



RC 21004b

Janvier 2012

- Environnement SA -

**Démonstration d'équivalence de l'appareil
MP101M pour la mesure des poussières
PM_{2.5} conformément à la norme
NF EN 14907**

CLIENT : **ENVIRONNEMENT SA**
111 Boulevard Robespierre
BP 4513 – 78304 POISSY

N° de DOSSIER MAITRE : 8 11 0002

DESTINATAIRES : M. Nicaise (2 copies)
Dossier Maître (1 copie)

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	N.PANIZZOLI / J. SCHMITT	E. VAUCHER-ROBERT	P. LE LOUER
Fonction	Responsable d'affaire / Ingénieur d'étude	Responsable de service	Directeur général
Signature			

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	5
2	PROCÉDURE DE DÉMONSTRATION D'ÉQUIVALENCE D'UNE MÉTHODE DE MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT	5
2.1	INTRODUCTION	5
2.2	CRITÈRES DE DÉMONSTRATION DE L'ÉQUIVALENCE	5
3	DESCRIPTION DES MÉTHODES DE MESURE UTILISÉES.....	8
3.1	MÉTHODE DE RÉFÉRENCE GRAVIMÉTRIQUE.....	8
3.2	MÉTHODE AUTOMATIQUE.....	8
4	PRESENTATION DES SITES DE MESURE ET MOYENS UTILISES	10
4.1	CAMPAGNE DE METZ-CENTRE.....	10
4.2	CAMPAGNE DE PORT SAINT LOUIS.....	13
5	RESULTATS DE LA DEMONSTRATION D'EQUIVALENCE	16
5.1	CARACTERISTIQUES DES CAMPAGNES DE MESURES.....	16
5.2	RESULTATS SUR L'ENSEMBLE DES DONNEES.....	22
5.3	RESULTATS DES MESURES SUR LE SITE DE METZ-CENTRE	26
5.4	RESULTATS DES MESURES SUR LE SITE DE PORT-SAINT-LOUIS.....	32
6	CONCLUSION GÉNÉRALE	39

FIGURES

Figure 1 : Plan de dimensionnement de l'armoire climatisée vue de dessus	9
Figure 2 : Photo de l'intérieur de l'armoire climatisée.....	10
Figure 3 : Emplacement du site de Metz-Centre	11
Figure 4 : Photographie du site de Metz-Centre.....	12
Figure 5 : Rose des vents de l'année 2010 représentative du site de Metz Centre	13
Figure 6 : Emplacement du site de Port-Saint-Louis	14
Figure 7 : Photographie du site de mesure de Port-Saint-Louis	15
Figure 8 : Rose des vents de l'année 2010 représentative du site de Port Saint-Louis	15
Figure 9 : Répétabilité des méthodes candidates sur le site de Metz Centre pendant les campagnes de mesure	17
Figure 10 : Suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $PM_{2,5}$ sur le site de Metz Centre lors de la première campagne de mesure.....	18
Figure 11 : Suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $PM_{2,5}$ sur le site de Metz Centre lors de la deuxième campagne de mesure	19
Figure 12 : Répétabilité des méthodes candidates sur le site de Port Saint Louis pendant les campagnes de mesure	20
Figure 13 : Suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $PM_{2,5}$ sur le site de Port Saint-Louis lors de la première campagne de mesure.....	21
Figure 14 : Suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $PM_{2,5}$ sur le site de Port Saint-Louis lors de la deuxième campagne de mesure	22

Figure 15 : Régression Linéaire Orthogonale de la compilation de l'ensemble des données moyennes de la méthode candidate et la méthode de référence	23
Figure 16 : Régression Linéaire Orthogonale de la compilation de l'ensemble des données moyennes supérieures ou égales à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la méthode candidate et la méthode de référence	23
Figure 17 : Régression Linéaire Orthogonale de la compilation de l'ensemble des données moyennes de la méthode candidate et de la méthode de référence après application de la fonction de correction	25
Figure 18 : Régression Linéaire Orthogonale de la compilation de l'ensemble des données moyennes supérieures à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la méthode candidate et de la méthode de référence après application de la fonction de correction	25
Figure 19 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données de la jauge Bêta 3004 avec la méthode de référence	27
Figure 20 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la jauge Bêta 3004 avec la méthode de référence	27
Figure 21 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3004 avec la méthode de référence	28
Figure 22 : Régression Linéaire Orthogonale des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3004 avec la méthode de référence	28
Figure 23 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne estivale de la jauge Bêta 3004 avec la méthode de référence	29
Figure 24 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données de la jauge Bêta 3007 avec la méthode de référence	30
Figure 25 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la jauge Bêta 3007 avec la méthode de référence	30
Figure 26 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3007 avec la méthode de référence	31
Figure 27 : Régression Linéaire Orthogonale des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3007 avec la méthode de référence	31
Figure 28 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne estivale de la jauge Bêta 3007 avec la méthode de référence	32
Figure 29 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données de la jauge Bêta 3003 avec la méthode de référence	33
Figure 30 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la jauge Bêta 3003 avec la méthode de référence	33
Figure 31 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3003 avec la méthode de référence	34
Figure 32 : Régression Linéaire Orthogonale des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3003 avec la méthode de référence	34
Figure 33 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne estivale de la jauge Bêta 3003 avec la méthode de référence	35
Figure 34 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données de la jauge Bêta 3010 avec la méthode de référence	36
Figure 35 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la jauge Bêta 3010 avec la méthode de référence	36
Figure 36 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3010 avec la méthode de référence	37
Figure 37 : Régression Linéaire Orthogonale des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3010 avec la méthode de référence	37
Figure 38 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne estivale de la jauge Bêta 3010 avec la méthode de référence	38

TABLEAUX

Tableau 1 : Condition sur le pourcentage de données supérieures ou égales à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$	6
Tableau 2 : Critère de répétabilité (dispersion intra-méthode) pour les méthodes mises en œuvre	6
Tableau 3 : Critères de performance sur les résultats de la régression linéaire orthogonale entre la méthode candidate et la méthode de référence	7
Tableau 4 : Critères de performance sur l'incertitude de la méthode candidate	7
Tableau 5 : Résultats statistiques des mesures de PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ obtenus en 2009 sur le site de Metz Centre par le réseau Air Lorraine.....	13
Tableau 6 : Résultats statistiques des mesures de PM_{10} obtenus en 2009 sur le site de Port Saint-Louis par le réseau Airfobep.....	16
Tableau 7 : Bilan statistique de la campagne de mesures comparatives entre jauges bêta et la méthode de référence Leckel sur le site de Metz-Centre.....	16
Tableau 8 : Bilan statistique de la campagne de mesures comparatives entre jauges bêta et la méthode de référence Leckel, sur le site de Port Saint Louis.....	19
Tableau 9 : Résultats de la compilation des données	22
Tableau 10 : Résultats de la compilation de l'ensemble des données après la calibration	24
Tableau 11 : Résultats de la jauge Bêta 3004	26
Tableau 12 : Résultats de la jauge Bêta 3007	29
Tableau 13 : Résultats de la jauge Bêta 3003	32
Tableau 14 : Résultats de la jauge Bêta 3010	35

ANNEXES

Annexe 1 : Suivi des températures de stockage des filtres lors des transports
Annexe 2 : Suivi de la température et de l'humidité de la salle de pesée
Annexe 3 : Tableau des couples de mesure
Annexe 4 : Dates des nettoyages têtes $\text{PM}_{2.5}$ des MP101M et du LECKEL

1 INTRODUCTION

La société Environnement S.A a sollicité LECES pour réaliser les tests de démonstration d'équivalence pour la mesure des poussières en suspension $PM_{2.5}$ de l'appareil MP101M (basé sur le principe de l'absorption du rayonnement bêta).

Ces tests ont été menés sur les sites de Metz-Centre (57) et Port-Saint-Louis (13), à des périodes différentes (hiver et été), afin de tenir compte de la saisonnalité.

Cette démonstration d'équivalence a été réalisée selon la méthodologie donnée dans le Guide de démonstration d'équivalence des méthodes de mesures de l'air ambiant - janvier 2010.

Ce rapport présente les résultats de la démonstration d'équivalence.

2 PROCÉDURE DE DÉMONSTRATION D'ÉQUIVALENCE D'UNE MÉTHODE DE MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT

2.1 INTRODUCTION

Concernant l'équivalence, le postulat suivant a été adopté au niveau européen :

Une méthode équivalente à la méthode de référence pour la mesure d'un polluant atmosphérique ambiant spécifié est une méthode respectant les objectifs de qualité de données pour la mesure fixe spécifiés dans la Directive de la Qualité de l'Air correspondante.

En ce qui concerne la mesure de la concentration massique en $PM_{2.5}$, l'objectif de qualité correspond à une incertitude élargie de $\pm 25\%$ « *dans la région de la valeur limite* », fixée à $30 \mu g.m^{-3}$ dans le cadre de la Démonstration d'Equivalence.

La méthodologie suivie est décrite dans le guide européen « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January 2010) » rédigé dans le cadre d'un groupe de travail réunissant des experts des États Membres (dont la France). Ce guide décrit les tests à effectuer et la procédure de traitement de données pour évaluer l'équivalence d'une technique alternative par rapport à la méthode de référence mentionnée dans les Directives Européennes en vigueur.

Une partie spécifique de ce document est dédiée à la mesure des particules (chapitre 9). Elle permet notamment :

- de préciser le principe général pour les particules en suspension (comparaison entre appareils sur site),
- de fournir un ensemble de caractéristiques (nombre de sites, caractéristiques, nombre d'échantillons),
- de détailler une procédure de calcul,
- et enfin, de définir les paramètres à considérer et les seuils associés à respecter (dispersion intra et inter-méthodes, incertitude).

2.2 CRITÈRES DE DÉMONSTRATION DE L'ÉQUIVALENCE

Tout d'abord, afin de valider la suite des opérations, la sélection des données doit permettre d'obtenir au moins 40 couples de mesure valide. Pour la sélection des données, le « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January 2010) », autorise l'élimination de seulement 2,5% de mesures aberrantes sur la totalité des mesures de la compilation des données, notamment pour des raisons techniques.

Les résultats de cette sélection sont présentés dans les tableaux des couples de mesure de chaque campagne de mesure par site dans l'annexe 3.

Une fois ce critère validé, les exigences minimales de caractéristiques de campagne demandées par le protocole européen sont les suivantes :

❶ Obligation en termes de niveau de concentration en PM_{2,5}

Le « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January 2010) » préconise que 20% des résultats obtenus avec la méthode de référence doit être supérieur ou égal au seuil d'évaluation supérieur de la valeur limite annuelle que l'on prend en compte. Dans notre cas, le seuil d'évaluation supérieur correspond à 70% de la valeur limite annuelle en PM_{2,5} de 25 µg.m⁻³, soit 18 µg.m⁻³.

Tableau 1 : Condition sur le pourcentage de données supérieures ou égales à 18 µg.m⁻³

Exigence
20% (au minimum) des données ≥ 18 µg.m ⁻³

❷ Obligation en termes de répétabilité intra-méthode (dispersion)

Les appareils étant dupliqués, les valeurs de répétabilité intra-méthode ont été calculées pour la méthode candidate à l'aide de l'équation suivante :

$$u_{bs}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{i,1} - y_{i,2})^2}{2n}$$

Où :

- y_{i,1} et y_{i,2} sont les résultats de deux prélèvements journaliers réalisés en parallèle.
- n est le nombre de prélèvements journaliers réalisés (n ≥ 40).

Le tableau 2 indique le critère à respecter :

Tableau 2 : Critère de répétabilité (dispersion intra-méthode) pour les méthodes mises en œuvre

	Méthode de référence	Méthode candidate
Exigence (µg.m ⁻³)	≤ 2	≤ 2,5

Le critère de répétabilité est à respecter pour l'ensemble des données mais également pour le domaine de concentration supérieure ou égale à 18 µg.m⁻³.

Dans le cadre de ce rapport, la variabilité de la méthode a également été illustrée par le tracé de courbes de tendance linéaire selon les moindres carrés ; chaque appareil étant pris alternativement comme référence.

❸ Comparaison de la méthode candidate avec la méthode de référence

La méthode statistique préconisée par le document européen est la régression linéaire orthogonale à appliquer aux valeurs moyennes de chaque méthode : méthode candidate (CM) en fonction de la référence (RM).

Les critères de performance portent sur la pente et l'ordonnée à l'origine de la régression linéaire orthogonale et sont présentés dans le tableau 3 suivant :

Tableau 3 : Critères de performance sur les résultats de la régression linéaire orthogonale entre la méthode candidate et la méthode de référence

	Ensemble des données	Données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$
Exigence sur la pente « b »	$ b-1 \leq 2 u_b$ avec u_b l'incertitude sur la pente	
Exigence sur l'ordonnée à l'origine « a »	$ a \leq 2 u_a$ avec u_a incertitude sur l'ordonnée à l'origine	

④ Incertitude élargie de la méthode candidate à hauteur de la valeur limite prise en compte

L'incertitude relative élargie de la méthode candidate W_{CM} est calculée en appliquant la formule suivante :

$$W_{CM} = k \times w_{c,CM}(y_i)$$

Avec :

- $k=2$ pour un nombre suffisant de résultats expérimentaux
- $w_{c,CM}(y_i)$ l'incertitude combinée de la méthode candidate calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$w_{c,CM}^2(y_i) = \frac{u_c^2 - s(y_i)}{y_i^2}$$

Où $u_c - s$ est l'incertitude entre les résultats de la méthode candidate et ceux de la méthode de référence, calculée selon l'équation :

$$u_c^2 - s(y_i) = \frac{RSS}{(n-2)} - u_{(xi)}^2 + (a + (b-1)xi)^2$$

- a et b sont respectivement l'ordonnée à l'origine et la pente de la régression linéaire orthogonale. Leur formule de calcul ainsi que celle de l'incertitude associée sont données dans le document européen.
- $u_{(xi)}$ est l'incertitude aléatoire de la méthode de référence. La valeur de la répétabilité intra-méthode u_{bs} du point ② peut être utilisée. Dans notre cas, compte tenu que nous n'avons pas doublé la méthode de référence, le guide impose de prendre par défaut la valeur $u^2(x_i)$ de $0,67^2 \mu\text{g.m}^{-3}$.
- RSS est la somme des résidus au carré de la régression orthogonale :

$$\sum_i^n = 1(y_i - a - bxi)^2$$

Les critères de performance sont présentés dans le tableau 4 ci-dessous :

Tableau 4 : Critères de performance sur l'incertitude de la méthode candidate

	Ensemble des données	Données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$
Exigence sur l'incertitude relative élargie (au niveau de la valeur limite journalière $30\mu\text{g.m}^{-3}$)*	$\leq 25\%$	

* Dans la mesure où il n'existe pas de valeur limite journalière en $\text{PM}_{2.5}$, une valeur limite journalière hypothétique a été arbitrairement choisie sur la base du ratio « valeur limite journalière / valeur limite annuelle » en PM_{10} .

3.1 MÉTHODE DE RÉFÉRENCE GRAVIMÉTRIQUE

Le préleveur séquentiel de marque Leckel modèle SEQ 47/50 a le statut de référence gravimétrique dans de nombreuses études telles que les exercices d'intercomparaison européens organisés par le JRC-IES (Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability), que ce soit en PM₁₀ ou en PM_{2.5}.

La version de l'appareil qui est utilisé pour la démonstration d'équivalence est équipé d'un système à effet Peltier permettant de conserver les échantillons prélevés à moins de 23°C, afin d'éviter les pertes en matières volatiles.

L'aspiration est assurée par une turbine dimensionnée pour assurer le débit nominal à travers les différents types de média filtrants couramment utilisés (membranes en esters de cellulose ou PTFE, filtres fibreux). Les coupelles porte-filtre en téflon avec une grille en acier inoxydable sont simples d'utilisation (système à joint), très compactes, privilégiant le faible encombrement. Elles peuvent accueillir des filtres de 47 à 50 mm de diamètre. Le principe de régulation de débit est basé sur un diaphragme compensé en température et pression respectant la loi de Bernoulli. La mesure de la pression et la température ambiante permettent le calcul du volume dans les conditions standard choisies. Le volume de prélèvement est donc constant, il dépend de la consigne choisie en fonction de la tête de prélèvement utilisée et il est exprimé en fonction des températures et pressions ambiantes.

Selon le constructeur, la tête de prélèvement équipant le LECKEL SEQ 47/50 est conforme aux spécifications des normes EN12341 (PM₁₀) & EN14907 (PM_{2.5}) nécessitant un débit régulé à 2,3 m³.h. Le seuil de coupure est facilement modifiable par simple échange des injecteurs.

L'appareil est équipé d'un changeur automatique d'une capacité maximale de 17 filtres de diamètre 47 à 50 mm, le diamètre de filtration étant de 38 mm en conformité avec les normes Européennes. L'ensemble des filtres est placé dans un magasin d'approvisionnement en polycarbonate. Le mécanisme de changement de porte-filtre est commandé selon un programme de collecte désiré et varié (prélèvement avec changement quotidien ou autre, prélèvement statistique de 1 h jusqu'à 168h sur un filtre).

LECES est accrédité ISO 17025 par le COFRAC pour le prélèvement et la détermination gravimétrique des polluants atmosphériques particuliers dans l'air ambiant (n° d'accréditation : 1-1975, accréditation valide jusqu'au 30/09/2013) selon les référentiels NF EN 12341, NF X 43 023 et X 43 021.

Par rapport aux PM_{2.5} et à la NF EN 14907, les conditions d'analyse gravimétrique sont identiques à celles de la NF EN 12341 (cf. § 5.2 de la NF EN 14907). De plus, la révision des normes prévoit la fusion des 2 normes NF EN 12341 et NF EN 14907 en un seul texte.

Les prélèvements journaliers ont été réalisés pendant plus de 120 jours sur deux campagnes de mesure par site afin de tenir compte de la saisonnalité. Pour les deux campagnes, les analyses gravimétriques ont été effectuées dans une salle de pesée contrôlée en température (20 ± 1) °C et en humidité relative (50 ± 5)%.

3.2 MÉTHODE AUTOMATIQUE

L'appareil automatique candidat à la démonstration d'équivalence est l'analyseur MP101M avec option CPM (Continuous Particulate Measurement). Les résultats de mesure de cette option seront précisés dans un rapport complémentaire.

Le MP101M est un appareil de mesure des particules en suspension dans l'air ambiant par absorption de rayonnement bêta. La matière particulaire en suspension est collectée par aspiration d'un volume déterminé et se dépose sur un papier filtre en fibre de verre, à un déroulement séquentiel automatique, défilant entre la source bêta et un compteur Geiger-Muller. Le MP101M est équipé d'une source scellée ¹⁴C d'activité égale à 1,67 MBq.

La différence de comptage avant et après la collecte de particules constitue la mesure de la masse sur le filtre. L'aspiration s'effectue à l'aide d'une pompe à vide par une tête de prélèvement fonctionnant à 1 m³.h⁻¹ conforme à la norme EN 14907 permettant de collecter la fraction PM_{2.5} des poussières.

Les concentrations en poussières sont déterminées à partir de la masse de poussières déterminée par absorption de rayonnement bêta, ramenée à l'unité de volume de prélèvement.

Le MP101M est configuré en mode cycle journalier (1 valeur journalière) avec une mesure périodique toutes les 2 heures.

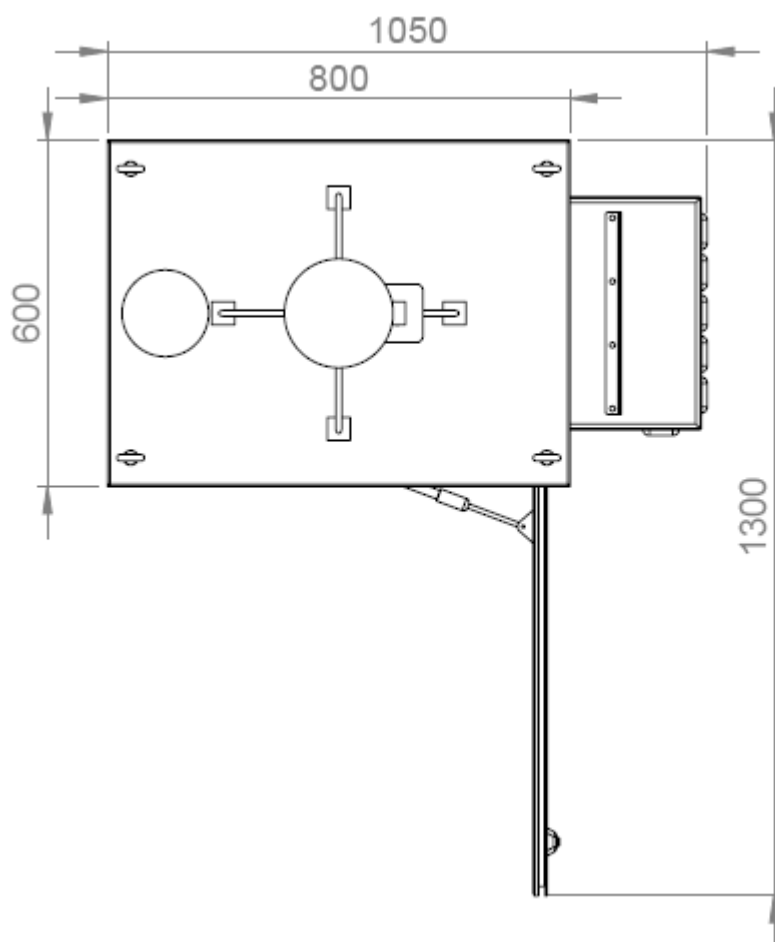
Chaque appareil automatique est placé dans une armoire extérieure climatisée présentée sur le schéma de la figure 1 et dont les spécifications sont les suivantes :

- dimensions extérieures : L x H x P =1050 x 1500 x 600
- Protection IP55.

Chaque appareil est équipé d'une ligne de prélèvement régulée en température (RST) et de longueur 1m. Dans cette configuration, la hauteur de la tête prélèvement par rapport au sol est d'environ 2.5 mètres.

Chaque appareil est totalement autonome et indépendant des autres appareils impliqués dans la campagne.

Figure 1 : Plan de dimensionnement de l'armoire climatisée vue de dessus



La figure suivante présente une photographie de l'intérieur de la cabine utilisée lors de la démonstration d'équivalence du MP101-M.

Figure 2 : Photo de l'intérieur de l'armoire climatisée



4 PRESENTATION DES SITES DE MESURE ET MOYENS UTILISES

4.1 CAMPAGNE DE METZ-CENTRE

4.1.1 Moyens utilisés

Le préleveur séquentiel LECKEL modèle SEQ 47/50 avec option refroidisseur Peltier, équipée d'une tête européenne PM_{2.5} à 2,3 m³.h, peut être considéré comme équivalent à la méthode de référence. Le choix a donc été de considérer le LECKEL, comme l'appareil de référence dans la démonstration d'équivalence.

L'appareil est utilisé en mode de prélèvement journalier avec une tête européenne PM_{2.5}, avec des filtres TEFLON de la marque Pall Gelmann, d'un diamètre de 47 mm et d'une taille de pores de 2 µm. L'appareil a été placé en un seul exemplaire sur le toit des archives municipales de la ville de Metz à proximité des deux MP101M. Le LECKEL est équipé d'un système de réfrigération des filtres prélevés, afin de limiter les pertes des composés volatiles lors de la phase de stockage des filtres dans le préleveur (14 jours).

Les pesées des filtres ont été réalisées par LECES dans une salle de pesée dont la température et l'humidité sont respectivement régulées à 20 ± 1°C et 50 ± 5%. Le suivi de la température et de l'humidité de

la salle de pesée est présentée dans l'annexe 2. Les filtres ont été pesés sur une microbalance METTLER Toledo XP 205 avec une précision au 10^{ème} de microgramme, selon le protocole décrit dans la norme NF EN 14907 « Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la fraction massique PM_{2,5} de matières particulaires en suspension ». Afin de respecter la norme, deux blancs de laboratoire et un blanc de terrain sont utilisés pour les pesées.

Le suivi des appareils sur site est assuré par le personnel de l'agence LECES de Maizières-lès-Metz. Une vérification de bon fonctionnement ainsi qu'un relevé des volumes aspirés du LECKEL et des données des deux MP101M sont effectués deux fois par semaine. Le nettoyage des têtes de prélèvements du LECKEL et des MP101M est effectué une fois toutes les 2 semaines, lors de la recharge en filtre du LECKEL.

Lors du démarrage, au milieu et la fin de chaque campagne de mesure, les débits et l'étanchéité du LECKEL et des MP101M, ont été vérifiés à l'aide d'un débitmètre massique de type TSI 4000, modèle 4043 E raccordé à l'étalon ETD 035. De même afin de vérifier la conformité du compteur Geiger de chaque MP101M, des tests de jauge et des tests de masse (contrôle d'étalonnage) ont été réalisés en début et en fin de campagne de mesure.

Le transport des filtres entre l'agence LECES de Maizières-lès-Metz et le site de Metz-Centre est assuré par LECES sur un trajet de 18 km pour une durée de 20 minutes environ. Lors du transport, les filtres prélevés ont été transportés dans une thermobox (même conditions que les campagnes de Port Saint-Louis) contenant des accumulateurs de froid afin de maintenir une température de transport des filtres inférieure à 23°C pour limiter les éventuelles pertes des composés volatiles. Compte tenu de la durée de transport très courte un suivi de l'enregistrement de la température n'a pas été jugé utile. Cette valeur de 23°C est liée à la valeur minimale de la température ambiante après prélèvement inscrite dans la norme EN 14907.

La configuration de l'appareil automatique dupliqué est décrite au paragraphe 3.2.

