Cette intercomparaison a rassemblé 6 participants, pour un total de 7 dispositifs de mesure.

Les participants sont :

- ◆ les AASQA Airparif, Air Normand et Atmo Picardie ;
- ◆ L'ISSeP, réseau de mesure de la qualité de l'air en Région Wallonne (Belgique) ;
- ◆ Le LCSQA (INERIS) ;
- ◆ La société ENVITEC.

2.2 LIEU

Cet exercice inter laboratoire mono polluant s'est déroulé sur le site de la station de surveillance de la qualité de l'air ATMO PICARDIE située rue Saint Cricq Cazeaux à Creil (60). Cette station de 22 m² est classée « urbaine de fond » et mesure en continu l'ozone, les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, les particules en suspension (PM10 et PM2.5), le méthane, les hydrocarbures totaux et les hydrocarbures non méthaniques.



Têtes de
prélèvement pour
intercomparaison

Tête de
prélèvement pour
mesure en continu

Toit de la station rue Saint Cricq Cazeaux à Creil (60).

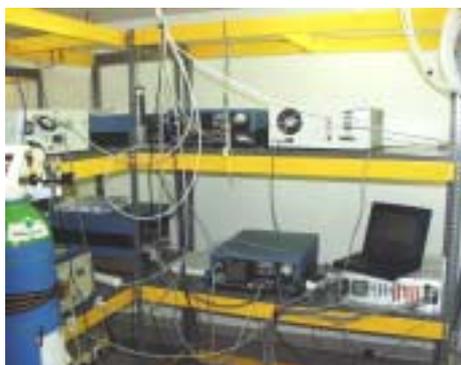
Cette station est dotée de têtes de prélèvement supplémentaires permettant l'installation d'un dispositif de mesure complémentaire important.

2.3 MATERIEL

Chaque participant a installé son propre dispositif de mesure. Le tableau qui suit reprend l'ensemble des moyens matériels mis en œuvre pour la réalisation de cet essai.

Participant	Ligne échantillon	Analyseur	
		Marque	Type
Airparif	PFA	Environnement SA	O341M
Air Normand	PFA	Environnement SA	O341M
Atmo Picardie	PFA	Environnement SA	O341M
	PFA	Environnement SA	O342M
ISSeP	PTFE	API	400A
INERIS	PFA	TEI	49C
ENVITEC	PFA	API	400E

L'acquisition des données s'est faite par liaison numérique sur une station d'acquisition de mesure de marque ISEO.



Dispositif pour l'intercomparaison dans la station de mesure.



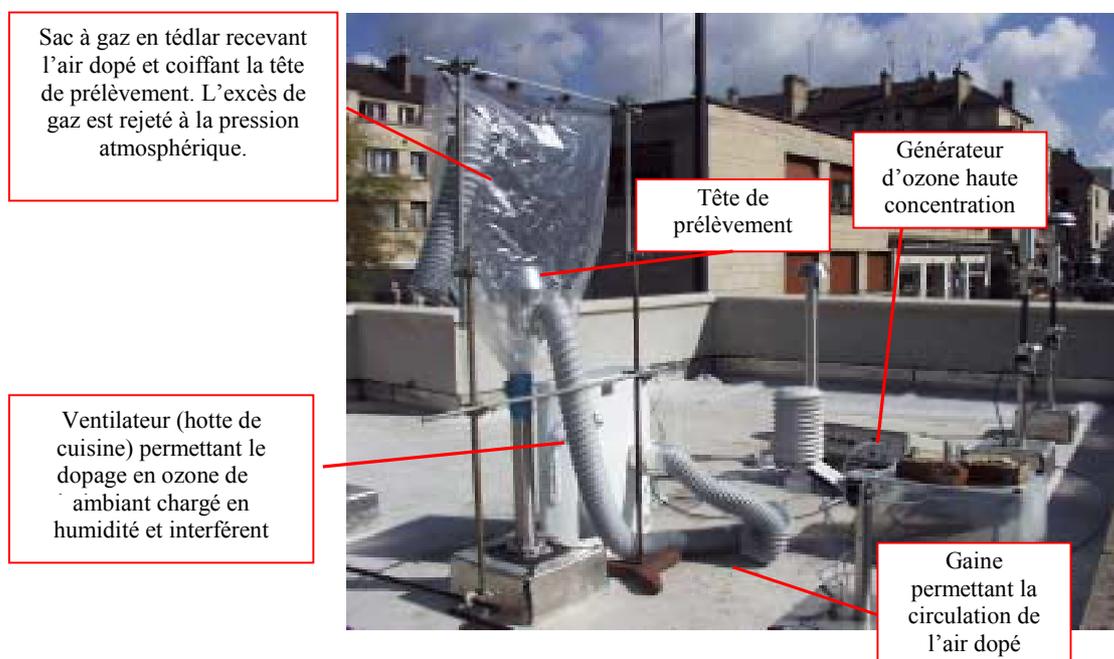
2.4 DEROULEMENT

Chaque participant est venu installer son dispositif de mesure et effectuer un contrôle de mise en route selon son protocole.

Les participants ont validé leur moyen de mesure puis a été réalisée la circulation de générateur d'air zéro et pleine échelle, afin de situer l'ensemble des analyseurs de l'exercice, vis-à-vis d'une référence commune ; ceci a permis de déterminer les écarts initiaux, associés aux systèmes et procédures de calibrage.

La campagne a ainsi commencé le 29 juillet 2004.

Les 31 août et 2 septembre 2004, s'est déroulé un essai complémentaire de dopage de l'air ambiant, technique mise au point par l'INERIS, permettant d'explorer une plus grande étendue de mesure [1]. L'essai consiste à prélever l'air ambiant, à lui injecter une concentration importante d'ozone, à homogénéiser le mélange et à soumettre cet air dopé à la tête de prélèvement. La photo qui suit présente ce système.



Dispositif de dopage

A la fin de la campagne, une circulation de systèmes de génération communs a de nouveau été réalisée, sur l'ensemble des analyseurs ; les participants ont ensuite effectué un contrôle avant l'arrêt et le démontage de leur dispositif de mesure.

L'intercomparaison s'est terminée le 3 septembre 2004.

3. VALIDATION DE L'EXERCICE

3.1 MATERIEL

3.1.1 Contrôles

Afin de permettre une exploitation complète de l'intercomparaison par les participants, il a été décidé avant la campagne que chacun appliquerait ses procédures de mise en place, de contrôle et d'arrêt des moyens de mesure. Ainsi, chaque système de mesure a été contrôlé par son propriétaire selon ses fréquences, ses techniques, ses critères et ses spécificités. L'ensemble des vérifications n'a pas révélé de dysfonctionnement.

En parallèle à ces contrôles, Atmo Picardie a vérifié l'ensemble du parc d'analyseurs de l'intercomparaison à l'aide d'un gaz de zéro et d'un étalon de transfert haut d'échelle en début et en fin de campagne. Ces essais ont permis de déterminer l'écart initial entre chaque participant par rapport à un étalon de référence puis la dérive des appareils.

Participant	Vérification début de campagne (unité : ppb)			Vérification fin de campagne (unité : ppb)			Dérives	
	Zéro	Haut d'échelle à 103.5	Ecart relatif / étalon	Zéro	Haut d'échelle à 99	Ecart relatif / étalon	Zéro	Haut d'échelle
AIRPARIF	-2	102	-1.4%	-1	98	-1.0%	1	0.4%
AIR NORMAND	-1	101	-2.4%	-1	97	-2.0%	0	0.4%
ISSEP	-1	104.5	1.0%	0	99.5	0.5%	1	-0.5%
INERIS	1	102	-1.4%	1	98	-1.0%	0	0.4%
ATMO PICARDIE	-1	103	-0.5%	0	99	0.0%	1	0.5%
	0.5	104	0.5%	0	98.5	-0.5%	-0.5	-1.0%
ENVITEC	1.5	105	1.4%	1	99.5	0.5%	-0.5	-0.9%

Tableau 1 : données relative aux contrôles effectués par Atmo Picardie sur les analyseurs

L'examen de ces contrôles (cf. Tableau 1) fait état d'un écart relatif par rapport à l'étalon, en début et en fin de campagne, inférieur à 3 % pour l'ensemble des participants, d'une dérive non significative sur 1 mois de mesure et d'un écart inter participant stable.