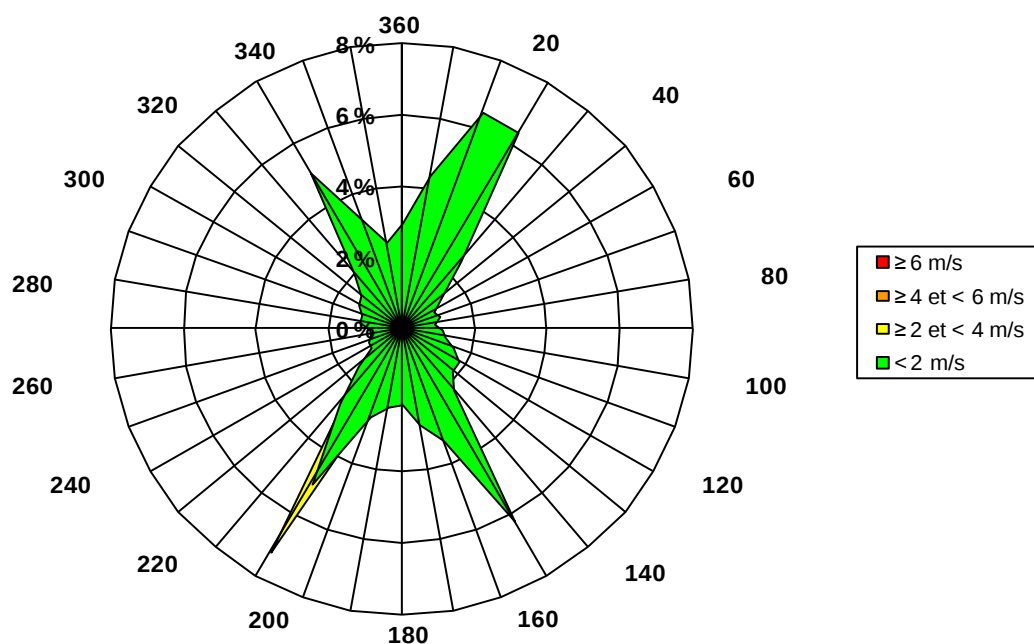
4.1.2 Localisation du site d'étude

Le site de Metz-Centre est situé au centre de la ville de Metz, sur le toit des archives municipales. Ce site, de type urbain dense selon les règles nationales de classification des stations de mesure de la qualité de l'air, est localisé sur les vues aériennes suivantes.

Figure 3 : Emplacement du site de Metz-Centre



Figure 5 : Rose des vents de l'année 2010 représentative du site de Metz Centre



Le tableau suivant présente les statistiques des mesures de poussières en suspension, PM_{10} et $PM_{2.5}$ réalisées à l'aide d'un TEOM FDMS par l'AASQA Air Lorraine au cours de l'année 2009.

Tableau 5 : Résultats statistiques des mesures de PM_{10} et $PM_{2.5}$ obtenus en 2009 sur le site de Metz Centre par le réseau Air Lorraine

	Metz Centre PM_{10}	Metz Centre $PM_{2.5}$
Minimum ($\mu g.m^{-3}$)	6	7
Maximum ($\mu g.m^{-3}$)	82	83
Moyenne ($\mu g.m^{-3}$)	21	19
Nombre de dépassement de la valeur limite annuelle de $40 \mu g.m^{-3}$	14	-
Nombre de dépassement de la valeur cible annuelle de $25 \mu g.m^{-3}$	-	66

4.2 CAMPAGNE DE PORT SAINT LOUIS

4.2.1 Moyens utilisés

Les appareils de mesure, ainsi que la méthode de pesée sont identiques à celle mise en œuvre sur le site de Metz. La différence principale porte sur les conditions de transport des filtres qui sont décrites ci-dessous.

Le transport des filtres entre l'agence LECES de Maizières-les-Metz et celle de Fos-sur-Mer est assuré par le transporteur TNT, garantissant une livraison en moins de 24h entre les deux agences. De plus, les filtres prélevés sont transportés dans une thermobox contenant des accumulateurs de froid et un enregistreur de température afin de maintenir les filtres à une température inférieure à 23°C pour limiter les éventuelles pertes des composés volatiles.

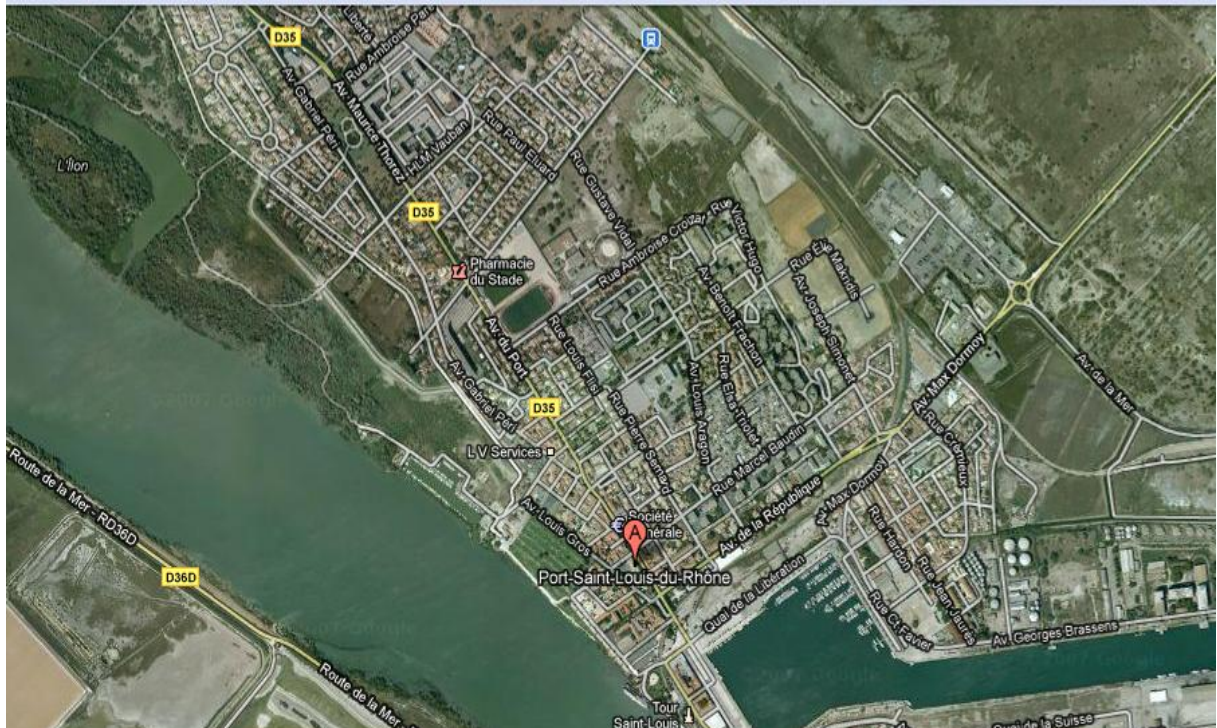
Les courbes d'évolutions de la température au cours des transports sont présentées en annexe 1.

La configuration de l'appareil automatique dupliqué est décrite au paragraphe 3.2.

4.2.2 Localisation du site d'étude

Le site de Port-Saint-Louis est situé dans l'enceinte des services techniques de la commune de Port-Saint-Louis au Sud-ouest d'industries principalement sidérurgiques et pétrochimiques. Ce site, de type industriel selon les règles nationales de classification des stations de mesure de la qualité de l'air est localisé sur les vues aériennes suivantes.

Figure 6 : Emplacement du site de Port-Saint-Louis



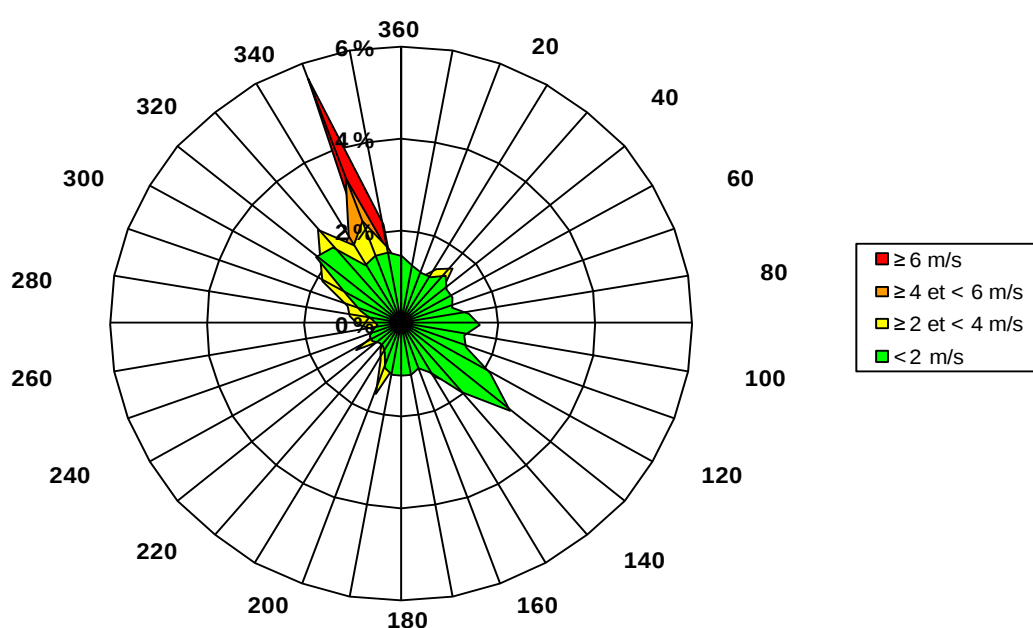
La photographie du site de mesure est présentée sur la figure ci-dessous.

Figure 7 : Photographie du site de mesure de Port-Saint-Louis



La rose des vents suivante représente les vents représentatifs de l'année 2010 sur le site de mesure de Port Saint-Louis qui ont permis de sélectionner ce site pour la démonstration d'équivalence du MP101M.

Figure 8 : Rose des vents de l'année 2010 représentative du site de Port Saint-Louis



Le tableau suivant présente les statistiques des mesures de poussières en suspension, PM_{10} réalisées à l'aide d'un TEOM corrigé par l'AASQA Airfobep au cours de l'année 2009.

Tableau 6 : Résultats statistiques des mesures de PM_{10} obtenus en 2009 sur le site de Port Saint-Louis par le réseau Airfobep

	Port Saint-Louis PM_{10}
Minimum ($\mu g.m^{-3}$)	7
Maximum ($\mu g.m^{-3}$)	90
Moyenne ($\mu g.m^{-3}$)	33
Nombre de dépassement de la valeur limite annuelle de $40 \mu g.m^{-3}$	93

5 RESULTATS DE LA DEMONSTRATION D'EQUIVALENCE

5.1 CARACTERISTIQUES DES CAMPAGNES DE MESURES

5.1.1 Site de Metz-Centre

Les mesures de l'ensemble des appareils sur le site pour la campagne de Metz-Centre ont couvert la période du 5 février au 7 avril 2011 et du 8 juin au 31 juillet 2011. Elles permettent de couvrir une période suffisamment longue de manière à prendre en compte des fluctuations des paramètres météorologiques et cerner éventuellement des épisodes de forte pollution particulaire. Les principaux résultats obtenus sont présentés dans le tableau 7 ci-dessous.

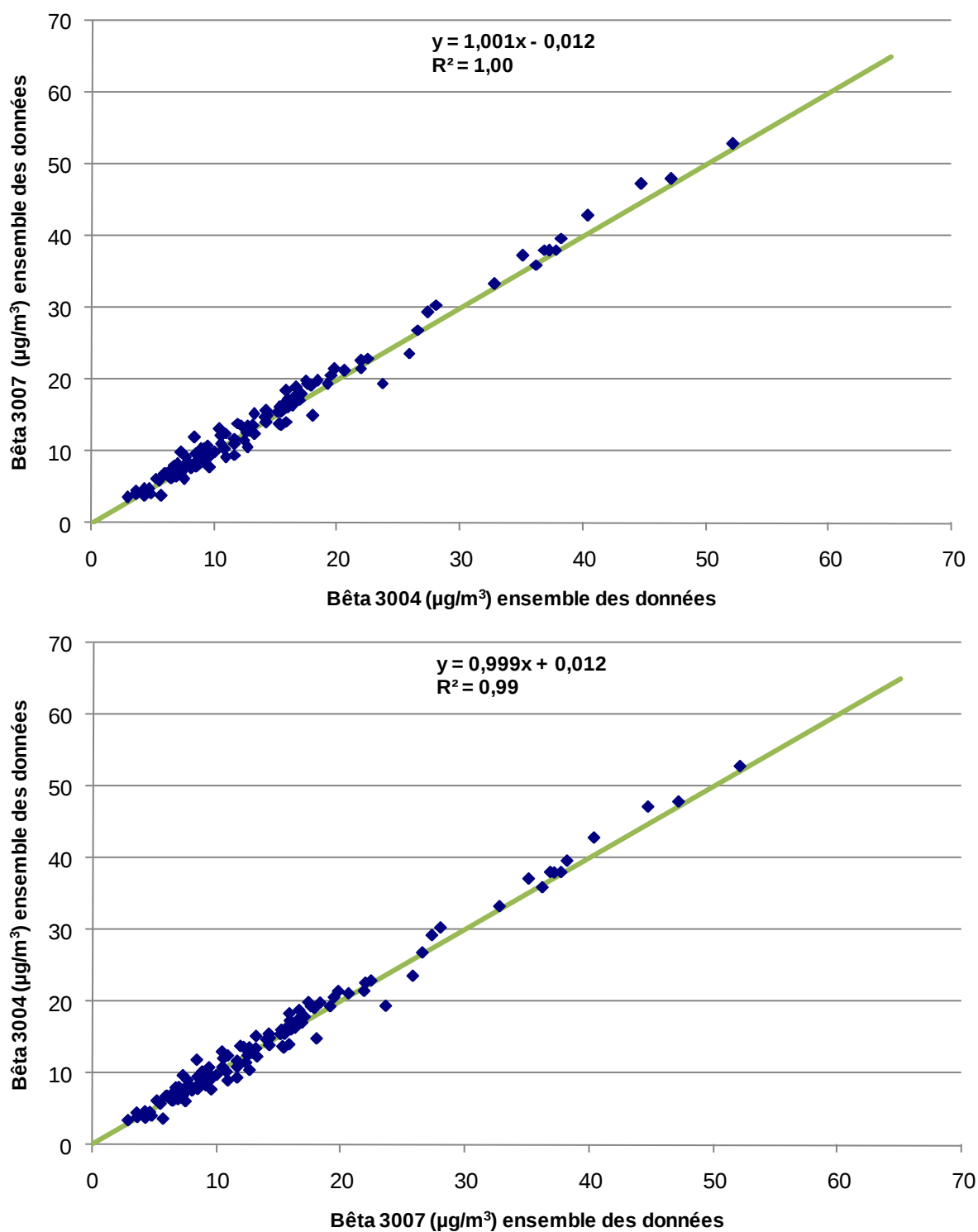
Une exploitation initiale des résultats a été réalisée en utilisant des indicateurs statistiques usuels comme la moyenne, l'écart-type, les extrêmes et l'intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 7 : Bilan statistique de la campagne de mesures comparatives entre jauges bêta et la méthode de référence Leckel sur le site de Metz-Centre

Caractéristique	Campagne Hiver			Campagne Eté		
	Leckel	Bêta 3004	Bêta 3007	Leckel	Bêta 3004	Bêta 3007
Nombre de mesures effectuées	62	62	62	60	60	60
Nombre de mesures retenues	60	60	60	54	54	54
Moyenne ($\mu g.m^{-3}$)	26,6	27,1	27,2	8,2	9,0	9,0
Ecart type ($\mu g.m^{-3}$)	14,5	14,0	14,0	3,2	3,5	3,4
Maximum ($\mu g.m^{-3}$)	72	65	63	18	20	18
Minimum ($\mu g.m^{-3}$)	7	8	8	3	4	3
Intervalle de confiance (95%)	3,7	3,5	3,5	0,8	0,9	0,9

La figure suivante permet de montrer la répétabilité des méthodes candidates pendant les campagnes de mesure sur le site de Metz Centre.

Figure 9 : Répétabilité des méthodes candidates sur le site de Metz Centre pendant les campagnes de mesure



Ces graphiques permettent de mettre en évidence une excellente répétabilité des deux jauges Bêta sur les deux campagnes de mesure.

Commentaires sur la première campagne de mesure :

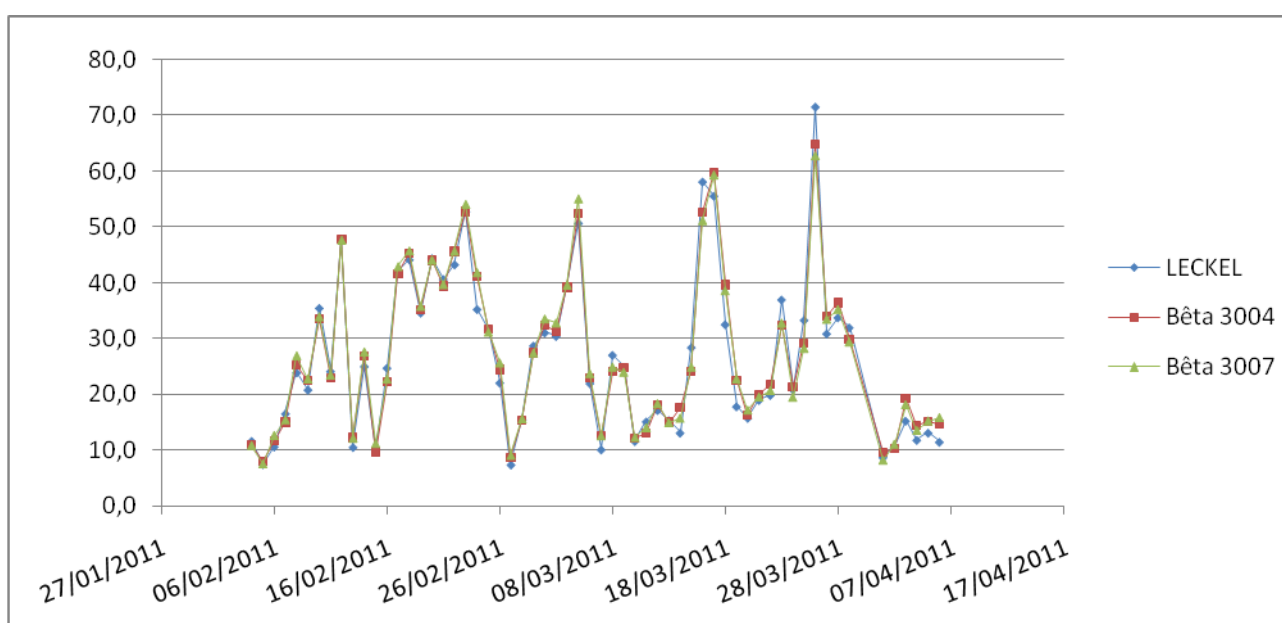
Lors de la première campagne de mesure, après élimination de 2 trios de mesure suite à des raisons techniques, 60 mesures ont été retenues.

Pour la démonstration de l'équivalence de la jauge bêta pour la campagne hivernale, l'exigence d'au minimum 40 trios de données (méthode candidate dupliquée et méthode de référence) validés est respectée.

Une interprétation statistique usuelle basée sur l'intervalle de confiance à 95% sur la moyenne de la campagne montre une cohérence dans les résultats. En effet, la méthode de référence montre une moyenne de $26,6 \pm 3,7 \mu\text{g.m}^{-3}$ alors que les jauges Bêta dupliquées donnent $27,1 \pm 3,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour la jauge bêta 3004 et $27,2 \pm 3,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour la jauge bêta 3007.

La figure ci-dessous présente le suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $\text{PM}_{2,5}$ lors de la première campagne de mesure sur le site de Metz Centre.

Figure 10 : Suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $\text{PM}_{2,5}$ sur le site de Metz Centre lors de la première campagne de mesure



Commentaires sur la deuxième campagne de mesure :

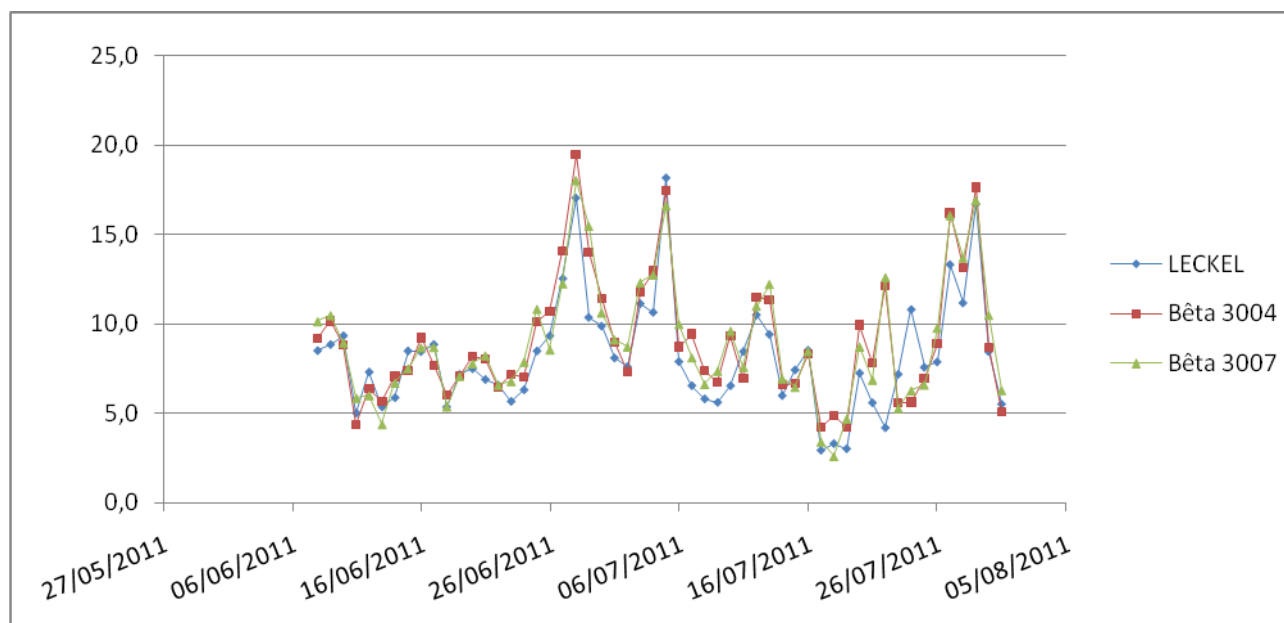
Lors de la deuxième campagne de mesure, 54 mesures ont été validées sur les 60 mesures effectuées.

Pour la démonstration de l'équivalence de la jauge bêta pour la campagne estivale, l'exigence d'au minimum 40 trios de données (méthode candidate dupliquée et méthode de référence) est respectée.

Une interprétation statistique usuelle basée sur l'intervalle de confiance à 95% sur la moyenne de la campagne montre une cohérence dans les résultats. En effet, la méthode de référence montre une moyenne de $8,2 \pm 0,8 \mu\text{g.m}^{-3}$ alors que les jauges Bêta dupliquées donnent respectivement $9,0 \pm 0,9 \mu\text{g.m}^{-3}$

La figure ci-dessous présente le suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $\text{PM}_{2,5}$ lors de la deuxième campagne de mesure sur le site de Metz Centre.

Figure 11 : Suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $PM_{2,5}$ sur le site de Metz Centre lors de la deuxième campagne de mesure



5.1.2 Site de Port Saint Louis

Les mesures de l'ensemble des appareils sur le site pour la campagne de Port-Saint-Louis ont couvert la période du 5 février au 7 avril 2011 et du 8 juin au 6 août 2011. Elles permettent de couvrir une période suffisamment longue de manière à prendre en compte des fluctuations des paramètres météorologiques et cerner éventuellement des épisodes de forte pollution particulaire. Les principaux résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 8 ci-dessous.