3.1.2 Incidents

Lors de la campagne, un seul incident majeur (entraînant une perte de données) a été rencontré sur un appareil. En effet, l'analyseur O342M installé par Atmo Picardie a été remplacé par un autre O342M d'Atmo Picardie suite à un problème électronique. Les données correspondant à cette période de dysfonctionnement de l'analyseur ont été invalidées.

3.1.3 Données

Durant l'exercice, nous avons vérifié quotidiennement le comportement de chaque analyseur par rapport aux autres afin d'identifier une éventuelle dérive.

De plus, tous les jours, les participants validaient leurs données ozone par corrélation avec les polluants mesurés en continu dans la station de mesure (dioxyde de soufre, oxydes d'azote et PM10) en appliquant leur procédure interne.

A la fin de la campagne, les participants ont vérifié l'ensemble de leurs données avant de retourner le fichier de données validées pour l'exploitation statistique.

4. EXPLOITATION STATISTIQUE

4.1 BASE DE DONNEES

Nous avons constitué une base de données horaires pour l'exploitation statistique de la campagne à partir des données quart-horaire validées par les participants et par nous même.

Après agrégation des données, nous obtenons donc un ensemble de 773 moyennes horaires.

La gamme de mesure étudiée dans cette campagne va de 0 à 430 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'ozone dans l'air ambiant. Les données ne sont pas réparties de façon uniforme. La grande majorité des données se situe entre 0 et 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (air ambiant non dopé). Ensuite les moyennes issues du dopage forment des conglomérats autour de 180, 250 et 340 et 430 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ avec quelques valeurs entre ces dernières.

4.2 INTERVALLE DE CONFIANCE (APPLICATION DE LA NORME ISO 5725)

Nous avons appliqué la méthodologie utilisée et décrite précédemment dans le cadre de l'exercice INTERREG-ASPA [2].

Les étapes majeures sont les suivantes :

◆ Détermination de la dispersion interne (écart-type de répétabilité)

Cet indicateur est calculé à partir de la dispersion interne du participant disposant de deux lignes de mesure. Une prise d'hypothèse est donc effectuée ici : nous postulons que la dispersion de ce participant est représentative de celle de la communauté en son entier.

◆ Dispersion interlaboratoires

Ce paramètre est dédié à la détermination de la dispersion entre les laboratoires. Son calcul prend en compte la dispersion interne.

◆ Intervalle de confiance de reproductibilité

Cet indicateur, est assimilable à une incertitude élargie : il constitue donc le produit fini de l'exercice, puisque c'est lui qui sera jaugé vis-à-vis de l'exigence de qualité de 15 %.

Il intègre la dispersion interne et la dispersion interlaboratoires, à travers le calcul de l'écart type de reproductibilité, ce dernier étant multiplié par le coefficient de Student.

4.3 ETUDE DE LA PERFORMANCE

Cette étude définit des critères numériques simples appliqués aux données pour mettre en forme et faciliter l'interprétation des résultats des participants à l'intercomparaison [3].

Ce volet ne servira pas à évaluer la capacité du laboratoire à mesurer l'ozone dans l'air ambiant mais à déclencher, si besoin, des investigations permettant l'amélioration de cette mesure.

Les critères utilisés dans cette étude sont le Z-score, statistique de performance couramment utilisée dans les intercomparaisons [4], et l'étude de la régression linéaire [5], méthode plus spécifique à notre essai.

4.3.1 Z-score

Le Z-score est calculé de la façon suivante :

$$Z = (X - x) / s$$

« s » est une estimation de la variabilité ; comme nous le verrons ci-dessous, elle peut constituer un objectif (ex. 15 %), ou représenter la dispersion à l'échelle des participants (ex. écart type)

« x » est la valeur du participant ;

« X » est la valeur de référence de l'échantillon.

L'interprétation du Z-score se fait de la façon suivante

$ z \leq 2$	résultat satisfaisant
$2 < z < 3$	résultat discutable
$ z \geq 3$	résultat insatisfaisant

Notre étude portera sur l'évaluation de deux Z-scores avec comme valeur de référence la moyenne des participants. Les deux scores z divergeront dans le choix de la variabilité :

- Le premier Z-score, noté z_{pre} , utilise comme variabilité « s » les 15% d'incertitudes demandées pour la mesure de l'ozone dans l'air ambiant dans les directives européennes. Cette statistique permet de voir la conformité à cette exigence de chacun des participants.
- Le deuxième Z-score, noté z_{ect} , utilise comme variabilité « s » l'écart type des participants. Cette statistique permet de voir la performance de chaque participant par rapport à l'ensemble des participants.

Cette approche a été utilisée avec succès lors de l'étude des résultats individuels des participants à l'exercice multi polluant Interreg-ASPA [8].

4.3.2 Régression linéaire

Les critères de régression linéaire sont obtenus par la détermination de la droite de régression linéaire entre chaque participant et la moyenne des participants (valeur de référence). On examine ensuite la pente, l'offset (ordonnée à l'origine) et le coefficient de corrélation R ou plus connu son carré R^2 .

La pente est exprimée en pourcentage et permet de caractériser l'écart systématique existant entre la référence et le participant.

L'offset permet de quantifier, en absolu, la différence entre la référence et le participant au niveau du zéro.

L'évaluation de ces critères se fait sous la forme d'une position à l'intérieur de « classes de performance », allant de 1 (la meilleure) à 4 (la plus mauvaise). Ce classement est basé sur les critères établis lors d'un exercice effectué en Italie du Nord par le laboratoire européen ERLAP [6]. Ce concept a été utilisé précédemment dans le cadre de comparaisons 2 à 2 [5, 1] et de l'exercice multi polluants Interreg-ASPA.

Le tableau qui suit reprend le classement pour l'ozone.

Offset	
Classe	Spécification
1	= 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2	10 = x = 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
3	20 = x = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
4	= 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Pente	
Classe	Spécification
1	= 10%
2	10 = x = 25 %
3	25 = x = 50 %
4	50 = x = 100 %

La corrélation définit un critère de dispersion des données autour de la droite de tendance. L'évaluation de la corrélation se fera de façon qualitative par rapport à la valeur la plus élevée de ce dernier qui est de 1.

5. RESULTATS

5.1 INTERVALLE DE CONFIANCE

L'intervalle de confiance de reproductibilité, assimilable à une incertitude élargie, a été évalué pour chaque observation horaire, à l'échelle des 6 participants, et des 7 systèmes de mesure. Le graphique qui suit présente les résultats de ces calculs.

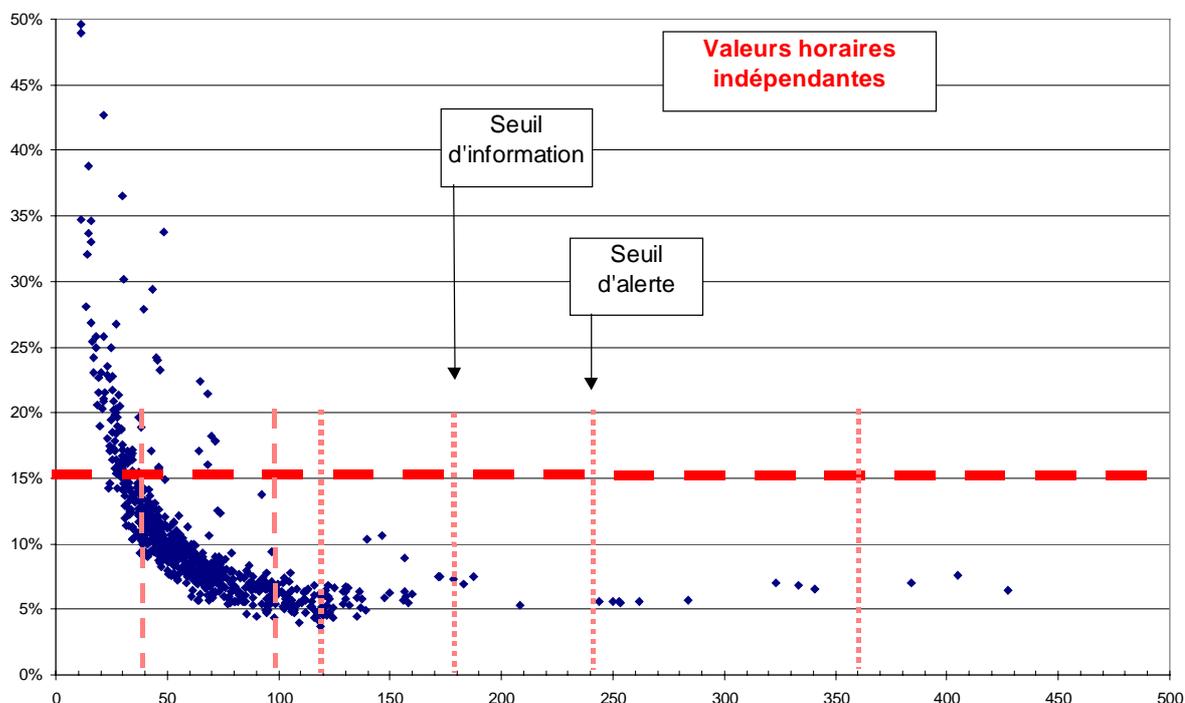


Figure 1 : intervalle de confiance de reproductibilité, relatif, en fonction de la concentration moyenne

L'intervalle de confiance étant utilisé sous sa forme relative, il est tout à fait normal d'observer une augmentation drastique pour les faibles valeurs de concentration.

Au regard de l'exigence réglementaire, nous pouvons considérer ces résultats comme excellents : en effet, la spécification de 15 % au niveau du seuil d'information ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et du seuil d'alerte ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est largement respectée, avec un intervalle de confiance de reproductibilité relatif inférieur à 8 %.

Par ailleurs, nous observons un respect moyen de la barre des 15 % dès $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, et une stabilisation au-dessous de 10 %, à partir de $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ environ.

Ces observations confirment les résultats obtenus lors de l'exercice multi polluants Interreg-ASPA de mai 2003, montrant un respect de l'exigence des 15 % entre 40 et $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ [référence 2, page 18]. Il faut cependant remarquer que les résultats obtenus en 2004 sont supérieurs en terme de qualité : en effet, le seuil n'est pas seulement atteint, puisque l'intervalle de confiance relatif passe au-dessous de 10 %, dans cette même gamme ; la gamme explorée en 2004 est par ailleurs supérieure, grâce à l'introduction du dopage. Parmi les explications possibles à cette différence, notons le fait que le nombre de participants était bien supérieur en 2003, répartis dans l'espace (camions laboratoires) et non au niveau d'une seule et même tête de prélèvement.

5.2 ÉTUDE DE PERFORMANCE

5.2.1 Z-score

L'étendue d'étude des Z-scores va de 10 à 430 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le calcul des Z-scores donne les résultats suivants : 100% des Z-scores pour tous les participants sont satisfaisants (entre -2 et +2) pour les deux méthodes d'évaluation.

Le graphique qui suit reprend les résultats des Z-scores obtenus par Atmo Picardie.

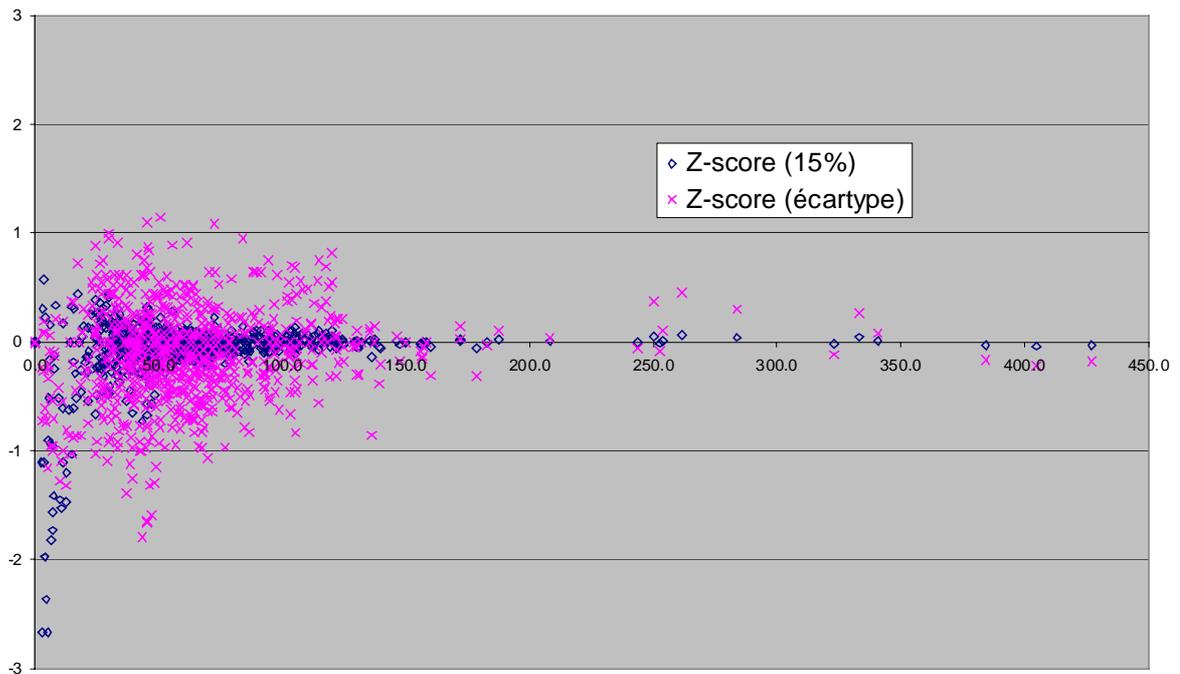


Figure 2 : Z-Score d'Atmo Picardie en fonction de la concentration moyenne en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ces résultats nous permettent de dire que bien que les méthodes de travail, les appareils et les lignes échantillon soient différents, il y a une bonne qualité de la mesure de l'ozone dans l'air ambiant chez les participants.

De plus, ils nous confortent sur notre capacité à respecter les exigences des directives européennes non seulement au niveau des valeurs limites réglementaires mais sur l'ensemble de l'étendue d'étude.

Les résultats individuels sont disponibles en Annexe.

5.2.2 Régression linéaire

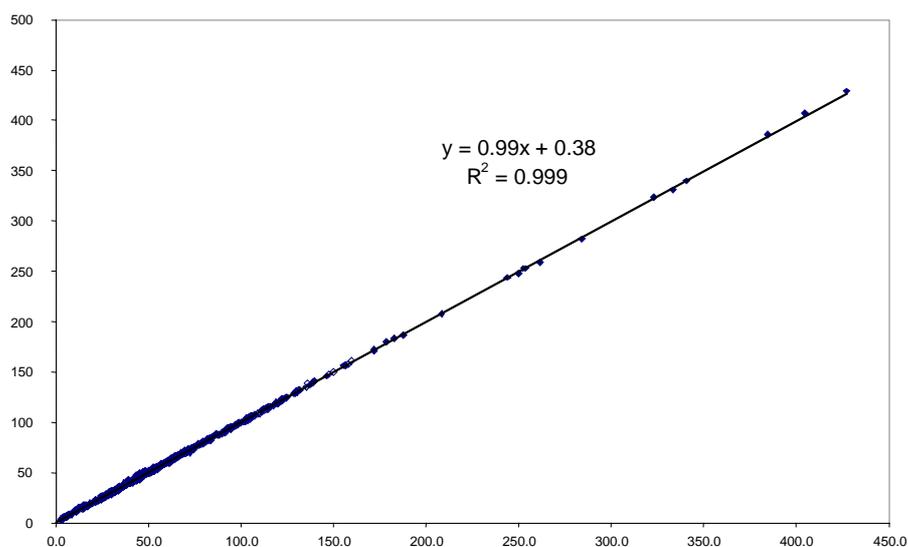


Figure 3 : Régression linéaire d'Atmo Picardie en fonction de la concentration moyenne en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

		Pente	Offset ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Corrélation	
				R ²	R
AIRPARIF	Valeur	0.4 %	- 2.5	0.999	0.999
	Classe	1	1		
AIR NORMAND	Valeur	- 3.1 %	- 0.1	0.999	0.999
	Classe	1	1		
ATMO PICARDIE	Valeur	1 %	- 1.2	0.999	0.999
	Classe	1	1		
ATMO PICARDIE	Valeur	- 0.2 %	0.4	0.999	0.999
	Classe	1	1		
ISSeP	Valeur	1.3 %	1.4	0.999	0.999
	Classe	1	1		
INERIS	Valeur	- 2.1 %	1.1	0.999	0.999
	Classe	1	1		
ENVITEC	Valeur	3 %	0.8	0.999	0.999
	Classe	1	1		

Tableau 2 : résultats de l'étude de régression pour tous les participants

Les critères de performance de la pente et de l'offset sont très largement dans la classe 1.