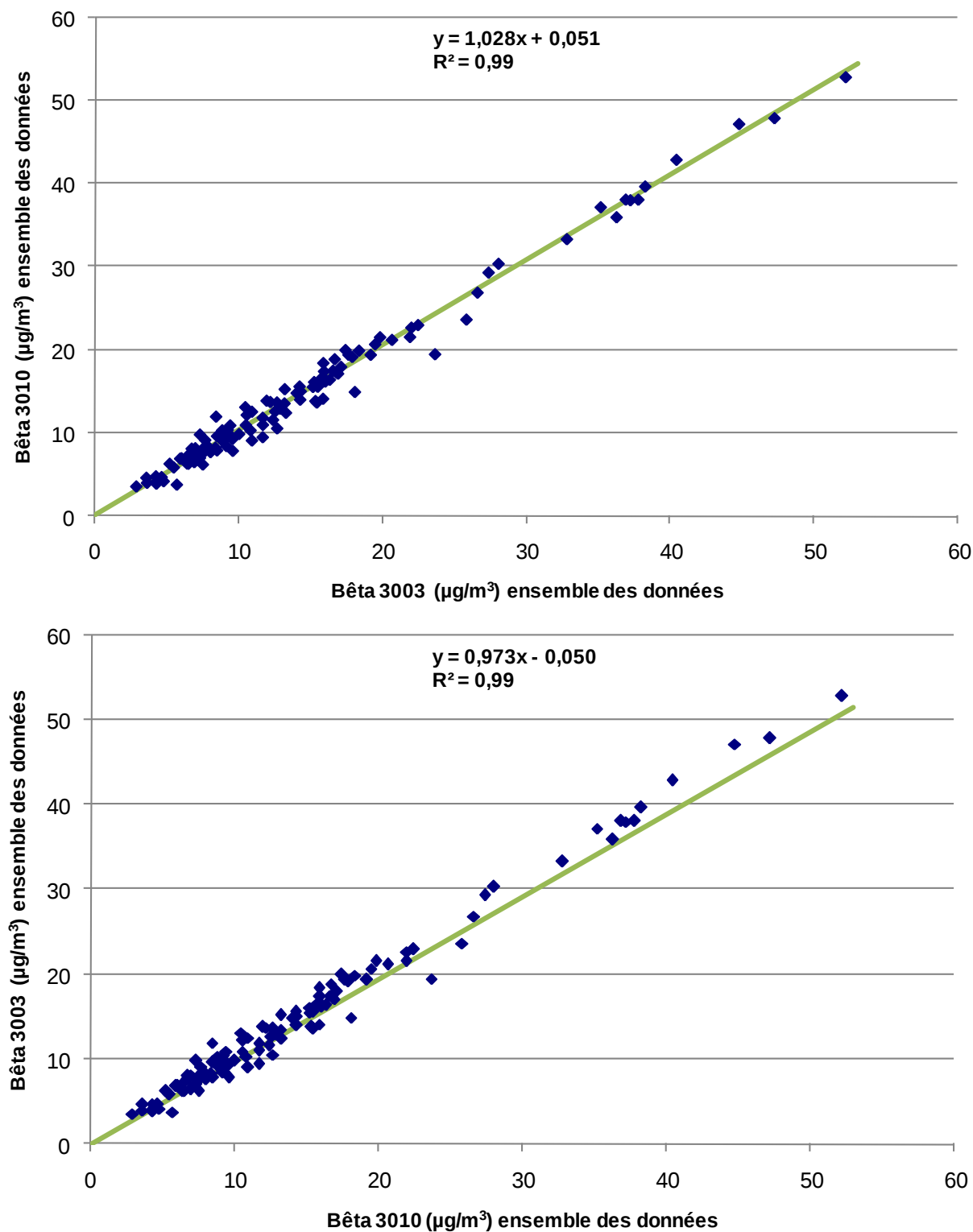
Une exploitation initiale des résultats a été réalisée en utilisant des indicateurs statistiques usuels comme la moyenne, l'écart-type, les extrêmes et l'intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 8 : Bilan statistique de la campagne de mesures comparatives entre jauges bêta et la méthode de référence Leckel, sur le site de Port Saint Louis

Caractéristique	Campagne Hiver			Campagne Été		
	Leckel	Bêta 3003	Bêta 3010	Leckel	Bêta 3003	Bêta 3010
Nombre de mesures effectuées	62	62	62	60	60	60
Nombre de mesures retenues	60	60	60	55	55	55
Moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	17,8	17,9	18,7	10,4	11,2	11,3
Ecart type ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	13,9	12,0	12,3	5,3	5,6	5,5
Maximum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	56	52	53	24	28	30
Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	2	4	4	3	3	4
Intervalle de confiance (95%)	3,5	3,0	3,1	1,4	1,5	1,6

La figure suivante permet de montrer la répétabilité des méthodes candidates pendant les campagnes de mesure sur le site de Port-Saint-Louis.

Figure 12 : Répétabilité des méthodes candidates sur le site de Port Saint Louis pendant les campagnes de mesure



Comme pour Metz Centre, ces graphiques permettent de mettre en évidence une très bonne répétabilité des deux jauges Bêta sur les deux campagnes de mesure.

Commentaires sur la première campagne de mesure :

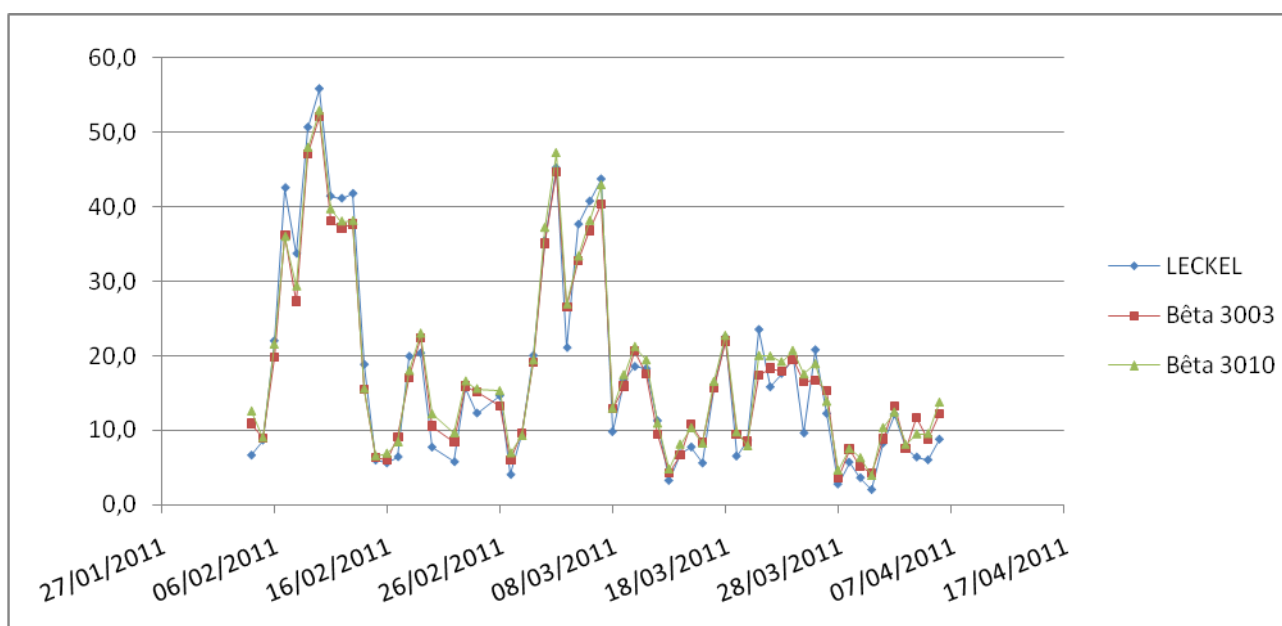
Lors de la première campagne de mesure, après élimination de 2 trios de valeurs pour raisons techniques, 60 mesures ont été obtenues.

Pour la démonstration de l'équivalence de la jauge bêta pour la campagne hivernale, l'exigence d'au minimum 40 trios de données (méthode candidate dupliquée et méthode de référence) est respectée.

Une interprétation statistique basique basée sur l'intervalle de confiance à 95% sur la moyenne de la campagne montre une cohérence dans les résultats. En effet, la méthode de référence montre une moyenne de $17,8 \pm 3,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ alors que les jauges Bêta dupliquées donnent respectivement $17,9 \pm 3,0 \mu\text{g.m}^{-3}$ et $18,7 \pm 3,1 \mu\text{g.m}^{-3}$.

La figure ci-dessous présente le suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $\text{PM}_{2,5}$ lors de la première campagne de mesure sur le site de Port Saint-Louis.

Figure 13 : Suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $\text{PM}_{2,5}$ sur le site de Port Saint-Louis lors de la première campagne de mesure



Pendant la campagne de mesure hivernale, la répétabilité entre les deux méthodes candidates est très bonne.

Commentaires sur la deuxième campagne de mesure :

Lors de la deuxième campagne de mesure, 55 mesures ont été validées sur les 60 mesures effectuées.

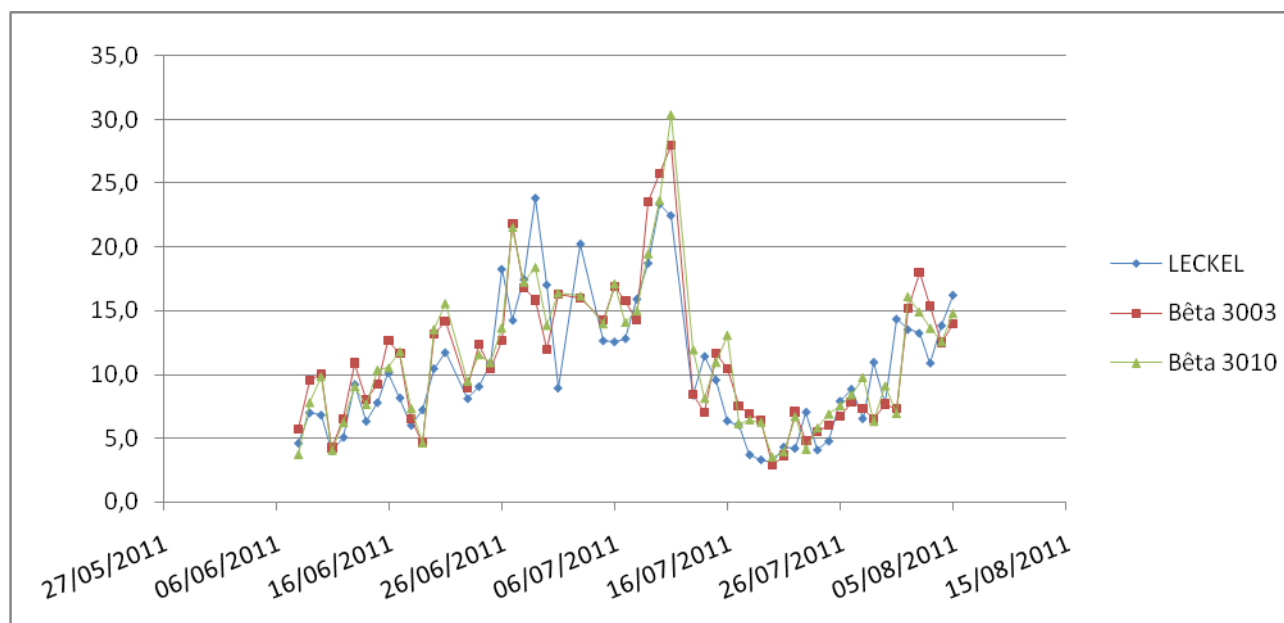
Pour la démonstration de l'équivalence de la jauge bêta pour la campagne estivale, l'exigence d'au minimum 40 trios de données (méthode candidate dupliquée et méthode de référence) validées est remplie.

Après élimination de 5 couples de mesure invalidées pour des raisons techniques, notamment une activité humaine non appropriée à proximité des appareils ayant entraîné des artefacts de mesure, 55 trios de données ont été retenues pour les jauges Bêta et le Leckel.

Une interprétation statistique basique basée sur l'intervalle de confiance à 95% sur la moyenne de la campagne montre une cohérence dans les résultats. En effet, la méthode de référence montre une moyenne de $10,4 \pm 1,4 \mu\text{g.m}^{-3}$ alors que les jauges Bêta dupliquées donnent respectivement $11,2 \pm 1,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ et $11,3 \pm 1,4 \mu\text{g.m}^{-3}$.

La figure ci-dessous présente le suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $\text{PM}_{2,5}$ lors de la deuxième campagne de mesure sur le site de Port Saint-Louis.

Figure 14 : Suivi chronologique des mesures de poussières en suspension $PM_{2,5}$ sur le site de Port Saint-Louis lors de la deuxième campagne de mesure



5.2 RESULTATS SUR L'ENSEMBLE DES DONNEES

NOTE : Le guide pour la démonstration d'équivalence indique en page 8 que l'incertitude élargie (en tant qu'Objectif de Qualité des Données) doit être évaluée dans la région de la valeur limite pour le polluant considéré, soit pour les $PM_{2,5}$ dans la région des $30\mu g.m^{-3}$. Or les niveaux moyens de pollution lors de certaines campagnes ont été très faibles (ex : campagne hivernale : $\approx 8 \mu g.m^{-3}$ pour Metz et $\approx 10 \mu g.m^{-3}$ pour Port St Louis). Donc même si le critère du nombre de valeurs $\geq 18 \mu g.m^{-3}$ est globalement respecté, les valeurs en italique dans les cellules grisées des tableaux de résultats suivants sont tributaires de la faiblesse des teneurs observées.

5.2.1 Présentation des résultats bruts

Les résultats de la compilation de l'ensemble des données sont présentés dans le tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9 : Résultats de la compilation des données

Compilation des données	30,1 % de données $\geq 18 \mu g.m^{-3}$	Régression Orthogonale				Répétabilité intraméthode	
	Wcm (%)	n	R ²	Pente (b) +/- u(b)	Ordonnée à l'origine (a) +/- u(a)	Référence	Candidat
Toutes les données	16,0	229	0,96	0,946 +/- 0,013	1,515 +/- 0,262	2	0,67
$\geq 18 \mu g.m^{-3}$	20,9	69	0,93	0,976 +/- 0,032	0,149 +/- 1,098	2	0,9

Etant donné que la mesure de référence n'a pas été doublée sur chaque site de mesure, la valeur haute de l'exigence du document « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January 2010) » a été prise en compte pour effectuer la répétabilité intra méthode.

Les figures suivantes illustrent la régression linéaire orthogonale que préconise le document européen. Cette régression est appliquée aux valeurs de la méthode candidate (CM) par rapport à la méthode de référence (RM) pour la compilation des données retenues pour chaque site de mesures.

Figure 15 : Régression Linéaire Orthogonale de la compilation de l'ensemble des données moyennes de la méthode candidate et la méthode de référence

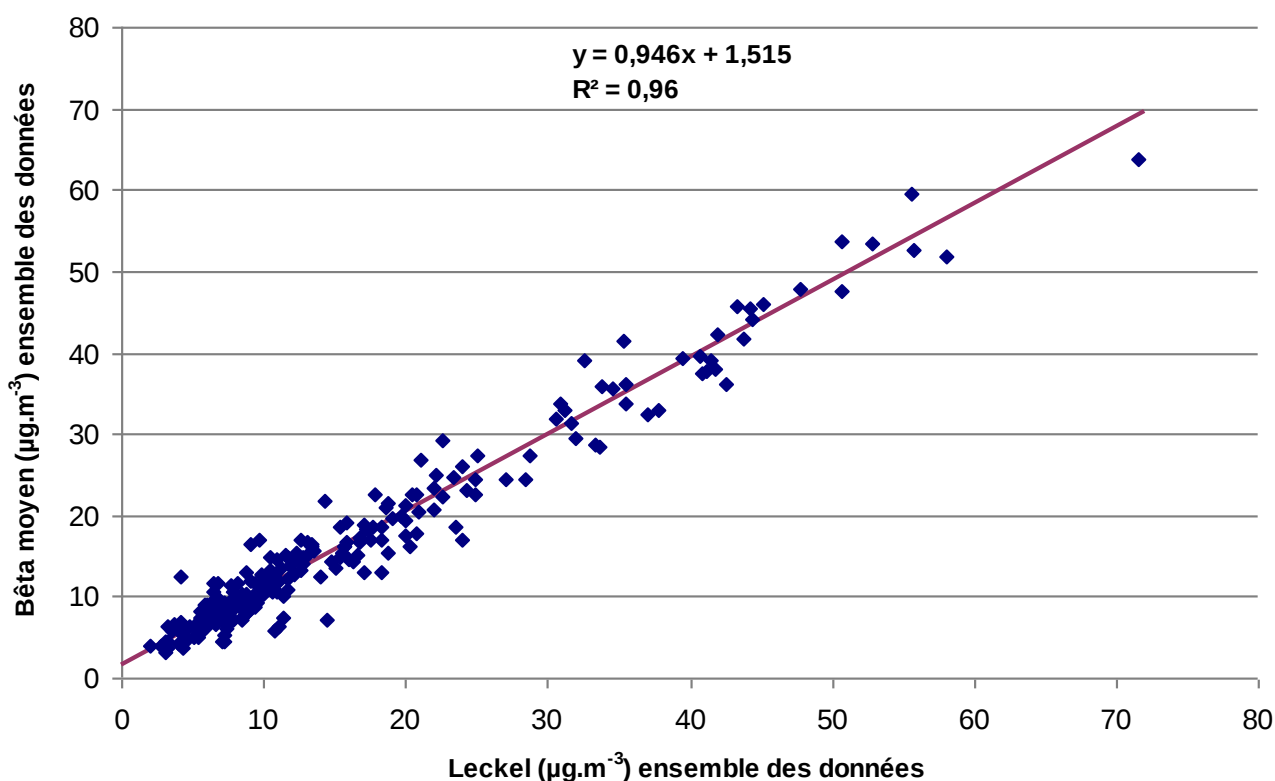
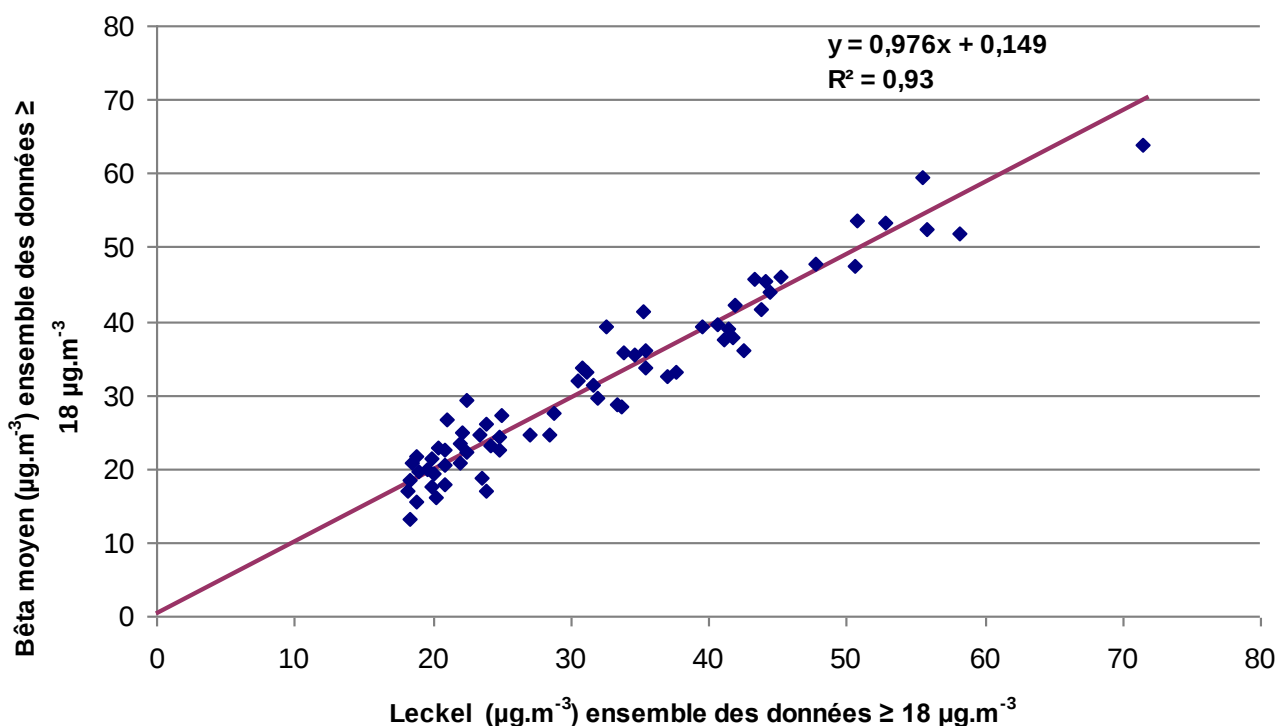


Figure 16 : Régression Linéaire Orthogonale de la compilation de l'ensemble des données moyennes supérieures ou égales à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la méthode candidate et la méthode de référence



Commentaires :

Sur l'ensemble des données, le critère des 20% de données supérieures au seuil supérieur d'évaluation (70% de la valeur limite annuelle de $25 \mu\text{g.m}^{-3}$), soit $18 \mu\text{g.m}^{-3}$, est respecté.

La répétabilité intra méthode de l'appareil candidat est bonne car inférieure au seuil de $2,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ que ce soit sur l'ensemble de la compilation des données que sur les données supérieures ou égal à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Sur l'ensemble des données ainsi que sur les données supérieures ou égales à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$, le modèle MP 101M, dans la configuration étudiée, respecte l'objectif de qualité des données pour la mesure des $\text{PM}_{2,5}$, tel que spécifié dans la Directive : Incertitude élargie $\leq 25\%$ à la Valeur Limite Annuelle prise à $30 \mu\text{g.m}^{-3}$. Cependant la pente (b) et l'ordonnée à l'origine (a) sont jugées « significatives » selon le traitement statistique donné dans le guide, la faiblesse des niveaux durant la campagne pouvant expliquer ce constat (voir note p.22).

Sur la base de ces constatations, bien que facultative selon le document européen, une fonction de correction a été appliquée à l'ensemble des données de la méthode candidate a été effectué selon la formule du guide:

$$y_{i,cal} = \frac{y_i - a}{b} \text{ soit } y_{i,cal} = \frac{y_i - 1,515}{0,946}$$

Remarque : l'application de la fonction de correction sera une exigence de la Spécification Technique du CEN "Air ambiant - Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM_{10} ; $\text{PM}_{2,5}$)" dont la parution est prévue pour fin 2012-début 2013.

Après application de cette fonction de correction des données une nouvelle régression linéaire orthogonale pour calculer u^2_{CRcal} selon la formule suivante est réalisée :

$$u^2_{CRcal} = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[(d-1) x_i^2 + x_i^2 \cdot u^2(c) + u^2(c) \right]$$

5.2.2 Résultats après application de la fonction de correction

Les résultats après application de la fonction de correction (spécifique aux essais effectués) sur l'ensemble des données sont présentés dans le tableau 10 ci-dessous.

Tableau 10 : Résultats de la compilation de l'ensemble des données après la calibration

Compilation des données	30,1 % de données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$	Régression Orthogonale						Répétabilité intraméthode	
	Wcm (%)	n	R ²	Pente (d) +/- u(d)		Ordonnée à l'origine (c) +/- u(c)		Référence	Candidat
Toutes les données	17,3	229	0,96	1,001	+/- 0,013	-0,019	+/- 0,277	2	0,74
$\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$	24,3	69	0,93	1,034	+/- 0,034	-1,514	+/- 1,161	2	1,00

Etant donné que la mesure de référence n'a pas été dupliquée sur chaque site de mesure, la valeur seuil de l'exigence du document « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January 2010) » a été utilisée pour déterminer la répétabilité intraméthode.

Les figures suivantes illustrent la régression linéaire orthogonale que préconise le document européen après application de la fonction de correction. Cette régression est appliquée aux valeurs de la méthode candidate (CM) par rapport à la méthode de référence (RM) pour la compilation des données retenues pour chaque site de mesures après la correction des données.

Figure 17 : Régression Linéaire Orthogonale de la compilation de l'ensemble des données moyennes de la méthode candidate et de la méthode de référence après application de la fonction de correction

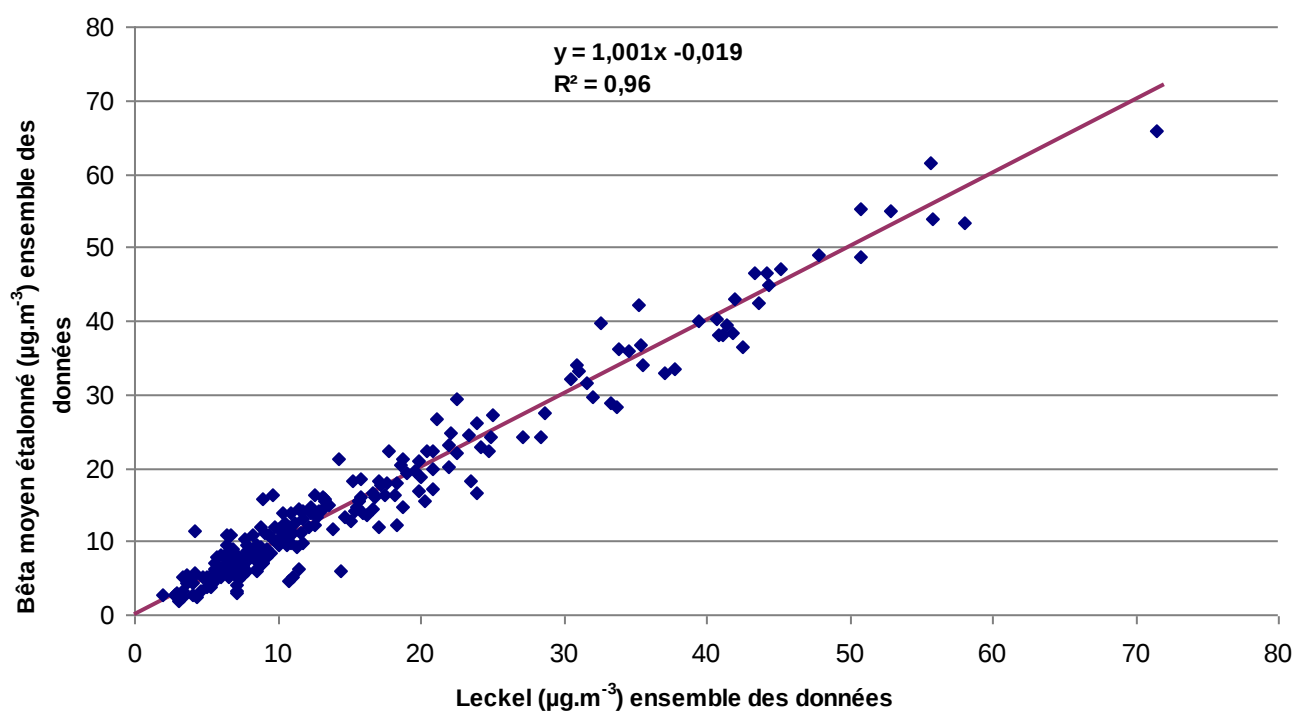
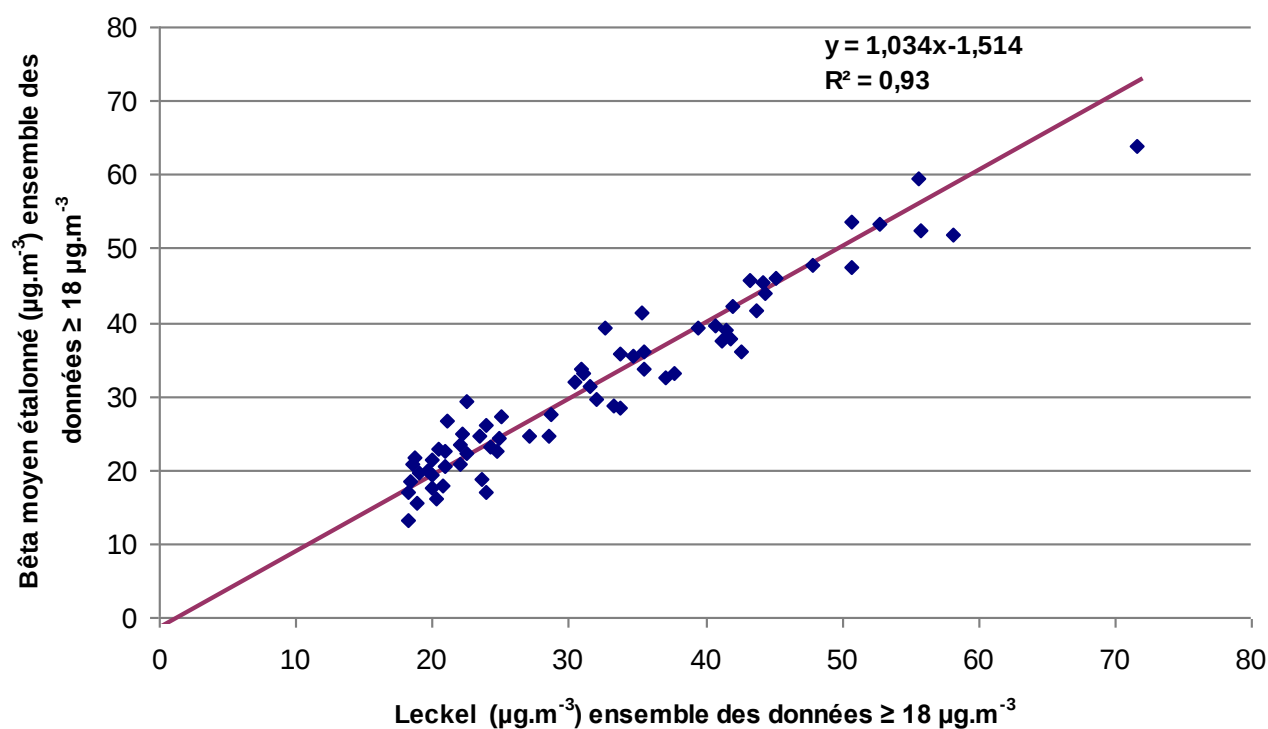


Figure 18 : Régression Linéaire Orthogonale de la compilation de l'ensemble des données moyennes supérieures à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la méthode candidate et de la méthode de référence après application de la fonction de correction



Commentaires :

Bien que l'application d'une fonction de correction sur la compilation des données soit facultative selon le Document européen, celle-ci permet de respecter la totalité des exigences du « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January 2010) »

Sur l'ensemble des données étalonnées, le critère des 20% de données supérieures au seuil supérieur d'évaluation (70% de la valeur limite annuelle de $25 \mu\text{g.m}^{-3}$), soit $18 \mu\text{g.m}^{-3}$, est respecté.