Les coefficients de corrélation sont excellents.

L'écart d'Airparif sur l'offset est corrélé avec un écart sur le zéro lors du passage de l'étalon de transfert d'Atmo Picardie. Il en est de même pour les pentes d'Air Normand, d'Envitec et de l'INERIS.

La qualité des pentes, des offsets et des coefficients de corrélation de l'ensemble des participants montre une bonne cohésion dans les méthodes de mesure de l'ozone.

Les résultats individuels sont disponibles en Annexe.

6. CONCLUSION

Un exercice inter laboratoire mono polluant a été organisé en août 2004 par Atmo Picardie, en collaboration avec le LCSQA/INERIS.

La détermination de l'intervalle de confiance de reproductibilité a permis de montrer que l'**incertitude élargie** du groupe de participants était inférieure à **8%**, ceci au niveau des **seuils d'information**, de **recommandation** et **d'alerte**.

L'exigence réglementaire de 15 % (Directive européenne) est donc largement respectée.

Ce calcul ainsi que l'évaluation des résultats individuels des participants permettent de montrer la qualité des méthodes de mesure de l'ozone des participants et la conformité aux exigences réglementaires (Directives Européennes et arrêté ministériel précisant les modalités de surveillance de la qualité de l'air) et normatives (NF EN ISO/CEI 17025).

L'intérêt de cet exercice et des résultats obtenus ne se limite pas à ses participants. En effet :

- un panel très large d'appareils de mesure a ainsi été évalué,
- les participants comprenaient des réseaux français, mais aussi un membre du LCSQA, ainsi qu'un **réseau étranger**, et un **fournisseur d'analyseur**.

La technique de dopage, mise au point au cours de l'année par l'INERIS [1], a confirmé ses qualités de mise en œuvre, et a constitué un apport déterminant, puisque c'est grâce à cette technique que l'exercice inter laboratoire a pu être mené au niveau des valeurs limites horaires, au niveau desquels la réglementation exprime ses exigences en terme d'incertitude.

Cette collaboration entre Atmo Picardie et l'INERIS a permis la création et la validation de ce nouveau concept que constituent les exercices inter laboratoire mono polluant en air ambiant, tout comme cela avait été le cas avec l'ASPA pour l'aspect multi polluant en air ambiant.

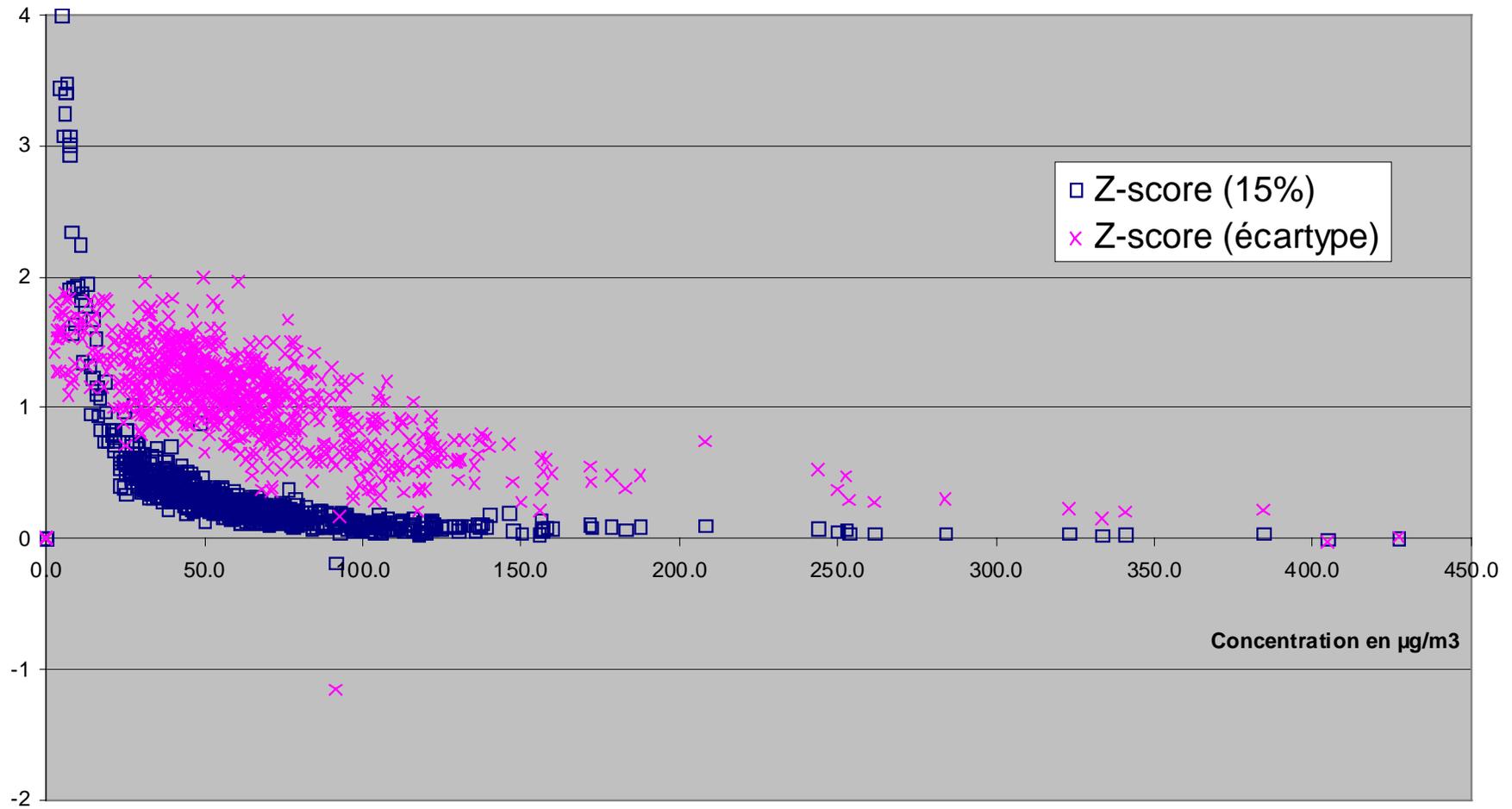
Qui plus est, la station Atmo Picardie s'est révélée comme étant un outil adéquat et opérationnel pour ce type d'exercice.

C'est pourquoi ce concept, opérationnel, est inclus dans le panel d'actions proposées par le LCSQA, en 2005, sur le thème de l'intercomparaison.

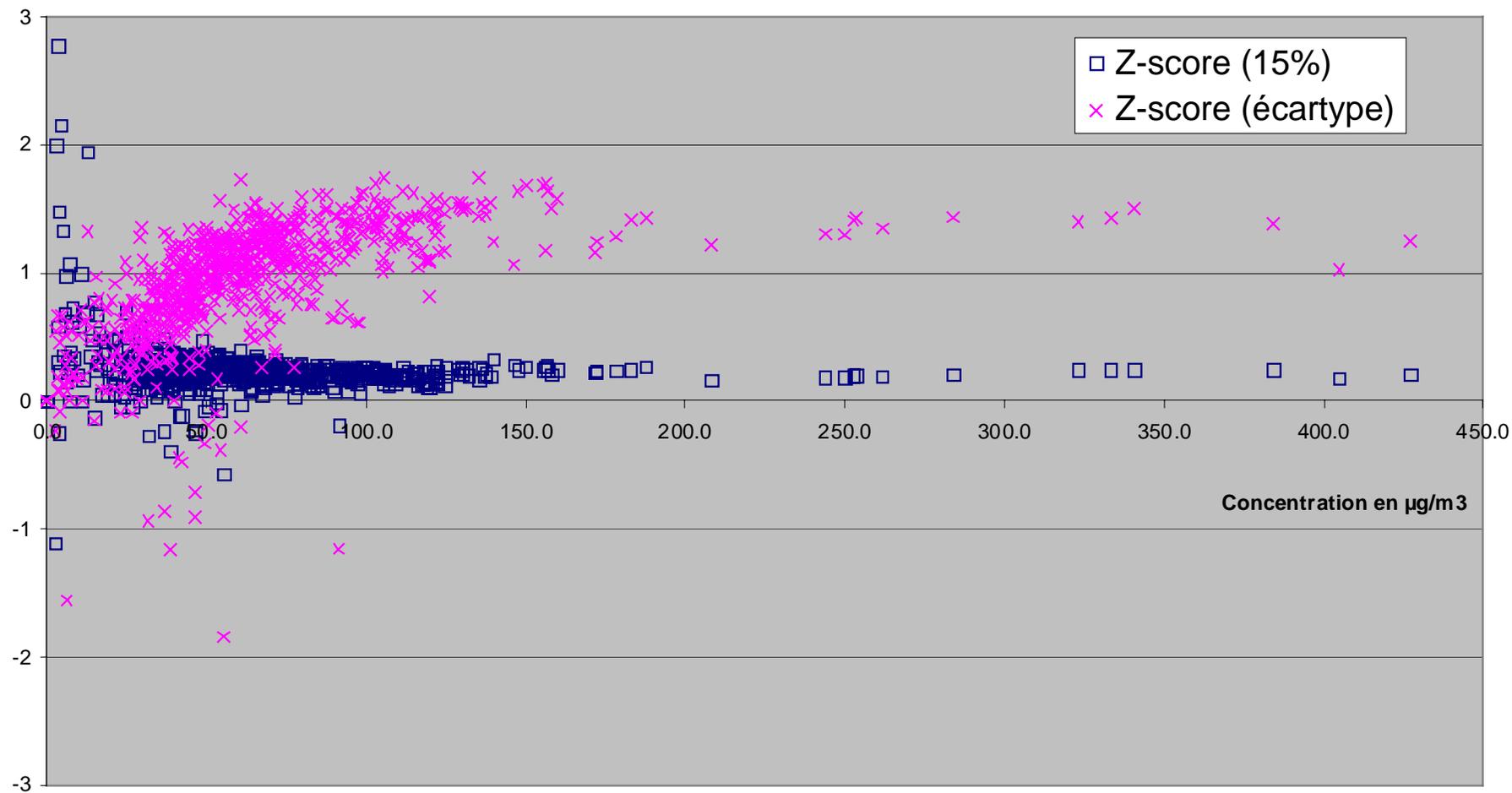
7. REFERENCES

- [1] « Intercomparaison avec dopage à NOGENT sur Oise et CREIL », LCSQA, O. Le Bihan, Y. Godet, Convention n°04000087, étude n°2, rapport n°3, Novembre 2004.
- [2] « Intercomparaison sur site INTERREG-ASPA, mai 2003 », LCSQA, O. Le Bihan, Convention 03000115, Décembre 2003
- [3] « Essais d'aptitude des laboratoires par intercomparaison, partie 1 : développement et mise en œuvre de systèmes d'essais d'aptitude », ISO/CEI Guide 43-1 : 1997
- [4] « Méthodes statistiques utilisées dans les essais d'aptitude par comparaisons interlaboratoires », PR NF ISO 13528, Décembre 2002
- [5] « Comparaison station fixe – station mobile campagne de Nogent sur Oise », LCSQA, O. Le Bihan, convention n°03000115, Décembre 2003
- [6] « Dieci anni (1990-2000) di controllo di qualità dei dati della rete di monitoraggio atmosferico della regione lombardia », Cerutti et al., EUR 20139 IT, 2002
- [7] « Rapport d'essai 'Intercomparaison mono polluant sur la mesure de l'ozone dans l'air ambiant à Creil (60)', août 2004, 2004/06/MET/Version du 22 octobre 2004, Atmo Picardie.
- [8] « Intercomparaison sur site INTERREG-ASPA : résultats individuels et cas particuliers », LCSQA, O. Le Bihan, G. Fiegel, Convention n°04000087, rapport n°1, Novembre 2004.