La répétabilité intra méthode de l'appareil candidat est bonne car inférieure au seuil de $2,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ que ce soit sur l'ensemble de la compilation des données étalonnées que sur les données étalonnées supérieures ou égales à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Sur l'ensemble des données étalonnées ainsi que sur les données étalonnées supérieures ou égales à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$, le modèle MP 101M-Nouvelle génération, **dans la configuration étudiée**, respecte l'objectif de qualité des données pour la mesure des $\text{PM}_{2,5}$, tel que spécifié dans la Directive : Incertitude élargie $\leq 25\%$ à la Valeur Limite Journalière prise à $30 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Après application de la fonction de correction, les nouveaux coefficients de la pente (d) et de l'ordonnée à l'origine (c) sont jugées « non significatives » selon le traitement statistique préconisé par le guide.

Après ajustement des données de la méthode candidate, la technique du MP 101M-Nouvelle génération, **dans la configuration étudiée**, respecte l'ensemble des exigences du document « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January 2010) » que ce soit pour l'ensemble des données ou pour les données supérieures à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$.

5.3 RESULTATS DES MESURES SUR LE SITE DE METZ-CENTRE

5.3.1 Jauge Bêta 3004

Les résultats de la compilation de l'ensemble des données sont présentés dans le tableau 11 ci-dessous.

Tableau 11 : Résultats de la jauge Bêta 3004

Metz-Centre Bêta 3004		Régression Orthogonale							
		n	R²	Pente (b) +/- u(b)		Ordonnée à l'origine (a) +/- u(a)		Wcm (%)	% données ≥ 18 µg.m ⁻³
Ensemble des données	Toutes les données	114	0,98	0,974	+/- 0,015	1,135	+/- 0,331	13,9	34
	≥ 18 µg.m ⁻³	39	0,94	0,970	+/- 0,038	1,116	+/- 1,366	18,4	
Hiver	Toutes les données	60	0,97	0,962	+/- 0,023	1,495	+/- 0,681	16,2	63
	≥ 18 µg.m ⁻³	38	0,94	0,966	+/- 0,039	1,290	+/- 1,425	18,5	
Eté	Toutes les données	54	0,75	1,120	+/- 0,077	-0,130	+/- 0,674	11,5	4
	≥ 18 µg.m ⁻³	Pas assez de valeurs > 18 µg.m ⁻³ pour effectuer les calculs							

Les figures suivantes illustrent la régression linéaire orthogonale que préconise le document européen. Cette régression est appliquée aux valeurs de la méthode candidate (CM) par rapport à la méthode de référence (RM) pour l'ensemble des données et les données supérieures ou égales à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour chaque saisonnalité.

Figure 19 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données de la jauge Bêta 3004 avec la méthode de référence

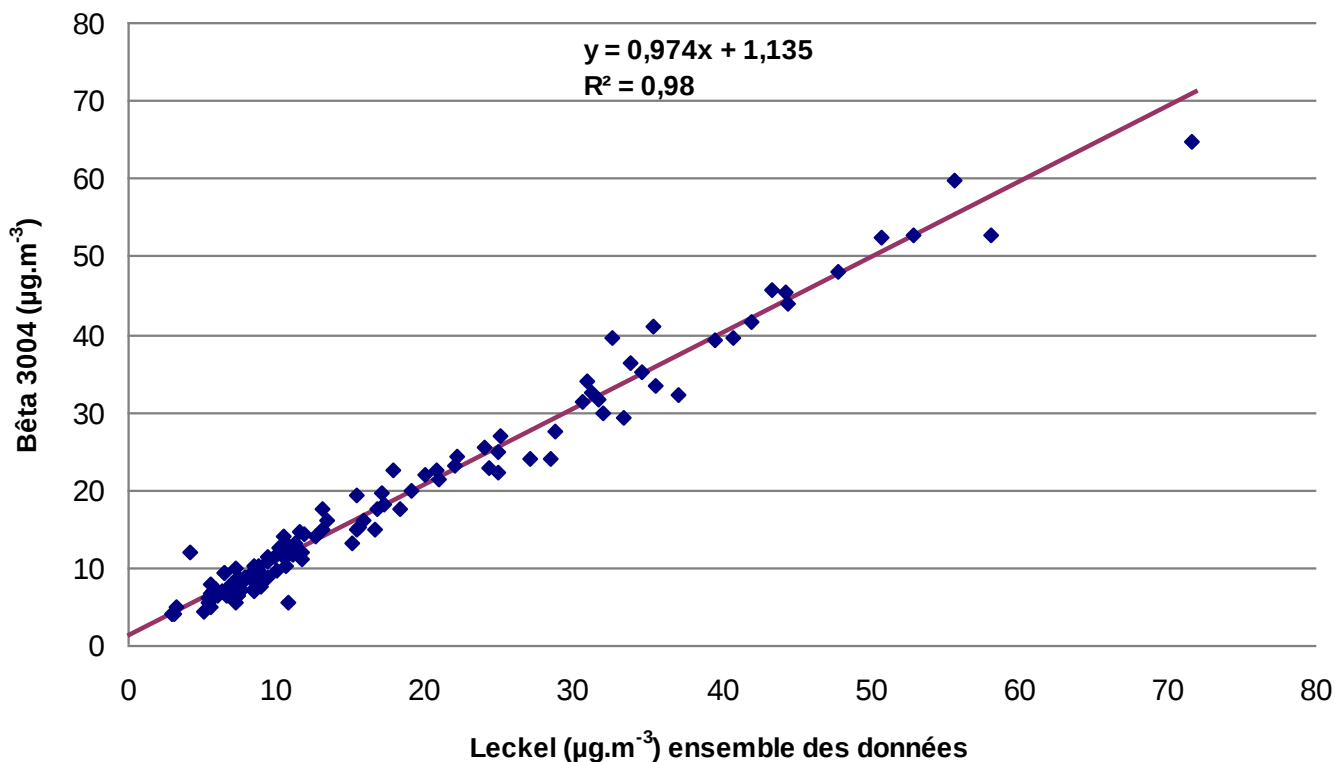


Figure 20 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la jauge Bêta 3004 avec la méthode de référence

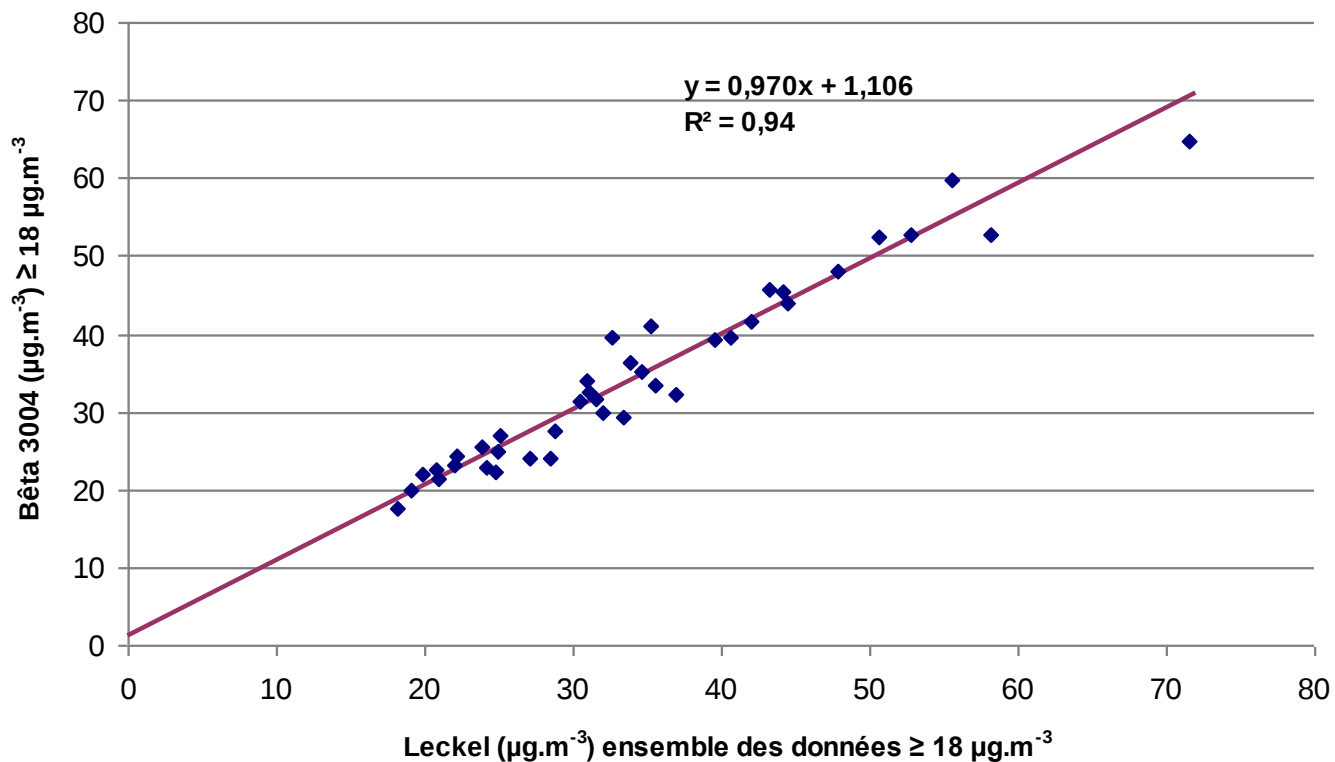


Figure 21 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3004 avec la méthode de référence

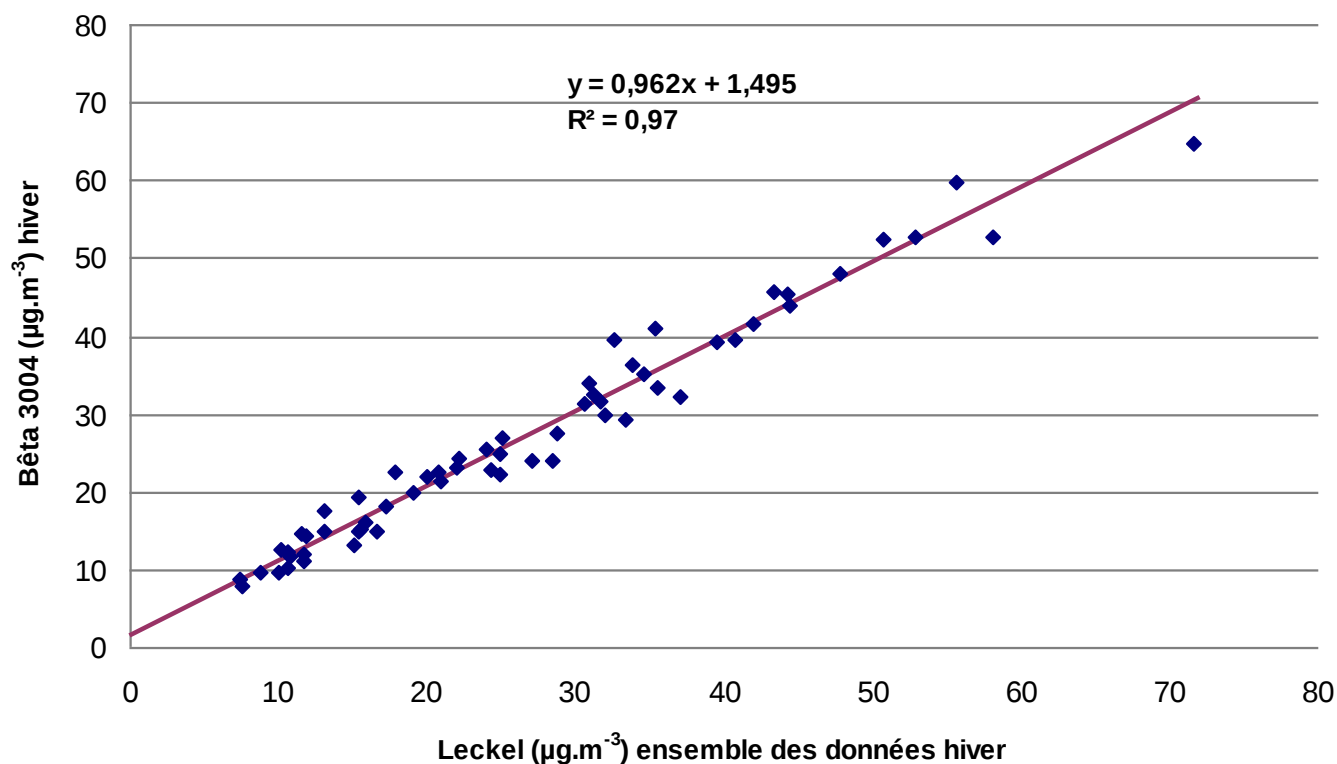


Figure 22 : Régression Linéaire Orthogonale des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3004 avec la méthode de référence

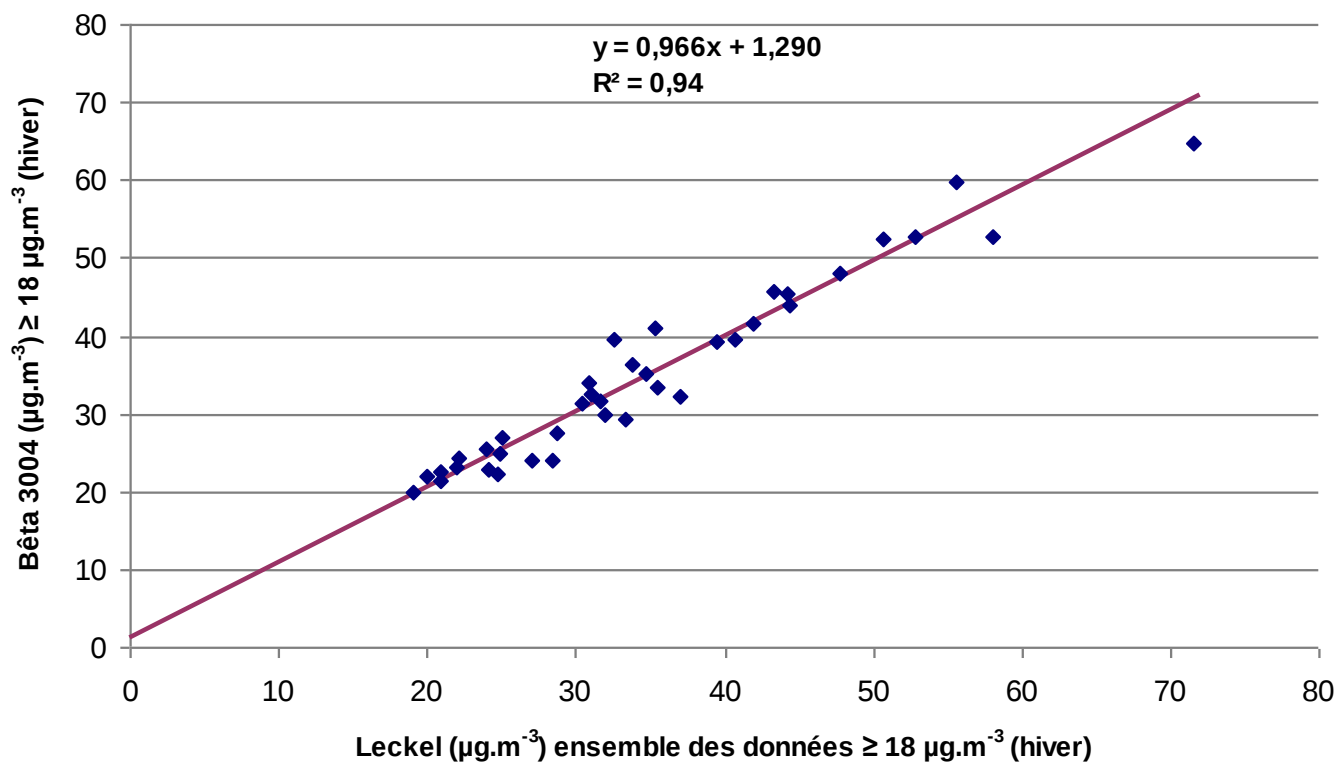
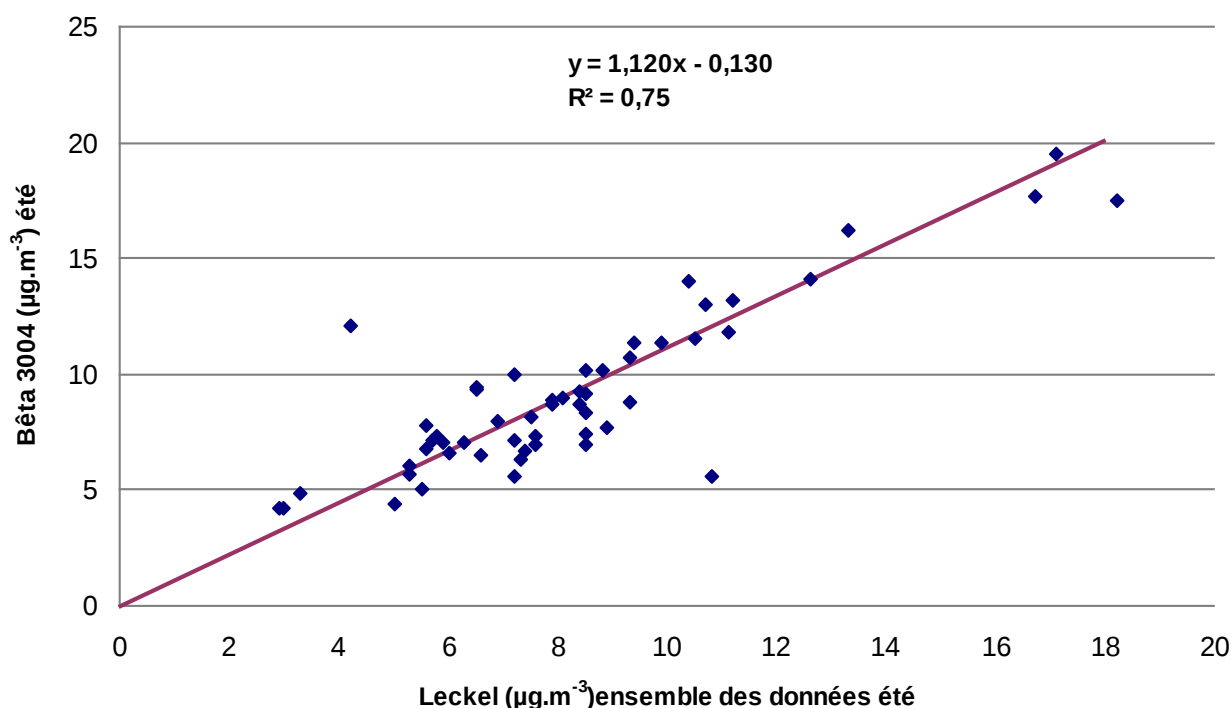


Figure 23 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne estivale de la jauge Bêta 3004 avec la méthode de référence



Commentaires :

La jauge Bêta 3004 située sur le site de Metz respecte l'ensemble des exigences du document « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January 2010) » pour les données supérieures ou égales à 18 µg.m⁻³. Sur l'ensemble des données suite à la compilation des deux campagnes, l'Objectif de Qualité des Données est respectée mais la pente et l'ordonnée à l'origine sont jugées significatives. Là encore, la faiblesse des niveaux durant la campagne peuvent expliquer ce constat (cf note p. 22).

Pour la campagne été, compte tenu du nombre important de données inférieures à 18 µg.m⁻³, aucune régression linéaire orthogonale n'a pu être effectuée pour les données supérieures ou égales à 18 µg.m⁻³.

5.3.2 Jauge Bêta 3007

Les résultats de la compilation de l'ensemble des données sont présentés dans le tableau 12 ci-dessous.

Tableau 12 : Résultats de la jauge Bêta 3007

Metz-Centre Béta 3007		Régression Orthogonale									
		n	R²	Pente (b) +/- u(b)		Ordonnée à l'origine (a) +/- u(a)		Wcm (%)	% données ≥ 18 µg.m ⁻³		
Ensemble des données	Toutes les données	114	0,97	0,975	+/-	0,015	1,125	+/-	0,351	14,8	34
	≥ 18 µg.m ⁻³	39	0,93	0,971	+/-	0,042	1,112	+/-	1,522	20,6	
Hiver	Toutes les données	60	0,96	0,963	+/-	0,024	1,524	+/-	0,729	17,4	67
	≥ 18 µg.m ⁻³	38	0,93	0,964	+/-	0,043	1,429	+/-	1,579	20,7	
Eté	Toutes les données	54	0,72	1,099	+/-	0,080	0,016	+/-	0,701	12,1	4
	≥ 18 µg.m ⁻³	Pas assez de valeurs ≥ 18 µg.m ⁻³ pour effectuer les calculs									

Les figures suivantes illustrent la régression linéaire orthogonale que préconise le document européen. Cette régression est appliquée aux valeurs de la méthode candidate (CM) par rapport à la méthode de référence (RM) pour l'ensemble des données et les données supérieures ou égales à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour chaque saisonnalité.

Figure 24 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données de la jauge Bêta 3007 avec la méthode de référence

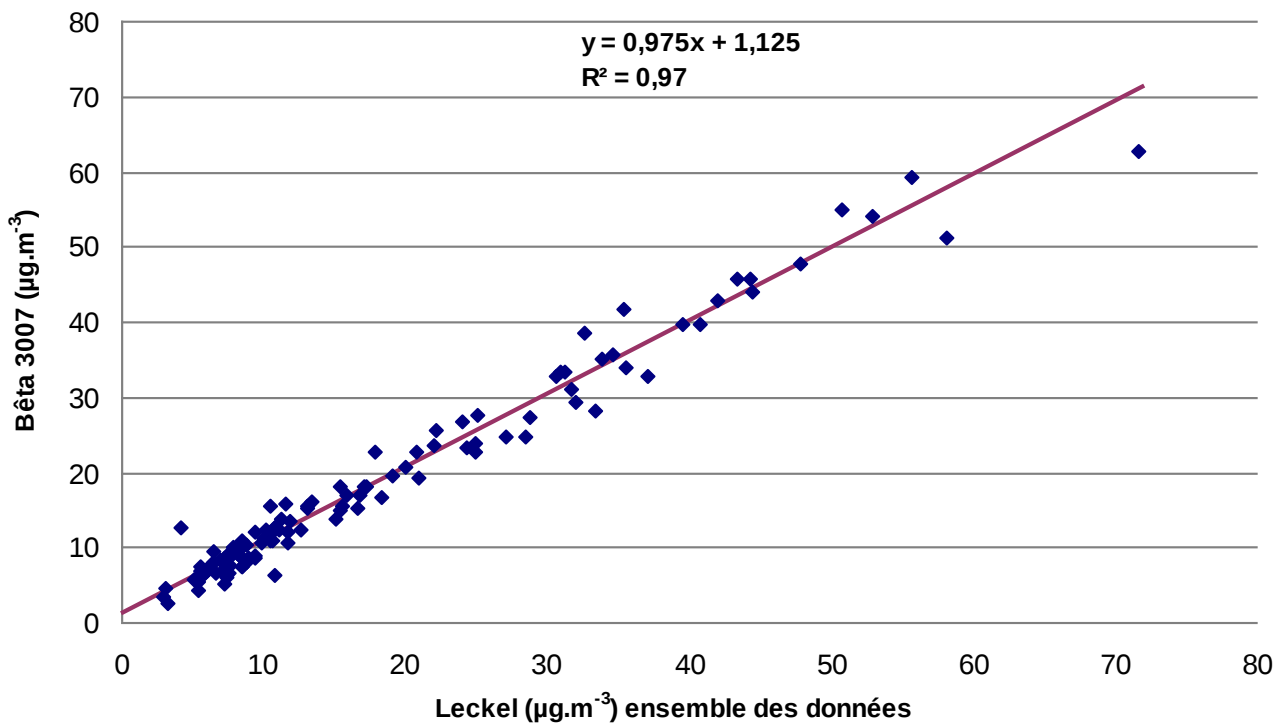


Figure 25 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la jauge Bêta 3007 avec la méthode de référence

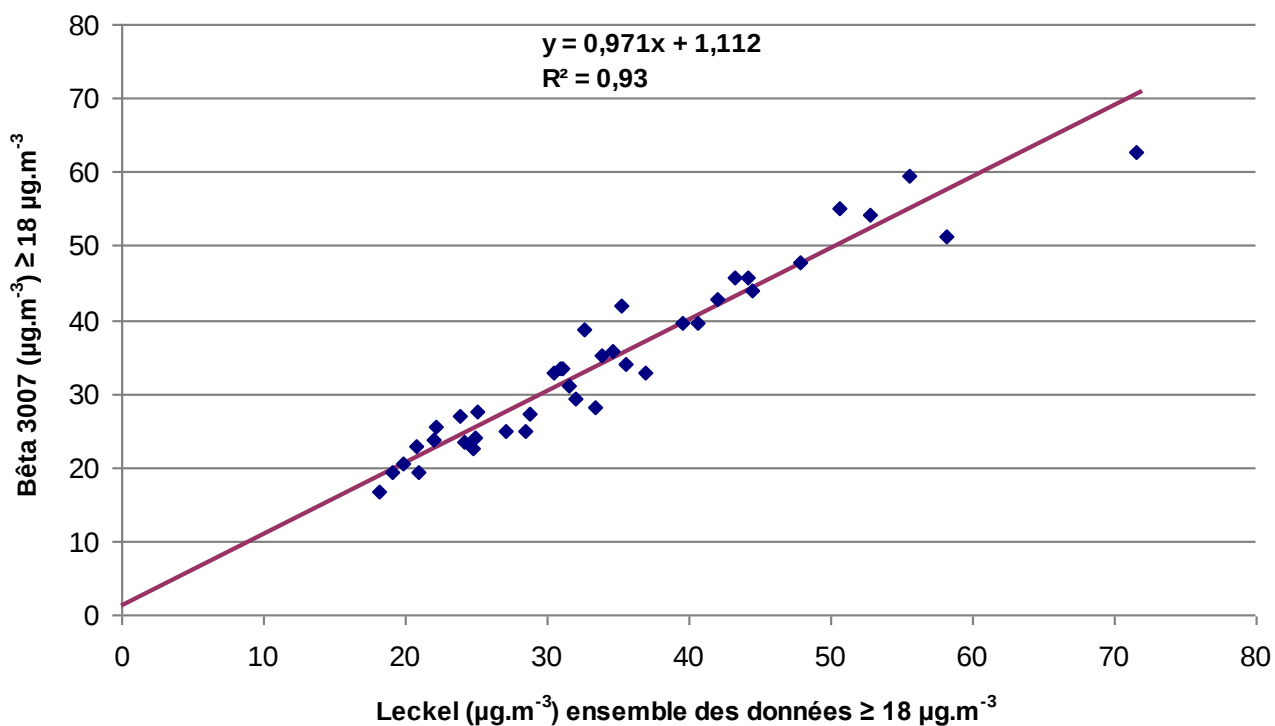


Figure 26 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3007 avec la méthode de référence

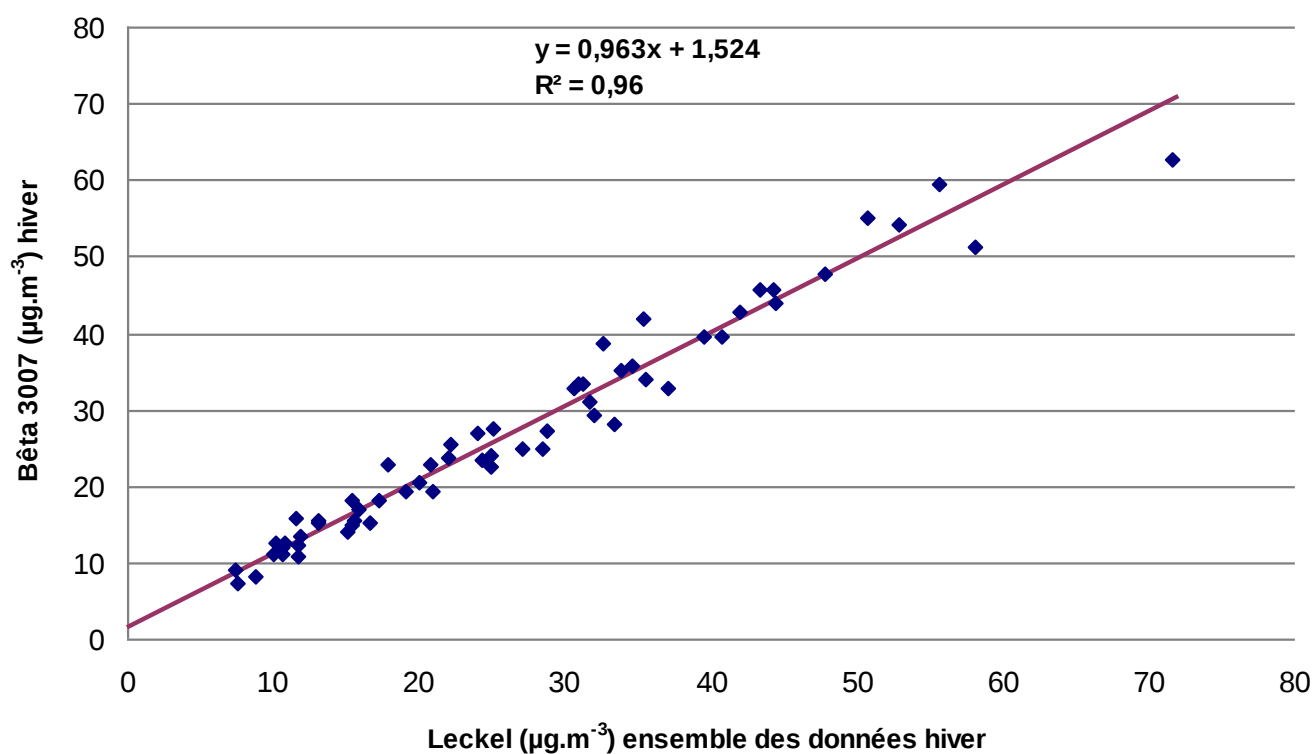


Figure 27 : Régression Linéaire Orthogonale des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3007 avec la méthode de référence

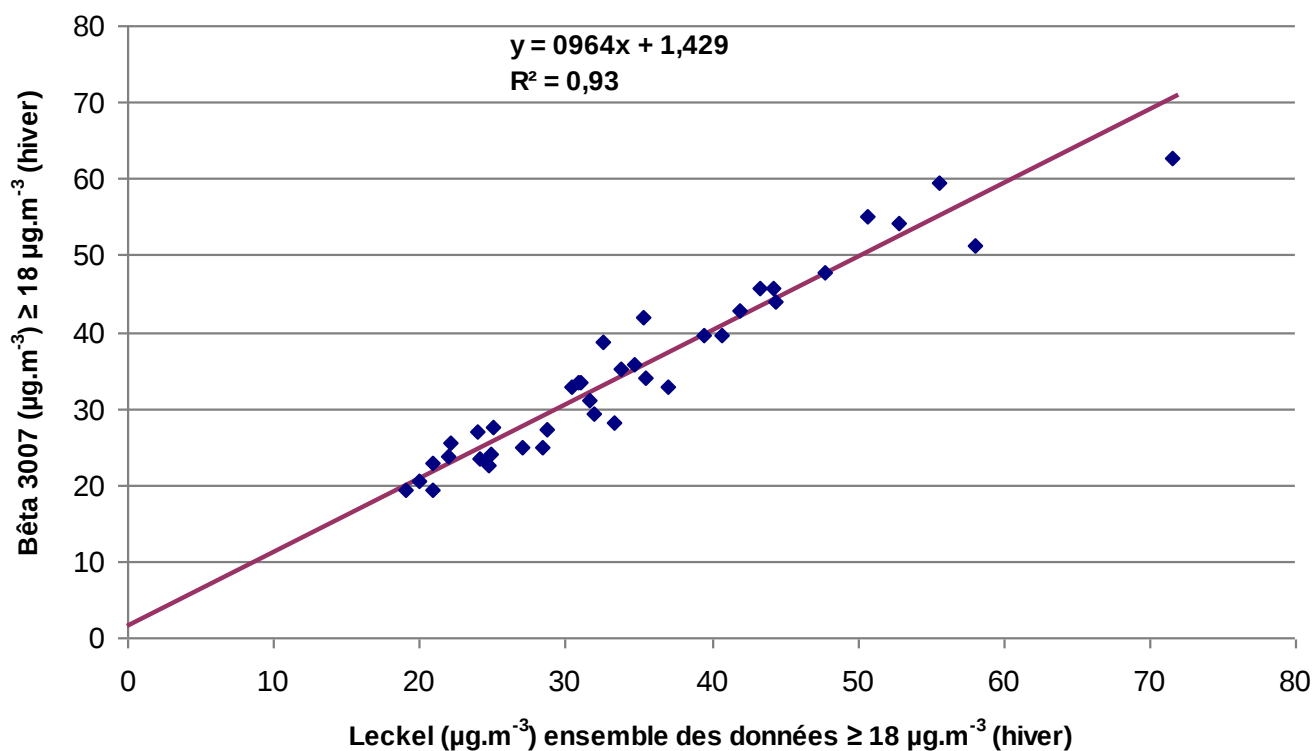
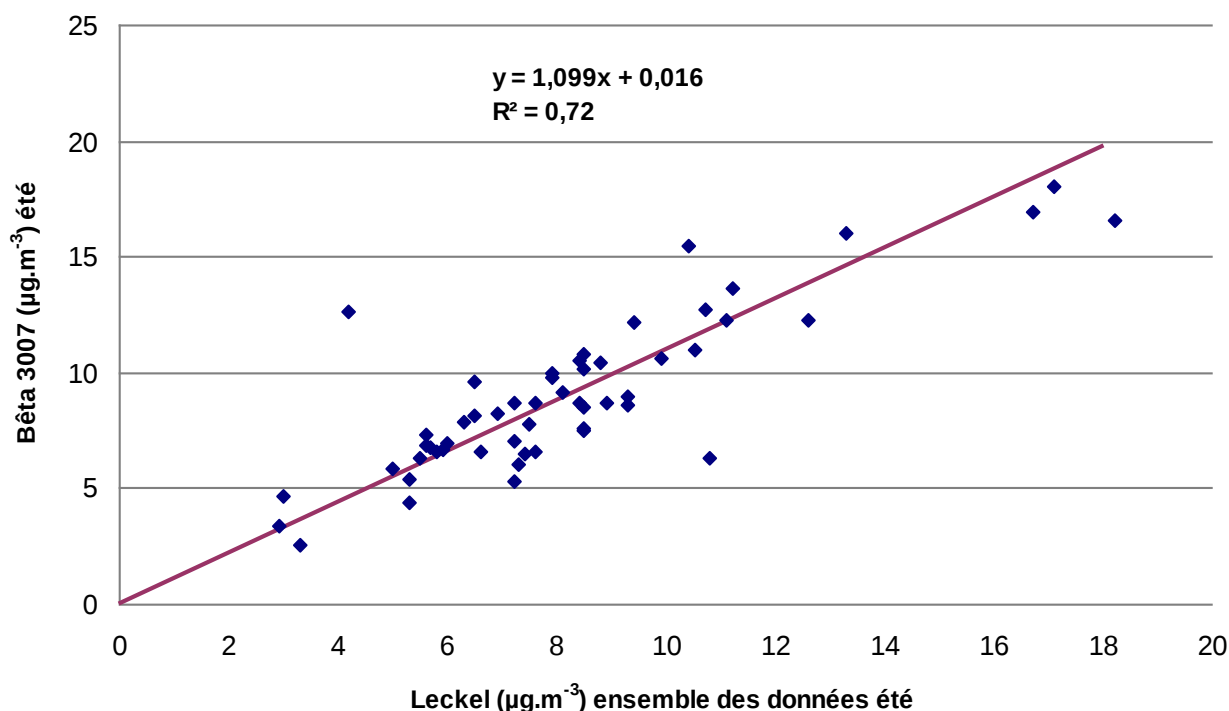


Figure 28 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne estivale de la jauge Bêta 3007 avec la méthode de référence



Commentaires :

Comme pour la jauge Bêta 3004 située elle aussi sur le site de Metz, la jauge Bêta 3007 respecte l'ensemble des exigences du document « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January 2010) » pour les données supérieures ou égales à 18 µg.m⁻³. Mais elle présente une anomalie au niveau de la régression sur l'ensemble des données agrégées des deux campagnes et de celle d'hiver, notamment sur l'ordonnée à l'origine (cf note p. 22).

Pour les valeurs supérieures ou égales à 18 µg.m⁻³, sur la campagne été aucune régression orthogonale ne peut être effectuée, également par manque de données supérieures à 18 µg.m⁻³.

5.4 RESULTATS DES MESURES SUR LE SITE DE PORT-SAINT-LOUIS

5.4.1 Jauge Bêta 3003

Les résultats de la compilation de l'ensemble des données sont présentés dans le tableau 13 ci-dessous.

Tableau 13 : Résultats de la jauge Bêta 3003

Port Saint Louis Bêta 3003		Régression Orthogonale					
		n	R²	Pente (b) +/- u(b)	Ordonnée à l'origine (a) +/- u(a)	Wcm (%)	% données ≥ 18 µg.m ⁻³
Ensemble des données	Toutes les données	115	0,93	0,884 +/- 0,023	2,037 +/- 0,411	17,7	26
	≥ 18 µg.m ⁻³	30	0,9	0,932 +/- 0,055	-0,012 +/- 1,719	22,5	
Hiver	Toutes les données	60	0,97	0,862 +/- 0,020	2,502 +/- 0,459	13,9	42
	≥ 18 µg.m ⁻³	24	0,95	0,916 +/- 0,045	0,338 +/- 1,524	17,0	
Eté	Toutes les données	55	0,66	1,050 +/- 0,083	0,241 +/- 0,969	22,4	13
	≥ 18 µg.m ⁻³	Pas assez de valeurs ≥ 18 µg.m ⁻³ pour effectuer les calculs					

Les figures suivantes illustrent la régression linéaire orthogonale que préconise le document européen. Cette régression est appliquée aux valeurs de la méthode candidate (CM) par rapport à la méthode de référence (RM) pour l'ensemble des données et les données supérieures ou égales à $18 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour chaque saisonnalité.

Figure 29 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données de la jauge Bêta 3003 avec la méthode de référence

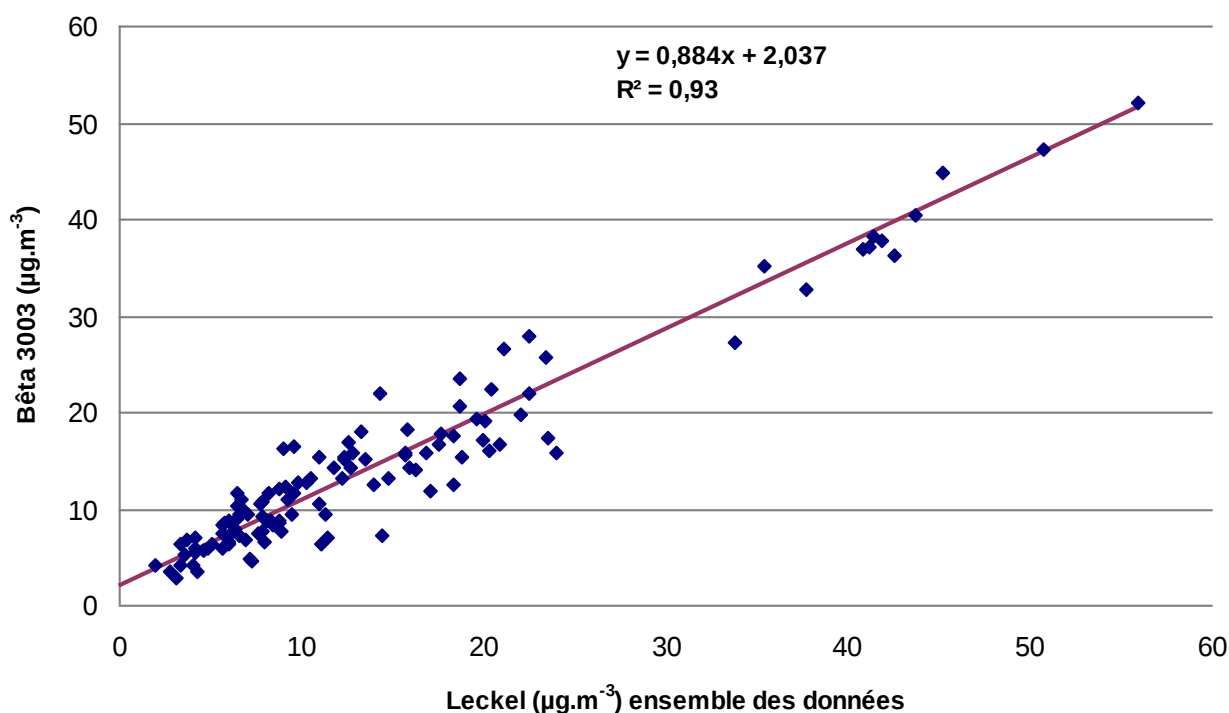


Figure 30 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la jauge Bêta 3003 avec la méthode de référence

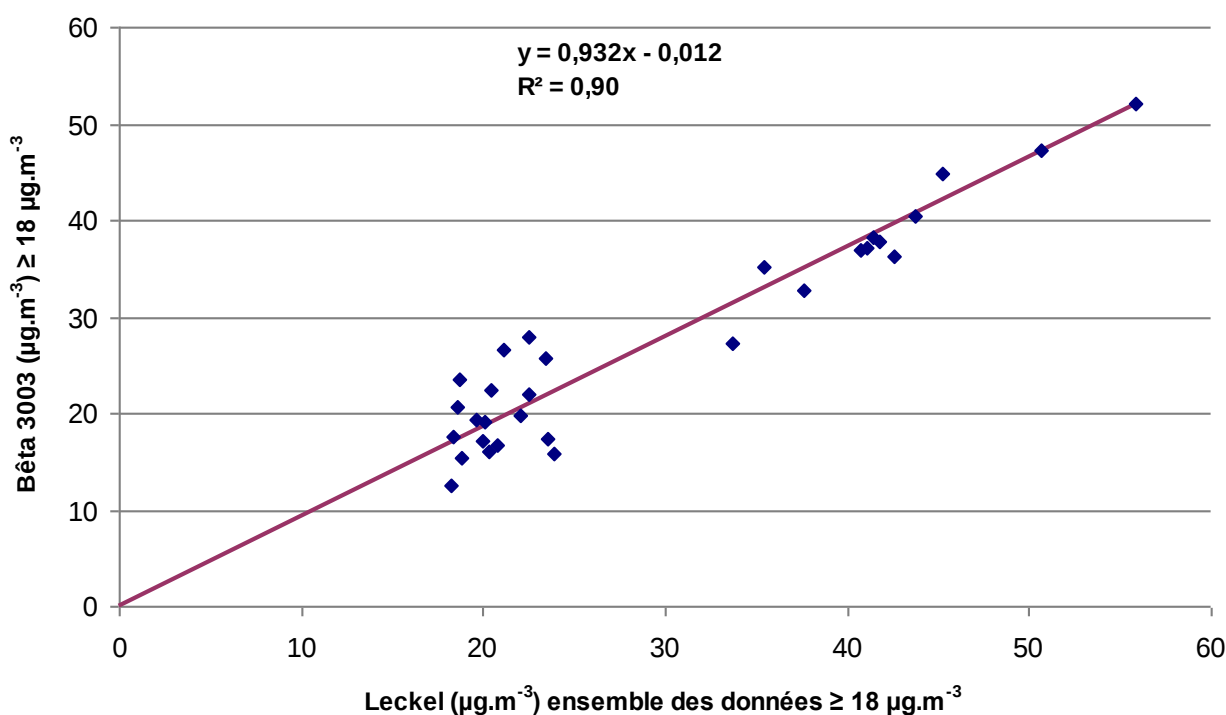


Figure 31 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3003 avec la méthode de référence

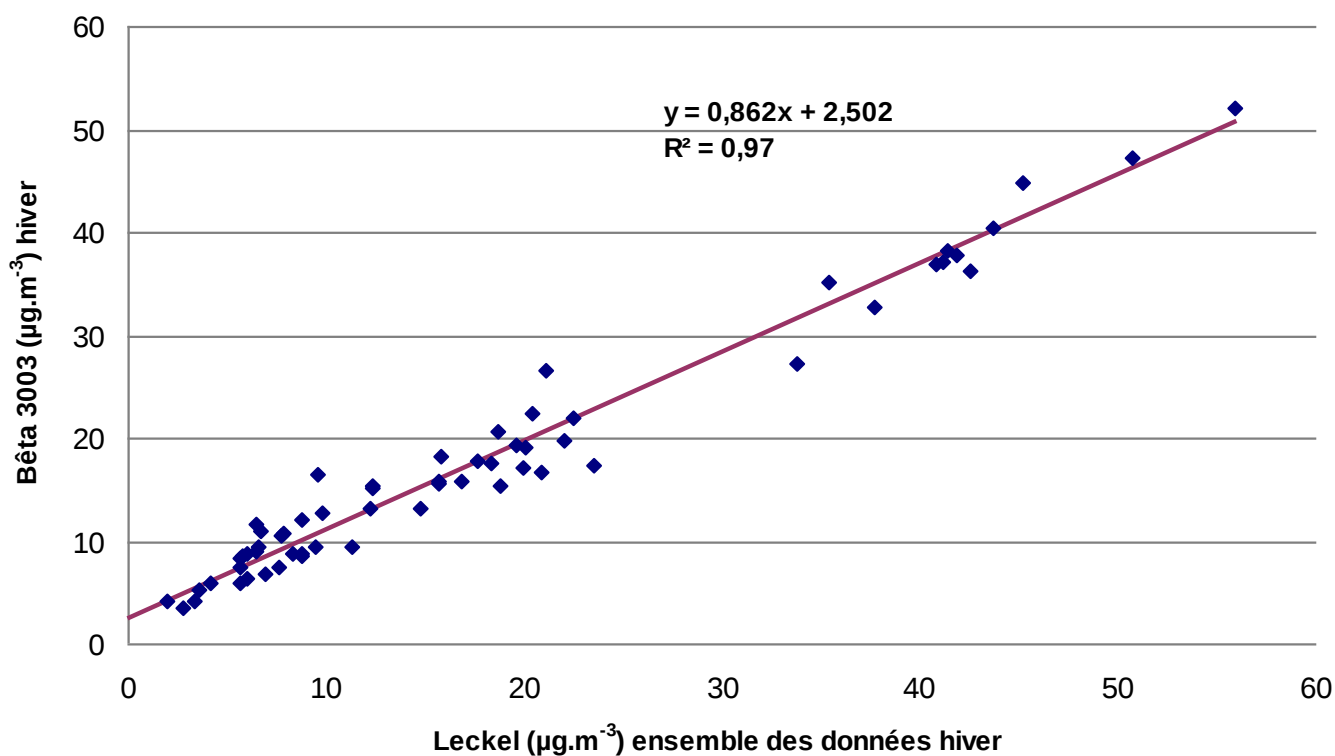


Figure 32 : Régression Linéaire Orthogonale des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3003 avec la méthode de référence