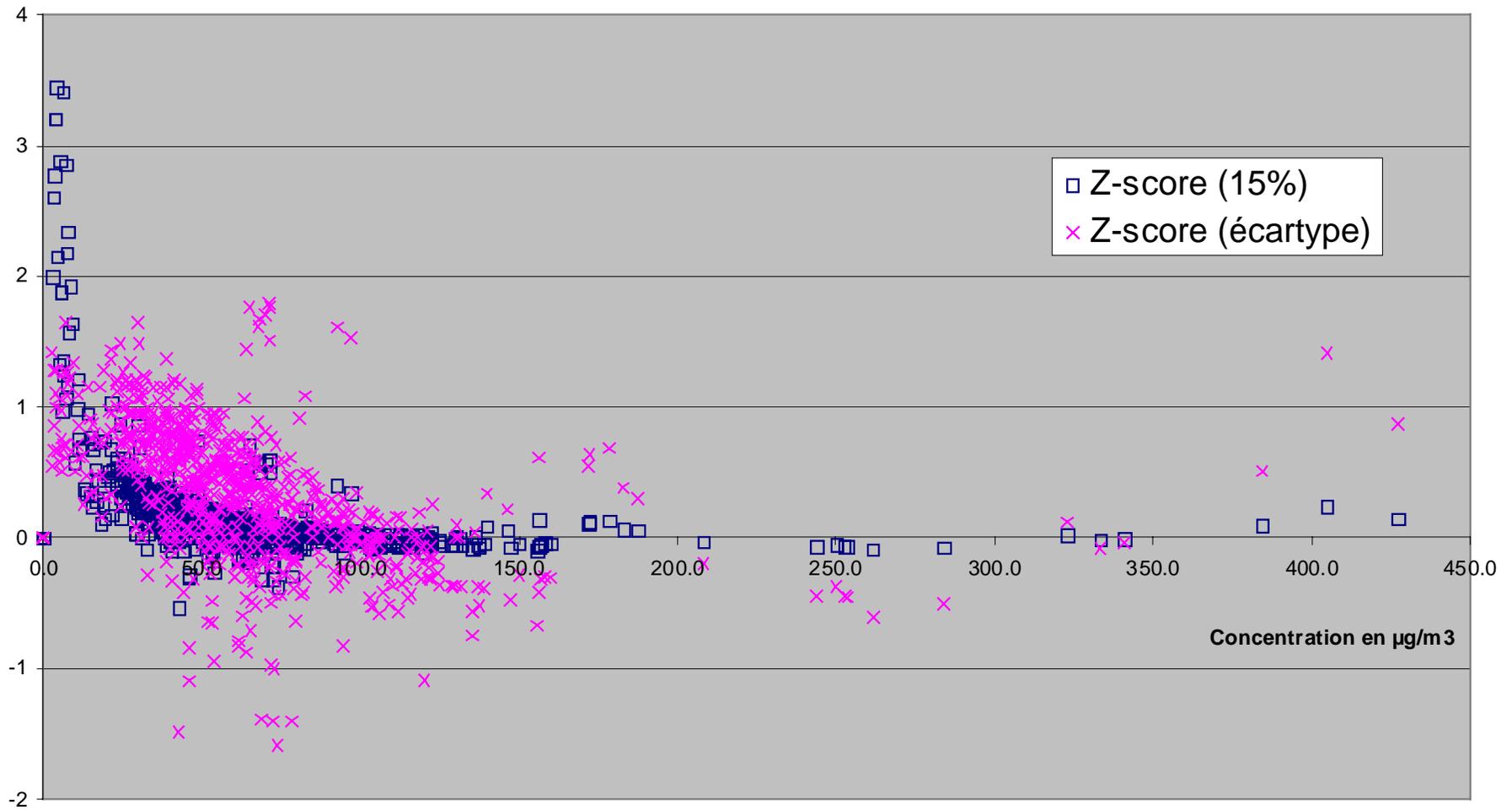
AIRPARIF



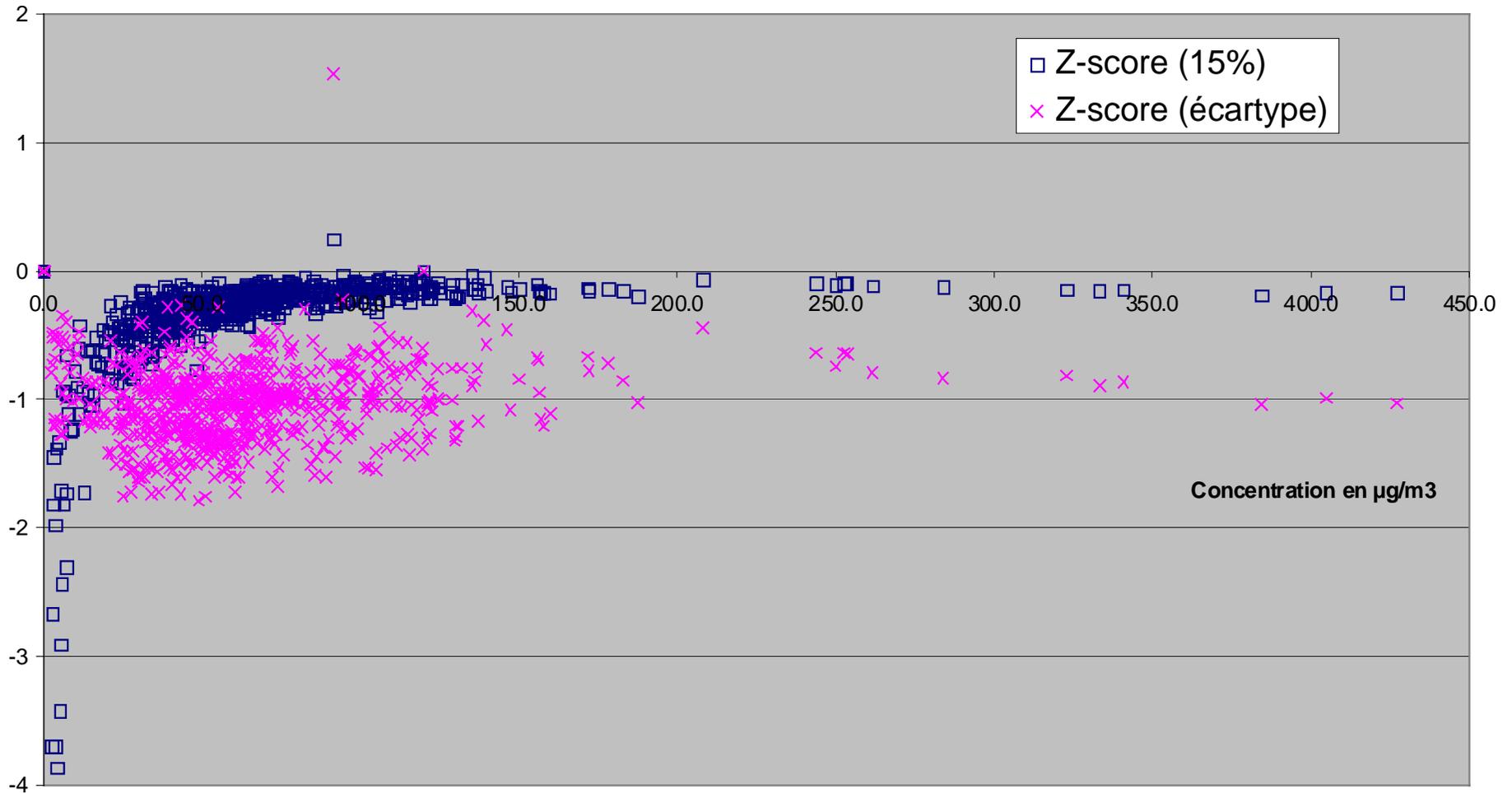
AIR NORMAND



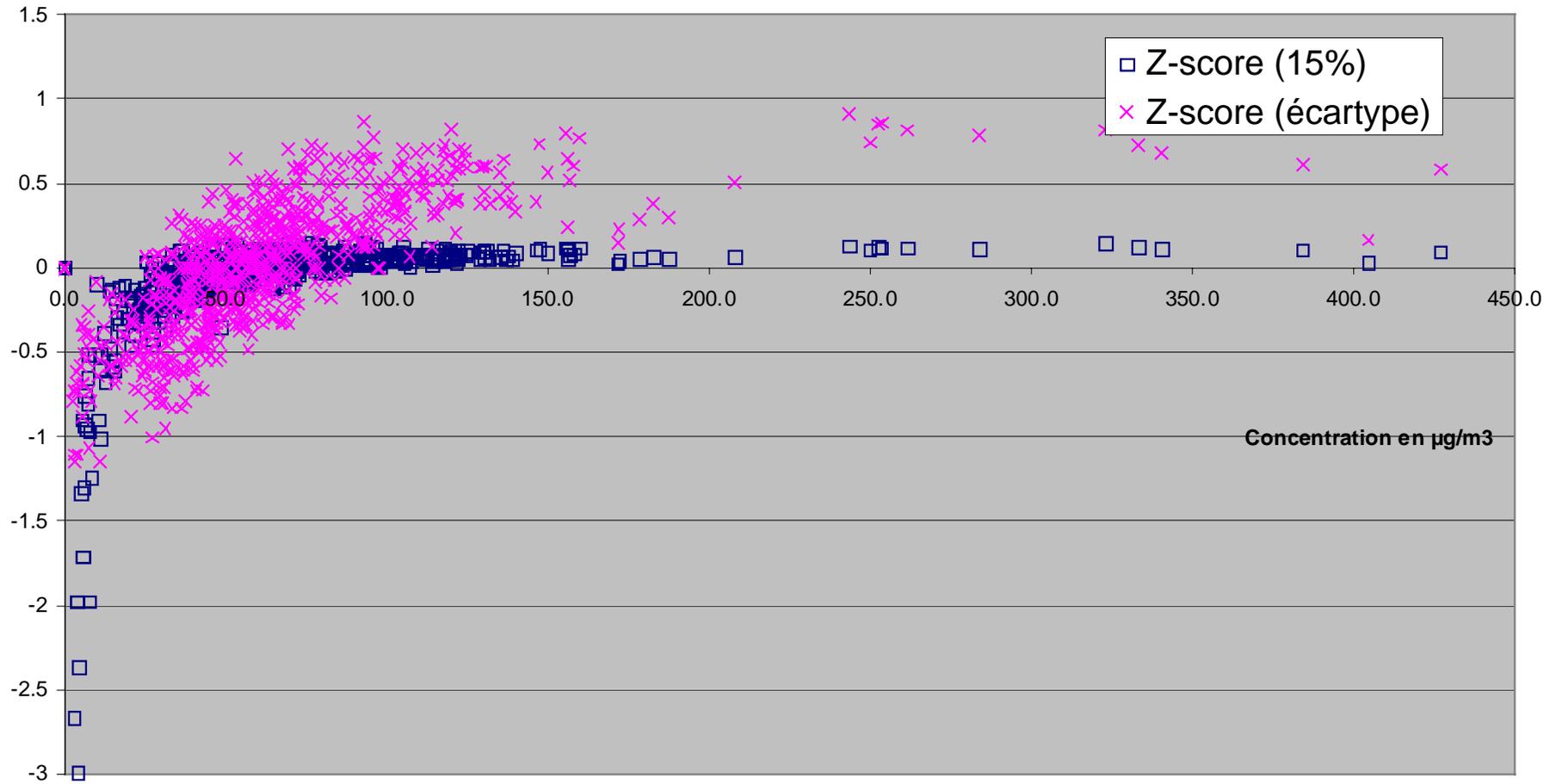
ATMO PICARDIE