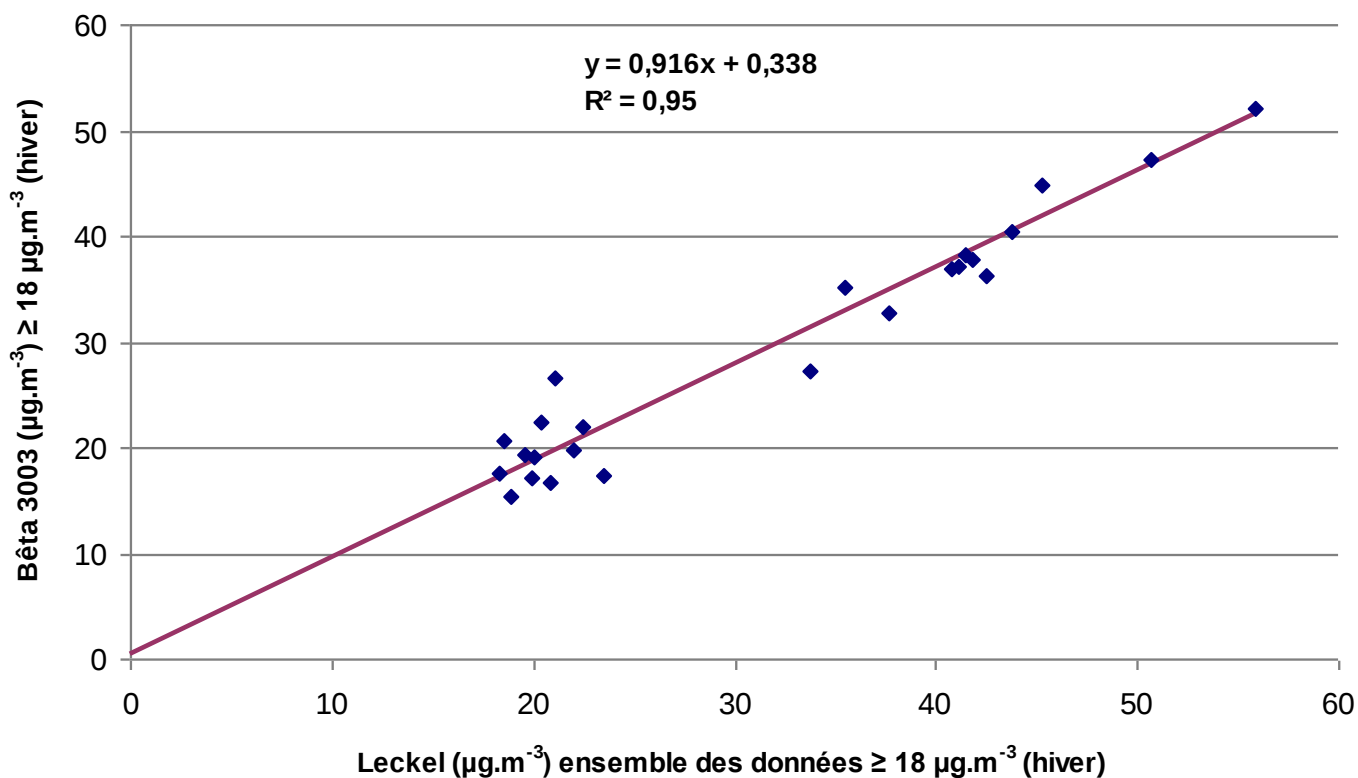
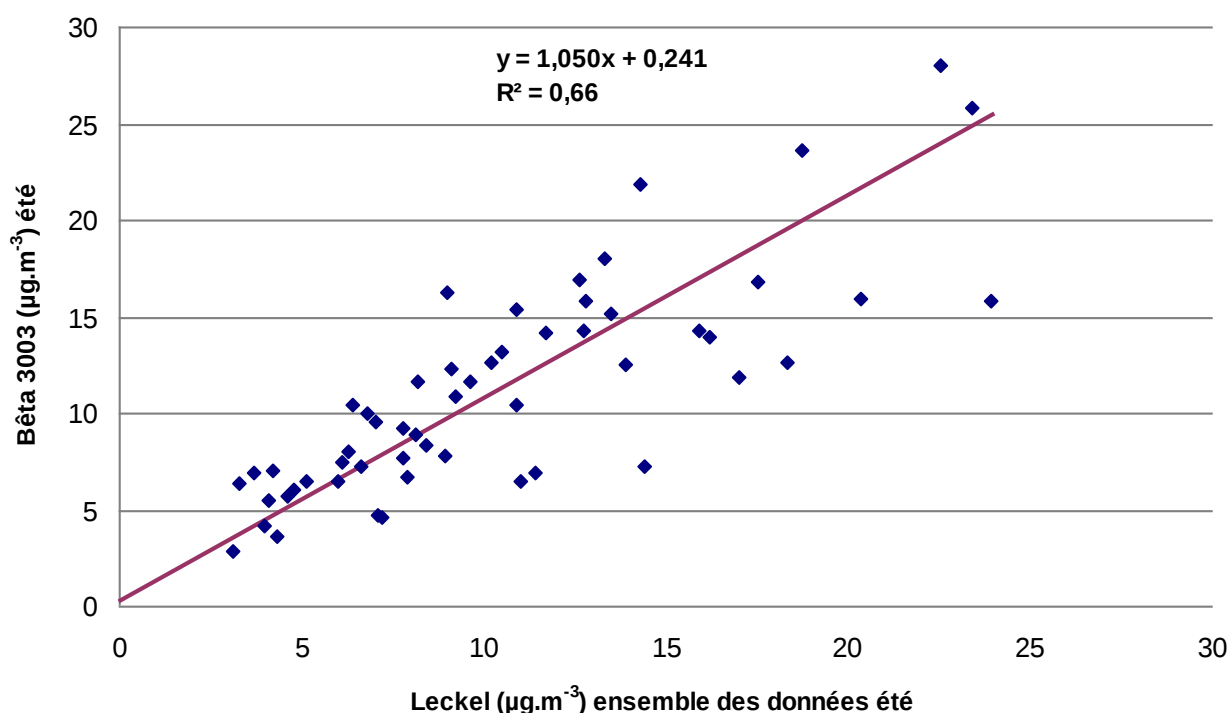


Figure 33 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne estivale de la jauge Bêta 3003 avec la méthode de référence



Commentaires :

Pour la jauge Bêta 3003, les exigences du document « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January 2010) » ne sont pas respectées au niveau du coefficient de la pente (b) et de l'ordonnée à l'origine (a) pour l'ensemble des données de la campagne de mesure hiver et de la réunion des données de chaque campagne (cf note p. 22). La jauge Bêta présente cependant une incertitude relative inférieure au critère des 25% dans chacun des cas traités.

Etant donné le nombre important de données inférieures à 18 µg.m⁻³ obtenues lors de la campagne d'été, aucune régression orthogonale ne peut être effectuée pour les données supérieures ou égales à 18 µg.m⁻³.

5.4.2 Jauge Bêta 3010

Les résultats de la compilation de l'ensemble des données sont présentés dans le tableau 14 ci-dessous.

Tableau 14 : Résultats de la jauge Bêta 3010

Port Saint Louis Bêta 3010		Régression Orthogonale									
		n	R²	Pente (b) +/- u(b)		Ordonnée à l'origine (a) +/- u(a)		Wcm (%)	% données ≥ 18 µg.m ⁻³		
Ensemble des données	Toutes les données	115	0,94	0,910	+/-	0,022	2,129	+/-	0,398	17,1	26
	≥ 18 µg.m ⁻³	30	0,92	0,948	+/-	0,051	0,440	+/-	1,609	20,9	
Hiver	Toutes les données	60	0,97	0,884	+/-	0,020	2,906	+/-	0,457	13,8	42
	≥ 18 µg.m ⁻³	24	0,95	0,920	+/-	0,045	1,384	+/-	1,525	17,0	
Eté	Toutes les données	55	0,69	1,027	+/-	0,078	0,583	+/-	0,908	20,8	11
	≥ 18 µg.m ⁻³	Pas assez de valeurs ≥ 18 µg.m ⁻³ pour effectuer les calculs									

Les figures suivantes illustrent la régression linéaire orthogonale que préconise le document européen. Cette régression est appliquée aux valeurs de la méthode candidate (CM) par rapport à la méthode de référence (RM) pour l'ensemble des données et les données supérieures ou égales à 18 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour chaque saisonnalité.

Figure 34 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données de la jauge Bêta 3010 avec la méthode de référence

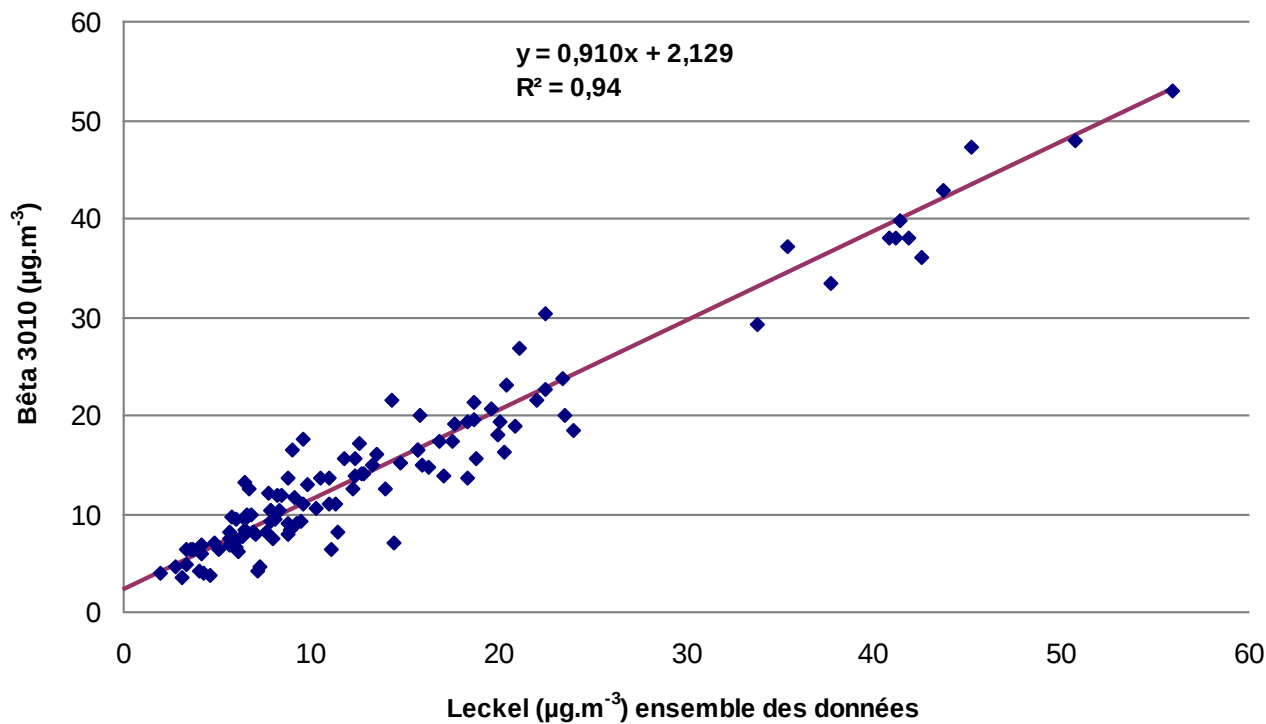


Figure 35 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ de la jauge Bêta 3010 avec la méthode de référence

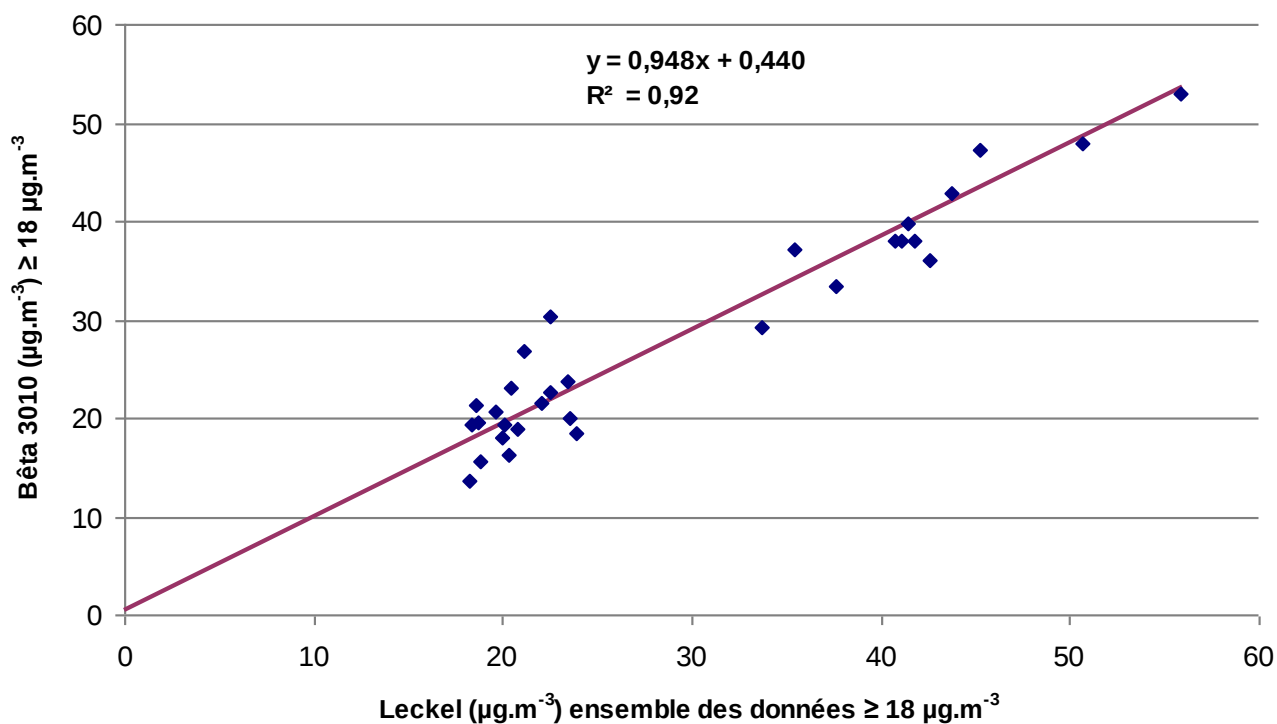


Figure 36 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3010 avec la méthode de référence

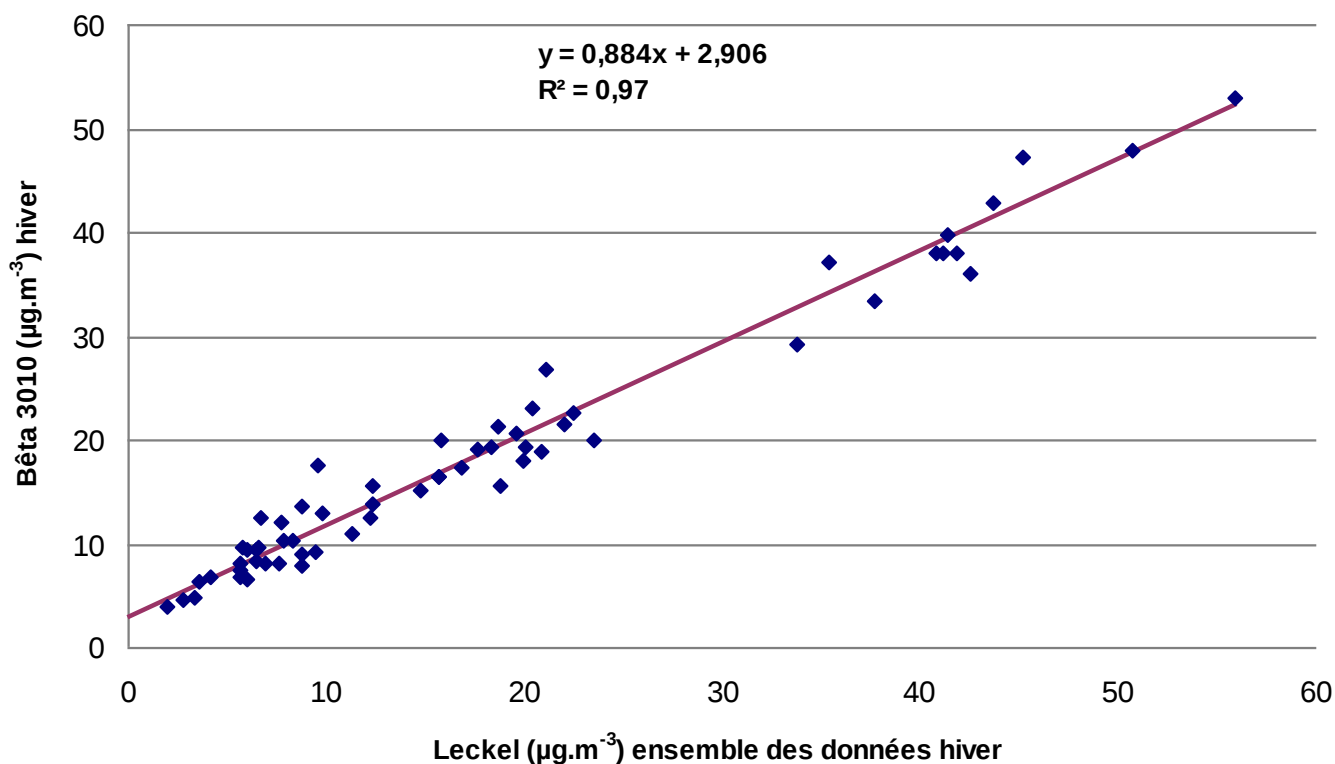


Figure 37 : Régression Linéaire Orthogonale des données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ obtenues pendant la campagne hivernale de la jauge Bêta 3010 avec la méthode de référence

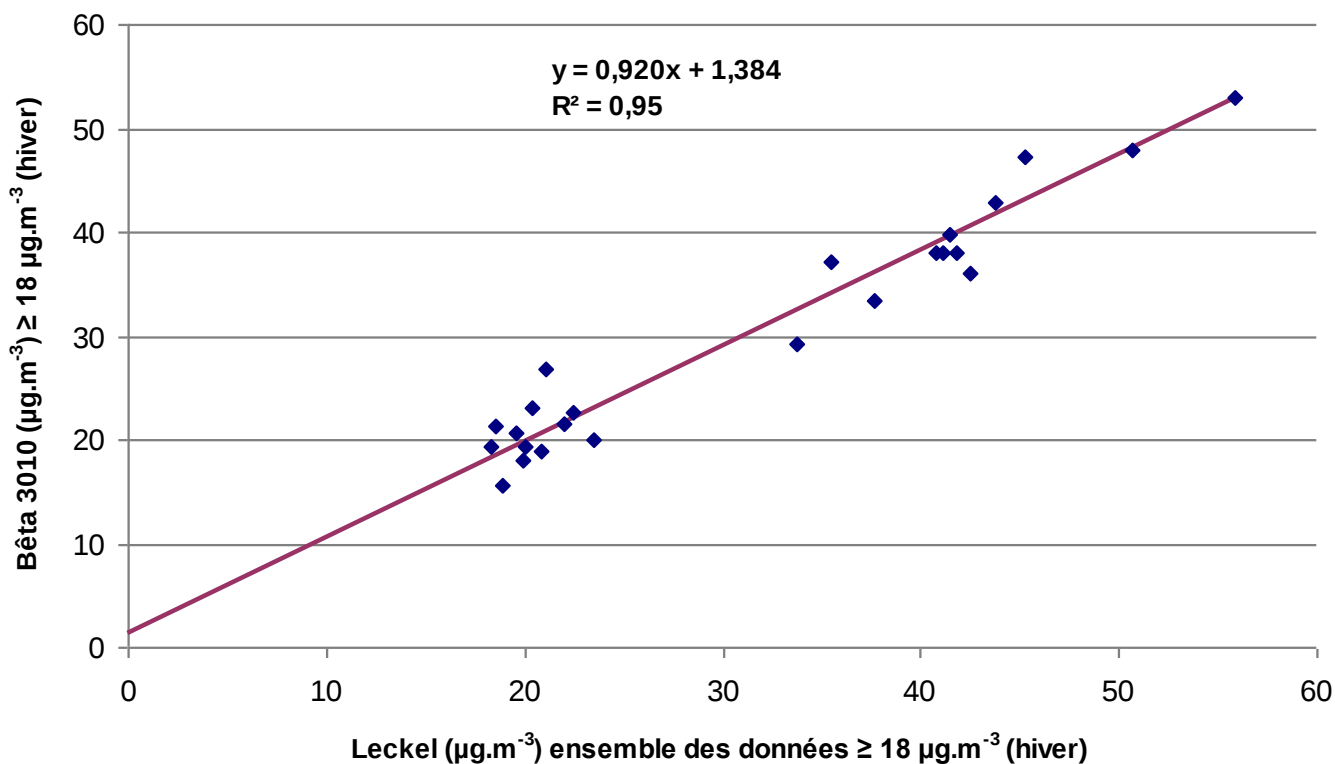
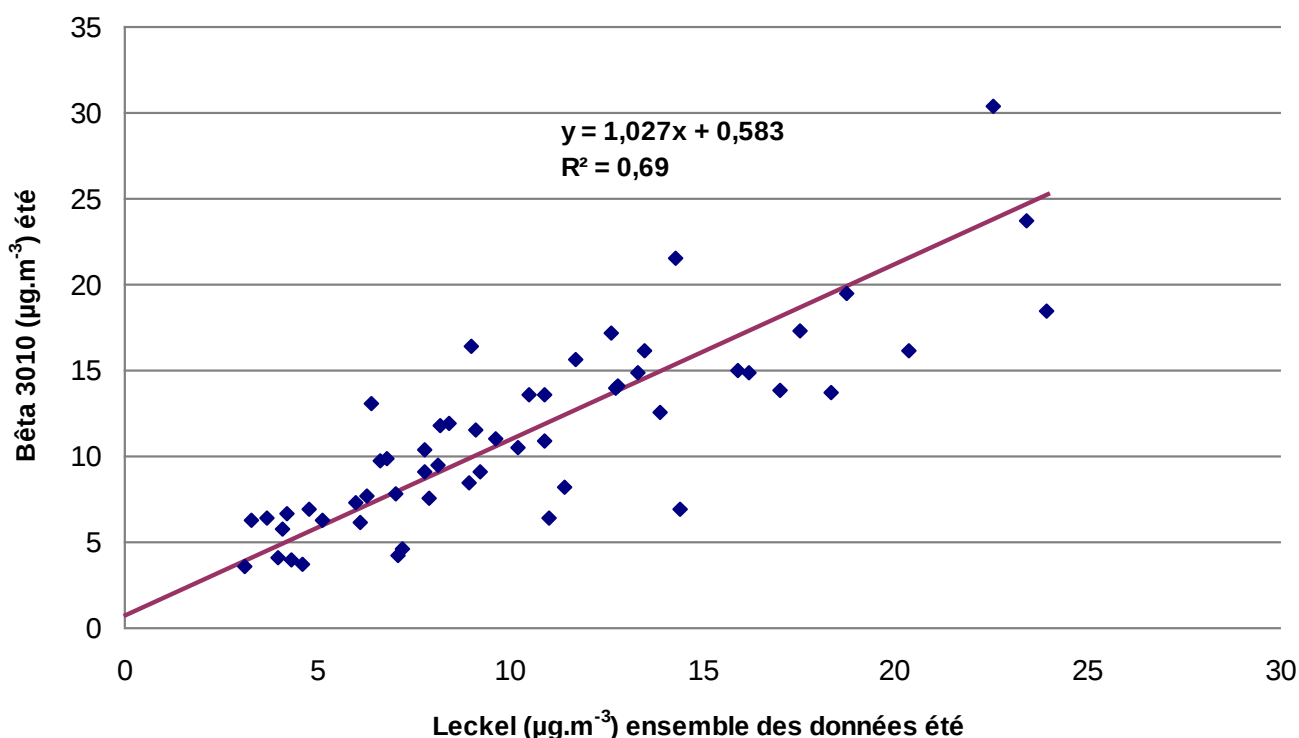


Figure 38 : Régression Linéaire Orthogonale de l'ensemble des données obtenues pendant la campagne estivale de la jauge Bêta 3010 avec la méthode de référence



Commentaires :

Pour la jauge Bêta 3010 située elle aussi sur le site de Port Saint Louis, les exigences du document « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January 2010) » ne sont pas respectées au niveau du coefficient de la pente (b) et de l'ordonnée à l'origine (a) pour l'ensemble des données (cf note p. 22) de la campagne de mesure hiver et de la réunion des données de chaque campagne. La jauge Bêta 3010 présente cependant une incertitude relative inférieure au critère des 25% dans chacun des cas traités.

Comme pour la jauge Bêta 3003, étant donné le nombre important de données inférieures à 18 µg.m⁻³ obtenues lors de la campagne d'été, aucune régression orthogonale ne peut être effectuée pour les données supérieures ou égales à 18 µg.m⁻³.

6 CONCLUSION GÉNÉRALE

La démonstration d'équivalence est effective dans les conditions observées lors des périodes de tests et dans la configuration technique décrite au chapitre 3.2.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- Le seuil de plus de 20% de données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ est respecté (30,1%) pour la compilation de l'ensemble des données des campagnes,
- Le seuil de $2,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour la répétabilité intraméthode de la compilation des couples de mesure pour la méthode candidate est respecté, à savoir:
 - $0,67 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour l'ensemble des données,
 - $0,90 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour les données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$.
- Sur l'ensemble des données, l'Objectif de Qualité des Données de $\pm 25\%$ à la hauteur de la Valeur Limite en $\text{PM}_{2,5}$ prise à $30 \mu\text{g.m}^{-3}$ est respecté
- Sur chaque site, l'Objectif de Qualité des Données de $\pm 25\%$ à la hauteur de la Valeur Limite en $\text{PM}_{2,5}$ prise à $30 \mu\text{g.m}^{-3}$ est respecté
- Pour les données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$, les critères sur l'ordonnée à l'origine et la pente de la régression linéaire orthogonale donnés par le guide sont respectés,
- Si les résultats sont satisfaisants pour les 2 campagnes sur le site de Metz Centre, ceux obtenus sur le site de Port St Louis (notamment lors de la campagne estivale), sont pénalisés par de très faibles niveaux en $\text{PM}_{2,5}$, aboutissant à des valeurs moyennes éloignées de la « région de la Valeur Limite » (écart atteignant jusqu'à plus de 70% de la VL) où l'Objectif de Qualité des Données fixé par la Directive doit normalement être respecté.