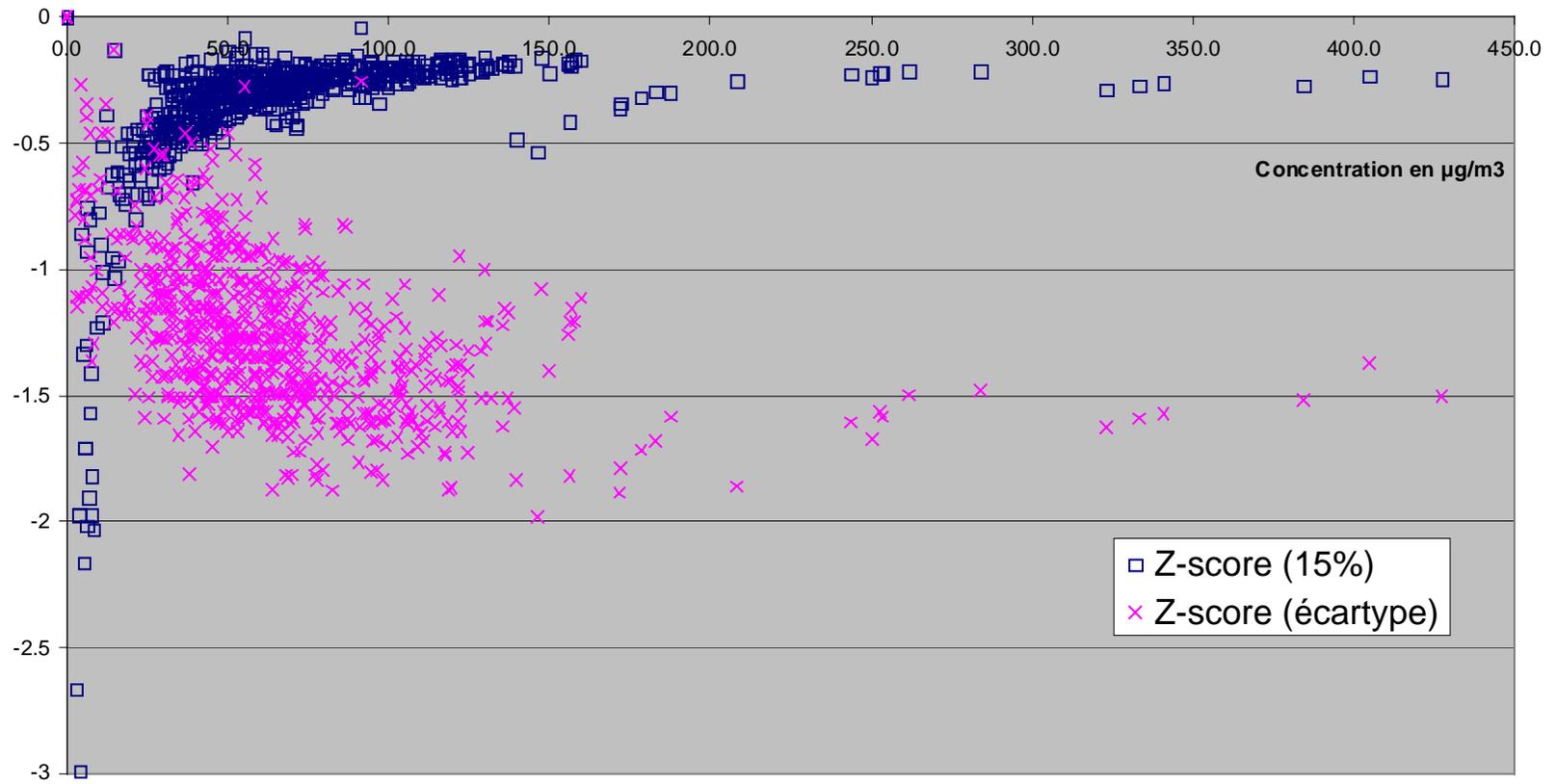
ISSeP



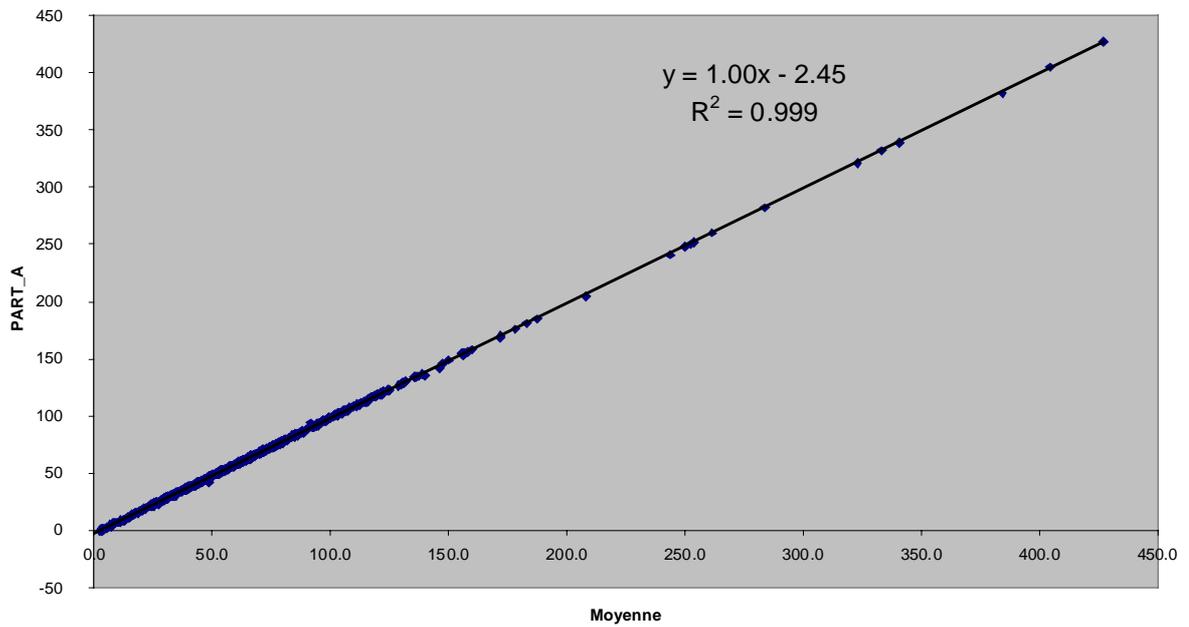
INERIS



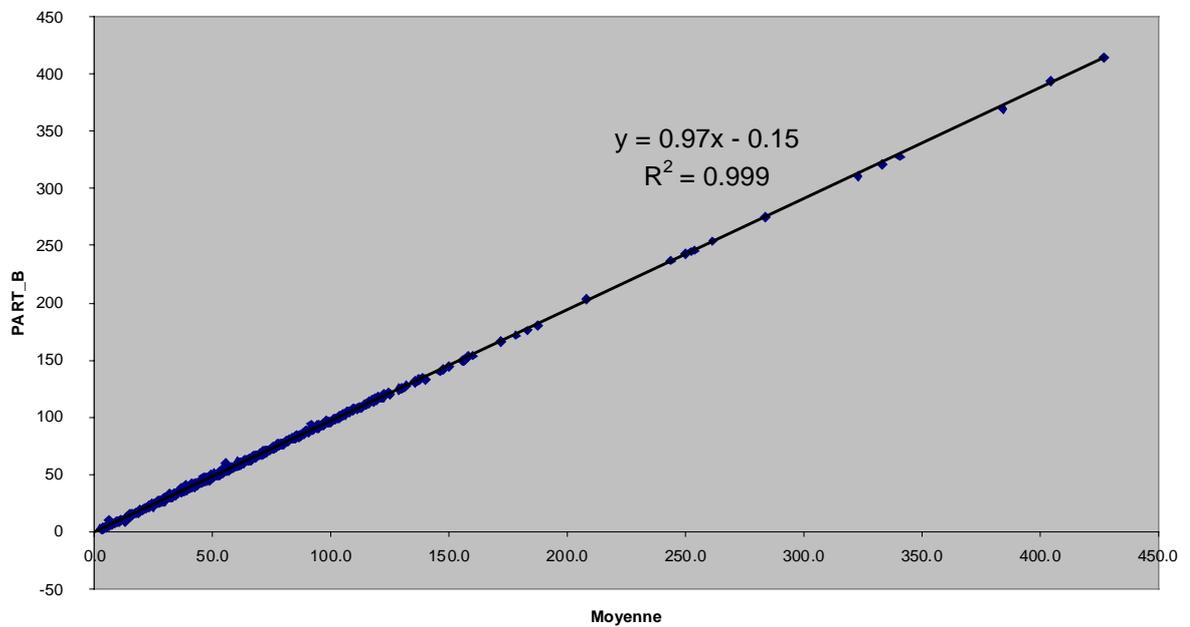
ENVITEC



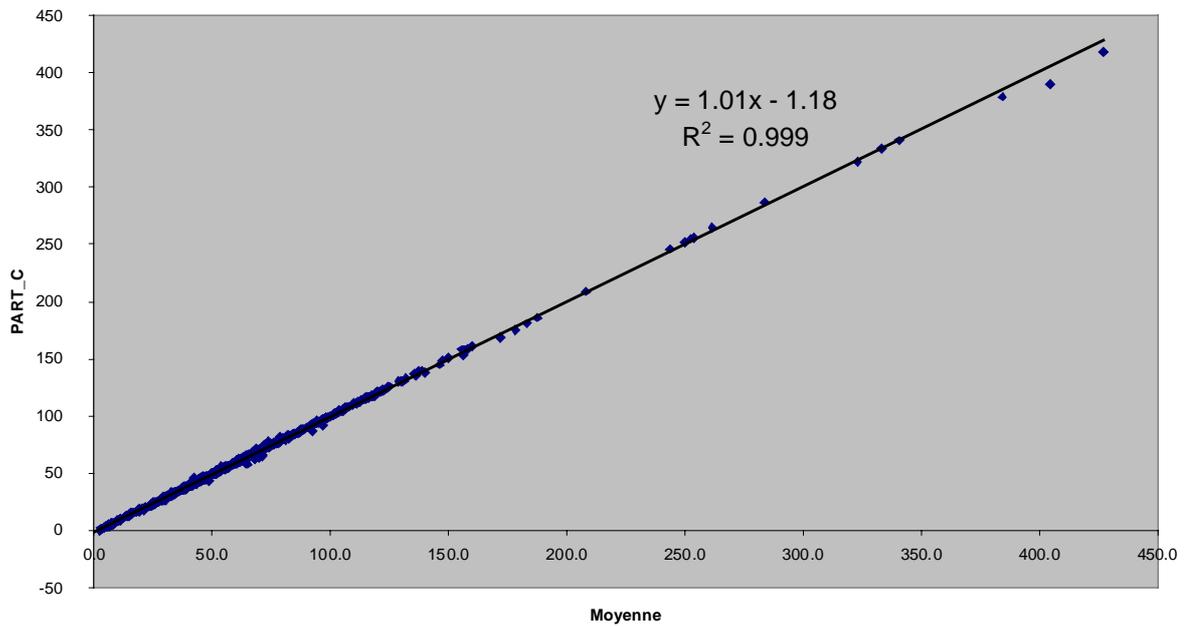