Sur la base de ces constatations, bien que facultative selon le document européen, une fonction de correction a été appliquée à l'ensemble des données de la méthode candidate a été effectué selon la formule du guide:

$$y_{i,cal} = \frac{y_i - a}{b} \text{ soit } y_{i,cal} = \frac{y_i - 1,515}{0,946}$$

Après application de cette fonction de correction des données une nouvelle régression linéaire orthogonale pour calculer $u^2_{CR,cal}$ selon la formule suivante a été réalisée sur la compilation de l'ensemble des données :

$$u^2_{CR,cal} = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2_{x_i} \left[\frac{1}{(d-1)} + \frac{x_i^2}{\sum x_i^2} \right] + \frac{x_i^2 \cdot u^2}{\sum x_i^2} - u^2$$

Les résultats obtenus après la correction des données et application des nouvelles formules de calcul sur la compilation de l'ensemble des données sont les suivants :

- Le seuil de plus de 20% de données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$ est respecté (30,1%),
- Le seuil de $2,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour la répétabilité intraméthode de la compilation des couples de mesure pour la méthode candidate est respecté, à savoir:
 - $0,74 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour l'ensemble des données,
 - $1,00 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour les données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$.
- Sur l'ensemble des données, l'Objectif de Qualité des Données de $\pm 25\%$ à la hauteur de la Valeur Limite en $\text{PM}_{2,5}$ prise à $30 \mu\text{g.m}^{-3}$ est respecté, à savoir :
 - 17,3% pour l'ensemble des données,
 - 24,3% pour les données $\geq 18 \mu\text{g.m}^{-3}$.

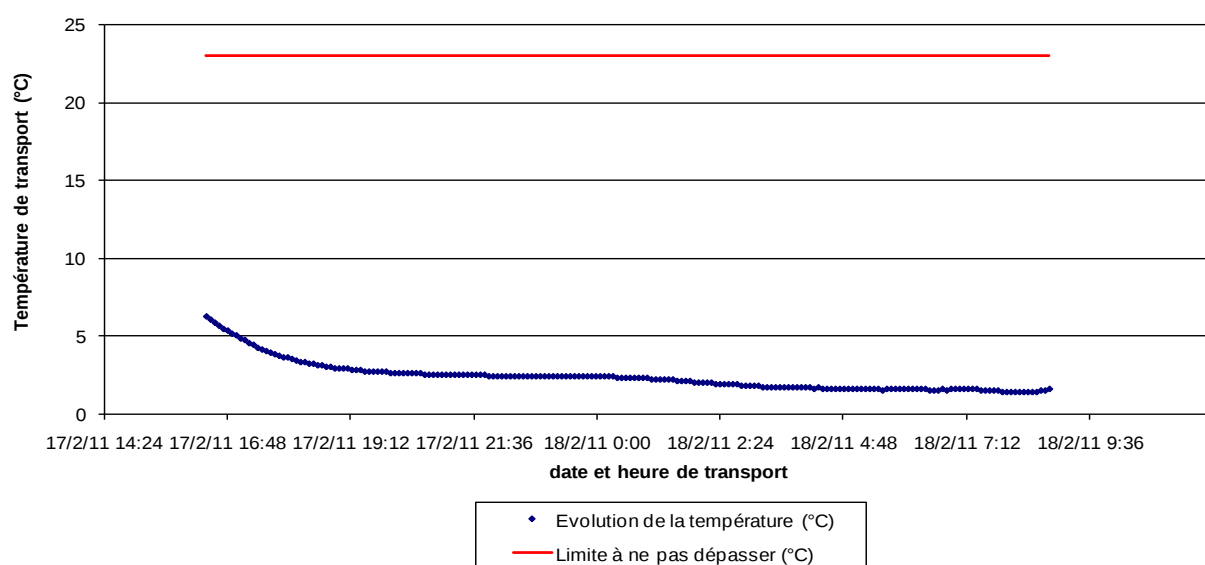
- Les critères sur l'ordonnée à l'origine (d) et la pente (c) de la régression linéaire orthogonale donnés par le guide sont respectés.

Remarque : Afin de garantir la qualité des mesures de poussières en suspension $PM_{2.5}$ à l'aide du MP101M, l'appareil doit être contrôlé périodiquement sur site à l'aide de la méthode de référence gravimétrique décrite dans la norme NF EN 14907.

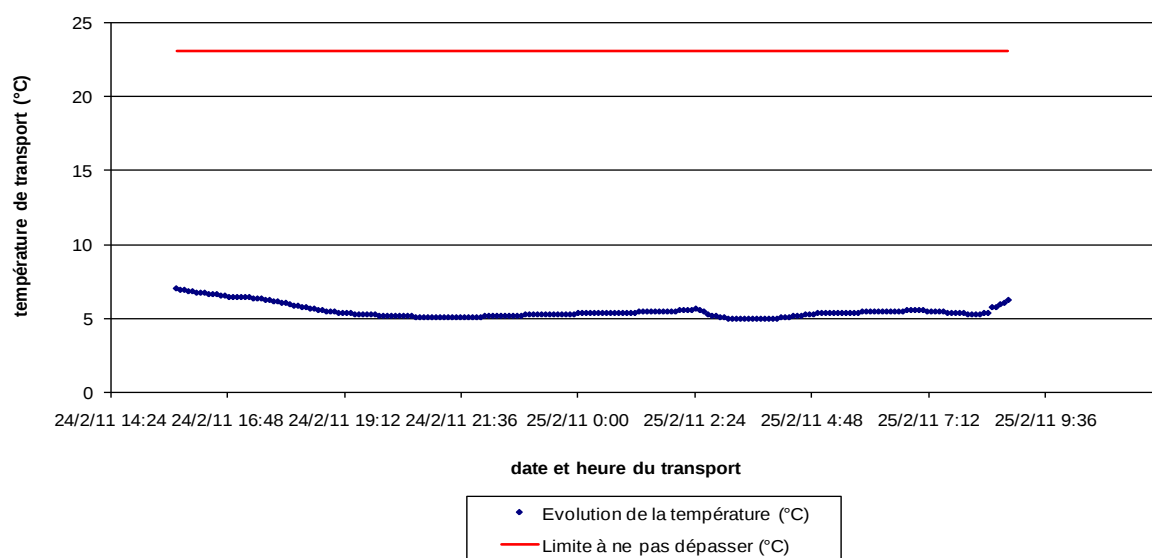
ANNEXES

ANNEXE 1 : SUIVI DES TEMPERATURES DE STOCKAGE DES FILTRES LORS DES TRANSPORTS

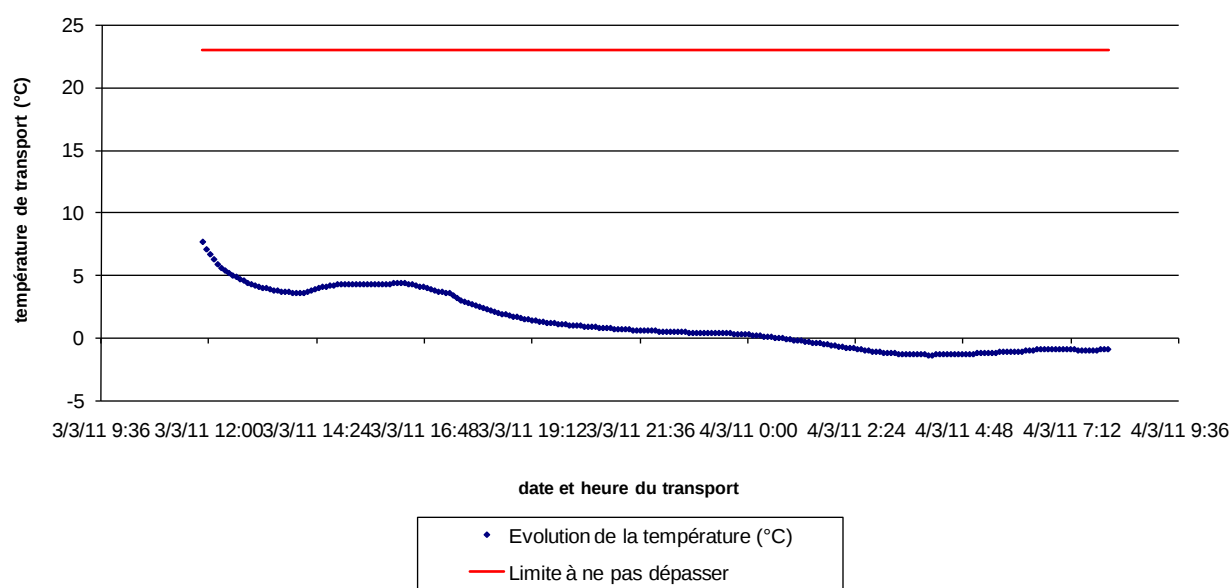
Température de transport du 17 au 18 février 2011



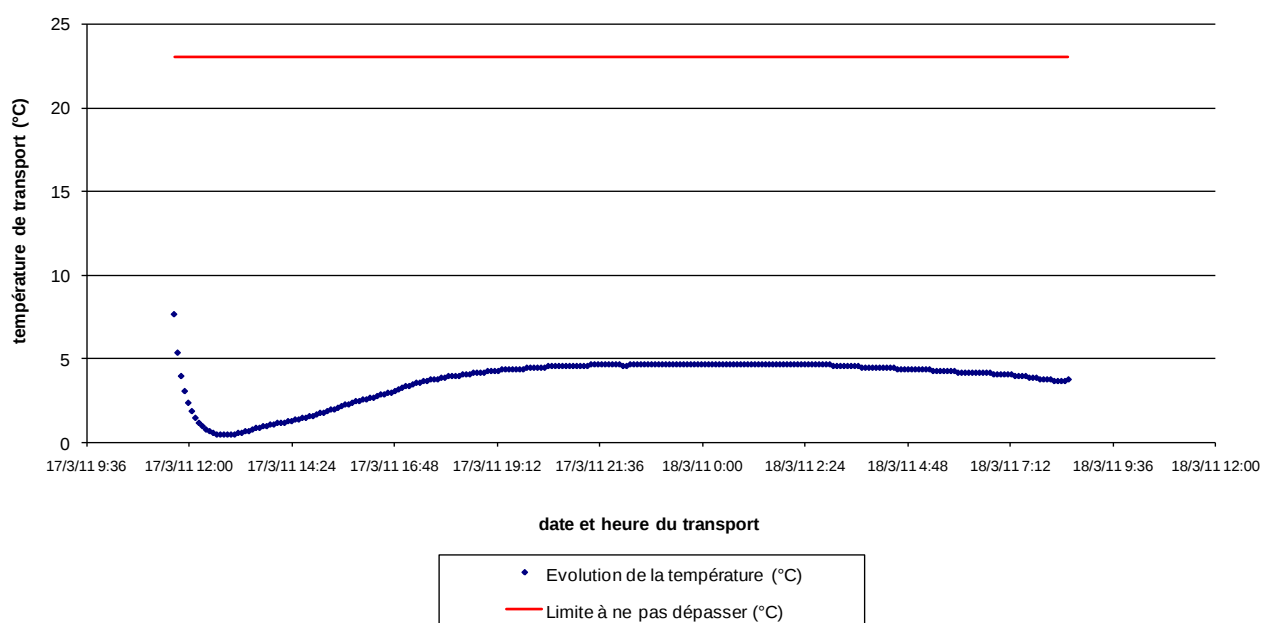
Température de transport du 24 au 25 février 2011



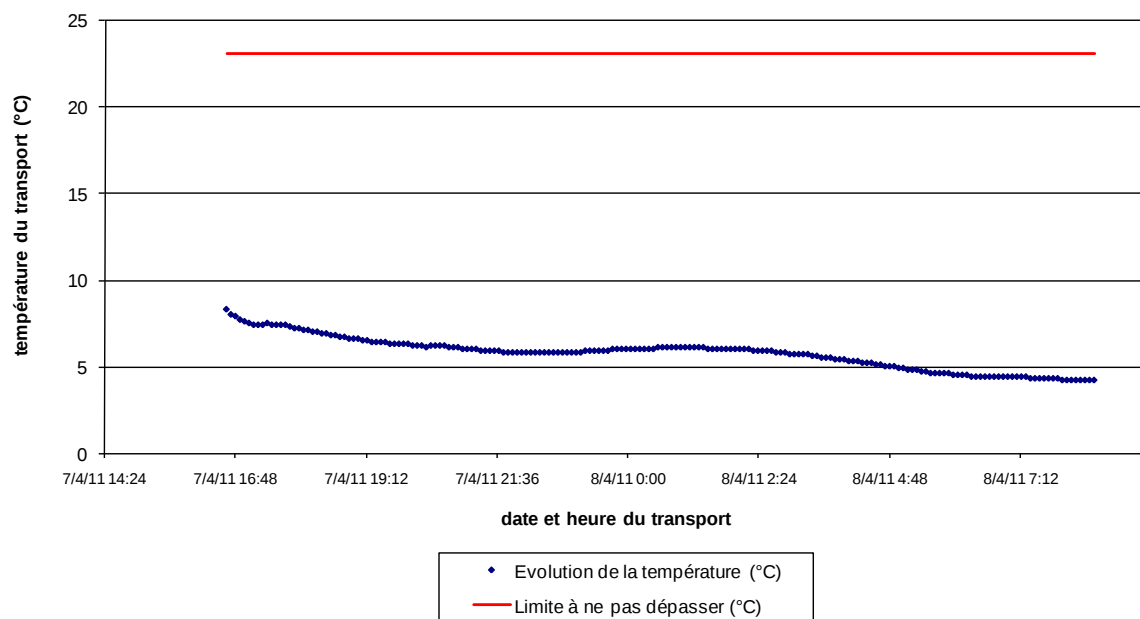
Température de transport du 3 au 4 mars 2011



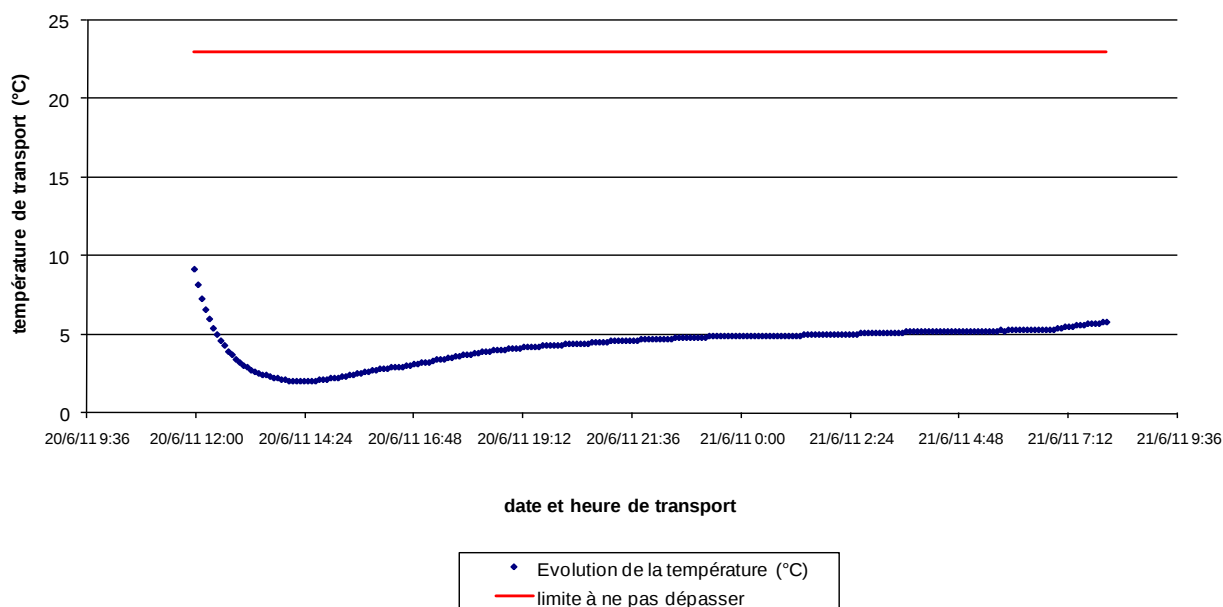
Température de transport du 17 au 18 mars 2011



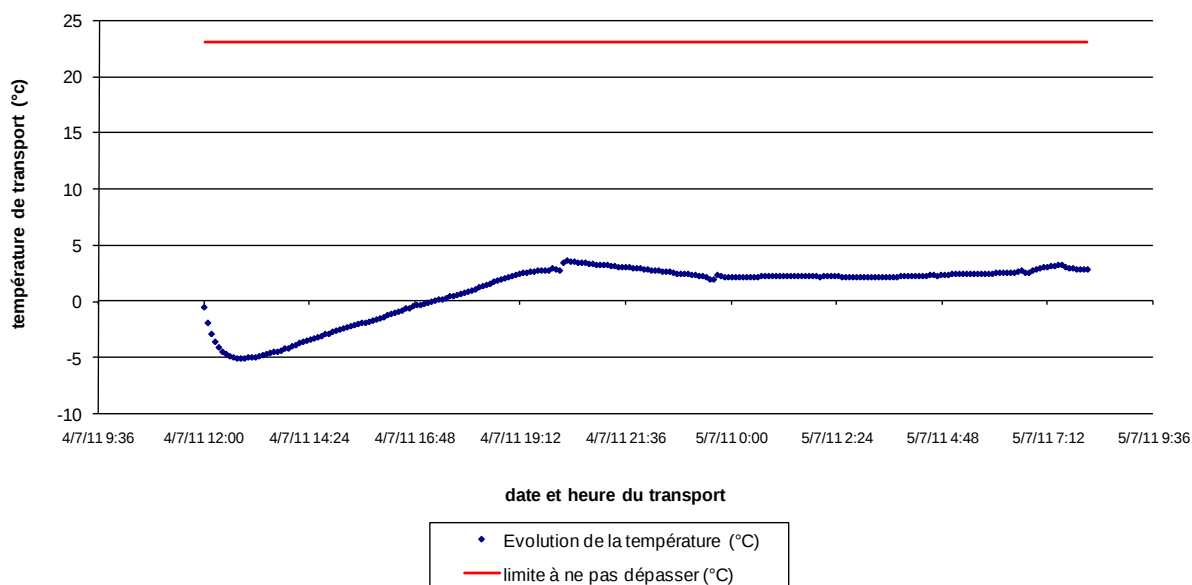
Température de transport du 7 au 8 avril 2011



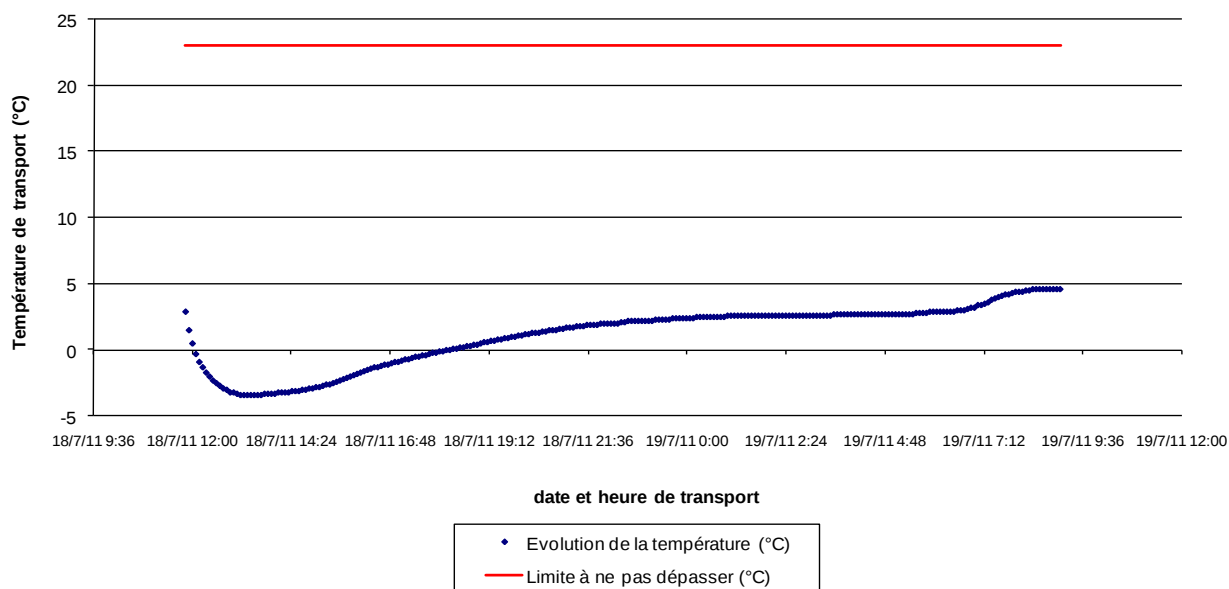
Température de transport du 20 au 21 juin 2011



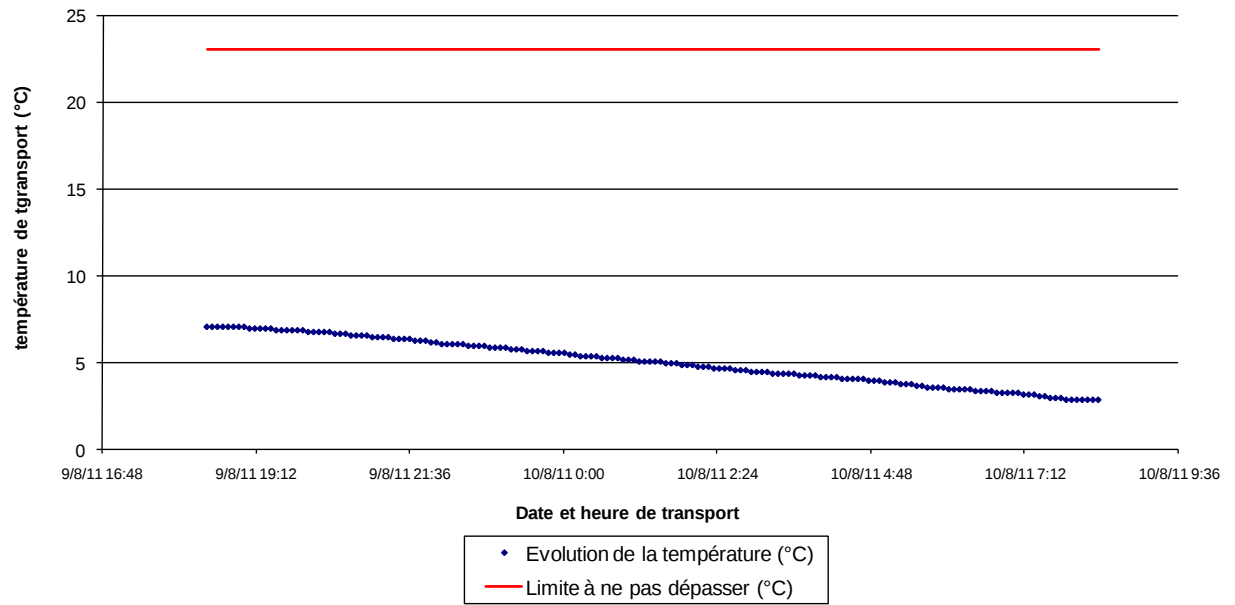
Température de transport du 4 au 5 juillet 2011



Température de transport du 18 au 19 juillet 2011

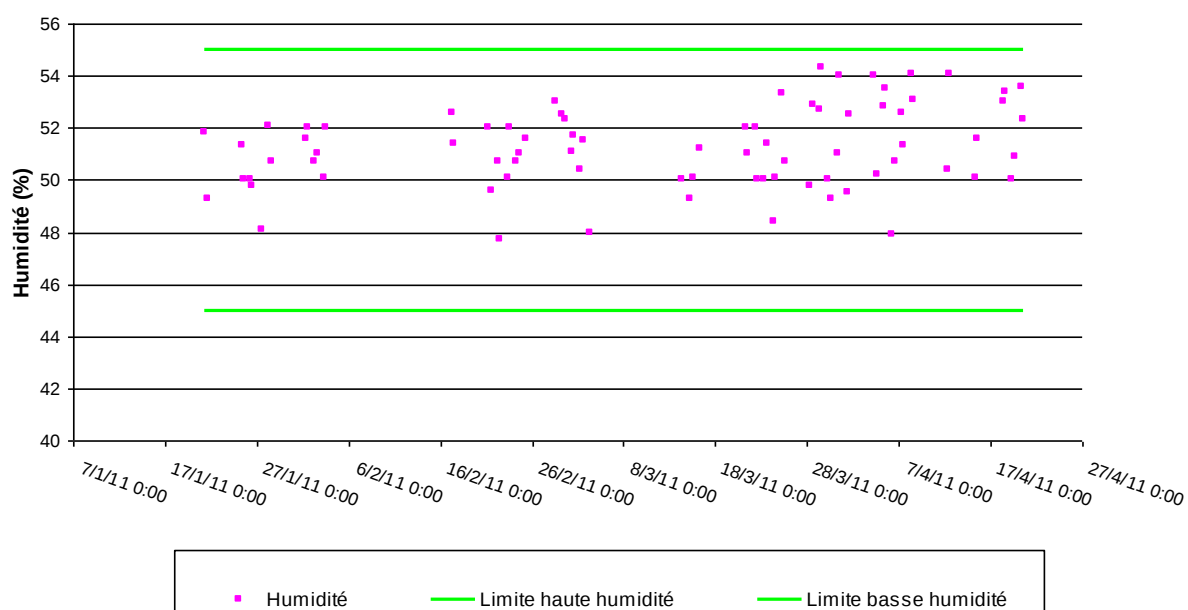


Température de transport du 9 au 10 aout 2011

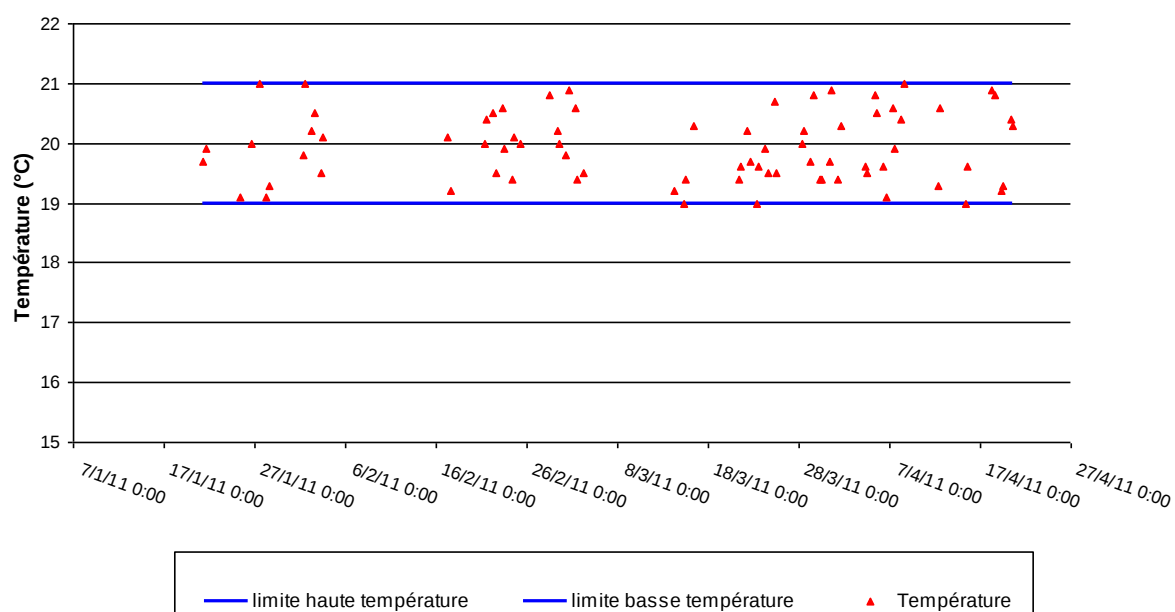


ANNEXE 2 : SUIVI DE LA TEMPERATURE ET DE L'HUMIDITE DE LA SALLE DE PESEE

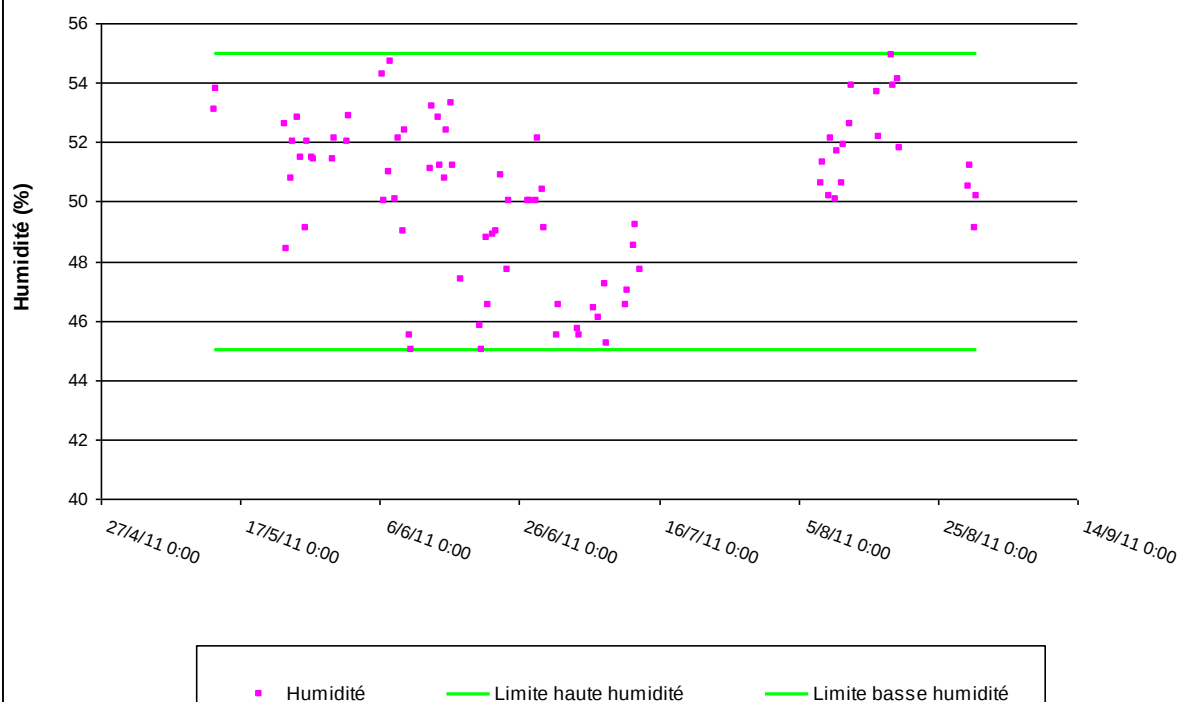
Suivi de l'humidité de la salle de pesée campagne 1



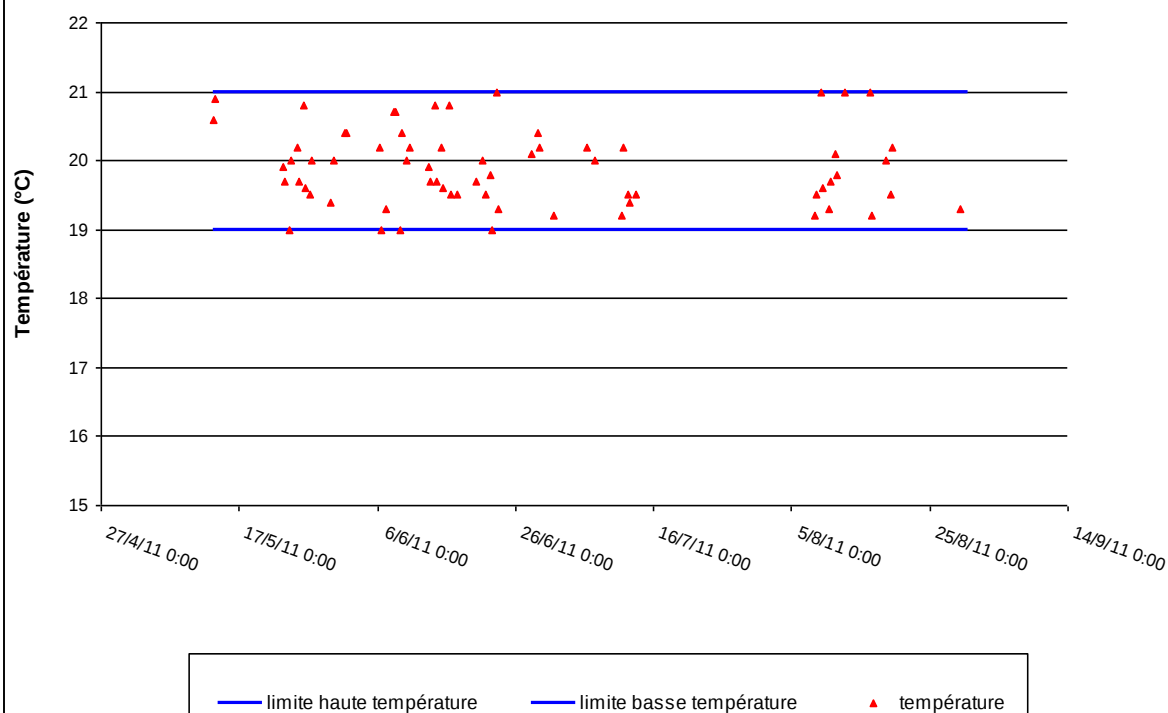
Suivi de la température de la salle de pesée campagne 1



Suivi de l'humidité de la salle de pesée campagne 2



Suivi de la température de la salle de pesée campagne 2



ANNEXE 3 : TABLEAUX DES COUPLES DE MESURE

Metz Centre Campagne Hiver

Référence du filtre	Date de début de prélèvement	LECKEL	Moyenne des Béta	Béta 3004	Béta 3007	Validation du trio de mesure
31121	04/02/2011	11,7	10,9	11,0	10,8	Oui
31122	05/02/2011	7,5	7,7	8,0	7,5	Oui
31123	06/02/2011	10,7	12,1	11,7	12,6	Oui
31124	07/02/2011	16,6	15,2	15,0	15,4	Oui
31125	08/02/2011	23,9	26,1	25,4	26,9	Oui
31126	09/02/2011	20,8	22,7	22,6	22,7	Oui
31127	10/02/2011	35,5	33,7	33,5	33,9	Oui
31128	11/02/2011	24,2	23,2	23,0	23,4	Oui
31129	12/02/2011	47,8	47,8	48,0	47,6	Oui
31130	13/02/2011	10,6	12,2	12,2	12,1	Oui
31131	14/02/2011	25,0	27,3	27,0	27,6	Oui
31132	15/02/2011	10,0	10,4	9,7	11,1	Oui
31133	16/02/2011	24,8	22,5	22,4	22,7	Oui
31134	17/02/2011	41,9	42,3	41,7	42,9	Oui
31135	18/02/2011	44,2	45,5	45,4	45,7	Oui
36726	19/02/2011	34,6	35,5	35,3	35,8	Oui
36727	20/02/2011	44,4	44,1	44,1	44,1	Oui
36728	21/02/2011	40,7	39,6	39,4	39,7	Oui
36729	22/02/2011	43,3	45,7	45,7	45,7	Oui
36730	23/02/2011	52,8	53,4	52,8	54,1	Oui
36731	24/02/2011	35,3	41,5	41,1	41,8	Oui
36732	25/02/2011	31,6	31,4	31,8	31,1	Oui
36733	26/02/2011	22,1	25,0	24,5	25,6	Oui
36734	27/02/2011	7,4	8,8	8,7	9,0	Oui
36735	28/02/2011	15,5	15,4	15,3	15,6	Oui
36736	01/03/2011	28,7	27,4	27,5	27,4	Oui
36737	02/03/2011	31,1	33,0	32,5	33,5	Oui
36738	03/03/2011	30,5	32,0	31,3	32,8	Oui
36739	04/03/2011	39,5	39,4	39,3	39,6	Oui
36740	05/03/2011	50,7	53,8	52,5	55,1	Oui
40319	06/03/2011	22,0	23,3	23,0	23,7	Oui
40320	07/03/2011	10,1	12,6	12,6	12,5	Oui
40321	08/03/2011	27,1	24,5	24,1	24,9	Oui
40322	09/03/2011	24,9	24,4	24,8	23,9	Oui
40323	10/03/2011	11,6	12,2	12,2	12,2	Oui
40324	11/03/2011	15,1	13,5	13,1	13,9	Oui
40325	12/03/2011	17,2	18,2	18,2	18,3	Oui
40326	13/03/2011	15,4	14,9	15,0	14,9	Oui
40327	14/03/2011	13,1	16,7	17,7	15,7	Oui
40328	15/03/2011	28,4	24,5	24,1	24,8	Oui
40329	16/03/2011	58,1	51,9	52,7	51,2	Oui
40330	17/03/2011	55,6	59,6	59,8	59,4	Oui
40331	18/03/2011	32,6	39,1	39,7	38,6	Oui
40332	19/03/2011	17,8	22,6	22,4	22,7	Oui
40333	20/03/2011	15,8	16,7	16,2	17,1	Oui
40334	21/03/2011	19,0	19,8	20,0	19,5	Oui
40335	22/03/2011	19,9	21,3	21,9	20,6	Oui
40336	23/03/2011	37,0	32,6	32,4	32,8	Oui
40337	24/03/2011	20,9	20,4	21,4	19,4	Oui
40338	25/03/2011	33,3	28,7	29,2	28,2	Oui
40339	26/03/2011	71,5	63,8	64,9	62,8	Oui
40340	27/03/2011	30,9	33,8	34,1	33,4	Oui
40341	28/03/2011	33,8	35,8	36,5	35,2	Oui
40342	29/03/2011	32,0	29,6	29,9	29,3	Oui
40343	30/03/2011	4,3	14,4	14,9	13,9	Non : Raison technique
40344	31/03/2011	30,3	6,8	7,2	6,4	Non : Raison technique
40345	01/04/2011	8,7	8,9	9,7	8,1	Oui
40346	02/04/2011	10,6	10,6	10,3	11,0	Oui
40347	03/04/2011	15,3	18,7	19,4	18,1	Oui
40348	04/04/2011	11,8	13,9	14,4	13,5	Oui
40349	05/04/2011	13,1	15,1	15,1	15,2	Oui
40350	06/04/2011	11,5	15,2	14,7	15,8	Oui

Port Saint Louis Campagne Hiver

Référence du filtre	Date de début de prélèvement	LECKEL	Moyenne des Béta	Béta 3003	Béta 3010	Validation du trio de mesure
40004	04/02/2011	6,7	11,7	10,9	12,6	Oui
40005	05/02/2011	8,7	8,9	8,9	9,0	Oui
40006	06/02/2011	22,0	20,7	19,8	21,5	Oui
40007	07/02/2011	42,5	36,1	36,2	36,0	Oui
40008	08/02/2011	33,7	28,3	27,3	29,3	Oui
40009	09/02/2011	50,7	47,6	47,2	48,0	Oui
40010	10/02/2011	55,8	52,5	52,1	52,9	Oui
40011	11/02/2011	41,4	39,0	38,2	39,7	Oui
40012	12/02/2011	41,1	37,6	37,2	38,1	Oui
40013	13/02/2011	41,8	37,9	37,7	38,1	Oui
40014	14/02/2011	18,8	15,5	15,5	15,6	Oui
40015	15/02/2011	6,0	6,4	6,3	6,5	Oui
40016	16/02/2011	5,6	6,4	6,0	6,9	Oui
40017	17/02/2011	6,5	8,8	9,1	8,4	Oui
40018	18/02/2011	19,9	17,5	17,1	18,0	Oui
28124	19/02/2011	20,4	22,7	22,4	23,0	Oui
28125	20/02/2011	7,7	11,3	10,5	12,2	Oui
28126	21/02/2011	25,0	13,0	8,5	17,6	Non : Raison technique
28127	22/02/2011	5,8	9,0	8,5	9,6	Oui
28128	23/02/2011	15,7	16,2	15,9	16,6	Oui
28129	24/02/2011	12,3	15,3	15,1	15,5	Oui
28130	25/02/2011	134,6	42,3	19,4	65,2	Non : Raison technique
28131	26/02/2011	14,7	14,2	13,2	15,3	Oui
28132	27/02/2011	4,1	6,4	5,9	6,9	Oui
28133	28/02/2011	9,5	9,4	9,5	9,3	Oui
28134	01/03/2011	20,0	19,3	19,1	19,4	Oui
28135	02/03/2011	35,4	36,2	35,1	37,2	Oui
28136	03/03/2011	45,2	46,0	44,7	47,2	Oui
28137	04/03/2011	21,1	26,7	26,6	26,9	Oui
28138	05/03/2011	37,7	33,1	32,8	33,4	Oui
40303	06/03/2011	40,8	37,5	36,9	38,1	Oui
40304	07/03/2011	43,7	41,7	40,4	42,9	Oui
40305	08/03/2011	9,8	12,9	12,9	12,9	Oui
40306	09/03/2011	16,8	16,7	15,9	17,4	Oui
40307	10/03/2011	18,6	20,9	20,6	21,2	Oui
40308	11/03/2011	18,3	18,5	17,6	19,4	Oui
40309	12/03/2011	11,3	10,1	9,4	10,9	Oui
40310	13/03/2011	3,3	4,5	4,2	4,8	Oui
40311	14/03/2011	6,9	7,4	6,7	8,1	Oui
40312	15/03/2011	7,8	10,5	10,8	10,3	Oui
40313	16/03/2011	5,6	8,3	8,3	8,2	Oui
40314	17/03/2011	15,7	16,1	15,7	16,5	Oui
40315	18/03/2011	22,5	22,3	22,0	22,7	Oui
40316	19/03/2011	6,6	9,6	9,4	9,7	Oui
40317	20/03/2011	8,7	8,2	8,5	7,9	Oui
40508	21/03/2011	23,5	18,7	17,4	20,0	Oui
40509	22/03/2011	15,8	19,1	18,3	19,9	Oui
40510	23/03/2011	17,6	18,5	17,9	19,2	Oui
40511	24/03/2011	19,6	20,1	19,5	20,7	Oui
40512	25/03/2011	9,6	17,0	16,5	17,5	Oui
40513	26/03/2011	20,8	17,8	16,6	18,9	Oui
40514	27/03/2011	12,3	14,6	15,3	13,8	Oui
40515	28/03/2011	2,8	4,1	3,6	4,6	Oui
40516	29/03/2011	5,7	7,5	7,4	7,5	Oui
40517	30/03/2011	3,6	5,7	5,2	6,3	Oui
40518	31/03/2011	2,0	4,1	4,3	3,9	Oui
40519	01/04/2011	8,3	9,6	8,8	10,3	Oui
40520	02/04/2011	12,2	12,8	13,3	12,4	Oui
40521	03/04/2011	7,6	7,8	7,5	8,1	Oui
40522	04/04/2011	6,4	10,6	11,6	9,5	Oui
40569	05/04/2011	6,0	9,1	8,8	9,5	Oui
40570	06/04/2011	8,8	12,9	12,2	13,7	Oui

Metz Centre Campagne Été

Référence du filtre	Date de début de prélèvement	LECKEL	Moyenne des Bêta	Bêta 3004	Bêta 3007	Validation du trio de mesure
41308	08/06/2011	8,5	9,7	9,2	10,1	Oui
41309	09/06/2011	8,8	10,3	10,2	10,5	Oui
41310	10/06/2011	9,3	8,9	8,8	9,0	Oui
41311	11/06/2011	5,0	5,1	4,4	5,9	Oui
41312	12/06/2011	7,3	6,2	6,3	6,0	Oui
41313	13/06/2011	5,3	5,0	5,6	4,4	Oui
41314	14/06/2011	5,9	6,9	7,1	6,7	Oui
41315	15/06/2011	8,5	7,4	7,4	7,5	Oui
41316	16/06/2011	8,4	9,0	9,2	8,7	Oui
41317	17/06/2011	8,9	8,2	7,7	8,7	Oui
41318	18/06/2011	5,3	5,7	6,0	5,4	Oui
41319	19/06/2011	7,2	7,1	7,1	7,1	Oui
41320	20/06/2011	7,5	8,0	8,2	7,8	Oui
41321	21/06/2011	6,9	8,1	8,0	8,2	Oui
41322	22/06/2011	6,6	6,5	6,5	6,6	Oui
41339	23/06/2011	5,7	7,0	7,2	6,8	Oui
41340	24/06/2011	6,3	7,5	7,0	7,9	Oui
41341	25/06/2011	8,5	10,5	10,1	10,8	Oui
41342	26/06/2011	9,3	9,6	10,7	8,6	Oui
41343	27/06/2011	12,6	13,2	14,1	12,3	Oui
41344	28/06/2011	17,1	18,8	19,5	18,0	Oui
41345	29/06/2011	10,4	14,8	14,1	15,5	Oui
41346	30/06/2011	9,9	11,0	11,4	10,6	Oui
41347	01/07/2011	8,1	9,1	9,0	9,1	Oui
41348	02/07/2011	7,6	8,0	7,3	8,7	Oui
41349	03/07/2011	11,1	12,1	11,8	12,3	Oui
41350	04/07/2011	10,7	12,9	13,0	12,7	Oui
41351	05/07/2011	18,2	17,0	17,5	16,6	Oui
41352	06/07/2011	7,9	9,4	8,7	10,0	Oui
41353	07/07/2011	6,5	8,8	9,4	8,1	Oui
41372	08/07/2011	5,8	7,0	7,4	6,6	Oui
41373	09/07/2011	5,6	7,1	6,8	7,4	Oui
41374	10/07/2011	6,5	9,5	9,3	9,6	Oui
41375	11/07/2011	8,5	7,3	7,0	7,6	Oui
41376	12/07/2011	10,5	11,3	11,5	11,0	Oui
41377	13/07/2011	9,4	11,8	11,3	12,2	Oui
41378	14/07/2011	6,0	6,8	6,6	6,9	Oui
41379	15/07/2011	7,4	6,6	6,7	6,5	Oui
41380	16/07/2011	8,5	8,4	8,3	8,5	Oui
41381	17/07/2011	2,9	3,8	4,2	3,4	Oui
41382	18/07/2011	3,3	3,7	4,9	2,6	Oui
41383	19/07/2011	3,0	4,5	4,2	4,7	Oui
41384	20/07/2011	7,2	9,3	9,9	8,7	Oui
41385	21/07/2011	5,6	7,3	7,8	6,9	Oui
41386	22/07/2011	4,2	12,4	12,1	12,6	Oui
41404	23/07/2011	7,2	5,4	5,6	5,3	Oui
41405	24/07/2011	10,8	5,9	5,6	6,3	Oui
41406	25/07/2011	7,6	6,8	7,0	6,6	Oui
41407	26/07/2011	7,9	9,3	8,9	9,8	Oui
41408	27/07/2011	13,3	16,1	16,2	16,1	Oui
41409	28/07/2011	11,2	13,4	13,2	13,7	Oui
41410	29/07/2011	16,7	17,3	17,7	16,9	Oui
41411	30/07/2011	8,4	9,6	8,7	10,5	Oui
41412	31/07/2011	5,5	5,7	5,1	6,3	Oui

Port Saint Louis Campagne Été

Référence du filtre	Date de début de prélèvement	LECKEL	Moyenne des Bêta	Bêta 3003	Bêta 3010	Validation du trio de mesure
41327	08/06/2011	4,6	4,7	5,7	3,8	Oui
41328	09/06/2011	7,0	8,7	9,6	7,8	Oui
41329	10/06/2011	6,8	9,9	10,0	9,9	Oui
41330	11/06/2011	4,0	4,1	4,2	4,1	Oui
41331	12/06/2011	5,1	6,4	6,5	6,3	Oui
41332	13/06/2011	9,2	10,0	10,9	9,1	Oui
41333	14/06/2011	6,3	7,8	8,0	7,7	Oui
41334	15/06/2011	7,8	9,8	9,2	10,4	Oui
41335	16/06/2011	10,2	11,6	12,6	10,5	Oui
41336	17/06/2011	8,2	11,7	11,6	11,8	Oui
41337	18/06/2011	6,0	6,9	6,5	7,4	Oui
41323	19/06/2011	7,2	4,6	4,6	4,7	Oui
41324	20/06/2011	10,5	13,4	13,2	13,6	Oui
41325	21/06/2011	11,7	14,9	14,2	15,6	Oui
41326	22/06/2011	7,4	16,0	15,0	17,1	Non : Raison technique
41356	23/06/2011	8,1	9,2	8,9	9,5	Oui
41357	24/06/2011	9,1	12,0	12,4	11,6	Oui
41358	25/06/2011	10,9	10,7	10,5	10,9	Oui
41359	26/06/2011	18,3	13,2	12,6	13,7	Oui
41360	27/06/2011	14,3	21,7	21,9	21,6	Oui
41361	28/06/2011	17,5	17,0	16,8	17,3	Oui
41362	29/06/2011	23,9	17,1	15,9	18,4	Oui
41363	30/06/2011	17,0	12,9	11,9	13,9	Oui
41364	01/07/2011	9,0	16,4	16,3	16,4	Oui
41365	02/07/2011	15,9	7,9	6,8	9,1	Non : Raison technique
41366	03/07/2011	20,3	16,1	16,0	16,2	Oui
41367	04/07/2011	12,7	27,7	27,5	28,0	Non : Raison technique
41368	05/07/2011	12,7	14,1	14,2	14,0	Oui
41369	06/07/2011	12,6	17,0	16,9	17,1	Oui
41370	07/07/2011	12,8	15,0	15,8	14,1	Oui
41388	08/07/2011	15,9	14,6	14,3	15,0	Oui
41389	09/07/2011	18,7	21,5	23,6	19,5	Oui
41390	10/07/2011	23,4	24,7	25,8	23,7	Oui
41391	11/07/2011	22,5	29,2	28,0	30,4	Oui
41392	12/07/2011	7,5	28,5	30,9	26,1	Non : Raison technique
41393	13/07/2011	8,4	10,2	8,4	12,0	Oui
41394	14/07/2011	11,4	7,6	7,0	8,1	Oui
41395	15/07/2011	9,6	11,3	11,7	11,0	Oui
41396	16/07/2011	6,4	11,8	10,4	13,1	Oui
41397	17/07/2011	6,1	6,8	7,5	6,2	Oui
41398	18/07/2011	3,7	6,7	6,9	6,5	Oui
41399	19/07/2011	3,3	6,3	6,4	6,3	Oui
41400	20/07/2011	3,1	3,2	2,9	3,5	Oui
41401	21/07/2011	4,3	3,8	3,6	4,0	Oui
41402	22/07/2011	4,2	6,9	7,0	6,7	Oui
41420	23/07/2011	7,1	4,5	4,8	4,2	Oui
41421	24/07/2011	4,1	5,6	5,5	5,8	Oui
41422	25/07/2011	4,8	6,5	6,0	6,9	Oui
41423	26/07/2011	7,9	7,1	6,7	7,6	Oui
41424	27/07/2011	8,9	8,1	7,8	8,4	Oui
41425	28/07/2011	6,6	8,5	7,3	9,8	Oui
41426	29/07/2011	11,0	6,4	6,5	6,3	Oui
41427	30/07/2011	7,8	8,4	7,6	9,1	Oui
41428	31/07/2011	14,4	7,1	7,3	7,0	Oui
41429	01/08/2011	13,5	15,7	15,2	16,1	Oui
41430	02/08/2011	13,3	16,5	18,0	14,9	Oui
41431	03/08/2011	10,9	14,5	15,4	13,7	Oui
41432	04/08/2011	13,9	12,5	12,5	12,6	Oui
41433	05/08/2011	16,2	14,4	14,0	14,8	Oui
41434	06/08/2011	5,8	18,1	19,2	17,1	Non : Raison technique

**ANNEXE 4 : DATE DES NETTOYAGES DES TETES PM_{2.5}
DES MP101M ET DU LECKEL**

Date des nettoyages des têtes PM_{2.5} des MP101M et du LECKEL

Metz Centre	18/02/2011
	04/03/2011
	18/03/2011
	01/04/2011
	07/06/2011
	21/06/2011
	05/07/2011
	19/07/2011
	31/07/2011
Port Saint-Louis	21/02/2011
	07/03/2011
	21/03/2011
	04/04/2011
	07/06/2011
	20/06/2011
	04/07/2011
	18/07/2011
	01/18/2011