AIRPARIF



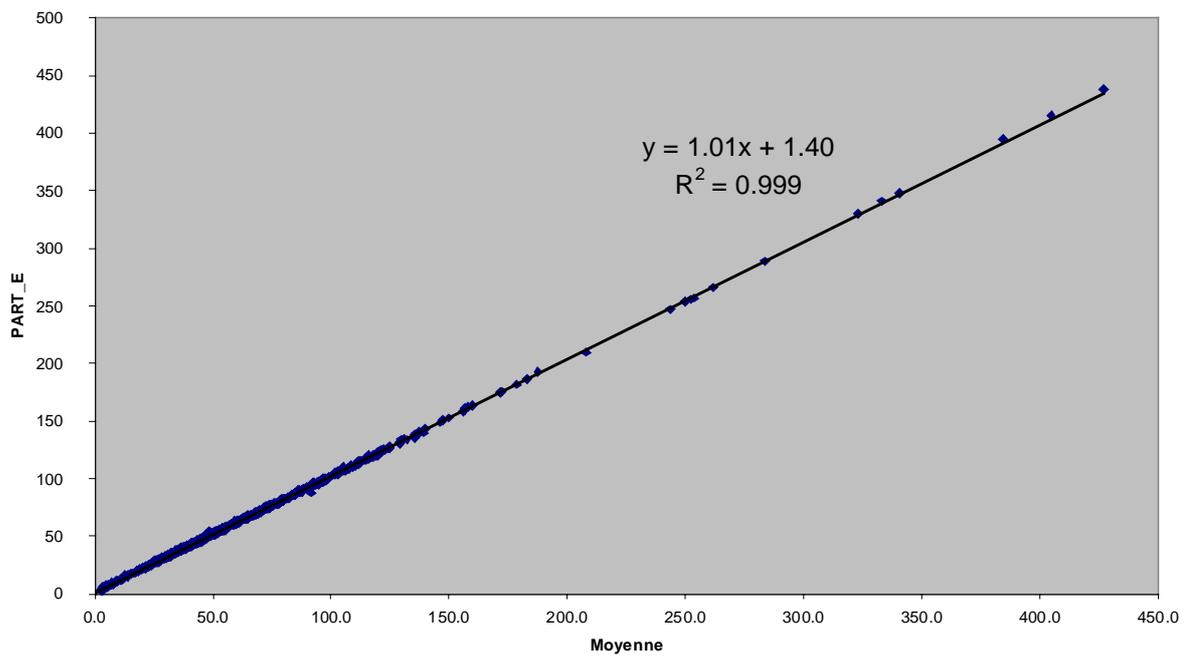
AIR NORMAND



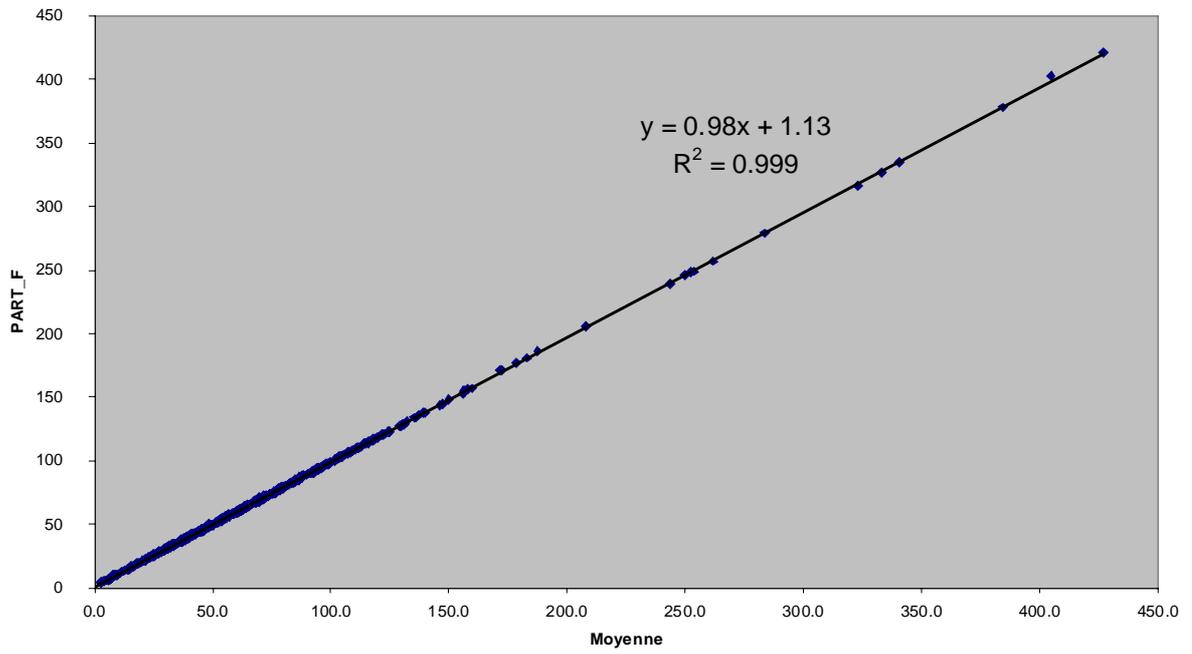
ATMO PICARDIE



ISSeP



INERIS



ENVITEC

